

Projekt aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti

Bc. Nela Mikesková

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Nela Mikesková**
Osobní číslo: **M16575**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

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

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výměny forem.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a na jejich základě navrhňte projekt metody SMED na vybraném zařízení.
- Zpracujte rizikovou, časovou a nákladovou analýzu projektu.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

ALOR-HERNANDEZ, Giner, Cuauhtemoc **SANCHEZ-RAMIREZ** a Jorge Luis. **GARCIA-ALCARAZ**. Handbook of research on managerial strategies for achieving optimal performance in industrial processes. Hershey: Business Science Reference, An Imprint of IGI Global, 2016, 674 s. ISBN 9781522501305.
DENNIS, Pascal. Lean Production Simplified: A Plain-language Guide to the World's Most Powerful Production System. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav **RAJNOHA**. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
POLÁKOVÁ, Veronika a Roman **BOBÁK**. Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov. Žilina: Georg, 2013, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že


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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 15. 4. 2018

Jméno a příjmení: Nela Mikesková


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je věnována využití metody SMED pro zkrácení doby přetypování vybraného výrobního zařízení ve vybrané společnosti. Cílem bylo zvýšení provozní kapacity výrobního zařízení prostřednictvím zkrácení doby přetypování, a tím zvýšení jeho procentuální vytíženosti. Projektovým cílem bylo navržení způsobu zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím zkrácení doby přetypování vstřikovacího lisu o 20 %. K dosažení cíle bylo nejdříve zapotřebí analyzovat současný stav přetypování. Poté na základě pozorování navrhnout doporučení a nápravná opatření. A následně byla aplikována metoda SMED. Aplikací metody SMED společnost zajistila navýšení provozní kapacity vybraného výrobního zařízení o 38,55 %, která bude využita pro nové projekty.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, přetypování, SMED

ABSTRACT

The Master's thesis is dedicated to the use of the SMED method for shortening the changeover time of the chosen machinery equipment in a selected company. The aim was to increase the production capacity of the machinery equipment by shortening the changeover time, thereby increasing its percentage of use. The aim of the project was to propose a method of shortening the lead time by shortening a changeover time of injection moulding equipment by 20%. To achieve the aim, it was first necessary to analyse the current state of changeover. Then, based on observations, propose suggestions and corrective actions. Subsequently, the SMED method was applied. By applying the SMED method, the company has increased the production capacity of chosen machinery equipment by 38,55%, which will be used for new projects.

Keywords: Industrial Engineering, Lean Production, Changeover, SMED

*Na tomto místě bych chtěla velmi poděkovat
Ing. Pavlu Ondrovi, vedoucímu mé diplomové práce,
za odborné rady, připomínky a trpělivost při vedení mé
diplomové práce.*

*Děkuji také celé společnosti Zlín Precision,
ve které mi bylo umožněno zpracovat diplomovou práci,*

a to především

*zaměstnancům podílejícím se na projektu,
za jejich ochotu a věnovaný čas.*

V neposlední řadě bych ráda poděkovala

své rodině a přátelům,

za neustálou podporu a trpělivost

v průběhu studia na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

*„Pomalejší, avšak vytrvalá želva způsobí méně ztrát a je mnohem vhodnější než zajíc, který
uhání vpřed, a potom se tu a tam zastaví, aby si zdříml. Systém výroby může být uskutečněn
jen tehdy, když se všichni dělníci promění v želvy.“ (Ohno, 1988)*

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD..... | 10 |
| CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE..... | 11 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 13 |
| 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ..... | 14 |
| 1.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ | 14 |
| 1.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR | 14 |
| 1.3 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ..... | 15 |
| 1.4 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ | 15 |
| 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA..... | 17 |
| 2.1 NÁSTROJE A TECHNIKY | 17 |
| 2.1.1 Pull systém | 18 |
| 2.1.2 Kanban | 19 |
| 2.1.3 PDCA | 19 |
| 2.1.4 Poka-yoke..... | 20 |
| 2.1.5 Jidoka | 20 |
| 2.2 MUDA | 20 |
| 2.2.1 Nadvýroba | 21 |
| 2.2.2 Nadbytečné zásoby..... | 21 |
| 2.2.3 Zmetky a opravy | 22 |
| 2.2.4 Zbytečné pohyby | 22 |
| 2.2.5 Nadbytečná doprava a přemísťování..... | 22 |
| 2.2.6 Čekání | 22 |
| 2.2.7 Nadměrné a nepřesné zpracovávání | 23 |
| 2.2.8 Nevyužitý lidský potenciál..... | 23 |
| 2.3 MURI..... | 24 |
| 2.4 MURA..... | 24 |
| 2.5 PRODUKTIVITA | 24 |
| 2.5.1 Faktory ovlivňující produktivitu | 25 |
| 2.5.2 Zvyšování produktivity | 26 |
| 2.6 JUST-IN-TIME | 26 |
| 2.7 SPAGHETTI DIAGRAM | 27 |
| 3 SMED | 28 |
| 3.1 PLÝTVÁNÍ PŘI PŘETÝPOVÁNÍ | 28 |
| 3.2 POSTUP A APLIKACE METODY SMED | 29 |
| 3.2.1 První krok..... | 29 |
| 3.2.2 Druhý krok | 30 |
| 3.2.3 Třetí krok..... | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.3 | MOŽNOSTI ZKRÁCENÍ ČASŮ | 30 |
| 3.4 | PŘÍNOSY VYUŽITÍ METODY SMED | 32 |
| 3.5 | RIZIKA PŘI ZAVÁDĚNÍ METODY SMED | 33 |
| 3.6 | DESATERO IPI | 33 |
| 4 | PODPŮRNÉ METODY A TECHNIKY | 35 |
| 4.1 | STANDARDIZACE | 35 |
| 4.2 | 5S | 36 |
| 4.3 | PARETOVA ANALÝZA | 37 |
| 4.4 | SWOT ANALÝZA | 37 |
| 4.5 | RIZIKOVÁ ANALÝZA RIPRAN | 38 |
| 4.6 | DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ | 40 |
| 4.7 | METODA 5X PROCĚ | 41 |
| 5 | SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI..... | 42 |
| II | PRAKTICKÁ ČÁST | 43 |
| 6 | PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI..... | 44 |
| 6.1 | ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI..... | 44 |
| 6.2 | HISTORIE SPOLEČNOSTI | 45 |
| 6.3 | STRUKTURA SPOLEČNOSTI..... | 46 |
| 6.4 | ODBĚRATELÉ..... | 47 |
| 6.5 | VÝROBKOVÉ PORTFOLIO | 47 |
| 6.5.1 | Vstřikované díly se zálistky | 47 |
| 6.5.2 | Technické díly | 48 |
| 6.5.3 | Pohledové díly..... | 48 |
| 6.5.4 | Montované sestavy..... | 49 |
| 7 | VÝROBNÍ PROCESY SPOLEČNOSTI..... | 50 |
| 7.1 | VSTŘIKOVÁNÍ..... | 50 |
| 7.2 | VAKUOVÉ POKOVENÍ..... | 52 |
| 7.3 | MONTÁŽ..... | 52 |
| 8 | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU..... | 54 |
| 8.1 | VÝBĚR ZAŘÍZENÍ PRO APLIKACI METODY SMED | 54 |
| 8.2 | POPIS PROCESU VÝROBY PLASTOVÝCH VÝLISKŮ | 56 |
| 8.3 | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘI VÝMĚNĚ VSTŘIKOVACÍ FORMY | 57 |
| 8.3.1 | Průběh procesu přetypování | 57 |
| 8.4 | SYSTÉM SBĚRU DAT A JEJICH VYHODNOCOVÁNÍ..... | 64 |
| 8.5 | ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU | 65 |
| 8.6 | ODŮVODNĚNÍ POUŽITÍ METODY SMED VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI..... | 66 |
| 9 | PROJEKTOVÁ ČÁST..... | 67 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 9.1 | PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU | 67 |
| 9.1.1 | Harmonogram projektu | 68 |
| 9.1.2 | Podmínky realizace projektu | 69 |
| 9.1.3 | SWOT ANALÝZA | 69 |
| 9.1.4 | SIPOC | 70 |
| 9.1.5 | Ishikawa diagram | 71 |
| 9.1.6 | Logický rámec projektu | 72 |
| 9.1.7 | Riziková analýza RIPRAN | 72 |
| 9.2 | APLIKACE METODY SMED NA VYBRANÉM ZAŘÍZENÍ..... | 73 |
| 9.2.1 | Oddělení interních a externích činností..... | 74 |
| 9.2.2 | Převedení interních činností na externí | 76 |
| 9.2.3 | Zkrácení délky trvání interních a externích činností..... | 77 |
| 9.2.4 | Workshop se zaměstnanci na pozici seřizovač vstřikovacího lisu..... | 78 |
| 9.2.5 | Vytvoření jízdního řádu pro seřizovače vstřikovacího lisu..... | 81 |
| 9.2.6 | Zkouška jízdních řádů | 81 |
| 9.3 | ZHODNOCENÍ PROJEKTU | 82 |
| 9.3.1 | Časová úspora projektu | 82 |
| 9.3.2 | Ekonomické zhodnocení projektu..... | 83 |
| 9.3.3 | Celkové finanční zhodnocení | 84 |
| | ZÁVĚR | 86 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 87 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 90 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 91 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 93 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 94 |

ÚVOD

V současné době je pro výrobní společnosti velice důležitá konkurenceschopnost, protože možnosti zákazníků realizovat výrobu v jiné zahraniční společnosti je mnohem snazší, než tomu bývalo dříve. Proto je pro výrobní společnosti důležité zaměřit se na neustálé kontinuální zlepšování výrobních procesů, jelikož plýtvání a neproduktivní činnosti jsou v různých mírách problémem každého výrobního procesu. Jednou ze společností, která si uvědomuje své rezervy a nedostatky je společnost Zlín Precision s.r.o. působící na trhu automobilového průmyslu, jejíž převážná produkce míří k výrobcům světlometů pro automobily.

Téma diplomové práce se zaměřením na aplikaci metody SMED jsem si zvolila z důvodu, že ve společnosti pracuji na pozici procesního inženýra a své teoretické poznatky ze studia průmyslového inženýrství bych ráda využila pro zlepšení aktuálního systému přetypování výroby na oddělení lisovny. Oddělení lisovny plastů ve vybrané společnosti produkuje více než polovinu finální produkce, která se podílí na zisku společnosti. Kvůli počtu výrobních zařízení, množství přetypování výrob a omezeným kapacitám pro nové zakázky jsem si zvolila toto téma, které si klade za úkol zkrácení času přetypování a uvolnění provozní kapacity výrobního zařízení pro nové a stávající zakázky.

Diplomová práce je logicky členěna do tří na sobě navazujících částí. Teoretická práce je zpracována formou kritické literární rešerše se zaměřením na metodu SMED a formuluje teoretická východiska pro zpracování praktické části. Praktická část představuje společnost Zlín Precision, její proces výroby plastů, analyzuje současný stav přetypování při výměně vstřikovací formy na oddělení lisovny a následně hodnotí výsledky provedené analýzy. Projektová část definuje hlavní a dílčí cíle projektu, uvádí zpracovanou rizikovou analýzu projektu a vytvořený harmonogram projektu. Hlavní část tvoří návrh projektu metody SMED na vybraném zařízení. Navržená řešení jsou zhodnocena časovou a nákladovou analýzou projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem práce je aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti. Důvodem pro zpracování projektu je nedostačující provozní kapacita pro nové a stávající zakázky na vybraném výrobním zařízení. Projektovým cílem je do konce března roku 2018 navrhnout způsob zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím zkrácení doby přetypování vstřikovacího lisu o 20 %. Vybraná společnost si je vědoma nedostatečné implementace metod průmyslového inženýrství, proto se rozhodla spolupracovat na tomto projektu, který by jí nejen na vybraném zařízení mohl zefektivnit výrobní proces a přinést časovou a následně nákladovou úsporu. Projekt je iniciován jednatelem společnosti a vedoucím výrobního oddělení, přičemž jeho časové vymezení je od 2. ledna do 2. dubna 2018.

Teoretická část bude zpracována formou kritické literární rešerše se zaměřením na metodu SMED. Za pomoci metody kompilace budou shromážděny relevantní zdroje k tématu průmyslového inženýrství, mezi které se metoda SMED řadí. Ze zmíněné tematiky autor vybere nejpodstatnější myšlenky a poznatky, které úzce budou souviset s praktickou částí práce. Na závěr této části budou formulována teoretická východiska pro zpracování praktické části.

V praktické části bude použito více různých metod. Nejdříve bude za pomoci Paretova pravidla vybráno zařízení, na kterém bude prováděna analýza současného stavu a následně implementována metoda SMED. K tomuto účelu dojde k vyhodnocení interních dat společnosti za předchozí kalendářní rok. Před samotným zahájením analýzy bude za pomoci nástroje SIPOC popsán proces přetypování zařízení, který by měl vytvořenému projektovému týmu usnadnit pochopit návaznosti jednotlivých interních procesů. Riziková analýza RIPRAN shrne všechna možná potenciální rizika projektu, jejich dopad na celý projekt a pravděpodobnost s jakou mohou nastat. Pro vysoce hodnocená rizika budou formulována preventivní opatření. K předběžnému zjištění nejpravděpodobnějších příčin řešeného problému bude využit Ishikawa diagram, jinak znám jako diagram příčin a následků. Celý harmonogram projektu bude zachycen formou Ganttova diagramu, který uvede souhrn aktivit a jejich časovou náročnost a návaznost.

Dílním cílem práce bude zpracování analýzy současného stavu přetypování ve vybrané společnosti. K tomuto účelu budou použity především empirické metody jako přímé pozorování a dotazování k získávání informací o současném stavu přetypování. V rámci zfor-

movaného projektového týmu budou na pravidelné bázi uskutečňovány rozhovory ve spojitosti s představením harmonogramu projektu a aplikací metody SMED na vybraném zařízení. Během snímkování činnosti přetypování bude pořízen kamerový záznam, za pomoci kterého by mělo dojít k odhalení plýtvání. Současně bude zpracováván spaghetti diagram k analýze nadměrného pohybu seřizovače po lisovně v průběhu přetypování zařízení. Budou tedy užity jak metody kvalitativního výzkumu, tak kvantitativní. Ze zpracované analýzy vyplynou formulována doporučení a nápravná opatření.

V aplikační fázi se oddělí interní činnosti od externích. Interní činnosti se převedou na externí a pomocí syntézy bude výstupem vytvoření jízdního řádu výměny vstříkovací formy na vybraném zařízení, který bude představen projektovému týmu formou workshopu.

Závěrečná fáze zhodnotí navrhovaná zlepšení a celkově zhodnotí přetypování vybraného zařízení s novým jízdním řádem. Výsledky projektu budou prezentovány managementu společnosti a celému projektovému týmu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

1.1 Definice průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství (PI) je multidisciplinární obor, jehož cíl je zaměřen na zvyšování efektivity výrobních společností. Své uplatnění nachází především ve výrobních společnostech se sériovou výrobou a ve společnostech produkujících výrobky pro automobilový průmysl. Právě Henry Ford využil metody průmyslového inženýrství při výrobě automobilu značky Ford. Kombinací technicky vybaveného výrobního zařízení, vhodné technologie a správného řízení zdrojů dosáhl očekávaných výsledků. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15)

Průmyslové inženýrství se zabývá zlepšováním celého výrobního systému prostřednictvím aktivit PI, které jsou v souladu se strategickými cíli společnosti. Vyžaduje podporu vrcholového managementu pro úspěšné naplnění strategie. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15-16)

Tuček a Bobák (2006, s. 106) definují průmyslové inženýrství jako obor shrnující poznatky z mnoha oborů, mezi něž se řadí matematická statistika, technika, psychologie a sociologie. Hledání optimálního způsobu probíhá v souladu se zajištěním vysoké kvality s minimálními náklady a optimálním využitím vstupních zdrojů. Účelem je navrhnout a koordinovat celý výrobní systém s cílem maximalizovat produktivitu. Managementem společnosti by tak mělo být přijato jako účinný nástroj, díky jehož metodám se lze zaměřit na zlepšování všech procesů.

1.2 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr je osoba profesního zaměření na průmyslové inženýrství, která má za úkol hledat nová vhodnější řešení, navrhovat změny, řešit a identifikovat problémy, implementovat metody průmyslového inženýrství v praxi, řídit komplexně celý výrobní systém a znát souvislosti v něm a zabezpečovat výkonnost a bezpečnost na pracovišti. To vše s ohledem na kvalitu a náklady za účelem zvyšování produktivity. Svou práci nemůže průmyslový inženýr vykonávat sám, ale musí lidi okolo sebe naučit základním principům průmyslového inženýrství, aby i oni sami byli schopni zlepšovat dosavadní stav. Toho dosáhne především díky komunikaci, která je zásadní při řešení problémů a následném zavádění nápravných opatření. Výsledkem práce průmyslového inženýra by měly být implementované metody průmyslového inženýrství, a tím zlepšení pracovního prostředí, které povede k vyšší produktivitě společnosti. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15–17)

1.3 Klasické průmyslové inženýrství

Základ klasického průmyslového inženýrství pokládá operační výzkum a studium metod měření práce. (Tuček a Bobák, 2006, s. 108)

Mašín a Vytlačil (2000, s. 89-91) se podrobněji věnují tématu klasického inženýrství. Historicky se z vědeckého řízení vyvinulo studium práce (work study). To má za úkol získat informace o činnostech lidí a pracovníků v dané společnosti. Ty využít ke zvyšování své produktivity. Studium metod měření práce vychází ze dvou technik. Jak už samotný název napovídá je využito studia metod (method study) a měření práce (work measurement). V praxi jsou obě techniky použity současně formou analýzy provedených záznamů o činnostech a následného formulování opatření.

Metody měření práce v klasickém průmyslovém inženýrství byly využívány pouze pro potřeby odměňování pracovníků. Novější, moderní přístup, se zabývá spotřebou času kvůli odhalení neefektivního provádění činností. Nevýhodou klasického přístupu je měření práce na základě pozorování pracovníkem a provádění činnosti operátorem, který tak může výsledky měření zkreslit. Kressová (2011, s. 12) kromě porovnání nového a moderního přístupu měření práce uvádí klasické metody měření práce:

- Časový snímek,
- Momentový snímek,
- Momentkový snímek,
- Chronometráž.

1.4 Moderní průmyslové inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství se opírá o praxi různých světových společností, především však vychází z výrobního systému Toyoty (TPS). Jde o systém štíhlé výroby, který se pro mnoho odvětví stal impulsem. Společnosti tak začaly ve své praxi uplatňovat novou filosofii, která byla popsána v několika zahraničních publikacích. Důvodem rozmachu využívání nových metod výroby byl především růst společnosti Toyota, která se postupně vyhoupla mezi největší a nejsilnější výrobce automobilů. Přičemž dříve byla známa spíše jako výrobce malých automobilů. Důležité je však zmínit, že změnou filosofie se v celosvětovém měřítku stala nejziskovějším producentem, čímž překonala i významné společnosti jako je General Motors nebo Ford. Tajemství úspěchu bylo v zavedení nových

metod a technik, které tvořily základ úspěchu a jsou konceptem společnosti Toyota. (Liker, 2004, s. 10-12)

Soupis metod a technik moderního průmyslového inženýrství uvádí Tuček a Bobák (2006, s. 108-109). Patří mezi ně například:

- SMED,
- TPM,
- Poka-yoke,
- Simulace výrobních systémů,
- Průmyslová moderace,
- Měření produktivity,
- Dynamické zlepšování procesů,
- Rozvoj zaměstnanecké účasti na řízení,
- Projektování výrobních pracovišť s využitím výrobních buněk,
- Simultánní inženýrství,
- Odměňování pracovníků na základě dosažených výsledků.

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Průmyslová společnost je tvořena výrobními procesy, které se skládají z navazujících operací. Jedná se o velký mechanismus, kde každý krok musí být správně synchronizován a začátku jedné operace předchází konec předchozí operace. Chromjaková (2017, s. 35) uvádí pět klíčových principů konceptu štíhlé výroby:

1. Specifikování hodnoty vnímané zákazníkem,
2. Vytvoření hodnotového toku výrobních operací,
3. Plynulý tok celého výrobního procesu od vstupu po výstup,
4. Pull / push systém řízení operací,
5. Snaha o dokonalé provedení operace v každém kroku procesu.

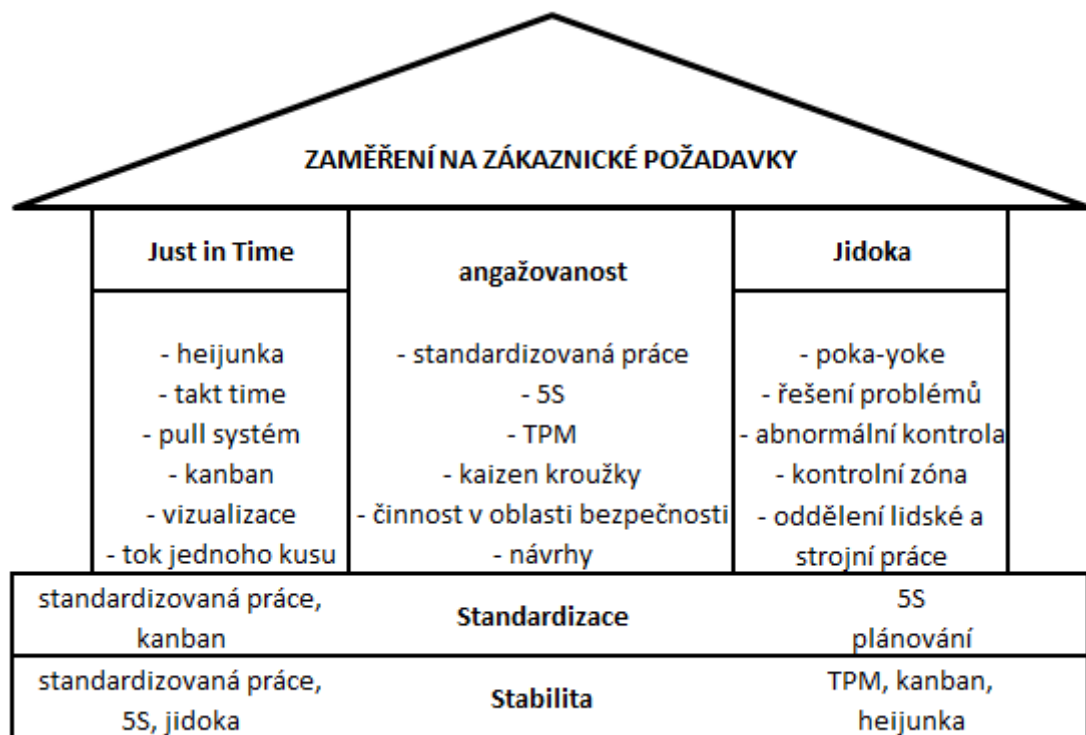
Poláková a Bobák (2013, s. 27) zmiňují, že zavedení konceptu štíhlé výroby je rozděleno do několika fází, přičemž se jedná o nekonečný proces zlepšování.

1. fáze – velké změny přinášející ihned viditelné výsledky (~ půl roku),
2. fáze – standardizování postupů a pokračování ve zlepšování (~ 3 roky),
3. fáze – Kaizen přístup (nikdy nekončící proces).

2.1 Nástroje a techniky

Zákazníci očekávají od výrobních společností dodávku výrobků s nejvyšší kvalitou, s nejnižšími náklady a v co nejkratším čase. Proto společnosti implementují do svých systémů nástroje a techniky štíhlé výroby. Ty mají za úkol eliminovat plýtvání a zvyšovat efektivitu, která povede k naplnění cílů a spokojenosti zákazníka. (Dennis, 2016, s. 28)

Svozilová (2011, s. 36) zmiňuje, že před použitím nástrojů filozofie Lean je nejdříve důležité rozdělit stávající činnosti do tří kategorií: činnosti přispívající k tvorbě hodnoty, činnosti nepřidávající hodnotu, které jsou nezbytně nutné a činnosti nepřidávající hodnotu, které jsou nepotřebné neboli plýtvání. K tomuto účelu je vhodné využít mapování hodnotových toků.



Obr. 1. Nástroje a techniky štíhlé výroby (Vlastní zpracování dle Dennise, 2016, s. 26)

2.1.1 Pull systém

Pull systém, v překladu systém tahu, je uplatňován ve štíhlé výrobě. Výrobky procházejí jednotlivými výrobními kroky na základě požadavků, které vzejdou z potřeby zákazníka. Vzniká tak nový systém, kdy jednotlivá výrobní oddělení jsou interním zákazníkem a žádají od předchozího výrobního kroku dodávku v určitém množství, kvalitě a v daném čase. Tímto systémem se výrazně sníží množství rozpracovanosti a zkracuje se průběžná doba výroby. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 88–89)

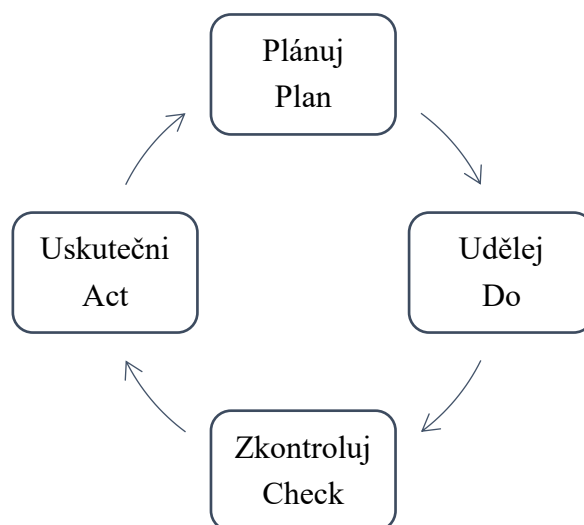
Opakem je push systém, jenž je založen na tom, že společnost vyrábí, i přes to že zákazník v současné době výrobky nepožaduje. Tím jsou vytvářeny nadbytečné zásoby, které jsou v systému tlačeny stále dopředu. Liker (2004, s. 104) uvádí praktický příklad s maloobchody, kterým jsou vnuceny potraviny v množství, které vzhledem k aktuální poptávce nejsou schopny prodat. Obchodům vznikají nadbytečné zásoby, které mají omezenou trvanlivost. Proto se maloobchodník snaží svým zákazníkům zboží vnutit, i přes to že je nepotřebují.

2.1.2 Kanban

Kanban je úzce spojen s konceptem štíhlé výroby. Vizualizace pro operátory nebo obsluhu zařízení, usnadňuje práci a zajišťuje výrobu na základě aktuální potřeby, a ne na základě plánovaných možných využití zařízení. Výroba je tak uskutečňována na základě signálů, které odesílá zákazník a vyrábí se dle aktuálních potřeb. Nejznámější formou je využití Kanban karet dle TPS. Nahrazuje tedy zcela tradiční denní nebo týdenní plánování výroby. Celý výrobní proces má svá nastavená pravidla, přičemž proces na výrobní lince řídí operátor na základě signálů. Signály mohou mít různý charakter. Kanban běžně nenahrazuje plně materiálové plánování, ale dává informaci a impuls pro materiálové plánování. V konečném důsledku díky Kanban systému dochází k redukování skladových zásob (do propočtů musí být zahrnuta zmetkovitost, čas přetypování zařízení, aj.), je prevencí pro nadvýrobu a ostatní typy plýtvání. (Gross a McInnis, 2003, s. 2–6, 90)

2.1.3 PDCA

PDCA cyklus je prvním krokem v procesu Kaizen. Často také nazýván jako Demingův cyklus. Název je utvořen z anglických slov Plan - plánuj, Do - udělej, Check - zkontroluj, Act – uskutečni. Jde o cyklus neustálého zlepšování. PDCA cyklus není časově omezená metoda, proto je možné ji v rámci společnosti využít pro naplňování strategických cílů napříč celou organizační strukturou. Cíle vrcholového managementu se tak jednoduše převedou až na vedoucí jednotlivých týmů. Ti využijí PDCA cyklus na denní bázi, kdežto u top managementu se bude jednat přibližně o měsíční cyklus. (Miller, Wroblewski a Villafuerte, 2017, s. 117–119)



Obr. 2. PDCA cyklus (Vlastní zpracování dle Imaie, 2005, s. 22)

2.1.4 Poka-yoke

Pojmenování systému vychází ze dvou slov: poka – neúmyslná chyba, yoke – prevence. Princip je v implementaci nízkonákladového zařízení, které dopředu eliminuje možnost vzniku chyby nebo abnormální situace tím, že neumožní operátorovi vykonat práci jinak než správně. Účinné poka-yoke je zavedeno s nízkými náklady, dlouhotrvající životností, nemá vysoké nároky na údržbu a je navrženo přímo pro dané pracoviště. Nejčastěji je zaváděno na pracovištích, kde může dojít ke špatnému založení dílu nebo opomenutí vložení součástky. (Dennis, 2016, s. 127–128)

2.1.5 Jidoka

Zařízení zajišťující zastavení stroje v případě výroby neshodného produktu je důležité v konceptu štíhlé výroby pro eliminaci plýtvání (Poláková a Bobák, 2013, s. 29). Detailněji se systému Jidoka věnuje ve své publikaci Dennis (2016, s. 123–127). Japonské slovo Jidoka vzniklo složením třech čínských znaků. „Ji“ odkazuje na pracovníka, který pokud má ponětí, že je něco špatně nebo si je vědom, že vyrábí zmetek, musí zastavit výrobní linku. „Do“ znamená pohyb nebo práci. „Ka“ symbolizuje anglickou příponu pro vytvoření podstatného jména, „-ation“. Dohromady tak slovo Jidoka znamená v českém překladu automatizaci s lidskou inteligencí.

2.2 Muda

Cílem výroby orientované na zákaznické požadavky je dodávat výrobky v požadované kvalitě, na určené místo, ve správný čas, s nízkými výrobními náklady a v co nejkratším možném čase, a to díky eliminaci plýtvání. V odborné terminologii se ve spojitosti se štíhlou výrobou mluví o tzv. aktivitách PQCDMS, kde každé písmeno zastupuje anglický název: Productivity (produktivita), Quality (kvalita), Cost (náklady), Delivery time (dodací doba), Safety and Environment (bezpečnost a životní prostředí), Morale (etika). Pokud nepostupujeme v souladu s těmito aktivitami, jedná se o plýtvání. (Dennis, 2016, s. 28)

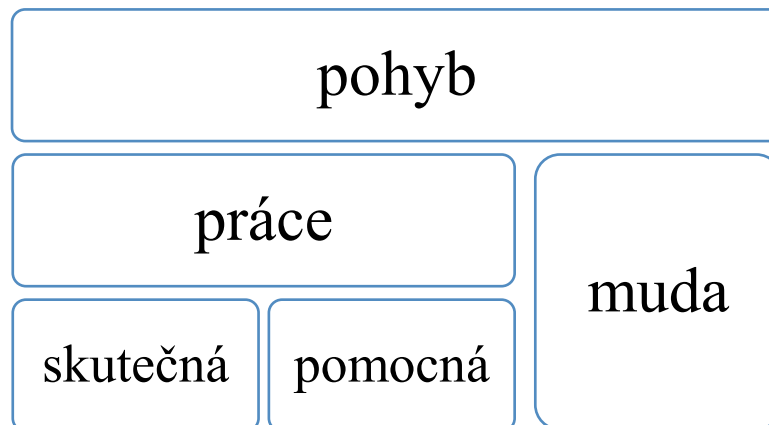
Plýtvání je v odborné literatuře nazýváno japonským slovem muda. Spolu s muda jsou pro štíhlý výrobní podnik důležité další dvě M, které spolu úzce souvisí. 3M patří do konceptu společnosti Toyota nazývaného Heijunka.

Muda znamená plýtvání nebo jinou aktivitu, za kterou zákazník není ochoten zaplatit. Jde tedy o činnost nepřidávající hodnotu. Dennis (2016, s. 29) rozděluje tři typy lidské práce:

Skutečná – práce přidávající hodnotu

Pomocná – podporující skutečnou práci, většinou předchází skutečné práci nebo na ní bezprostředně navazuje, může se jednat například o vybalení polotovaru nebo vkládání dílu do zařízení

Muda – pohyb nevytvářející hodnotu, je rozpoznatelný tím, že při jeho odstranění nevyvolá nepříznivý efekt



Obr. 3. Práce vs. muda (Vlastní zpracování dle Dennise, 2016, s. 30)

Garbie (2016, s. 54–56) detailně popisuje osm druhů plýtvání vyskytujících se ve výrobních společnostech.

2.2.1 Nadvýroba

Proces tvorby výrobku většího množství než je potřeba zákazníka. Nastává z důvodu rychlejší nebo dřívější výroby než je potřeba. Nadvýroba ruší plynulý tok jednoho kusu, snižuje kvalitu a produktivitu. Přináší s sebou vysoké skladovací náklady a problémy v případě detekování nekvality. Souvisí úzce se všemi ostatními druhy plýtvání. (Garbie, 2016, s. 54–55)

2.2.2 Nadbytečné zásoby

Zásoby na skladech hotových výrobků, polotovarů a vstupního materiálu přinášejí společností náklady spojené s prostorem pro skladování, energiemi a náklady na pracovníky skladu. Kvalita zásob zpravidla s přibývajícím časem klesá. Zásoby zároveň v sobě drží velké množství kapitálu a přidané hodnoty, které do nich byly v průběhu procesu vloženy.

Tento druh plýtvání souvisí s nadvýrobou, jelikož je jejím důsledkem. (Imai, 2005, s. 80-81)

2.2.3 Zmetky a opravy

Tvorba zmetků přerušuje standardní proces výroby a přináší náklady spojené s detekováním zmetků, spotřeby materiálu, spotřeby času pracovníků, neplánovanými prostoji či dokonce nutnosti oprav zařízení nebo přepracování zmetků (Dennis, 2016, s. 32). Pro eliminaci tohoto druhu plýtvání je vhodné mít zařízení vybavené systémem automatického rozpoznání tvorby zmetků, které zajistí zastavení výrobního procesu. Následně dojde k seřízení stroje, čím se šetří materiál vstupující do výroby a zároveň je zvyšována efektivita zařízení. (Imai, 2005, s. 81)

2.2.4 Zbytečné pohyby

Nadměrný pohyb vzniká v souvislosti s nevhodným layoutem. Při nesprávně vytvořeném layoutu pracoviště, které nerespektuje zásady ergonomie, operátor dělá nadbytečné pohyby při manipulaci. K plýtvání dochází při přemísťování hotových výrobků na vzdálenou paletu či chůzi pro pomůcky, obalový materiál a jiné věci potřebné k práci. Nadměrný pohyb je ve společnostech často nejvíce viditelnou formou plýtvání. (Garbie, 2016, s. 56)

2.2.5 Nadbytečná doprava a přemísťování

Jedná se o podobný typ plýtvání jako v předchozím případě. Vzniká ve spojitosti s layoutem výrobních prostor nebo velkých nevhodně organizovaných skladech. Nadměrná doprava je vykonávána často z důvodu špatné organizace nebo díky vzniklému nedorozumění. Doprava materiálu nebo výrobků je ve společnosti nezbytná a nelze ji zcela odstranit, ale můžeme ji minimalizovat. (Dennis, 2016, s. 32)

Může se jednat nejen o materiálové toky, ale i o komunikační kanály v dodavatelsko-odběratelských vztazích. (Chromjaková, 2011, s. 49)

2.2.6 Čekání

Čekání je neproduktivní čas v procesu výroby. Vzniká díky neplánované údržbě, nerovnoměrnému plánování, nutným opravám, nekvalitě nebo špatné organizaci a informovanosti. Tento typ plýtvání je snadno odhalitelný. V praxi jde o jakýkoli ztracený čas čeká-

ním na materiál, dokončení cyklu stroje, zprovoznění stroje aj. Čekání je každodenní činnost, která se vyskytuje v každé společnosti. (Svozilová, 2011, s. 34–35)

Chromjaková (2011, s. 48) zmiňuje důležitost zamyslet se ve společnostech, proč se v procesu čekání vyskytuje. Přináší totiž automaticky ztrátu spojenou s neefektivitou. Uvádí také fakt, že společnosti málo kdy vyslechnou samotné pracovníky, jaké jsou jejich potřeby, co by jim usnadnilo provedení činnosti bez nutnosti čekání na příchod seřizovače či údržby, hledání materiálu a přípravků, dohledávání informací a potřebné dokumentace. Právě oni totiž ví nejlépe, ve kterých oblastech jsou rezervy, které jim samotným ztěžují práci.

2.2.7 Nadměrné a nepřesné zpracovávání

Zahrnuje všechny nepotřebné kroky procesu, které jsou vykonávány navíc. Často vznikají z důvodu nepřesného definování zákaznických požadavků. To souvisí s nepřesnými instrukcemi k práci, dle kterých pracují operátoři. Následně je zvýšená míra pravděpodobnosti tvorby zmetků. Z toho pramení nutnost přepracování. Nadměrné zpracování se ale v dnešní době snaží odstranit podniky zabývající se štihlou administrativou. Tyto podniky redukuje vznik kopií, počet schvalovacích úrovní, mezery v komunikaci, duplikování jedné činnosti a děláním zbytečných činností, které zákazník nevyžaduje a není ochoten za ně zaplatit. Toto plýtvání ubírá společnosti její kapacity na všech úrovních organizační struktury. (Garbie, 2016, s. 55)

2.2.8 Nevyužitý lidský potenciál

Nevyužití lidského potenciálu je typem plýtvání, které je uváděno v novější odborné literatuře. Dennis (2016, s. 33–34) ho popisuje jako bránění toku znalostí, nápaditosti a kreativity. Čímž zároveň dochází u pracovníků k frustraci a společnost tak ztrácí novou příležitost. Zaměstnanci by měli být pozitivně zainteresováni v procesu výroby, který vzniká na základě hlasu zákazníka. Garbie (2016, s. 56) pojem nevyužitého lidského kapitálu spojuje s tím, že odpovědnost za úspěch ve výrobě mají lidé. Proto je důležité, aby vedení společnosti úzce spolupracovalo se všemi svými zaměstnanci. Aby společnost mohla implementovat nové prvky (např. štihlé výroby), musí do celého konceptu zapojit všechny zaměstnance, protože bez jejich potenciálu nelze implementovat.

2.3 Muri

Pokud bychom se zaměřili pouze na odstraňování muda, mohlo by dojít ke konečnému zhroucení systému. Muri (přetížení) souvisí úzce s kvalitou výroby. Zabývá se nadměrným přetěžováním lidí a strojů. Každý z těchto výrobních faktorů má své hranice, které nelze překročit. Přetížení lidé nemohou vykonávat práci bezpečně a v požadované kvalitě. Stejně tak je tomu u výrobních zařízení, u kterých začne docházet k častější poruchovosti. (Liker, 2004, s. 114–115)

2.4 Mura

Mura je v české odborné literatuře překládáno jako nevyrovnanost. Výrobní podnik je systémem, ve kterém někdy nastávají situace, kdy je nutno vyrábět více než jsou výrobní kapacity. Jindy je výrobní kapacita pracovníků a zařízení nevyužita. Nepravidelnost ve výrobních harmonogramech je důsledkem mnoha faktorů, mezi které řadíme především chybějící polotovary, nadměrné množství zmetků nebo neplánované prostoje výrobních zařízení. Mura tedy nastává po muda. (Liker, 2004, s. 114-115).

Z výše uvedeného tedy lze vyvodit, že Heijunka se snaží o odstraňování mura, aby následně byly vyloučeny muda a muri.

2.5 Produktivita

Produktivita je ve výrobní společnosti analyzována z mnoha důvodů, jako je například zjištění efektivity jednotlivých činností, vložených zdrojů nebo ziskovosti výrobků. Garbie (2016, s. 74–75) definuje produktivitu jako zvláštní měřítko účinnosti. Lze popsat vztahem mezi produkcí zvoleného systému v časově ohraničeném období a kvalitou zdrojů spotřebovaných, které byly zapotřebí k vytvoření výstupu za stejné časové období. Kislíngerová (2008, s. 62) produktivitu popisuje jako důležitý faktor, který se spolu s mnoha dalšími podílí na tvorbě přidané hodnoty. Ta je pro společnost důležitá, jelikož prostřednictvím ní dochází k plnění cílů, a proto se doporučuje ji sledovat v rámci vnitropodnikového řízení. Produktivitu neboli efektivnost transformace vstupů na výstupy, lze měřit u všech společnostech, výrobních i nevýrobních.

V praxi se setkáváme s nejrůznějšími typy produktivity, které lze členit podle:

- Hodnotového rozměru

- Technická: poměr vyjadřován v naturálních jednotkách
- Technicko-ekonomická: poměr je vyjadřován v peněžním ocenění
- Stupně agregace
 - Mikroekonomická: zaměřena na konkrétní společnost
 - Makroekonomická: zaměřena na daný stát
- Komplexnosti
 - Celková: zohledněny jsou všechny výrobní faktory
 - Parciální: zohledněn je pouze jeden zvolený faktor

(Kislingerová, 2008, s. 62)

Management společnosti, který se rozhodne sledovat svou produktivitu, by měl nejdříve stanovit svůj cíl. Pokud cíl a priority nejsou zcela jasné, výsledná produktivita bude nízká. Cíl výrobní společnosti by měl být dosažen prostřednictvím vykonané práce každého zaměstnance na jakékoli organizační úrovni, za předpokladu že společnost správně plánuje své aktivity a dostatečně je řídí. Právě nedostatečné plánování a absenci řízení uvádí Wagnerová (2008, s. 29-30) jako jeden z největších problémů, které jsou důvodem nízké produktivity.

2.5.1 Faktory ovlivňující produktivitu

Produktivitu lze ovlivnit prostřednictvím nesčetného množství faktorů, které působí přímo nebo nepřímo. Poláková a Bobák (2013, s. 17–18) uvádějí výčet pouze některých faktorů ovlivňujících produktivitu. Ve skutečnosti jich existuje daleko více. Všeobecně nejvíce produktivitu ovlivňují pracovní postupy, zvolené metody, kvalita výrobního zařízení, schopnost využití vlastního a cizího kapitálu, schopnost využití lidského potenciálu, motivace a hodnocení pracovníků, systém odměňování, znalost a využívání průmyslových metod, úroveň vzdělání pracovníků. Vnější faktorem je aktuální stav národního hospodářství a ekonomiky státu.

Zvyšováním produktivity se zabývá obor průmyslového inženýrství, který rozděluje faktory do čtyř základních skupin:

- U – Utilization – sleduje míru využití zdrojů
- P – Performance – sleduje míru výkonu, jakou rychlostí jsou zdroje převedeny na výstupy
- Q – Quality – sleduje míru kvality s jakou je proces přeměny vykonáván

- M – Methods – sleduje použité metody v procesu přeměny

Průmyslový inženýr pomocí nich stanovuje dosaženou úroveň produktivity. (Poláková a Bobák, 2013, s. 18–19)

2.5.2 Zvyšování produktivity

Zvyšovat produktivitu lze několika možnými způsoby. Vzhledem k uvedenému vztahu lze produktivitu zvyšovat:

- Snížením vstupů s dosažením stejných výstupů
- Zvýšením výstupů s použitím stejných vstupů

Imai (2005, s. 56–57) upozorňuje na spojitost produktivity s náklady a kvalitou. Zvýšit produktivitu na výrobní lince lze omezením počtu operátorů. Tím snížíme náklady na pracovníky. Teorie také říká, že čím méně pracovníků, tím méně prostoru k nekvalitě. Nicméně odebráním pracovníka z výrobní linky bychom měli zvýšit produktivitu na jiném pracovišti, které by současně nebylo využité a nepřidávalo by hodnotu. V opačném případě by společnost musela zaměstnance propustit, protože by pro něj neměla činnost, kterou by mu mohla přiřadit.

2.6 Just-in-Time

O vznik systému Just-in-Time (JIT) ve společnosti Toyota se zasloužil Taiichi Ohno. Z toho důvodu je často nazýván výrobním systémem Toyota. Do češtiny se tento název z pravidla nepřekládá, ale Imai (2005, s. 137) uvádí termíny jako „právě včas“, „zeštíhlená výroba“ nebo „dokonalý systém výroby“. Vyzdvihuje také fakt, že zavedení JIT je úzce spjato s implementací TQM a s TPM zaměřeném na výrobní zařízení. Teprve poté je možná implementace revolučního způsobu JIT.

V procesu štihlé výroby je přístup k výrobě Just-in-Time nebo Just in Sequence využíván při implementaci konceptu Průmyslu 4.0 (Chromjaková, 2017, s. 35–36). Zajištění výroby zákaznických požadavků v požadovaném čase a dodání na požadované místo je uskutečňováno prostřednictvím on-line monitoringu na výrobních linkách. Základním prvkem je RFID identifikace, která nese informaci o aktuální výrobní operaci.

Jelikož je cílem minimalizace prostojů výrobního zařízení, je možné pomocí konceptu Průmyslu 4.0 a on-line monitoringu, pružně reagovat v reálném čase na změny. Díky zpra-

cované digitalizované procesní mapě je stroj kapacitně vytižen zakázkou, kterou zákazník požaduje. K vytvoření takové procesní mapy je nutné standardizovat práci, zajistit tok jednoho kusu a vyrábět v požadované kvalitě. Společnost může následně efektivnost zařízení sledovat prostřednictvím různých KPI, mezi které se nejčastěji řadí OEE. S tímto principem souvisí i Kanban tahový systém řízení výrobního procesu. (Chromjaková, 2017, s. 36)

2.7 Spaghetti diagram

Dennis (2016, s. 47-48) uvádí špagetový diagram ve spojitosti s implementací 5S. V jejím druhém kroku dochází k umístění nástrojů na určené místo. Toto místo je vhodné stanovit tak, aby nevznikal nadbytečný pohyb. Postup tvorby diagramu je jednoduchý. Stačí si vzít layout výrobních prostor na listu papíru. Na ten značit čarami pohyby pracovníka, materiálů nebo nástrojů. Dle potřeby je vhodné je barevně odlišit. Po zvolení nového místa pro nástroje vytvořit tento diagram opětovně. Následně oba diagramy porovnat v týmu a zvolit optimální umístění. Leone a Rahn (2011, s. 53) popisují spaghetti diagram jako nástroj k zobrazení lidského pohybu při vykonávané práci. Že jde o jednoduchý nástroj, uvádí na transparentním příkladu úklidu hotelového pokoje. Ve zjednodušeném layoutu pokoje zaznačili čarami pohyb uklízečky. Díky tomu znázornili, že několikrát obejde jednu postel, než ji ustele a uklidí celý pokoj. Pro eliminaci pohybu a času tak došlo ke zjištění, že rychlejší bude, když pokoj uklidí dvě uklízečky namísto jedné.

3 SMED

System rychlých změn při přetypování výroby vznikl na základě zkušeností z výrobního systému společnosti Toyota. Hlavním průkopníkem byl průmyslový inženýr Shigeo Shingo, který celou problematiku přetypování popsal v knize „A Revolution in Manufacturing“. Princip metody spočívá ve snížení času přetypování, čímž se rozumí doba mezi posledními vyrobenými kusy jedné výroby po první dobré kusy následující výroby. (Tuček a Bobák, 2006, s. 118)

Birmingham a Jelinek (2007, s. 8-9) popisují, jak v praxi Shingo měl za úkol zvýšit výrobní kapacitu bez zakoupení nového vybavení. Proto se zaměřil na stroj a hledal způsoby, jak je urychlit. Sice jeho zjištění byla užitečná, nebyl však spokojen s dosaženými výsledky. I přes jeho snahu následně zjistil, že stroj po dokončení výrobní zakázky vykazuje nečinnost, zatímco pracovníci či připravovali své nástroje. Díky tomu si uvědomil, že jeho předchozí práce se zaměřením na zrychlení práce stroje byla zbytečná. Dospěl ke zjištění, že zkrácení doby přetypování je rozhodujícím faktorem pro dosažení větší výrobní kapacity. Od té doby se začal zaměřovat právě na tuto činnost. Jeho cílem bylo zredukování času přetypování na méně než 10 minut. Odtud také vznikl název Single Minute Exchange of Die (SMED).

3.1 Plýtvání při přetypování

Zrychlení procesu přetypování vychází z předpokladu, že průmyslový inženýr provede analýzu současného stavu přetypování a odhalení činnosti, při kterých dochází k plýtvání. Při procesu přetypování se bavíme o plýtvání kapacit strojního zařízení a času. Mašín a Vytlačil (2000, s. 210) zmiňují především:

- Nadbytečné přemísťování nástrojů,
- Hledání nářadí,
- Provádění oprav,
- Nadbytečný pohyb seřizovačů,
- Čekání na uvolnění výrobního procesu,
- Zbytečné činnosti pracovníků (pozorování, přestávka, diskuse).

Uvedené typy plýtvání jsou na první pohled zřejmé. V procesu se však nacházejí i skrytá plýtvání, která Mašín a Vytlačil (2000, s. 210) třídí do čtyř kategorií:

1. Plýtvání při přípravě na výměnu,
2. Plýtvání při montáži a demontáži,
3. Plýtvání při seřizování,
4. Plýtvání při rozjezdu seřízeného stroje.

První kategorie zahrnuje hledání nástrojů, příslušenství a přípravků. Při montáži a demontáži vzniká plýtvání nevhodným řešením utahování a odstraňování, nadměrnou manipulací a vzniklých prodlev z čekání. Do třetí kategorie se řadí duplikace činností, doděláné činností, které už byly jednou prováděny a plýtvání materiálem z důvodu testování, zdali je přetypování provedeno správně. Čtvrtá kategorie je zaměřena na odpovědnost a kompetence. V praxi se jedná o čekání na rozhodnutí někoho druhého, kdo daný problém vyřeší nebo schválí současný stav. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 211-212)

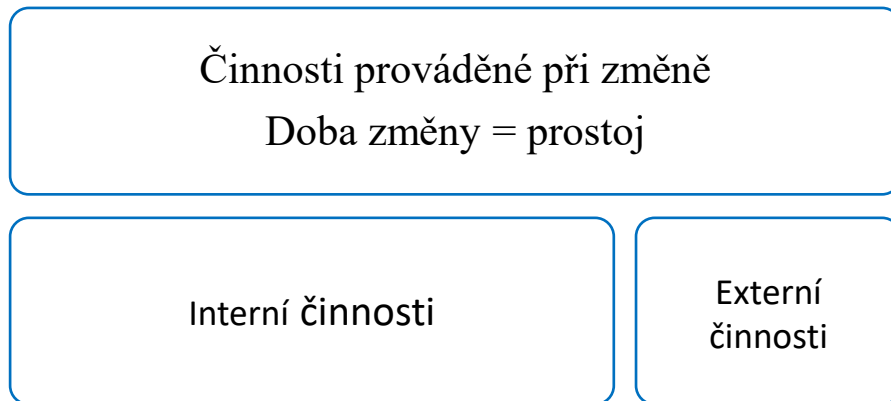
3.2 Postup a aplikace metody SMED

Koncepce SMED je aplikována v procesu pomocí tří kroků, které jsou dále blíže popsány.

3.2.1 První krok

Gross a McInnis (2003, s. 163-164) zmiňují, že nejlepší způsob, jak provést první krok metody SMED je vytvořit video záznam současného stavu přetypování. Následně uspořádat workshop se seřizovači a detailně projít jednotlivé činnosti. Při přezkoumání videa identifikovat činnosti a rozdělit je do třech kategorií: činnosti možné provést před nebo po přetypování, činnosti k vyloučení a činnosti, které je možné provádět rychleji. Při dalším přezkoumání videa se detailně zaměřit na počet matic, šroubů, komplikovanost kabeláže, nadměrnou manipulaci s přípravky a pomůckami.

Nejdůležitějším krokem aplikace metody SMED je rozlišení mezi interní a externí činností. Většinou se setkáváme s názorem, že údržba, příprava a další činnosti nemohou být prováděny při chodu zařízení. Nicméně vědecky bylo zjištěno, že v případě přesunutí co nejvíce možných činností na externí se obvykle zkrátí doba přetypování o 30–50 %. Zvládnutí rozlišení mezi interní a externí činností je vstupním prvním krokem k aplikaci metody SMED. (Alor-Hernandez, Sanchez-Ramirez a García-Alcaraz, 2016, s. 389-390)



Obr. 4. Grafické znázornění prováděných interních a externích činností (Vlastní zpracování dle Mašina a Vytlačila, 2000, s. 214)

3.2.2 Druhý krok

Pouhá identifikace činností by však nedosáhla požadovaného redukování času přetypování. Druhý krok metody je zaměřen na přesun interních činností na externí. Nejprve však musíme znovu prověřit, zdali byly všechny činnosti správně považovány za interní. Součástí tohoto kroku je i eliminace plýtvání a odstranění nepotřebných interních činností. (Alor-Hernandez, Sanchez-Ramirez a García-Alcaraz, 2016, s. 390)

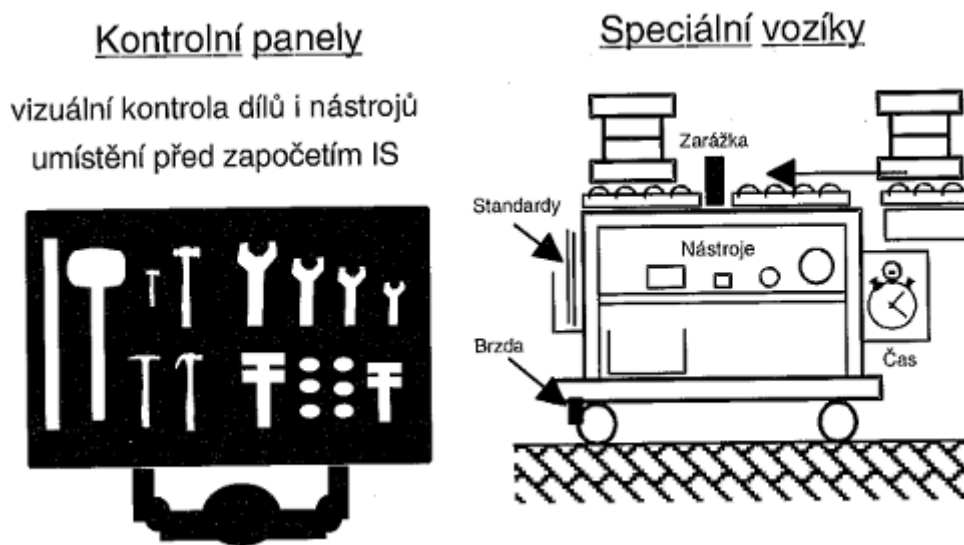
3.2.3 Třetí krok

Po dosažení přesunutí interních operací na externí musíme vynaložit úsilí pro zkrácení časů jednotlivých operací. Formou zjednodušení činností dosáhneme dalších úspor času. Pro dosažení potřebných úspor je zapotřebí provést analýzu každé prováděné operace. K těmto účelům je vhodné využít videozáznam a výsledky přímého pozorování přetypování. Následně navrhnout vhodná nápravná opatření, které se zaimplementují do nově vytvářeného jízdního řádu. Formou opakovaného tréninku dojde ke stabilizaci procesu, který se následně standardizuje. (Alor-Hernandez, Sanchez-Ramirez a García-Alcaraz, 2016, s. 390-391)

3.3 Možnosti zkrácení časů

Možností jak zkrátit časy operací je mnoho možností a praxi také záleží na kreativě průmyslového inženýra, jak dokáže vymyslet speciální pomůcku pro danou operaci. Níže budou uvedeny některé možnosti, pomocí níž lze čas operací zkrátit nebo přesunou interním činností na externí.

Mašín a Vytlačil (2000, s. 216-218) uvádějí několik způsobů a metod zkrácení délky interních činností a možnosti přesunu interní činnosti na externí. Jednotlivé možnosti jsou uvedeny na obrázcích níže (Obr. 5–7). Uložení nástrojů je většinou nejen graficky znázorněno, ale také má každý nástroj svou vlastní prohlubeň, do které se zakládá. Pokud nástroj chybí, lze jej rychle identifikovat. Ukázka zarážky na stole se využívá jako doraz pro správné umístění.



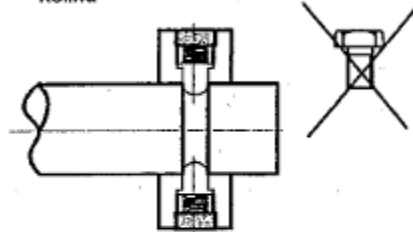
Obr. 5. Forma vizualizace uložení pracovních nástrojů a využití zarážky
(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

Tuček a Bobák (2006, s. 121) uvádějí možnosti upnutí jednou otáčkou s použitím U – podložky, upínek, pružin, magnetu, kolíků či vakua. Tato upnutí eliminují šroubovací systémy. Dále je možné ke zkrácení časů využít provádění paralelních operací.

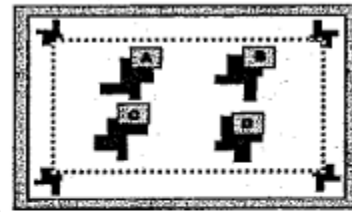
Metoda jednoho pohybu

koncepte zajištění objektů pomocí jednoho pohybu je možná např. pomocí:

- upínek
- pružin
- kolíků
- magnetismu
- vakua

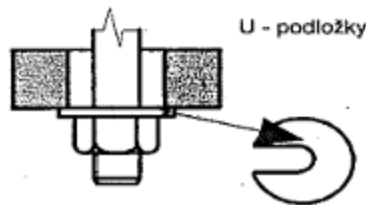


Princip nejmenšího společného násobku



umístění pomocí dorazů

Upnutí jednou otáčkou



U - podložky

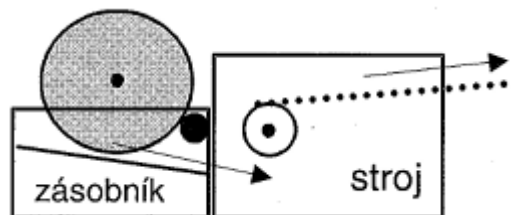
Paralelní operace

protagonisté výměny

| ÚKOL | ČAS | 1 | 2 |
|------|-----|---|---|
| | ⊖ | | |
| "0" | + | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Obr. 6. Princip upnutí jednou otáčkou, využití dorazů a paralelních operací (Tuček a Bobák, 2006, s. 121)

Zkrátit čas a zároveň jej eliminovat či převést na externí lze pomocí různých systémů dopravníků. Mašín a Vytlačil (2000, s. 217) graficky znázorňují takovou možnost využití.



Obr. 7. Kontinuální doplňování materiálu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)

3.4 Přínosy využití metody SMED

Shingo (1985, s. 16, 113-123) uvádí hlavní přínosy využití metody SMED:

- Snížení poměru doby práce na přetypování k době výroby,
- Zvýšení výrobní kapacity,

- Snížení času nastavení zařízení,
- Zjednodušení a urychlení změny nástroje,
- Zvýšení bezpečnosti,
- Zlepšení kvality,
- Odstranění chybovosti,
- Zjednodušená výměna eliminuje potřebu kvalifikovaných pracovníků,
- Po obdržení objednávky může být výroba zahájena dříve,
- Větší flexibilita výroby a jejího plánování,
- Snadnější plnění dodacích termínů,
- Eliminace „mrtvých bodů“,
- Snižování zásob, a tím efektivnější využití prostoru,
- Zjednodušení úklidu.

3.5 Rizika při zavádění metody SMED

Gross and McInnis (2003, s. 161-163) uvádí, že důležité je vhodně rozvrhnout, které činnosti lze provést před ukončením procesu. Činností, které lze provést v průběhu výroby, by mělo být co nejvíce. Při rozdělování interních a externích činností je důležité se zaměřit na koordinaci činností pracovníků při přetypování, odstranění zbytečného pohybu a transportu, zdokonalení „startovacích“ činností prováděných před začátkem přetypování.

3.6 Desatero IPI

Desatero rychlé změny si klade za cíl odstranění plýtvání. Bylo stanoveno na základě výsledků z praxe. Institutem průmyslového inženýrství (IPI) bylo zjištěno, že i v českých společnostech lze pomocí metodiky rychlé změny docílit úspěchů. Jak přetypování zkrátit definuje Mašín a Vytlačil (2000, s. 220-221) v deseti bodech:

1. Výměna a seřizování je plýtvání,
2. Nikdy neříkej „to je nemožné“,
3. Zkrácení doby výměny a seřizování není práce jednotlivce, ale týmu,
4. Videozáznam postupu je nad všechny argumenty,
5. Pro popis postupu výměny používej standardní „jízdní řád“,
6. Před změnou musí být veškeré pomůcky a nástroje řádně připraveny,

7. Při vlastní výměně je v pořádku, pokud se pohybují ruce, ale ne pokud se pohybují nohy,
8. Šrouby jsou tví nepřátelé, pokud možno se jim vyhni,
9. Eliminuj seřizování „podle oka“ – používej stupnice a značky,
10. Bez měřeného tréninku se žádný závod nevyhraje.

4 PODPŮRNÉ METODY A TECHNIKY

Kapitola je věnována podpůrným metodám a technikách souvisejících s problematikou průmyslového inženýrství a implementací metody SMED. Zároveň budou dále popsány metody využity při zpracování projektové části této práce.

4.1 Standardizace

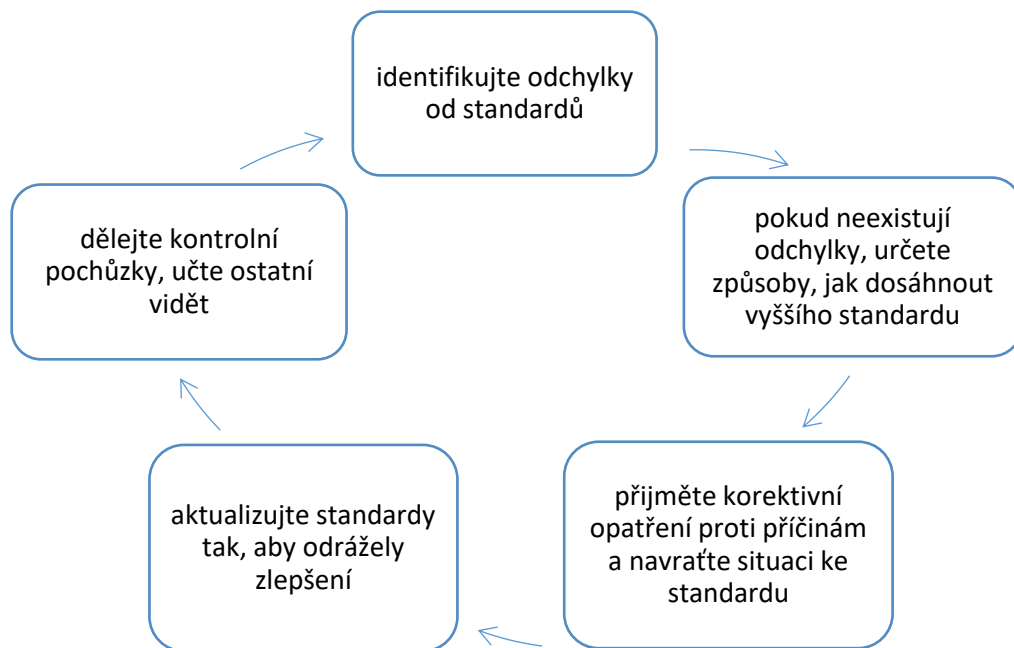
Aby společnost mohla efektivně řídit lidské zdroje, informace a zařízení, je vyžadováno zavedení standardu. Při nastalém problému má manažer za úkol zjistit příčinu neshody a změnit nastavený standard nebo zavést nový. To by mělo vést k eliminaci opakování stejné neshody. Imai (2005, s. 34) zmiňuje, že pro řízení a zlepšování kvality na pracovišti jsou standardy nedílnou součástí, které vedou k neustálému každodennímu zlepšování.

Pokud je standardizace dobře uchopena, může podněcovat snižování nekvality, a tím i nákladů s ní spojených.

Miller popisuje ve své knize udržování standardů za pomoci třech prvků: standardů, údržby a Kaizenu. Denní management by měl být založen na neustálém zlepšování standardů. Základ tomuto myšlení byl položen v Japonsku, avšak autoři nevyvracejí, že zlepšování nebylo podníceno například americkými inženýry. Standardizace by neměla být chápána jen jako specifikace, údaje o tom, kdy a jak má být úkol splněn, ale spíše jako každodenní pravidlo, jak věci správně dělat. Samotný princip, jak neustále standardy zlepšovat je obsažen v PDCA cyklu. Autoři jej v knize nazývají pozitivní spirálou denního managementu. Účelem však není na denní bázi aktualizovat standardy, ale systematickou činností je udržovat a ověřovat proces. Výsledkem by měl být proces, který je formou kontroly sám standardizován a zlepšován. Takovéto udržování standardů je součástí Kaizen kultury společnosti, která vytváří bezpečné a stálé prostředí pro pracovníky. (Miller, Wroblewski a Villafuerte, 2017, s. 132–135)

Zavedení standardizace ve společnosti včetně 5S je součástí konceptu Kaizen, které vedou k odstraňování plýtvání. Absence 5S vede k nízkým výkonům, plýtvání, absenci sebedisciplíny, špatné pracovní morálce, nekvalitě, vysokým nákladům s tím spojených a v neposlední řadě k neschopnosti plnění zákaznických požadavků. Nejedná se o složité koncepty, které by byly složitě pochopitelné, jelikož nevyžadují znalost technologie či speciálních znalostí. Jde o nízkonákladové metody vedoucí k sebedisciplině. Celý proces zavedení

standardizace je o překladu odborných požadavků do srozumitelného jazyka pracovníků. (Imai, 2005, s. 34–36)



Obr. 8. Pozitivní spirála denního managementu (Vlastní zpracování dle Millera, Wroblewského a Villafuerta., 2017, s. 133)

Na počátku zavedení každého PDCA cyklu (naplánuj, udělej, zkontroluj, uskutečni) by měl být SDCA cyklus (standardizuj, udělej, zkontroluj, uskutečni). Tím dochází k neustálému zlepšování standardů a jejich posunutí na vyšší úroveň.

4.2 5S

Pojmenování nástroje 5S vychází z japonských slov Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke či anglického pojmenování Sort, Set in Order, Sweep, Standardize, Self-discipline. Jde o pět kroků metody vedoucích k odstraňování plýtvání. Svozilová (2011, s. 39) zmiňuje, že v poslední době se k 5S přidává ještě šesté S (Safety, Security) týkající se zajištění bezpečnosti pracovního prostředí a tím, aby pracovní prostředí motivovalo pracovníky k výkonu. Detailněji 5S popisuje takto:

- Třídění: oddělení nástrojů na základě přiřazení priorit, které nejsou potřebné a přínosné odstranit
- Umísťování: všechny nástroje, které zůstaly po prvním S uložit na vyhrazené označené místo

- Úklid: vyhrazené označené prostory a uložené nástroje udržovat v čistotě
- Standardizace: pro zajištění udržování pořádku standardizovat pracovní postup, zajistit opakovatelnost předchozích dvou kroků na pravidelné bázi
- Udržení: dodržování zavedených pracovních postupů dle vytvořeného standardu z bodu 4

Imai (2005, s. 70-71) uvádí také alternativní metodu, která je obdobná, ale pouze vychází z jiného anglického pojmenování. Je jí metoda 5C: Clear out, Configure, Clean & check, Conform, Custom & practice.

4.3 Paretova analýza

George (2002, s. 51) uvádí, že Paretova analýza neboli pravidlo 80/20 je jedním z bodů principu Six Sigma. Jde o účinný nástroj, který společností pomáhá při rozhodování, na co se zaměřit a co je pro ně důležité. Vychází z dlouholetého pozorování a ne jen z teorie. George v literatuře uvádí příklad, kdy 80 % časového zpoždění způsobuje méně než 20 % pracovních zařízení. Proto by se společnost měla zaměřit právě na 20 % příčin, které odstraní až 80 % plýtvání. Paretova analýza může být jednoduše znázorněna za pomoci grafu s Lorenzovou křivkou kumulativních četností.

4.4 SWOT analýza

SWOT analýza se řadí mezi strategické analýzy, kde podstatou je identifikace faktorů, které pro zvolené téma analýzy představují silné stránky (Strengths), slabé stránky (Weaknesses), příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats). Tyto faktory jsou slovně okomentovány a hodnoceny v logicky uspořádané tabulce. Získávání informací pro zpracování analýzy probíhá různým způsobem, nejčastěji je však využívána diskuse kompetentních osob formou brainstormingu, interview nebo dochází ke zpracování závěrů z prováděných výzkumů dané oblasti. SWOT analýza může být zpracovávána periodicky a lze pomocí ní vyhodnocovat změnu stavů faktorů. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 61–63)

Tab. 1. SWOT analýza (Vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012, s. 63)

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| S Výčet silných stránek | W Výčet slabých stránek |
| O Výčet příležitostí | T Výčet hrozeb |

4.5 Riziková analýza RIPRAN

Riziková analýza je proces identifikace a řízení projektových rizik. Jejím cílem je maximalizovat pravděpodobnosti a důsledky a minimalizovat možné nežádoucí události, které by měly vliv na cíl projektu. Riziko projektu je nejistá událost, která může mít pozitivní nebo negativní vliv. (Project Management Institute, c2000, s. 127)

Doležal, Máchal a Lacko (2009, s. 78) popisují čtyři části rizikové analýzy RIPRAN (Risk Project Analysis):

- Identifikace hrozeb,
- Kvantifikace rizik,
- Tvorba preventivních opatření,
- Zhodnocení rizik.

První část se sestává z vytvoření tabulky (Tab. 2) a sepsání možných hrozeb a z nich vyplývajícího scénáře. Scénář zjišťujeme otázkou: Co může nepříznivého v rámci zpracování projektu nastat? Hrozbu určíme jako příčinu uvedeného scénáře. (Doležal, Máchal a Lacko, 2009, s. 78-79)

Tab. 2. Tabulka první části rizikové analýzy RIPRAN (Vlastní zpracování dle Doležala, Máchala a Lacka, 2009, s. 79)

| ID | Hrozba | ID | Scénář |
|----|-----------------|----|-----------------|
| 1 | Co je příčinou? | 1 | Co může nastat? |
| 2 | ... | 2 | ... |

V druhé části dojde k rozšíření stávající tabulky (Tab. 3) přidáním procentuálního hodnocení pravděpodobnosti hrozby a scénáře. Celková pravděpodobnost se vypočítá jako součin pravděpodobnosti scénáře a hrozby. Slovně se popíše výše celkové pravděpodobnosti, dopadu a rizika. (Doležal, Máchal a Lacko, 2009, s. 79-81)

Tab. 3. Tabulka druhé části rizikové analýzy RIPRAN (Vlastní zpracování dle Doležala, Máchala a Lacka, 2009, s. 79)

| ID | Hrozba | P-st hrozby | ID | Scénář | P-st scénáře | P-st celková | | Dopad | Hodnota rizika |
|----|-----------------|-------------|----|-----------------|--------------|--------------|-----|-------|----------------|
| 1 | Co je příčinou? | 30 % | 1 | Co může nastat? | 80 % | 24 % | MP | VD | VHR |
| 2 | ... | | 2 | ... | .. | ... | ... | ... | ... |

Nápravná opatření ke snížení rizika se sepíší v třetí části. U hrozeb s nízkou hodnotou rizika nemusí být opatření stanoveno, jelikož je v akceptovatelné výši. Nápravná opatření slouží k snížení možných následků, k vytvoření rezervy, k přenesení rizika na jiný subjekt nebo ke snížení rizika jeho rozdělením do více případů. (Pivodová, 2017)

Tab. 4. Tabulka určení verbálního hodnocení rizika
(Vlastní zpracování dle Pivodové, 2017)

| pravděpodobnost | | |
|-----------------|---------|-------------|
| M | malá | 0,01 - 0,2 |
| S | střední | 0,21 - 0,66 |
| V | velká | 0,67 - 0,99 |

| pravděpodobnost | | | |
|-----------------|----|----|----|
| | MP | SP | VP |
| MP | MP | MP | SP |
| SP | MP | SP | VP |
| VP | SP | VP | VP |

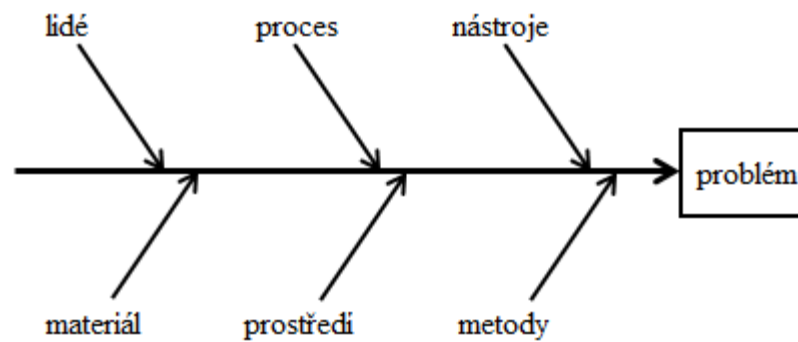
| reakce na rizika | |
|------------------|-------------------|
| MHR | akceptace |
| SHR | rizikový plán |
| VHR | vyhnutí se riziku |

| pravděpodobnost | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|
| | MP | SP | VP |
| MD | MHR | MHR | SHR |
| SD | MHR | SHR | VHR |
| VD | SHR | VHR | VHR |

4.6 Diagram příčin a následků

Diagram příčin a následků je nástrojem pro vyhodnocení situace rizik a hledání problému. Odborně nazýván Ishikawa diagram nebo též diagram rybí kosti. Tento nástroj nejčastěji používají manažeři a inženýři hledající příčiny vzniklého problému. V praxi se často využívá při řešení reklamací z důvodu nekvality. (Chromjaková, 2011, s. 69)

Novák (2017, s. 57) popisuje jeho postup zpracování. Graficky se zakreslí kostnatý obrys ryby, kde její hlavu tvoří problém, který je týmově řešen. Hlavních kostí se obvykle zakresluje šest a znázorňují jednotlivé řešené oblasti, které mohou mít na problém vliv: lidé, proces, nástroje, materiál, prostředí, metody. Tato klasifikace však není fixní. Jednotlivé kosti si může řešitelský tým upravit dle vzniklé situace. Formou brainstormingu se hledají všechny možné příčiny pro jednotlivé oblasti. Po dopracování celého diagramu by měl tým stanovit nejpravděpodobnější příčiny, na které by se měl zaměřit v další fázi řešení problému.



Obr. 9. Ishikawa diagram (Vlastní zpracování dle Nováka, 2017, s. 57)

4.7 Metoda 5x PROČ

Metoda otázek ptajících se 5x „proč?“ je dalším nástrojem k hledání příčin problému. Jak již název napovídá, dochází k opakovanému dotazování, díky kterému bychom se měli dostat ke kořenové příčině. Otázky logicky navazují na odpověď předcházející otázky. Po nalezení kořenové příčiny bychom měli začít vykonávat příslušné akce, které by měly vést k odstranění řešeného problému. (Miller, Wroblewski a Villafuerte, 2017, s. 19)

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část je rozdělena do čtyř kapitol. První část je věnována průmyslovému inženýrství, které jako multidisciplinární obor nachází své uplatnění především ve výrobních společnostech. Zlepšování výrobního systému prostřednictvím metod a technik průmyslového inženýrství ve společnostech zajišťuje průmyslový inženýr. Zaměření práce průmyslového inženýra je velice široké. Musí se jednat o kreativního člověka, který je schopen řešit problémy rychle a jednoduše. Jeho specializace není úzce specializována, jelikož musí mít znalosti o fungování celého výrobního procesu.

Druhá kapitola je zaměřena na koncept štíhlé výroby. Zákazníci v dnešní době mají mnoho možností, kde realizovat své nové projekty. Velkou výhodou je pro ně možnost vyrábět díly mimo Českou republiku. Právě proto se společnosti zaměřují za zeštíhlování výrobních procesů, logistiky a administrativy. Základním principem tohoto přístupu je správná specifikace výrobku žádaného zákazníkem, vytvoření optimálního toku výrobních operací, zajištění plynulého toku procesu od vstupního materiálu po hotový výrobek a samozřejmě provedení v nejlepší možné kvalitě s co nejnižšími provozními náklady. Proto práce uvádí nejběžnější využívané nástroje a techniky, které jsou používány k eliminaci plýtvání a zvyšování produktivity.

Třetí kapitola se soustředí podrobněji na metodu SMED. Je v ní uveden postup aplikace pomocí tříkrokové metody, které zahrnuje identifikaci jednotlivých činností. Jejich zhodnocení, zdali mohou být převedeny do externích činností. Následně se činnosti převedou do externích. Třetím krokem je vytvoření jízdního řádu, uspořádání workshopu, vytvoření standardů a zkouška nového jízdního řádu. Zmíněny jsou možná rizika a přínosy aplikace metody SMED.

Závěrečná kapitola se soustředí na další podpůrné metody a techniky průmyslového inženýrství, které jsou dále v práci využity při zpracování praktické části.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Tato kapitola je věnována představení společnosti Zlín Precision s.r.o., ve které byla provedena analýza současného stavu a následně zpracován projekt s aplikací metody SMED.

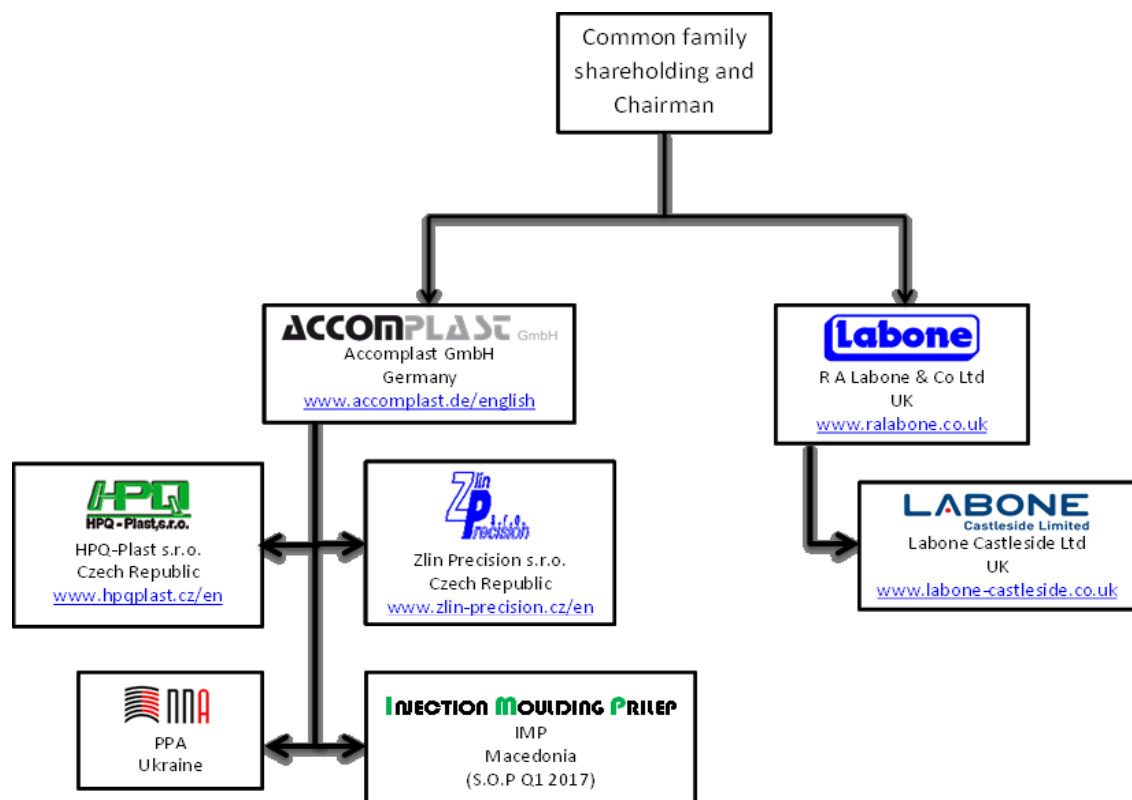
6.1 Základní informace o společnosti

Společnost Zlín Precision s.r.o. (zkráceně ZP), je dceřinou společností německé společnosti Accomplast GmbH, která je jediným 100% společníkem. Středně velký výrobní podnik sídlí ve Zlínském kraji a je součástí nadnárodní skupiny, která má jednoho vlastníka.

Právní forma společnosti je společnost s ručením omezeným. Základní kapitál byl složen ve výši 200 000 Kč.

Předmětem činnosti je především výroba plastových výrobků pro automobilový průmysl.

Společnost ZP v současné době zaměstnává okolo 160 zaměstnanců, avšak vzhledem k plánovaným a probíhajícím investicím je očekáván jejich nárůst.



Obr. 10. Struktura nadnárodní skupiny (Interní materiály společnosti)

6.2 Historie společnosti

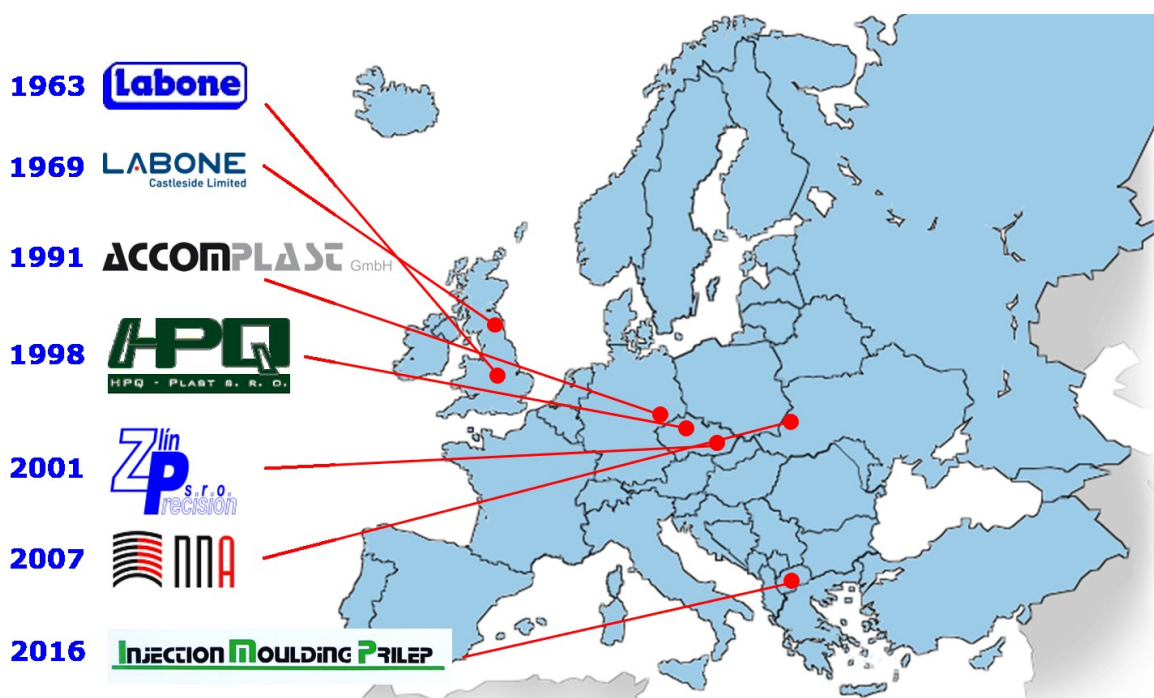
V roce 1991 byla v německém městě Limbach založena společnost Andreas Quellmalz GmbH. Ta o sedm let později založila první dceřinou společnost HPQ – Plast, s.r.o. na území České republiky v Českém Dubu. Druhou dceřinou společností, Zlín Precision s.r.o., založila na území České republiky v listopadu roku 2001. Tehdy ZP sídlila v Holešově, kde od 1. října 2002 začala se sériovou výrobou. Zanedlouho bylo nutné rozšířit výrobní prostory, a proto se v roce 2005 společnost přestěhovala do nově vybudovaného závodu do Zlína do průmyslové zóny v místní části Příluky. (Zlín Precision s.r.o., 2008)

Velkým milníkem v historii je jistě rok 2006, od kterého společnost začala využívat novou technologii. Aby společnost nevyráběla pouze plastové výlisky, investovala do zařízení, které umožnilo dílce vakuově pokovovat, čímž mohla společnost na trhu oslovit nové potenciální zákazníky. Díky této technologii začala ZP sériově dodávat pokovené dílce do světlometů pro automobily.

Díky konkurenčnímu prostředí a požadavkům zákazníků z oblasti automotive začala společnost od roku 2007 pracovat na implementaci standardů normy ISO TS 16949. V tomtéž roce došlo k založení další společnosti v rámci skupiny. Nová společnost PPA se sídlem v Ukrajině. Rok poté společnost ZP úspěšně získala certifikaci QMS dle ISO TS 16949.

S rostoucím počtem nových zakázek bylo nezbytně nutné rozšířit stávající výrobní a skladovací prostory, proto v roce 2011 společnost přistavěla třetí halu. Došlo tak ke zvětšení skladovacího prostoru o 600 m².

Díky změnám v normě ZP začátkem roku 2018 prošla úspěšně recertifikačním auditem dle normy IATF 16949. Na květen letošního roku společnost plánuje dokončení a kolaudaci další nové budovy. S tím se pojí i plán rozšíření kapacit na oddělení vakuového pokovení.



Obr. 11. Mapa s historickými daty skupiny (Interní materiály společnosti)

6.3 Struktura společnosti

Top management společnosti tvoří dva jednatele. Oba plní funkci statutárního orgánu, přičemž mohou jednat a podepisovat každý za společnost samostatně. Právo jednat a podepisovat za společnost má také prokurista. Aktuální organizační struktura společnosti (Příloha P I) je v rámci interních materiálů přílohou příručky jakosti. Tvoří ji celkem osm oddělení. Oddělení výroby, obchodu, projektu, controllingu, účetní, personální, logistiky, kvality.

Největším oddělením je samozřejmě oddělení výroby, které se dále člení dle charakteristiky výroby na lisovnu plastů, vakuové pokovení a montáž. Zároveň pod toto oddělení spadá oddělení údržby, nástrojárna a procesní inženýr. Oddělení údržby zabezpečuje údržbu výrobních zařízení a budov. Nástrojárna připravuje formy pro lisovnu včetně drobné údržby jako leštění, čištění, přetěsnění, odvzdušnění nebo výměnu náhradních dílů. Procesní inženýr úzce spolupracuje s každým z jednotlivých oddělení a podílí se například na tvorbě norem, layoutů, nápravných opatření či optimalizacích.

Oddělení obchodu aktivně vyhledává nové projekty, komunikuje s potenciálními zákazníky a zpracovává nabídkovou kalkulaci. V případě nominace projektu předává dále všechny informace na oddělení projektu. Zde projektový inženýr ve spolupráci s technologem zajišťuje přípravu výroby nových dílů včetně zadání výroby nové formy, obalového materiálu,

přípravků a domlouvá se zákazníkem další specifické požadavky. Již v této fázi projektu dochází ke spolupráci s oddělením kvality. Kvality inženýr komunikuje se zákazníkem, zabezpečuje podmínky pro kontrolu, připravuje hraniční, chybové a referenční díly, dle kterých se následně řídí pracovníci provádějící kontrolu, operátoři nebo seřizovači. Technolog zajistí vzorování výroby na nové formě a v případě odladění výroby dojde k odzkoušení výroby samotnými seřizovači formou ověřovacího provozu. Poté následuje předání dílu do série. Od té doby si již zákaznické objednávky koordinuje oddělení logistiky. To zajišťuje nákup a příjem materiálu, včasnost dodání obalového materiálu, příjem polotovárů, dodávky zákazníkům. Zákaznické týdenní odvolávky předává formou požadavku na výrobní oddělení.

Mezi důležité oddělení bych zařadila také oddělení controllingu, které vyhodnocuje sesbírána data a dává tak managementu zpětnou vazbu ohledně efektivnosti, hospodaření a dalších ukazatelů, které jsou sledovány na týdenní bázi.

6.4 Odběratelé

Mezinárodní koncern dodává své výrobky především do společností působících na trhu automobilového průmyslu, a to především pro brzdné systémy, bezpečnostní prvky či světlomety automobilů. Většina produkce míří do zahraničí, například do Francie, Itálie, Maďarska, Polska, Rumunska nebo Německa.

6.5 Výrobní portfolio

Společnost nabízí pestré výrobní portfolio výrobků dle požadavků zákazníků. Společnost disponuje více než dvaceti stroji, které umožňují lisovat výrobky velikosti od několika desítek milimetrů až po dílce velikosti cca 70 centimetrů. Převážně se jedná o stroje značky Arburg s uzavírací silou od 25 až do 400 tun. Hmotnost vyráběných dílů je do 450 gramů.

6.5.1 Vstříkované díly se zálistky

Jedná se o technické díly vyráběné vstříkovaním plastů, kdy dochází k zastříknutí kovových zálistků. Případně společnost vyrábí i kombinované výrobky, kde se na plastový výlisek zastříkává určitá část dalším plastem.

Pro efektivnější výrobu se většina těchto dílců vyrábí na strojích s otočným stolem, na kterém jsou umístěny dvě spodní poloviny formy. V průběhu strojního času proto operátor z jedné spodní poloviny vyndá hotový výlisek a zakládá do ní nové zálisky. Během toho u druhé spodní poloviny dochází k uzavření formy horní polovinou a je započat proces vstřikování. Jakmile je cyklus dokončen, dochází k otevření formy a pootočení stolu o 180°.



Obr. 12. Ukázka plastového výlisku zastříknutého dalším plastem s pohledovou částí (Interní materiály společnosti)

6.5.2 Technické díly

Komponenty vyráběné vstřikováním plastů nejčastěji používané jako komponenty pro kontrolní mechanismy či do motorových systémů automobilů.

Technické díly mohou být vyráběny jako volně padané dílce. K těmto typům výrobků společnost využívá stroje, na kterých je možné lisovat v horizontální či vertikální poloze. Některé technické díly však mohou mít i pohledovou plochu, kterou je nutné kontrolovat u stojů s dopravním pásem, kde je zapotřebí 100% obsluhovatelost.

6.5.3 Pohledové díly

Výsledkem je komponent pro interiérové nebo exteriérové využití jako například části kontrolních panelů, krytů, ale nejčastěji jde o automobilové světlomety či zadní světla. Díly procházejí nejčastěji dvěma výrobními procesy, lisováním a pokovením.

Standardně se dílce lisují párově jako pravý a levý. Robot dílce po vyjmutí z formy ukládá na pás, kde jej odebírá operátor a provádí jejich kontrolu a balení. Následně díly výrobní manipulant přesune do prostoru pro rozpracovanou výrobu. Co nejkratším možným termínem dochází k druhému výrobnímu procesu. Povrchová úprava formou vakuového pokovo-

vání je prováděna na stroji značky Leybold za pomoci pokovovacích přípravků, na které jsou dílce umísťovány. V současné době společnost nabízí svým zákazníkům pouze pokovování hliníkem.



Obr. 13. Ukázka pohledového dílu (Interní materiály společnosti)

6.5.4 Montované sestavy

Společnost nabízí svým zákazníkům možnost kompletace dílů ruční nebo automatickou montáží. V současné době společnost montuje díly do předních světlometů se zabudováváním světlovodů. Jedna montážní linka je speciálně vybavena pro zalisování kovových zálistků. Montážní dílna je technologicky vybavena pro pájení nebo nýtování. Z celkové produkce se ale jedná menší procento než v případě pohledových dílů.



Obr. 14. Ukázka montovaného dílu (Interní materiály společnosti)

7 VÝROBNÍ PROCESY SPOLEČNOSTI

Mezi hlavní výrobní procesy společnosti Zlín Precision patří zpracování plastů vstřikováním a jejich povrchová úprava vakuovým pokovením. V následující části proto budou blíže tyto procesy popsány.

7.1 Vstřikování

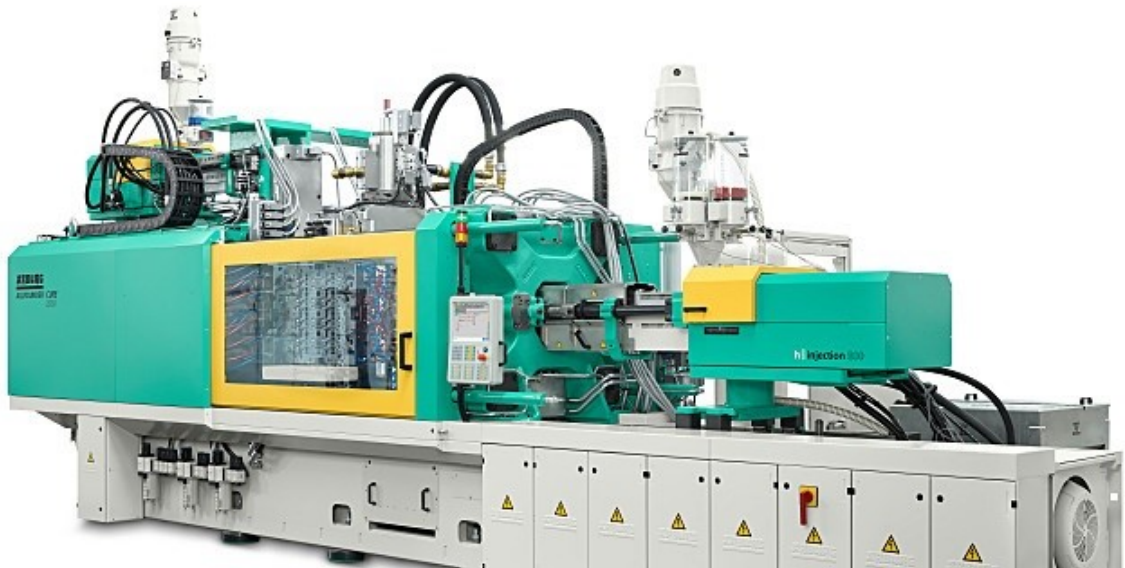
Společnost zajišťuje výrobu plastů na hydraulických vstřikovacích lisích značky Arburg a Engel. Přehled vstřikovacích lisů s jejich technickými parametry a speciálním vybavením je zobrazen v tabulce níže.

Tab. 5. Přehled vstřikovacích lisů (Interní materiály společnosti)

| Typ stroje | Uzavíratelná síla [t] | Speciální vybavení |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Arburg 221 K 250 - 75 | 25 | horizontální/vertikální vstřikování |
| Arburg 221 K 350 - 100 | 35 | horizontální/vertikální vstřikování |
| Arburg 270 C 500 - 250 | 50 | horizontální/vertikální vstřikování |
| Arburg 270 C 500 - 250 | 50 | horizontální/vertikální vstřikování |
| Arburg 320 C 600 - 250 | 60 | horizontální/vertikální vstřikování |
| Arburg 420 C 1300 - 350 | 130 | CNC robot |
| Arburg 420 C 1300 - 150 | 130 | CNC robot |
| Arburg 470 C 1300 - 575 | 130 | nemá |
| Arburg 470 C 1500 - 350 | 150 | CNC robot |
| Arburg 470 C 1500 - 400 | 150 | CNC robot |
| Arburg 520 C 2000 - 675 | 200 | CNC robot |
| Arburg 570 C 2000 - 800 | 200 | CNC robot |
| Arburg 570 C 2000 - 800 | 200 | CNC robot |
| Arburg 630 S 2500 - 800 | 250 | CNC robot |
| Arburg 720 S 3200 - 1300 | 360 | CNC robot |
| Arburg 820 S 4000 - 1300 | 400 | CNC robot |
| Engel 1050 / 220 | 220 | CNC robot |
| Arburg 1200 T 800 - 350 | 80 | stroj s otočným stolem |
| Arburg 1200 T 1300 - 350 | 130 | stroj s otočným stolem |
| Engel E S 330 H/90V SO-TR | 90 | stroj s otočným stolem |
| Engel E S 330 H/125V SO-TR | 125 | stroj s otočným stolem |
| Engel Insert 330V/100 | 100 | stroj s otočným stolem |

Hydraulické vstřikolisy jsou obecně nejpoužívanějším typem strojů pro plastikářskou výrobu. Hydraulickou energii dodává čerpadlo poháněné elektromotorem. K regulaci energie

dochází za pomoci ventilů, které ovládá řídicí jednotka stroje. Seřizovači prostřednictvím řídicí jednotky nastavují parametry k regulaci teplot, tlaků, rychlostí atd.



Obr. 15. Ukázka vstříkovacího lisu značky Arburg (ARBURG, [b.r.]

Oddělení lisovny je kromě lisů vybaveno také spoustou dalšího periferního příslušenství, bez kterého by se výroba neobešla. Jelikož granulát používaný k výrobě má vlastnost na sebe vázat vlhkost, je nutné před zahájením výroby jej vysušit po stanovou dobu a teplotu v sušičce. Pokud by granulát nebyl zbaven vlhkosti, došlo by při následném zpracování k pohledovým nebo funkčním vadám. Ze sušičky je granulát, na základě požadavku řídicí jednotky stroje, dopravován nasávací jednotkou.

Stroje, na kterých jsou vyráběny dílce s pohledovou plochou, jsou vybaveny manipulátorem. Ten odebírá hotový výlisek z formy a ukládá jej na dopravníkový pás. Manipulátor zajišťuje odebrání v pravidelném cyklu a je vybaven speciálním greiferem pro odebrání dílu. Většinou je greifer vytvořen speciálně pro jeden typ daného dílu. Tvoří jej různé systémy z klepet, přísavek aj. Pohon manipulátoru zajišťuje elektromotor řízen programovací jednotkou, která je napojena na řízení stroje. Na pásovém dopravníku probíhá dochlazení dílce a ofouknutí dílu ionizačním vzduchem. Jakmile je díl dopraven k obsluze stroje (operátorovi), dojde k jeho vizuální kontrole a balení dle instrukcí.

Pro lisování dílců jsou vyráběny speciální vstříkovací formy, které jsou na stroj upínány. Pro temperaci formy se používají temperační jednotky, které se k formě připojují hadicemi a za pomoci média udržují konstantní teplotu v temperačním okruhu formy. Forma je konstruována speciálně pro daný díl. Již v projektové fázi je rozhodnuto, kolik dutin forma

bude mít. Počet dutin udává počet výlisků po jednom vstřikovacím cyklu. U některých typů výrob je možné v ZP vidět i osmiotiskovou formu. U pohledových párových dílců mají většinou formy dvě dutiny, pro pravý a levý díl.

7.2 Vakuové pokovení

Povrchová úprava plastových dílců formou vakuového pokovení umožňuje společnosti svým zákazníkům nabízet možnost výroby pro osvětlovací techniku nebo dekorativní prvky. Výroba probíhá na zařízení Leybold AluMet 1800V, které svým konstrukčním řešením umožňuje nízkonákladovou výrobu ve dvoukomorovém vertikálním řešení. Do každé komory je možno umístit 10 pokovovacích přípravků (planet). V jeden okamžik zařízení pokovuje dílce v jedné uzavřené komoře. Druhá komora je ve stejný okamžik otevřena a operátoři z planet nejdříve sundávají pokovené dílce a následně nasazují nové nepokovené výlisky. Jakmile je cyklus zařízení dokončen, dojde k otevření hotové komory a u druhé komory je započat cyklus pokovování. Takto je zajištěno efektivní využití zařízení.

V komoře dochází k procesu napařování hliníku, který kondenzuje na plastovém dílci. Hliník je vkládán na wolframové spirály pro každou novou vsázku do komory. K zajištění přilnavosti kovu na plast je nutná plazmová aktivace (vakuový proces).

Po vyjmutí dílů z komory operátorka náhodně dle instrukcí zkouší kvalitu povrchu pokoveného dílu. Kvalita je důležitá pro správnou odrazivost a korozivou odolnost. Odrazivost společnost testuje za pomoci speciálního přístroje, reflexometru. Korozní odolnost testují pracovníci kvality v klimakomoře. Operátoři na pokovení provádějí pouze transparentní mřížkový test za pomoci lepicí pásky a jejího následného odtržení a druhý test s hydroxidem sodným.

7.3 Montáž

Oddělení montáže zajišťuje kompletaci dílů dle zákaznických požadavků. Většinou se jedná o zalisování kovových zálistků do plastu. K tomuto účelu je pracoviště vybaveno strojem HARE 8. Na oddělení probíhá i montáž sestav světlometů, kde se mezi pokovené díly zamontovává světlovod. Pro spojování plastových dílců s kovem je na pracovišti umístěn pneumatický stroj PHASA 20/40. Na oddělení montáže probíhají také ostatní dokončovací práce, vizuální kontrola, kontrola na testerech, přebalení dílců nebo kontroly z důvodu reklamace.



Obr. 16. Montážní pracoviště (Interní materiály společnosti)

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu přetypování výroby byla provedena na oddělení lisovny plastů ve společnosti Zlín Precision. Výroba zde probíhá v třísměnném provozu v osmihodinových směnách. Plánování zakázek na jednotlivá zařízení je prováděno vedoucím výroby jednou týdně na základě zákaznických odvolávek. Při plánování se zohledňuje především typ zařízení, na kterém je výroba odvozována a schválena zákazníkem a následně délka výrobního cyklu.

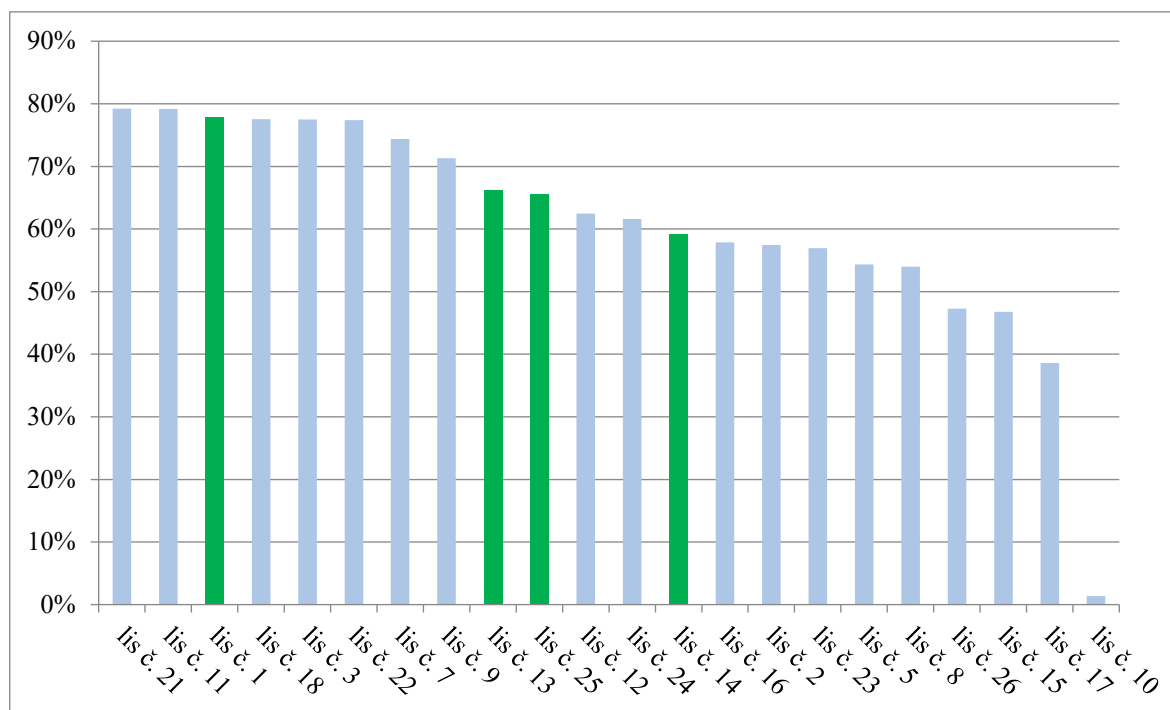
8.1 Výběr zařízení pro aplikaci metody SMED

Pro zvolení zařízení, na kterém bude provedena analýza, byl svolán projektový tým. Management společnosti měl zájem o provedení analýzy na strojích, které jsou dlouhodobě kapacitně plně vytížené, probíhá na nich vysoký počet přetypování, a přitom jsou vhodné pro plánování nových zakázek. V souladu s těmito požadavky vedoucí lisovny doporučil provádět analýzu na strojích, kde dochází k výměně forem stejné velikosti, aby došlo k objektivnímu měření. Toto přetypování standardně provádí jeden seřizovač. Pracovní postup seřizovačů pro výměnu formy udává limit váhy, kdy má seřizovač výměnu formy provádět sám. U větších forem je nutné, aby přetypování výroby proběhlo ve dvou lidech vzhledem k náročnosti montáže.

Výběr ovlivnil také fakt, že s rostoucí velikostí formy dochází k méně častým výměnám, protože se jedná o velkoobjemové výroby.

Zohledněn byl i aktuální stav zařízení, aby nebylo snímkování prováděno na stroji vykazujícím nějakou závadu, která by ovlivňovala délku přetypování.

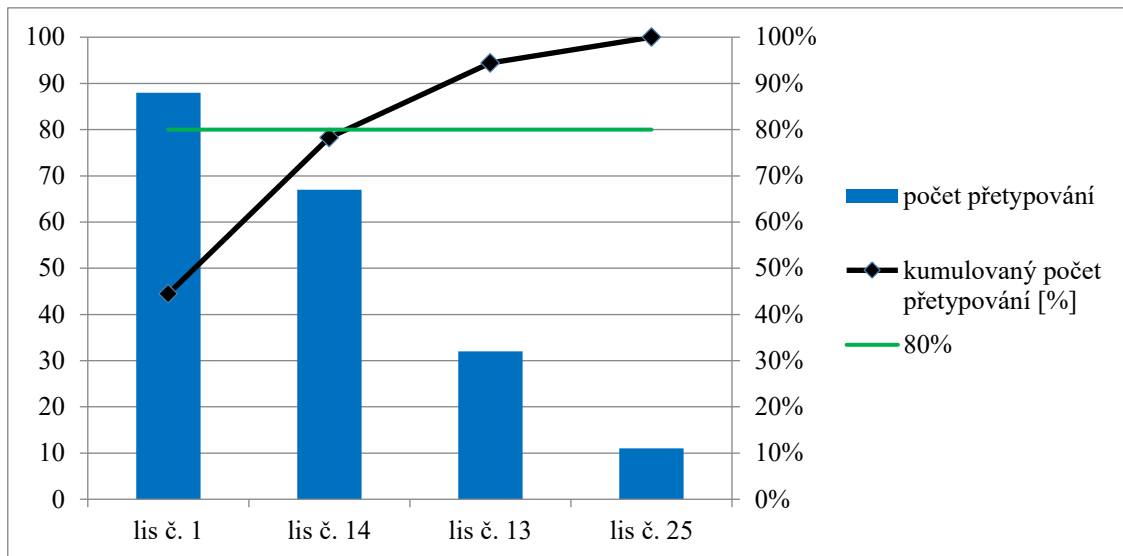
Na základě diskuse a interních dat společnosti byly vytvořeny grafy, které byly využity pro výběr vhodného zařízení.



Obr. 17. Graf procentuální vytiženosti jednotlivých vstřikovacích lisů (Vlastní zpracování)

Výše uvedený graf (Obr. 17) zachycuje procentuální vytiženost jednotlivých vstřikovacích lisů za rok 2017 se zohledněním nezaviněných prostojů (údržba zařízení aj.). Časový fond je dán počtem pracovních hodin ve sledovaném roce s odečtením plánovaných odstávek zařízení (víkendy, svátky, závodní dovolená). Zeleně jsou vyobrazeny lisy, na kterých dochází k výměnám menších forem stejných rozměrů. Jedná se o lisy s uzavíratelnou silou do 130 tun.

Druhý graf (Obr. 18) znázorňuje počet přetypování na jednotlivém zařízení za rok 2017 včetně křivky kumulovaného počtu. Zohledněny jsou již pouze čtyři vstřikovací lisy: č. 1, 13, 14 a 25. U těchto vstřikovacích lisů je stanoveno pracovním postupem pro výměnu formy, že přetypování probíhá za účasti pouze jednoho seřizovače. U ostatních vstřikovacích lisů může v současnosti dle pracovního postupu probíhat přetypování v počtu 1 až 3 seřizovačů, což by vedlo k rozdílným zjištěním při snímkování. Proto se výběr vhodného vstřikovacího lisu zúžil pouze na zmíněné čtyři lisy. Nejvíce přetypování proběhlo na lise č. 1. Pro výběr vhodného vstřikovacího lisu bylo využito i Paretova pravidla. Následně bylo rozhodnuto, že analýza bude provedena pouze na lise č. 1, i když hranici 80 % kumulovaného počtu přetypování by zároveň bylo dosaženo s lisem č. 14. Na tom však v současné době nejsou kapacitní problémy s vytižeností, tudíž by výběr neodpovídal projektovému cíli.



Obr. 18. Vybraná zařízení dle počtu přetypování za rok 2017 (Vlastní zpracování)

8.2 Popis procesu výroby plastových výlisků

Pro výrobu výlisků se ve společnosti Zlín Precision používají různé typy granulátu. Mezi nejpoužívanější patří polyamid, polykarbonát, termoplastický elastomer či polyoxymethylen. Na základě aktuálního plánu výroby a informace od vedoucího směny si výrobní manipulant z výrobní dokumentace vezme formulář s příkazem pro sklad. Skladníci zajistí vyskladnění granulátu a obalového materiálu pro výrobu v požadovaném množství pro daný výrobní příkaz. Manipulant zajistí vyčištění sušárny od předchozího materiálu, aby nedošlo ke kontaminaci a dle technologických parametrů, stanovených v technologické kartě, zahájí sušení. Nastavuje se délka a teplota sušení.

Jakmile je materiál připraven a předchozí zakázka je dolisována v požadovaném množství, dochází k přetypování výroby, které zajišťují seřizovači. Na výrobní ploše haly má společnost k dispozici celkem 21 vstřikovacích lisů, které na směně obsluhují dva seřizovači a jeden vedoucí směny. Po rozjezdu výroby seřizovač zanesou kusy na oddělení pokovení nebo použije malé pokovovací zařízení dostupné na lisovně. Standardně se pokovují pohledové dílce, ale i některé technické díly. Pokovení výlisku zajistí lepší vizuální kontrolu povrchu a snadnější odhalení možných povrchových vad. Poté jsou první kusy zaneseny výrobní kontrole, která provede uvolnění výroby dle instrukcí ke kontrole. Ta sestává z vizuální kontroly, umístění dílů do přípravků simulujících zástavbu, kontroly váhy a kontrolu kritických rozměrů dle požadavku zákazníka. Pokud jsou všechny výsledky v pořádku, následuje uvolnění sériové výroby. V opačném případě dochází ke kontrole

stavu formy, kontrole parametrů či jejich úpravě s následným zápisem do změnového řízení v technologické kartě. Případně může být nutný zásah nástrojáře, který provede zásah dle potřeby (leštění ploch, úprava hran).

8.3 Analýza současného stavu při výměně vstřikovací formy

Analýza popisuje průběh přetypování a sled jednotlivých činností prováděných seřizovačem. Vstupní informace pro průběh přetypování byly získány formou videozáznamu a přímého pozorování napříč směny. Pro celou analýzu bylo nutné především seznámení se s procesem přetypování a jeho detailní nastudování a pochopení. Z prvních pozorování bylo zřejmé, že rozhodující je aktuální stav na lisovně, protože v případě méně akcí pro seřizovače si celý tým seřizovačů vypomáhá, i v případě přetypování menších forem s uzavírací silou do 130 tun. Proto bylo důležité si stanovit, že měření použita k zhodnocení současného stavu musejí postupovat dle platného obecného pracovního postupu pro demontáž a montáž formy. Samotná změna je velice náročná na mnoho úkonů, kde je velice důležitý zručnost seřizovače. Proto prováděna měření byla zaměřena na přetypování výroby při standardním režimu s jedním zkušeným zaškoleným seřizovačem.

Následně již byly výsledky měření použity pro vstupní analýzu. Jelikož se náměry přetypování výrazně nelišily, bylo rozhodnuto, že práce uvede jedno vybrané měření, které bude sloužit jako modelový příklad, přičemž bude zachována vypovídající hodnota zjištěných náměrů.

Jak již bylo uvedeno, přetypování provádí na směně dva seřizovači a jeden vedoucí směny, kteří pracují v třisměnném provozu. Činnosti, které standardně na směně provádějí, uvádím níže. Na jednoho seřizovače připadá celkem 7 vstřikovacích strojů.

Seřizovač – seřizuje vstřikovací lisy, zajišťuje přetypování výroby, spolupracuje s operátory, nástrojáři, údržbáři a výrobní kontrolou

Vedoucí směny – koordinuje proces výroby na dané směně, rozděljuje práci, v době odpolední a noční směny je zodpovědný za celý proces výroby, plní funkci seřizovače

8.3.1 Průběh procesu přetypování

Seřizovač zahájí přetypování ukončením výroby. Nejdříve se odsune násypka lisu a ze zbývajících materiálu v komoře jsou vylisovány poslední výlisky. Operátor lisu je následně přeřazen na jinou práci. Seřizovač zajistí odebrání a řádné označení posledních výlisků.

Ty jsou odneseny výrobním kontrolorkám, které je uschovají. Tyto kusy slouží k porovnání kvality díly poslední výroby s prvními kusy příští výroby.

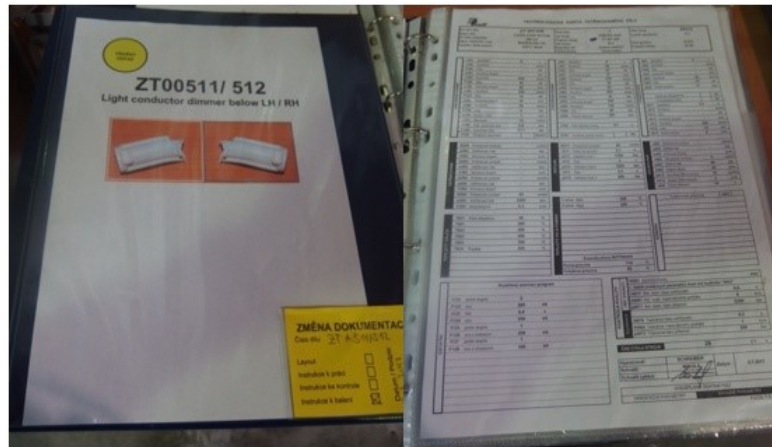
Seřizovač změní polohu komory odjetím do pozice určené pro její čištění. Následně vypne topení horkých vtoků a zapne chlazení formy na temperačním zařízení na 20 °C. Poté zkontroluje úplnost značení výlisků, uzavření obalů a předá informaci výrobnímu manipulanci. Ten dle pracovního postupu provede manipulaci s díly a nepoužitými prázdnými obaly: převoz na příjem skladu, meziskladu polotovarů, operativního skladu neshodné výroby.

V době chlazení formy si seřizovač zjistí číslo dílu následující výroby. To provádí dle informací ve výkazu směny nebo aktuálního plánu lisovny. V horní části police pro dokumentaci si vezme připravenou složku s výrobní dokumentací. Jednotlivé přihrádky jsou logicky řazeny dle čísla jednotlivých lisů.



Obr. 19. Police pro výrobní dokumentaci (Vlastní zpracování)

Výrobní dokumentaci má každý díl svou vlastní pro danou vstříkovací formu. Výrobní dokumentaci do police umísťuje výrobní asistentka, která připravuje potřebnou dokumentaci (výrobní příkaz, příkaz pro sklad, evidenční list spotřeby granulátu, aj.) pro daný výrobní příkaz.



Obr. 20. Výrobní dokumentace a technologická karta dílu
(Vlastní zpracování)

Kromě zmíněných dokumentů se trvale v dokumentaci nachází technologická karta k jednotlivému vstřikovacímu lisu, schéma zapojení formy, layout pracoviště, instrukce k práci, instrukce ke kontrole, instrukce k balení, katalog vad a zelenou kartu.

Spolu s dokumentací si vezme seřizovač flash disk z označené přihrádky u pracovního stolu seřizovačů, na kterém je nahrán program pro vstřikovací lis. S dokumentací a flash diskem se přesune k vstřikovacímu lisu.



Obr. 21. Přihrádky pro uložení flash disků
(Vlastní zpracování)

U lisu zajistí řádné ukončení předchozí výroby zápisem do výrobního příkazu. Vypíše osobní číslo, datum, kód prováděné akce dle legendy a potřebný časový údaj. Následně ještě uloží program předcházející výroby na flash disk pro potřeby příští výroby. Ukončený

výrobní příkaz spolu s dokumentací odnese po vyhrazeného prostoru v polici pro ukončenou výrobu.

Nyní je čas na přípravu potřebného nářadí. Každá směna seřizovačů má svou pojízdnou basu s nářadím (Obr. 22). Seřizovač si ke své práci připravil očko ploché klíče, klíč č. 3641, klíč velikosti 19, imbus velikosti 14, ráčnu s nástrčným klíčem velikosti 10, sadu imbusů, svinovací metr a vosk ve spreji.

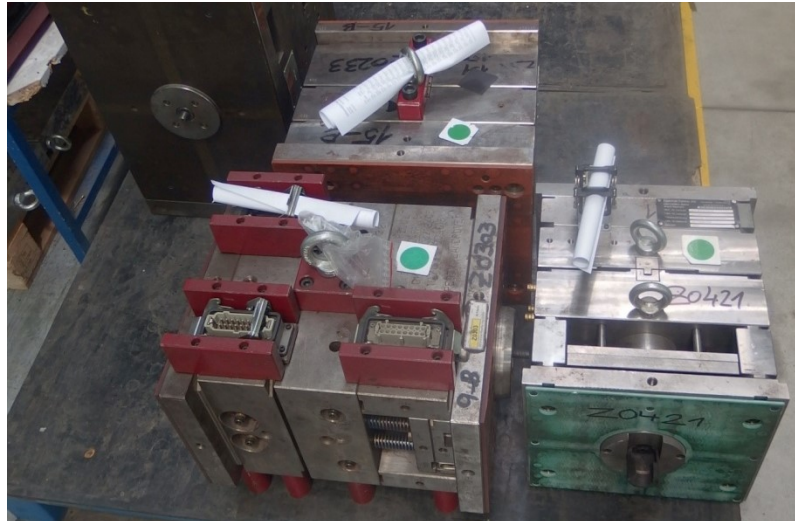


Obr. 22. Basa s nářadím (Vlastní zpracování)

Jakmile má připraveno nářadí, zjistí si v dokumentaci číslo formy a označení greiferu. Přesune se k nástrojárně, kde prověří, že je forma nástrojářem vychystaná do výroby. Vychystané formy mají na lisovně vyhrazený prostor. Pokud je forma připravená k výrobě, je označena magnetickým značením se zeleným kolečkem (Obr. 23).

V prostoru vyhrazeném pro uložení nářadí a příslušenství pro seřizovače (Obr. 24) vyhledá příslušný greifer. Zároveň si v polici s tryskami vezme odpovídající trysku, která má své označení vyražené výrobcem. Následuje přesun zpět k lisu.

Zde zajistí úklid v prostoru kolem lisu, který spočívá ve vymetení všech dílů předchozí výroby z vnitřního prostoru lisu a kolem něj, odklizení vtokových zbytků. KLT box se zmetky a odklizenými zbytky předcházející výroby vysype do vyhrazeného oktabínu pro netříděný plastový odpad.



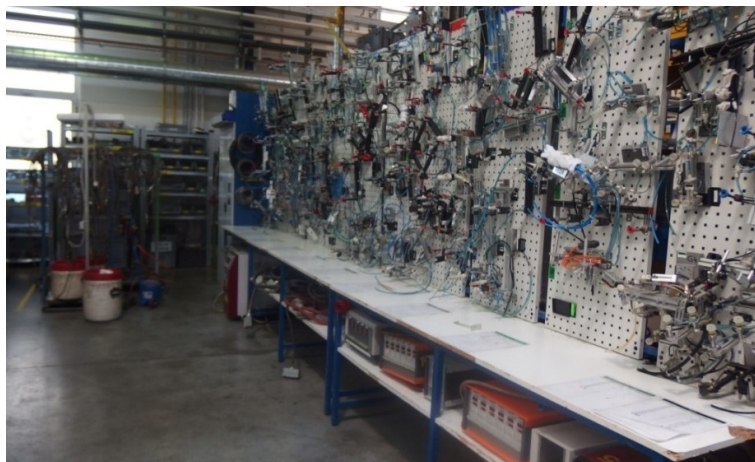
Obr. 23. Vychystané formy pro výrobu s označením a informačním listem (Vlastní zpracování)

S prázdným KLT boxem se vrací seřizovač zpět k lisu. Další krokem je změna greiferu. Odmontuje greifer předchozí výroby a namontuje přinesený greifer pro novou výrobu. Greifer je pneumatické zařízení zajišťující odběr vylisku z formy pomocí klepet nebo přísavek, poté co je vylisek z formy vysunut vyhazovačem. Pro zajištění funkčnosti hydrauliky se zapojují celkem tři hadičky, jedna zajišťuje vakuum a další dvě stálý tlak.

Po zchlazení formy na 40 °C přepne seřizovač zařízení na vysátí vody z temperačního okruhu formy. K dokončení odstranění vody z temperačního okruhu se zbývající voda vyfukuje vzduchem. K tomu je zapotřebí nejdříve vypnout temperační zařízení. Rychlospojkou připojí hadici s pistolí k přívodu vzduchu. Profoukne okruh k zajištění správného průtok při příští výrobě, a aby nedošlo ke znehodnocení formy vznikem rzi. Voda je vypouštěna a vyfukována do sudu, který je určen k těmto účelům.

Jakmile je forma zcela zchlazená, seřizovač otevře předtím přivřenou formou a pomocí vosku ve spreji zakonzervuje dělicí rovinu a tvarové plochy. Přesný postup konzervace je popsán v předpisu pro údržbu. Takto zakonzervovaná forma se uzavře v seřizovacím režimu bez uzavírací síly. K formě seřizovač připne informační list formy, do kterého zapíše své osobní číslo, počet zdvihů vykonaných na ukončený výrobní příkaz, informaci o provedení konzervace a případně popis závady, která na formě nastala v průběhu výroby. Odpojí se hadice k temperaci forem a spojka vyhazovače. Na formu se přimontuje přepravní trámeček, který je uložen v bedýnce příslušenství k lisu (Obr. 25). Trámeček slouží k transportu

jeřábem a zajišťuje uzavření obou polovin formy. Forma se zavěsí na jeřáb a seřizovač začíná s demontáží upínek.



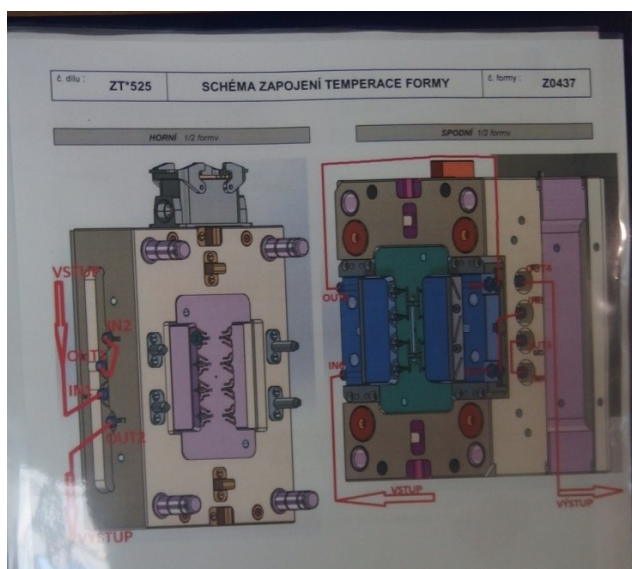
Obr. 24. Prostor pro příslušenství (Vlastní zpracování)

Odemkne vyhazovač, aby bylo možné odjet s upínací deskou do zadní polohy. Odšroubuje vyhazovač a zbývající upínky na pevné polovině formy. Následně transportuje formu za pomoci jeřábu na paletu k nástrojárně. Zde si na jeřáb upne formu následující výroby. Tu přepraví k lisu. Před samotnou montáží je potřeba očistit upínací desky stroje hadříkem a vyměnit připravenou trysku, na jejíž zavity se nanáší MOS pasta jako prevence před zapečením trysky. Z připraveného flash disku se do zařízení nahraje program s technologickými parametry.



Obr. 25. Umístění bedýnky s příslušenstvím k lisu (Vlastní zpracování)

Montáž formy se provádí po prostudování výrobní dokumentace a přivezení stojanu s hadicemi z prostoru pro seřizovače. Forma zavěšená na jeřábu se přesune do prostoru lisu. Seřizovač dle schématu zapojení připojí krátké hadice, čímž propojí okruhu a dlouhé hadice, které se připojí po montáži k temperačnímu zařízení. Forma se upne upínkami nejdříve na pevnou stranu lisu. Musí dojít k jejímu vycentrování vzhledem ke středícímu kroužku. Kontrola je prováděna svinovacím metrem. Následuje montáž spojky vyhadzovače. Poté se v seřizovacím režimu přijede k formě s pohyblivou stranou lisu. K té se forma upne upínkami.



Obr. 26. Schéma zapojení temperace formy
(Vlastní zpracování)

Takto připnutá forma může být odháknutá z jeřábu a seřizovač provede demontáž přepravního trámce. Formu je pak nutné otevřít v seřizovacím režimu a provést zapojení spojky vyhadzovače se strojem. Dlouhé hadice se připojí k temperačnímu zařízení, na kterém se zapne topení na 60 °C. Po dosažení této teploty je možné provést odkonzervování formy.

V době vytápění provádí seřizovač úklid náradí zpět do basy, greifer uloží na své vyhrazené místo a odveze stojan s hadicemi. Zároveň dojde informovat nástrojáře, že v brzké době bude nutné provést odkonzervování formy. Ve zbývajícím volném čase si seřizovač kontroluje připravený granulát a prostuduje si zápisy o změnách v technologické kartě.

Nástrojář odkonzervuje formu, seřizovač ji již může zapnout topení válce a horkého vtoku dle teplot uvedených v technologické kartě. Ve volném čase seřizovač nahraje program

robota a přednastaví si odběr výlisku. V době, kdy probíhá dotápění se připraví layout pracoviště a provede se testování vlhkosti materiálu, pro zjištění jeho správného vysušení.

Jakmile je forma vytopena na požadovanou teplotu, přichází seřizovač zpět. Nejdříve pročistí komoru odstříknutím materiálu až do vyjetí čistého právě zpracovávaného materiálu. Nastaví požadovanou referenční polohu vynulováním formy, trysky a vyhazovače. Tento postup zajišťuje správné nastříknutí materiálu bez následných přetoků. Současně se vynuluje počítadlo zdvihů.

Již může začít rozjezd výroby a příprava prvních kusů. Program robota se doopraví na správný odběr dílců. Pokud je to nutné, upraví se poloha dopravníkového pásu, aby díly byly správně na něj pokládány. Po vylisování prvních kusů provede seřizovač zápis o rozjezdu výroby do výrobního příkazu, vypíše lístek k identifikaci a spolu s prvními kusy jej donese výrobní kontrole k uvolnění výroby.

8.4 Systém sběru dat a jejich vyhodnocování

Společnost Zlín Precision nemá zavedený informační systém pro sběr dat a řízení spotřeby času, energií a materiálu. Díky tomu nelze online a vizuálně sledovat aktuální stav výroby, plnění norem a využití zařízení. Proto bylo k analýze současného stavu využito metody přímého měření.

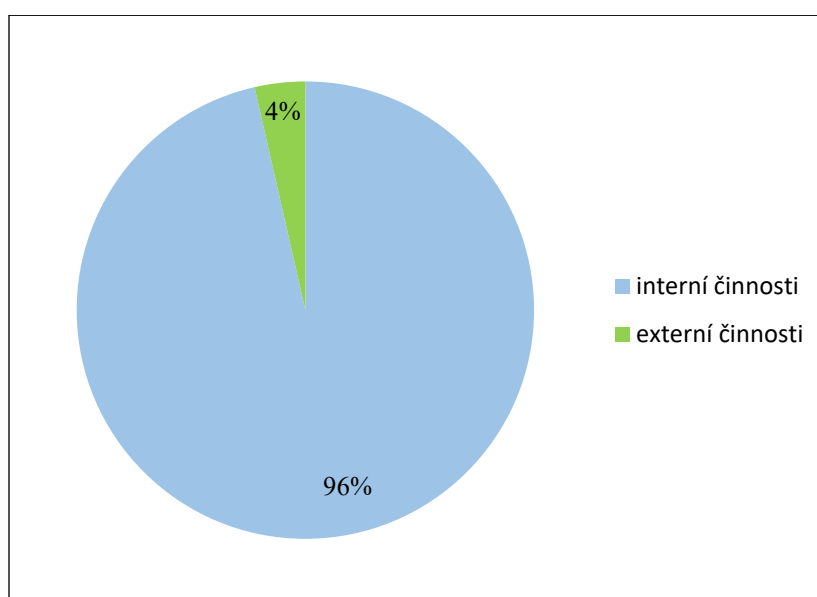
Všechny informace týkající se výroby se zapisují do výrobního příkazu. Seřizovači zapisují informace týkající se rozjezdu výroby, prostojů, prováděných zásahů do parametrů a ukončení výrobního příkazu provádějí seřizovači. Počet vyrobených kusů, zmetků a identifikaci balících jednotek zapisuje operátor lisu na dané směně. Kumulované počty za směnu zapisuje vedoucí směny těsně před jejím ukončením.

Sběr dat zajišťuje jednou za 24 hodin oddělení controllingu a administrativní pracovníci výroby vždy na ranní směně. Takto získané údaje jsou zaneseny do informačního systému společnosti. Následně jsou vyhodnoceny. Aktuální stav je prezentován na každodenní ranní poradě vedení. Výsledky sledovaných ukazatelů jsou prezentovány jednou týdně na prezentaci controllingu. Sleduje se například kapacitní vytižení zařízení, vícenáklady nad kalkulovanou zmetkovitost, počet neproduktivních hodin operátorů nebo výše produkce za předcházející týden.

8.5 Zhodnocení současného stavu

V současné době plánování výroby nezohledňuje počet přetypování pro jednotlivou směnu a společnost nemá nijak přetypování normováno. Tím pádem se výkon seřizovače při přetypování nijak neodráží v jeho hodnocení. Na každodenním ranním dispečinku výroby je dohodnuta priorita přetypování jednotlivých vstřikovacích lisů, na kterém má dojít k výměně výroby. U sledovaných přetypování byl zapotřebí pouze jeden seřizovač, nicméně u většiny vstřikovacích lisů určených pro větší formy jsou zapotřebí seřizovači dva. Lisovna také disponuje vstřikovacími lisami s možností horizontálního či vertikálního lisování. Zde je při přetypování nutný zásah údržbářů, protože dochází ke změně polohy vstřikovací jednotky. Na lisovně probíhá především sériová výroba, kde průběžná doba výroby jedné zakázky je závislá od velikosti dílu. Menší technické díly jsou lisovány v řádu několika směn, kdežto některé pohledové díly jsou lisovány takřka nepřetržitě.

Z uvedeného grafu (Obr. 27) můžeme vyčíst, že většina činností seřizovače je prováděna interně, což značí nevhodný postup přetypování. Musím ale zmínit, že seřizovač v době čekání na dochlazování nebo temperace formy využil alespoň část času k přípravě nástrojů, příslušenství, přípravě layoutu nebo svůj čas využil k zásahu na jiném vstřikovacím lise. Aby seřizovač urychlil čas chlazení, tak často nepostupoval správně dle postupu, jelikož forma má být přivřená, aby nedošlo ke znečištění prachovými částicemi. Chlazení urychloval tím, že nechal formu otevřenou, čímž dochází k rychlejšímu ochlazení. Tento postup však může vyvolat kvalitativní problémy při rozjezdu příští výroby.



Obr. 27. Struktura činností dle četnosti (Vlastní zpracování)

Při přípravě příslušenství k přetypování nemá seřizovač k dispozici soupis všech potřebných příslušenství. Dochází tak ke zdržení při hledání nebo opětovné chůzi do prostoru vyhrazenému seřizovačům. I samotné označení některých příslušenství není vhodné, případně je systém značení zaveden, ale není dodržován. Dle zjištění z pozorování je nutné zmínit, že zavedený systém mnohdy není dodržován z důvodu kapacitně nedostačujícího prostoru. Při nalezení všech potřebných příslušenství nemá seřizovač žádné vybavení, na které by si mohl všechna připravena příslušenství vychystat a následně přesunout k lisu. Proto dochází k opakované chůzi pro jednotlivé komponenty. Tato skutečnost je zřejmá z grafického znázornění chůze seřizovače formou spaghetti diagramu (Příloha II). Některé příslušenství nemá na lisovně vyhrazen prostor pro uložení, proto dochází k jeho hledání.

Samotné nářadí k práci mají seřizovači uloženo v basách. Každá směna má svou vlastní basu s nářadím. Plnohodnotně vybavenou basu nemají všechny směny. Důvodem je především zapominání odloženého nářadí u lisu. Uložení nástrojů v base bylo zcela jistě před nějakou dobou systematicky zavedeno, protože jsou zde zjevné dřívější náznaky zavedení 5S. Dle směn měli dříve seřizovači své nářadí odlišeno barevně. V současné době už se jedná pouze o výjimečné případy. Jednotlivé zásuvky s nářadím nejsou nijak označeny, proto by nový seřizovač při hledání nástroje strávil u basy čas hledáním.

Jako největší problém však shledávám temperaci formy do požadované teploty, která poměrově spotřebuje nejvíce času přetypování zařízení.

8.6 Odůvodnění použití metody SMED ve vybrané společnosti

Společnost Zlín Precision do současnosti neaplikovala metody štíhlé výroby v zavedeném procesu. Za zavádění těchto metod by měl být zodpovědný průmyslový inženýr. Ten však ve společnosti chybí. Společnost má dlouhodobě vytvořenou pracovní pozici procesního inženýra, který doposud tyto metody neaplikoval, a jeho pracovní náplň byla zaměřena jiným směrem. Jelikož se jedná o prosperující společnost, která neustále vyhledává nové zakázky a příležitosti v oblasti automobilového průmyslu, dalo vedení společnosti podnět k prozkoumání procesu přetypování výroby. Problémem byla nedostačující provozní kapacita vstřikovacího lisu z důvodu příliš dlouhých prostojů spojených s přetypováním výroby. Důvodem k prozkoumání, co zapříčiňuje nedostatečnou kapacitu, byly nové zakázky, které společnost může přijmout. Avšak musela by buď mít volnou kapacitu na stávajících vstřikovacích lisech, nebo by musela zvažovat investici do nového vstřikovacího lisu.

9 PROJEKTOVÁ ČÁST

Projekt je zaměřen na aplikaci metody SMED ve společnosti Zlín Precision za účelem zvýšení provozní kapacity vstřikovacího lisu a zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím přetypování.

Součástí projektu bude provedení analýzy současného stavu přetypování výroby a navržení doporučení a nápravných opatření, které by vedly ke zkrácení času průběžné doby výroby, a tím uvolnění provozních kapacit na výrobním zařízení pro stávající a nové zakázky. Výstupem projektu bude zpracovaná analýza, a především vytvoření jízdního řádu výměny vstřikovací formy na vybraném zařízení. Celý projekt bude finančně a ekonomicky zhodnocen včetně vyhodnocení návratnosti investice. Projekt se týká výrobního procesu, jehož vlastníkem je vedoucí výroby.

9.1 Představení projektu

Název projektu: Projekt aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti

Definice problému: Nedostačující kapacita výrobního zařízení pro současné a nové zakázky a zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím zkrácení doby přetypování

Hlavní cíl: Zvýšení provozní kapacity výrobního zařízení

Projektový cíl: Do konce března roku 2018 navrhnout způsob zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím zkrácení doby přetypování vstřikovacího lisu o 20 %

Dílčí cíle:

- Zpracování analýzy současného stavu přetypování ve vybrané společnosti
- Formulace doporučení a nápravných opatření vyplývajících ze zpracované analýzy
- Vytvoření jízdního řádu výměny vstřikovací formy na vybraném zařízení

Projektový tým:

- Vedoucí výroby
- Vedoucí lisovny
- Výrobní technolog
- Vedoucí směny na oddělení lisovny
- Seřizovači

- Ing. Pavel Ondra – externí konzultant, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- Vedoucí projektového týmu – Bc. Nela Mikesková, studentka Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Potenciální úspory: Zkrácení průběžné doby výroby zkrácení doby přetypování vstříkovacího lisu, uvolnění provozní kapacity výrobního zařízení pro nové a stávající zakázky

Kritéria úspěchu:

- Analýza současného stavu přetypování
- Eliminace plýtvání
- Navrhnutí nového postupu přetypování
- Standardizování přetypování
- Zaškolení seřizovačů na nový způsob přetypování s využitím jízdního řádu

Předmětem projektu není: Zkrácení výrobního cyklu

Předpokládané dosažitelné nevyčíslitelné přínosy: Kapacitní uvolnění seřizovačů

9.1.1 Harmonogram projektu

Harmonogram projektu je rozdělen do čtyř fází: přípravná, analytická, aplikační a závěrečná hodnotící fáze.

První fáze je přípravná a tvoří jí sestavení projektového týmu a společného nadefinování a naplánování projektu. Vedoucí projektu v této fázi provede výběr zařízení, na které bude projekt implementace metody SMED zaměřen.

Druhá, analytická fáze, naváže plynule na první a dojde k analýze současného stavu přetypování vybraného zařízení formou snímkování na pracovišti. Z toho vyplynou návrhy na zlepšení a formulovaná nápravná opatření. Na závěr analytické fáze bude provedeno vyhodnocení analýzy současného stavu.

Následovat bude aplikační fáze, kde budou odděleny interních činností od externích a převedeny interních činností na externí. Výstupem bude návrh nového jízdního řádu přetypování vybraného zařízení, který bude představen projektovému týmu formou workshopu.

Závěrečná fáze zhodnotí navrhovaná zlepšení a celkově zhodnotí přetypování zařízení s novým jízdním řádem. Výsledky projektu budou prezentovány managementu společnos-

ti. Na základě jejich rozhodnutí dojde k případné implementaci do běžného výrobního procesu, která již bude plně v kompetenci pracovníků společnosti.

Graficky je harmonogram zachycen užitím Ganttova diagramu (Příloha P III), kde jsou jednotlivé činnosti logicky navázány časově za sebou a k nim jsou přiřazeny příslušné předcházející činnosti.

Termínově je projekt ohraničen od 2. ledna do 2. dubna 2018.

9.1.2 Podmínky realizace projektu

- Projekt nemá schválený rozpočet
- Nutnost schválení investic pro dokoupení potřebných zařízení s ohledem na jejich umístění v současných výrobních prostorech
- Společnost nebude mít dodatečné mzdové náklady, jelikož student zpracovává projekt bez nároku na mzdové ohodnocení
- Probíhající analýza současného stavu nesmí mít negativní vliv na aktuální běžný výrobní provoz

9.1.3 SWOT ANALÝZA

Níže uvedená SWOT analýza (Obr. 28) je zaměřena na výrobní činnost společnosti v souladu se zvoleným tématem práce týkající se aplikace metody SMED ve vybrané společnosti. V analýze je zkoumán vzájemný vztah faktorů silných a slabých stránek oproti příležitostem a hrozbám.

Váhy faktorů jsou přiřazeny dle významnosti, přičemž jejich součet musí být roven jedné. Vedlejší sloupec zachycuje bodové hodnocení. U kladných hodnot s rostajícími body roste vliv. U záporných faktorů (slabé stránky, hrozby) se udává bodové hodnocení v záporných číslech, tudíž větší vliv projevují hodnoty s nižším hodnocením.

Ze zpracované analýzy lze vyčíst, že silnou stránkou ve vztahu k projektu je kvalifikace seřizovačů, dostupné technologie a know how díky spolupráci v rámci nadnárodní skupiny. Odchod kvalifikovaných pracovníků by měl značný vliv na dosažení zvoleného cíle a je hrozbou pro zpracovávaný projekt. Stejně vysoko je hodnocen postoj vedení ke změnám. V takovém případě, když by společnost neměla zájem dále implementovat metodu SMED a ostatní nástroje průmyslového inženýrství, by bylo dosažení projektového cíle výrazně v ohrožení.

| | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------|-------------|--------------|
| Interní analýza | SILNÉ STRÁNKY | Váha | b. | SLABÉ STRÁNKY | Váha | b. |
| | know how | 0,25 | 3 | stáří strojů | 0,3 | -5 |
| | certifikovaná společnost | 0,2 | 4 | fluktuaace zaměstnanců | 0,15 | -3 |
| | spolupráce ve nadnárodní skupině | 0,2 | 5 | výrobní prostory | 0,2 | -1 |
| | kvalifikace seřizovačů | 0,15 | 4 | nedostatek nástrojů | 0,2 | -3 |
| | důraz na kvalitu | 0,1 | 3 | praxe ve využívání PI metod | 0,1 | -4 |
| | vedení projektů | 0,1 | 2 | komunikace se zákazníkem | 0,05 | -2 |
| | Celkem | 1 | 3,65 | Celkem | 1 | -3,25 |
| Externí analýza | PŘÍLEŽITOSTI | Váha | b. | HROZBY | Váha | b. |
| | lepší kvalifikace pracovníků | 0,25 | 5 | postoj vedení ke změnám | 0,2 | -5 |
| | implemetace PI metod | 0,25 | 4 | odchod kvalifikovaných pracovníků | 0,25 | -4 |
| | využití nových technologií | 0,2 | 3 | nízká životnost strojů | 0,3 | -3 |
| | získání nových projektů | 0,15 | 1 | nezískání certifikace | 0,1 | -1 |
| | získání nových zákazníků | 0,1 | 3 | ztráta projektů | 0,1 | -4 |
| | nové výrobní prostory | 0,05 | 4 | ztráta klíčového zákazníka | 0,05 | -2 |
| | Celkem | 1 | 3,5 | Celkem | 1 | -3,5 |

Obr. 28. SWOT analýza (Vlastní zpracování)

Za slabou stránku je považováno stáří strojů a dostupnost moderního vybavení pro seřizovače. Pro zefektivnění dosavadního přetypování výroby bude nutné investovat do stávajícího vybavení. Očekávaná úspěšná realizace a dosažení cíle by ale měla v horizontu několika měsíců investice navrátit a následně je překlopit v úsporu nákladů, času a volnou kapacitu stroje pro další nové zakázky. Tento předpoklad je dán porovnáním součtu bodového hodnocení pozitivních a negativních faktorů.

9.1.4 SIPOC

Za pomoci nástroje SIPOC je níže popsán proces přetypování zařízení. Přetypování začíná od posledního vyrobeného kusu jednoho typu výrobku až po první kusy následujícího typu výrobku. Mezi vstupy jsou zařazeni všichni činitelé, kteří mají na vliv na proces uvedený v prostředním sloupci. Dodavatel, supplier, těchto činitelů je v prvním sloupci zleva. Výstupy procesu vznikají především díky potřebě zákazníka, který je uveden v poslední sloupci napravo.

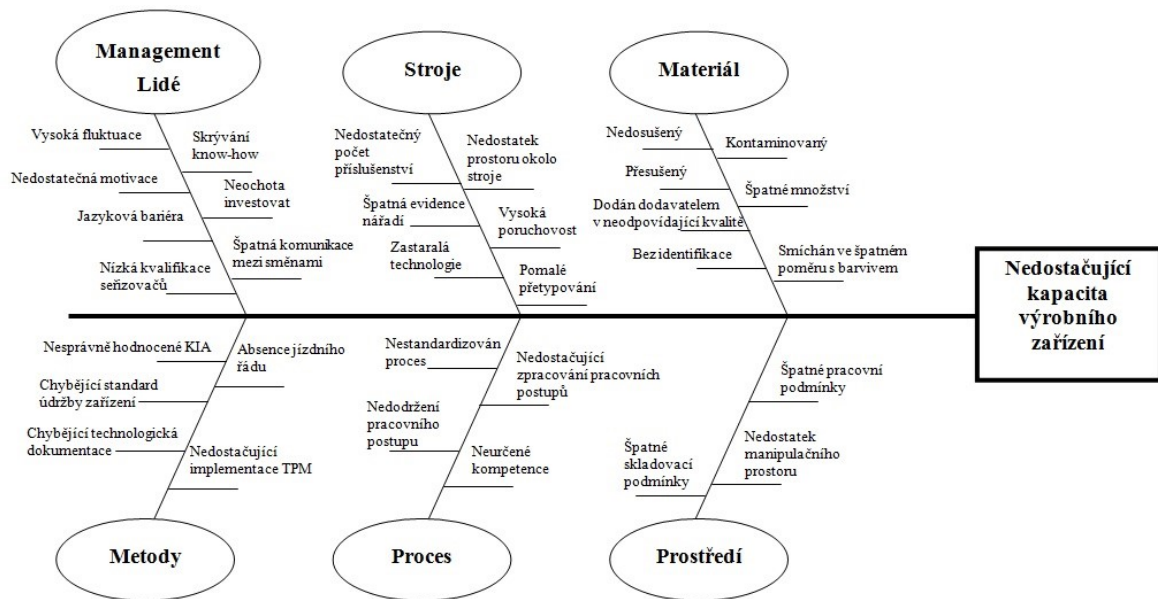
Takto zpracovaná metoda SIPOC usnadňuje všem členům projektového týmu pochopit návaznosti jednotlivých interních procesů.

| S Supplier | I Inputs | P Process | O Outputs | C Customer |
|---|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • personální oddělení • výrobní oddělení • oddělení kvality • procesní inženýr • vedoucí výroby • technolog • administrativní pracovník výroby • nástrojárna • údržba | <ul style="list-style-type: none"> • operátor • seřizovač • pracovní postup • layout lisovny, pracoviště • plán výroby • technologická karta • výrobní příkaz • forma, infolist k formě • údržba lisu | <ul style="list-style-type: none"> • PŘETÝPOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ | <ul style="list-style-type: none"> • délka trvání přetypování • data o průběhu přetypování • přetypovaná výroba na lisu • rozjezd výroby • uvolnění výroby • záznam ve výrobním příkazu | <ul style="list-style-type: none"> • vedoucí výroby, vedoucí lisovny, procesní inženýr • procesní inženýr, oddělení controllingu • lisovna, vedoucí směny • lisovna, vedoucí směny, vedoucí výroby • lisovna, oddělení kvality, oddělení logistiky • procesní inženýr, oddělení controllingu |

Obr. 29. SIPOC diagram (Vlastní zpracování)

9.1.5 Ishikawa diagram

Zkreslený diagram příčin a následků má za cíl nalezení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Problémem je nedostačující provozní kapacita vstříkovacího lisu. Jako hlavní příčiny hodnotím nedostatečnou motivaci seřizovačů, kteří nejsou nijak ohodnoceni v případě rychlejšího přetypování vstříkovacího lisu. Jak dlouho jim bude přetypování trvat, není nijak stanoveno. S tím souvisí i absence jízdnicích řádů přetypování. Na délku přetypování má vliv také dostupná technologie a příslušenství, které jsou seřizovány. Ke zpromalení procesu může dojít i kvůli nesprávně připravenému materiálu, ať už kvůli špatně nastaveným podmínkám sušení, nedostačujícího vychystaného množství nebo špatné či chybějící identifikaci materiálu. Provozní kapacitu vstříkovacího lisu ovlivňuje chybějící nebo neúplná technologická dokumentace, díky níž trvá delší dobu, než dojde k vylisování prvních dobrých kusů. Příčinou ovlivňující nedostačující provozní kapacitu je také fakt, že proces není přesněji standardizován. Samotné prostředí má velký vliv. Nedostatek manipulačního prostoru nebo chybějící prostor pro vychystané formy do výroby či prostor pro předtemperování forem. Následně je vstříkový lis kapacitně nevyužit k výrobě výlisků, ale značnou část průběžné doby výroby dochází k temperaci nebo dochlazování formy. Zde má společnost jistě rezervy, které by v případě realizace nápravných opatření a doporučení mohla do budoucna uspořit další provozní kapacity na výrobních zařízeních.



Obr. 30. Ishikawa diagram (Vlastní zpracování)

9.1.6 Logický rámec projektu

Logický rámec projektu (Příloha P IV) uvádí detailní popis výše uvedených cílů a jejich objektivně ověřitelné ukazatele, které přímo souvisejí s projektem. Výstupem projektu bude provedena analýza současného stavu přetypování na vybraném výrobním zařízení a návrh nového řešení zkrácení průběžné doby výroby formou zkrácení času přetypování. S tím souvisí i návrh nového jízdního řádu přetypování výroby na vybraném zařízení.

9.1.7 Riziková analýza RIPRAN

Před zpracováním projektu je nutné zvážit různá rizika. Z tohoto důvodu byla zpracována riziková analýza RIPRAN (Příloha V). Přiložená riziková analýza uvádí možné hrozby a jejich pravděpodobnosti s jakou mohou nastat při zpracování projektu. Ke každé hrozbě jsou přiřazeny vyplývající scénáře a jejich dopad na projekt. Dle hodnoty rizika jsou uvedena příslušná preventivní opatření, které by měly vznik jednotlivých hrozeb eliminovat a nenaplnit tak jejich očekávané scénáře.

Hrozbou s vysokou hodnotou rizika je ukončení výroby na vybraném vstřikovacím lisu, na kterém má být provedena analýza současného stavu přetypování. V takovém případě by nemohla být zpracována analýza pro vybrané zařízení a muselo by dojít k výběru jiného vhodného alternativního zařízení. Ten by následně stanovoval vstupní data. Pro zpracování analýzy by to znamenalo značnou časovou ztrátu a nedodržení harmonogramu projektu.

V horším případě by mohlo následovat ukončení projektu. Z toho důvodu je nutné vytvořit vhodný harmonogram projektu s časovou rezervou a konzultovat důležitost projektu s managementem společnosti.

Špatné plánování by mohlo mít za následek nedodržení termínů dle harmonogramu a celkové zpoždění projektu. Proto je zapotřebí stanovit harmonogram s reálnými termíny a průběžně kontrolovat jejich plnění. Vhodné je mít v harmonogramu zakomponovanou časovou rezervu.

Při samotném zpracování existuje riziko, že zaměstnanci nebudou ochotní spolupracovat a při práci budou zkreslovat časy. Samotné vytvoření nepřesného jízdního řádu, díky nepřesným vstupním informacím, nemá tak vysokou hodnotu rizika jako fakt, že by nedošlo k očekávanému zkrácení průběžné doby výroby. Je proto důležité celému projektovému týmu zdůvodnit důležitost projektu a jeho očekávané přínosy. Seřizovači musejí být ke své práci motivováni a v průběhu projektu informováni v rámci pravidelných schůzek s celým projektovým týmem.

Po provedení analýzy, formulování doporučení a navržení změn existuje hrozba, že seřizovači nebudou dodržovat nový jízdní řád, čímž zkreslí výsledky projektu a očekávané úspory nebudou naplněny. Toto riziko bude eliminováno zainteresováním managementu společnosti a motivací seřizovačů k aktivní spolupráci na zpracovávaném projektu.

Jako poslední potenciální rizika uvádím nedostatečnou znalost problematiky, díky které by nedošlo k eliminaci plýtvání a zkrácení času přetypování. Pro eliminaci rizika je zapotřebí aktivní přístup diplomanta, pravidelné konzultace a ověřování správnosti výsledků provedené analýzy.

9.2 Aplikace metody SMED na vybraném zařízení

Aplikace metody SMED navazuje na provedenou analýzu současného stavu přetypování na vybraném vstřikovacím lisu. Z provedené analýzy (Příloha P VI) je zřejmé, že současný systém přetypování není ideální, jelikož převážná většina činností je prováděna interně. Pro přehlednost byly některé činnosti v analýze sloučeny do obecných názvů.

Tab. 6. Výsledné časy analýzy přetypování (Vlastní zpracování)

| | |
|--|----------------|
| Celkový čas: | 4:18:04 |
| Celkový čas bez uvolňovacího procesu: | 4:04:38 |
| z toho interní: | 4:02:12 |
| z toho externí: | 0:02:26 |

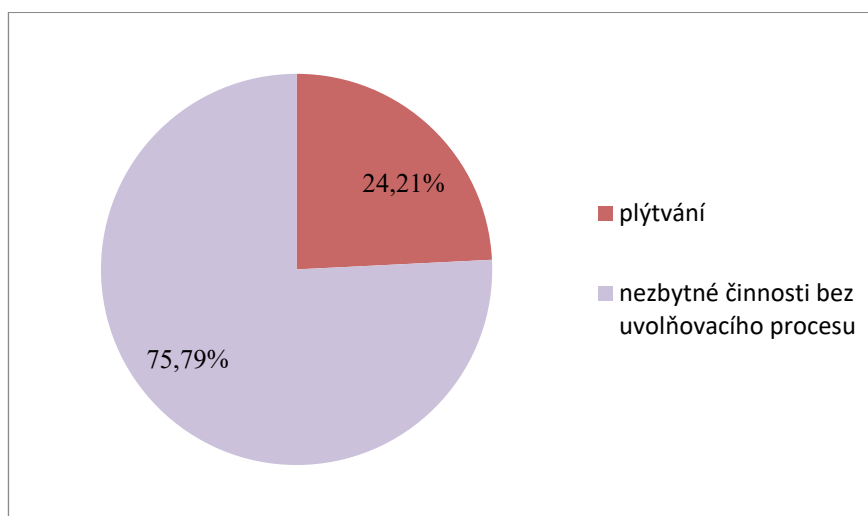
9.2.1 Oddělení interních a externích činností

Prvním krokem tříkrokové metody SMED je identifikace plýtvání a následně oddělení interních a externích činností. Rozbor je detailně zpracován v příložené tabulce (Příloha P VII).

Tab. 7. Tabulka přehledu dílčích časů po identifikaci plýtvání (Vlastní zpracování)

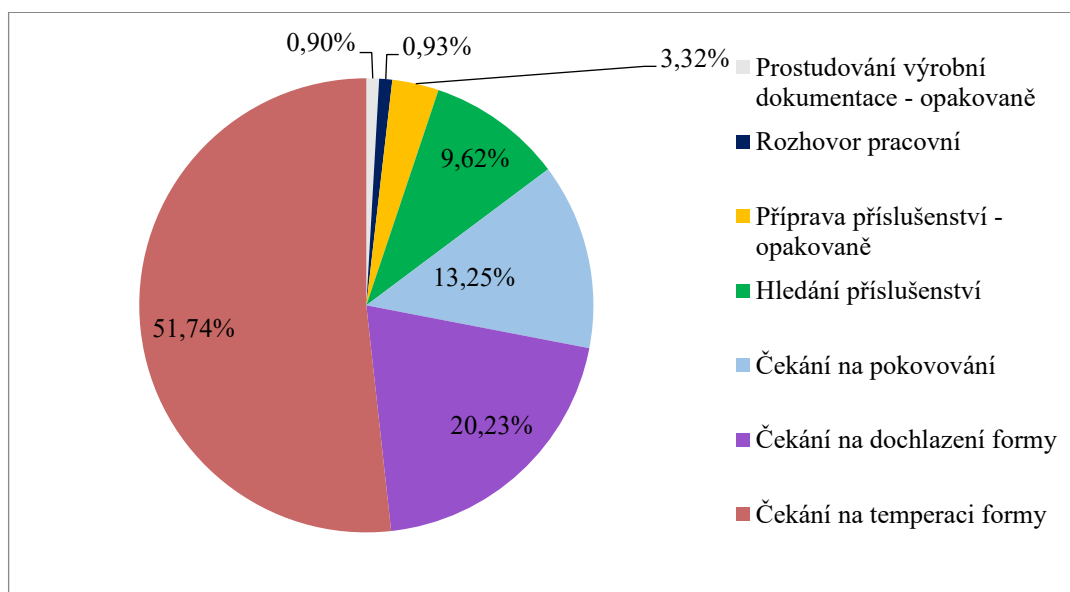
| | |
|--|---------|
| plýtvání | 0:59:14 |
| nezbytné činnosti bez uvolňovacího procesu | 3:05:24 |
| celkový čas bez uvolňovacího procesu | 4:04:38 |

Z výsledků lze vyčíst, že činnosti představující plýtvání v procesu tvoří necelou hodinu pracovní doby seřizovače při jednom přetypování na vybraném vstřikovacím lisu. Procentuální zastoupení je znázorněno v grafu (Obr. 31). Pouhým odstraněním plýtvání lze ušetřit až 24 % času přetypování.



Obr. 31. Procentuální vyjádření dílčích časů po identifikaci plýtvání (Vlastní zpracování)

Pro stanovení nápravných opatření k odstranění plýtvání je důležitá skladba zjištěného plýtvání uvedena v grafu (Obr. 32). Bylo zjištěno, že více než 50 % plýtvání je zapříčiněno čekáním na temperaci vstřikovací formy. Jednu pětinu tvoří čekání na dochlazení formy. Tedy více než tři pětiny plýtvání souvisí s aktuálním procesem temperace. Plýtvání spojené se zbytečnými činnostmi seřizovače tvoří v součtu 15 % z celkového času plýtvání, nejčastěji jde o hledání a s tím spojený nadměrný pohyb, který je zanesen v spaghetti diagramu (Příloha P II).

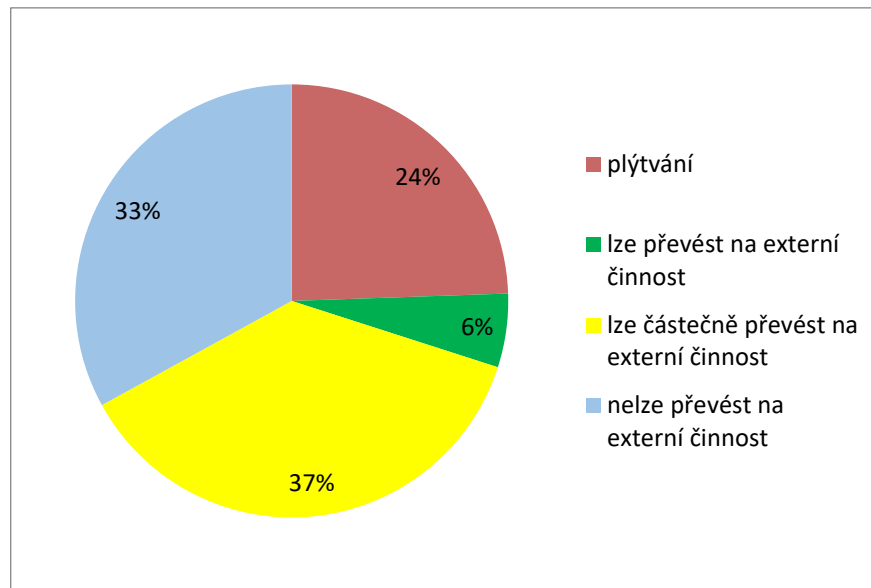


Obr. 32. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů plýtvání (Vlastní zpracování)

Po identifikaci a rozboru plýtvání projektový tým společně rozdělil činnosti, které lze převést na externí. Činnostem, které lze převést na externí nebo pouze částečně, bude věnována pozornost v dalším kroku aplikace metody SMED.

Tab. 8. Tabulka přehledu dílčích časů po oddělení interních a externích činností (Vlastní zpracování)

| | |
|---|---------|
| plýtvání | 0:59:14 |
| lze převést na externí činnost | 0:13:19 |
| lze částečně převést na externí činnost | 1:29:45 |
| nelze převést na externí činnost | 1:19:54 |
| externí činnost | 0:02:26 |
| celkový čas bez uvolňovacího procesu | 4:04:38 |



Obr. 33. Grafické vyjádření zastoupení dílčích časů po prvních kroku metody SMED (Vlastní zpracování)

9.2.2 Převedení interních činností na externí

V druhém kroku došlo k odstranění plýtvání a činnosti, které mohou být prováděny externě, byly převedeny. Zároveň došlo ke zkrácení časů u činností, které lze částečně provést externě. Postup přetypování po druhém kroku je uveden v tabulkovém přehledu (Příloha P VIII).

Z přehledu můžeme vyčíst, že došlo ke zkrácení časů odstraněním plýtvání a u činností, které byly převedeny na externí:

- **Externí chlazení vstřikovací formy:** Možnost snížení času chlazení zakoupením strojního zařízení pro možnost dochlazování formy externě na temperačním zařízení. Předpokládaná úspora by měla být na stejné úrovni, jako v případě interního chlazení řešeného formou úpravy temperačního okruhu S tím souvisí i fakt, že zařízení musí někdo obsluhovat, nicméně pro tuto variantu nemá v současné době společnost kapacity personální ani prostorové a jedná se o možné doporučení, které vyžaduje dlouhodobý plán. => **~13:03 minut**
- **Temperace vstřikovací formy:** Stejný případ jako chlazení forem. Možné řešení díky externímu strojnímu zařízení na dochlazování vstřikovacích forem. => **29:51 minut**

- **Úklid / příprava náradí a příslušenství:** Provádět před ukončením výroby nebo po zahájení lisování. => **5:52 minut**
- **Prověření následující výroby a připravenosti vstříkovací formy:** Pokud by forma nebyla nachystaná, může dojít ke zpoždění v řádu několika hodin. V tomto případě je vyčíslená úspora času kontroly, kdy stav připravenosti byl v pořádku a v průběhu probíhajících měření nebyl zjištěn nedostatek v tomto ohledu. Může být převedeno na externí činnost. => **1:00 minut**
- **Kontrola připraveného materiálu a testování jeho vlhkosti:** Podobný případ jako připravenost vstříkovací formy. Granulát se standardně suší 3 až 4 hodiny. Při probíhajícím měření nebyl zjištěn tento nedostatek. Je vyčíslena pouze úspora času převedením činnosti na externí. => **2:58 minut**
- **Práce s dokumentací:** Může být prováděno externě. Jde především o prostudování dokumentace a vypsání výrobního příkazu, které může být prováděno po přetypování výroby, a vypsání identifikačního lístku k prvním kusům. => **3:29 minut**
- **Úklid pracoviště:** Převedení části činností na operátora obsluhujícího vstříkovací lis, který může provést úklid kolem zařízení před ukončením výroby. => **2:15 minut**

9.2.3 Zkrácení délky trvání interních a externích činností

Zkrácením délky činností lze dále eliminovat celkový čas přetypování. Dle uvedeného přehledu (Příloha P VIII) může dojít k následujícímu zkrácení:

- **Interní chlazení vstříkovací formy:** Navržením nového způsobu dochlazování vlivem úpravy temperačního okruhu dojde ke zkrácení času chlazení minimálně o 50 %, jelikož temperační kanály jsou pomocí speciální technologie konformního chlazení upraveny tak, aby více kopírovaly tvar vstříkovaného dílu, a zároveň lze kanály vést formou, aby dochlazování bylo efektivnější. Vzniklý temperační okruh je sice složitější, ale jeho funkční řešení má pozitivní vliv i na kvalitu dílu a zkrácení výrobního cyklu díky kratšímu chlazení při odformování. => **13:03 minut**
- **Chlazení vstříkovací formy:** Změna chladícího média z H₂O na kapalný CO₂. Je závislé na daném temperačním okruhu a souvisí s komplexní změnou na lisovně v rámci rozvodu chladícího média. Případně je možnost využití tohoto média v případě externího chlazení formy.

- **Temperace vstřikovací formy:** Stejný případ jako chlazení forem. Možné řešení díky úpravě temperačních okruhů. => **29:51 minut**
- **Úklid pracoviště:** Interní čas úklidu bude kratší přesunutím odpovědnosti za kompletní úklid kolem lisu na operátora před ukončením výroby. Seřizovač tak bude mít za úkol uklidit pouze vnitřní prostor vstřikovacího lisu. => **1:41 minut**

9.2.4 Workshop se zaměstnanci na pozici seřizovač vstřikovacího lisu

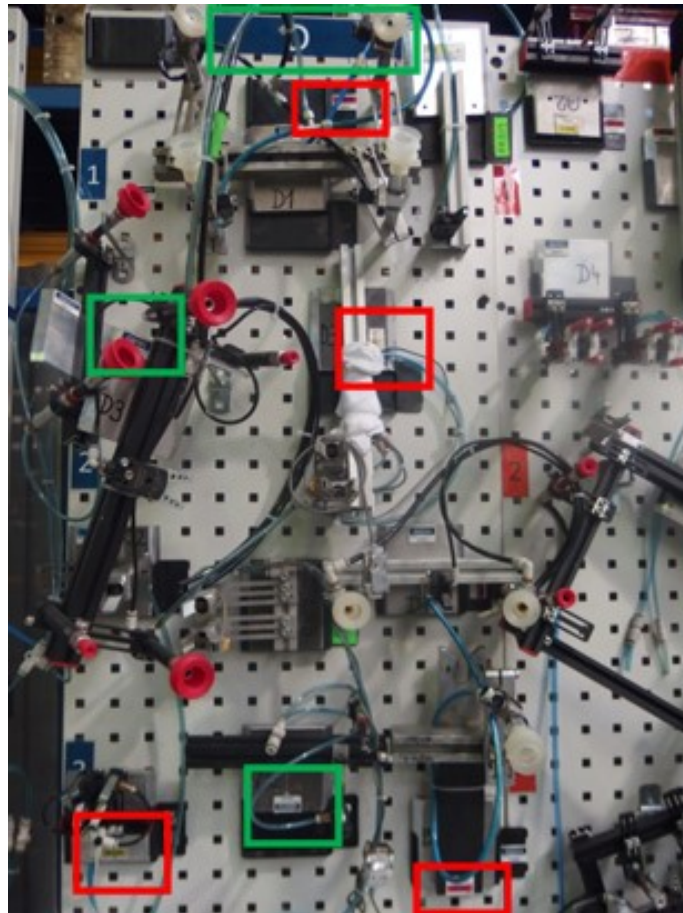
Na základě provedené analýzy a následně aplikování prvních dvou kroků metody SMED byl uspořádán workshop se seřizovači vstřikovacích lisů. Došlo ke krátkému teoretickému představení metody SMED. Následně byl představen harmonogram dalších plánovaných aktivit. Poté byli seřizovači seznámeni s prozatímními výsledky měření a byly představeny provedené první dva kroky metody SMED. Společně s projektovým týmem bylo formou diskuse řešeno možné další zkrácení doby interních a externích činností. Jednalo se především o nedostatky, které lze odstranit v krátkodobém horizontu. Velice kladně hodnotím jejich aktivní přístup k problematice a aktivitu, ze které vzešly další možná doporučení a nápravná opatření.

Konzultován byl především aktuální stav uložení příslušenství. Prostor pro seřizovače je nevhodně umístěn na konci výrobní haly. Tento problém však nelze v současné době řešit, ale v případě úpravy prostor bude do budoucna zohledněn. Zmíněno bylo také to, že současný prostor je kapacitně nedostačující. Především hůře dostupná police s tryskami či nedostačující prostor pro uložení greiferů. Uložení greiferů bylo dříve barevně rozlišeno na jednotlivé sektory. V současnosti už z kapacitních důvodů nelze dříve zavedený systém dodržovat. Proto by bylo vhodné zvážit zvětšení prostoru, nově upravit dříve zavedené barevné značení. Jedná se o příslušenství, které neustále přibývá s novými zakázkami a jejich počet se nesnižuje.

Vhodným uložením dojde k eliminaci plýtvání při hledání greiferů. V minulosti již došlo k případům, že neproběhl rozjezd výroby z důvodu nenalezení greiferů. Pokud takový případ nastane na noční směně, může dojít k několikahodinovému zdržení z důvodu čekání na rozhodnutí vedení.

Možný problém s přenášením zodpovědnosti na někoho jiného byl taktéž konzultován. Na odpolední a noční směně je vedoucí směny a seřizovač povinen provést případnou akci dle

vlastního uvážení na základě instrukcí a zkušeností. Ve výjimečném případě aktuální problém konzultuje s vedoucím lisovny telefonicky.



*Obr. 34. Aktuální stav uložení greiferů v modré zóně
(Vlastní zpracování)*

Dále byl projednán aktuální stav basy s nářadím. Dříve zavedený systém barevného rozlišení dnes kvůli dokupování nového nářadí není úplně aktuální. Bylo by proto vhodné nářadí opět označit, aby bylo viditelné, či nářadí nebylo uklizeno. Systém uložení nářadí v base dle 5S částečně stále funguje, ale není optimální. Je nutné jej opět uvést do stavu, kdy nářadí odpovídá vyhrazenému prostoru. Zároveň doporučuji označit jednotlivé zásuvky s nářadím seznamem, co se v dané zásuvce nachází. Usnadní to přípravu nářadí a eliminuje hledání.

V průběhu workshopu také seřizovači poukázali na nedostatečné vybavení hadic rychlospojkami. Tento fakt se týkal především hadic na olej.



Obr. 35. Původní standardní uložení nástrojů s využitím metody 5S (Interní materiály společnosti)

Posledním bodem spojeným s nářadím je fakt, že seřizovači si nemají kam připravené nářadí a příslušenství položit. Doporučovala bych na lisovnu umístit dva pracovní stoly na kolečkách, které by byly uzpůsobeny potřebám seřizovačů. Momentálně seřizovači často opakovaně chodí k base s nářadím, protože všechno nářadí najednou k vstřikovacím lisu neunesou. Zároveň se mnohokrát opakuje chůze do vzdáleného prostoru pro seřizovače (pro greifer, trysky, středící kroužky, kabeláž a jiné příslušenství). Při použití mobilního stolu by si seřizovač na něj vše vychystal a nemusel by nářadí ukládat do prostor, které k tomu nejsou určeny.



Obr. 36. Nevhodné uložení nářadí během přetypování (Vlastní zpracování)

9.2.5 Vytvoření jízdního řádu pro seřizovače vstřikovacího lisu

Na základě provedených dvou kroků metody SMED a následného workshopu se seřizovači byla nastavena nápravná opatření, která bylo možno realizovat ihned bez nutné investice. Spolu s tím byl vytvořen jízdni řád přetypování, který doposud zcela chyběl. V souvislosti s tím byl vytvořen a předložen návrh zavedení nového dokumentu, seřizovacího listu. Dokument by obsahoval název dílu, číslo formy, číslo vstřikovacího lisu, seznam příslušenství, seznam náradí a soupis speciálních činností. Ten by měl seřizovačům usnadnit přípravu všeho potřebného v době před přetypováním a ukončením předcházející výroby.

Nový jízdni řád (Příloha P IX) a návrh seřizovacího listu (Příloha P X) je součástí příloh této práce.

9.2.6 Zkouška jízdních řádů

Zkouška nového jízdního řádu neproběhla vzhledem k nutnosti investic, které jsou spojeny s úpravou stávajících vstřikovacích forem či zakoupení externího zařízení pro dochlazování či temperaci forem. Proběhl však testovací režim, který měl za úkol odstranit plýtvání, které bylo vysledováno při analyzování současného stavu. Došlo k převedení některých interních činností do externích. Vzhledem k návaznostem v současném zavedeném systému je nutné aktualizovat příslušné směrnice a pracovní postupy, doplnit chybějící označení a osvojit si nový systém přetypování. Jelikož má nový jízdni řád vliv na změnu režimu nejen u seřizovačů vstřikolisu, ale také nástrojářů a operátorů výroby, musí nejdříve dojít k řádnému seznámení s novým pracovním postupem.

V testovacím režimu sice došlo k převedení interních činností na externí, nicméně samotná délka trvání některých interních činností nebyla krácena, vzhledem k tomu, že se zkrácení ve větší míře týká především samotné temperace a dochlazování. Je však nutné zmínit, že došlo výrazně k eliminaci nadměrného pohybu seřizovačů, kteří si pro přetypování připravují své náradí a příslušenství dle navržených nápravných opatření.

Provedené změny nového způsobu přetypování nevykázaly negativní dopad. Velice pozitivně bych hodnotila přístup seřizovačů k prověření připravenosti všeho potřebného pro následující výrobu. Zde byly totiž možná rizika vzniku plýtvání vlivem nepřipravenosti a následného čekání.

9.3 Zhodnocení projektu

Zhodnocení projektu probíhalo na základě spolupráce s oddělením controllingu a vedením společnosti. Z důvodu citlivosti informací byly interní náklady a získané hodnoty vynášeny koeficientem.

9.3.1 Časová úspora projektu

Aplikací kroků metody SMED bylo dosaženo úspory časů (Tab. 9). Jelikož neproběhla zkouška nového jízdního řádu, z důvodu nutnosti investice, byly k výpočtu časové úspory projektu použity získané časy po druhém kroku metody SMED. Předpokladem však je, že zkoušením nového jízdního řádu bude následně dosaženo větší časové úspory díky zkrácení délky trvání interních činností vlivem pravidelného tréninku a využitím nově zakoupeného příslušenství.

*Tab. 9. Přehled časů před a po aplikaci metody SMED
(Vlastní zpracování)*

| | před aplikací | po aplikaci |
|---------------------------------------|---------------|-------------|
| Celkový čas bez uvolňovacího procesu: | 4:04:38 | 2:30:20 |
| z toho interní: | 4:02:12 | 2:15:07 |
| z toho externí: | 0:02:26 | 0:15:13 |

Původní celkový čas bez uvolňovacího procesu byl zkrácen o 1 hodinu 34 minut a 18 sekund, což představuje úsporu celkového času o 38,55 %. Vlivem zkrácení interních činností bylo uspořeno 17,72 % původního času interních činností. Z celkového původního interního času bylo celých 5 % převedeno na externí činnosti. Odstraněním plýtvání bylo eliminováno 21,22 % z původního času interních činností.

*Tab. 10. Přehled procentuálních úspor po aplikaci metody SMED
(Vlastní zpracování)*

| | Hod | % |
|---|----------------|---------------|
| Úspora z celkového času bez uvolňovacího procesu | 1:34:18 | 38,55% |
| Zkrácený čas interních činností | 0:42:55 | 17,72% |
| Čas převedený na externí činnosti | 0:12:06 | 5,00% |
| Eliminovaný čas interních činností | 0:51:23 | 21,22% |

Stanoveného cíle úspory času přetypování vstřikovacího lisu o 20 % bylo dosaženo.

Časovou úsporu lze vyjádřit i v peněžních jednotkách. Vynásobením ročního počtu přetypování, úspory času a tarifní hodinové sazby vstřikovacího lisu zjistíme, že zkrácením času společnost uspoří 691 533,33 Kč za rok.

9.3.2 Ekonomické zhodnocení projektu

Při navrhování nového způsobu přetypování za použití metody SMED bylo zjištěno, že k dosažení požadovaného cíle budou zapotřebí investice, které nebyly před zahájením projektu schváleny. Vedení však po konzultaci s nutnými investicemi počítá, proto budou níže uvedeny a následně bude vypočítána jejich návratnost.

Provozní kapacita

Na základě informací oddělení controllingu o počtu přetypování za rok 2017 na vybraném zařízení a jeho současném vytížení se zohledněním nezaviněných prostojů, bylo vypočítáno, že při úspoře času při jednom přetypování o 1 hodinu 34 minut a 18 sekund dojde k úspoře 3 % provozní kapacity zařízení. Pokud bereme v potaz, že standardně výroba probíhá 50 týdnů, činí úspora kapacity 1,5 pracovního týdne na jednom vstřikovacím lisu.

Granulát

Při přetypování dochází před vylisováním 1. dobrých kusů k lisování zmetků. Díky nastavenému novému jízdniému řádu a standardu přetypování včetně využití seřizovacího listu dojde k eliminaci lisování velkého množství NOK výlisků. Na základě konzultace s oddělením výroby a kvality bylo zjištěno, že nový způsob přetypování by měl eliminovat počet zmetků na polovinu. Vynásobením polovičního počtu současných zmetků vylisovaných na vybraném vstřikovacím lise za rok 2017 a průměrné hmotnosti jednoho výlisku 40 g zjistíme, že dojde k nadbytečné spotřebě 105,6 kg granulátu. Při současné ceně granulátu nový způsob přetypování uspoří ročně 52 800 Kč díky menšímu množství nalisovaných NOK výlisků při rozjezdu výroby.

Nefinanční přínosy

- Úspora času seřizovačů pro seřizování jiných strojů, kterých je na lisovně celkem 21, přičemž momentálně společnost rozšiřuje své výrobní prostory, kde je prozatím plánované umístění dalších vstřikovacích lisů při zachování stejného počtu seřizovačů

- Větší efektivita práce seřizovačů
- Větší motivace seřizovačů díky vytvoření nové složky mzdy navázané na délku přetypování
- Menší počet zásahů během lisování výrobní zakázky

Náklady na zpracování projektu

Celkem sestavený projektový tým svou prací na projektu strávil 106,5 hodin. Náklady na zpracování projektu se vynásobením hodinové mzdy rovnají 47 520 Kč.

Náklady na pořízení příslušenství

K zakoupení dvou pracovních pojízdných stolů pro seřizovače s úpravou dle jejich potřeb je nutná investice v celkové výši 29 470 Kč. K zajištění urychlení temperace a zkrácení doby dochlazování je nutná úprava temperačních okruhů vstřikovacích forem, pomocí kterých se lisuje na vybraném zařízení. Očekávaná investice dle aktuální nabídky na trhu je okolo 750 000 Kč. Pokud by společnost uvažovala o druhém možném způsobu zkrácení doby přetypování formou přesunutí interních časů chlazení a temperace na časy externí, bylo by zapotřebí dokoupit potřebné příslušenství. Cena příslušenství (temperační zařízení, dochlazovací zařízení, regulátor horkých vtoků) pro jeden vstřikolis by se pohybovala dle současných nabídek ve výši 282 500 Kč.

Uvedené dvě možnosti temperace a dochlazování mají každá své plusy i minusy. Úprava temperačních okruhů by přinesla úspory nejen na vybraném zařízení, ale i na jiných alternativních strojích, kde se daná výroba lisuje. Ale u nových vstřikovacích forem by byl očekávaný nárůst nákupní ceny lisovacího nástroje. Druhá varianta sice uvádí nižší náklady na pořízení, ale je nutné brát v potaz, že by muselo dojít postupně k dokoupení příslušenství pro všechny vstřikovací lisy. Jednalo by se ale o jednorázovou velkou investici, která by uspořila provozní náklady na všech vstřikovacích lisech pro všechny typy výrob a zároveň by mohlo dojít k částečnému přesunutí časů temperace a dochlazování do externích činností.

9.3.3 Celkové finanční zhodnocení

Při celkové úspoře 744 333,33 Kč a nákladech včetně investic 826 990 Kč by byla doba návratnosti investice 1,11 roku.

Tab. 11. Celkový přehled finančního zhodnocení (Vlastní zpracování)

| | |
|------------------|----------------------|
| Časová úspora | 691 533,33 Kč |
| Úspora granulátu | 52 800,00 Kč |
| | 744 333,33 Kč |

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| Náklady na zpracování projektu | 47 520,00 Kč |
| Náklady na pořízení pracovních stolů | 29 470,00 Kč |
| Náklady na úpravu temperačních okruhů | 750 000,00 Kč |
| | 826 990,00 Kč |

| | |
|----------------------------------|------|
| Doba návratnosti investice [rok] | 1,11 |
|----------------------------------|------|

ZÁVĚR

Hlavní náplní diplomové práce je projekt aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve společnosti Zlín Precision. Hlavním cílem bylo zvýšení provozní kapacity výrobního zařízení. Projekt si kladl za cíl navrhnout do konce března roku 2017 nový způsob zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím doby přetypování vstřikovacího lisu o 20 %. Důvodem byla nedostačující kapacita výrobního zařízení pro současné a nové zakázky.

Úvodní část byla zpracována formou kritické literární rešerše se zaměřením na metodu SMED a formulovala teoretická východiska pro zpracování praktické části. Praktická část představila společnost Zlín Precision a její proces výroby plastů metodou vstřikování.

Jedním z dílčích cílů projektu bylo provedení analýzy současného stavu přetypování. Součástí této analýzy bylo zjištění aktuálního stavu průběhu činností, které byly nejdříve analyzovány na základě pořízeného videozáznamu přetypování, následně proběhlo přímé pozorování. Po detailním zpracování analýzy byla formulována doporučení a navržená nápravná opatření, která vyplynula ze zpracované analýzy. Doporučení a nápravná opatření byla prezentována na workshopu se seřizovači vstřikovacích lisů, kteří také přispěli svými podněty a návrhy. Výstupem analýzy bylo vytvoření nového jízdního řádu výměny vstřikovací formy na vybraném vstřikovacím lisu. Nový jízdni řád byl dopracován po představení výsledků analýzy celému projektovému týmu.

Navržená řešení byla zhodnocena z hlediska časového a ekonomického. Oproti současnému stavu byla uspořena 1 hodina 34 minut a 18 sekund z celkového původního času bez uvolňovacího procesu, což představuje 38,55 % původního času přetypování. Stanoveného cíle 20 % bylo dosaženo. Projekt uspoří 744 333,33 Kč, přičemž náklady včetně plánovaných investic jsou ve výši 826 990 Kč s dobou návratnosti investice 1,11 roku.

Projekt aplikace metody SMED doporučuji ve společnosti dále rozpracovat na ostatní vstřikovací lisy, vzhledem k předpokladu úspor, které tato metoda svou aplikací přináší. Společnost by tak do budoucna mohla dosáhnout větší efektivity zařízení a mohla by uspořit potřebný čas seřizovačů. Výsledný pozitivní dopad při aplikaci metody SMED bude mít za následek růst konkurenceschopnosti a možnost realizace nových zakázek na stávajících vstřikovacích lisech. Společnost má v této problematice jistě rezervy, které může pomocí užití vhodných metod a nástrojů průmyslového inženýrství eliminovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALOR-HERNANDEZ, Giner, Cuauhtemoc SANCHEZ-RAMIREZ a Jorge Luis. GARCÍA-ALCARAZ, 2016. *Handbook of Research on Managerial Strategies for Achieving Optimal Performance in Industrial Processes*. Hershey: Business Science Reference, An Imprint of IGI Global, 674 s. ISBN 978-152-2501-305.
- ARBURG: *Cube-Mould Machines* [online], [b.r.]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://www.arburg.com/en/products-and-services/injection-moulding/injection-moulding-machines/cube-mould-machines/>
- BIRMINGHAM, Fletcher a Jim JELINEK, c2007. *Quick Changeover Simplified: The Manager's Guide to Improving Profits with SMED*. New York: Productivity Press, 128 s. ISBN 978-1-56327-349-0.
- ČERNOCH, Karel, 2011. *Plastikářská výroba ve Zlín Precision s.r.o.: učebnice pro žáky zpracovatelského oboru SPŠ polytechnické - COP Zlín*. Zlín: Střední průmyslová škola polytechnická - COP Zlín, 65 s. ISBN 978-80-905002-4-2.
- DENNIS, Pascal, 2016. *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO, 2009. *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada, 512 s. ISBN 978-80-247-2848-3.
- GARBIE, Ibrahim, 2016. *Sustainability in Manufacturing Enterprises: Concepts, Analyses and Assessments for Industry 4.0*. New York: Springer Berlin Heidelberg, 248 s. ISBN 978-3-319-29304-2.
- GEORGE, Michael L., c2002. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw-Hill, 322 s. ISBN 00-713-8521-5.
- GROSS, John M. a Kenneth R. MCINNIS, c2003. *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. New York: AMACOM, 259 s. ISBN 08-144-0763-3.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

- CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3.dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KISLINGEROVÁ, Eva, 2008. *Inovace nástrojů ekonomiky a managementu organizací*. Praha: C.H. Beck, 293 s. ISBN 978-80-7179-882-8.
- KRESSOVÁ, Petra, 2011. *Pracovní systémy*. Scripta. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 228 s.
- LEONE, Gerard a Richard D. RAHN, 2011. *Quick Changeover in the OC*. Colorado: Flow Publishing, 105 s. ISBN 13-978-0-9833839-0-1.
- LIKER, Jeffrey K., c2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 330 s. ISBN 00-713-9231-9.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MILLER, Jon, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE, 2017. *Kultura Kaizen: změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Brno: BizBooks, 245 s. ISBN 978-80-265-0618-8.
- NOVÁK, Adam, 2017. *Inovace je rozhodnutí: kompletní návod, jak dělat inovace nejen v byznysu : 12 praktických nástrojů, 40 příkladů z praxe*. Praha: Grada, 208 s. ISBN 978-80-271-0333-1.
- PIVODOVÁ, Pavlína, 2017. *SWOT analýza, logický rámec, riziková analýza*. Přednáška. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK, 2013. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, c2000. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide*. 2000 ed. USA: Project Management Institute, 216 s. ISBN 18-804-1023-0.
- SHINGŌ, Shigeo, c1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. Portland, Oregon: Productivity Press, 361 s. ISBN 09-152-9903-8.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
- WAGNEROVÁ, Irena, 2008. *Hodnocení a řízení výkonnosti*. Praha: Grada, 128 s. ISBN 978-80-247-2361-7.
- Zlín Precision s.r.o.: *Výroba technických plastových dílů vstřikováním* [online], 2008. [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.zlin-precision.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|--------|--|
| KLT | Obalový materiál – plastová přepravka |
| KPI | Key Performance Indicator = klíčový ukazatel výkonnosti |
| PI | Průmyslové inženýrství |
| RFID | Radio Frequency Identification = identifikace s využitím rádiové frekvence |
| RIPRAN | Risk Project Analysis = riziková analýza projektu |
| TPM | Total Productive Maintenance = totálně produktivní údržba |
| TPS | Toyota Production Systém = výrobní systém společnosti Toyota |
| TQM | Total Quality Management = komplexní řízení kvality |
| ZP | Zlín Precision |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1. Nástroje a techniky štíhlé výroby (Vlastní zpracování dle Dennise, 2016, s. 26)..... | 18 |
| Obr. 2. PDCA cyklus (Vlastní zpracování dle Imaie, 2005, s. 22)..... | 19 |
| Obr. 3. Práce vs. muda (Vlastní zpracování dle Dennise, 2016, s. 30)..... | 21 |
| Obr. 4. Grafické znázornění prováděných interních a externích činností (Vlastní zpracování dle Mašina a Vytlačila, 2000, s. 214) | 30 |
| Obr. 5. Forma vizualizace uložení pracovních nástrojů a využití zarážky (Mašin a Vytlačil, 2000, s. 216) | 31 |
| Obr. 6. Princip upnutí jednou otáčkou, využití dorazů a paralelních operací (Tuček a Bobák, 2006, s. 121)..... | 32 |
| Obr. 7. Kontinuální doplňování materiálu (Mašin a Vytlačil, 2000, s. 217) | 32 |
| Obr. 8. Pozitivní spirála denního managementu (Vlastní zpracování dle Millera, Wroblewského a Villafuerta., 2017, s. 133)..... | 36 |
| Obr. 9. Ishikawa diagram (Vlastní zpracování dle Nováka, 2017, s. 57) | 41 |
| Obr. 10. Struktura nadnárodní skupiny (Interní materiály společnosti) | 44 |
| Obr. 11. Mapa s historickými daty skupiny (Interní materiály společnosti) | 46 |
| Obr. 12. Ukázka plastového výlisku zastříknutého dalším plastem s pohledovou částí (Interní materiály společnosti)..... | 48 |
| Obr. 13. Ukázka pohledového dílu (Interní materiály společnosti)..... | 49 |
| Obr. 14. Ukázka montovaného dílu (Interní materiály společnosti)..... | 49 |
| Obr. 15. Ukázka vstřikovacího lisu značky Arburg (ARBURG, [b.r.]) | 51 |
| Obr. 16. Montážní pracoviště (Interní materiály společnosti) | 53 |
| Obr. 17. Graf procentuální vytíženosti jednotlivých vstřikovacích lisů (Vlastní zpracování) | 55 |
| Obr. 18. Vybraná zařízení dle počtu přetypování za rok 2017 (Vlastní zpracování) | 56 |
| Obr. 19. Police pro výrobní dokumentaci (Vlastní zpracování)..... | 58 |
| Obr. 20. Výrobní dokumentace a technologická karta dílu (Vlastní zpracování) | 59 |
| Obr. 21. Přihrádky pro uložení flash disků (Vlastní zpracování) | 59 |
| Obr. 22. Basa s nářadím (Vlastní zpracování) | 60 |
| Obr. 23. Vychystané formy pro výrobu s označením a informačním listem (Vlastní zpracování) | 61 |
| Obr. 24. Prostor pro příslušenství (Vlastní zpracování) | 62 |

| | |
|--|----|
| Obr. 25. Umístění bedýnky s příslušenstvím k lisu (Vlastní zpracování) | 62 |
| Obr. 26. Schéma zapojení temperace formy (Vlastní zpracování) | 63 |
| Obr. 27. Struktura činností dle četnosti (Vlastní zpracování)..... | 65 |
| Obr. 28. SWOT analýza (Vlastní zpracování) | 70 |
| Obr. 29. SIPOC diagram (Vlastní zpracování) | 71 |
| Obr. 30. Ishikawa diagram (Vlastní zpracování) | 72 |
| Obr. 31. Procentuální vyjádření dílčích časů po identifikaci plýtvání (Vlastní zpracování) | 74 |
| Obr. 32. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů plýtvání (Vlastní zpracování)..... | 75 |
| Obr. 33. Grafické vyjádření zastoupení dílčích časů po prvních kroku metody SMED (Vlastní zpracování) | 76 |
| Obr. 34. Aktuální stav uložení greiferů v modré zóně (Vlastní zpracování)..... | 79 |
| Obr. 35. Původní standardní uložení nástrojů s využitím metody 5S (Interní materiály společnosti)..... | 80 |
| Obr. 36. Nevhodné uložení náradí během přetypování (Vlastní zpracování) | 80 |

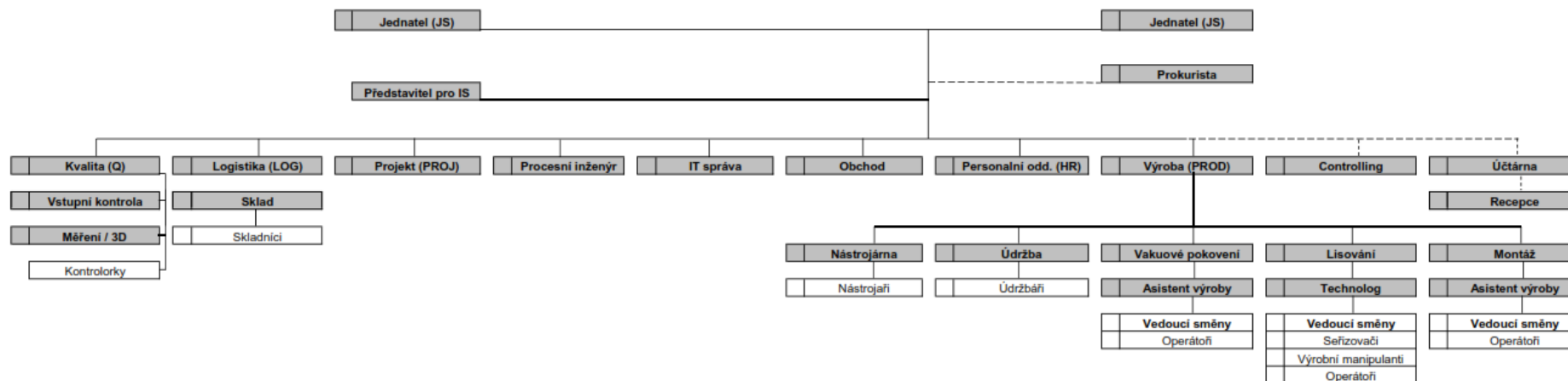
SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1. SWOT analýza (Vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012, s. 63)..... | 38 |
| Tab. 2. Tabulka první části rizikové analýzy RIPRAN (Vlastní zpracování dle Doležala, Máchala a Lacka, 2009, s. 79)..... | 39 |
| Tab. 3. Tabulka druhé části rizikové analýzy RIPRAN (Vlastní zpracování dle Doležala, Máchala a Lacka, 2009, s. 79)..... | 39 |
| Tab. 4. Tabulka určení verbálního hodnocení rizika (Vlastní zpracování dle Pivodové, 2017)..... | 40 |
| Tab. 5. Přehled vstřikovacích lisů (Interní materiály společnosti) | 50 |
| Tab. 6. Výsledné časy analýzy přetypování (Vlastní zpracování)..... | 74 |
| Tab. 7. Tabulka přehledu dílčích časů po identifikaci plýtvání (Vlastní zpracování) | 74 |
| Tab. 8. Tabulka přehledu dílčích časů po oddělení interních a externích činností (Vlastní zpracování) | 75 |
| Tab. 9. Přehled časů před a po aplikaci metody SMED (Vlastní zpracování) | 82 |
| Tab. 10. Přehled procentuálních úspor po aplikaci metody SMED (Vlastní zpracování) | 82 |
| Tab. 11. Celkový přehled finančního zhodnocení (Vlastní zpracování) | 85 |

SEZNAM PŘÍLOH

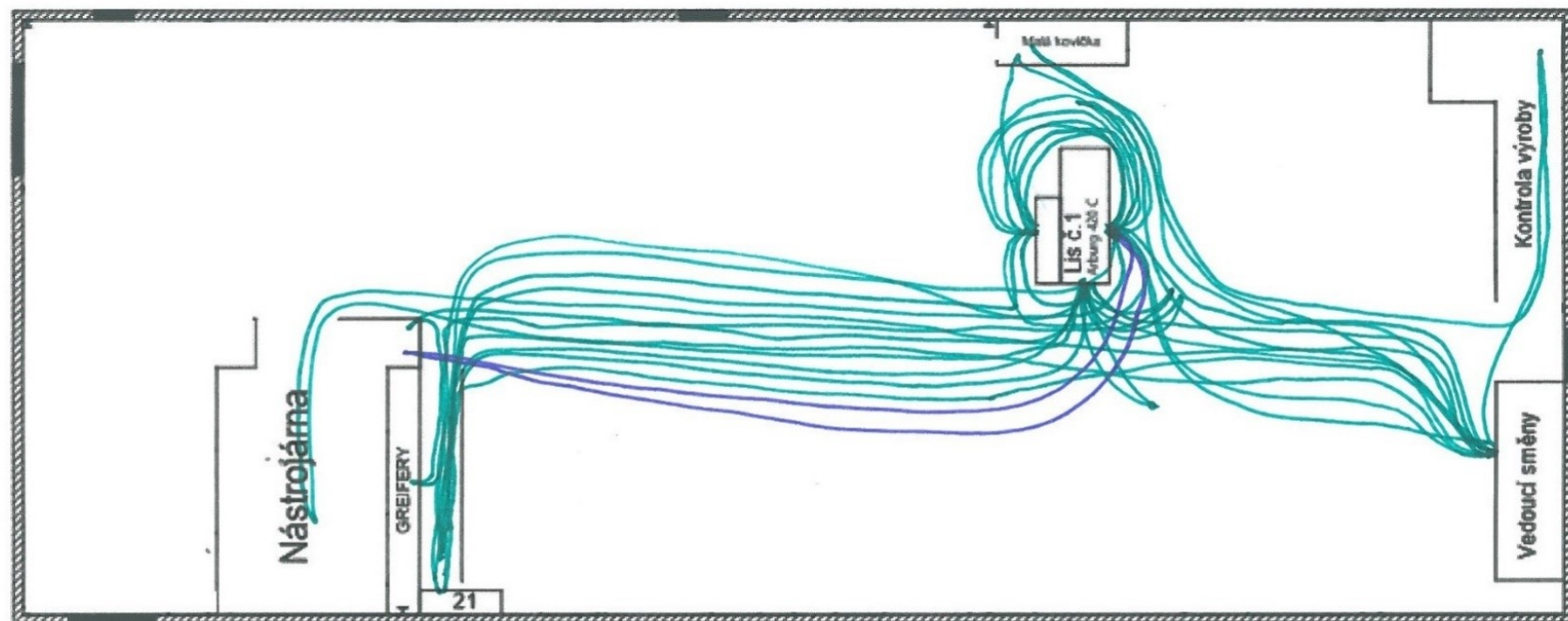
- P I Organizační struktura společnosti
- P II Spaghetti diagram
- P III Harmonogram projektu
- P IV Logický rámec projektu
- P V RIPRAN analýza
- P VI Současný stav přetypování na vstřikovacím lisu č. 1
- P VII První krok metody SMED
- P VIII Druhý krok metody SMED
- P IX Jízdní řád přetypování
- P X Seřizovací list

PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI



(Interní materiály společnosti)

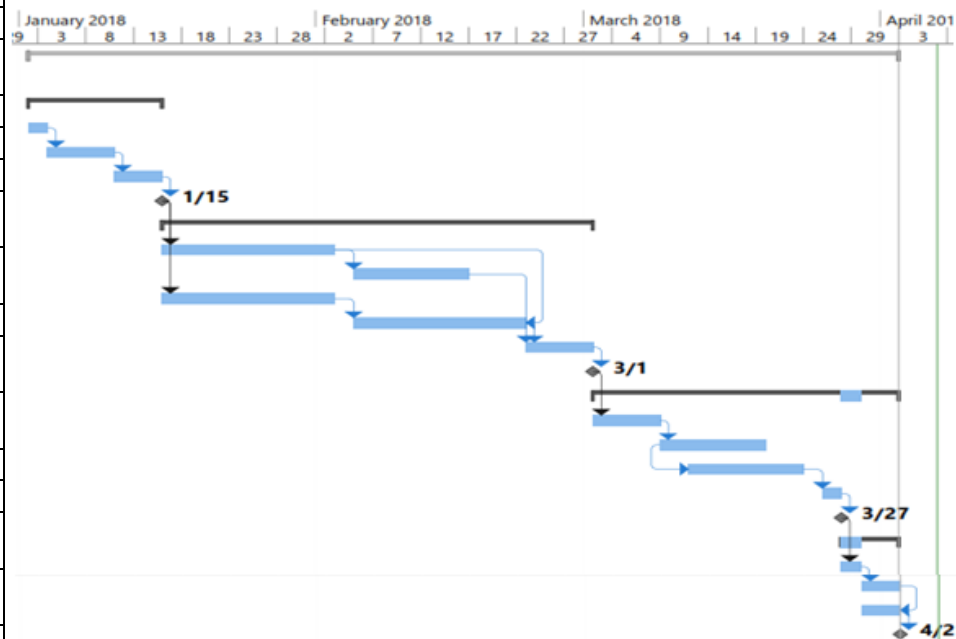
PŘÍLOHA P II: SPAGHETTI DIAGRAM



-  BUDOVA
-  DVEŘE
-  MĚŘÍTKO
- 21 PROSTOR PRO SEŘIZOVAČE

PŘÍLOHA P III: HARMONOGRAM PROJEKTU

| ID | Název činnosti | Délka trvání | Termín zahájení | Termín ukončení | Předcházející činnost |
|-----------|---|---------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 0 | Projekt aplikace metody SMED při výměně vstříkovací formy | 65 dny | 2.1.2018 | 2.4.2018 | |
| 1 | Přípravná fáze | 10 dny | 2.1.2018 | 15.1.2018 | |
| 2 | Sestavení projektového týmu | 2 dny | 2.1 | 3.1 | |
| 3 | Vytvoření časového harmonogramu | 5 dny | 4.1 | 10.1 | 2 |
| 4 | Výběr vstříkovacího lisu | 3 dny | 11.1 | 15.1 | 3 |
| 5 | Ukončení přípravné fáze | 0 dny | 15.1 | 15.1 | 4 |
| 6 | Analytická fáze | 33 dny | 16.1.2018 | 1.3.2018 | |
| 7 | Pořízení videozáznamu přetypování | 14 dny | 16.1 | 2.2 | 5 |
| 8 | Analyzování videozáznamu přetypování | 10 dny | 5.2 | 16.2 | 7 |
| 9 | Přímé pozorování přetypování | 14 dny | 16.2 | 2.2 | 5 |
| 10 | Analyzování přímého pozorování | 14 dny | 5.2 | 22.2 | 7FF+2 dnů, 9 |
| 11 | Vyhodnocení provedených analýz | 5 dny | 23.2 | 1.3 | 10,8 |
| 12 | Ukončení analytické fáze | 0 dny | 1.3 | 1.3 | 11 |
| 13 | Aplikační fáze | 22 dny | 2.3.2018 | 27.3.2018 | |
| 14 | Oddělení interních a externích činností | 5 dny | 2.3 | 8.3 | 12 |
| 15 | Převedení interních činností na externí | 7 dny | 9.3 | 19.3 | 14 |
| 16 | Návrh nového jízdního řádu | 10 dny | 12.3 | 23.3 | 15SS+1 den |
| 17 | Workshop projektového týmu | 2 dny | 26.3 | 27.3 | 16 |
| 18 | Ukončení aplikační fáze | 0 dny | 27.3 | 27.3 | 17 |
| 19 | Závěrečná fáze | 4 dny | 28.3.2018 | 2.2.2018 | |
| 20 | Zhodnocení navržených zlepšení | 2 dny | 28.3 | 29.3 | 18 |
| 21 | Prezentace výsledků projektu | 2 dny | 30.3 | 2.4 | 20 |
| 22 | Závěrečné zhodnocení | 2 dny | 30.3 | 2.4 | 21FF |
| 23 | Ukončení závěrečné fáze | 0 dny | 2.4 | 2.4 | 22 |



PŘÍLOHA P IV: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

| Strom cílů | Objektivně ověřitelné ukazatele | Zdroje informací k ověření | Rizika |
|---|--|--|--|
| Hlavní cíl: Zvýšení provozní kapacity výrobního zařízení | Počet odlisovaných zakázek a procentuální využitelnosti vstříkovacího lisu | Interní databáze společnosti, data oddělení controllingu | |
| Cíl projektu: Do konce března 2018 navrhnout způsob zkrácení průběžné doby výroby prostřednictvím zkrácení doby přetypování | Zkrácení času přetypování o 20 % | Záznamy o přetypování zařízení ve výrobním příkazu, interní databáze společnosti, data oddělení controllingu | |
| Výstupy: | Objektivně ověřitelné ukazatele | Zdroje informací k ověření | Nepřesné vstupní informace Vytvoření špatného jízdního řádu Nevhodná optimalizace jízdního řádu Nesprávně provedena analýza Ukončení výroby dílu, na kterém je analýza prováděna Nedodržení termínů dle harmonogramu Neochota spolupráce zaměstnanců bez podpory ze strany vedení společnosti Nedojde ke zkrácení času přetypování Projekt nepřinese očekávané úspory Chybně vyvozené závěry Nemožnost zpracování projektu |
| 1. Zpracovaná analýza současného stavu přetypování | Porovnání naměřených hodnot s vykázanými hodnotami v pracovních výkazech | Výsledky měření záznamy o přetypování ve výrobním příkazu nové standardy | |
| 2. Vyhodnocení analýzy, formulace doporučení | Nápravná opatření, výsledky analýzy | | |
| 3. Vytvořený nový jízdni řád | Zrychlené přetypování, uvolněná kapacita na stroji pro další zakázky | | |
| Aktivity: | Prostředky: | Časový rámec aktivit: | |
| 1.1 Přímé pozorování | Poznámky, naměřená data, interní data společnosti za rok 2017, videozáznam, seřizovači, pracovní postupy, náradí | leden - březen 2018 | |
| 1.2 Snímkování přetypování | | | |
| 1.3 Analýza činností | | | |
| 1.4 Rozdělení činností a eliminace plýtvání | | | |
| 2.1 Workshop se seřizovači | Pc, seřizovači, výsledky analýzy | březen 2018 | |
| 3.1 Návrh nového jízdniho řádu | Pracovní postupy, seřizovači, pc, poznámky, výsledky analýzy | březen 2018 | |
| 3.2 Zkouška nového jízdniho řádu | | | |
| Předběžné podmínky | | | |
| | | Spolupráce projektového týmu | Znalost problematiky |
| | | Přístup k potřebným informacím | Schválení projektu za strany vedení společnosti |

PŘÍLOHA P V: RIPRAN ANALÝZA

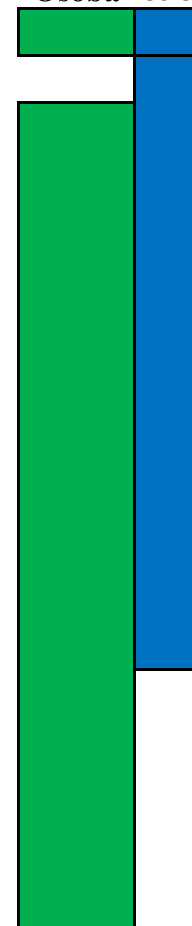
| ID | Hrozba | P-st hrozby | ID | Scénář | P-st scénáře | P-st celková | | Dopad | Hodnota rizika | Preventivní opatření |
|----|--|-------------|-----|---|--------------|--------------|----|-------|----------------|---|
| 1 | Nepřesné vstupní informace | 35% | 1.1 | Vytvoření špatného jízdního řádu | 55% | 19% | MP | SD | MHR | Akceptace rizika |
| 2 | Ukončení výroby na vstřikovacím lisu, na kterém je prováděna analýza | 40% | 2.1 | Nemožnost zpracování analýzy současného stavu přetypování | 75% | 30% | SP | VD | VHR | Zpracování analýzy výběru vstřikovacího lisu, který bude pro projekt stanovovat vstupní data, zajištění alternativního vstřikovacího lisu |
| | | | 2.2 | Nedodržení termínů dle harmonogramu projektu | 85% | 34% | SP | SD | SHR | Zajištění nových dat vypracováním analýzy pro alternativní stroj |
| | | | 2.3 | Ukončení projektu | 100% | 40% | SP | VD | VHR | Konzultace s managementem společnosti, zdůvodnění důležitosti projektu a jeho přínosů, pravidelná informovanost o průběžných výsledcích analýzy |
| 3 | Neochota spolupráce zaměstnanců | 30% | 3.1 | Zaměstnanci při snímkování zkreslují časy | 65% | 20% | MP | SD | MHR | Akceptace rizika |
| | | | 3.2 | Nedojde ke zkrácení průběžné doby výroby | 90% | 27% | SP | VD | VHR | Zdůvodnění důležitosti projektu a očekávaných přínosů, motivace zaměstnanců, pravidelné schůzky s projektovým týmem |
| 4 | Zaměstnanci nebudou dodržovat nový jízdní řád | 50% | 4.1 | Nedojde ke zkrácení průběžné doby výroby | 95% | 48% | SP | VD | VHR | Pravidelné schůzky projektového týmu, zainteresování managementu společnosti, motivace seřizovačů |
| 5 | Nedostatečná znalost problematiky | 45% | 5.1 | Nedojde k eliminaci plýtvání a zkrácení času přetypování | 90% | 41% | SP | SD | SHR | Konzultace diplomanta s vedoucím, dostudování odborné problematiky |
| 6 | Špatné plánování | 60% | 6.1 | Nedodržení termínů dle harmonogramu | 90% | 54% | SP | VD | VHR | Stanovení reálných termínů, kontrola plnění termínů, vytvoření časové rezervy v harmonogramu |

PŘÍLOHA VI: SOUČASNÝ STAV PŘETÝPOVÁNÍ NA VSTŘIKOVACÍM LISU Č. 1

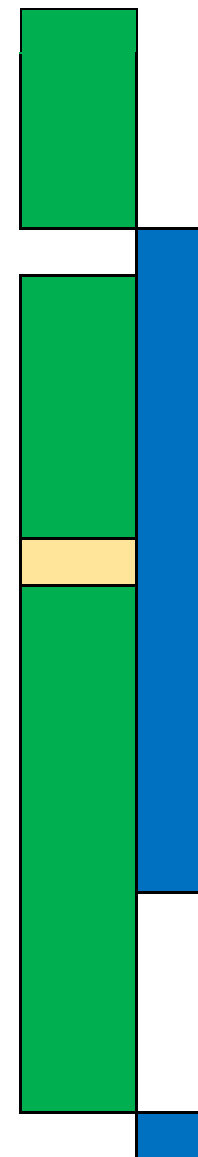
| ID | Činnost | Délka trvání [hod] | Interní / Externí | Práci provádí |
|----|--|--------------------|-------------------|---------------|
| 1 | Vylisování poslední kusů, odstavení lisu | 0:01:43 | externí | seřizovač |
| 2 | Chlazení formy | 0:26:07 | interní | lis |
| 3 | Čekání | 0:06:28 | interní | seřizovač |
| 4 | Prověření následující výroby | 0:00:18 | interní | seřizovač |
| 5 | Ukončení výrobního příkazu | 0:00:57 | interní | seřizovač |
| 6 | Příprava náradí | 0:01:45 | interní | seřizovač |
| 7 | Prověření připravenosti formy pro následující výrobu | 0:00:42 | interní | seřizovač |
| 8 | Hledání | 0:00:32 | interní | seřizovač |
| 9 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:00:49 | interní | seřizovač |
| 10 | Příprava příslušenství | 0:01:07 | interní | seřizovač |
| 11 | Hledání | 0:01:03 | interní | seřizovač |
| 12 | Úklid pracoviště | 0:03:56 | interní | seřizovač |
| 13 | Hledání | 0:01:47 | interní | seřizovač |
| 14 | Montáž | 0:01:12 | interní | seřizovač |
| 15 | Čekání | 0:05:31 | interní | seřizovač |
| 16 | Vypuštění temperačního okruhu | 0:01:46 | interní | seřizovač |
| 17 | Konzervace formy | 0:00:39 | interní | seřizovač |
| 18 | Demontáž formy | 0:09:13 | interní | seřizovač |
| 19 | Transport formy | 0:01:19 | interní | seřizovač |
| 20 | Transport formy | 0:01:22 | interní | seřizovač |
| 21 | Montáž | 0:03:38 | interní | seřizovač |

Časová osa

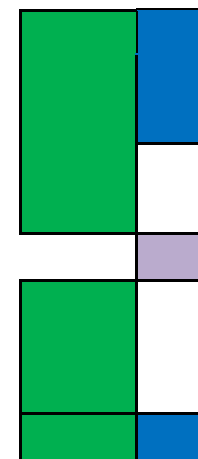
Osoba Stroj



| | | | | |
|----|----------------------------------|---------|---------|-----------|
| 22 | Nastavení programu | 0:00:23 | interní | seřizovač |
| 23 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:00:32 | interní | seřizovač |
| 24 | Příprava příslušenství | 0:01:58 | interní | seřizovač |
| 25 | Rozhovor pracovní | 0:00:33 | interní | seřizovač |
| 26 | Montáž | 0:10:40 | interní | seřizovač |
| 27 | Topení formy | 0:21:25 | interní | lis |
| 28 | Hledání | 0:01:16 | interní | seřizovač |
| 29 | Montáž | 0:05:22 | interní | seřizovač |
| 30 | Hledání | 0:01:04 | interní | seřizovač |
| 31 | Montáž | 0:09:17 | interní | seřizovač |
| 32 | Úklid nářadí | 0:01:41 | interní | seřizovač |
| 33 | Úklid příslušenství | 0:01:19 | interní | seřizovač |
| 34 | Odkonzervování formy | 0:01:33 | interní | nástrojář |
| 35 | Topení formy | 0:38:17 | interní | lis |
| 36 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:01:02 | interní | seřizovač |
| 37 | Kontrola připraveného materiálu | 0:00:45 | interní | seřizovač |
| 38 | Nastavení programu | 0:02:36 | interní | seřizovač |
| 39 | Příprava layoutu pracoviště | 0:01:02 | interní | seřizovač |
| 40 | Testování vlhkosti materiálu | 0:02:13 | interní | seřizovač |
| 41 | Čekání | 0:30:39 | interní | seřizovač |
| 42 | Čištění komory | 0:01:17 | interní | seřizovač |
| 43 | Nulování do referenční polohy | 0:00:33 | interní | seřizovač |
| 44 | Korekce programu | 0:02:29 | interní | seřizovač |
| 45 | Úprava layoutu pracoviště | 0:01:03 | interní | seřizovač |
| 46 | Seřízení | 0:04:38 | interní | seřizovač |
| 47 | Začátek lisování | 0:08:42 | interní | lis |



| | | | | |
|---------------------------------------|--|---------|---------|-----------|
| 48 | Vypsání výrobního příkazu | 0:00:24 | interní | seřizovač |
| 49 | Vypsání identifikačního lístku | 0:00:17 | interní | seřizovač |
| 50 | 1. kusy | 0:00:25 | interní | seřizovač |
| 51 | Odebrání dílů | 0:00:26 | interní | seřizovač |
| 52 | Odnesení dílů do pokovovacího zařízení | 0:01:30 | interní | seřizovač |
| 53 | Pokovení | 0:07:51 | interní | pokovení |
| 54 | Čekání | 0:07:51 | interní | seřizovač |
| 55 | Odnesení dílů výrobní kontrole | 0:00:58 | interní | seřizovač |
| 56 | Čekání na výrobní kontrolu - uvolňovací proces | 0:13:26 | interní | seřizovač |
| 57 | Uvolnění výroby | 0:00:43 | externí | lis |
| Celkový čas: | | 4:18:04 | | |
| Celkový čas bez uvolňovacího procesu: | | 4:04:38 | | |
| z toho interní: | | 4:02:12 | | |
| z toho externí: | | 0:02:26 | | |



Legenda:

| | |
|--|-----------|
| | seřizovač |
| | nástrojář |
| | lis |
| | pokovení |



PŘÍLOHA P VII: PRVNÍ KROK METODY SMED

| ID | Činnost | Délka trvání | Interní / Externí | Lze převést? | Nezbytná operace |
|----|--|--------------|-------------------|--------------|------------------|
| 1 | Vylisování poslední kusů, odstavení lisu | 0:01:43 | externí | - | ano |
| 2 | Chlazení formy | 0:26:07 | interní | částečně | ano |
| 3 | Čekání | 0:06:28 | interní | - | ne |
| 4 | Prověření následující výroby | 0:00:18 | interní | ano | ano |
| 5 | Ukončení výrobního příkazu | 0:00:57 | interní | ano | ano |
| 6 | Příprava náradí | 0:01:45 | interní | ano | ano |
| 7 | Prověření připravenosti formy pro následující výrobu | 0:00:42 | interní | ano | ano |
| 8 | Hledání | 0:00:32 | interní | - | ne |
| 9 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:00:49 | interní | ano | ano |
| 10 | Příprava příslušenství | 0:01:07 | interní | ano | ano |
| 11 | Hledání | 0:01:03 | interní | - | ne |
| 12 | Úklid pracoviště | 0:03:56 | interní | částečně | ano |
| 13 | Hledání | 0:01:47 | interní | - | ne |
| 14 | Montáž | 0:01:12 | interní | ne | ano |
| 15 | Čekání | 0:05:31 | interní | - | ne |
| 16 | Vypuštění temperačního okruhu | 0:01:46 | interní | ne | ano |
| 17 | Konzervace formy | 0:00:39 | interní | ne | ano |
| 18 | Demontáž formy | 0:09:13 | interní | ne | ano |
| 19 | Transport formy | 0:01:19 | interní | ne | ano |
| 20 | Transport formy | 0:01:22 | interní | ne | ano |
| 21 | Montáž | 0:03:38 | interní | ne | ano |

| | | | | | |
|----|--|---------|---------|----------|-----|
| 22 | Nastavení programu | 0:00:23 | interní | ne | ano |
| 23 | Prostudování výrobní dokumentace - opakovaně | 0:00:32 | interní | - | ne |
| 24 | Příprava příslušenství - opakovaně | 0:01:58 | interní | - | ne |
| 25 | Rozhovor pracovní | 0:00:33 | interní | - | ne |
| 26 | Montáž | 0:10:40 | interní | ne | ano |
| 27 | Topení formy | 0:21:25 | interní | částečně | ano |
| 28 | Hledání | 0:01:16 | interní | - | ne |
| 29 | Montáž | 0:05:22 | interní | ne | ano |
| 30 | Hledání | 0:01:04 | interní | - | ne |
| 31 | Montáž | 0:09:17 | interní | ne | ano |
| 32 | Úklid náradí | 0:01:41 | interní | ano | ano |
| 33 | Úklid příslušenství | 0:01:19 | interní | ano | ano |
| 34 | Odkonzervování formy | 0:01:33 | interní | ne | ano |
| 35 | Topení formy | 0:38:17 | interní | částečně | ano |
| 36 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:01:02 | interní | ano | ano |
| 37 | Kontrola připraveného materiálu | 0:00:45 | interní | ano | ano |
| 38 | Nastavení programu | 0:02:36 | interní | ne | ano |
| 39 | Příprava layoutu pracoviště | 0:01:02 | interní | ne | ano |
| 40 | Testování vlhkosti materiálu | 0:02:13 | interní | ano | ano |
| 41 | Čekání | 0:30:39 | interní | - | ne |
| 42 | Čištění komory | 0:01:17 | interní | ne | ano |
| 43 | Nulování do referenční polohy | 0:00:33 | interní | ne | ano |
| 44 | Korekce programu | 0:02:29 | interní | ne | ano |
| 45 | Úprava layoutu pracoviště | 0:01:03 | interní | ne | ano |
| 46 | Seřízení | 0:04:38 | interní | ne | ano |
| 47 | Začátek lisování | 0:08:42 | interní | ne | ano |

| | | | | | |
|----|--|---------|---------|-----|-----|
| 48 | Vypsání výrobního příkazu | 0:00:24 | interní | ano | ano |
| 49 | Vypsání identifikačního lístku | 0:00:17 | interní | ano | ano |
| 50 | 1. kusy | 0:00:25 | interní | ne | ano |
| 51 | Odebrání dílů | 0:00:26 | interní | ne | ano |
| 52 | Odnesení dílů do pokovovacího zařízení | 0:01:30 | interní | ne | ano |
| 53 | Pokovení | 0:07:51 | interní | ne | ano |
| 54 | Čekání | 0:07:51 | interní | - | ne |
| 55 | Odnesení dílů výrobní kontrole | 0:00:58 | interní | ne | ano |
| 56 | Čekání na výrobní kontrolu - uvolňovací proces | 0:13:26 | interní | ne | ano |
| 57 | Uvolnění výroby | 0:00:43 | externí | - | ano |
| | Celkový čas: | 4:18:04 | | | |
| | Celkový čas bez uvolňovacího procesu: | 4:04:38 | | | |
| | z toho interní: | 4:02:12 | | | |
| | z toho externí: | 0:02:26 | | | |

Legenda:

| | |
|---|---------------|
|  | lze převést |
|  | nelze převést |
| TEXT | plýtvání |

PŘÍLOHA P VIII: DRUHÝ KROK METODY SMED

| ID | Činnost | Délka trvání | Interní / Externí |
|----|--|--------------|-------------------|
| 1 | Vylisování poslední kusů, odstavení lisu | 0:01:43 | externí |
| 2 | Chlazení formy | 0:13:03 | interní |
| 3 | Prověření následující výroby | 0:00:18 | externí |
| 4 | Ukončení výrobního příkazu | 0:00:57 | externí |
| 5 | Příprava náradí | 0:01:45 | externí |
| 6 | Prověření připravenosti formy pro následující výrobu | 0:00:42 | externí |
| 7 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:00:49 | externí |
| 8 | Příprava příslušenství | 0:01:07 | externí |
| 9 | Úklid pracoviště | 0:02:15 | interní |
| 10 | Úklid pracoviště | 0:01:41 | externí |
| 11 | Montáž | 0:01:12 | interní |
| 12 | Vypuštění temperačního okruhu | 0:01:46 | interní |
| 13 | Konzervace formy | 0:00:39 | interní |
| 14 | Demontáž formy | 0:09:13 | interní |
| 15 | Transport formy | 0:01:19 | interní |
| 16 | Transport formy | 0:01:22 | interní |
| 17 | Montáž | 0:03:38 | interní |
| 18 | Nastavení programu | 0:00:23 | interní |
| 19 | Montáž | 0:10:40 | interní |
| 20 | Topení formy | 0:10:43 | interní |
| 21 | Montáž | 0:05:22 | interní |
| 22 | Montáž | 0:09:17 | interní |
| 23 | Úklid náradí | 0:01:41 | externí |
| 24 | Úklid příslušenství | 0:01:19 | externí |
| 25 | Odkonzervování formy | 0:01:33 | interní |
| 26 | Topení formy | 0:19:08 | interní |
| 27 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:01:02 | externí |
| 28 | Kontrola připraveného materiálu | 0:00:45 | externí |
| 29 | Nastavení programu | 0:02:36 | interní |
| 30 | Příprava layoutu pracoviště | 0:01:02 | interní |
| 31 | Testování vlhkosti materiálu | 0:02:13 | interní |
| 32 | Čištění komory | 0:01:17 | interní |
| 33 | Nulování do referenční polohy | 0:00:33 | interní |
| 34 | Korekce programu | 0:02:29 | interní |
| 35 | Úprava layoutu pracoviště | 0:01:03 | interní |
| 36 | Seřízení | 0:04:38 | interní |
| 37 | Začátek lisování | 0:08:42 | interní |

| | | | |
|--------------|--|-----------------|---------|
| 38 | Vypsání výrobního příkazu | 0:00:24 | externí |
| 39 | Vypsání identifikačního lístku | 0:00:17 | externí |
| 40 | 1. kusy | 0:00:25 | interní |
| 41 | Odebrání dílů | 0:00:26 | interní |
| 42 | Odnesení dílů do pokovovacího zařízení | 0:01:30 | interní |
| 43 | Pokovení | 0:07:51 | interní |
| 44 | Čekání na cyklus pokovovacího zařízení | 0:07:51 | interní |
| 45 | Odnesení dílů výrobní kontrole | 0:00:58 | interní |
| 46 | Uvolnění výroby | 0:00:43 | externí |
| Celkový čas: | | 2:30:20 | |
| | | z toho interní: | 2:15:07 |
| | | z toho externí: | 0:15:13 |

PŘÍLOHA P IX: JÍZDNÍ ŘÁD PŘETÝPOVÁNÍ

| ID | Činnost | Délka trvání | Interní / Externí |
|----|--|--------------|-------------------|
| 1 | Prověření následující výroby | 0:00:30 | externí |
| 2 | Kontrola připraveného materiálu | 0:00:45 | |
| 3 | Prověření připravenosti formy pro následující výrobu | 0:00:45 | |
| 4 | Prostudování výrobní dokumentace | 0:00:30 | |
| 5 | Příprava náradí | 0:01:00 | |
| 6 | Příprava příslušenství | 0:02:00 | |
| 7 | Úklid pracoviště | 0:02:00 | |
| 8 | Ukončení výrobního příkazu | 0:01:00 | |
| 9 | Vypsání identifikačního lístku | 0:00:20 | |
| 10 | Vylisování poslední kusů, odstavení lisu | 0:01:00 | |
| 11 | Chlazení formy | 0:13:00 | interní |
| 12 | Úklid pracoviště | 0:02:30 | |
| 13 | Montáž | 0:02:00 | |
| 14 | Vypuštění temperačního okruhu | 0:01:30 | |
| 15 | Konzervace formy | 0:00:30 | |
| 16 | Demontáž formy | 0:09:00 | |
| 17 | Transport formy | 0:01:20 | |
| 18 | Transport formy | 0:01:20 | |
| 19 | Montáž | 0:03:30 | |
| 20 | Nastavení programu | 0:00:30 | |
| 21 | Montáž | 0:10:00 | |
| 22 | Topení formy | 0:10:00 | |
| 23 | Montáž | 0:12:00 | |
| 24 | Odkonzervování formy | 0:01:00 | |
| 25 | Topení formy | 0:20:00 | |
| 26 | Nastavení programu | 0:02:00 | |
| 27 | Příprava layoutu pracoviště | 0:01:00 | |
| 28 | Testování vlhkosti materiálu | 0:02:30 | |
| 29 | Čištění komory | 0:01:15 | |
| 30 | Nulování do referenční polohy | 0:00:30 | |
| 31 | Úprava layoutu pracoviště | 0:00:30 | |
| 32 | Seřízení | 0:04:30 | |
| 33 | Začátek lisování | 0:07:00 | |
| 34 | 1. kusy | 0:00:30 | |
| 35 | Odebrání dílů | 0:00:30 | |
| 36 | Odnesení dílů do pokovovacího zařízení | 0:01:30 | |
| 37 | Pokovení | 0:07:30 | |

| | | | |
|----|--|-----------------|---------|
| 38 | Čekání na cyklus pokovovacího zařízení | 0:07:30 | |
| 39 | Odnesení dílů výrobní kontrole | 0:00:45 | |
| 40 | Uvolnění výroby | 0:00:30 | externí |
| 41 | Vypsání výrobního příkazu | 0:00:30 | |
| 42 | Úklid nářadí | 0:01:30 | |
| 43 | Úklid příslušenství | 0:01:30 | |
| | Celkový čas: | 2:19:30 | |
| | | z toho interní: | 2:05:40 |
| | | z toho externí: | 0:13:50 |

PŘÍLOHA P X: SEŘIZOVACÍ LIST

| SEŘIZOVACÍ LIST | | | | <i>Logo společnosti</i> | |
|------------------------|--|---------------------|--|-------------------------|--|
| Číslo dílu: | | Číslo formy: | | Číslo lisu: | |

Seznam nářadí:

| |
|--|
| |
|--|

Seznam příslušenství:

| |
|--|
| |
|--|

Speciální činnosti:

| |
|--|
| |
|--|