

Projekt aplikace metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti

Bc. Jakub Diblík

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Diblík**
Osobní číslo: **M14992**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

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

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na tematiku metody SMED a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické části a projektu.

II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav.
- Na základě analýzy vytvořte projekt aplikace metody SMED u vybraného stroje
- Zhodnoťte přínosy navrhovaného řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- ALDR-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.
KĚRKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lukáš Novák
Datum zadání diplomové práce: 15. prosince 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 17. dubna 2018

Ve Zlině dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že


- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k bezplatnému nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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/bakalářskou 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/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti má být důvodem k neobhajebání práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 13. 4. 2013

Jméno a příjmení: JAKUB DIBELÍK


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá využitím metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti. Celá práce je rozdělena na dvě části. První z nich je teoretická část, ve které jsou podrobně popsány základy průmyslového inženýrství, štíhlé výroby, metody SMED a dalších metod použitých v diplomové práci. Druhá z nich je praktická část, která začíná představením společnosti XY a následně provedenou analýzou současného stavu pracoviště a procesu přetypování na vybraném stroji. Na tuto část přímo navazuje projektová pasáž, která se zabývá samotnou aplikací metody SMED a jejím výstupem jsou návrhy na zlepšení současného stavu. V závěru projektové části jsou vyčísleny finanční a časové úspory, náklady a doba návratnosti projektu

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

ABSTRACT

The Master's thesis deals with use of the SMED method when changing the injection mould in a selected company. The Thesis is divided into two parts. First is the theoretical part where knowledge about industrial engineering, lean manufacturing, SMED method and other methods used in master thesis are described. The second part is practical and includes introduction of company XY, analysis of current state of the workplace and changeover process on the selected machine. This is followed by a project part which contains the actual SMED method application; the outputs of this part are suggestions for improvement of the current state. At the end of the master thesis, financial and time savings as well as the costs and investment return time are calculated.

Key words: SMED, lean manufacturing, industrial engineering, waste

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Lukáši Novákovi za odborné rady, připomínky a jeho drahocenný čas.

Dále bych chtěl poděkovat vedení společnosti XY za možnost zde zpracovat diplomovou práci a také všem zaměstnancům společnosti, kteří se podíleli na projektu.

V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat své rodině a přátelům, za podporu

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

OBSAH

OBSAH	7
ÚVOD	10
1 CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
TEORETICKÁ ČÁST	12
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
2.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	13
2.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
2.2.1 <i>Studium metod</i>	15
2.2.2 <i>Měření práce</i>	15
2.2.3 <i>Operační výzkum</i>	16
2.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	17
3 ŠTÍHLÝ PODNIK	19
3.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	20
3.2 PLYTVÁNÍ.....	21
3.3 PRODUKTIVITA	24
4 RYCHLÉ PŘETÝPOVÁNÍ	26
4.1 TRADIČNÍ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM.....	26
4.2 NOVÝ PŘÍSTUP K PŘETÝPOVÁNÍ	26
4.3 DEFINICE PŘETÝPOVÁNÍ.....	27
4.4 PLYTVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH A SEŘIZOVÁNÍ	28
5 METODA SMED	30
5.1 DESATERO RYCHLÉ ZMĚNY	30
5.2 POSTUP APLIKACE METODY SMED.....	31
5.2.1 <i>Oddělení externích a interních operací</i>	32
5.2.2 <i>Konverze interních operací na externí</i>	33
5.2.3 <i>Zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování</i>	34
5.3 PŘÍNOSY METODY SMED.....	36
5.4 RIZIKA PŘI ZAVÁDĚNÍ METODY SMED.....	36
6 DALŠÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	37
6.1 SPAGHETTI DIAGRAM.....	37
6.2 ISHIKAWŮV DIAGRAM	37

6.3	STANDARDIZACE	38
7	SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	40
	PRAKTICKÁ ČÁST	41
8	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	42
8.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI.....	42
8.2	HISTORIE SPOLEČNOSTI	43
8.3	FIREMNÍ DESATERO	44
8.4	VÝROBNÍ PROGRAM	44
8.5	PŘEDNÍ ZÁKAZNÍCI	45
8.6	VÝROBNĚ TECHNICKÁ ZÁKLADNA A POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE.....	45
8.6.1	<i>Technologie vstřikování.....</i>	<i>46</i>
8.6.2	<i>Technologie vyfukování.....</i>	<i>46</i>
8.6.3	<i>Technologie tvarování.....</i>	<i>47</i>
9	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA VSTŘIKOVNĚ.....	48
9.1	CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	48
9.2	ANALÝZA ČINNOSTÍ PŘETYPOVÁNÍ	50
9.3	ANALÝZA POHYBŮ OPERÁTORA	53
9.4	ISHIKAWŮV DIAGRAM.....	54
9.5	IDENTIFIKOVANÉ POTENCIÁLY NA ZLEPŠENÍ.....	56
10	PROJEKTOVÁ ČÁST	57
10.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	57
10.1.1	<i>Název projektu</i>	<i>57</i>
10.1.2	<i>Projektový tým</i>	<i>57</i>
10.1.3	<i>Cíle projektu</i>	<i>57</i>
10.1.4	<i>Harmonogram projektu.....</i>	<i>58</i>
10.2	SWOT ANALÝZA.....	58
10.3	LOGICKÝ RÁMEC	60
10.4	ANALÝZA RIZIK RIPRAN.....	62
11	APLIKACE METODY SMED.....	64
11.1	ODDĚLENÍ EXTERNÍCH A INTERNÍCH OPERACÍ.....	64
11.2	KONVERZE INTERNÍCH OPERACÍ NA EXTERNÍ.....	65
11.3	ZLEPŠOVÁNÍ ČINNOSTÍ V RÁMCI EXTERNÍHO A INTERNÍHO SEŘIZOVÁNÍ.....	70
12	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	77
12.1	ČASOVÉ ÚSPORY	77

12.2	FINANČNÍ ÚSPORY.....	77
12.3	NÁKLADY NA PROJEKT.....	78
12.4	DOBA NÁVRATNOSTI INVESTICE.....	79
ZÁVĚR.....		80
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		82
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		85
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		86
SEZNAM GRAFŮ.....		87
SEZNAM TABULEK.....		88
SEZNAM PŘÍLOH.....		89

ÚVOD

V dnešní době, je tržní prostředí neustále proměnlivé. Proto je pro každou společnost nesmírně důležité dosažení konkurenceschopnosti. Aby byl podnik konkurenceschopný, musí být rychlý a flexibilní v reakci na zákaznické požadavky. Moderní podniky se snaží o neustálé zvyšování produktivity, což vede ke snížení nákladů a efektivnějšímu využívání zdrojů. Vysoká produktivita je proto dnes chápána jako rozhodující faktor přežití na trhu.

Jedním z hlavních nástrojů pro dosažení vysoké produktivity je filozofie štíhlé výroby. Koncept štíhlé výroby byl vytvořen pro maximální využití zdrojů s minimálním plýtváním a náklady. Právě s plýtváním se pak setkáváme u přetypování strojů a výrobních linek, protože když stroj stojí a nevyrábí, tak nepřidává zákazníkovi žádnou hodnotu. Společnosti se proto snaží o zavádění rychlých změn, díky kterým se časy přetypování dají radikálně zkrátit. Jednou z metod průmyslového inženýrství zabývající se touto problematikou je metoda SMED.

Tato diplomová práce se věnuje aplikaci metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti XY. Společnost XY se zabývá výrobou plastových dílů pomocí technologií vstřikování, vyfukování a tvarování a jejich následnou povrchovou úpravou. Pro aplikaci metody SMED byla společností vybrána linka CZ 36 ENGEL 160/ROBOT. Jedná se o pilotní stroj společnosti a bude použit jako odrazový můstek pro aplikaci metody SMED na ostatních výrobních zařízeních na vstříkovně.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí, a to teoretické a praktické.

V teoretické části je vypracovaná literární rešerše, v níž jsou shrnuty všechny teoretické poznatky, jež byly využity jako základ pro zpracování praktické části. V první kapitole teoretické části je obecně představeno průmyslové inženýrství, dále následuje štíhlý podnik a metoda SMED.

Náplní praktické části je analýza současného stavu procesu přetypování a samotná aplikace metody SMED na lince CZ 36 ENGEL 160/ROBOT. Výstupem této části bude vypracování návrhů pro zlepšení současného stavu. V závěru praktické části budou vyčísleny finanční a časové úspory, náklady a doba návratnosti projektu.

1 CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce si klade za cíl snížení času seřízení na lince CZ 36 ENGEL 160/ROBOT. Konkrétním cílem je pak snížení času seřízení alespoň o 10 % a dosáhnout tak zlepšení současného stavu. Projekt je zadán managementem společnosti XY a je naplánován od ledna roku 2018 do konce dubna roku 2018. Doba přetypování bude snižována pomocí aplikace metody SMED.

Diplomová práce je členěna do dvou okruhů, které na sebe průběžně navazují. V každém z těchto oddílů jsou využity různé metody.

První okruh: teoretická část práce

Cílem teoretické části je zpracovat teoretické a metodické podklady, které budou využity jako základ pro praktickou část. Tohoto cíle dosáhneme zpracováním literární rešerše.

Druhý okruh: praktická část

Tento okruh se dělí na dvě části. První z nich je analytická část, ve které bude provedena analýza současného stavu procesu přetypování. Druhá je část projektová, kde provedeme samotnou aplikaci metody SMED a vyhotovíme návrhy na zlepšení současného stavu.

Metody, které budou použity:

- Videozáznam - pořízení videozáznamu procesu přetypování
- Spaghetti diagram – analyzování a znázornění chůze seřizovače
- Ishikawův diagram – diagram příčin a důsledků
- SWOT analýza – analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb projektu
- Logický rámec – pro stručný přehled projektového návrhu
- RIPRAN – riziková analýza, souhrn rizik ohrožující projekt
- Metoda SMED – metoda rychlých změn, snížení času přetypování

I. TEORETICKÁ ČÁST

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pojem průmyslové inženýrství pochází z anglického překladu termínu „industrial engineering“. Tento termín označuje obor, který je velmi mladý, neustále se vyvíjející a pružně reagující na změny, které se vyskytují v jeho okolí. Jde o velmi uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, které mají za cíl produkovat výrobky nebo poskytovat služby. Tato vědní disciplína se snaží o zajištění a podporu vysokého výkonu, spolehlivosti, vykonávání údržby, plnění plánů a řízení nákladů u výše zmíněných systémů a to v rámci celého cyklu výrobku nebo služby. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 77-78)

Spojené státy americké jsou považovány za kolébkou průmyslového inženýrství, odtud se pak tento vědní obor v průběhu jednoho století rozšířil po celém světě. Byl akceptován všemi vyspělými průmyslovými zeměmi, jako hlavní obor, který je důležitý pro růst produktivity a efektivity ve výrobě. Dle Mašína se přístupy v jednotlivých zemích napříč kontinenty příliš neliší, ale jako hlavní směry označuje tři „školy“ - americkou, německou a japonskou. Každá z těchto škol je postavená na stejném základu, který je označován jako zlatý fond, vedle kterého se vyskytují určité směry, na něž se pak daná škola více zaměřuje. (Mašín, 2000a, s. 79-80)

2.1 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr by měl upozorňovat ostatní inženýrské profese na to, že existuje něco jako podnikatelská realita. Další z úloh průmyslového inženýra je, že pomáhá překonávat vrstvy mezi managementem a liniovými pracovníky. Je to ten člověk, co říká, že produktivita se dá zvyšovat i jiným způsobem než zakoupením nového a hlavně drahého stroje. Průmyslový inženýr se musí umět dívat na problémy z nadhledu. (Košturiak, 2007)

Dnešní průmysloví inženýři řeší v podnicích především tyto oblasti:

- Štíhlá výroba
- Six Sigma
- Logistika
- Zlepšování procesů
- Měření a analýza práce
- Snižování nákladů a zvyšování produktivity (Průmyslové inženýrství, ©2012)

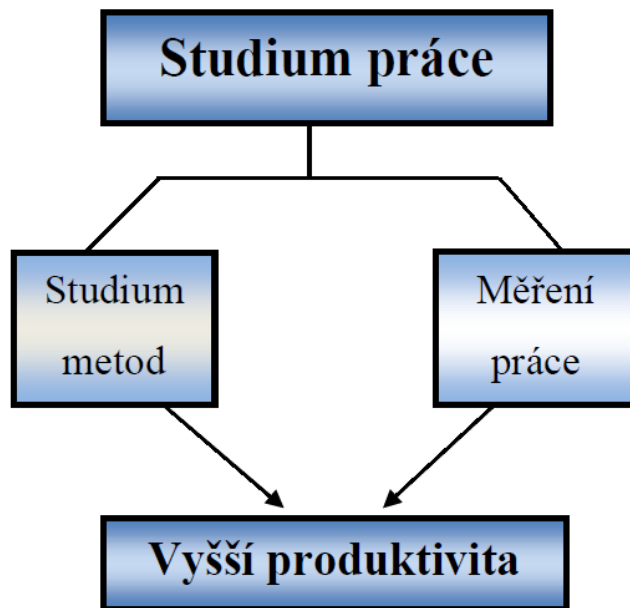
Mezi hlavní cíle průmyslového inženýra se řadí, dosahování vysokého zisku, produktivity, jakosti, odstraňování plýtvání a neustálé zlepšování procesů. Při snaze o jejich dosažení využívá, jak znalosti z oboru, tak znalosti z následujících oborů: výpočetní technika, management, humanitní a sociální vědy a technické vědy. Současně jsou nesmírně důležité komunikační schopnosti. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 86)

Deset rolí, které bude (může) hrát průmyslový inženýr:

- **Architekt** pracovišť s plynulým tokem. Vytváření systémů, které zajišťují vysokou efektivitu a produktivitu. Navrhování vzhledu pracovišť s nulovými ztrátami.
- **Pozorovatel** operací a procesů za účelem úplného a detailního pochopení procesu a případných potíží.
- **Reflektor** pravdy jako východiska pro zlepšování.
- **Moderátor** workshopů. Organizátor brainstormingů za účelem výměny zkušeností nebo nalezení problému.
- **Tvůrce** standardů. Vytváří a dbá na to, aby se dodržovaly standardy. Snaží se o vizualizaci, tak aby bylo vše srozumitelné.
- **Zastupitel** pracovníků. Správná ergonomie pracovišť.
- **Navigátor** budoucího stavu.
- **„Industrializátor“** administrativních procesů. Svět rutinní administrativní práce je podobný průmyslové výrobě.
- **Inovátor** pracovních procesů. Snaha o zabudování automatizace, případně o zapojení se do předvýrobních etap u zavádění nových výrobků.
- **Manžel** žijící v bigamii s dalšími obory a metodami. (Mašín, 2017)

2.2 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství se dělí na dvě odvětví, studium práce a operační výzkum. Záměrem studia práce, je co nejlepší využití lidské práce a materiálu, které má podnik k dispozici. Hlavním úkolem je shromažďování informací a ty pak dále využít ke zvýšení produktivity. Studium práce je hloubkovým studiem a dopomáhá ke zjištění skutečných aktivit lidí a strojů v podniku. Využívá techniky studium metod a měření práce. (Mašín a Vytlačil, 2000, s 89)



Obr. 1. Studium práce (vlastní zpracování na základě zdroje Mašín, Vytlačil, 2000, s. 90)

2.2.1 Studium metod

Pomocí studia metod můžeme jakoukoliv lidskou činnost rozdělit na jednotlivé elementy, které se následně dají analyzovat. Po důkladné analýze jsou tyto elementy buď zlepšeny, nebo eliminovány. Postup studie metod se skládá z těchto šesti následujících kroků:

1. Výběr práce pro studium
2. Zaznamenání všech potřebných dat
3. Kritické prověření těchto dat
4. Návrh pracovní metody, která bude více praktická, ekonomická a efektivní
5. Zavedení této metody jako standardní
6. Pravidelná kontrola tohoto standardu

Studium práce využívá záznamových prostředků, mezi které můžeme zařadit pohybové studie, procesní analýzu, dotazníky, popisnou analýzu, kontrolní listy, videozáznamy a fotografie. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 89-91)

2.2.2 Měření práce

Mašín říká (Mašín, 2005, s. 56), že měření práce je definované jako aplikace technik, vytvořených pro určení času potřebného k vykonání specifické práce kvalifikovaným pracovní-

kem, na definované hladině výkonu. Měření práce patří mezi velmi účinné nástroje pro zvýšení produktivity. Mezi výstupy procesu měření se řadí normy spotřeby času, které vyjadřují, jaké množství času potřebuje průměrný pracovník na vykonání dané činnosti.

Pro zdokonalování organizace v oblasti měření práce se využívá celá řada postupů:

- Hrubé odhady
- Kvalifikované odhady
- Využití historických údajů
- Časové studie, využití přímého měření
- Systémy předem určených časů (např. MOST, MTM)
- Metody vícestranného pozorování
- Počítačem měřené a vyhodnocované metody (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 92; Tuček, Bobák, 2006, s. 112)

2.2.3 Operační výzkum

Operační výzkum je vědní disciplína, která je založena na modelování úloh a technikách jejich řešení. Operační výzkum je možné uplatnit v případě koordinace vykonávaných operací v rámci určitého systému. Obecně lze tvrdit, že se jedná o disciplínu zaměřenou na zkoumání operací v rámci nějakého druhu systému. Největším problémem pro tuto disciplínu je, že vyžaduje kvalifikované odborníky. Mezi metody používané u operačního výzkumu patří: (Jablonský, 2007, s. 9)

- Síťové grafy - např. metody CPM, PERT, atd.
- Metody řešení sekvenčních úloh
- Metody matematické statistiky - např. regresní a korelační analýzy
- Metody hromadné obsluhy
- Metody teorie zásob
- Metody teorie obnovy a údržby - řeší problémy provozní spolehlivosti a pohotovosti strojů při minimalizaci nákladů. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 93-94)

2.3 Moderní průmyslové inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství vzniklo s ohledem na velmi nepravidelně se měnící prostředí. Z tohoto důvodu jsou v současnosti, pro zvyšování produktivity, využívány především moderní techniky průmyslového inženýrství. Tyto techniky vycházejí z praktických zkušeností těch nejlepších světových firem, především pak z výrobního systému japonské společnosti Toyota. Právě společnost Toyota je se svým výrobním systémem na vrcholu mezi všemi ostatními společnostmi využívajícími moderní průmyslové inženýrství. (Mašín a Vytlačil 2000, s. 95-96).

Programy moderního průmyslového inženýrství jsou soustředěny hlavně na:

- Zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení
- Zlepšení organizačních systémů
- Zvýšení dynamiky zlepšování procesů a odstraňování plýtvání
- Skutečné zajišťování jakosti, měření a hodnocení produktivity (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 95-97)

V rámci moderního průmyslového inženýrství se využívá mnoho metod a principů, např.:

- **5s** - Základní metoda využívaná v průmyslovém inženýrství pro dosažení trvale čistého, uspořádaného a přehledného pracoviště, disciplinovaných a kompetentních pracovníků.
- **Vizualizace** - Jednoduchá a přímočará metoda usnadňující komunikaci a sdílení informací v podniku, a tak přispívající k jednodušším, spolehlivějším, úspornějším a výkonnějším procesům. Cestou zviditelnování informací, a to jak žádoucích, tak i nežádoucích stavů, zlepšuje procesy a usnadňuje řízení a kontrolu.
- **TPM** - Moderní přístup k systému údržby zahrnující aktivity všech pracovníků firmy, zavádějící optimální podmínky provozu strojů a zvyšující stupeň využití strojů.
- **TOC** – Tato metoda průmyslového inženýrství je založená na principu zvyšování výkonnosti v úzkých místech systému. Poskytuje jednoduché nástroje pro zlepšování procesů a racionální rozhodování. V jednodušší podobě se jedná o mimořádně výkonný nástroj rozvoje firemního produkčního systému.
- **JIDOKA** - Základním principem je "nepokračuj ve výrobě vadného produktu", neboť náprava vadné produkce je rozsáhlým plýtváním. Výrobní zařízení a procesy

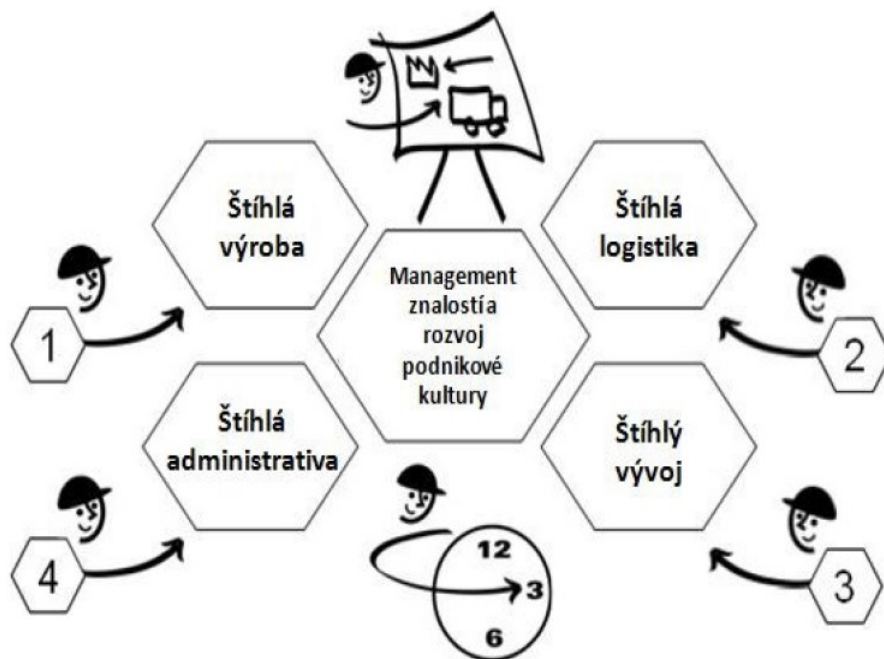
jsou přizpůsobeny tak, aby se při výskytu nedostatku v kvalitě produktu tento nedostatek nemohl ve výrobním systému dále šířit. Podstata problému je zachycována v místě vzniku, což umožňuje zjištění jeho skutečných příčin a rychlou nápravu.

- **POKA-YOKE** - Metoda zlepšování procesů, která zabraňuje výrobě vadných produktů, zranění osob a poškození stroje a je založena na předcházení chybám a využívá jednoduché technické prostředky a týmovou práci.
- **MOST** - Metoda normování a zlepšování ruční práce. Snižuje pracnost a omezuje zdravotní rizika při práci.
- **KANBAN** - Široce použitelná jednoduchá samoregulační logistická metoda pro řízení hmotných toků ve společnosti. Omezuje zbytečné zásoby a zvyšuje spolehlivost výrobního systému.
- **KAIZEN** - Jeden ze systémů průmyslového inženýrství, využívající trvalého zlepšování procesů a založený na každodenním zlepšování malými kroky.
- **Standardizace** - Univerzální metoda založená na principu nalézání a rozšiřování nejlepších praktik. Vyvinula se z jedné součásti metody 5S a dnes pomáhá vytvářet mnoho nástrojů na zlepšování procesů.
- **Rychlé změny - SMED** - Metoda dramaticky omezuje plýtvání časem při změnách výroby na výrobních strojích, linkách a montážních pracovištích. Zkracuje trvání prací plánované údržby, montáže a přípravy zakázek. (Ježek, 2014)

3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Základem štíhlého podniku je především pochopení lean filozofie, která se snaží o dosažení dlouhodobého růstu prostřednictvím poskytování přidané hodnoty zákazníkovi, společnosti a také ekonomickému okolí podniku s cílem snížit co nejvíce náklady, dobu dodávky produktu a zvýšení kvality, čehož by se mělo dosáhnout především eliminací plýtvání napříč celým podnikem. (Wilson, 2010, s. 59)

Ve štíhlém podniku by spolu měli úzce spolupracovat vývoj, výroba a její příprava, administrativa a logistika. Štíhlý podnik je komplexním systémem pracovníků v rámci štíhlé výroby se štíhlými pracovišti, štíhlé logistiky, štíhlé administrativy a štíhlého vývoje, čímž se dosahuje konkurenceschopnosti. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 20)



Obr. 2. Štíhlý podnik (Košturiak, 2012)

Původně byla tato metodologie uplatňována především v průmyslové výrobě. Postupem času však našla své uplatnění i v administrativě a ve službách. Při jejím uplatňování postačí ve většině případů používání logického myšlení a „selského rozumu“. (Chromjaková, 2013, s. 33)

Filosofie Lean vychází z těchto základních principů:

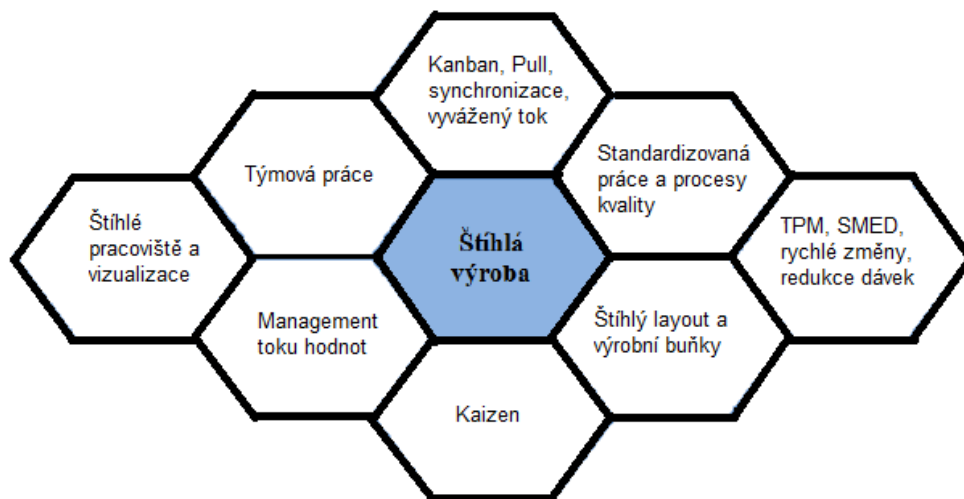
- stanovení hodnoty z pohledu zákazníka
- identifikace činností, které se na vytváření hodnoty podílejí
- procesy v pohybu
- procesy jsou řízeny potřebami zákazníka
- snaha o dokonalost
- problém je vnímán jako příležitost a řeší se tam, kde vznikl
- tahové řízení
- spolupráce
- minimalizace plýtvání
- maximalizace přidané hodnoty (Chromjaková, 2013, s. 33)

3.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je podle Chromjakové považována za souhrnný systém, zaměřený na změnu myšlení v oblasti organizace a řízení výroby. Velmi důležité je si uvědomit, jaký se skrývá potenciál ve zvyšování podílu složek, které zvyšují produktivitu a zároveň také vytvářejí přidanou hodnotu a efektivní podnikové procesy. Tento koncept není zaměřen jen na výrobní procesy, je velmi dobré, že se začíná zavádět i do administrativních a obslužných procesů. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)

Koncept štíhlé výroby byl vytvořen pro maximální využití zdrojů s minimálním plýtváním a náklady. Odstranění plýtvání a snižování nákladů je dosaženo pomocí nástrojů a technik štíhlé výroby. Celý tento koncept má kořeny v automobilovém průmyslu, kde je za největší vzor považován systém společnosti Toyoa. (ALOR-HERNANDEZ, 2016, s. 386)

Košturiak a Frolík (2006, s. 17) uvádí, že štíhlost podniku znamená: *„dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz. Šetřením však ještě nikdo nezbohatl, štíhlost je o zvyšování produktivity tím, že na dané ploše dokážeme vyprodukovat víc než konkurenti, že s daným počtem lidí a zařízení vyrobíme vyšší přidanou hodnotu než druzí, že v daném čase vyřídíme více objednávek, že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti spotřebujeme méně času. Štíhlost podniku je v tom, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí.“*



Obr. 3. Štíhlá výroba (Košturiak, 2012)

Za pomoci prvků štíhlé výroby (Obr. 3) se zaměříme na dva klíčové faktory. Prvním z nich je co nejlepší uspokojování potřeb zákazníka a druhým optimalizace procesů. Optimalizací procesů se rozumí zabránění plýtvání a to správným plánováním a dohledem nad spotřebou výrobních faktorů a to od vstupů, až po distribuci k zákazníkovi. V rámci optimalizace procesů se hodnotí všechny aktivity dané společností a to podle toho, zda jsou způsobilé vytvořit hodnotu, kterou je zákazník ochoten zaplatit, nebo hodnotu pro zákazníka nevytvářejí. Aktivity, které hodnotu pro zákazníka nevytvářejí, jsou označovány za plýtvání. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 89)

3.2 Plýtvání

Procesy v podniku jsou obvykle děleny na hodnototvorné a nehodnototvorné, můžeme ale toto členění rozšířit ještě o procesy, které přímo nevytváří žádnou hodnotu pro zákazníka, ale podporují procesy hodnototvorné. (Dennis, 2016, s. 20) Pro zvyšování efektivity výroby je, z hlediska průmyslového inženýrství, největším problémem skryté plýtvání. Toto plýtvání není snadné na první pohled identifikovat a odstranit, protože je většinou zastoupeno činnostmi, které je nutné v rámci celého pracovního postupu vykonat. Přitom by tyto činnosti mohly být redukovány, nebo dokonce eliminovány, prostřednictvím pracovních postupů, metod a organizace práce. Za skryté plýtvání můžeme označit činnosti, jako je kontrola dílů, manipulace s díly, výměna nástrojů, hledání, čekání, transport, apod. (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 46)

Dle Bauera (2012, s. 86) je nutné před samotnou eliminací plýtvání v podniku naučit pracovníky tři základní věci:

- **Vnímat plýtvání** - Vysvětlit a naučit pracovníky, jak rozpoznat procesy, které přidávají hodnotu a které hodnotu nepřidávají.
- **Identifikovat plýtvání** – Pracovníci by měli být schopni plýtvání hledat a pojmenovat, to znamená vytvářet povědomí o plýtvání.
- **Měřit plýtvání** – Jednoduše, co nemůžeme měřit, to nelze ani zlepšit.

Společnost Toyota klasifikuje plýtvání do sedmi skupit: nadvýroba, chybná výroba, čekání, vysoké zásoby, nepotřebné procesy, zbytečné pohyby a zbytečná doprava, k tomu Dennis (2016, s. 24) doplňuje, že k základním sedmi druhům plýtvání mohou být začleněny: nevyužitý potenciál pracovníků a špatná komunikace.

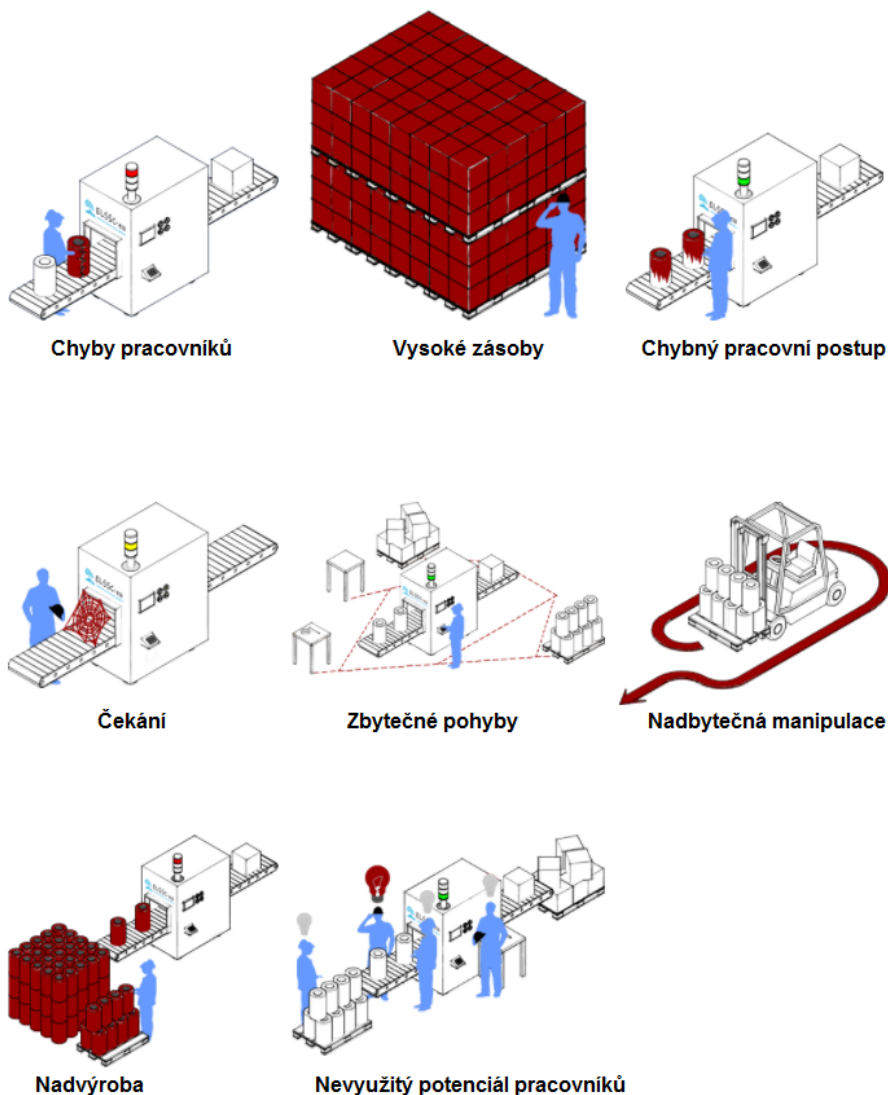
1. **Nadvýroba** – Je označována za jeden z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje vynaložení dalších prostředků na nadbytečné skladování a často i nadbytečnou práci na výrobcích, které nakonec nenaleznou koncového zákazníka. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 47)
2. **Vysoké zásoby** – Úroveň zásob můžeme přirovnat k vodní hladině. Když je úroveň hladiny zásob příliš vysoká, zakrývá pak problémy a co je horší, způsobuje další. Vysoké zásoby mají značný vliv na flexibilitu výroby a její plynulost, jsou nákladné, zabírají prostor, prodlužují manipulaci a dopravu. (Bauer, 2012, s. 27)
3. **Čekání** - Doba čekání pracovníka nebo stroje je čas, který může být využitý k vytváření hodnoty, což znamená vyrábění produktů, za které zákazník bude ochoten zaplatit. Je to zjevná forma plýtvání, kdy pracovníci čekají na materiál, stroj nebo informace, sledují práci stroje nebo čekají na opravu stroje. Plýtváním je rovněž čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby. Čekání lze eliminovat: změnou dávkové výroby na "tok jednoho kusu", vícestrojovou obsluhou, zjednodušením a standardizací materiálových a informačních toků, zvyšováním samostatnosti (autonomnosti) pracovníka při řešení nestandardních situací. (SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012)
4. **Nadbytečná manipulace** – Tento druh plýtvání spočívá v nadbytečném přesouvání objektů z jednoho místa na druhé, které není součástí dané výrobní operace. Jedná se tedy o ztráty způsobené opakovaným překonáváním zbytečné vzdálenosti. Nejčastě-

jším důvodem pro tento druh plýtvání je především špatné rozmístění výrobních zařízení v rámci celého závodu, případně špatné rozvržení celé výrobní haly. Důsledkem tohoto plýtvání jsou zvýšené náklady na manipulační techniku a dlouhé prostoje, kdy se čeká na přemístění. Řešením jsou projekty zabývající se zkrácením a údržbou logistických cest. (Burieta, 2013, s. 18)

5. **Chyby pracovníků** - Je to druh plýtvání, který může zapříčinit přerušení výroby, nebo to, že jsou nutné dodatečné opravy. Zmetky, které jsou produktem tohoto plýtvání je nutno velmi často vyhodit, a proto dochází k plýtvání cennými zdroji a prací. Vadné výrobky mohou také způsobit poruchy na strojích či linkách, což bývá velice nákladné. Tomuto se musí zamezit prioritně u vysokorychlostních zařízení, která vyrábí výrobky ve velice rychlém tempu. Proto by měla u takovýchto zařízení být obsluha vždy k dispozici a zařízení by měla být vybavena mechanismem, který v případě chyby stroj zastaví. (Imai, 2005, s. 81)
6. **Zbytečné pohyby** – U tohoto druhu plýtvání máme na mysli pohyby nepřímo spojené s přidáváním hodnoty, tj. chůze na pracovišti, zbytečná manipulace, uchopení předmětu jednou rukou a předávání do druhé, přeměrování, přesun produktů na pracoviště kontroly kvality, vážení, přesouvání materiálů mezi obsazenými stroji, podávání předmětů levou rukou z pravé strany a naopak, natahování se pro předměty. Velmi často se tento druh plýtvání objevuje u pracovišť, které jsou špatně uspořádaná se špatnou ergonomií. Jedná se o činnosti, které mohou být namáhavé, a to může vést k pracovním úrazům. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48)
7. **Neefektivní a nadbytečná práce** – Jedná se ve většině případů o činnosti, které se dělají navíc. Může to také znamenat, produkování produktu ve vyšší kvalitě než je požadováno. Často se tento druh plýtvání objevuje, když se špatně zachází s náčiním, nebo je špatné nastavení programů, chybně nadefinované postupy, špatná komunikace apod. Neefektivní a nadbytečná práce může být i způsobena tím, že společnosti nenaslouchají zákaznickým potřebám. (7 TYPES OF WASTE, 2016)
8. **Nevyužitý potenciál pracovníků** – Prvním a zásadním krokem v boji s plýtváním je dostatečné zaškolení a správná motivace zaměstnanců. Nevyužitý potenciál zaměstnanců je ve velké míře způsobem nezájmem o své zaměstnance. Ti pak nemohou naplno využít svůj potenciál. Zaměstnancům by mělo být umožněno podávat zlepšovací návrhy, protože to jsou právě oni, kdo mají s procesem největší zkušenosti

a vidí ho z jiného úhlu pohledu. Každý podnik by měl naslouchat svým zaměstnancům a nebrat je na lehkou váhu, podnik jinak přijde o možnosti využití schopností a dovedností pracovníků. (Burieta, 2013, s. 19)

Následující obrázek (Obr. 4) je shrnutím osmi druhů plýtvání.



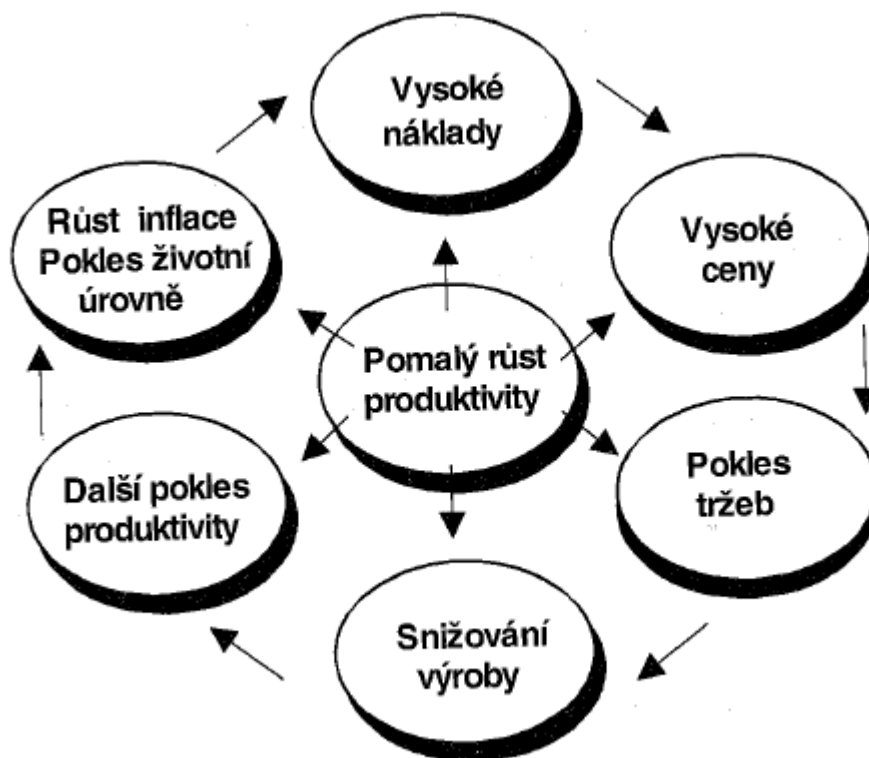
Obr. 4. 8 druhů plýtvání (Lean six sigma ©2015-2018)

3.3 Produktivita

Průmyslové podniky i společnosti zabývající se službami, se musí vypořádat se stále sílící konkurencí a větší potřebě využívat zdroje efektivněji. Proto je dnes vysoká produktivita chápána jako rozhodující faktor, který umožní podnikům přežít v rámci evropského a světového trhu. Hlavní roli při zvyšování produktivity hraje dosažení vysoké jakosti při nejnižších

nákladech. Řízení produktivity se tak stává novou hlavní strategií mnoha podniků. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-16)

Jak můžeme vidět na následujícím obrázku (Obr. 5), nízká úroveň produktivity nebo její pomalý růst má obrovský vliv na přežití jakékoliv ekonomické jednotky a výrazným způsobem zpomaluje růst životní úrovně obyvatel. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-16)



Obr. 5. Následky pomalého růstu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-16)

Na druhé straně řízení a zvyšování produktivity přináší podnikům následující výhody:

- Nižší ceny výrobků a služeb pro zákazníky, díky tomu, že v rámci zvyšování produktivity dochází ke snížení nákladů
- Efektivní využití zdrojů tak, že je při stále stejné spotřebě možné produkovat více výrobků nebo poskytovat více služeb
- Posilování podniku díky odstranění interních problémů
- Vyšší zisk, díky snížení nákladů
- Možnost poskytnout zaměstnancům vyšší mzdy a tím tak zvýšit jejich spokojenost, motivaci a životní úroveň (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-16)

4 RYCHLÉ PŘETÝPOVÁNÍ

Čas, který uplyne mezi výrobou posledního kusu jedné série a výrobou prvního kusu série nové, byl vždy označován za plýtvání. Abychom mohli dosáhnout větší produktivity, flexibility a konkurenceschopnosti podniku, je potřeba tuto formu plýtvání zredukovat na minimum. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 106) Pokud mají být spotřeba zdrojů a náklady sníženy, je potřeba využít jednu ze dvou následujících možností:

- Prodloužit dobu beze změny
- Zkrátit dobu změny (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 205 – 206)

4.1 Tradiční přístup ke změnám

Adam Smith byl zastáncem takzvaného tradičního přístupu, kdy se zaměřoval na první možnost. Konstatoval, že zisk z úspory času, získaného při přechodu od jedné činnosti k té druhé je mnohem větší než si napoprvé dokážeme představit. Jeho doporučení bylo amortizovat ztráty z výměn a seřizování pomocí větších výrobních dávek. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 205 – 206)

Základem tradičního přístupu ke změnám jsou tyto předpoklady:

- Seřizování je pro podnik nutným zlem
- Hlavní operace se staví před výměnu či přetypování, na které není kladen takový důraz
- Neexistuje firemní program zaměřený na změny a seřizování
- Doba změn a seřizování se důsledně neměří a nevyhodnocuje
- Seřizovat může jen zkušený seřizovač, který má dostatečně dlouhou praxi a kvalifikaci
- Během seřizování jsou operátoři zaměstnání náhradní prací (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 207)

4.2 Nový přístup k přetypování

V současnosti by taková výroba velkých dávek pro podniky znamenala finančně náročný způsob výroby, což by v konečném důsledku mohlo způsobit ztrátu konkurenceschopnosti. Právě proto se moderní společnosti orientují na maximální možné zkrácení doby změn a přetypování ve výrobě. Díky tomu jsou pak schopny vyrábět široký sortiment výrobků

v malých dávkách, při zachování efektivnosti a zajištění vysoké pružnosti v reakci na požadavky zákazníka. Nejvýznamnější metodou rychlých změn je metoda SMED (Mašín, 2004, s. 26-30)

Metoda SMED má obvykle dva základní cíle:

- Můžeme získat část kapacity stroje, která se ztrácí tím, že je stroj dlouze přestavován. Tento cíl má především smysl, jestliže je daný stroj úzkým místem.
- Zajistit rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý, což nám umožní výrobu v malých dávkách. Výrobou v malých dávkách můžeme dosáhnout vyšší pružnosti, nižší rozpracovanosti výroby a kratší průběžné doby ve výrobě. (SMED, © 2012b)

Moderní přístup k přetypování ve výrobě lze charakterizovat následujícími body:

- Pracovníci ve firmě jsou zaškoleni a vykonávají přetypování s minimální časovou odchylkou od standardní doby trvání
- Přetypování se provádí vždy stejným způsobem a především podle standardizovaného postupu
- Výsledek každého přetypování je vždy stejný
- Přetypování se provádí jednodušeji a také rychleji, pokud jsou využity různé přípravy, pomůcky a nářadí
- Vždy je zajištěna organizace práce při přetypování, což znamená, že všichni pracovníci mají jasné instrukce a ví, co mají dělat. (Kormanec, 2007)

4.3 Definice přetypování

Čas seřizování (čas přestavby) můžeme definovat jako čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu, dále na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí, nastavení a doladění jednotlivých parametrů procesů, zkušební běhy, až po vyrobení prvního dobrého kusu. Postup přetypování vychází z detailní analýzy seřízení, která se vykonává pozorováním na pracovišti. Radikálního zkracování času přestavby z několika hodin na několik minut nelze dosáhnout okamžitě, ale postupně se změnou organizace přestavby, standardizací postupu seřízení, školením a tréninkem týmu, speciálními pomůckami a nářadím a také technickými úpravami stroje. Tato metoda se používá především na pracovištích, která jsou úzkými místy. Metoda SMED je často i součástí programu TPM. Obecně můžeme říci, že program redukce časů na seřízení je využitelný všude tam, kde se seřízení provádí často

a časy na seřízení představují významné ztráty z kapacity linky nebo stroje. (SMED, © 2012b)



Obr. 6. Definice pojmu seřízení (SMED, © 2012b)

Seřizování strojů se liší podle typu zařízení a typu operace. Obecně však lze říci, že se skládá z následujících kroků:

- příprava a kontrola nástrojů a materiálu (30 % času),
- montáž a výměna přípravků a nástrojů (5 % času),
- samotné seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15 % času),
- vyzkoušení a následné úpravy (50 % času).

Společnosti se začínají věnovat programu rychlých změn především, když nastanou následující situace:

- Potřeba radikálně omezovat výrobní dávky
- Velká ztráta kapacity, což je způsobeno častým přestavováním zařízení, která jsou úzkými místy. (SMED, © 2012b)

4.4 Plýtvání při změnách a seřizování

Možnost rychlejších a efektivnějších výměn vychází z toho, že často už první hrubá analýza s využitím technik a metod průmyslového inženýrství odhalí, jak mnoho se při změnách a seřizování plýtvá. Především se pak jedná o plýtvání časem, o který je pak prostoj stroje či zařízení delší. Jako příklady bychom mohli uvést: (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 210)

- Transport nástrojů a dílů po zastavení stroje
- Hledání náradí a dílů všude možné po pracovišti: brašny, kufříky, skříně apod.
- Drobné opravy na novém nástroji a to až v průběhu změny
- Zbytečná chůze pro „něco“
- Zbytečné a dlouhé čekání u stroje, který je již seřízený, než se uvolní výroba
- Pozorování práce druhého pracovníka

- Příprava prostoru až po tom, co se stroj zastaví
- Zbytečné přestávky na kávu, cigaretu či záchod během přetypování (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 210)

Vedle tohoto zjevného plýtvání časem se dost často objevuje i plýtvání skryté. Pokud budeme chtít plýtvání časem při změnách rozdělit, pak jej můžeme rozdělit do následujících čtyř skupin:

- Plýtvání při přípravě na změnu - seřizovač hledá pomůcky, nástroje, kontroluje pracovní postupy apod.
- Plýtvání při montáži a demontáži - čekání na ostatní pracovníky, povolování a utahování šroubů s mnoha závity apod.
- Plýtvání při doseřizování a zkouškách – dlouhé centrování, kalibrace, ladění nepřesností
- Plýtvání při čekání na zahájení výroby – čekání na pracovníka nebo na spuštění stroje, kontrola testovacích výrobků apod. (Košturiak a Gregor, 2002, s. E/1-4)

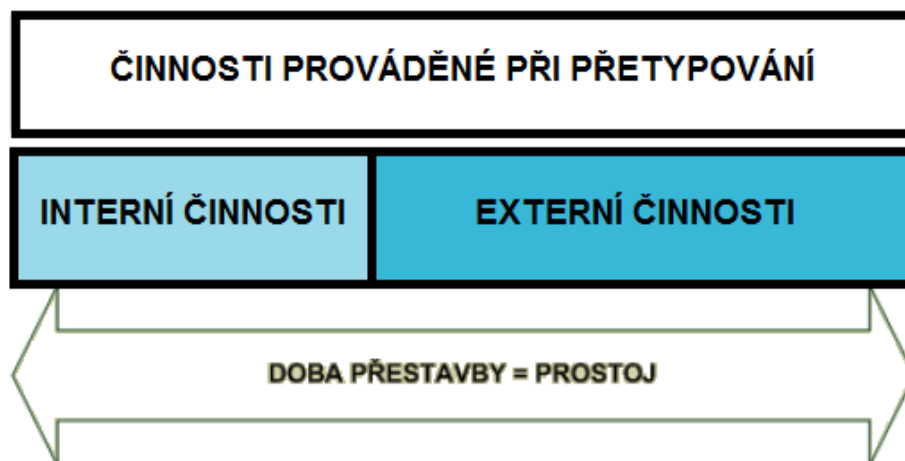
5 METODA SMED

Název metody SMED pochází z anglické zkratky (Single Minute Exchange of Dies), toto se dá volně přeložit jako „výměna nástroje do deseti minut“. Metoda SMED je jedním z elementárních nástrojů průmyslového inženýrství, jejímž hlavním cílem je snížit čas přestavby a strojního zařízení. Aplikací této metody, dochází ve výrobě k výraznému snížení plýtvání. (Shingo, 1985, s. 25)

Geniálně přistoupil k otázce zkracování času seřízení a změny jeden z otců a zakladatelů proslulého výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo. Který tvrdí, že pomocí metody SMED, s využitím technických a organizačních opatření, lze zredukovat čas výměny či seřízení na 1/50 původní doby. Jestliže tedy například původní prostoj byl 4 hodiny, dokážeme ho zredukovat na 4 minuty. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 212)

Základní myšlenka pozdějšího systému SMED – operace seřizování je nutné rozdělit na dvě základní kategorie:

- Interní operace – tyto operace mohou být prováděny pouze při zastavení stroje
- Externí operace - tyto operace mohou být prováděny i při chodu stroje (např. doprava do skladu, přesun do „přípravné pozice“ apod.) (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 214)



Obr. 7. Rozdělení operací na interní a externí (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 214)

5.1 Desatero rychlé změny

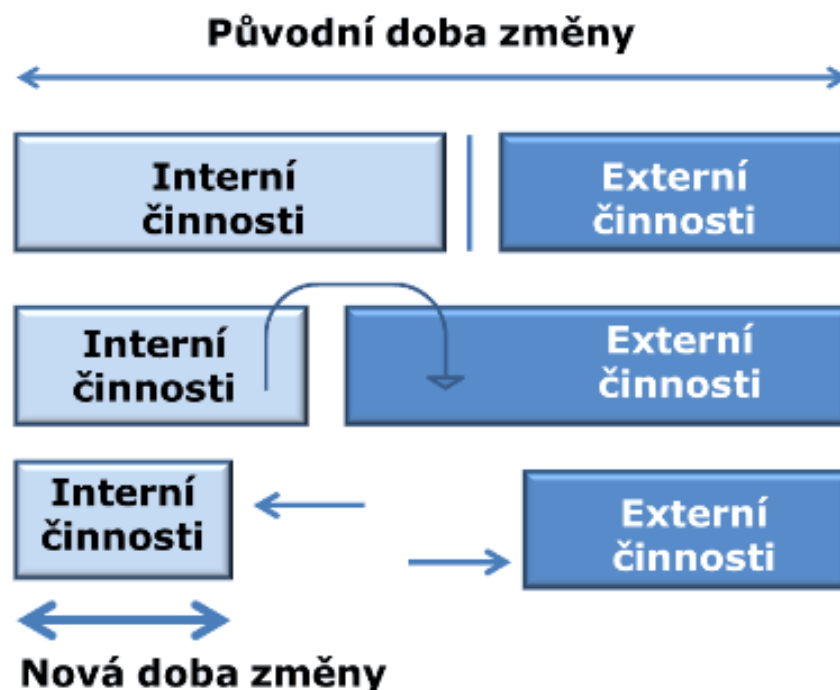
1. Výměna a seřizování je plýtvání.
2. Nikdy neříkej „je to nemožné“.

3. Zkrácení času seřízení je práce týmu.
4. Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.
5. Standardizuj proces seřízení.
6. Připrav pomůcky a nástroje předem.
7. Při výměně se pohybují ruce a ne nohy.
8. Šrouby jsou nepřátelé - otočení každého závitu stojí čas - využij přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychle upínací pomůcky.
9. Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.
10. Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává. (Košturiak a Frolík 2006, s. 109-110)

5.2 Postup aplikace metody SMED

Postup aplikace metody SMED se dělí dle Tučka a Bobáka (2006, s. 120) na tyto tři po sobě následující kroky (Obr. 8)

- Oddělení externích a interních operací
- Konverze interních operací na externí
- Zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování



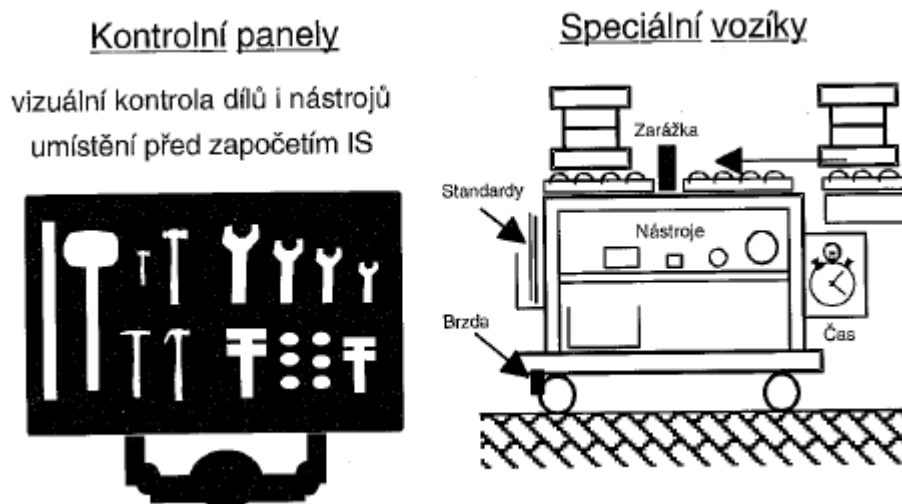
Obr. 8. Tři kroky metody SMED (SMED, © 2012b)

Ve fázi příprav, kdy plánujeme, jak uplatnit systém SMED, musíme podrobně studovat a analyzovat skutečné provozní podmínky, v kterých jsou interní a externí operace směřovány. Dost často se stává, že co může být provedeno jako externí seřizování, je prováděno jako interní a proto pak narůstají prostoje strojů. Pro tuto analýzu je tedy velmi vhodné použít jak klasické přístupy průmyslového inženýrství (např.: studium metod a měření práce), tak i strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Vůbec nejlepší metodou pak je natočení video záznamu celého postupu seřízení stroje, který je vhodný ukázat také zainteresovaným pracovníkům. Poskytnutí možnosti pracovníků vyjádřit se k dané problematice je vždy velmi významným zdrojem námětů pro zlepšování celého procesu. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 215-216)

5.2.1 Oddělení externích a interních operací

V prvním kroku aplikace metody SMED je nejdůležitější rozlišit a separovat operace interního a externího seřizování. Interní činnosti jsou takové činnosti, které můžeme provádět pouze v době, kde je strojní zařízení zastavené. Můžeme sem zařadit povolení a upínání pohyblivých částí stroje, nasazení formy do lisu apod. Naopak externí činnosti lze vykonávat i za běhu strojního zařízení. Mezi takovéto činnosti můžeme zařadit přípravu nástrojů, manipulaci s materiálem atd. (SHINGŌ, 1989, s. 22)

Prostředky pro naplnění prvního kroku jsou uvedeny na obrázku níže (Obr. 9).

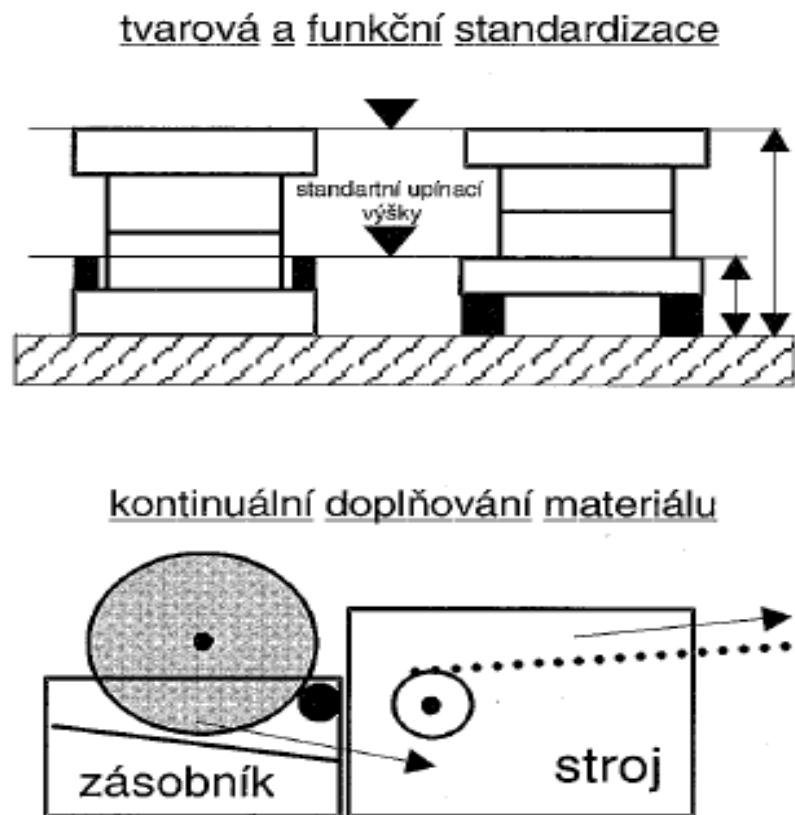


Obr. 9. Prostředky pro první krok SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

5.2.2 Konverze interních operací na externí

Vzhledem k tomu, že i přes často významné snížení doby seřizování při aplikaci prvního kroku metody SMED nejsou většinou splněny „japonské“ nároky, a proto systém metody SMED pokračuje druhou fází, při které dochází k dalšímu zvyšování produktivity při seřizování. Hlavním prostředkem pro redukcí spotřeby času je konverze interních činností na externí. Při hledání cest, jak tuto konverzi co nejlépe provést, analyzujeme možnosti uplatnění procedur, které jsou jinak prováděny až po zastavení stroje, či strojního zařízení. Může se jednat o např. externí předehřev matric, kontinuální doplňování materiálu, předseřizování nástrojů apod. Operace prováděné ve stávajícím stavu jako interní, můžeme dost často konvertovat na externí, pomocí prověření jejich skutečné funkce. V této fázi je opravdu důležité zaměřit se na nové postupy, které nejsou svázány zvyklostmi provozu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)

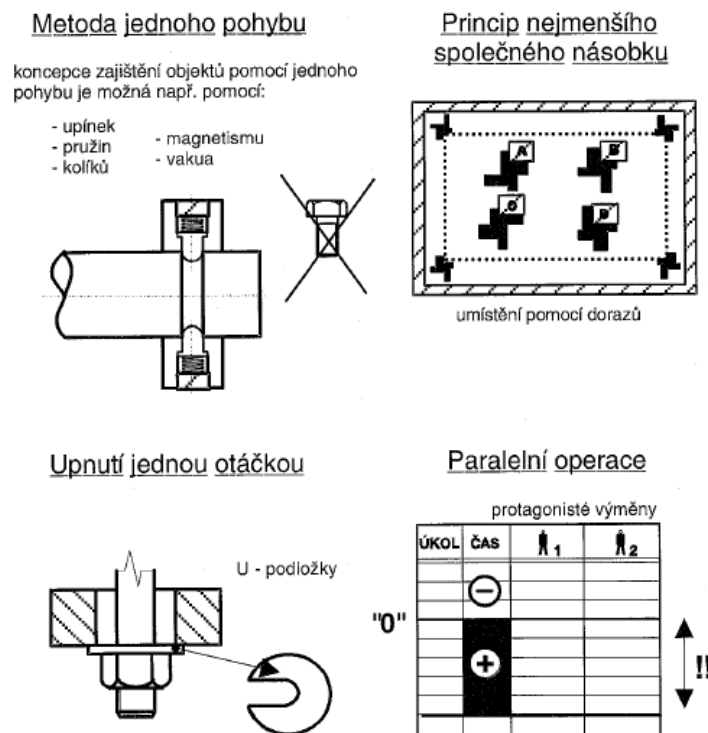
Možné prostředky pro naplnění druhé fáze jsou uvedeny na obrázku níže (Obr. 10).



Obr. 10 Příklady konverze interního seřizování na externí
(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)

5.2.3 Zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování

I když je možné se pomocí aplikování předchozích dvou kroků, dostat na úroveň „minutových výměn nástrojů“, je ve většině případů nutné provést ještě krok třetí. Tento krok spočívá v silné koncentraci na jednotlivé operace a jejich detailní analýzu i následné zlepšování. Může sem zařadit např. rychlejší způsoby upínání nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů a eliminaci činností (Obr 11.). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)



Obr. 11. Prostředky pro zkrácení doby interních činností (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 218)

Rozšířený postup zavádění změn, dle Kormanec (2008, s. 27-39)

1. Identifikace úzkého místa

Pro aplikování metody SMED je vhodné vybrat stroj nebo výrobní linku, který je z hlediska pracnosti a časové náročnosti nejnáročnější. (Kormanec, 2008, s. 27)

2. Videosnímky přetypování

Zaznamenání celého procesu přetypování pomocí videokamery. Existují dva druhy seřízení - jednoduché a složité. U jednoduchého je pouze jeden seřizovač, který je nahráván na videokameru a v nejlepším případě komentuje všechny své činnosti.

Díky tomu jsme pak schopni vyhotovit analýzu procesu rychleji a snadněji. Druhou možností je, když na výrobní lince pracuje hned několik seřizovačů najednou, pak se musí nahrávání videozáznamu dobře naplánovat, tak aby byl celý proces důkladně zaznamenán.

3. Analýza videozáznamu

Při analýze videozáznamu si podrobně rozkouskujeme celé přetypování na jednotlivé operace, tak jak jdou postupně za sebou. Ke každé činnosti je pak přiřazena délka trvání a u složitějších přestaveb i počet pracovníků. V rámci analýzy se také rozdělí činnosti na interní a externí. (Kormanec, 2008, s. 30)

4. Realizace metody SMED

Po důkladné analýze videozáznamu, přichází na řadu samotná aplikace jednotlivých kroků metody SMED. Projektový tým postupně projde všechny činnosti a zamýšlí se nad tím, jak je vykonávat efektivněji, s co nejvyšší přidanou hodnotou a co nejnižší spotřebou času. U každé činnosti se kladou tyto otázky:

- Jedná se o interní nebo o externí činnost?
- Jestliže je interní, jak dosáhneme konverze na externí?
- Jestliže je interní a nelze převést na externí, jak dosáhneme jejího zkrácení?
- Jestliže je externí, jak dosáhneme snížení času? (Kormanec, 2008, s. 31-32)

5. Definice a realizace nápravných opatření

Pokud chceme původní proces změnit k lepšímu, musíme některé činnosti pozměnit nebo úplně nahradit jinými. (Kormanec, 2008, s. 32)

6. Trénink nového postupu přetypování

Hlavním cílem tréninku je zjistit, jestli je vůbec nový způsob přetypování reálný v praxi a zda je efektivní. Především se pak jedná o ověření použitelnosti pomůcek a přípravků a možnosti umístění nástrojů na pracovišti. Dále se pak měří navrhované časy činností a provádí se případné úpravy navrhovaného postupu. (Kormanec, 2008, s. 33)

7. Standardizace postupu přetypování

Sestavení nového pracovního postupu, podle kterého bude proces přetypování prováděný. Ten zaručí, že proces přetypování bude prováděn všemi seřizovači stejným způsobem a co je hlavní, se stejným výsledkem. (Kormanec, 2008, s. 37-39)

5.3 Přínosy metody SMED

Díky aplikaci metody SMED můžeme pozorovat tyto změny:

- Vylepšení výrobního procesu zdokonalenou organizací, pořádkem, komunikací apod.
- Snížení ztrát kapacity stroje
- Snížení průběžné doby seřízení
- Snížení průběžné doby výroby
- Zlepšení jakosti
- Redukce chyb při seřízení
- Zvýšení bezpečnosti práce
- Snížení počtu zásob
- Zapojení obsluhy strojů do seřizování (Košturiak a Frolík 2006, s. 114)

5.4 Rizika při zavádění metody SMED

Mezi největší rizika aplikace metody SMED patří:

- Špatný výběr procesů – operace a stroje, které nejsou úzkým místem nebo operace, které se vykonávají jen zřídka.
- Velmi nízké cíle – např. snížení času ze 120 minut na 115 minu. V mnoha případech se snižují časy na seřízení až několik let, přičemž každý rok se dosáhne přibližné časové úspory 5 - 10%.
- Projektový tým dosáhne zkrácení času během workshopu, ale proces se následně nestandardizuje a nevyhodnocuje – proto nejsou dosahovány výsledky z workshopu.
- Finance - např. duplikátní nástrojové hlavy pro externí seřízení, rychloupínače, dostupnost náradí apod.
- Nezapojení obsluhy strojů – akceptace zavedených změn je pak velmi nízká. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 114-115)

6 DALŠÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

V této kapitole jsou popsány další metody využití v diplomové práci.

6.1 Spaghetti diagram

Jedná se o nástroj průmyslového inženýrství, který spadá pod časové studie. Podle jeho zaměření ho můžeme zařadit do oblasti normování práce. Spaghetti diagram zachycuje převážně pohyb pracovníka, ale pohyb pracovníka není jedinou věcí, kterou můžeme sledovat. Lze totiž sledovat i tok materiálu v procesu výroby nebo logickým řetězcem, tok energií a v neposlední řadě tok informací napříč daným procesem, oddělením nebo celou firemní strukturou. Toto měření zachycuje dané toky vždy v jen jistém časovém období. (Spaghetti diagram, ©2018)

Při sledování pracovníka se do předem připraveného layoutu zachycují veškeré jeho pohyby. Díky této technice můžeme dosáhnout zlepšení pracovních procesů, respektive výstupy z těchto analýz dopomohou odhalit činnosti, které nepřidávají hodnotu ani podstatu jejich vzniku. Mezi hlavní důvody pro uplatnění této metody řadíme definování normo-časů a podklady k vyjádření neefektivnosti. (Spaghetti diagram, ©2018)

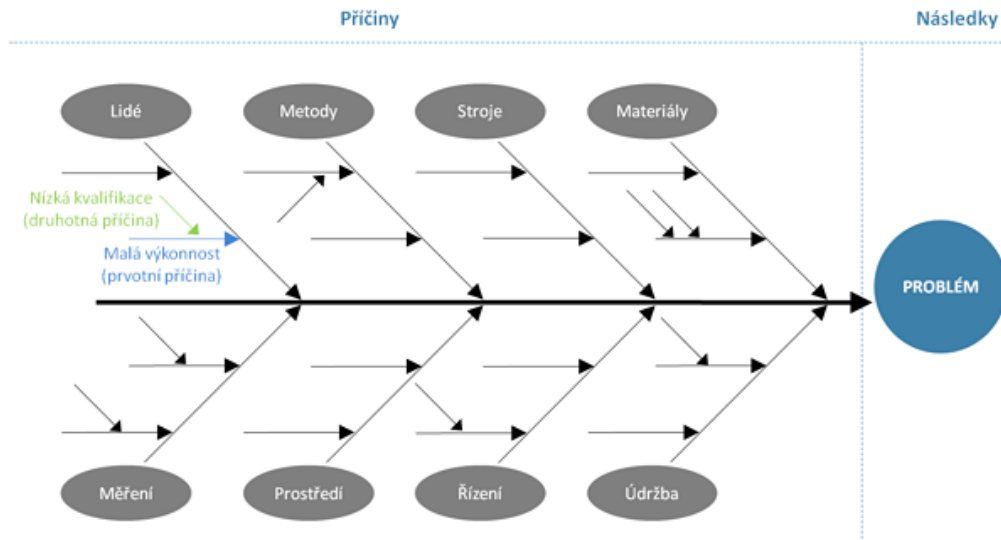
Spaghetti diagram je velice jednoduchá metoda, která má široké uplatnění. Velkou výhodou je, že k ní není potřeba téměř žádný kapitál, jak peněžní tak lidský a lze ji uplatnit v jakémkoliv druhu výroby. K výrazným úsporám po použití této metody dochází převážně u operací, které mají opakující se charakter. Proto tato metoda nachází uplatnění u sériové, velko-sériové a hromadné výroby. Využití pro ni nalezneme i v kusové výrobě, protože jak už bylo zmíněno, je velmi jednoduchá a levná. V těchto podmínkách ovšem nebude přínos tak výrazný, jak ekonomický, tak časový.

Uplatnění Spaghetti diagramu můžeme také hledat v jiné části podniku, a to jako pomoc v porozumění toku informací a rozhodovacích systému v podniku či organizaci. (Spaghetti diagram, ©2018)

6.2 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram, nebo také diagram příčin a následků, je jednoduchá analytická technika. Princip diagramu vychází z jednoduché kauzality. Každý problém má svou příčinu nebo

kombinaci příčin. Hlavním cílem je tedy určit nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Díky své univerzálnosti nachází Ishikawův diagram využití v oblastech kvality, rizik či řešení problémů. (Ishikawův diagram, 2015)



Obr. 12. Ishikawův diagram (Ishikawův diagram, 2015)

6.3 Standardizace

Mezi základní prvky zlepšování procesů jistě můžeme zařadit i standardizaci. Standardizace může být chápána, jako metoda průmyslového inženýrství a je tvořena souhrnem praktik a postupů, jak vytvářet, udržovat a využívat různé standardy v průmyslových podmínkách. Standard můžeme také chápat, jako vybranou a aktuálně nejlépe vykonatelnou variantu činnosti a nebo stavu, při které je dosahováno minimálního plýtvání. (Standardizace, 2006)

Podle Dennise (2007, s. 30) můžeme standardizaci posuzovat podle tří otázek a odpovědí:

- Co je to Standard? → Stručný a jasný popis daného pracovního postupu
- Proč je standard důležitý? → Při použití standardu jsme hned schopni vidět abnormality a díky němu je můžeme ihned napravit
- Co dělá standard efektivním? → Jednoduchost, přehlednost a vizualizace

Mezi hlavní účely zavádění standardů můžeme považovat:

- Zúžení – výběr z možných variant
- Optimalizace - nalezení té nejlepší možné varianty
- Zjednodušení - snaha o minimalizaci komplikovaných řešení

- Komplexnost - souhrn všech souvislostí daného procesu od vstupního materiálu, přes postupy jeho zpracování až po finální kontrolu produktů (Tomek a Vávrová 2014, s. 78)

Důležitým výstupem při aplikaci metody SMED je vytvoření standardizovaného postupu daného procesu přetypování. Tento standardizovaný postup, můžeme také nazývat jízdní řád procesu přetypování. Nově vytvořený standard se formuluje v závěrečné části aplikace metody SMED, po tréninku nového postupu přetypování a odstranění nejasností či nepřesností, které se mohly objevit v pracovním postupu. Díky vytvoření takového standardu a zajištění jeho dodržování, je zabezpečeno že všichni seřizovači budou vykonávat dané přetypování stejným způsobem a se stejným výsledkem. Nově vytvořený standard by pak měl mít formu stručného a přehledného formuláře. Pro větší efektivnost je vhodné využít vizualizace, jakou jsou například fotografie nebo znázornění jednotlivých činností. (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 37)

Tomek a Vávrová (2014, s. 125) poukazuje na různé druhy standardů:

- pracovních postupů
- kontrolních a zkušebních metod či postupů
- technologických postupů
- montážních postupů
- logistických postupů

7 SHRNUÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byly shrnuty základní východiska pro praktickou část formou literární rešerše. Rešerše se opírá o poznatky a zkušenosti jak domácích, tak i zahraničních autorů.

Nejprve byly popsány základní charakteristiky oboru průmyslového inženýrství, jeho rozdělení a ve zkratce byl popsán průmyslový inženýr. Druhou částí je štíhlý podnik a štíhlá výroba. V této části byly podrobně popsány druhy plýtvání a produktivita. Práce taktéž popisuje rychlé přetypování a samotnou aplikaci metody SMED. Jsou zde popsány jednotlivé kroky aplikace této metody, její výhody a rizika.

V poslední části této rešerše jsou popsány další metody, které byly využity v praktické části. Jedná se jmenovitě o Spaghetti diagram, standardizaci a Ishikawův diagram.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

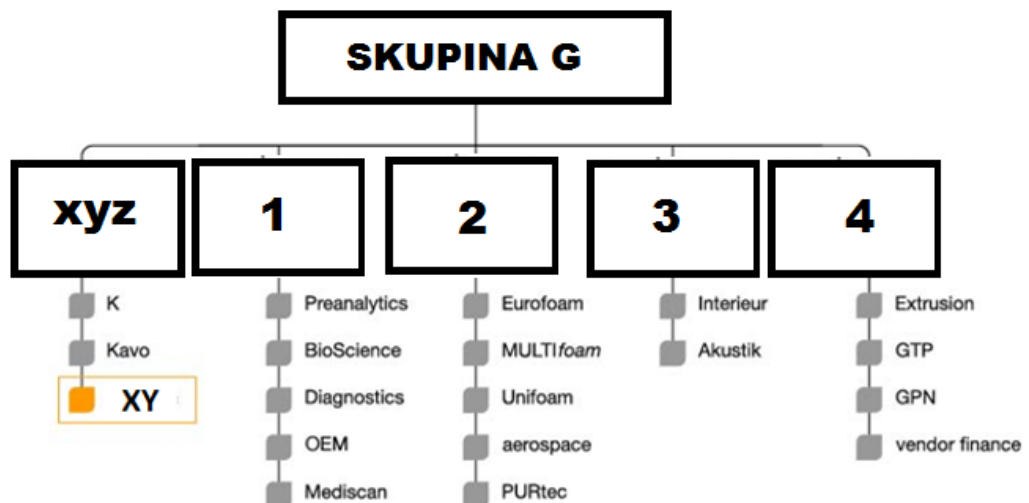
8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

8.1 Základní informace o společnosti

Společnost XY je jednou ze dvou divizí skupiny XYZ, která je vedoucí evropskou společností v oboru zpracování plastů. Společnost XY má šest poboček v Evropě a jednu v Severní Americe. Díky tomu, že společnost XY je pevně zakotvena v rámci silné korporátní skupiny XYZ, má přístup do výrobní sítě všech poboček.

Společnost XYZ jako nadřazená divize společnosti XY, je jednou z pěti odnoží skupiny G, a jako taková může těžit ze stabilní strukturální a finanční sítě. Společnost G byla založena v roce 1868 v Německu a v roce 1899 v Rakousku a od jejího založení je 100% v rodinném vlastnictví. Její neustálý růst je založen na faktoru, díky němuž společnost vyčnívá: diverzifikace produktů a trhů.

Skupina G provozuje více než 138 závodů (výrobních a distribučních středisek). Využívá kombinaci pěti provozních poboček pod jednou střešou, viz obrázek níže (Obr. 13.). (Interní materiály společnosti)



Obr. 13 Organizační začlenění společnosti XY (Interní materiály společnosti)

8.2 Historie společnosti

- 1960 - zrod Supiny G, výrobce korku a pěnových hmot, kupuje dva vstřikovací stroje a to je považováno za počátek existence skupiny G. Začíná s výrobou víček na uzavírání lahví, hubice nádob, krabičky na léky a kulaté dózy
- 1965 - do provozu byl zaveden první tvarovací stroj na zpracování folií z PVC.
- 1979 - skupina G uzavírá koloběh plastů v potravinářské i nepotravinářské oblasti recyklační novinkou: zpracovává již použité plasty a pomocí metody vstřikování je zpracovává na květináče.
- 1987 - prvotní výroba vlastních vícevrstevných fólií.
- 1989 - společnost expanduje do východní Evropy
- 1990-1999 - otevření závodů v Estonsku, Polsku a Rumunsku
- 2000-2001 - investice do mladé generace, zahájení vzdělávacího programu pro učně
- 2006 - vznik obchodní jednotky XY: z dlouhodobě existující výrobní oblasti „Technické díly“ vzniká obchodní jednotka XY. Vytvoření samostatné obchodní jednotky umožňuje samostatné vystupování na trhu se silným zázemím XYZ.
- 2007 - vznik stanoviště XY v St. Gallenu
- 2010 - 2014 - otevření nových závodů v Rakousku, Německu, Srbsku, Francii, Mexiku a USA
- 2011 - obchodní jednotka XY expanduje do Rumunska. Odkoupení závodu v Leresti.
- 2012 - obchodní jednotka XY v Polsku.
- 2015 - 2017 - expanze na asijský trh. Prostřednictvím joint venture podniků v Turecku (2015), Indii (2016) a Rusku (2017) se společnost vydává směrem Střední východ a asijský trh. (Interní materiály společnosti)

8.3 Firemní desatero

- SPOKOJENOST zákazníka je našim hlavním programem
- KVALITA výroby je naší vizitkou
- KRITIKA A REKLAMACE je pro nás vždy závažnou skutečností a poučením
- IDENTIFIKUJEME se s cíli a strategií firmy
- JEDNÁME vždy v zájmu firmy
- EFEKTIVITA a HOSPODÁRNOST je předpokladem dobrých výsledků
- CTÍME individualitu, týmovou práci, prostředí důvěry a úcty
- INICIATIVA a SAMOSTATNOST je nám vlastní
- VZDĚLÁVÁME se a zvyšujeme svou odbornost
- REPREZENTUJEME firmu navenek jako úspěšný podnik (Interní materiály společnosti)

8.4 Výrobní program

Společnost XY vyrábí nepotravinářské produkty a je rozdělena na dvě výrobní části. XY I se zaměřuje na vstřikování technických dílů. XY II se naopak zabývá montáží a kompletací součástí. Společnost také provádí recyklaci těchto komponentů.

Jednou z jejích hlavních priorit společnosti je ochrana životního prostředí. Třetinu používaných surovin tvoří použité, recyklované hmoty. Plastový odpad, který vzniká při výrobě, se shromažďuje, později se znovu zpracuje na regranulát a ten je potom možné opět použít ve výrobě.

Výrobní portfolio společnosti tvoří:

- Výrobky pro automobilový průmysl (krycí desky, kryty na reproduktory, protiskluzové desky, kufr parapetu).
- Technika pro zdraví a péči o tělo (pouzdra pro zdravotnické zařízení, zásobníky pro laboratoře, pouzdra pro osobní péči).
- Technika pro domácnost a zahradu (kryty pro domácí spotřebiče, plastové díly pro keramiku, krycí panely pro zahradní nářadí).
- Kancelářská technika (plastové díly do tiskáren, tonerové kazety).

- Balení a logistika (vývoj a výroba zásobníků a palet, dopravní boxy a nosiče). (Interní materiály společnosti)

8.5 Přední zákazníci

Klíčovými zákazníky společnosti XY jsou společnosti Xerox a Hilti. Těmto zákazníkům společnost dodává komponenty pro kancelářské, sportovní potřeby a hračky. Mezi další významné zákazníky patří například Canon, Continental, Shimano, Stihl, Makita, St. Gobain, 3M atd. (Interní materiály společnosti)



Obr. 14. Zákaznická struktura (Interní materiály společnosti)

8.6 Výrobně technická základna a používané technologie

Společnost XY vlastní, vzhledem k velikosti firmy a objemu výroby, poměrně velké množství různých druhů strojů. Nejpočetnější skupinou strojů jsou vstříkolisy, převážně značky Engel. Dále společnost využívá také vyfukovací stroje, stroje využívající technologii tvarování za tepla a stroje pro povrchovou úpravu. Celkem společnost využívá ve výrobě 47 strojů.



Obr. 15 Vstříkolis Engel (interní materiály společnosti)

8.6.1 Technologie vstříkování

Výroba vstříkovaných obalů na výrobním provozu I. je realizována na vstříkovacích strojích firmy Engel - Rakousko a Netstal - Švýcarsko s uzavírací silou 450 - 1100 KN.

Technologie výroby je u obou uvedených typů strojů shodná. Velikost uzavírací síly udává max. velikost výrobku, který se dá na stroji vyrábět.

Před zahájením výroby je materiál zamíchán v míchačce dle předpisu pro konkrétní výrobek. Zamíchaná směs je dávkována do násypného zásobníku nasávačem.

Po nastavení teplot pracovního válce a vytemperování plastikačního válce je stroj připraven k výrobě. Roztavená hmota je přes trysku vstříkována do dvojdílné chlazené formy. Každá forma poté určuje konkrétní tvar výrobku. Po zchlazení výrobku ve formě a jejím otevření je hotový výrobek vyhozen vyhazovačem do seřizovače. Výrobek následně musí projít kontrolou kvality a až poté je uložen do kartonu a exportován. Výrobek tak může mířit k další pracovní operaci nebo je prodán zákazníkovi (interní materiály společnosti).

8.6.2 Technologie vyfukování

Tato technologie není zastoupena přímo ve společnosti XY, ale je součástí výrobního portfolia skupiny G. Při výrobě vyfukovaných obalů na provozu Vyfukování se používá jako základní surovina polyethylén a v menší míře polypropylén. Suroviny se používají ve formě granulátu nebo prášku. Po zamíchání suroviny v plastových nádobách případně násypkách vytlačovacích strojů je výroba zajišťována na vyfukovacích poloautomatech typu Krupp - Kautex a Battenfeld - Fischer. Směs materiálů tj. polymer, drť a barvivo je v nasávacím zařízení zamíchána dle technologického listu. (Interní materiály společnosti)

Princip výroby:

Samospádem je tato směs posouvána do plastifikačního válce, kde je při teplotě 160 - 200 °C, za pomoci mechanické práce šneku, roztavena a tavenina je na konci plastifikačního válce hnětací částí šneku zhomogenizována. Roztavený materiál je dále tlačěn do vytlačovací hlavy, která může být jednonásobná nebo vícenásobná. Ve vytlačovací hlavě se materiál tvaruje do podoby nekonečné hadice nebo parizonu. Průměr, délka a tloušťka jsou specifické pro každý výrobek. (Interní materiály společnosti)

Nastavená délka parizonu je uzavřena do vyfukovací formy. Nůžkami případně horkým nožem oddělena a v následujícím kroku do formy zajede vyfukovací trn, kterým se do parizonu, uzavřeném ve formě, vhání stlačený vzduch, jehož působením se roztavený materiál vytvaruje dle dutiny ve formě na tvar výrobku. Forma je chlazená vodou o teplotě 12 - 14 °C, takže při styku materiálu s dutinou formy je vytvarovaný výrobek zchlazen. Chlazení je možno ještě zintenzivnit dávkováním kapalného kyslíčnicku uhličitého do formy. V následném kroku výroby orážecí zařízení oddělí horní a dolní přetoky. Přetoky padají na dopravní pás a jsou posunovány do mlýna, kde se pomelou na drť, která je zpětně nasávána do násypky vyfukovacího poloautomatu. (Interní materiály společnosti)

8.6.3 Technologie tvarování

Pro technologie tvarování platí to samé jako pro technologii vyfukování. Je zastoupena v rámci celé skupiny G, ale ne přímo ve společnosti XY.

Výrobu tvarovaných výrobků lze rozčlenit do dvou okruhů:

- Výroba tvarovaných výrobků s nízkým tahem (víčka, uzávěry). Výrobky jsou produkovány na strojích Illig - RDM 45, 42, 37.
- Výroba tvarovaných výrobků s hlubokým tahem (kelímky, pohárky a vaničky). Produkce je vyráběna na strojích Illig - RDM 50K. (Interní materiály společnosti)

Princip výroby:

Fólie o předepsané tloušťce je přes odvíjecí ústrojí uchycena ve vodící drážce a je vedena přes předehříváč k formě. Do nahřáté folie rázem proniká studená forma. Předehřátá folie je vytvarována na určený výrobek a vyseknuta z folie. Zbytek folie se drtí a vzniklou drť obsluha extruzní linky dle technologického předpisu používá zpět k výrobě v oddělení extruze na výrobu folie (interní materiály společnosti).

9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA VSTŘIKOVNĚ

9.1 Cíle a metody zpracování práce

Cílem analytické části je podrobné popsání současného stavu operace seřízení na vstříkovně ve společnosti XY. V této části budou použity tyto metody.

- Videozáznam – pořízení videozáznamu procesu seřízení
- Spaghetti diagram – analýza pohybů seřizovače
- Přímé sledování na pracovišti – pozorování procesu seřízení
- Rozhovor – s pracovníky společnosti

Analýza současného stavu společnosti XY bude provedena v rámci celé haly vstříkovna. V rámci nového projektu by společnost chtěla v následujících letech aplikovat metodu SMED na všechny své strojní zařízení. Pro určení výrobní linky, kde se s projektem začne, byla vyhotovena následující tabulka. Nejvyšší počet přestaveb v této tabulce obsadila linka CZ 47 ENGEL 80/ROBOT s počtem 144 přestaveb za rok. Po domluvě s průmyslovým inženýrem a technologem byl však vybrán, pro zahájení projektu, pilotní stroj společnosti CZ 36 ENGEL 160/ROBOT, který se svými 97 přestavbami zaujímá také místo v horní polovině tabulky. Tabulka dále poslouží společnosti v rozhodování, které stroje bude třeba do projektu zařadit prioritně. Výrobní linky společnosti XY produkují až 52 variant výrobků a u každého z nich, je za potřebí, vykonat určité úpravy linky.

Tab. 1 Počet přestaveb na jednotlivých strojích za rok (vlastní zpracování)

Typ stroje	Počet výrobků	Počet přestaveb	Využití stroje
CZ 47 ENGEL 80/ROBOT	37	144	82.15%
CZ 44 ENGEL VICTORY 330/120 TECH	47	138	80.07%
CZ 10 ENGEL 50/ROBOT	45	138	92.29%
CZ 25 ENGEL 25/	45	134	94.86%
CZ 16 ENGEL 45/	52	131	90.17%
CZ 34 ENGEL 120/ROBOT	40	120	90.07%
CZ 20 ENGEL 220/ROBOT	31	114	85.28%
CZ 29 ENGEL 220/ROBOT	17	103	89.51%
CZ 13 ENGEL 80/ROBOT	34	103	97.22%
CZ 12 ENGEL 120/ROBOT	30	101	91.25%
CZ 42 ENGEL Victory 60 /50	30	98	81.60%
CZ 36 ENGEL 160/ROBOT	25	97	92.15%
CZ 26 ENGEL 400/ROBOT	16	74	61.53%

CZ 43 ENGEL DUO 600/ROBOT	20	47	82.15%
CZ 09 ENGEL 45/	27	83	97.57%
CZ 08 ENGEL 220/ROBOT	24	71	79.65%
CZ 35 ENGEL 220/ROBOT	23	63	77.57%
CZ 22 KRAUS M. 160/ROBOT	24	70	77.85%
CZ 21 ENGEL 220/ROBOT	16	62	85.35%
CZ 45 Engel duo 11050/1100	7	49	17.43%
CZ 33 ENGEL 400/ROBOT	10	31	74.24%
CZ 24 ENGEL 40/	23	48	83.19%
CZ 19 ENGEL 125/	12	45	74.37%
CZ 05 ENGEL 260/ROBOT	7	45	94.44%
CZ 18 KRAUS M. 150/ROBOT	13	33	84.31%
CZ 01 ENGEL 400/ROBOT	9	37	63.47%
CZ 40 ENGEL Victory 440/160	16	43	87.08%
CZ 11 ENGEL 120/ROBOT	13	41	93.89%
CZ 46 ENGEL 400/ROBOT	10	28	80.42%
CZ 38 ENGEL 600/ROBOT	2	40	49.38%
CZ 14 ENGEL 1000/ROBOT	3	39	68.47%
CZ 27 ENGEL 250/ROBOT	10	35	80.00%
CZ 28 ENGEL 350/ROBOT	12	23	66.81%
CZ 17 KRAUS M. 150/	7	24	76.39%
CZ 39 ENGEL 60/ROBOT	5	29	66.46%
CZ 37 ENGEL 400/ROBOT	10	27	73.26%
CZ 23 ENGEL 150/ROBOT	12	22	95.49%
CZ 30 ENGEL 400/ROBOT	7	12	83.26%
CZ 31 ENGEL 400/ROBOT	6	16	96.46%
CZ 15 Engel insert 750V/160 rotary	4	13	59.51%
CZ 07 ENGEL 80/ROBOT	4	11	23.75%
CZ 04 ENGEL 400	2	11	94.38%
CZ 32 ENGEL 400/ROBOT	4	6	93.61%
CZ 03 ENGEL 400/ROBOT	2	1	92.15%
CZ 41 ENGEL insert 330V/80 rotary	1	1	7.92%

9.2 Analýza činností přetypování

V této kapitole bude provedena analýza jednotlivých činností procesu přetypování pomocí detailního záznamu celého procesu pomocí videokamery. Videozáznam posloužil jako vstup pro hloubkovou analýzu procesu přetypování, díky němuž bude jednodušší udržet pozornost v průběhu celého trvání procesu. Před pořízením videozáznamu byly vysvětleny hlavní výhody a principy metody SMED všem zúčastněným. Výsledky analýzy videozáznamu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 2 Detailní popis činností při operaci přetypování (vlastní zpracování)

Operace	Čas operace	Čas T1	Čas T1	Kategorie	Návrh
Začátek výměny MOLDu	00:00:01	00:00:00	00:00:01	Interní	Interní
Otevření bezpečnostních dveří	00:00:10	00:00:01	00:00:11	Interní	Interní
Vyjmutí materiálu z injekční spirály	00:00:57	00:00:11	00:01:08	Interní	Interní
Vložení materiálu	00:00:15	00:01:08	00:01:23	Interní	Interní
Čištění spirály	00:00:45	00:01:23	00:02:08	Interní	Interní
Vložení materiálu	00:01:32	00:02:08	00:03:40	Interní	Interní
Čištění spirály	00:00:52	00:03:40	00:04:32	Interní	Interní
Vložení materiálu	00:00:06	00:04:32	00:04:38	Interní	Interní
Čištění spirály	00:00:39	00:04:38	00:05:17	Interní	Interní
Odešení materiálu	00:00:26	00:05:17	00:05:43	Interní	Interní
Čištění MOLDu	00:00:42	00:05:43	00:06:25	Interní	Interní
Chůze	00:00:08	00:06:25	00:06:33	Interní	Interní
Vypnutí kontroly teploty	00:00:02	00:06:33	00:06:35	Interní	Interní
Přemýšlení	00:00:30	00:06:35	00:07:05	Interní	Externí
Chůze	00:00:05	00:07:05	00:07:10	Interní	Interní
Nanesení spreje na MOLD	00:00:20	00:07:10	00:07:30	Interní	Interní
Zavření nástroje	00:00:13	00:07:30	00:07:43	Interní	Interní
Vyjmutí elektrického napájení	00:00:12	00:07:43	00:07:55	Interní	Interní
Chystání nástrojů pro vyjmutí MOLDu	00:00:20	00:07:55	00:08:15	Interní	Interní
Chůze	00:00:20	00:08:15	00:08:35	Interní	Interní
Úklid pracoviště	00:00:20	00:08:35	00:08:55	Interní	Externí
Vyjmutí spojů z MOLDu	00:02:27	00:08:55	00:11:22	Interní	Interní
Vyšroubení šroubů z pohyblivého plátu	00:01:03	00:11:22	00:12:25	Interní	Interní
Vyšroubení šroubů z pohyblivého plátu	00:00:48	00:12:25	00:13:13	Interní	Interní
Vyšroubení šroubů z pevného plátu	00:01:05	00:13:13	00:14:18	Interní	Interní
Chůze	00:00:15	00:14:18	00:14:33	Interní	Interní
Vyšroubení šroubů z pevného plátu	00:00:47	00:14:33	00:15:20	Interní	Interní

Vyšroubení šroubů z pohyblivého plátu	00:00:58	00:15:20	00:16:18	Interní	Interní
vyšroubení šroubů z pohyblivého plátu	00:00:40	00:16:18	00:16:58	Interní	Interní
Vyjmutí části na kontolu teploty	00:00:34	00:16:58	00:17:32	Interní	Interní
Nasazení uchytu pro jeřáb	00:00:42	00:17:32	00:18:14	Interní	Interní
Chůze : přinesení jeřábu	00:01:27	00:18:14	00:19:41	Interní	Externí
Nasazení jeřábu na mold	00:00:09	00:19:41	00:19:50	Interní	Interní
Výměna materiálu a nastavení systému	00:02:41	00:19:50	00:22:31	Interní	Interní
Vyjmutí ejectoru	00:00:25	00:22:31	00:22:56	Interní	Interní
Vyšroubení šroubů z pevného plátu	00:01:07	00:22:56	00:24:03	Interní	Interní
Vyjmutí MOLDU	00:00:51	00:24:03	00:24:54	Interní	Interní
Uložení moldu do Skladu	00:01:03	00:24:54	00:25:57	Interní	Externí
Vyskladnění nového MOLDU	00:01:15	00:25:57	00:27:12	Interní	Externí
Vložení nového MOLDU	00:00:32	00:27:12	00:27:44	Interní	Interní
Vyměření zakotven Moldu	00:01:03	00:27:44	00:28:47	Interní	Interní
Upevnění moldu na pevný plát	00:00:52	00:28:47	00:29:39	Interní	Interní
Upevnění moldu na pevný plát	00:00:36	00:29:39	00:30:15	Interní	Interní
Chůze	00:00:10	00:30:15	00:30:25	Interní	Interní
Upevnění moldu na pevný plát	00:00:53	00:30:25	00:31:18	Interní	Interní
Upevnění moldu na pevný plát	00:00:26	00:31:18	00:31:44	Interní	Interní
Odemknutí jeřábu	00:00:23	00:31:44	00:32:07	Interní	Interní
Odstranění jeřábu	00:00:16	00:32:07	00:32:23	Interní	Interní
Zavření bezpečnostních dveří	00:00:06	00:32:23	00:32:29	Interní	Interní
Načtení nového programu	00:00:48	00:32:29	00:33:17	Interní	Interní
Vložení ejectoru	00:00:37	00:33:17	00:33:54	Interní	Interní
Nasazení MOLDU	00:01:02	00:33:54	00:34:56	Interní	Interní
Odstranění úchytu na jeřáb	00:00:31	00:34:56	00:35:27	Interní	Interní
Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:01:07	00:35:27	00:36:34	Interní	Interní
Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:00:27	00:36:34	00:37:01	Interní	Interní
Chůze	00:00:14	00:37:01	00:37:15	Interní	Interní
Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:00:48	00:37:15	00:38:03	Interní	Interní
Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:00:46	00:38:03	00:38:49	Interní	Interní
Chůze	00:00:11	00:38:49	00:39:00	Interní	Interní
Uložení náradí pro opravu	00:00:14	00:39:00	00:39:14	Interní	Interní
Fixace ejectoru	00:00:47	00:39:14	00:40:01	Interní	Interní
Uklizení nástrojů	00:00:19	00:40:01	00:40:20	Interní	Interní
Připojení kabeláže pevný plát	00:01:38	00:40:20	00:41:58	Interní	Interní
Připojení kabeláže pohyblivý plát	00:00:43	00:41:58	00:42:41	Interní	Interní
Chůze pro pásek	00:00:25	00:42:41	00:43:06	Interní	Externí

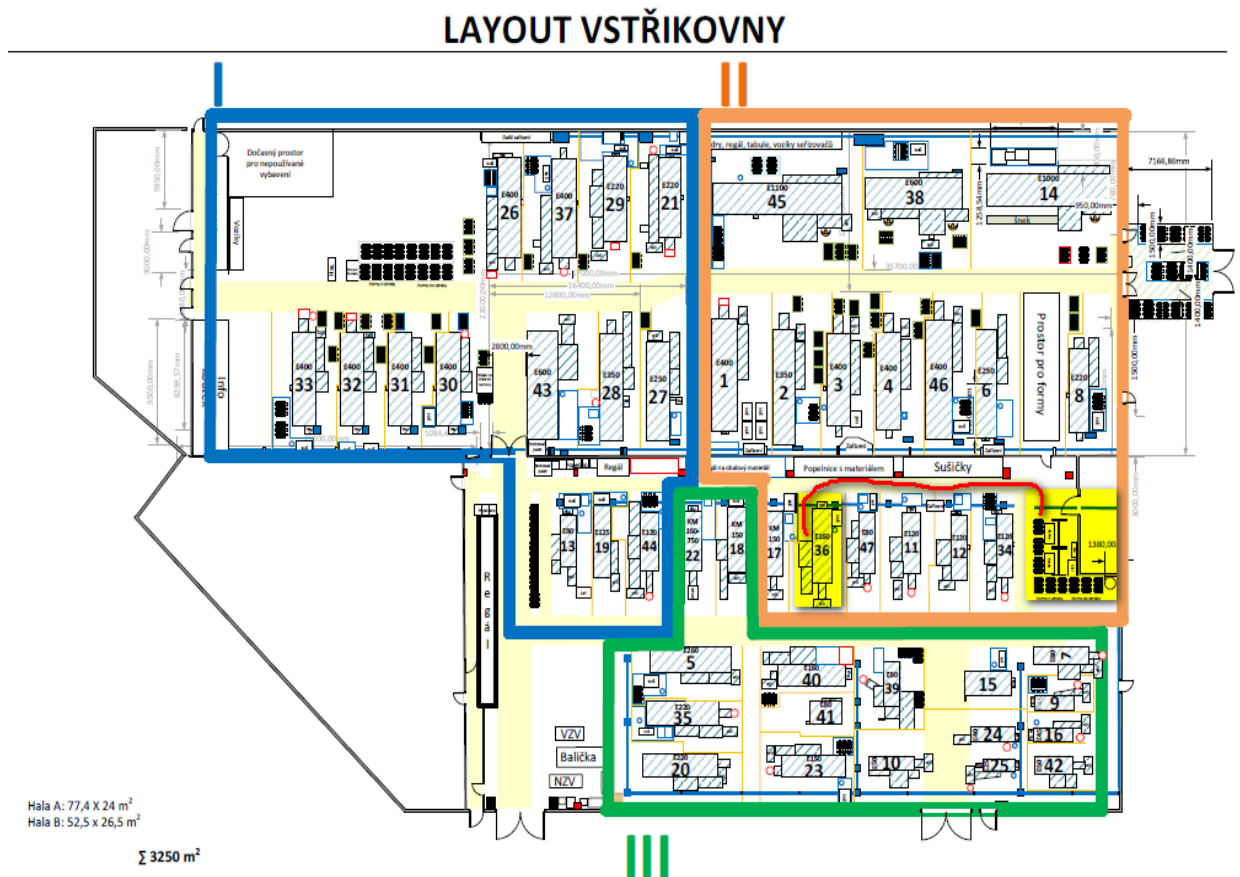
Zafixování kabeláže páskem	00:00:23	00:43:06	00:43:29	Interní	Interní
Odnesení nevyužitých kabelu	00:00:41	00:43:29	00:44:10	Interní	Externí
Zavření bezpečnostních dveří	00:00:05	00:44:10	00:44:15	Interní	Interní
Vyzvednutí nového gripperu	00:00:43	00:44:15	00:44:58	Interní	Externí
Zapnutí kontroly teploty	00:00:10	00:44:58	00:45:08	Interní	Interní
Výměna gripperu	00:01:43	00:45:08	00:46:51	Interní	Interní
Propojení gripperu se vzduchem	00:00:25	00:46:51	00:47:16	Interní	Interní
Odnesení starého gripperu do skladu	00:00:49	00:47:16	00:48:05	Interní	Externí
Čištění nového MOLDU	00:01:13	00:48:05	00:49:18	Interní	Interní
Instalace nového gripperu	00:02:25	00:49:18	00:51:43	Interní	Interní
Připojení hopperu	00:00:25	00:51:43	00:52:08	Interní	Interní
Kontrola připojení	00:00:10	00:52:08	00:52:18	Interní	Interní
Práce na ovládacím panelu	00:01:04	00:52:18	00:53:22	Interní	Interní
Vyjmутí materiálu z injekční spirály	00:00:27	00:53:22	00:53:49	Interní	Interní
První produkt	00:01:24	00:53:49	00:55:13	Interní	Interní
Nastavení parametrů	00:02:20	00:55:13	00:57:33	Interní	Interní
Čištění MOLDu	00:00:06	00:57:33	00:57:39	Interní	Interní
Čas do první perfektní části	00:04:48	00:57:39	01:02:27	Interní	Interní

Jak je vidět, jednotlivé činnosti jsou podrobně časově popsány v tabulce XY a celková doba přetypování linky je nasledována na 1 hodinu 2 minuty a 27 sekund. Všechny činnosti ze záznamu byly prováděny jedním seřizovačem. Na základě údajů z analýzy je možné sledovat, že časově nejnáročnější jsou tři skupiny činností. První a největší skupinou je skupina pracovně nazvaná montáž. Jedná se o činnosti, kdy seřizovač musel vyšroubovat vše potřebné, aby vyjmul starý MOLD a následně znovu upevnil nový MOLD k pevnému a pohyblivému plátu. Tato skupina činností zabírá dohromady 11 minut a 16 sekund, což je 18% z celkového času přetypování stroje. Mezi časově náročné činnosti můžeme zařadit druhou skupinu pracovně nazvanou kabeláž. Jedná se o činnosti, kde seřizovač odpojuje kabeláž od starého MOLDU a následně připojuje kabeláž k MOLDU novému, aby propojil termoregulační obvody. Tato skupina činností zabírá časové pásmo 5 minut a 11 sekund, což je 8% z celkového času přetypování. Poslední skupinou jsou činnosti označené jako možné externí. Všechny tyto činnosti se budeme snažit z procesu přetypování odstranit. Celková doba externích činností je 7 minut a 13 sekund, což je 10% z celkové doby přetypování. Tyto činnosti celý proces přetypování zbytečně zdržují, a pokud bude možnost, budou vykonávány mimo dobu seřízení.

Na tyto tři skupiny činností se zaměříme v projektové části práce a pokusíme se je eliminovat.

9.3 Analýza pohybů operátora

Pro lepší orientaci je níže vyobrazen layout celé vstříkovny, aby bylo vidět, jakou vzdálenost musí seřizovač ujít společně s jeřábem do skladu pro novou formu a gripper. Každá taková cesta zabrala více jak minutu a seřizovač při ní musel urazit přibližně 50 m.



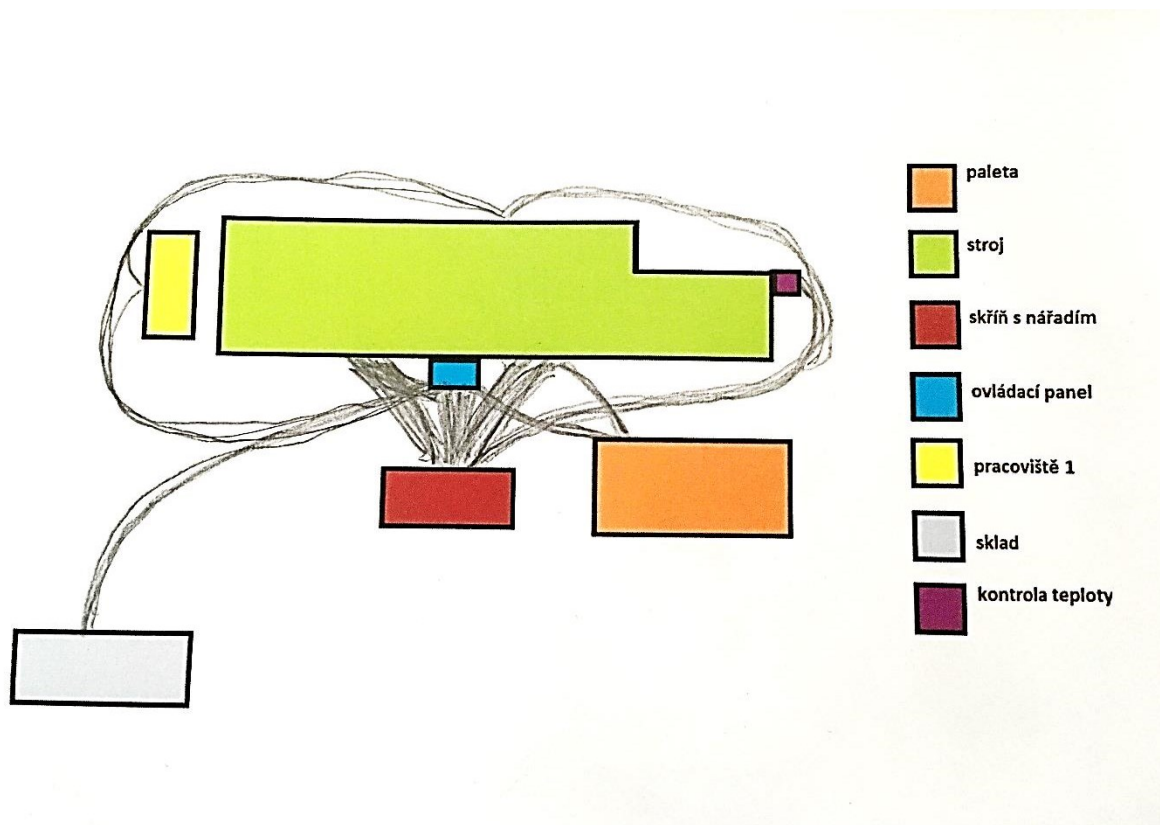
Obr. 16. Layout vstříkovny (Interní materiály společnosti)

Spaghetti diagram

Videozáznam byl také využitý pro vytvoření Spaghetti diagramu. K tomuto diagramu bylo nejdříve nutné vytvořit layout pracoviště, na který je zanesen samotný stroj, odkládací paleta, skříň s náradím a také sklad. Podle videozáznamu z pracoviště byl do layoutu zakreslen veškerý pohyb, který pracovník vykoná. Díky tomuto diagramu se můžeme zaměřit na činnosti a pohyb pracovníka, který vypozerujeme, že je zbytečný.

Dle záznamu ve Spaghetti diagramu lze pozorovat, že nejvíce pohybů seřizovač udělá mezi skříní s náradím a strojem samotným. Dále bylo vypozerováno, že se seřizovač pohybuje okolo celého stroje, protože je potřeba pracovat, jak ze přední strany, tak ze zadní.

Všechny činnosti na zadní straně stroje by šlo vykonávat paralelně s těmi na straně přední, proto budeme uvažovat o nasazení dvou seřizovačů. Jako velmi zbytečnou považují, opakovanou chůzi směrem do skladu. Na základě zjištěných informací ze Spaghetti diagramu se budeme snažit identifikované plýtvání odstranit.

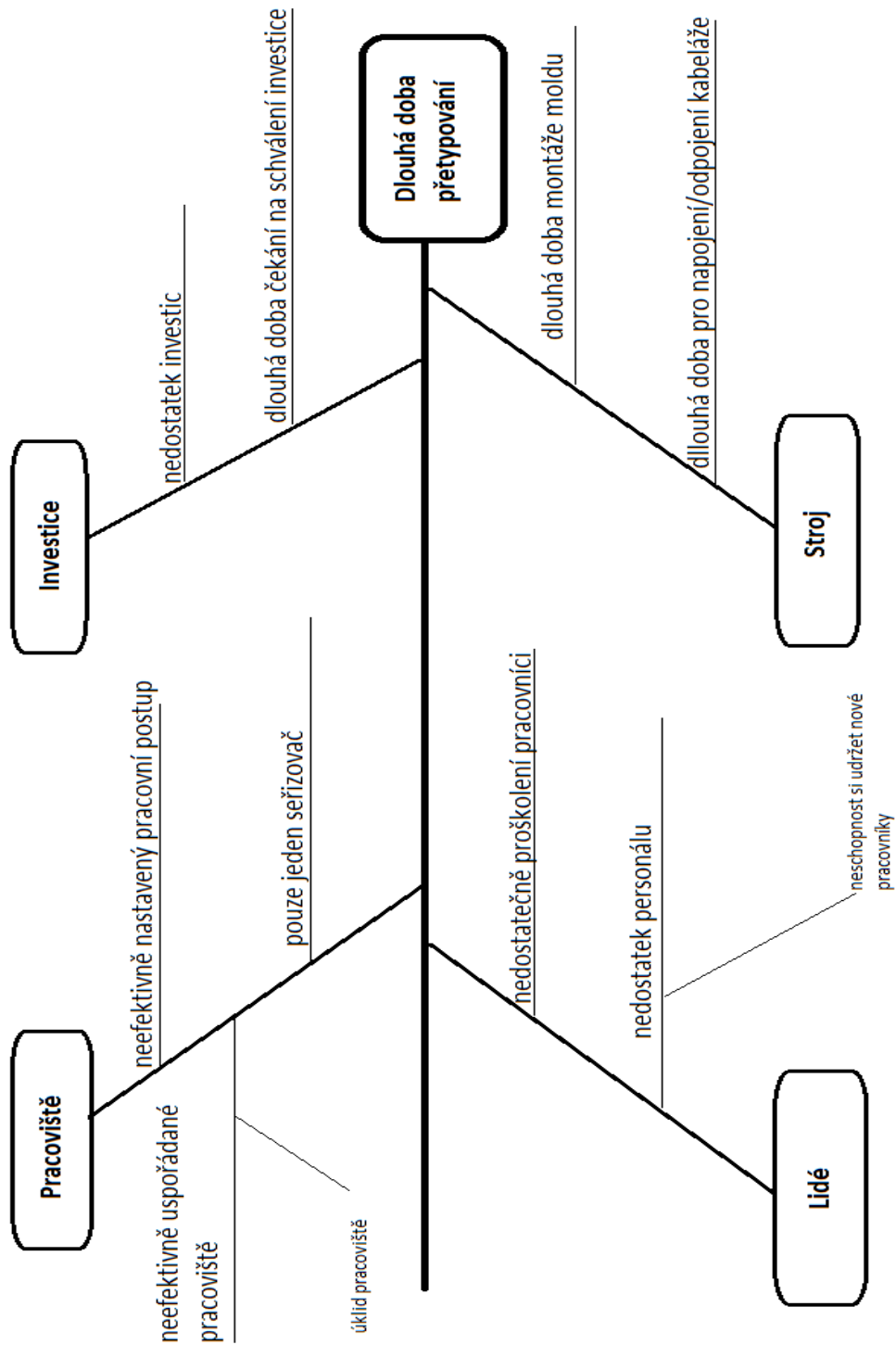


Obr. 17 Spaghetti dieagram (vlastní zpracování)

9.4 Ishikawův diagram

Dlouhá doba přetypování je způsobena větším množstvím příčin, proto byl zvolen diagram rybí kosti neboli Ishikawův diagram, který názorně zobrazuje vysledované nedostatky z předchozích analýz. Jako hlavní obecné příčiny byly stanoveny Investice, Stroj, Lidé a Pracoviště. Tyto příčiny jsou konkrétněji popsány v diagramu níže.

V této práci se budeme zabývat eliminací pouze některých příčin, ale společnost by se měla zaměřit na všechny příčiny. Protože při hlubším zkoumání by mohla dojít k tomu, že některé nedostatky neovlivňují pouze zkoumanou činnost, ale mají na firmu mnohem větší dopad.



Obr. 18. Ishikawův diagram (Vlastní zpracování)

9.5 Identifikované potenciály na zlepšení

Pomocí všech předchozích metod, jsme byli schopni sestavit následující tabulku, kde jsou uvedeny nedostatky, které způsobují dlouhou dobu přetytování. Ke každému nedostatku je navržen způsob jeho řešení. V tabulce je také vyznačena, jak časová náročnost, tak náročnost finanční. Veškeré informace budou sloužit jako podklad pro projektovou část této diplomové práce.

Tab. 3 Nedostatky a způsob jejich řešení (vlastní zpracování)

Nedostatek	Způsob řešení	Časová náročnost	Finanční náročnost
Neefektivní pracovní postup	upravení standard	malá	žádná
	odstranění zbytečných pohybů seřizovače do skladu	malá	žádná
	přichystání potřebných věcí před začátkem procesu přetytování	malá	žádná
	úklid pracoviště před začátkem procesu přetytování	malá	žádná
Pouze jeden seřizovač	návrh na využití dvou seřizovačů po dobu procesu přetytování	malá	malá
Neefektivně uspořádané pracoviště	návrh na změnu layoutu	malá	žádná
Dlouhá doba pro odpojení kabeláže	Návrh multispojek	střední	velká
Dlouhá doba montáže moldu	návrh instalace rychloupínacího zařízení	malá	střední

10 PROJEKTOVÁ ČÁST

V této kapitole bude popsána poslední část práce – projektová část. Tato kapitola přímo navazuje na analytickou část práce. Nejdříve bude definován projekt, kde budou popsány základní informace, dále budou určeny cíle projektu. Bude také provedena SWOT analýza projektu, která odhalí jeho silné a slabé stránky, hrozby a také příležitosti. Pro lepší orientaci, bude zpracován logický rámeček projektu, ve kterém budou všechny důležité informace o projektu. Pro určení největších rizik bude vypracována riziková analýza RIPRAN. Následně bude aplikována samotná metoda SMED. Ve finální části budou vypsány návrhy na zlepšení pro společnost, bude vypočítána celková úspora z hlediska času a financí, vyčíslí se také náklady projektu a doba návratnosti investic.

10.1 Definování projektu

Projekt je zaměřen na optimalizaci procesu přetypování při uplatnění metody SMED na lince CZ 36 ENGEL. Na základě předchozích analýz je možné konstatovat, že v procesu přetypování jsou potencionální místa pro zlepšení. Cílem bude tyto místa odhalit a pomocí tohoto projektu je odstranit a tím tak zeštíhlit celý proces.

10.1.1 Název projektu

Projekt aplikace metody SMED při výměně vstříkovací formy ve vybrané společnosti

10.1.2 Projektový tým

- Bc. Jakub Diblík – student průmyslového inženýrství na UTB ve Zlíně
- Průmyslový inženýr ve firmě XY a vedoucí diplomové práce
- Technolog
- Seřizovač
- Plánovač

10.1.3 Cíle projektu

Cílem projektu je snížení doby seřízení na stroji CZ 36 ENGEL alespoň o 10 % oproti původnímu stavu.

10.1.4 Harmonogram projektu

V následující tabulce je vizuálně zanesen harmonogram projektu. Jsou zde popsány všechny fáze projektu a jejich časová náročnost. Začátek projektu byl v lednu a je naplánován do dubna roku 2018.

Tab. 4 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Fáze projektu	TÝDNY ROKU 2018														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seznámení se s firmou a výrobní linkou CZ 36 ENGEL	X														
Analýza současného stavu přetypování		X	X	X											
Vypracování návrhů na zlepšení					X	X	X	X	X	X	X	X			
Postupné zavádění návrhů									X	X	X	X	X	X	X
Vypracování standardu přetypování													X	X	
Vyhodnocení projektu															X

10.2 SWOT analýza

V následující tabulce je sestavena SWOT analýza projektu, díky které můžeme sledovat silné a slabé stránky projektu, příležitosti a hrozby. Každému bloku v tabulce byla přiřazena váha dle významnosti, čím vyšší číslo, tím je daný bod významnější. Součet všech hodnot musí dávat 1. Dále bylo silným stránkám a příležitostem přiřazeno hodnocení na stupnici 1-5, kde 1 je nejnižší spokojenost a 5 je nejvyšší spokojenost. Oproti těmto hodnotám stojí slabé stránky a hrozby, kterým byly hodnoty přiřazeny se záporným znaménkem, čím nižší číslo, tím vyšší je nespokojenost. Nakonec se hodnoty celkem u vnitřních a vnějších faktorů odečetly a výsledek zůstal kladný, proto má projekt předpoklad, že bude úspěšný a dosáhne svých cílů.

Tab. 5 kritériální SWOT analýza projektu (vlastní zpracování)

SWOT analýza						
Vnitřní prostředí	Silné stránky	V	H	Slabé stránky	V	H
	Postoj vedení ke změnám	0.4	4	Negativní postoj pracovníků	0.3	-3
	Kvalifikace seřizovačů	0.2	3	Neznalost metody SMED	0.2	-1
	Nízké náklady na projekt	0.3	2	Špatná standardizace	0.3	-2
	Dobré strojní vybavení	0.1	2	Nedostatečné zaškolení pracovníků	0.2	-2
	Celkem	1	3	Celkem	1	-2.1
Vnější prostředí	Příležitosti	V	H	Hrozby	V	H
	Konzultace s odbornými zaměstnanci UTB	0.3	3	Odchod klíčových zaměstnanců	0.4	-3
	Rozšíření výrobního portfolia	0.2	2	Ztráta významného zákazníka	0.2	-2
	Vypracování nových standardů	0.3	4	Vznik dodatečných nákladů	0.1	-1
	Lepší využití strojních kapacit	0.2	3	Nedostatek času	0.3	-3
	Celkem	1	2.85	Celkem	1	-2.6

Mezi silné stránky projektu byl zařazen s nejvyšším koeficientem postoj vedení ke změnám, kdy je vedení nakloněno k zlepšování procesů ve firmě. Tento bod je velice důležitý, protože bez otevřenosti vedení k různým návrhům, by byla veškerá snaha kohokoliv zbytečná. V případě, že management změny podporuje, vrhá to na firmu dobré světlo a ocení to, jak zákazníci, tak zaměstnanci.

Na druhou stranu nejvíce hodnocenou slabou stránkou je negativní postoj pracovníků ke změnám. Většinou je to z toho důvodu, že zaměstnanci se nechtějí učit nové postupy nebo nejsou dostatečně informováni, proč by se jednotlivé změny měly provádět. Na této slabé stránce se pokusíme zpracovat a operátorům i seřizovačům důkladně vysvětlit co metoda SMED obnáší a jaké jsou její benefity. Je potřeba jim také vysvětlit, že některé změny v procesu mohou usnadnit práci i jim samotným.

Mezi nejsilnější příležitosti se řadí vypracování nových standardů. Pracovní postup pro seřízení stroje má mírné nedostatky, proto bude potřeba vypracovat nový. Na závěr největší hrozbou pro společnost je odchod klíčových zaměstnanců. Při současné situaci na trhu práce,

kdy se nezaměstnanost blíží k hranici 3,7%, se společnosti přetahují o kvalifikované pracovníky, a proto bude velmi důležité, aby si společnost XY dokázala udržet své klíčové zaměstnance.

10.3 Logický rámec

Následující část projektu je zaměřena na logický rámec, díky kterému bude projekt stručně a přehledně popsán. Logický rámec zahrnuje cíle projektu, jeho výstupy a také všechny aktivity, které je nezbytné vykonat, abychom dosáhli stanovených cílů. K jednotlivým aktivitám jsou uvedené objektivně ověřitelné ukazatele, zdroje informací a předpoklady.

Tab. 6 Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

Logický rámec	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady
Hlavní cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti společnosti	Zlepšení postavení firmy na trhu	Statistické údaje, výkaz zisku a ztráty	
Projektový cíl	Snížení času seřízení na lince CZ 36 ENGEL	Snížení času seřízení alespoň o 10 %	Diplomová práce	Realizace navrhovaných změn za podpory vedení
Výstupy	1. Analýza současného stavu	Porovnání naměřených hodnot s hodnotami dle normy a systému	Kapitola v DP - analýza současného stavu přetypování	Vyhotovení videozáznamů, správné analyzování a rozdělení činností
	2. Návrh řešení pro zkrácení času přetypování	Uskutečnění pozměňovacích návrhů	soupis návrhů	Správné rozdělení interních a externích časů a jejich modifikace.
	3. Navržení nového seřizovacího postupu	Snížení doby přetypování	Nový seřizovací postup	Zavedení realizovaných změn
Aktivity	Aktivity	Prostředky	Časový rámec	Rizika
	1.1 Analýza počtu přetypování na jednotlivých strojích	Interní data společnosti	Leden 2018	Neochota zaměstnanců měnit postupy, nepřesné náměry videozáznamu, nedostatek informací, navrhovaná zlepšení nebudou zavedena, špatně zpracovaná práce, nedostatek času pro zpracování projektu
	1.2. Analýza současného stavu přetypování	Videozáznam	Leden 2018	
	2.1 Rozdělení interních a externích činností	Videozáznam, data v tabulce	Únor 2018	
	2.2 Převedení interních činností na externí	Videozáznam, data v tabulce	Únor 2018	
	2.3 Redukce časů interní a externích	Layout, standard, rychloupínací spojky, projektový tým, multi-spojky	Únor 2018	
	2.4 Zhodnocení navrhovaných změn	Finance, vhodné nástroje	Březen 2018	
3.1 Sestavení nového seřizovacího postupu	Videozáznam, data v tabulce, standardy, provedené analýzy	Duben 2018	Předběžné podmínky	
				znalost metody SMED
				Podpora vedení

10.4 Analýza rizik RIPRAN

Tab. 7 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)

Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Kategorie celkové pravděpodobnosti	Dopad na projekt	Hodnota rizika	Opatření
Neochota zaměstnanců měnit postupy	35%	čas přetypování nebude snížen	65%	23%	SP	VD	VHR	Vysvětlení přínosů, postihy za nedodržování
Nepřesné náměry videozáznamu	20%	Návrhy na zlepšení budou zkresleny	30%	6%	MP	SD	NHR	Akceptace
Nedostatek informací	20%	Špatně aplikovaná metoda	50%	10%	MP	SD	NHR	Akceptace
Navrhovaná zlepšení nebudou zavedena	40%	Čas přetypování nebude snížen	70%	28%	SP	VD	VHR	Podrobné vysvětlení přínosů + dobrá argumentace
Špatně zpracovaná práce	15%	Neaplikovatelné návrhy	40%	6%	MP	SD	NHR	Akceptace
Nedostatek času pro zpracování projektu	50%	Neodevzdání diplomové práce v termínu	70%	35%	SP	VD	VHR	Dodržování termínů projektu

Riziková analýza projektu byla provedena za pomoci rizikové analýzy RIPRAN. Díky této analýze jsou identifikována rizika, které projekt mohou ohrožovat. Ve zpracované tabulce je uvedeno šest největších hrozeb, které by při jejich výskytu mohly výrazně projekt ohrožit. Jednotlivé hrozby byly nejprve ohodnoceny na základě pravděpodobnosti jejich vzniku. Dále pak ke každé hrozbě byl přiřazen scénář, který by nastal, kdyby se daná hrozba vyskytla. Každý scénář byl též ohodnocen na základě pravděpodobnosti vzniku. Následně se obě pravděpodobnosti vynásobily a vznikla jejich celková hodnota.

Na základě předchozích údajů je vypočítána celková pravděpodobnost, následně určena velikost dopadu na projekt a určena hodnota rizika. V případech, kdy je hodnota rizika velká, nebo střední jsou navržena opatření, díky kterým by se potenciální výskyt hrozby eliminoval. V případě, že je úroveň rizika nízká, jsme schopni toto riziko akceptovat bez dalších opatření.

11 APLIKACE METODY SMED

V této části diplomové práce proběhne samotná aplikace metody SMED. Jak již bylo popsáno v teoretické části práce metoda SMED se skládá ze tří částí:

- Oddělení externích a interních operací
- Konverze interních operací na externí
- Zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování

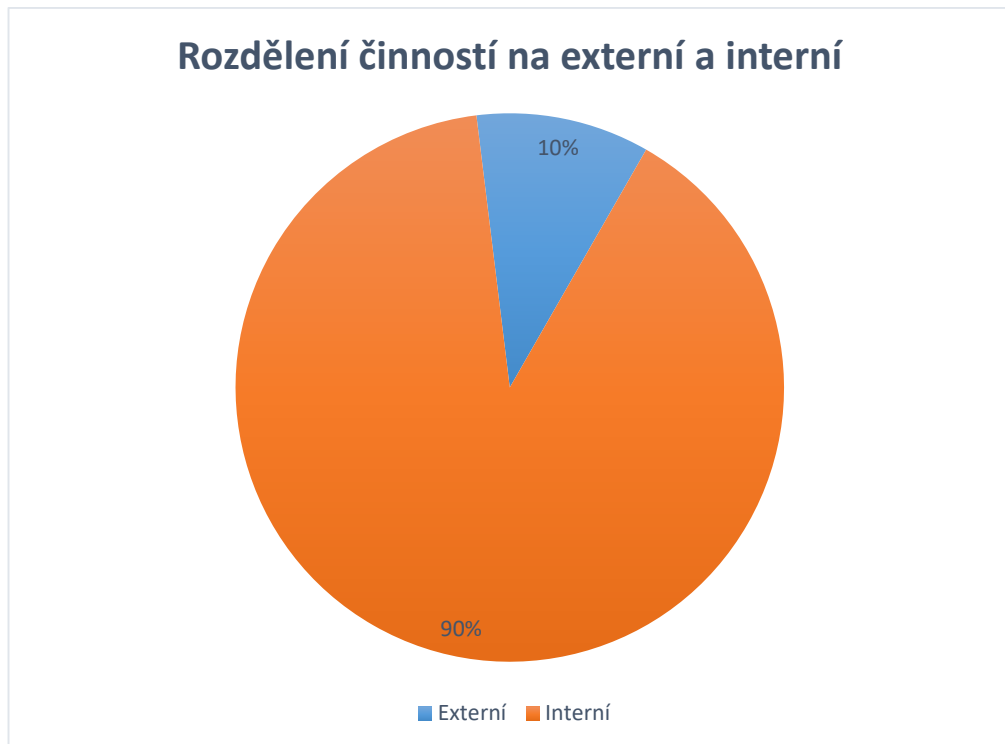
11.1 Oddělení externích a interních operací.

Jedná se o počáteční fázi aplikace metody SMED. Jde o rozdělení činností na externí, které lze vykonávat v čase, kdy je stroj v provozu a na interní, to jsou činnosti, které jsou vykonávány, když stroj stojí. V našem případě byly všechny činnosti interní, což je velkým nedostatkem celého procesu přetypování. V tabulce (Tab. 2) jsou po důkladném videorozboru popsány všechny činnosti, které jsou v procesu interní, ale mohly by být vykonávány ještě před započítáním samotného procesu seřizení, tudíž by mohly být překonvertovány na externí a tím bychom docílili nižšího času přetypování.

Seznam činností, které by šlo vykonávat v překrytém čase:

- Přemýšlení – 0:30 min
- Úklid pracoviště - 0:20 min
- Chůze: přinesení jeřábu - 1:27 min
- Uložení moldu do Skladu – 1:03 min
- Vyskladnění nového MOLDU -1:15 min
- Chůze pro pásek – 0:25 min
- Odnesení nevyužitých kabelů – 0:41 min
- Vyzvednutí nového gripperu -0:43 min
- Odnesení starého gripperu do skladu -0:49 min

Tyto činnosti zabírají celkem 7 minut a 13 sekund z celkové doby přetypování, která činí na 1 hodinu 2 minuty a 27 sekund, což je 10 % z celkového času. Tyto činnosti jsou zaneseny na následujícím grafu, zbylých 90 % operací se musí vykonávat, když je stroj zastavený



Graf 1 Rozdělení činností na externí a interní (vlastní zpracování)

11.2 Konverze interních operací na externí.

V této části budou představeny návrhy jak dosáhnout toho, aby se z interních časů staly časy externí a tím se snížil celkový čas přetypování. Rozdělíme činnosti do dvou kategorií. Do první velké kategorie budou zařazeny operace jako:

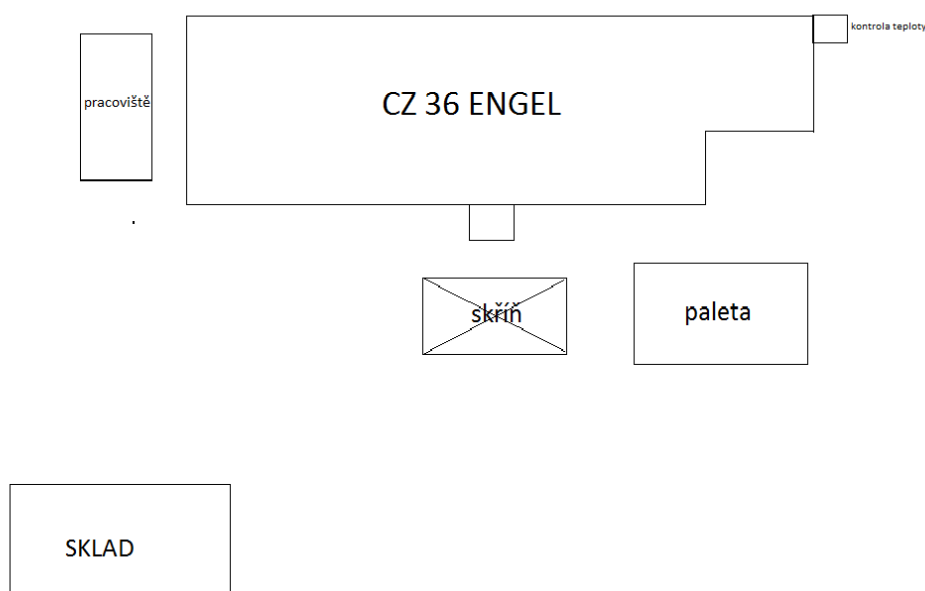
- Chůze: přinesení jeřábu - 1:27 min
- Uložení moldu do Skladu – 1:03 min
- Vyskladnění nového MOLDU -1:15 min
- Vyzvednutí nového gripperu -0:43 min
- Odnesení starého gripperu do skladu -0:49 min

Důležité je zmínit, že výše uvedené časy jsou pouze ty, kdy seřizovač přemisťuje mold nebo gripper za pomoci jeřábu ze skladu a zpět. Nejsou v nich započítány časy, kdy seřizovač upíná nebo odepíná jeřáb na mold/gripper.

Jsou to ve skrze časově nejnáročnější činnosti, které můžeme převést na externí operace jen malou úpravou layoutu a pracovního postupu.

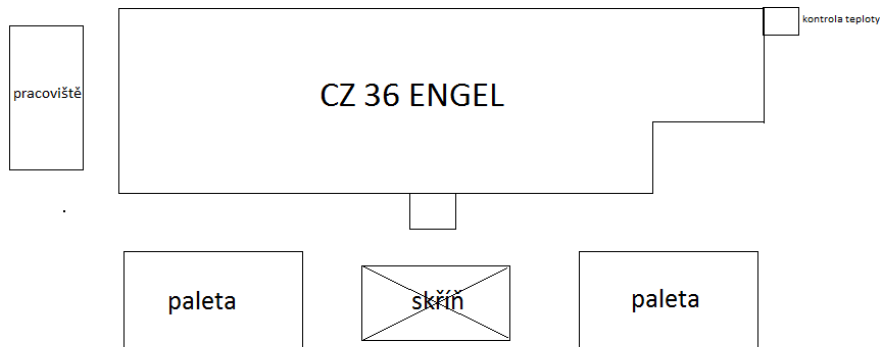
V současné době společnost disponuje více než 600 moldy, které skladuje v odděleném skladu. Pracovní postup je takový, že formař vyskladní potřebné formy pro daný den dle pracovního plánu z externího skladu do vyhrazeného prostoru na skladu ve vstřikolisovně.

Následně seřizovači při každé výměně moldu na vstřikolisovně musejí absolvovat cestu s jeřábem od stroje až do skladu, aby odvezli starý mold/gripper a vyzvedli tam nový mold/gripper. Tyto operace, kdy musí seřizovač absolvovat dlouhé cesty s jeřábem, značným způsobem zpomalují celý průběh přetypování. Tato situace je zachycena na následujícím obrázku.



Obr. 19 Layout před zavedením změny (Vlastní zpracování)

Návrh jak tomuto předejít byl konzultován se všemi členy projektového týmu a dospělo se k závěru, že ke stroji bude přistavena paleta, na kterou seřizovač vyskladní MOLD i gripper ještě před začátkem operace seřizování. Tato paleta bude hned vedle stroje, čímž se docílí toho, aby seřizovač nemusel absolvovat dlouhé cesty do skladu společně s jeřábem. Bude mít vše nachystané předem a na dosah ruky. Na obrázku výše už jedna paleta je, tato paleta byla během procesu seřízení nevyužita a byly na ni pouze odložené nepotřebné věci (kabely, starý materiál, odpad atd..), proto jsme se rozhodli paletu využít k tomu, aby si na ni mohl seřizovač přesunout mold, který je zrovna potřeba vyměnit. Pro menší moldy by stačila jen paleta jedna, ale při výměně těch větších budou potřeba palety dvě.



Obr. 20 Layout po zavedení změny (Vlastní zpracování)

Nový pracovní postup pak byl sestaven takto:

Tab. 8 Nový pracovní postup (vlastní zpracování)

Popis činnosti	zodpovídá
1) Formař vychystá formu dle plánu výroby do vyhrazeného místa na paletu vedle stroje.	formař
2) Údržbář provede zastavení stroje, odpojení vody, elektřiny a jiných periferií, vyfoukání vody.	údržbář
3) Údržbář demontuje formu a pomocí jeřábu ji uloží na připravenou paletu.	údržbář
4) Údržbář provede nasazení nové formy jeřábem na stroj.	údržbář

5) Údržbář upne formu do stroje a připojí periferie dle označení okruhů na formě. Dále připojí elektřinu.	údržbář
6) Údržbář nahraje program formy z databáze stroje a ověří program s údaji v technologickém listu formy.	údržbář
7) Vychystání materiálů pro nájezd výroby provádí.	manipulant dle PP-SCHM-4.
8) Nájezd výroby provádí.	údržbář dle PP STD 19.
9) Po nájezdu výroby odveze údržbář demontovanou formu z předchozí výrobní zakázky na vyhrazené místo k jejímu čištění.	údržbář

Obrázek (Obr. 22) je názornou ukázkou toho, jak to vypadalo před zavedením a po zavedení nového pracovního postupu. Na levé straně obrázku můžeme vidět situaci, kdy seřizovač musel pro formu odcházet směrem do skladu a zpátky, a to v době seřizování, což ho významně zdržovalo. Naproti tomu na obrázku vpravo můžeme vidět, jak to vypadá po zavedení změny, kdy formař vychystá potřebné formy přímo ke stroji na paletu a ušetří tak seřizovači dlouhou cestu do skladu.



Obr. 21 Stav před a po zavedení nového pracovního postupu (Vlastní zpracování)

Druhou skupinou operací jsou ostatní činnosti:

- Přemýšlení – 0:30 min
- Úklid pracoviště -0:20 min
- Chůze pro pásek – 0:25 min
- Odnesení nevyužitých kabelů – 0:41 min

Tyto činnosti jsou nezbytné pro práci seřizovače, lze je ale vykonávat mimo dobu seřizování a s tím snížit dobu přetypování stroje.

Shrnutí

Pro přehledné shrnutí této části aplikace metody SMED byla sestavena následující tabulka, v níž je zanesena celková časová úspora, které jsme dosáhli přenesením interních časů na externí.

Tab. 9 Časová úspora po převedení interních činností na externí (vlastní zpracování)

Celkový čas seřízení	01:02:27
Časová úspora	00:07:14
Nový celkový čas	00:55:14

11.3 Zlepšování činností v rámci externího a interního seřizování

V této části diplomové práce bude navrženo několik doporučení, díky kterým dojde ke snížení interních a externích časů.

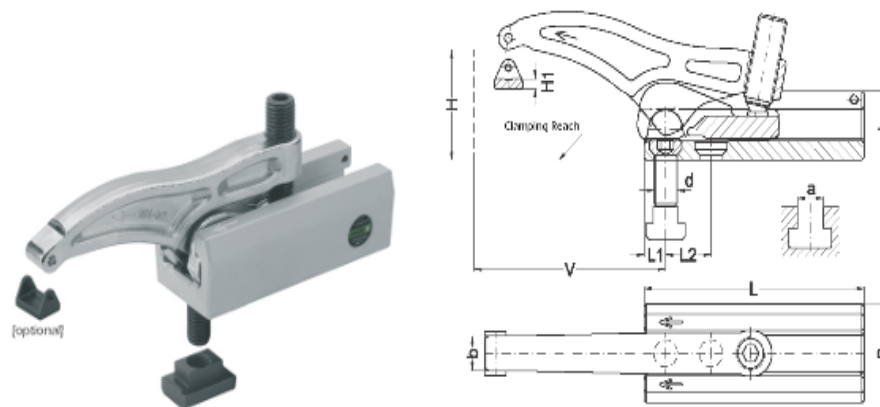
Snížení časů výměny MOLDU – šroubování

Při výměně moldu se musí vždy úchyty, které drží starý mold odmontovat, potom až je možné mold vyjmout a vyměnit. Jakmile je nový mold umístěný na místě, znovu se šroubují úchyty, které ho zafixují na potřebném místě. Tyto operace zabíraly největší část procesu přetypování, proto jsme se na ně zaměřili. Časový záznam všech operací montování můžeme najít v následující tabulce. Celkem se jedná o 11 minut a 16 sekund což tvoří 18% z celkového času přetypování.

- Vyšroubování šroubů z pohyblivého plátu – 3:29 min
- Vyšroubování šroubů z pevného plátu – 1:52 min
- Upevnění moldu na pohyblivý plát – 3:08 min
- Upevnění moldu na pevný plát – 2:47 min
- **Čas celkem: 11:16 min.**

Pro zkrácení těchto časů jsme se rozhodli pro aplikování takzvaného systému quick mold exchange. Díky tomuto systému fixace moldu budeme schopni ušetřit velké množství času.

Pro naše účely byly vybrány rychloupínací držáky od společnosti Lenzkes, multi quick 110.



Obr. 22 Rychloupínací držák Lenzkes multi quick 110 (Lenzkes, 2018)

Tyto držáky budou mít obrovskou výhodu v tom, že budou trvale zůstat na pevné desce stroje a nebudou se muset při každém přetypování stroje odšroubovat a zase našroubovat. Díky polohovatelnosti těchto držáků budeme schopni zajistit přesné umístění všech moldů ve velmi krátkém čase. Držáky mají upínací sílu až do 40 kN, což hravě stačí na všechny druhy moldů, které jsou využívány na lince CZ 36 ENGEL. Cena jednoho držáku s DPH je 2400 Kč. Při potřebě čtyř držáků by cena investice činila 9600 Kč. Na následujícím obrázku je možné vidět, jak držáky fungují v praxi.



Obr. 23 Ukázka funkce rychloupínacích držáků Lenzkes multi quick 110 (Lenzkes, 2018)

Zkouška tohoto návrhu nebyla provedena, protože držáky nebyly ještě zakoupeny a instalovány, proto nemůžeme přesně vyčíslit časovou úsporu. Posudek od technologa však hovoří o časové úspoře cca 60 %, což by znamenalo, že celkový čas šroubení by se pohyboval na hranici 6 minut a 36 vteřin. Z celkového času přetypování by se uspořilo 9,8%. Tento návrh

už vedení společnosti odsouhlasilo a bude se implementovat, bohužel se tato implementace nestihne před odevzdáním diplomové práce.

Instalace multispojek

Tento návrh bude zaměřen na snížení času při upínání a odepínání termoregulačních okruhů a forem. Dlouhá doba kabeláže byla jedna ze tří operací, na které jsme se chtěli zaměřit, protože celkově zabírá 5 minut a 11 sekund, což tvoří 8% z celkové doby přetypování.

V současné době musí seřizovač odpojovat každý kabel zvlášť, což ho významně zdržuje. Proto jsme se rozhodli pro aplikaci multispojek, které by umožňovaly pouze jedním pohybem rychle a bezpečně odpojit/připojit všechny kabely najednou. Postup, jak multispojky fungují, nalezneme v obrázku níže.



Obr. 24 Postup zavedení multispojek (Interní materiály společnosti)

Mold bez multispojek

Seřizovač musí každý kabel jednotlivě zapojit do formy a do stroje, což zbytečně zdržuje celý proces seřízení. Takto nastavená operace zabírá následující časové intervaly

- Vyjmutí spojů z moldu: 2:27 min

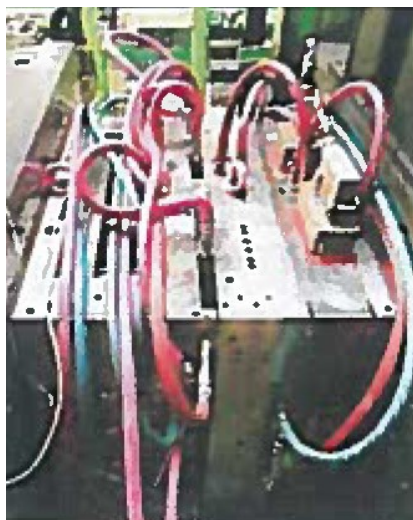
- Zapojení formy: 2:44 min
- Celkem: 5: 11 min

Mold s použitím multispojek

Při použití multispojek, seřizovač pouze jedním tahem zapojí/odpojí všechny kabely najednou. Zkouška tohoto návrhu nebyla provedena, protože multispojky nebyly ještě zakoupeny a instalovány, proto nemůžeme přesně vyčíslit časovou úsporu tohoto opatření. Podle technologa sníží zavedení multispojek čas této operace o 80%. Výpočet odhadovaných časů po zavedení nalezneme níže.

- Vyjmutí spojů z moldu: 0:29 min
- Zapojení formy: 0:33 min
- Celkem: 1:02 min

Pro porovnání stavu před zavedením a po zavedení této změny jsou přiloženy následující dva obrázky.



Obr. 25 stav před zavedením multispojek a po zavedení multispojek (Interní materiály společnosti)

Pro naše účely jsme vybrali multispojky od firmy Staubi MCI 209.20. Bude potřeba zakoupit 2 multispojky na stroj a 7 multispojek na nejčastěji používané formy, které tvoří 80 % přestaveb. Produkt MCI 209.20 nalezneme na následujícím obrázku.



MCI 209.20

Passage diameter: 9 mm
20 sockets (10 circuits)

Obr. 26 Multispojky MCI.20 (Staubli, 2018)

Cenová kalkulace pro multispojky

Přímý náklad na jednu multispojku – 560 Euro, což při současném kurzu činí 14 207 Kč. Při nákupu devíti multispojek by náklady byly 127 863 Kč. Díky vysoké nákladnosti nebudeme tento návrh u linky CZ 36 ENGEL 160 realizovat, protože doba návratnosti investice by byla příliš vysoká. Nicméně společnost XY bude chtít zavádět metodu SMED na všechny své linky ve vstříkolisovně, jak již bylo zmíněno v analytické části. Linka CZ 36 ENGEL 160 budou pouze odrazovým můstkem. Tento návrh bude využitelný u linek, kde je malá variace produktů a tím pádem při seřízení není nutné měnit takové množství forem. Dále pak půjde využít u linek, kde se využívají několikanásobně větší formy a tím pádem celý proces zapojení okruhů trvá mnohonásobně déle. Na těchto linkách bude doba návratnosti investice rapidně menší. Kalkulace, kolik by ročně multispojky na lince ENGEL 160 uspořily, nalezneme v následující tabulce (Tab. 10).

Tab. 10 Celková časová a finanční úspora pro návrh multispojek (vlastní zpracování)

Počet přestaveb	Ušetřený čas v min za jednu přestavbu.	Ušetřený čas v hod za rok	Cena hodiny stroje v Kč	Úspora za rok v Kč
97	00:04:19	06:59:00	850	5935

Celková doba návratnosti investice tuto linku by tak byla 127 863 Kč / 5935 Kč = 21.5 roku. Ušetřený čas tímto návrhem nebude započítán do výsledků a zhodnocení projektu.

Návrh dvou seřizovačů

Jak můžeme vidět, ve spaghetti diagramu seřizovač musí chodit okolo celého stroje a velké množství činností provádí nejprve na jedné straně a následně stroj obejde a tu stejnou činnost udělá i na straně druhé. Proto jsme se rozhodli, že naplánujeme seřízení tak, aby mohli být zapojeni dva seřizovači současně a tím tak výrazně snížit celkovou dobu přetypování.

Seznam činností označených tak aby se daly vykonávat paralelně je tabulce 11. Všechny činnosti jsou barevně rozděleny tak aby vždy zhruba stejně dlouhý pracovní úsek připadl na každého seřizovače a aby všechny činnosti šly dělat simultánně.

Tab. 11 Rozdělení činností při využití dvou seřizovačů (vlastní zpracování)

1. Pracovník	Čas	2. Pracovník	Čas
Čištění formy	00:00:42	vložení materiálu	00:01:53
Vypnutí kontroly teploty	00:00:39	čištění spirály	00:02:14
Nanesení spreje na formu	00:00:20		
Zavření nástroje	00:00:13		
Vyjmутí elektrického napájení	00:00:12		
Přinesení jeřábu	00:01:27		
Odnesení materiálu	00:00:25		
Celkem	00:03:58	Celkem	00:04:07

Chystání nástrojů pro vyjmутí MOLDu	00:01:00	Vyšroubování šroubů z pohyblivého plátu	00:01:38
Vyjmутí spojů z MOLDu	00:01:27	Vyjmутí části na kontrolu teploty	00:00:34
Vyšroubování šroubů z pohyblivého plátu	00:01:31	Nasazení úchytu pro jeřáb	00:00:42
Vyšroubování šroubů z pevného plátu	00:01:26	Nasazení jeřábu na mold	00:00:09
		Výměna materiálu	00:01:41
		Vyjmутí ejectoru	00:00:25
		Vyšroubování šroubů z pevného plátu	00:01:07
Celkem	00:05:24	Celkem	00:06:16

Upevnění moldu na pevný plát	00:01:34	Upevnění moldu na pevný plát	00:01:28
Odstranění jeřábu	00:00:39	Zavření bezpečnostních dveří	00:00:06
Odstranění úchytu na jeřáb	00:00:31	Načtení nového programu	00:00:48
Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:01:34	Vložení ejectoru	00:00:37
Odnesení nástrojů pro opravu	00:00:25	Upevnění moldu na pohyblivý plát	00:01:34
Uklizení nástrojů	00:00:19	Fixace ejectoru	00:00:47

Celkem		00:05:02	Celkem		00:05:20
Vyzvednutí nového gripperu	00:00:43	Připojení kabeláže pevný plát	00:01:38		
Zapnutí kontroly teploty	00:00:10	Připojení kabeláže pohyblivý plát	00:00:43		
Výměna gripperu	00:01:43	Zafixování kabeláže páskem	00:00:50		
Propojení gripperu se vzduchem	00:00:25	Odnesení nevyužitých kabelu	00:00:41		
Odnesení starého gripperu do skladu	00:00:49	Zavření bezpečnostních dveří	00:00:05		
Celkem	00:03:50	Celkem	00:03:57		
Celkový čas pro 1. pracovníka		00:18:14	Celkový čas pro 2. pracovníka		00:19:40

Ve společnosti XY jsou současně na jedné směně 3 seřizovači, tudíž by výpomoc od druhého seřizovače nebyla nákladem navíc. Druhý seřizovač by nebyl přítomen po celou dobu seřízení, ale převážně by jen pomohl vyjmout starou formu a vložit do stroje formu novou. Bylo uvažováno i o tom, že by byli zaškoleni operátoři linky, aby zvládli tuto výpomoc, ale nakonec od tohoto návrhu vylo upuštěno, protože by tato práce pro ně nebyla vhodná.

Časová úspora tohoto návrhu je vyčíslena na 18 min a 14 sec. Vždy je započítána nižší hodnota ze skupiny činností, které seřizovači mohou dělat simultánně. Tyto hodnoty jsou v tabulce 12 označeny červenou barvou. Z celkového času seřízení by se tímto návrhem ušetřilo 30% času. Jedna hodina práce seřizovače je vyčíslena na 348 Kč.

Tab. 12 Roční mzdové náklady na druhého seřizovače (vlastní zpracování)

Název operace	Čas	Počet přestaveb za rok	Celkový čas za rok	Cena práce Kč/h	Roční mzdové náklady v Kč
2. seřizovač	00:18:14	97	29:26:51	348	10 140

12 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

V této části projektu se budeme zabývat vyčíslením hlediska finančního a poté se podíváme na hledisko časové. V druhé polovině budou vyčísleny náklady projektu a vypočtena doba návratnosti investice. Při výpočtu přínosu projektu, tedy jeho výsledných úspor pro firmu, bude počítáno s náklady na hodinu práce soustruhu CZ 36 ENGEL 160 v hodnotě 850 Kč

12.1 Časové úspory

V rámci aplikace metody SMED se nám podařilo snížit celkovou dobu přetypování, která na začátku činila 1 hodinu 2 minuty a 27 vteřin o celých 32 minut a 14vteřin, což znamená, že nová doba přetypování je stanovena na 30 minut a 13 vteřin. Celkem jsme tak uspořili 51,6% času.

Tab. 13 Časové vyhodnocení aplikace metody SMED (vlastní zpracování)

Název operace	Celkový čas seřizení	čas úspory	úspora v %	čas po úspoře
Přetypování	01:02:27	0:32:14	51.60%	00:30:13

K vyčíslení ročních úspor, použijeme data z roku 2017. V minulém roce bylo provedeno na lince CZ 36 ENGEL 160 celkem 97 seřizení. V tabulce (Tab. 14) je pak vyobrazena roční úspora času.

Tab. 14 Celková časová úspora po aplikaci metody SMED za rok (vlastní zpracování)

Název operace	Počet seřizení	Čas úspory	Roční úspora
Přetypování	97	0:32:14	52:06:37

Roční časová úspora tak po zavedení změn činí 52 hodin 6 minut a 37 vteřin.

12.2 Finanční úspory

Pro výpočet finančních úspor projektu je počítáno s tím, že hodinové náklady spojené s tím, že stroj stojí, jsou 850 Kč. V následující tabulce (Tab. 15) je výpočet ročních úspor.

Tab. 15 Roční finanční úspora (vlastní zpracování)

Název operace	Náklady (Kč/hod)	Roční časová úspora	Úspora v Kč za rok
Přetypování	850	52:06:37	44 285

Výpočet roční finanční úspory, jejíž výpočet vychází z celkové roční časové úspory, vyšel 44 285 Kč.

12.3 Náklady na projekt

Celkové náklady na aplikaci metody SMED tvoří nákup čtyř rychloupínacích držáků multi quick 110 v hodnotě 9600 Kč. Paleta v hodnotě 350 Kč a roční mzdové náklady seřizovače, které tvoří 10140 Kč. Celkové náklady na projekt tedy činí 20 090 Kč. Z těchto nákladů je vynechaný návrh multispojkek jak bylo zmíněno již výše. Podrobně rozepsané náklady nalezneme v tabulce (Tab. 16)

Tab. 16 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování)

Náklady	Částka v Kč
4x multi quick 110	9 600
Paleta	350
Mzdové náklady	10 140
Celkem	20 090 Kč

12.4 Doba návratnosti investice

Pro závěrečné zhodnocení celého projektu bude vypočítána doba návratnosti investice. Výpočet je výsledkem podílu investičních nákladů a předpokládané roční úspory po zavedení navrhovaných opatření.

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{20\,090 \text{ Kč}}{44\,285 \text{ Kč}} = 0.45 \text{ roku}$$

Podle výpočtu výše je doba návratnosti 0,45 roku, což je pro společnost velmi pozitivní. V následující tabulce (Tab. 17) bude vypočítána doba návratnosti investice pro jednotlivé návrhy zvlášť.

Tab. 17 Výpočet doby návratnosti jednotlivých návrhů (vlastní zpracování)

Návrhy	Roční časová úspora	Roční finanční úspora	Náklady v Kč	Návratnost investice v letech	Návratnost investice ve dnech
Rychloupínací držáky multi quick 110	10:50:42	9 223	9 600	1.04	380 dnů
Umístění palety ke vstřikolisu	11:48:33	10 029	350	0.03	11 dnů
Návrh dvou seřizovačů	29:26:51	25 033	10 140	0.41	150 dnů
Celkem	52:06:06	44 285	20 090	0.45	165 dnů

Doba návratnosti investice je nejnižší u návrhu s pořízením palety přímo ke stroji a to 11 dnů. Nejdelší návratnost máji rychloupínací držáky a to 380 dnů. Pořád se ale jedná o přijatelnou hodnotu.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na aplikaci metody SMED při výměně vstřikovací formy ve vybrané společnosti XY. Cílem této práce bylo snížení doby seřízení na stroji CZ 36 ENGEL alespoň o 10 % oproti původnímu stavu.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí, a to teoretické a praktické.

V teoretické části byla vypracovaná literární rešerše, které shrnovala všechny teoretické poznatky, jež byly využity jako základ pro zpracování praktické části. V první kapitole teoretické části bylo obecně představeno průmyslové inženýrství, dále následoval štíhlý podnik a metoda SMED. V poslední kapitole teoretické části byly shrnuty vybrané metody průmyslového inženýrství, jež byly využity v části praktické.

V Praktické části byla představena společnost XY a analyzován současný stav přetypování. K tomuto byla využita analýza videozáznamu zachycujícího přestavbu linky CZ 36 ENGEL. Tato část nám poskytla podrobné informace o délce časů jednotlivých činností v rámci operace přetypování a odhalila mnoho nedostatků a plýtvání.

V návaznosti na tuto část byla ve třech krocích aplikovaná metoda SMED. Nejprve byly odděleny interní operace od externích, následně došlo k jejich převedení a nakonec k jejich snížení. Jako výstup, byl sestaven nový pracovní postup.

Následně byla vypracována nápravná opatření. První byla provedena změna layoutu, díky které společnost ušetří 10 140 Kč ročně, náklady na tuto změnu byly vyčísleny na 350 Kč. Dále byl navržen systém rychloupínacích držáků, díky kterým společnost ušetří ročně 9 223 Kč, náklady na tuto změnu byly vyčísleny na 9600 Kč. Třetím návrhem byla aplikace multispojek, které bohužel nebyly pro tento projekt využity, díky vysokým nákladům a malým úsporám. Společnost XY tento návrh může využít u jiných strojních zařízení, kde se používají větší formy. U těchto linek už se multispojky vyplatí. Posledním návrhem byl návrh dvou seřizovačů, kteří by část přetypování prováděli společně. Roční finanční úspora pro tento návrh je 25 033 Kč, náklady se pak pohybují na hranici 10 140 Kč

Při zavedení nápravných opatření, jejichž celkové náklady byly vypočítány na 20 090 Kč, se dosáhlo časové úspory oproti původnímu stavu o 51.6%. Celková roční úspora pak činí celkem 44 285 Kč. Díky tomu byl cíl práce snížit dobu seřízení alespoň o 10% splněn, tím pádem projekt můžeme považovat za úspěšný.

Společnost XY má tak podklady pro zavedení metody SMED na všechny strojní zařízení ve vstříkovně. Měla by také metodu SMED aplikovat opakovaně, protože postupem času je možné odhalit další druhy plýtvání a pracovat na jejich odstranění a tím opět zefektivnit proces přetypování. Díky tomuto projektu bylo zajištěné zvýšení produktivity a tím i zvýšení konkurenceschopnosti společnosti XY.

SEZNAM POUŽITÉ 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.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S: Základy štíhleho podniku*. Žilina: IPA Slovakia, 60 s.

DENNIS, Pascal, 2007. *Lean Production Simplified: A Plain Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, xiv, 176 s. ISBN 978-1-56327-356-8.

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, F., 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*, Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5

IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.

Ishikawův diagram. *ManagementMania* [online]. Praha: ManagementMania's Series of Management ISSN 2327-3658, 2015 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>

JEŽEK, Otakar, 2006. Rychlá změna (SMED). In: *Produktivita.cz* [online]. Turnov, 14. 12. 2006 [cit.2018-01-04]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/rychla-zmena-smed.html>

JABLONSKÝ, Josef, 2007. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-44-3.

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

KORMANEC, Peter, Ľudovít BOLEDOVIČ, Ján BURIETA a Matúš VIŠŇANSKÝ, 2007. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia.

- KORMANEC, Peter, 2007. SMED. *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní manažment, Optimalizace výroby, Soft skills: IPA Czech* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/smed>
- KORMANEC, Peter, 2008. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia, 42 s.
- KOŠTURIÁK, Ján. Štíhlý podnik. *IPA* [online]. Český Těšín: IPA Czech, 2012 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihly-podnik>
- KOŠTURIÁK, Ján, 2007. Průmyslové inženýrství. *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní manažment, Optimalizace výroby, Soft skills: IPA Czech* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/prumyslove-inzenyrstvi>
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: in-FORM, (různé stránkování). ISBN 8096858319.
- Lean six sigma. *8 druhů plýtvání* [online]. Praha: European Lean Six Sigma Community, ©2015-2018 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes>
- Lenzkes. *Multi Quick 110 Specifications - Metric* [online]. Christiansburg: ©2007-2014 Lenzkes Clamping Tools, 2018 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.lenzkesusa.com/MultiQuicks/MQ110.htm>
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 8090353304.
- 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.
- MAŠÍN, Ivan. Role a význam PI. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Želečovice: Institut průmyslového inženýrství, 2017 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: http://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-1/modul_1_im_uvod.pdf
- Průmyslové inženýrství, © 2012. *IPA Czech* [online]. Žilina [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/prumyslove-inzenyrstvi>

SHINGŌ, Shigeo, 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland, Ore-gon: Productivity Press, xxii, 361 s. ISBN 0915299038.

SHINGŌ, Shigeo, c1989. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Rev. ed. New York, NY: Productivity Press,. ISBN 0-915299-17-8.

Standardizace, 2006. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-prumysloveho-inzenyrstvi/standardizace.html>

Staubli. *Non spill manual multicouplings plate MCI* [online]. Austria: Staubli International, 2018 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.staubli.com/en-cz/connectors/multi-connection-systems/temperature-control/temperature-control-non-spill-mci/>

SVĚT PRODUKTIVITY. *Čekání* [online]. ©2012 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-cekani.htm>

TOMEK, G. & Vávrová, V., 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci* 1. vyd., Praha: Grada.

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

TYPES OF WASTE, 2016. *Manufactus* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <http://www.manufactus.com/portfolio/8-types-of-waste/?lang=en>

VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.

WILSON, Lonnie, c2010. *How to implement lean manufacturing*. 1. Vyd. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162507-4.

Interní materiály společnosti

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Japonská metoda udržování čistoty a pořádku na pracovišti
CPM	Critical Path Method
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods-Time Measurement
PERT	Programme Evaluation Review Technique
RIPRAN	Risk projekt analysis
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Studium práce (vlastní zpracování na základě zdroje Mašín, Vytlačil, 2000, s. 90).....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 2. Štíhlý podnik (Košturiak, 2012).....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 3. Štíhlá výroba (Košturiak,2012)</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 4. 8 druhů plýtvání (Lean six sigma ©2015-2018).....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 5. Následky pomalého růstu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-16)</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 6. Definice pojmu seřízení (SMED, © 2012b).....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 7. Rozdělení operací na interní a externí (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 214).....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 8. Tři kroky metody SMED (SMED, © 2012b).....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 9. Prostředky pro první krok SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 10 Příklady konverze interního seřizování na externí (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217).....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 11. Prostředky pro zkracování doby interních činností (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 218)</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 12. Ishikawův diagram (Ishikawův diagram, 2015).....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 13 Organizační začlenění společnosti XY (Interní materiály společnosti)</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 14. Zákaznická struktura (Interní materiály společnosti)</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 15 Vstříkolis Engel (interní materiály společnosti).....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 16. Layout vstříkovny (Interní materiály společnosti).....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 17 Spaghetti dieagram (vlastní zpracování)</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 18. Ishikawův diagram (Vlastní zpracování)</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 19 Layout před zavedením změny (Vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 21 Layout po zavedení změny (Vlastní zpracování)</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 22 Stav před a po zavedení nového pracovního postupu (Vlastní zpracování)..</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 23 Rychloupínací držák Lenzkes multi quick 110 (Lenzkes,2018)</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 24 Ukázka funkce rychloupínacích držáků Lenzkes multi quick 110 (Lenzkes, 2018).....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 25 Postup zavedení multispojkek (Interní materiály společnosti).....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 26 stav před zavedením multispojkek a po zavedení multispojkek (Interní materiály společnosti).....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 27 Multispojky MCI.20 (Staubli,2018).....</i>	<i>74</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Rozdělení činností na externí a interní (vlastní zpracování).....</i>	<i>65</i>
---	-----------

SEZNAM TABULEK

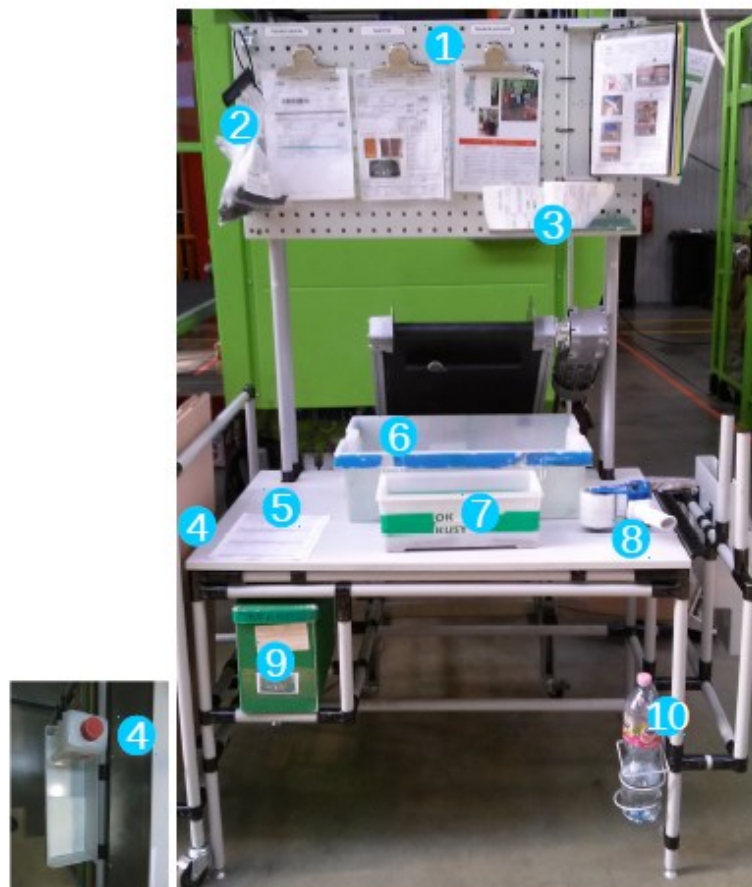
Tab. 1 Počet přestaveb na jednotlivých strojích za rok (vlastní zpracování)	48
Tab. 2 Detailní popis činností při operaci přetypování (vlastní zpracování).....	50
Tab. 3 Nedostatky a způsob jejich řešení (vlastní zpracování).....	56
Tab. 4 Harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	58
Tab. 5 kriteriální SWOT analýza projektu (vlastní zpracování).....	59
Tab. 6 Logický rámec projektu (vlastní zpracování).....	61
Tab. 7 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)	62
Tab. 8 Nový pracovní postup (vlastní zpracování).....	67
Tab. 9 Časová úspora po převedení interních činností na externí (vlastní zpracování).....	70
Tab. 10 Celková časová a finanční úspora pro návrh multispojek (vlastní zpracování).....	74
Tab. 11 Rozdělení činností při využití dvou seřizovačů (vlastní zpracování).....	75
Tab. 12 Roční mzdové náklady na druhého seřizovače (vlastní zpracování).....	76
Tab. 13 Časové vyhodnocení aplikace metody SMED (vlastní zpracování)	77
Tab. 14 Celková časová úspora po aplikaci metody SMED za rok (vlastní zpracování)	77
Tab. 15 Roční finanční úspora (vlastní zpracování).....	78
Tab. 16 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování).....	78
Tab. 17 Výpočet doby návratnosti jednotlivých návrhů (vlastní zpracování).....	79

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P1: Standard pracoviště E36

PŘÍLOHA P I: STANDARD PRACOVIŠTĚ E36

XY	STANDARD PRACOVIŠTĚ E36	D-65
		Revize: A



	Co uspořádat	Kdo uspořádá	Kdy uspořádá	Pomůcky k uspořádání
1	Aktuální výrobní dokumentace (výrobní zakázka, balící list, standard pracoviště a další)	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
2	Referenční vzorek připraven k posouzení	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
2	První kus připraven k posouzení	Kvalitář	Při nájedu výroby	---
3	SAP štítky připraveny k aktuální zakázce	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
4	Čistící prostředky připravené k použití umístěné na levé straně pracovního stolu	Operátor	V průběhu výroby	---
5	Výrobní protokol	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
6	Box na rozpracovanou výrobu	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
7	Box na OK kusy	Operátor	V průběhu výroby	---
8	Páskovačka připravena k použití	Operátor	V průběhu výroby	---
9	Krabice s referenční vzorky	Mistr/předák	Před nájedem výroby	---
10	Nápoje jsou v uzavřených lahvích a umístěné v držáku	Operátor	V průběhu výroby	---

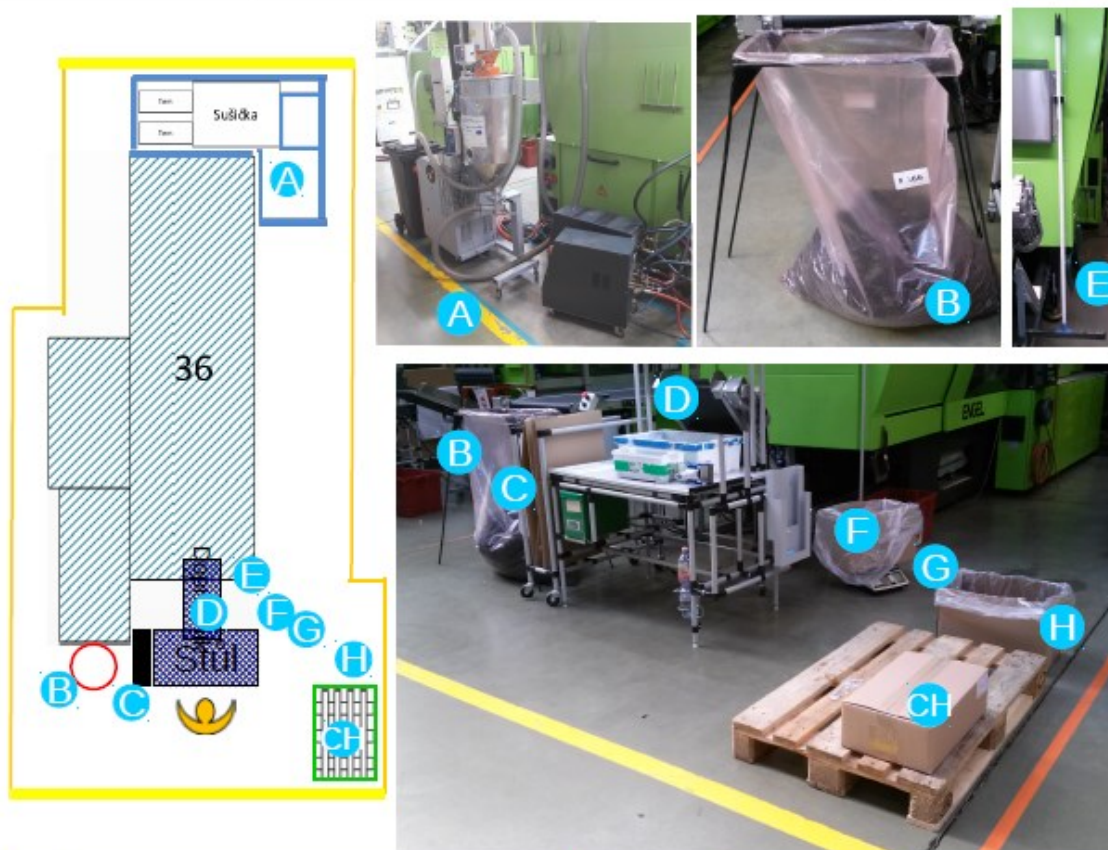
Datum:	Platnost od:	Schválil: Datum:
--------	--------------	---------------------

XY

STANDARD PRACOVIŠTĚ E36

D-65

Revize: A



	Co uspořádat	Kdo uspořádá	Kdy uspořádá	Pomůcky k uspořádání
A	Materiál, barva a sušička umístěny ve vyznačeném prostoru	Dosypávač	Před nájездem výroby/průběžně	Vozík
B	Stojan na zmetky umístěn dle standardu	Dosypávač	Před nájездem výroby/průběžně	Pytel na odpad, etiketa
C	Stojan na kartony průběžně doplňovaný	Manipulant	Před nájездem výroby/průběžně	---
D	Dopravníkový pás je čistý a umístěn dle standardu	Seřizovač	Před nájездem a ukončení výroby	Hadr, čistící prostředek
D	Dopravníkový pás je čistý a připraven k použití	Operátor	V průběhu výroby	Hadr, čistící prostředek
E	Úklidové prostředky umístěny dle standardu	Operátor	V průběhu výroby	---
F	Právě plněný karton	Operátor	V průběhu výroby	---
G	Kontrolní váha připravená k použití	Mistr/předák	Před nájездem výroby	---
H	Připravený karton umístěn dle standardu	Operátor	V průběhu výroby	---
CH	Paleta na hotové výrobky umístěná dle standardu	Manipulant	Před nájездem výroby/průběžně	Vozík

Vypracoval:
Datum:

Platnost od:

Schválil:
Datum: