

Projekt aplikace metody SMED u vybrané výrobní linky ve společnosti Mitas, a.s.

Bc. Jakub Kouřil

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Kouřil**
Osobní číslo: **M13428**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt aplikace metody SMED u vybrané výrobní linky ve společnosti Mitas, a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

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

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu procesu přetypování u vybrané výrobní linky.
- Na základě analýzy vytvořte projekt aplikace metody SMED u vybrané výrobní linky ve společnosti Mitas, a.s.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 8090223508.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 8090223567.

MAYNARD, Harold B a Kjell B ZANDIN. Maynard's Industrial Engineering Handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 0070411026.

SHINGO, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Portland, Oregon: Productivity Press, c1985, xxii, 361 s. ISBN 0915299038.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **16. února 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 16. února 2015

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá aplikací metody SMED u výrobní linky pro přípravu polotovarů ve společnosti Mitas, a.s. s cílem snížení doby přetypování. V úvodní části je zpracován teoretický základ, týkající se průmyslového inženýrství, štíhlé výroby, metody rychlého přetypování SMED, týmového workshopu a standardizace. V následující části práce je představena společnost a výrobní linka, na níž je provedena analýza současného stavu přetypování, která je základem pro zavedení metody SMED. Samotná aplikace je obsahem projektové části, ve které jsou v závislosti na jednotlivých krocích metody představeny návrhy na zkrácení časů činností při přetypování. Výstupem práce je návrh nového pracovního postupu, který zajistí vyšší produktivitu výroby.

Klíčová slova: SMED, rychlé změny, Mitas, průmyslové inženýrství, produktivita, štíhlá výroba, plýtvání

ABSTRACT

The thesis is focused on an application of the SMED method to the production line for preparation of semi-finished products at the company Mitas, a.s. The goal is to reduce changeover time. In the initial part, there is a theoretical background which refers mainly to topics such as industrial engineering, lean production, SMED method, workshop or standardization. In the following part of the thesis, there is an introduction of the company and the production line used for an analysis of the current situation of the changeover, which is the basis for the realization of the SMED method. An application of the method is discussed in the project part in which suggestions for a reduction of the set up time, based on the particular steps of the method, are presented. The outcome of the thesis is a plan of the new working procedure which ensure higher productivity of a manufacturing system.

Keywords: SMED, quick changeover, Mitas, industrial engineering, productivity, lean manufacturing, waste

Diplomová práce byla zpracována pod vedením paní prof. Ing. Felicity Chromjakové, Ph.D, které tímto děkuji za praktické rady a užitečné připomínky v průběhu zpracování práce. Stejně tak děkuji zaměstnancům firmy Mitas, a.s. v Otrokovicích za ochotu podílet se na projektu. Zejména pak vedoucímu oddělení průmyslového inženýrství panu Ing. Tomáši Machurovi za věnovaný čas, poskytnuté informace a vstřícné jednání.

“The most dangerous kind of waste is
the waste we do not recognize.”

Shigeo Shingo

OBSAH

ÚVOD.....	8
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	11
1.1 ÚVOD DO PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	11
1.2 PRODUKTIVITA	12
1.3 ZÁKLADNÍ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	18
2.1 DRUHY PLÝTVÁNÍ	18
2.2 TEORIE OMEZENÍ	20
2.3 KONCEPCE DRUM-BUFFER-ROPE.....	21
3 METODA RYCHLÉHO PŘETÝPOVÁNÍ SMED.....	23
3.1 PLÝTVÁNÍ PŘI PŘETÝPOVÁNÍ	24
3.2 CHARAKTERISTIKA METODY SMED	25
3.3 KROKY PŘI REALIZACI METODY SMED.....	25
3.4 REALIZACE PROJEKTU SMED V PRAXI.....	28
3.5 PŘÍNOSY METODY SMED.....	29
4 TÝMOVÝ WORKSHOP	30
4.1 TRÉNINK NOVÉHO POSTUPU PŘETÝPOVÁNÍ.....	30
5 STANDARDIZACE	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI MITAS, A.S.....	33
6.1 HISTORIE.....	33
6.2 STRATEGIE	34
6.2.1 Dílčí cíle	34
7 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VÝROBNÍ LINKY ROLLERHEAD	35
7.1 POPIS VÝROBNÍ LINKY A JEJÍ OBSLUHY	35
7.2 SORTIMENT SMĚSÍ A POLOTOVARŮ	39
8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘETÝPOVÁNÍ U LINKY ROLLERHEAD.....	40
8.1 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY SMĚSI	42
8.2 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY VLOŽEK.....	44
8.3 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY POUZDRA	47
8.4 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY VLOŽEK A SMĚSI	49
8.5 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY POUZDRA A VLOŽEK.....	52
8.6 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY POUZDRA A SMĚSI	52
8.7 ROZBOR ČINNOSTÍ U VÝMĚNY SMĚSI, VLOŽEK A POUZDRA.....	53
8.8 HLAVNÍ POZNATKY Z ANALÝZY	53
9 APLIKACE METODY SMED	54

9.1	VYMEZENÍ PROJEKTU	54
9.1.1	Cíl projektu.....	54
9.1.2	Projektový tým	54
9.1.3	Logický rámec.....	54
9.1.4	Časový harmonogram	56
9.1.5	Rozpočet projektu	56
9.1.6	Riziková analýza	56
9.1.7	SWOT analýza	58
9.2	PŘÍPRAVNÁ FÁZE.....	59
9.3	ODDĚLENÍ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	59
9.4	PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ.....	60
9.5	SNÍŽENÍ ČASŮ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	61
9.5.1	Snížení času výměny směsi.....	61
9.5.2	Snížení času výměny vložek	64
9.5.3	Snížení času výměny pouzdra	65
9.5.4	Snížení času při manipulaci s nářadím	66
9.5.5	Eliminace nesrovnalostí mezi pracovními postupy napříč směny	68
9.5.6	Další návrhy	68
9.6	WORKSHOP	69
9.7	NÁVRH NOVÉHO JÍZDNÍHO ŘÁDU	70
9.7.1	Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi	70
9.7.2	Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu vložek	73
9.7.3	Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu pouzdra.....	76
9.7.4	Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi a vložek	77
9.7.5	Návrh nového jízdniho řádu pro další kombinace	79
9.8	CELKOVÉ ÚSPORY A ZHODNOCENÍ PROJEKTU	80
9.8.1	Časové úspory	82
9.8.2	Ekonomické úspory	82
	ZÁVĚR	84
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	88
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM TABULEK.....	91
	SEZNAM PŘÍLOH.....	92

ÚVOD

Současné tržní prostředí je charakteristické svou proměnlivostí. Zákazníci jsou stále náročnější a podniky jsou nuceny reagovat na jejich měnící se požadavky rychle a flexibilně. Zajištění neustálého rozvoje a inovací je důležitou součástí života firmy. Klíčovou výzvou je poté zvyšování produktivity práce, která pro firmy znamená zachování konkurenceschopnosti.

Se zvyšováním produktivity souvisí filozofie štíhlé výroby, jejíž náplní je snaha o zkrácení průběžné doby výroby eliminací plýtvání, kterým se zabývá obor průmyslové inženýrství. Jedním z velkých zdrojů plýtvání každé firmy je přetypování. Výměna nástrojů nebo materiálu nepřináší výrobku žádnou přidanou hodnotu. Z toho důvodu je třeba časy těchto činností co nejvíce redukovat, čehož se dosahuje zavedením systému rychlých změn. Metodou, která se při tomto zavádění využívá, je právě SMED. Její aplikací můžeme časy potřebné pro výměny materiálu či jiných komponentů snížit často i z řádu hodin do řádu minut.

Projekt je prováděn ve společnosti Mitas, a.s. v Otrokovicích, která je předním českým výrobcem pneumatik specializujícím se zejména na zemědělské a stavební stroje, vysokozdvížné vozíky a motocykly. Pro aplikaci metody SMED je vybrána výrobní linka Rollerhead, která slouží k přípravě polotovarů potřebných k výrobě plášťů pneumatik. Přetypování na této lince je poměrně složité z hlediska nutnosti spolupráce více pracovníků a je také časově náročné. Kvůli relativně širokému sortimentu výrobků probíhá přetypování výrobní linky několikrát za den, přičemž jsou celkem prováděny tři základní typy výměn. Je však třeba počítat i s jejich kombinacemi, čímž celkový počet různých výměn stoupne na sedm. Z tohoto důvodu je snížení časů u výrobní linky Rollerhead pro firmu klíčovou záležitostí. Přejít mezi výrobou dvou odlišných výrobků je třeba zefektivnit, a tím zvýšit vytížení strojních kapacit a zajistit vyšší pružnost výroby. Záměrem práce je tedy posílit konkurenceschopnost firmy zvýšením její produktivity prostřednictvím aplikace metody SMED.

V teoretické části práce je provedena literární rešerše, která obsahuje charakteristiku pojmů, metod a principů, což poslouží jako základ pro analýzu a zavedení metody SMED. Její realizace je poté hlavní náplní části praktické. Výstupem práce je návrh nového jízdniho řádu pro přetypování.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem práce je snížení ztrát ve výrobě způsobených dlouhou dobou přetypování. Projekt probíhá ve společnosti Mitas, a.s. v Otrokovicích a soustředí se na výrobní linku Rollerhead sloužící k přípravě polotovarů pro výrobu pneumatik. Konkrétním cílem firmy je snížení doby přetypování ze současných 25 % z doby chodu linky na hodnotu 20 %, přičemž dané hodnoty se počítají pouze z doby, kdy je výrobní linka obsazená osádkou. Snížení časů se dosáhne pomocí aplikace metody SMED, čímž se získá část kapacity stroje, která je snížena dlouhou dobou přetypování, a zajistí se efektivní přechody mezi výrobami různých výrobků. Výstupem bude návrh nového jízdniho řádu pro veškeré typy přetypování probíhající na zmiňované lince. Jednotlivé náměry také poslouží k aktualizaci stávajících norem.

Klíčovou metodou pro splnění projektu je metoda rychlého přetypování SMED. Jedná se o metodu, pomocí které lze časy potřebné pro výměny materiálu či jiných komponentů výrazně redukovat. Aplikace metody SMED na sebe přirozeně váže další metody běžně využívané v oboru průmyslového inženýrství. V analytické části práce tak bylo na základě videozáznamů, otevřeného pozorování a časových náměrů pro zjištění současného stavu využito jak studie pracovních metod, tak i měření práce, což sloužilo jako podklad pro aplikaci metody SMED. Práce se také okrajově zabývá metodou 5S, jejíž zavedení je velkým přínosem pro aplikování dalších metod průmyslového inženýrství, jakým je například zmiňovaná metoda SMED. V souvislosti s ní se v práci můžeme dále částečně setkat s metodami jako je vizualizace či standardizace, což posloužilo zejména při navrhování nového jízdniho řádu. Využity jsou také poznatky z průmyslové moderace, a to z důvodu workshopu vedeného na téma snižování časů u přetypování. Při vymezení projektu byla dále vypracována SWOT analýza, která vyhodnocuje silné a slabé stránky podniku společně s příležitostmi a hrozbami. V práci je obsažen také logický rámec, který stručně shrnuje všechny podstatné informace o projektu, a riziková analýza zpracovaná metodou RIPRAN.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

V dnešním světě je dosažení vyšší produktivity práce pro firmy klíčovou výzvou. Rozdíly v její výši jsou často rozhodujícím faktorem v konkurenčním boji. Pokud firma chce udržet svoji konkurenceschopnost, je třeba uvažovat o neustálém zvyšování produktivity. Oborem zabývajícím se zejména růstem produktivity je průmyslové inženýrství. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 93-94)

1.1 Úvod do průmyslového inženýrství

Obor průmyslového inženýrství má již více než sto letou tradici. I tak se však stále jedná o nejmladší inženýrský obor. Název je překladem anglického „industrial engineering“, který vznikl společně s oborem v USA.

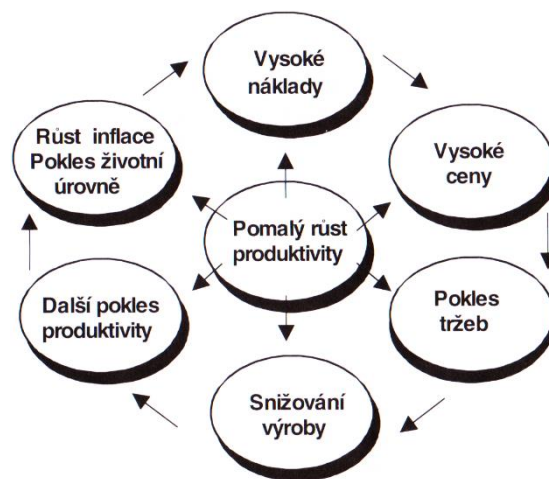
Jeho vývoj se v jednotlivých zemích lehce lišil, ne však základními principy. Zejména tomu tak bylo v USA, Německu a Japonsku. V České republice jsme se s termínem průmyslové inženýrství mohli poprvé setkat až po roce 1989. Jednotlivé aktivity, které s průmyslovým inženýrstvím dnes spojujeme, se zde však v omezené míře prováděly i dříve. Neexistoval ale žádný podnikový útvar, který by se na jednotlivé aktivity specializoval, a proto byly prováděny spíše různorodě a nezávisle na sobě. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79-80)

Autoři Vytlačil, Mašín a Staněk průmyslové inženýrství definují jako: „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných pracovních systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy*“. Jinými slovy lze průmyslové inženýrství chápat jako obor zabývající se „*hledáním a zabezpečením důmyslněji prováděné práce*“. (1997, s. 94)

V dnešní době je třeba zdůraznit přesah slova průmysl a interdisciplinaritu oboru. Průmyslové inženýrství se totiž nesoustředí pouze na podniky výrobní, ale stále častěji se využívá i v oblastech jako je zdravotnictví, služby, turismus, státní správa či obrana státu. Obecně lze také říci, že: „*průmyslové inženýrství je obor, který se v rámci hledání toho, jak důmyslněji provádět práci, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování pracovišť*“. Výsledkem čehož jsou produkty a služby vysoké kvality, které jsou poskytovány snadněji, rychleji a levněji. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 80-82)

1.2 Produktivita

Jak již bylo řečeno, vysoká produktivita je v dnešní době pro firmy rozhodujícím faktorem pro přežití v rámci evropského a světového trhu. Souvisejícím faktorem je však i vysoká jakost. Úspěchu při zvyšování produktivity lze totiž dosáhnout pouze při zajištění vysoké jakosti při nejnižších nákladech. Je prokázáno, že životní úroveň obyvatel je v přímé souvislosti s produktivitou dosahovanou při výrobě či poskytování služeb. Je tedy důležité neustále hledat nové příležitosti pro zlepšení, ať už v otázce produktivity, materiálu, energií, kapitálu a technologií. Hlavní faktory zpomalující růst produktivity a jejich vzájemná souvislost je znázorněna na následujícím diagramu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-14)



Obrázek 1: Faktory zpomalující růst produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 14)

Produktivita se dá jednoduše vymezit jako: „*míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů*“. Obecně lze také využít matematického vyjádření, čímž je poměr mezi výstupem z procesu a zdrojů vstupujících do procesu. Na podnikové úrovni se výstup nejčastěji vyjadřuje v jednotkách jako jsou kusy, tuny, litry, či peníze. Typickými vstupy jsou například lidské zdroje, stroje nebo materiál. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27)

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

Měření produktivity je však velmi komplexní záležitostí. Přesné vyčíslení široké škály různých vstupů je poměrně složitým problémem a ani vyjádření výstupu není zrovna jednoznačné. To je dáno hlavně faktem, že nelze vyrábět pouze za účelem výroby samotné. Efektivní výroba ještě nemusí znamenat, že je produktivní. Je velmi důležité brát v potaz požadavky trhu, kdy je třeba vyrábět to, co trh požaduje, v dobu, kdy to požaduje, a za konkurenceschopnou cenu. Pokud je vyroben produkt, o který nemá trh zájem, nelze jej zahrnout jako výstup při výpočtu produktivity. (Maynard, Bright a Zandin, 2001, s. 187)

Produktivita je dále ovlivněna mnoha dalšími vlivy. Kromě fyzikálních jako jsou technologie, pracovní postupy a metody, jsou to také psychologické vlivy, jakými jsou výkony pracovníků na základě způsobilosti či motivace. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 34-35)

1.3 Základní metody průmyslového inženýrství

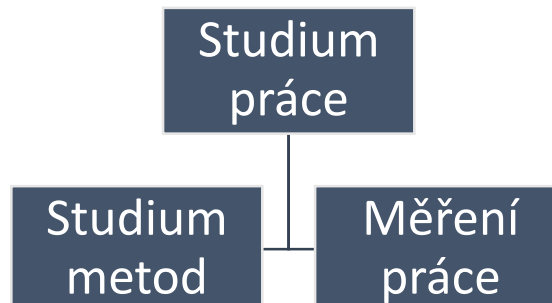
Hlavními metodami a technikami, které se v rámci průmyslového inženýrství využívají, jsou zejména plánování, navrhování a řízení, jako je například měření práce či kapacitní výpočty. Důraz je kladen také na uplatňování lidského rozměru, čímž rozumíme například ergonomii nebo formování pracovních týmů. Dále jsou to technologické aspekty, jako jsou návrhy výrobních buněk a konstrukcí. A v neposlední řadě také kvantitativní a kreativní metody, jako třeba workshopy nebo simulace výrobních procesů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 82)

Průmyslové inženýrství lze rozdělit na klasické a moderní. Klasické průmyslové inženýrství se zabývá především měřením spotřeby práce a pracovními studii, zatímco moderní průmyslové inženýrství podporuje zejména trvalý rozvoj produktivity v interní a externí oblasti za účelem naplnění cílů podniku. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 94)

Klasické průmyslové inženýrství se věnuje spíše exaktním metodám, které spadají pod dvě hlavní disciplíny, a to studium práce a operační výzkum. Studium práce si klade za cíl zejména optimální využití dostupných lidských a materiálových zdrojů. Technikami jako je studium pracovních metod a měření práce se získají informace, které se dále využijí pro zvyšování produktivity.

Studium metod je technika, na základě které rozložíme lidskou činnost na menší části, které jsou následně analyzovány. Na základě analýzy se odhaluje plýtvání a jednotlivé dílčí činnosti jsou zlepšovány či odstraňovány. Cílem je nalézt nejlepší vhodný způsob, jak práci

provádět. Pro studium metod využíváme zejména prostředků jako je procesní analýza, pohybové studie, dotazníky, popisná analýza, kontrolní listy, videozáznamy či fotografie. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89-91)



Obrázek 2: Schéma studia práce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90)

Měření práce je aplikace technik sloužících pro stanovení času potřebného k vykonání pracovního úkonu, kvalifikovaným dělníkem a na určené úrovni výkonu. Na základě náměrů se následně určí normy spotřeby času, které představují čas, který průměrný pracovník vynaloží na splnění úkolu. To vše za předpokladu, že pracovní úkon probíhá na racionálně uspořádaných pracovištích, u kterých byly eliminovány zbytečné úkony a jiné plýtvání. Pro stanovení časových norem se může využít například historických údajů, časových studií pomocí přímého měření či systému předem určených časů. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 89-90)

Na rozdíl od klasického se moderní průmyslové inženýrství více zaobírá potřebami socio-technických systémů a obchodním prostředím. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 86) Metody moderního průmyslového inženýrství jsou reakcí na dynamicky se vyvíjející konkurenční prostředí, kdy je třeba stále inovovat, a to jak procesy, pracovní metody, tak i organizační struktury. Na rozdíl od exaktních technik se zde jedná o spíše komplexnější programy, které jsou více abstraktní a více se orientují na nefyzické investice. Těmi jsou například rozvoj pracovníků a organizační struktury. Takové investice by měly předcházet investicím fyzickým, například nákupu nových technologií.

Moderní průmyslové inženýrství vychází převážně z výrobního systému společnosti Toyota, který ve své knize shrnul japonský průmyslový inženýr Shigeo Shinga. Poznatky plynoucí z japonské školy lze dnes uplatnit v různých odvětvích jako jsou například služby nebo státní správa.

Programy moderního průmyslového inženýrství se vedle studia práce věnují zejména zvýšení kvalifikace a zapojení zaměstnanců do managementu firmy, zlepšení organizačních systémů, zlepšování procesů, odstraňování plýtvání, zajišťování jakosti a měření a hodnocení produktivity. V externí oblasti se dále soustředí hlavně na zvyšování produktivity u dodavatelských procesů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95-98)

Mezi základní metody využívané v průmyslovém inženýrství, které se často dotýkají zpracovávaného projektu, patří zejména:

Rychlé změny

Rychlými změnami rozumíme zkracování času pro provedení změn a výměn. Činnosti jako výměna a s ní spojené seřizování jsou vždy plýtváním, které se snažíme eliminovat. Nejčastější metodou, jak dosáhnout výrazného zlepšení při výměně je metoda SMED, která bude blíže představena v další kapitole. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 109)

Kanban

Kanban je metodou fungující na principu tahu. Využívá se zejména pro dílenské řízení výroby. Často se s ní však můžeme setkat i v dodavatelských a odběratelských procesech. Principem je výroba a dodání výrobků pouze po obdržení objednávky ve formě kanban karty od zákazníka, kterým je zpravidla technologicky následující pracoviště. Vyrábí se tedy pouze to, co je potřeba. Zavedením kanbanu ve výrobě dojde k výraznému snížení zásob. (Tuček a Bobák, 2006, s. 74)

Jidoka

Spíše než o metodu se jedná o filozofii usilující o zvýšení autonomnosti pracoviště. V překladu znamená jidoka „automatizace s lidským citem“. Tato snaha jde ruku v ruce s odstraňováním nedostatků na pracovišti, jakými jsou například různé odchylky ve výrobě či drobná poškození. Smyslem jidoka je tedy odloučení lidí od strojů, avšak za předpokladu, že stroj dokáže sám vyhodnotit abnormality ve výrobním procesu a na základě toho zastavit výrobu, či jinak zjednat nápravu. Díky tomu lze ušetřit lidské zdroje, jelikož odpadá nutnost neustálého dohlížení na chod stroje. (Tuček a Bobák, 2006, s. 123)

MOST

Analytická metoda MOST je jedním z nejvyžívanějších systémů předem určených časů. Principem metody je stanovení optimálního pohybového vzorce pro vykonání pracovní činnosti. Ke každému pohybu je pevně daný časový úsek, čímž odpadá problém se subjektivitou, který vzniká u přímých náměrů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92)

Poka-Yoke

Metoda poka-yoke označuje prostředky sloužící k identifikaci chyb a brání jejich transformaci na vadu. Jinými slovy poka-yoke brání lidským chybám, přičemž umožňuje jejich odstranění v rámci zpětné vazby a to přímo v místě jejich vzniku. Základními funkcemi jsou zastavení procesu, kontrola a varovné signály. (Tuček a Bobák, 2006, s. 124-125)

TPM

TPM lze zjednodušeně definovat jako: „*soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje*“. Jedná se o nepřetržitý proces, který probíhá na celopodnikové bázi a na kterém se podílí všichni zaměstnanci firmy za účelem maximalizace efektivnosti výrobního zařízení. Kromě pracovníků údržby jsou to hlavně samotní operátoři, technologové a manažeři. (Tuček a Bobák, 2006, s. 278-279)

5S

Metoda 5S je souhrnem kroků vedoucím k vytvoření tzv. štíhlého pracoviště. Jinými slovy cílem metody je odstranění plýtvání na pracovišti. Výsledkem je pracoviště, na kterém se nachází pouze potřebné předměty přidávající hodnotu výslednému produktu, jež jsou řádně umístěné na určených místech. Metoda se skládá z pěti kroků. Konkrétně se jedná o kroky separovat, systematizovat, stále čistit, standardizovat a o sebedisciplinovanost. (5S, 2014)

Kaizen

Kaizen znamená změna k lepšímu. V širším slova smyslu kaizenem rozumíme zlepšování ve všech sférách života. V pracovním prostředí se jedná o neustálé zlepšování zahrnující všechny pracovníky firmy. Na rozdíl od inovací se u kaizenu jedná spíše o menší změny k lepšímu s cílem snížení nákladů, času, materiálu či lidských zdrojů za současného zlepšení procesů, kvality a produktivity. (Tuček a Bobák, 2006, s. 267-270)

Vizuální management

Vizuální management je nástrojem pro rychlé a efektivní předávání a sdílení informací. Jedná se o vizuální komunikaci, která cílí na každého pracovníka firmy. Vizuální management má široké využití a můžeme se s ním setkat například u informací o stavu procesu, standardů, znázorněných míst pro uložení předmětů, výsledky týmové práce nebo aktuálního stavu řešených projektů. Pro přenos takových informací se využívají hlavně informační tabule nebo obrazové dokumentace. (Tuček a Bobák, 2006, s. 286)

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba neboli anglicky lean manufacturing je filozofie, jejíž náplní je snaha o zkrácení průběžné doby výroby eliminací plýtvání. Na základě požadavků zákazníka jsou co nejefektivněji poskytovány výrobky nebo služby. Je zde kladen maximální důraz na přizpůsobení se poptávce zákazníka. Zároveň však s využitím co nejmenšího počtu zdrojů. Při štíhlé výrobě se vyvíjí snaha o maximalizaci výkonu lidských zdrojů s cílem minimalizace ztrát. Bylo by však velkou chybou chápat lean manufacturing jako snahu o snižování práce a počtu zaměstnanců. Štíhlá výroba je obchodní strategií pro růst. (Zlepšujete procesy? Vyberte správnou metodu!, 2014, s. 6)

Stále častěji se na lean pohlíží v širším slova smyslu. I když je štíhlá výroba stále převažujícím tématem nejen tuzemských firem, podniky se dnes neomezují pouze na výrobu, ale stejně tak na další odvětví jakými jsou štíhlá administrativa, štíhlý vývoj a štíhlá logistika. I když tyto oblasti nemají zásadní vliv na tvorbu přidané hodnoty pro zákazníka, tak především značně ovlivňují rychlost a efektivitu zisků firmy. V takovém případě se často užívá označení štíhlý podnik. Nejedná se zde však pouze o metody napomáhající k odbourání plýtvání. Pro štíhlý podnik jsou stěžejní především zaměstnanci a jejich pracovní postoj, motivace a znalosti. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 20-21)



Obrázek 3: Štíhlý podnik (Štíhlá výroba, 2014)

2.1 Druhy plýtvání

Plýtvání je z pohledu štíhlého podniku klíčovým pojmem. Definuje se jako: „*všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu*“. Plýtvání jsou

tedy činnosti, u kterých nevzniká žádná přidaná hodnota. Ta se odvíjí od preferencí zákazníka. Firmy, které se řídí filozofií štíhlého podniku, se snaží splnit požadavky svých zákazníků při minimalizaci plýtvání. Eliminace plýtvání však není prospěšná pouze pro zákazníka. Podnik dosahuje vyšší ziskovost a v neposlední řadě ze změny čerpají benefity i pracovníci, kteří při vynaložení menšího úsilí dosáhnou vyšší produktivity, což jde také v souladu s vyšším výdělkem. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19-20)

Plýtvání je často skryto ve výrobních procesech, kdy je ho za současného stavu nutné vykonat. V případě změny v pracovním postupu, metodě či organizaci by však došlo k jeho snížení či úplné eliminaci, což by zvýšilo produktivitu firmy. Takový typ plýtvání se běžně objevuje v činnostech jako je výměna, transport a manipulace s materiálem, předávání nosičů informací a čekání na ně, či kontroly všeho druhu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 46)

Japonským výrazem pro plýtvání je „muda“, který lidskou práci rozděljuje na tři části. Na skutečně vykonanou práci, která přidává produktu hodnotu, pomocnou práci, která podporuje skutečnou práci a obvykle se objevuje před nebo po ní a nakonec „muda“, která nevytváří vůbec žádnou přidanou hodnotu. (Pascal, 2002, s. 20)

V běžné praxi rozlišujeme sedm základních druhů plýtvání, přičemž se často můžeme setkat i s osmým druhem, který označujeme jako nevyužitý potenciál pracovníků.

1. Nadprodukce - plýtvání z důvodu nadprodukce je označováno jako nejhorší ze všech jmenovaných druhů a má negativní vliv na výkonnost podniku. Vzniká, pokud podnik vyrábí příliš mnoho nebo započne výrobu příliš brzy.

2. Čekání - při výrobě vzniká spousta prostojů například z důvodu čekání na materiál, informace, lidi či zařízení. Takové konání zdržuje proces dodání výrobku koncovému zákazníkovi a musí být odstraněno.

3. Zásoba - jedná se o veškeré zásoby, které jsou shromažďovány v prostorách pracoviště. Jedná se tedy nejen o sklady, ale také například o stoly nebo počítače. Tyhle prostory lze po odstranění zásob účinněji využít.

4. Zmetky - jedná se o vady, které jsou odhaleny většinou až ve výrobním procesu nebo v nejhorším případě u koncového zákazníka, čímž vznikají firmě vysoké náklady. Je třeba najít a odstranit příčinu vzniku.

5. Pohyb - každý nadbytečný pohyb, jako je například chůze pro materiál, je plýtváním. To se však nevztahuje na pohyby, které jsou bezpodmínečně nutné k vykonání pracovního úkonu a přidávají hodnotu k produktu.

6. Přeprava - stejně jako u pohybu je jakákoliv přeprava, která je vzdálenější nebo komplikovanější než je nezbytně nutné, plýtváním. Takovým plýtváním může být například neřízený pohyb fyzických a informačních toků.

7. Nadpráce - jako nadpráce nebo vícepráce označujeme takové činnosti, které se provádí při výrobě, ale nejsou přáním zákazníka. V očích zákazníka se tedy nejedná o přidanou hodnotu a zákazník za ni není ochotný zaplatit.

8. Nevyužitý potenciál pracovníků - často se v lidských zdrojích naskytá potenciál, který není vedením firmy zcela využit. Takhle firma ztrácí možnost využití schopností, dovedností a zručnosti pracovníků, čímž by mohla realizovat přidanou hodnotu za kratší čas. (Plýtvání, 2014)

2.2 Teorie omezení

Dnešní doba je charakteristická kolísající poptávkou, navyšováním počtu variant výrobků a zkracujícím se inovačním cyklem. Na takové podněty je třeba reagovat výrobním systémem, který zajistí vyšší flexibilitu. Prvořadě by se měly změny projevit v oblasti plánování a řízení výroby. Do popředí se tak dostává výroba velkého sortimentu v malých sériích. Metody zajišťující takovou výrobu vycházejí z tzv. teorie omezení. (Mašín, 2004, s. 49-50)

Teorii omezení poprvé ve své knize „The Goal“ představil autor Eliyahu Moshe Goldratt. Zabývá se oblastí úzkých míst ve výrobních systémech, které systému brání v dosažení vyšší výkonnosti. Metoda TOC, což je zkratka z anglického „Theory of Constraints“, se snaží o maximalizaci průtoků úzkým místem. Postup, jak naložit s úzkým místem, je dle Goldratta následující. Po nalezení úzkého místa je třeba určit, jak omezení maximálně využít, a vše ostatní podřídit předešlému rozhodnutí. Omezení následně rozšířit a postup opět opakovat. (Tuček a Bobák, 2006, s. 90)

Na následujícím schématu je znázorněno úzké místo, které se nachází u stroje číslo 2. Je to dáno jeho nejnižším průtokem, od kterého se dále odvíjí rychlost celého procesu. Pravidlo úzkého místa totiž říká, že: „výrobní či jiný proces (řetězec) je tak rychlý, jak rychlá je jeho nejpomalejší část (článek řetězu)“. Pokud bychom však úzké místo u stroje 2 rozšířili, vzniklo by nové úzké místo u stroje 1. Z důvodu eliminace limitujících a rizikových míst

systemu je tedy nutné proces odstraňování úzkých míst neustále opakovat. (Úzké hrdlo, 2013)

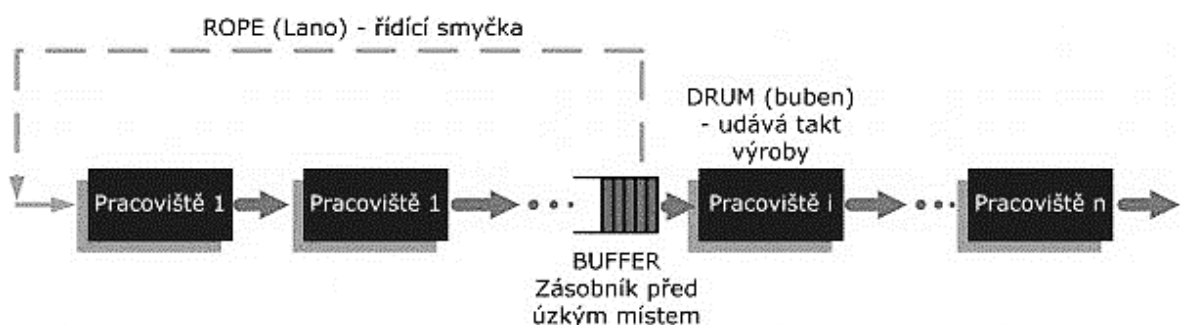


Obrázek 4: Znázornění úzkého místa (vlastní zpracování)

2.3 Koncepte Drum-Buffer-Rope

Pro pochopení koncepce Drum-Buffer-Rope je nejdříve nutné znát rozdíl mezi dvěma základními principy ve výrobě, a to tahu a tlaku. Zatímco u principu tlaku se vyrábí dle přání firmy, což má za následek zvýšení zásob ve skladě, u principu tahu se jedná o výrobu na základě požadavků zákazníka. Princip tahu tedy funguje v souladu s filozofií štíhlé výroby. V některých případech však může být využití obou principů výhodné, což dokazuje již zmínovaná koncepce. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 344)

Drum-Buffer-Rope využívá jak principu tahu, tak i principu tlaku. Princip tahu funguje v první části nákresu, a to od úzkého místa směrem k prvnímu pracovišti. Princip tlaku se naopak využívá od úzkého místa směrem k následujícímu pracovišti a následně dál systémem. Lze tedy konstatovat, že úzké místo udává tempo výroby.



Obrázek 5: Drum-Buffer-Rope (DBR, 2014)

Drum neboli buben představuje nejslabší článek řetězce, tzn. úzké místo. Cílem je právě u tohoto místa maximalizovat vytížení. Buben určuje rytmus celé výroby, a tudíž se od něj odvíjí tempo práce následujících pracovišť. Lze jej označit i jako hlavní plán výroby.

Buffer neboli zásobník slouží k vytvoření časové nebo kusové zásoby před úzkým místem, a to z důvodu ochrany propustnosti výroby před nevyhnutelnými problémy, jakými by byla

například porucha na některém z předchozích strojů. Takový zásobník se umísťuje před relativně nízký počet pracovišť.

Rope neboli lano plní funkci informační vazby, a to mezi úzkým místem a vstupním pracovištěm. Díky lanu není materiál uvolňován do výroby předčasně, nevznikají mezioperační zásoby a stroje umístěné před úzkým místem pracují na správných zakázkách. (Tuček a Bobák, 2006, s. 98-100)

3 METODA RYCHLÉHO PŘETYPOVÁNÍ SMED

Zvyšování produktivity je otázkou konkurenceschopnosti podniku. Od toho se odvíjí také rychlost podniku reagovat na změny. Ne nadarmo se rychlost reakce v podnikovém prostředí přirovnává k formuli 1. I ty nejvýkonnější vozy prohrávají závod, pokud v boxech není výkonný tým konstruktérů, který se dokáže rychle přizpůsobit nově vzniklým podmínkám. Je tedy zřejmé, že výkon stroje rozhodně není vše a že lidský faktor zůstává velmi důležitým prvkem.

Při změnách probíhajících ve výrobě, jako jsou výměny materiálu či jiných komponentů, není výrobku přidávána žádná hodnota. Jedná se tedy o plýtvání, které je třeba co nejvíce redukovat. V tradičním přístupu ke změnám převažovala tendence vyrábět velké série v malém sortimentu, čímž se zajistilo co nejméně změn výrobků a nástrojů. Stinnou stránkou tohoto přístupu však byl růst počtu zásob, průběžné doby, rozpracovanosti a stejně tak nákladů na výrobu. V dnešní době tenhle přístup znamená pro firmu dražší způsob výroby a ztrátu konkurenceschopnosti. Proto se podniky orientují na zkracování doby potřebné pro provedení změn a výměn, čímž se jim otevírá možnost efektivně vyrábět velký sortiment výrobků v malých sériích. Zároveň si tím zajistí větší pružnost výroby při menších zásobách a nižších ztrátách. (Vytačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 109-110)

Ze zmiňovaného přístupu však vyplývá, že změny ve výrobě budou častější. Co přesně je však změnou neboli přetypováním myšleno? Dle definice se jedná o: „čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí, nastavení a doladění parametrů procesů, zkušební běhy, až po výrobu prvního dobrého kusu“. Tuhle neproduktivní dobu je třeba redukovat a to zejména prostředky jako jsou reorganizace přestavby, standardizace, trénink, technické úpravy stroje nebo speciální nástroje. (SMED, 2012)



Obrázek 6: Schéma přetypování (SMED, 2012)

Při zavádění rychlých změn se využívá deseti zásad navržených společností IPA, kterými jsou:

1. výměna a seřizování je plýtvání
2. nikdy neříkej „to je nemožné“
3. zkrácení doby výměny a seřizování není práce jednotlivce, ale týmu
4. videozáznam postupu je nad všechny argumenty
5. pro popis postupu výměny použij standardní „jízdni řád“
6. před změnou musí být veškeré pomůcky a nástroje standardně připraveny
7. při vlastní výměně je v pořádku, pokud se pohybují ruce, ale ne pokud se pohybují nohy
8. šrouby jsou tví nepřátelé, pokud možno se jim vyhni
9. eliminuj seřizování „podle oka“ – použij stupnice a značky
10. bez měřeného tréninku se žádný závod nevyhraje (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 221)

3.1 Plýtvání při přetypování

Za účelem zkrácení doby potřebné pro provedení změn a výměn je třeba redukovat veškeré formy plýtvání, které se u přetypování vyskytují. Mezi nejčastější plýtvání při přetypování patří činnosti jako čekání, hledání, chybějící nástroje a nářadí, chůze, cejchování, nedostatečné plánování nebo chybějící standardy. Na základě časových etap při přetypování lze plýtvání rozdělit na čtyři fáze.

Plýtvání při přípravě na změnu - o plýtvání jde v momentě, kdy je stroj uveden do nečinnosti. Může se zde jednat zejména o manipulaci či hledání nářadí a kontrolních přípravků, transport nástrojů, kontrolu specifikací a pracovních postupů nebo zbytečné pohyby.

Plýtvání při montáži a demontáži - v tomto případě lze za plýtvání považovat například přílišné utahování šroubů, odstraňování a vkládání podložek, hledání součástek či nástrojů, pozorování práce druhého operátora nebo montáží a demontáží dopravníků.

Plýtvání při doseřizování a zkouškách - zde se může jednat o příliš dlouhé centrování, opakované doseřizování, nastavování pracovních výšek, doseřizování manipulátorů či nedbalé umístění nástrojů na určenou pozici. Stejně tak se může vyskytnout plýtvání materiálem z důvodu zkušebních pokusů.

Plýtvání při opětovném zahájení výroby - u opětovného zahájení výroby se může vyskytnout čekání stroje na uvedení do provozu, které je způsobené například čekáním na pracovníka kvality nebo předeříváním nástrojů potřebných k provozu. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 111; Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 11-12; Mašín a Vytlačil, 1996, s. 169)

3.2 Charakteristika metody SMED

Název metody SMED je zkratkou anglického Single Minute Exchange of Dies, což lze volně přeložit jako „výměna nástroje během jedné minuty“. Jedná se o metodu, pomocí které snižujeme časy potřebné pro přetypování často z řádu hodin do řádu minut. Počátky metody SMED, kterou představil japonský průmyslový inženýr Shigeo Shingo, sahají až do 50. let minulého století. Od té doby prošla průmyslová výroba výraznými změnami, hlavní koncept metody SMED však zůstává nezměněn a lze jej aplikovat i v dnešních podnicích, přičemž se stále jedná o velmi účinný nástroj ke snížení času potřebného k přetypování. (Shingo, 1985, s. 24; SMED - Single Minute Exchange of Dies, 2013)

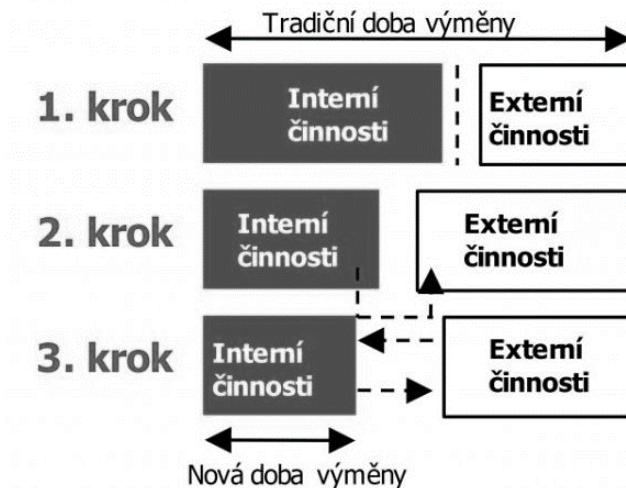
Aplikace metody SMED si klade dva základní cíle. Jedná se o získání části kapacity stroje, která je snižena časově náročným přetypováním a zajištění efektivního přechodu mezi výrobou dvou odlišných výrobků. Pro zajištění největšího zefektivnění by měla být metoda prováděna na stroji, který je úzkým místem výroby. (SMED, 2012)

Hlavní myšlenkou metody je rozdělení všech operací do dvou kategorií, konkrétně na interní a externí operace. Interními operacemi rozumíme takové činnosti, které lze provést pouze tehdy, pokud je stroj v nečinném stavu. Externí operace lze provést i při chodu stroje, před započítáním nebo po ukončení výměny. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 172)

3.3 Kroky při realizaci metody SMED

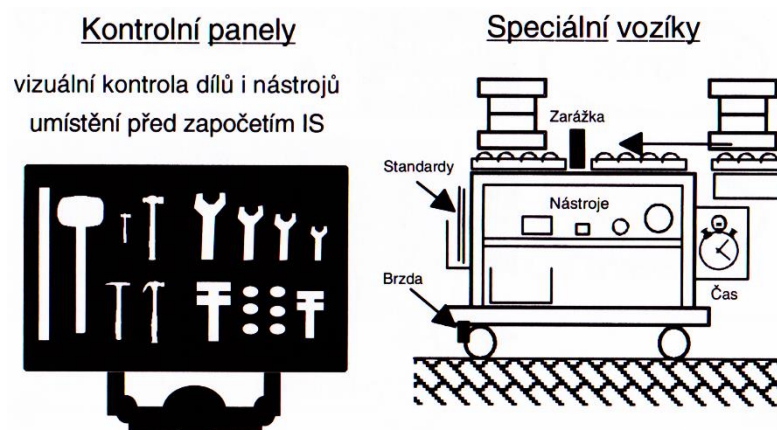
Než se začne s aplikací metody SMED, je nejdříve nutno podrobně zanalyzovat skutečný stav u vybraného provozu. Zde je vhodné využít metody klasického průmyslového inženýrství, jakými jsou studium pracovních metod a měření práce. Důležitá je i komunikace s pracovníky, kteří jsou s vybraným strojem či výrobní linkou v přímém kontaktu. Nejvhodnějším způsobem sběru výchozích dat je však pořízení videozáznamu celého procesu přetypování, díky kterému se později dají jednotlivé typy plýtvání důkladně rozebrat. Jakmile je k dispozici dostatek vstupních informací, lze přejít k samotné metodě SMED, jejíž zavedení je rozděleno do tří kroků.

1. Oddělení interních a externích činností
2. Převedení interních činností na externí
3. Snížení časů interních a externích činností



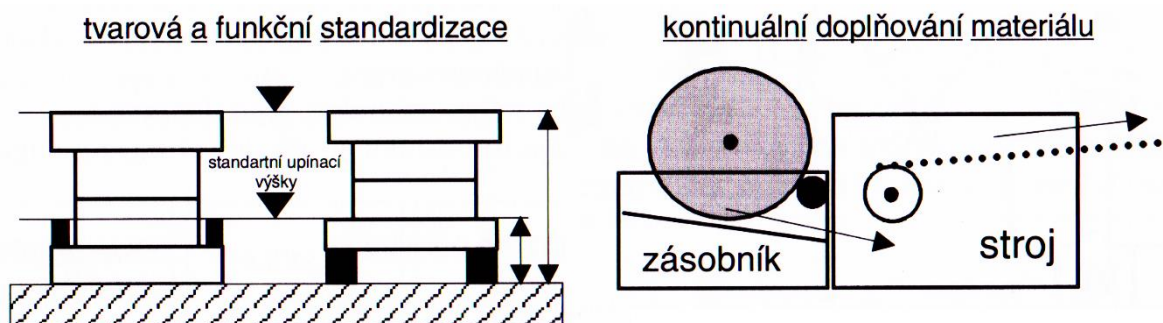
Obrázek 7: Kroky pro zavedení metody SMED (Zavedení metody SMED ve firmě Connectronics s.r.o., 2012)

V prvním kroku, který je pro úspěšné zavedení metody SMED klíčovým, je třeba rozdělit činnosti, které se provádí před započítím přetypování, a činnosti, které je nutno provést až po zastavení stroje či výrobní linky. Pro příklad si můžeme uvést přípravu nástrojů, náradí a strojní údržbu, která by mohla být vykonávána před vypnutím stroje, ale ne vždy se tomu tak děje.



Obrázek 8: Kontrolní panely a speciální vozíky jsou vhodnými prostředky v úvodní fázi SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

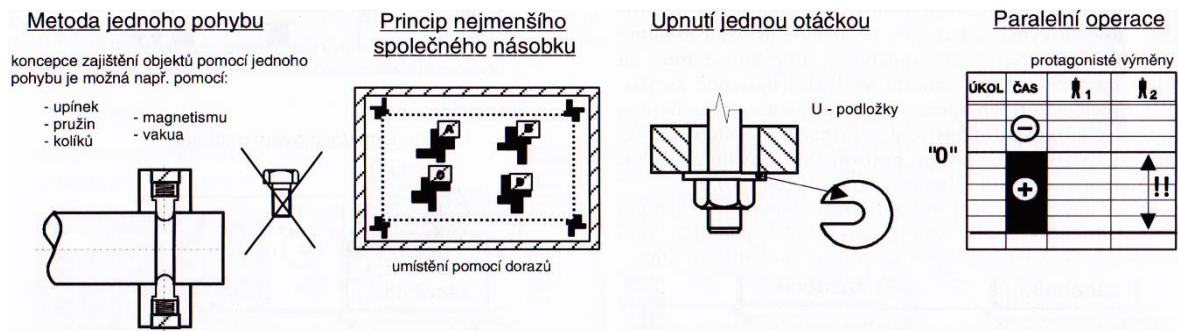
Následně je třeba převést interní činnosti na externí. Toho se docílí dalším zanalyzováním činností a hledáním způsobu, jak by šlo převést co nejvíce interních činností, tedy těch prováděných při odstaveném stroji, na činnosti externí, prováděné za chodu stroje. Zde lze jako příklad uvést nástroje, které je třeba před užitím do provozu předeřhřát a které byly takto předeřhřívány až po započetí přetypování. Dále třeba kontinuální doplňování materiálu nebo předseřizování nástrojů. Pro tuhle fázi je nezbytné oprostít se od zaběhlých zvyků a přijmout nové postupy.



Obrázek 9: Další prostředky vhodné ke zrychlení doby přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)

Poslední krok se zaměřuje na snížení časů či eliminaci veškerých prováděných činností. Zde je nutné se u každé činnosti detailně zaměřit na způsob jejího vykonání a následně pracovat na jejím zlepšení. Činnosti, na které bychom měli klást důraz, jsou hlavně proces přípravy, transport nástrojů a způsob jejich upevnování, zkracování zkušební doby nebo třeba unifikace dílů. (Shingo, 1985, s. 29-30; Mašín a Vytlačil, 1996, s. 173-176)

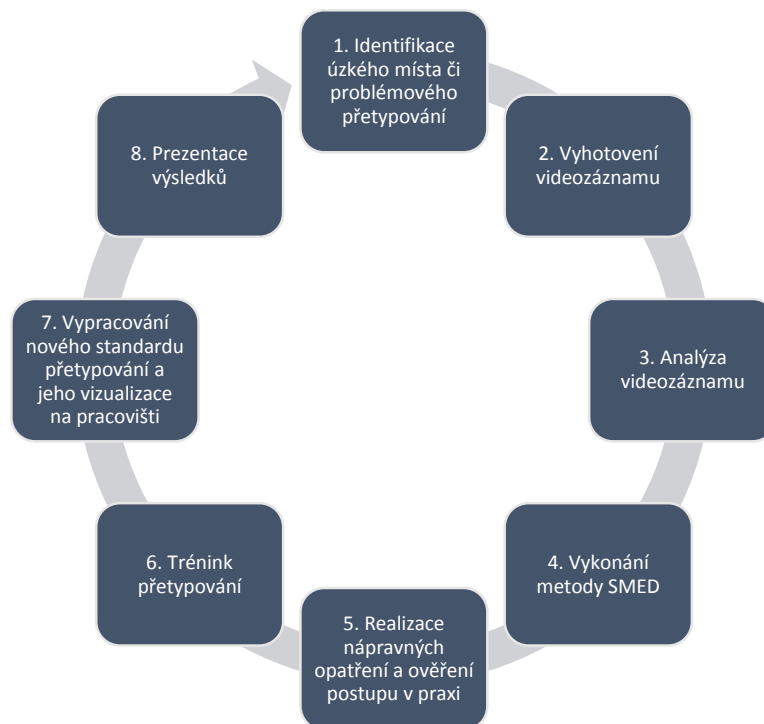
Obecně existuje několik zásad, které se v souvislosti se zavedením metody SMED využívají. Zejména je to standardizace akcí a strojů zefektivňující vykonávání jednotlivých činností mezi pracovníky. Dále využití rychloupínacích systémů, které lze zajistit jediným pohybem či otáčkou a dalších doplňkových nástrojů, automatizací řídicího procesu a vytvoření pracovních týmů složených z různých profesí, které budou zavádění metody řešit. Výhodným řešením je také zajištění pracovního postupu tak, aby vybrané operace byly prováděny současně. (SMED, 2012)



Obrázek 10: Prostředky pro snižování času interních činností v závěrečném kroku SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 218)

3.4 Realizace projektu SMED v praxi

Při zpracování projektu v praxi je však třeba uvažovat v poněkud širším rámci, jelikož samotné realizaci projektu předchází ještě spousta analytických měření a nějaký čas také trvá, než se nový pracovní postup uvede do praxe. Při realizaci projektu v praxi je postup rozdělen do osmi kroků.



Obrázek 11: Postup realizace projektu SMED v praxi (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 27)

Nejdříve je nutné vybrat proces, který je úzkým místem. Zpravidla se jedná o takový, který je náročný jak časově, tak i množstvím práce. Následně se vytvoří videozáznam celého procesu přetypování. V případě složitějších přetypování u výrobní linky, kdy výměnu provádí

více pracovníků současně či postupně, je třeba pořídit více videozáznamů zohledňující veškeré operátory. Z toho důvodu zde vzniká nutnost pokročilejší organizace s ohledem na rozmístění záznamových prostředků. Videozáznam se dále analyzuje na základě jeho postupného rozdělení na jednotlivé činnosti a zápisu do formuláře. Důraz je třeba klást zejména na jednotlivé časy činností, pracovníky, kteří se na činnosti podílejí a pomůcky, které se při ní využívají. Zároveň lze začít s rozdělováním činností na interní a externí. Na základě náměrů je vhodné graficky vyjádřit procentuální poměry mezi jednotlivými činnostmi. Poté se přikročí k samotné realizaci metody SMED, která je vysvětlena v předchozí podkapitole. Faktorem úspěchu zde je identifikace příležitostí ke zlepšení. Na základě formuláře hledáme způsob, jak by se činnost dala provádět efektivněji, v nižším čase a s vyšší přidanou hodnotou. Po realizaci metody následuje fáze ověřování postupu v praxi a aplikace nápravných opatření. Může se stát, že po zkušebním provozu bude potřeba některé činnosti nebo součásti stroje pozměnit. Veškeré nedostatky je třeba zaznamenat, navrhnout opatření, zodpovědnou osobu a datum nápravy. Jakmile se podaří pracovní postup optimalizovat, přechází se k tréninku nového postupu přetypování a standardizaci, čemu bude věnováno více pozornosti v následujících kapitolách. Finální fází projektu je poté prezentace výsledků a ekonomické zhodnocení. (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 27-37)

3.5 Přínosy metody SMED

Shingeo Shingo uvádí, že doba přetypování v 90. letech napříč různými průmyslovými obory, byla po aplikaci metody SMED snížena v průměru o 97,5 %. (Shingo, 1985, s. 113) V současné době bychom však měli počítat i s pokročilou automatizací výroby a přetypování, která se často ve firmách vyskytuje, a tudíž by průměrná hodnota byla výrazně nižší. Na základě zkušeností serveru Produktivita.cz se při prvním zavedení metody SMED celkový čas procesu zkrátí průměrně o 30 %. (Rychlá změna, 2006)

Mezi hlavní přínosy metody patří zejména zvýšení míry vytížení strojních kapacit, vyšší pružnost výroby, nižší průběžná doba výroby, nižší rozpracovanost, nižší počet chyb a vad způsobených při seřizování, zvýšení kvality, větší bezpečnost práce, nižší zásoby náhradních dílů a dalšího příslušenství a také možnost zapojení strojních operátorů do procesu seřizování. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 176)

4 TÝMOVÝ WORKSHOP

Při zlepšování podnikových procesů je důležité být otevřen komunikaci, týmové práci a učení se. Vhodným prostředkem pro dynamické zlepšování je právě workshop. Průmyslovým workshopem rozumíme formu vzdělávání, která se za účasti zainteresovaných pracovníků zaměřuje na důslednou analýzu zkoumaného procesu. Cílem takového workshopu je zlepšení pracovních metod a odstranění plýtvání. Spíše než komplexní záležitosti se zde řeší konkrétní problémy, ke kterým lze díky moderaci sjednat rychlá náprava. Workshopy jsou přímo orientovány na řešení a výsledek. Z toho důvodu se zde probírají zejména takové formy plýtvání, které lze odstranit v co nejkratším časovém intervalu a s žádnými či minimálními investicemi.

Workshop je tedy důležitým prostředkem i při aplikaci metody SMED, a to zejména jako součást tréninku nového způsobu přetypování, ale také při hledání nových způsobů jak činnosti provádět v průběhu zavádění metody. Vhodným složením k takovému workshopu jsou pracovníci všech profesí, kteří se s danou výrobní linkou přímo či nepřímo dostávají do styku. Konkrétně se může jednat o obsluhu stroje, technologa, kontrolora kvality, mistra, průmyslového inženýra, vedoucího provozu, údržbáře a pracovníka logistiky. Z hlediska zachování efektivnosti by však počet účastníků workshopu neměl přesáhnout počet 10 lidí. Výstupem workshopu by měl být katalog opatření, které jsou následně prezentovány před managementem firmy. Jejich realizace je dále sledována i po ukončení workshopu. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 39-40)

4.1 Trénink nového postupu přetypování

Při realizaci nápravných opatření, které na základě metody SMED zavádíme, je třeba pomocí tréninku proškolit obsluhu stroje. Takový trénink kromě zlepšení zručnosti pracovníků, slouží v kombinaci s následným workshopem také jako zpětná vazba pro průmyslového inženýra, jelikož se navrhnutý postup ověří v praxi. Zjistíme, zdali jsou zavedené přípravky a pomůcky použitelné a vhodně umístěné a jestli činnosti uvedené v pracovním postupu na sebe logicky navazují. Praktický trénink je také vhodnou příležitostí k naměření nových časů přetypování a případnému doladění nesrovnalostí. Trénink můžeme provádět buďto v průběhu normálního chodu stroje v případě jednodušších typů přetypování, či při plánované odstávce, což se více hodí u složitějších typů přetypování. (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 33-34)

5 STANDARDIZACE

Standardizace je jedním ze základních nástrojů potřebným k zlepšování systémů. Jejich úroveň naznačuje technickou vyspělost podnikového produkčního systému. Bez zavedených a udržovaných standardů je velmi pravděpodobné, že ve firmě dochází k výraznému plýtvání. Zásadou pro zpracování standardů je výběr pouze těch nejlepších možných aktivit. V prostředí průmyslového inženýrství se standard definuje jako: „*odborníky vybraná, aktuálně nejlepší, proveditelná varianta nějaké činnosti nebo nějakého stavu*“. Oproti tomu standardizaci chápeme jako: „*souhrn praktik a postupů, jak vytvářet, udržovat a využívat nejruznější standardy v průmyslových podnicích*“. Standardizace je důležitým prvkem ve všech typech firem, ať už jsou to začínající podniky, které hledají jednoduchá a rychlá zlepšení procesů, nebo velké korporace s vyspělým produkčním systémem.

Výhodou standardizace je její jednoduchost, rychlost a nevyžaduje téměř žádné náklady. Díky věcným informacím a přehlednosti standardů lze do jejich využívání firemní pracovníky velmi rychle zapojit.

Výhody uplatňování standardů jsou zejména zefektivnění práce plynoucí z nalezení nového a nejlepšího způsobu jejího provádění, nutnost zajištění jejich trvalého udržení, která má pozitivní vliv na vývoj podniku a spolupráce na zlepšování procesů s týmem zaměstnanců.

To je dané na základě přirozené motivace zaměstnanců ke zlepšování procesů například formou zlepšovacích návrhů. Každý pracovník firmy je cenným zdrojem nápadů, a pokud dostane dostatečný prostor, může to vést k hodnotným výsledkům. Taková činnost také pomáhá při procesu aktualizace standardů, která je důležitá z důvodu zajištění podmínky aktuálně nejlepší proveditelné varianty. (Standardizace, 2006)

Standardizovaný postup přetypování, někdy také označovaný jako jízdni řád, je nutným výstupem aplikace metody SMED. Zpravidla se vytváří po absolvování workshopu a tréninku nového postupu přetypování, při kterém se doladily poslední nejasnosti, které mohly v pracovním postupu nastat. Na základě standardu zajistíme, aby navrhovaný nový postup přetypování byl vykonáván všemi pracovníky stejným způsobem a se stejným výsledkem. Pro sestavení standardu se využívá stručný a přehledný formulář obsahující veškeré důležité informace, které pracovníka provedou dohodnutým postupem pro přetypování. Výhodou je i jeho vizualizace například pomocí fotografií. (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 37)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI MITAS, A.S.



Obrázek 12: Mitas, a.s. logo (Brands logo, 2008)

Mitas, a.s. je přední český výrobce pneumatik specializující se zejména na zemědělské a stavební stroje, vysokozdvizné vozíky a motocykly. Výroba však zahrnuje daleko širší spektrum výrobků například i letadlových pneumatik. Firma je součástí koncernu ČGS Holding, a.s. a má již více než 80 letou tradici. Výrobky společnosti Mitas, a.s. lze najít pod vlastní obchodní značkou Mitas a Cultor nebo licencovanou značkou Continental. V roce 2013 dosáhla firma ročního obrátu přes 400 milionů eur. (Společnost Mitas, 2014; ČGS Holding, 2014)

6.1 Historie

Historie společnosti Mitas, a.s. se datuje od počátku 30. let minulého století, kdy se pod vedením Tomáše Bati začaly vyrábět pneumatiky ve zlínském a pražském závodě. Samotný název Mitas však vznikl až roku 1947, a to spojením slov Michelin a Veritas. V roce 1991 se Barum Holding, a.s. stal vlastníkem společnosti Mitas, a.s. V průběhu let se budovaly další výrobní závody, přičemž k dnešnímu dni je jich celkem pět. Tři závody se nacházejí v České republice, jeden v Srbsku a jeden v USA, v srdci amerického farmářského průmyslu ve státě Iowa. Důležitým tuzemským závodem je i výrobní hala v Otrokovicích, která nově funguje od roku 2012 a ve které byla zpracována i tahle diplomová práce. Kromě výrobních závodů má však společnost své zahraniční pobočky v celkem 14 zemích a disponuje také vlastní globální prodejnou a distribuční sítí. (Společnost Mitas, 2014; Fakta o Mitasu, 2014; Mitas History, 2012)

6.2 Strategie

Současnou strategií firmy Mitas, a.s. je snaha o neustálé investice v oblasti výzkumu a vývoje. Díky tomu na trh pravidelně uvádí nové pláště, čímž také rozšiřuje své produktové portfolio. Firma také dlouhodobě vyvíjí snahu o budování prémiové image značky Mitas napříč všemi produktovými segmenty a snaží se pokrýt všechny trhy s rostoucí poptávkou po radiálních pneumatikách. Hlavními cíli firmy pro následující období je udržet pozici významného dodavatele pneumatik v Evropě a pokračovat ve zvyšování tržního podílu v Americe. Stejně tak rozšiřovat řady moderních radiálních pneumatik, inovovat zemědělské pneumatiky a zajistit růst zisků neustálým zvyšováním produktivity a kvality, optimalizací výrobních kapacit a vhodným přizpůsobením cenové politiky. V neposlední řadě firma také usiluje o strategické partnerství se zákazníky segmentu OEM. (ČGS Holding, 2014)

6.2.1 Dílčí cíle

Hlavní strategické cíle firmy se rozpadají na desítky dílčích cílů napříč všemi složkami společnosti. Dílčím cílem pro rok 2015, který je stěžejním z hlediska téhle diplomové práce, je snížení doby přetypování, čili doby potřebné ke změně materiálu či jiných komponentů, ze současných 25 % z doby obsluhy výrobní linky na hodnotu 20 %. (Mitas, a.s., 2014)

7 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VÝROBNÍ LINKY ROLLERHEAD

Výrobní linka Rollerhead, ve zkratce RH, je poměrně nově zavedená linka v závodě Mitas, a.s. v Otrokovicích. Jedná se o klíčovou část v procesu přípravy polotovarů. U tohoto zařízení začíná proces přeměny směsi v polotovar potřebný k výrobě pláštů. Výroba u linky RH zahrnuje válcované vnitřní gumy, mezigumy a podušky. Tyto polotovary jsou rozdílné z hlediska použité směsi, tvarování profilu, který je daný použitím určitého typu výměnného pouzdra a dále šířkou a tloušťkou jednotlivých profilů, která se určuje použitím daného typu vyměnitelných vložek u hlavy vytlačovacího stroje. (Mitas, a.s., 2014)



Obrázek 13: Výrobní linka RH a gravitační sklad (vlastní zpracování)

7.1 Popis výrobní linky a její obsluhy

Na níže uvedených nákresech lze vidět bokorys výrobní linky RH a layout znázorňující její umístění ve výrobě. Z důvodu délky linky je bokorys rozdělen na dvě části. Jedná se však o souvislou nepřerušovanou výrobu.

Na layoutu lze vidět umístění linky Rollerhead, která se rozprostírá po celé délce jeho pravé části. V levé dolní části je pak znázorněn sklad studené kaučukové směsi dovezené od dodavatele ze Zlína. Odtud se směs odveze na blízký vynášecí dopravníkový pás, který směs dopraví do vytlačovacího stroje tzv. extruderu, v němž se směs následně ohřívá a vytlačuje do tvaru fólie. Dále polotovar putuje po dopravníku do kalandru s vyměnitelným pouzdrům a prochází bubnovou chladičkou, kompenzátořem, řezacím a středícím zařizemím, až se v požadovaných rozměrech navine na kazetu v navíjecí stanici. V průběhu materiálového toku výrobní linkou je polotovar také kontrolován detektory kovů a teplosměnnými stanicemi.

V levé části layoutu je umístěn gravitační sklad s kapacitou 250 míst, do kterého jsou následně navinuté kazety s označením MIAG umístovány. Konkrétně pro výrobní linku RH je

v gravitačním skladu rezervováno celkem 5 oken. Většina polotovaru jde ze skladu dále na konfekci, která je následujícím krokem v procesu výroby pneumatiky. Menší část skladovaného polotovaru jde na další pogumování. V případě, že není polotovar určený k dalšímu zpracování v závodě, ale k exportu, nenavíjí se na kazety MIAG, ale na kazety Semcon nebo Buko. Tyhle kazety se neumíšťují do gravitačního skladu, ale pouze do meziskladu znázorněném v pravém horním rohu layoutu.

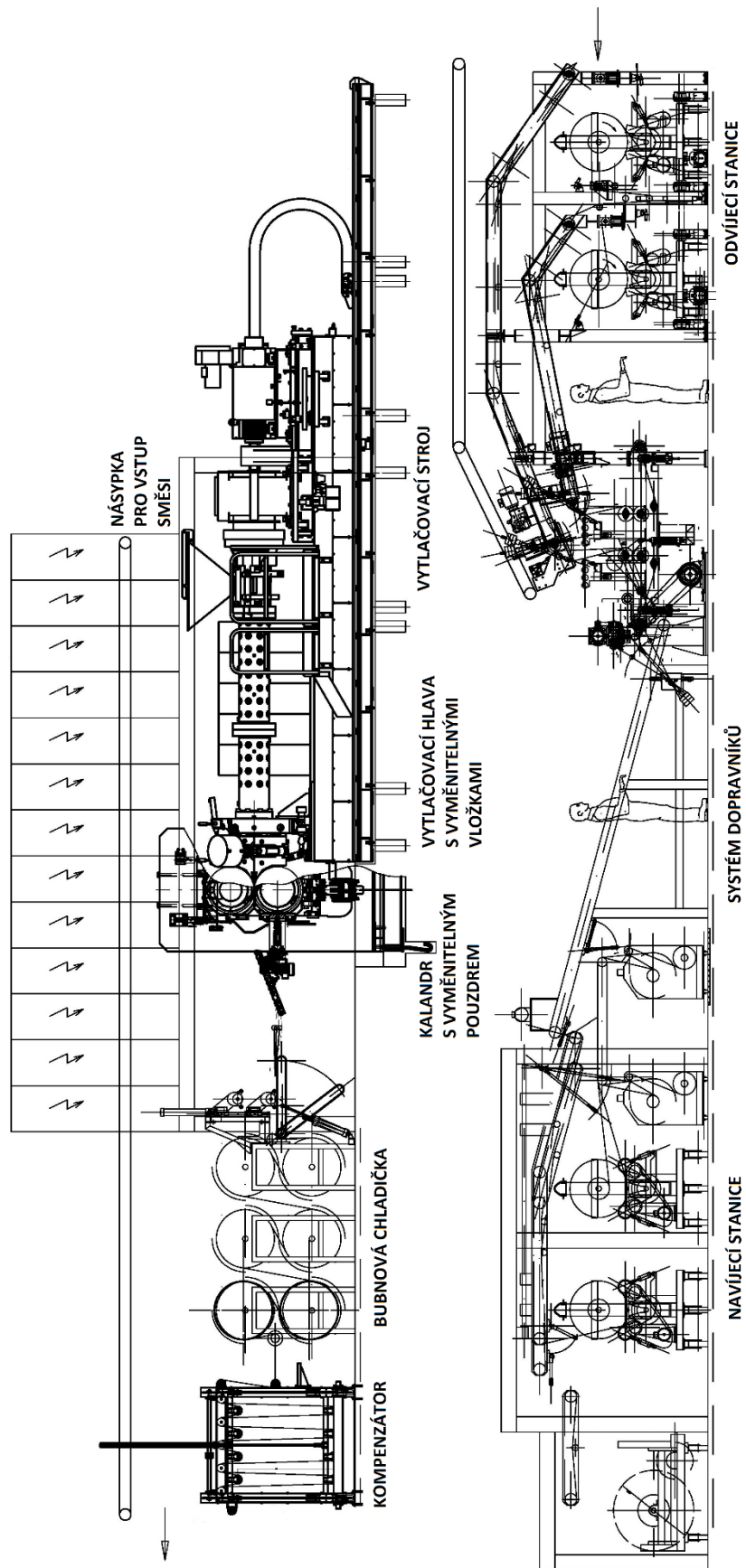
Nosný kord, což je tkanina na vyztužování koster pneumatik, se dodává z řezačky 5 umístěné mimo layout do gravitačního skladu. Odtud se pak pomocí závěsného zařízení umíšťují přímo do patřičných stanic výrobní linky.

Odřezané části vnitřních gum, mezigum, kordů, podušek a zmetky se odkládají na označená místa vpravo od výrobní linky RH. Tam se dále splachují a následně suší. Podle typu polotovaru je určeno, zda je možné materiál vrátit zpět do výroby, či je třeba jej vyřadit.

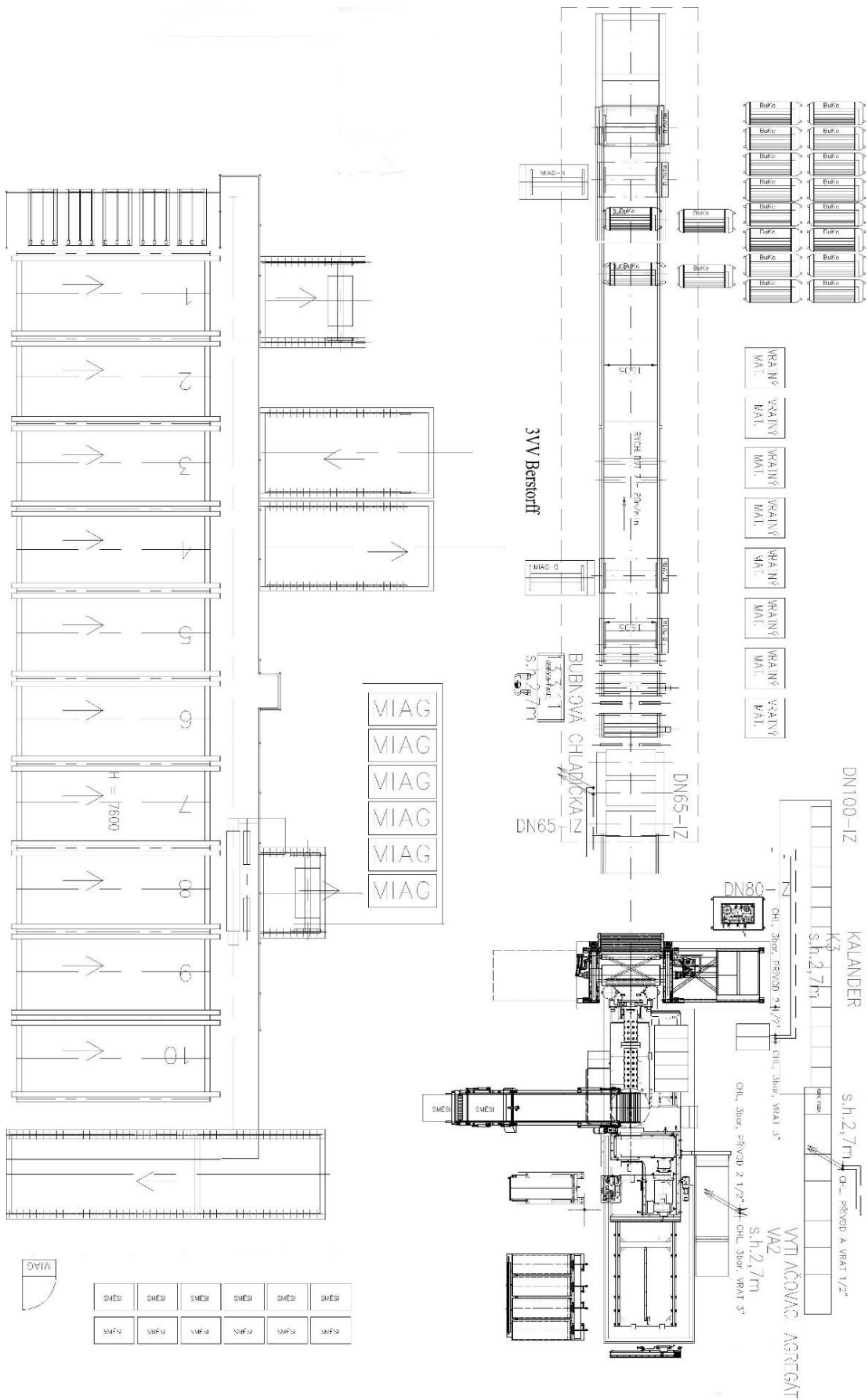
U výrobní linky RH se pracuje na dvě směny, přičemž každá směna má stejně daný počet pracovníků. Pracovní doba jedné směny trvá 12 hodin a je v rozmezí od 5:45 do 17:45 hodin. V této době je však třeba počítat i s dvěma 30 minutovými přestávkami, čímž se čistá doba výroby snižuje na 11 hodin. Jednotlivé role pracovníků jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 1: Pracovní role (Mitas, a.s., 2014)

Pracovník	Popis práce	Počet
Předák	Zodpovídá za obsluhu linky, započítí a ukončení výroby na lince a výměnu pouzdra kalandru.	1
Zásobovač	Zodpovídá za zásobování vytlačovacího stroje směsí, obsluhuje vytlačovací hlavu, kalandr a vratný dopravník, mění vložky vytlačovací hlavy a směs. Spolupracuje u započítí a ukončení výroby na lince.	1
Operátor	Zodpovídá za obsluhu kompenzátoru, navíjecích a odvíjecích stanovišť a zdvihacího zařízení na pojízdném jeřábu. Spolupracuje při výměně pouzdra kalandru a u započítí a ukončení výroby na lince.	2
Instruktor	Plánuje denní výrobu. Zajišťuje opravy. Je informován o činnostech probíhajících na lince.	1



Obrázek 14: Výrobní linka RH z profilu (Mitas, a.s., 2014)



Obrázek 15: Layout výrobní linky RH (Mitas, a.s., 2014)

7.2 Sortiment směsí a polotovarů

Na základě denního výrobního plánu dodávaného instruktorem se vyrábí pět základních typů polotovarů. Každý polotovar má jiné vlastnosti týkající se typu směsi, profilu, šířky a tloušťky. Pokud je počet vrstev vyšší než jedna, je třeba po navinutí na kazetu MIAG vložit polotovar znovu do procesu výroby na lince RH a vrstvu zdvojit.

Tabulka 2: Typy polotovarů (Mitas, a.s., 2014)

Polotovar	Počet vrstev
Profilovaná vnitřní guma samostatná	1
Profilovaná vnitřní guma dublovaná s kordem	2
Profilovaná vnitřní guma dublovaná s mezigumou	2
Profilovaná vnitřní guma a meziguma dublovaná s kordem	3
Poduška	1

Do výrobní linky RH vstupuje několik typů směsí. Z důvodu citlivosti informací jsou původní názvy směsí nahrazeny označením A – F. Na základě výrobního plánu lze určit podíl na výrobě jednotlivých směsí, což nám může napovědět o četnosti jejich výměn. Pro představu postačí data za čtvrté čtvrtletí roku 2014. Lze tedy říci, že majoritní podíl na výrobě má směs D a za další významné směsi lze považovat směs typu C a následně směs typu A.

Tabulka 3: Druhy směsí (vlastní zpracování)

Směs	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F
Podíl na výrobě ve čtvrtém čtvrtletí 2014	8%	2%	12%	72%	2%	3%

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PŘETÝPOVÁNÍ U LINKY ROLLERHEAD

Výrobní linka Rollerhead je moderním zařízením sloužícím k přípravě polotovarů. Kvůli důležitosti tohoto procesu již bylo u výrobní linky RH aplikováno několik opatření za účelem zvýšení využití strojních kapacit. Z tohoto důvodu firma po aplikaci metody SMED neočekává razantní zlepšení v řádech desítek procent. Každá ušetřená minuta však může hrát významnou roli, a to zejména v měsících, ve kterých se očekává vyšší poptávka po výrobě.

Z dat získaných interním monitoringem firmy byly u výrobní linky RH vypočteny průměrné ztráty za poslední tři měsíce roku 2014. Můžeme si všimnout, že ke konci roku se snižovaly nároky na množství výroby, a proto byla v prosinci doba chodu linky značně nižší. To bylo způsobeno pravidelnou vánoční odstávkou výroby. Od nového roku se však opět počítá se značným nárůstem. Veškeré časy jsou uvedeny v minutách.

Tabulka 4: Celkový stav ztrát za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování)

	Říjen	Listopad	Prosinec	Průměr
Čas výroby	9 146 min	7 947 min	4 108 min	7 067 min
Doba chodu linky	16 560 min	14 250 min	7 900 min	12 903 min
Využití linky	55,23%	55,77%	52,00%	54,77%

Tabulka 5: Jednotlivé ztráty za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování)

	Říjen		Listopad		Prosinec		Průměr	
	Podíl	Doba [min]	Podíl	Doba [min]	Podíl	Doba [min]	Podíl	Doba [min]
Přestávka na oběd	8,33%	1 380	8,63%	1 230	8,73%	690	8,56%	1 100
Přetypování	23,70%	3 924	25,65%	3 655	24,52%	1 937	24,58%	3 172
Najíždění linky a ukončení výroby na lince včetně TPM	3,47%	575	3,68%	525	3,80%	300	3,65%	467
Strojní poruchy	2,39%	395	0,21%	30	0,89%	70	1,16%	165
Nedostatek materiálu	0,00%	0	0,00%	0	0,19%	15	0,06%	5

Nižší účinnost stroje	0,12%	20	0,69%	98	0,89%	70	0,57%	63
Zkoušky pro vývoj	0,91%	150	0,95%	135	0,38%	30	0,75%	105
Pozastavený materiál	0,36%	60	0,00%	0	0,00%	0	0,12%	20
Není plán	5,50%	910	4,42%	630	8,61%	680	6,18%	740
Ztráty strojní	30,94%	5 124	31,18%	4 443	30,66%	2 422	30,97%	3 996
Ztráty celkem	44,77%	7 414	44,23%	6 303	48,00%	3 792	45,24%	5 837

Na základě výše uvedených dat můžeme konstatovat, že průměrné využití linky se pohybuje okolo 55 %, což není příliš uspokojivý výsledek. Znamená to, že 45 % z celkové doby chodu linky tvoří ztráty. Přibližně 6 % z nich je však způsobeno výkyvy v poptávce, kdy je denní plán splněn dříve a na lince se již nevyrábí. Z 31 % strojních ztrát je nejvýraznější položkou přetypování s průměrnou hodnotou okolo 25 %, což činí přibližně 79 % všech strojních ztrát. Strojními ztrátami rozumíme součet všech ztrát kromě obědových přestávek a doby, kdy nebyl dán plán výroby. Z tohoto důvodu je právě snížení ztrát ve výrobě způsobených přetypováním prioritou.

Co se týče přesnějších dat u přetypování získaných firemním monitoringem, zaznamenávají se pouze denní četnosti jednotlivých přetypování. Nevíme tedy přesnou dobu, po kterou přetypování probíhalo, ani čas, kdy přetypování začalo a skončilo. Čas, který udává tabulka níže, je vypočten pouze ze současných norem, které však nejsou příliš přesné. Z těchto dat však vychází i výpočet ukazatele OEE, čímž ztrácí na věrohodnosti.

Na základě zaznamenaných dat můžeme konstatovat, že nejčastějším přetypováním je výměna vložek a výměna směsi. V případech, kdy to denní požadavky na výrobu dovolují, se výroba snaží o kombinace výměn, čímž se ušetří více času, než kdyby se výměny prováděly každá zvlášť. Z hlediska celkového normovaného času je největší ztrátou výměna směsi, která za celé čtvrtletí znamenala pro firmu ztrátu přibližně 69 hodin.

Tabulka 6: Četnost přetypování za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování)

	Norma	Četnost za říjen	Četnost za listopad	Četnost za prosinec	Normovaný čas celkem	Podíl
Výměna pouzdra	10 min	7	6	3	160 min	1,68%
Výměna vložek	13 min	55	45	18	1 534 min	16,12%

Výměna směsi	28 min	51	59	37	4 116 min	43,25%
Výměna pouzdra a vložek	15 min	24	25	13	930 min	9,77%
Výměna pouzdra a směsi	28 min	7	8	4	532 min	5,59%
Výměna vložky a směsi	33 min	27	15	5	1 551 min	16,30%
Výměna směsi, vložek a pouzdra	33 min	8	8	5	693 min	7,28%
Přetypování celkem		3 924 min	3 655 min	1 937 min	9 516 min	100%

Následující tabulky obsahují vlastní náměry, které byly zjištěny na základě videonahrávek a jejich následných analýz. Pro každou činnost bylo v průběhu několika týdnů naměřeno pět časů, z nichž se následně určil výsledný průměrný čas, za který se jednotlivé činnosti v současné době provádí. Tento výsledný čas se počítal jako průměr tří prostředních hodnot. To znamená, že nejnižší a nejvyšší hodnota náměru byla vynechána. Pro každou činnost přetypování bylo také znázorněno, který z pracovníků se jí účastní, od kdy do kdy probíhá a procentuální poměr, který znázorňuje, kolik daná činnost zabírá v závislosti na celkové době přetypování. Pro lepší představu jsou činnosti také zaznamenány v Ganttově diagramu, který znázorňuje délku trvání činností, a lze v něm názorně vidět i časy překrývajících se činností.

8.1 Rozbor činností u výměny směsi

Různé typy pneumatik si žádají různé typy směsi. Z toho důvodu je výměna směsi jednou z nejčastějších výměn u linky RH. Tato výměna započne vyjetím extruderu, čímž se zastaví úvodní část linky. Zbytek starého polotovaru ještě přibližně 4 minuty a 30 sekund pokračuje dále po dopravníkovém páse, až se celý navine v navíjecí stanici. Z hlediska samotného přetypování však pro nás tento čas, který se počítá od času započetí vyjíždění extruderu, není příliš důležitý, jelikož probíhá současně a nijak nás neomezuje. Po vyjetí s extruderem je třeba vyšnekovat starou směs z extruderu, přičemž se musí ručně odřezat její zbytky a posléze našnekovat a zavést směs novou. Šnekování je strojní proces, během něhož dochází k vytlačení všech zbytků předchozí směsi, či naopak nahnětení směsi nové. Provádí se při nižší rychlosti, než je rychlost běžného provozu linky. V průběhu činnosti vyšnekování probíhají další čtyři činnosti v překrytém čase. Z toho důvodu nejsou tyto činnosti vyjádřeny podílem. Společně se zaváděním směsi také probíhá kontrola polotovaru. V této fázi je obvykle nutné prvních pár metrů odřezat z důvodu nekvality způsobené nepřesnými rozměry

či vzduchem, který se do směsi dostane. Možnou příčinou je nedostatečné protočení prvních metrů směsi v extruderu či malé zahřátí. Přetypování se účastní 4 pracovníci. Konkrétně se jedná o předáka, zásobovače a 2 operátory. Zásobovač však provádí většinu činností.

Tabulka 7: Rozbor činností u výměny směsi (vlastní zpracování)

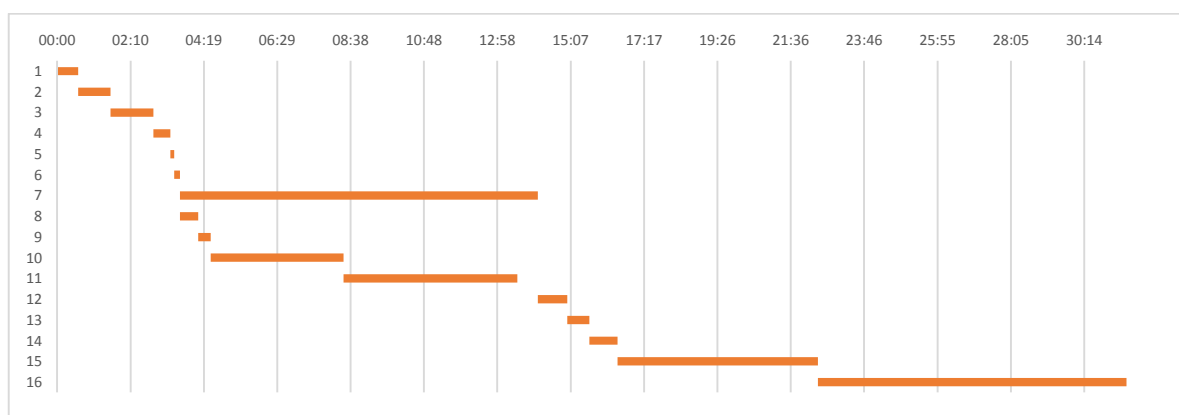
ID	Činnost	Náměry					Vý- sledný čas	Od	Do	Podíl	Pracovníci			
		1	2	3	4	5					P	O	O	Z
1	Vyjíždění extruderu	00:37	00:38	00:37	00:37	00:36	00:37	00:00	00:37	1,96%				
2	Dovoz nové směsi	00:50	00:48	00:59	01:13	01:02	00:57	00:37	01:34	3,02%				
3	Odstraňování staré směsi z násypky	00:39	00:57	08:23	01:24	01:27	01:16	01:34	02:50	4,02%				
4	Otevírání hlavy	00:38	00:31	00:30	00:29	00:32	00:30	02:50	03:20	1,59%				
5	Chůze pro nůž a rukavice	00:11	00:06	00:09	00:06	00:05	00:07	03:20	03:27	0,37%				
6	Nasazení rukavic a návrat k extruderu	00:12	00:11	00:13	00:08	00:06	00:10	03:27	03:37	0,53%				
7	Vyšňekování	11:12	12:12	08:38	11:47	08:13	10:32	03:37	14:09	33,46%				
8	Odřez ploutve	00:48	00:36	00:24	00:37	00:22	00:32	03:37	04:09	-				
9	Odnos ploutve	00:48	00:21	00:18	00:23	00:21	00:22	04:09	04:31	-				
10	Odřez velkých zbytků směsi a postupný odnos na odkládací místo	03:35	04:31	03:40	05:18	03:18	03:55	04:31	08:26	-				
11	Odřez malých zbytků směsi a postupný odnos na odkládací místo	05:38	06:27	04:08	05:34	04:06	05:07	08:26	13:33	-				
12	Zavírání hlavy	00:56	00:52	00:47	00:48	00:59	00:52	14:09	15:01	2,75%				
13	Čekání na docvaknutí zámků	00:36	00:52	00:36	00:33	00:46	00:39	15:01	15:40	2,06%				
14	Zajíždění extruderu	00:49	00:48	00:50	00:50	00:51	00:50	15:40	16:30	2,65%				
15	Našňekování a navolení programu	04:58	06:02	06:43	04:18	06:47	05:54	16:30	22:24	18,74%				
16	Zavádění polotovaru a kontrola	07:44	12:11	06:30	10:08	09:13	09:05	22:24	31:29	28,85%				

Přetypování celkem

31:29

Výraznější odchylky u činnosti zavádění polotovaru a kontrola jsou způsobeny navíjením v různých navíjecích stanicích a také kvůli občasné nepřipravenosti operátorů nebo špatně navoleném programu. Častým problémem je pak špatné namotání mezi válce, kvůli kterému je třeba řezat materiál, čímž vznikají zmetky, které se následně odnášejí. Může se tak jednat o zpoždění v řádu několika minut.

Na základě náměrů bylo zjištěno, že zde vzniká výrazný rozdíl mezi současnou normou pro výměnu směsi a aktuálními náměry. Současná norma je stanovena na 28 minut, avšak na základě měření byl průměrný čas přetypování stanoven na 31 minut a 29 sekund, což je více než 3 minutový rozdíl. Toto zjištění jasně evokuje potřebu aktualizace norem.



Obrázek 16: Ganttův diagram pro výměnu směsi (vlastní zpracování)

Z výše uvedeného Ganttova diagramu je zřejmé, že nejdelší časový úsek zabírá činnost vyšnekování, se kterou jsou spojeny odřezy zbytků. Delšími činnostmi jsou také našnekování a navolení programu a zavádění polotovaru a kontrola. Prvně jmenovaná činnost je omezená strojním časem, se kterým nelze příliš manipulovat. U činnosti zavádění je situace obdobná. Polotovar se po dopravníku pohybuje konstantní rychlostí, kterou z technologických důvodů nelze ovlivnit. Před dojezdem do navíjecí stanice je však ještě zpravidla několik prvních metrů nutno odřezat kvůli nevyhovující kvalitě.

8.2 Rozbor činností u výměny vložek

Dalším častým přetypováním je výměna vložek. Při výměně vložek jsou z hlavy extruderu vyňaty vložky určující rozměry polotovaru. Část činností je obdobná jako při výměně směsi. Je opět potřeba vyjet s extruderem, směs se však nevyšnekuje, pouze se odřeže tzv. ploutev, což je směs, která zbyla po otevření hlavy extruderu a překáží dalšímu průběhu přetypování. Výměna vložek se provádí ručně za použití klíče. U vložek je vždy třeba povolit a odšroubovat matku a následně vložku společně se šroubem vyjmout. V současné době zásobovač,

který výměnu primárně provádí, také čistí vložky od zbylé směsi. Veškeré komponenty se dále odnáší na nedaleké odkládací místo, ze kterého se přinesou i vložky nové. Na základě požadovaných kritérií se využívá celkem tří druhů vložek. Po našroubování je třeba hlavu extruderu opět uzavřít a po jeho zajetí se polotovar napojuje a kontroluje. Zpravidla je opět nutné prvních pár metrů polotovaru z důvodu nekvality odřezat. Nejčastěji se jedná o nepřesné rozměry v místě výměny vložek. Jelikož se nemění celá směs, trvá napojení výrazně kratší dobu než zavádění nového polotovaru. Přetypování se opět účastní předák, zásobovač i oba operátoři. Na rozdíl od výměny směsi zde také často před ukončením výměny vzniká potřeba vhození části směsi, která vypadla kvůli odjíždění extruderu, zpět do násypky. Činnost je však zpravidla provedena v překrytém čase s navolením programu. Není tedy započítána v celkovém podílu času na přetypování a dobu výměny neovlivňuje. U výměny směsi se takhle činnost zpravidla neděje kvůli spotřebování veškeré směsi z vynášecího dopravníku.

Tabulka 8: Rozbor činností u výměny vložek (vlastní zpracování)

ID	Činnost	Náměry					Vý- sledný čas	Od	Do	Podíl	Pracovníci			
		1	2	3	4	5					P	O	O	Z
1	Vyjíždění extruderu	00:37	00:38	00:37	00:37	00:36	00:37	00:00	00:37	4,70%				
2	Otevírání hlavy	00:38	00:31	00:30	00:29	00:32	00:30	00:37	01:07	3,81%				
3	Chůze pro nůž a rukavice	00:11	00:06	00:09	00:06	00:05	00:07	01:07	01:14	0,89%				
4	Nasazení rukavic a návrat k extruderu	00:12	00:11	00:13	00:08	00:06	00:10	01:14	01:24	1,27%				
5	Odřez ploutve	00:48	00:36	00:24	00:37	00:22	00:32	01:24	01:56	4,06%				
6	Odnos ploutve	00:48	00:21	00:18	00:23	00:21	00:22	01:56	02:18	2,79%				
7	Chůze pro klíč a návrat k extruderu	00:07	00:05	00:11	00:08	00:10	00:08	02:18	02:26	1,02%				
8	Vyjmutí levé spodní vložky	00:19	00:22	00:16	00:24	00:32	00:22	02:26	02:48	2,79%				
9	Odnos a očištění levé spodní vložky	00:12	00:12	00:13	00:25	00:20	00:15	02:48	03:03	1,90%				
10	Vyjmutí pravé spodní vložky	00:19	00:14	00:14	00:19	00:30	00:17	03:03	03:20	2,16%				
11	Odnos a očištění pravé spodní vložky	00:12	00:23	00:14	00:23	00:16	00:18	03:20	03:38	2,28%				
12	Vyjmutí levé horní vložky	00:21	00:24	00:14	00:10	00:18	00:18	03:38	03:56	2,28%				

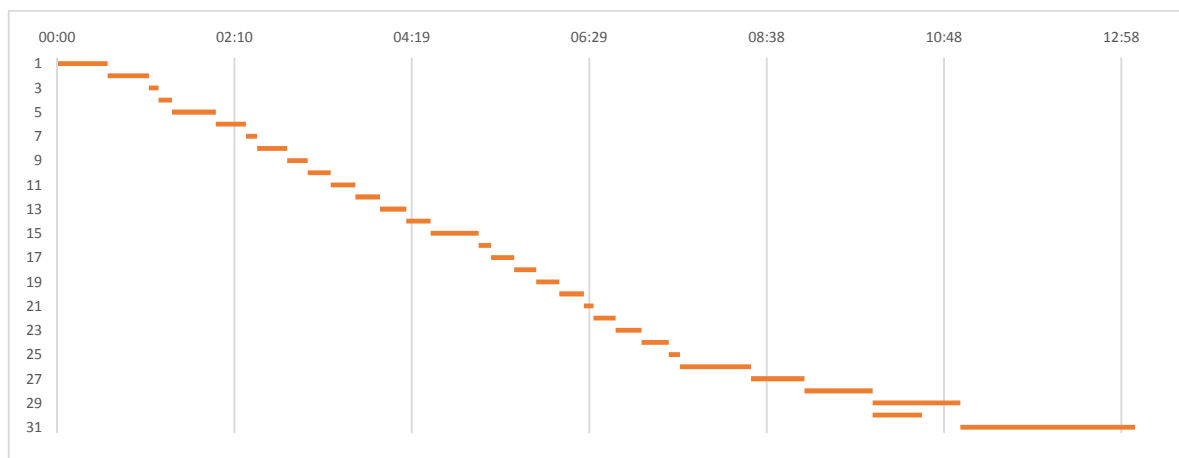
13	Odnos a očištění levé horní vložky	00:17	00:16	00:21	00:35	00:18	00:19	03:56	04:15	2,41%				
14	Vyjmutí pravé horní vložky	00:15	00:18	00:30	00:17	00:20	00:18	04:15	04:33	2,28%				
15	Odnos a očištění pravé horní vložky a přinesení nové levé horní vložky	00:30	00:39	00:37	00:32	00:35	00:35	04:33	05:08	4,44%				
16	Očištění horní plochy pro upevnění vložek	00:08	00:10	00:07	00:13	00:09	00:09	05:08	05:17	1,14%				
17	Upevnění nové levé horní vložky	00:11	00:15	00:24	00:15	00:20	00:17	05:17	05:34	2,16%				
18	Přinesení nové pravé horní vložky	00:14	00:23	00:13	00:18	00:15	00:16	05:34	05:50	2,03%				
19	Upevnění nové pravé horní vložky	00:15	00:19	00:12	00:18	00:19	00:17	05:50	06:07	2,16%				
20	Přinesení nové levé dolní vložky	00:09	00:19	00:15	00:32	00:19	00:18	06:07	06:25	2,28%				
21	Očištění dolní plochy pro upevnění vložek	00:06	00:04	00:11	00:07	00:07	00:07	06:25	06:32	0,89%				
22	Upevnění nové levé dolní vložky	00:11	00:22	00:10	00:26	00:15	00:16	06:32	06:48	2,03%				
23	Přinesení nové pravé dolní vložky	00:17	00:15	00:22	00:31	00:18	00:19	06:48	07:07	2,41%				
24	Upevnění nové pravé dolní vložky	00:09	00:30	00:16	00:27	00:17	00:20	07:07	07:27	2,54%				
25	Odnos nářadí a návrat k ovládacímu panelu	00:07	00:09	00:08	00:08	00:10	00:08	07:27	07:35	1,02%				
26	Zavírání hlavy	00:56	00:52	00:47	00:48	00:59	00:52	07:35	08:27	6,60%				
27	Čekání na docvaknutí zámků	00:36	00:52	00:36	00:33	00:46	00:39	08:27	09:06	4,95%				
28	Zajíždění extruderu	00:49	00:48	00:50	00:50	00:51	00:50	09:06	09:56	6,35%				
29	Navolení programu	00:50	00:55	01:19	01:13	01:04	01:04	09:56	11:00	8,12%				
30	Vhození spadlého materiálu do násypky	00:33	00:37	00:38	00:27	00:42	00:36	09:56	10:32	-				
31	Napojování polotovaru a kontrola	02:37	02:06	01:20	02:42	02:44	02:08	11:00	13:08	16,24%				

Přetypování celkem

13:08

V případě odchylek v náměrech u výměny vložek šlo zejména o aktuální pracovní rozpoložení a rychlost vykonávané práce konkrétního pracovníka. Zejména se tak dělo u manuálních činností typu manipulace s ploutví a vložkami, či samotném vyjmutí a našroubování vložek. Rozdíly můžeme vnímat také u napojování polotovaru a kontrole. Tady hrála roli zejména připravenost všech pracovníků k započetí úkonu.

Bylo také zjištěno, že rozdíl mezi současnou normou a skutečným stavem je pouze v řádu jednotek sekund. Lze tedy konstatovat, že skutečná doba výměny zde koresponduje s aktuálním standardem stanoveným na 13 minut.



Obrázek 17: Ganttův diagram pro výměnu vložek (vlastní zpracování)

Z Ganttova diagramu je zřejmé, že časově nejnáročnější činností je napojování polotovaru a kontrola a navolení programu, což jsou činnosti ovlivněné zejména rychlostí linky. Je zde však spousta manuálních činností spojených s vyjmutím, očištěním a našroubováním vložek, které mají potenciál ke zrychlení.

8.3 Rozbor činností u výměny pouzdra

Výměna pouzdra kalandru je jednou z méně častých výměn, která však probíhá zcela odlišně než dříve zmiňované výměny. Pouzdro se mění v souvislosti s požadovaným tvarem profilu polotovaru. Při výrobě pláště pneumatik je totiž žádoucí, aby polotovar byl po stranách tenčí než v jeho středu. V současné době se mění 3 typy pouzder s různými profilovanými tvary. Jelikož se výměna netýká pouze činností spojených s extruderem, spolupracuje na ní od začátku většina pracovníků. Jeden z operátorů se v průběhu přetypování zpravidla věnuje přípravě kazet či manipulaci se zbytkovým materiálem a většiny výměny se neúčastní. Při výměně pouzdra je třeba nejdříve odjistit pouzdro původní, které se následně vyjme z hlavní pece a odveze na vozíku do pece přípravné, kde se přehřívá, aby bylo připraveno k dalšímu

použití. Následně se z druhé přípravné pece vyjme nové předeřtávané pouzdro a opět se odveze a zajistí v hlavní peci na lince RH. Po spuštění linky zde vzniká v průměru asi 15 metrů materiálu, který je nutno pro nevyhovující rozměry odřezat. Tato činnost se však děje až po přibližně 5 minutách provozu, proto už není započítána jako součást přetypování a dělá se za chodu linky. Je to z toho důvodu, že je třeba počkat, až se část polotovaru, kde došlo k výměně pouzdra a kterou je tudíž třeba odřezat, bude nacházet v zadní části výrobní linky. Kontrola kvality tedy přetypování přímo neovlivňuje a kromě pravidelného odřezu části materiálu zde z důvodu, že se s polotovarem v průběhu výměny nijak nemanipuluje, zmetky zpravidla nevznikají.

Tabulka 9: Rozbor činností u výměny pouzdra (vlastní zpracování)

ID	Činnost	Náměry					Výsledný čas	Od	Do	Podíl	Pracovníci			
		1	2	3	4	5					P	O	O	Z
1	Chůze pro rukavice	00:11	00:06	00:09	00:06	00:05	00:07	00:00	00:07	1,50%				
2	Nasazení rukavic a návrat k peci	00:12	00:11	00:13	00:08	00:06	00:10	00:07	00:17	2,14%				
3	Odjišťování pouzdra	01:40	00:54	01:20	01:38	01:45	01:33	00:17	01:50	19,87%				
4	Dojetí s vozíkem	00:43	00:38	00:33	00:41	00:29	00:37	01:50	02:27	7,91%				
5	Vyjímání pouzdra z pece	01:18	02:21	00:43	01:33	00:42	01:11	02:27	03:38	15,17%				
6	Odvážení pouzdra	00:57	00:36	01:02	00:41	00:54	00:51	03:38	04:29	10,90%				
7	Dojždění pro nové pouzdro	00:36	00:29	00:36	00:28	00:38	00:34	04:29	05:03	7,26%				
8	Vyjímání nového pouzdra a jeho odvážení	01:19	00:56	00:52	00:55	01:43	01:03	05:03	06:06	13,46%				
9	Zasunutí pouzdra do pece, jeho zajištění a spuštění linky	01:49	01:37	01:40	02:01	01:17	01:42	06:06	07:48	21,79%				

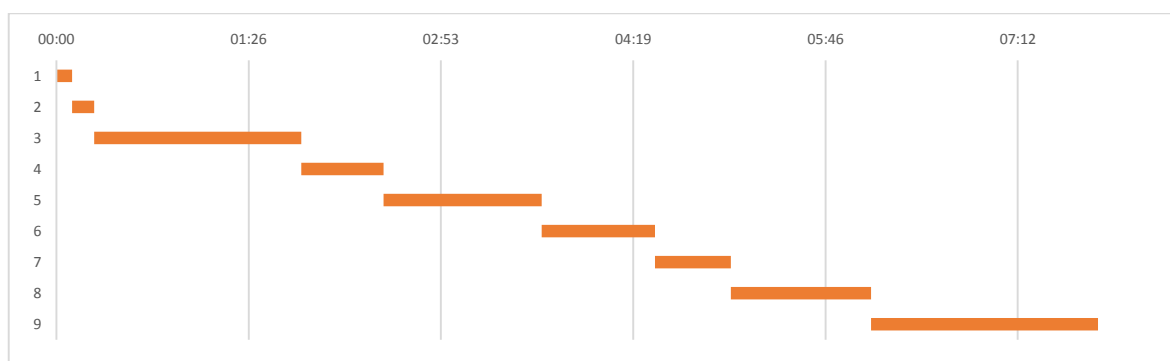
Přetypování celkem

7:48

Všechny činnosti, které se u výměny pouzdra vyskytují, jsou manuální. Proto zde jako rozhodující faktor pro rychlost výměny působí zručnost jednotlivých pracovníků. U vyjímání

pouzdra z hlavní pece operátoři občas ručně čistili pouzdro, což způsobuje rozdíly mezi náměry. Při zasouvání pouzdra se poté ojediněle vyskytoval problém s doražením pouzdra, což se projevilo na dalším zpoždění.

Výsledný čas přetypování ukazuje, že oproti současné normě stanovené na 10 minut se výměna pouzdra provádí v průměru za 7 minut 48 sekund, což je o více než 2 minuty rychleji. Z hlediska produktivity je tento fakt zajisté vítaným, opět však poukazuje na neaktuálnost norem pro přetypování.



Obrázek 18: Ganttův diagram pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování)

Na základě Ganttova diagramu můžeme konstatovat, že se jedná o nejrychlejší výměnu ze všech, které na lince RH probíhají. Nejdelším úsekem je poslední činnost zasunutí pouzdra do pece, jeho zajištění a spuštění linky. Časově téměř srovnatelnou činností je však i odjištění pouzdra. Dalšími činnostmi probíhajícími déle než jednu minutu jsou vyjímání pouzdra z pece a vyjímání nového pouzdra a jeho odvážení.

8.4 Rozbor činností u výměny vložek a směsi

Výměna vložek a směsi je nejdéle trvajícím přetypováním u linky RH. Činnosti probíhají obdobně jako u výměny směsi. K rozdílu dochází pouze přidáním činností spojených s vyjmutím, očištěním a našroubováním vložek, které následují ihned po dokončení vyšnekování. V průběhu vyšnekování pak dochází opět k několika paralelně probíhajícím činnostem, které nejsou zaznamenány v podílu na celkovém čase přetypování. Výměnu zprostředkovává převážně zásobovač, v posledních krocích se však postupně přidá i zbytek osádky.

Tabulka 10: Rozbor činností u výměny vložek a směsi (vlastní zpracování)

ID	Činnost	Náměry					Vý- sledný čas	Od	Do	Podíl	Pracovníci			
		1	2	3	4	5					P	O	O	Z
1	Vyjíždění extruderu	00:37	00:38	00:37	00:37	00:36	00:37	00:00	00:37	1,68%				
2	Dovoz nové směsi	00:50	00:48	00:59	01:13	01:02	00:57	00:37	01:34	2,58%				
3	Odstraňování staré směsi z násypky	00:39	00:57	08:23	01:24	01:27	01:16	01:34	02:50	3,45%				
4	Otevírání hlavy	00:38	00:31	00:30	00:29	00:32	00:30	02:50	03:20	1,36%				
5	Chůze pro nůž a rukavice	00:11	00:06	00:09	00:06	00:05	00:07	03:20	03:27	0,32%				
6	Nasazení rukavic a návrat k extruderu	00:12	00:11	00:13	00:08	00:06	00:10	03:27	03:37	0,45%				
7	Vyšnekování	11:12	12:12	08:38	11:47	08:13	10:32	03:37	14:09	28,65%				
8	Odřez ploutve	00:48	00:36	00:24	00:37	00:22	00:32	03:37	04:09	-				
9	Odnos ploutve	00:48	00:21	00:18	00:23	00:21	00:22	04:09	04:31	-				
10	Odřez velkých zbytků směsi a postupný odnos na odkládací místo	03:35	04:31	03:40	05:18	03:18	03:55	04:31	08:26	-				
11	Odřez malých zbytků směsi a postupný odnos na odkládací místo	05:38	06:27	04:08	05:34	04:06	05:07	08:26	13:33	-				
12	Chůze pro klíč a návrat k extruderu	00:07	00:05	00:11	00:08	00:10	00:08	14:09	14:17	0,36%				
13	Vyjmutí levé spodní vložky	00:19	00:22	00:16	00:24	00:32	00:22	14:17	14:39	1,00%				
14	Odnos a očištění levé spodní vložky	00:12	00:12	00:13	00:25	00:20	00:15	14:39	14:54	0,68%				
15	Vyjmutí pravé spodní vložky	00:19	00:14	00:14	00:19	00:30	00:17	14:54	15:11	0,77%				
16	Odnos a očištění pravé spodní vložky	00:12	00:23	00:14	00:23	00:16	00:18	15:11	15:29	0,82%				
17	Vyjmutí levé horní vložky	00:21	00:24	00:14	00:10	00:18	00:18	15:29	15:47	0,82%				
18	Odnos a očištění levé horní vložky	00:17	00:16	00:21	00:35	00:18	00:19	15:47	16:06	0,86%				
19	Vyjmutí pravé horní vložky	00:15	00:18	00:30	00:17	00:20	00:18	16:06	16:24	0,82%				

20	Odnos a očištění pravé horní vložky a přinesení nové levé horní vložky	00:30	00:39	00:37	00:32	00:35	00:35	16:24	16:59	1,59%				
21	Očištění horní plochy pro upevnění vložek	00:08	00:10	00:07	00:13	00:09	00:09	16:59	17:08	0,41%				
22	Upevnění nové levé horní vložky	00:11	00:15	00:24	00:15	00:20	00:17	17:08	17:25	0,77%				
23	Přinesení nové pravé horní vložky	00:14	00:23	00:13	00:18	00:15	00:16	17:25	17:41	0,73%				
24	Upevnění nové pravé horní vložky	00:15	00:19	00:12	00:18	00:19	00:17	17:41	17:58	0,77%				
25	Přinesení nové levé dolní vložky	00:09	00:19	00:15	00:32	00:19	00:18	17:58	18:16	0,82%				
26	Očištění dolní plochy pro upevnění vložek	00:06	00:04	00:11	00:07	00:07	00:07	18:16	18:23	0,32%				
27	Upevnění nové levé dolní vložky	00:11	00:22	00:10	00:26	00:15	00:16	18:23	18:39	0,73%				
28	Přinesení nové pravé dolní vložky	00:17	00:15	00:22	00:31	00:18	00:19	18:39	18:58	0,86%				
29	Upevnění nové pravé dolní vložky	00:09	00:30	00:16	00:27	00:17	00:20	18:58	19:18	0,91%				
30	Odnos náradí a návrat k ovládacímu panelu	00:07	00:09	00:08	00:08	00:10	00:08	19:18	19:26	0,36%				
31	Zavírání hlavy	00:56	00:52	00:47	00:48	00:59	00:52	19:26	20:18	2,36%				
32	Čekání na docvaknutí zámeků	00:36	00:52	00:36	00:33	00:46	00:39	20:18	20:57	1,77%				
33	Zajíždění extruderu	00:49	00:48	00:50	00:50	00:51	00:50	20:57	21:47	2,27%				
34	Našnekování a navolení programu	04:58	06:02	06:43	04:18	06:47	05:54	21:47	27:41	16,05%				
35	Zavádění polotovaru a kontrola	07:44	12:11	06:30	10:08	09:13	09:05	27:41	36:46	24,71%				

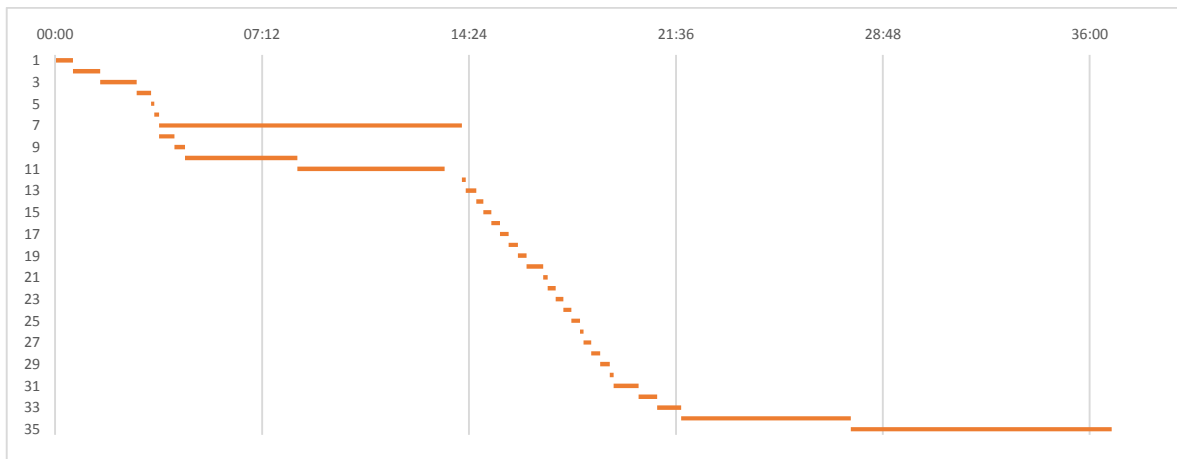
Přetypování celkem

36:46

Zdejší odchylky způsobují stejné příčiny jako v případě výměny směsi či vložek. Veškeré činnosti probíhají totožně. Jedná se tedy zejména o faktory jako aktuální pracovní rozpoložení a rychlost vykonávané práce konkrétního pracovníka, připravenost pracovníků, špatně

navolený program, chyby při špatném zavedení polotovaru mezi válce a závěrečné navíjení v různých stanicích.

Vyskytuje se zde však opět rozdíl ve srovnání s aktuální normou, která je stanovena na 33 minut. Skutečná doba výměny má průměrný čas 36 minut a 46 sekund, což je o téměř 4 minuty více. Opět se zde tedy potvrzuje nepřesné stanovení původních norem.



Obrázek 19: Ganttův diagram pro výměnu vložek a směsi (vlastní zpracování)

Stejně jako při výměně směsi je zde nejdéle trvající činností vyšnekování následované zaváděním polotovaru a kontrolou. Jelikož se jedná o výměnu trvající více než půl hodiny, je zde snížení časů více než žádoucí.

8.5 Rozbor činností u výměny pouzdra a vložek

V případě výměny pouzdra a vložek probíhají obě operace současně. Předák a operátoři se věnují výměně pouzdra a zásobovač pracuje na výměně vložek. Činnosti jsou stejné jako v předchozích tabulkách. Celkový čas přetypování se rovná déle trvající výměně, kterou je v tomto případě výměna vložek. Čas přetypování je tedy možné stanovit na 13 minut a 8 sekund. Oproti aktuální normě 15 minut zde vzniká rozdíl téměř 2 minuty.

8.6 Rozbor činností u výměny pouzdra a směsi

Podobná situace je u současné výměny pouzdra a směsi. Činnosti opět probíhají ve stejný čas a vzájemně se neomezují. Celkový čas přetypování se opět rovná déle trvající výměně, což je výměna směsi. Za těchto podmínek lze čas přetypování vymežit na 31 minut a 29 sekund. Aktuální norma udává čas 28 minut, což je přibližně o 3 a půl minuty méně.

8.7 Rozbor činností u výměny směsi, vložek a pouzdra

U nejkompexnější výměny všech tří položek, to znamená směsi, vložek a pouzdra, se o směs a vložky stará po celou dobu zásobovač a pouzdro mění předák s jedním z operátorů. Činnosti se tedy opět nijak neliší od předchozích tabulek. V tomto případě se celkový čas přetypování opět rovná déle trvající výměně, kterou je nyní kombinace výměny směsi a vložek. Výsledný čas přetypování je tedy 36 minut a 46 sekund. Odchýlení od aktuální normy definované na 33 minut je zde téměř 4 minuty.

8.8 Hlavní poznatky z analýzy

Na základě provedené analýzy současného stavu přetypování u výrobní linky Rollerhead, lze konstatovat, že časy potřebné pro jednotlivé výměny jsou často v řádech desítek minut. Tento fakt potvrzuje časovou náročnost přetypování a nutnost provedení opatření, která tento neproduktivní časový úsek výroby zredukuje. Z hlediska potenciálu využití pracovníků v průběhu výměny, se u delších výměn o přetypování stará převážně jediný pracovník. Z toho důvodu zde také neprobíhá příliš činností paralelně, a tudíž nedochází k významnější úspoře z důvodu překrytých časů. Potenciál pro zlepšení zde vzniká poté zejména kvůli nadbytečnému pohybu a několika činnostem, které nejsou k přetypování zcela nezbytné. U různých směň se výměny také často provádí v lehce obměněném postupu, což poukazuje na problém se zavedenými standardy, které tímto ztrácejí na účelu.

Bylo také zjištěno několik větších odchylek od současných norem přetypování. Z toho důvodu by bylo pro firmu vhodné se více zaměřit na normování práce a motivační systém, který zaručí dodržování těchto norem. Ideálně však až po zavedení optimalizovaného pracovního postupu, který bude výstupem aplikace metody SMED, při jehož sestavování by se měl brát ohled zejména na zmiňované nedostatky plynoucí z analýzy.

9 APLIKACE METODY SMED

Provedená analýza současného stavu přetypování u linky Rollerhead odhaluje potenciální místa pro zlepšení v postupu a představuje tak vhodný odrazový můstek pro aplikaci metody SMED. V počáteční fázi její realizace je však třeba projekt vymežit a podrobit několika analytickým metodám.

9.1 Vymezení projektu

Náplní projektu je aplikace metody SMED u vybrané výrobní linky ve společnosti Mitas, a.s. v Otrokovicích. Jako vhodná výrobní linka pro projekt byla vybrána linka pro přípravu polotovarů Rollerhead. Důvodem byla zejména příliš dlouhá doba přetypování a nutnost častých výměn materiálu a nástrojů. Čas potřebný pro přetypování představuje téměř 80 % všech strojních ztrát, které se firmě značně promítají do ztrát ekonomických. Kvůli klíčovému postavení ve výrobě je potřeba tento stav zlepšit. Výsledkem projektu bude vytvoření nového jízdniho řádu, který bude sestaven na základě navrhovaných opatření vedoucích ke zkrácení doby přetypování.

9.1.1 Cíl projektu

Cílem projektu je zkrácení doby přetypování u výrobní linky Rollerhead ze současných 25 % z doby obsluhy výrobní linky na hodnotu 20 %.

9.1.2 Projektový tým

Bc. Jakub Kouřil – student průmyslového inženýrství na UTB ve Zlíně

Ing. Tomáš Machura – vedoucí oddělení průmyslového inženýrství ve firmě Mitas, a.s. v Otrokovicích

Michal Janča – instruktor výrobní linky Rollerhead ve firmě Mitas, a.s. v Otrokovicích

9.1.3 Logický rámec

Z logického rámce níže vyplývá, že k naplnění již zmiňovaného cíle snížení doby přetypování u linky RH je dosaženo provedením řady různých aktivit, ze kterých budou následně učiněny tři různé výstupy. Konkrétně se jedná o analýzu současného stavu přetypování u linky RH, návrhu změn a návrhu nového jízdniho řádu. K jmenovaným výstupům jsou dále uvedeny objektivně ověřitelné ukazatele, zdroje informací k ověření, předpoklady a rizika, která mohou v průběhu projektu nastat.

Tabulka 11: Logický rámec (vlastní zpracování)

	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl:	Zvýšení konkurenceschopnosti firmy na trhu	Zvýšení tržního podílu	Výkaz zisků a ztrát firmy	
Projektový cíl:	Snížení času přetypování u linky Rollerhead	Snížení ztrát u přetypování z důvodu zastavení linky o 5 %	Výkaz strojních ztrát, DP kapitola 9.8 o celkových úsporách a zhodnocení	Realizace navrhovaných změn
Výstupy:	1. Provedena analýza současného stavu přetypování u linky Rollerhead 2. Vytvořeny návrhy ke změnám činností 3. Vytvořen návrh nového jízdního řádu	Porovnání se současnými normami Uskutečněné pozměňovací návrhy Snižení doby přetypování	DP kapitola 8 zabývající se analýzou současného stavu přetypování Zápis z workshoppu kde byly návrhy prezentovány, DP kapitola 9.6 DP kapitola 9.7 o návrhu nového jízdního řádu pro přetypování	Správné rozdělení činností přetypování, vyhotovení videozáznamu a časových náměrů Správné rozdělení interních a externích činností a jejich modifikace Vhodná konzultace navrhovaných změn s managementem
Aktivita:	1.1. Provedená analýza současného stavu přetypování směsi 1.2. Provedená analýza současného stavu přetypování vložek 1.3. Provedená analýza současného stavu přetypování pouzdra 1.4. Provedená analýza současného stavu přetypovacích kombinací 2.1. Oddělení interní a externí činnosti 2.2. Převezené interní činnosti na externí 2.3. Snižené časy interních a externích činností 2.4. Vypracované návrhy ke změnám činností 3.1. Vypracovaný návrh nového jízdního řádu 3.2. Zhodnocené úspory	Prostředky Vlastní náměry a videozáznam Vlastní náměry a videozáznam Vlastní náměry a videozáznam Vlastní náměry a videozáznam Vlastní náměry a videozáznam Vlastní náměry a videozáznam, seříděná data v excelu Vlastní náměry a videozáznam, seříděná data v excelu Normy, layout pracoviště, workshop s pracovníky, konzultace s pracovníky Finance, dostupné nástroje Vlastní náměry a videozáznam, seříděná data v excelu Nový jízdní řád, provozní náklady	Časový rámec aktivit Červen až říjen 2014 Červen až říjen 2014 Červen až říjen 2014 Červen až říjen 2014 Listopad 2014 Prosinec 2014 Ledem 2015 Únor 2015 Březen 2015 Duben 2015	Předpoklady a rizika Názorný videozáznam výměny směsi, přesné náměry Názorný videozáznam výměny vložek, přesné náměry Názorný videozáznam výměny pouzdra, přesné náměry Názorný videozáznam kombinací výměn, přesné náměry Správná analýza jednotlivých činností včetně naměřených časů Správné rozznání překrytých časů a rozdělení interních e externích činností Důkladná znalost všech procesů a odhalení jejich rezerv Důraz na minimum investic, zajištění dostupných prostředků Správný výběr opatření vedoucím ke změnám činností a správné vyhodnocené náměry Správné vyčíslení ztrát, znalost plánu výroby
Logický rámec				
Název projektu: Projekt aplikace metody SMED u vybrané výrobní linky ve společnosti Mitas, a.s.				
Projektant: Bc. Jakub Kouřil				
Předběžné podmínky				
Znalost metody SMED				
Podpora vedení firmy				

9.1.4 Časový harmonogram

Přehlednou vizualizaci jednotlivých fází projektu nabízí časový harmonogram celého procesu zavádění metody SMED. Kvůli potřebě několika různých náměrů všech typů výměn je analýza současného stavu časově nejnáročnější aktivitou. Ostatní aktivity jsou vymezeny intervaly následně jdoucích měsíců.

Tabulka 12: Časový harmonogram (vlastní zpracování)

	2014							2015				
	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
Seznámení se s firmou a výrobní linkou												
Provedení analýzy současného stavu výměn												
Oddělení interních a externích činností												
Převedení interních činností na externí												
Snížení času interních a externích činností												
Vypracování návrhu změn činností												
Vypracování návrhu nového jízdniho řádu												
Vyhodnocení projektu												

9.1.5 Rozpočet projektu

Pro aplikaci metody SMED nebyl vymezen žádný rozpočet, jelikož filozofie samotné metody se nese v duchu nulových či minimálních investic. Projekt je zpracován v rámci diplomové práce bez nároku na finanční odměnu, a proto firmě nevznikají žádné mzdové náklady. V případě návrhů nesoucích s sebou menší náklady je firma ochotna investici zvážit.

9.1.6 Riziková analýza

Riziková analýza, zpracovaná metodou RIPRAN, vymezuje možná rizika projektu. K šesti největším hrozbám ohrožujícím projekt byly sepsány možné scénáře a na základě pravděpodobností a možného dopadu byla vyjádřena celková hodnota rizika. Jako největší riziko se jeví neochota zaměstnanců měnit zaběhlé postupy, kvůli čemuž je potřeba navrhnout opatření pro vyhnutí se riziku, které plyne zejména z lepší motivace a komunikace se zaměstnanci. Střední hodnotou rizika byly vyhodnoceny hrozby jako malá podpora vedení, nemožnost snížení strojních časů, vysoké náklady na projekt a nedostatečné zaškolení zaměstnanců. Z toho důvodu byl pro každou činnost navrhnout rizikový plán. Hrozba z hlediska výkyvů v požadavcích na výrobu má malou hodnotu rizika a proto je možné ji akceptovat. Riziková analýza byla procentuálně vyjádřena na základě konzultace s managementem firmy.

Tabulka 13: Riziková analýza (vlastní zpracování)

Riziková analýza RIPRAN									
ID	Hrozba	Pravděpo dobnost hrozby	ID	Scénář	Pravděpo dobnost scénáře	Pravděpo dobnost celková	Dopad na projekt	Hodno ta rizika	Opatření
1	Neochota zaměstnanců měnit zaběhlé postupy	50% SP	1.1	Po navržení nových a úpravě stávajících činností, nebudou zaměstnanci ochotni měnit své stávající pracovní postupy.	90%	45%	VD	VHR	Zlepšení komunikace se zaměstnanci a vysvětlení, proč je třeba udělat určité změny a jaký přínos to pro ně bude mít (zejména zrychlení práce a lepší ergonomie). Snaha o ztotožnění týmu s projektem za účelem, aby zaměstnanci přijali změny za své. Je třeba využívat jak hmotných, tak i nehmotných motivačních prvků.
2	Malá podpora vedení	20% MP	2.1	Kvůli malé podpoře ze strany managementu firmy, nebude možné provést změny v plném rozsahu a zaměstnanec vhodně zaškolit.	80%	16%	VD	SHR	Přímé určení osoby zodpovědné za vypracování projektu a jeho realizaci.
3	Technologick y nebud e možné snížit strojní časy	30% SP	3.1	Kvůli složitosti výroby a předepsaném postupu určeným k přípravě polotovaru, nebude po konzultaci s technologií možné upravit strojní časy.	70%	21%	SD	SHR	Častější konzultace s technologií.
4	Náklady na projekt budou příliš vysoké	10% MP	4.1	Kvůli vyšší nákladů firma projekt zavrhne a nedostane se k jeho realizaci.	80%	8%	VD	SHR	Snaha o co nejnižší investice. Předběžné vyčíslení možných nákladů a předložení jej managementu.
5	Nedostatečn é zaškolení pracovníků	40% SP	5.1	Kvůli nedostatečnému zaškolení se nebude správně dodržovat nový pracovní postup pro přetypování, což povede ke zmetkovosti a zpomalení výměny.	85%	34%	SD	SHR	Uspořádání workshopu na téma SMED s účastí veškerých pracovníků linky. Zvýšení kontroly kvality v prvních týdnech provozu.
6	Výkyvy v požadavcích na výrobu	30% SP	6.1	Výkyvy v požadavcích zákazníka způsobí, že pracovníci nebudou vytížení a tudíž nebudou dbát na dodržování časových norem.	50%	15%	SD	MHR	Větší zaměření na plánování z důvodu rovnoměrného rozdělení výrobního plánu. Zaměření se také na predikci výroby budoucího období.

9.1.7 SWOT analýza

V níže uvedené SWOT analýze je u každé položky silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb vyjádřena také váha, která označuje důležitost položky a hodnocení, které udává míru spokojenosti s danou položkou. Součet vah je vždy roven jedné a hodnocení se pohybuje v rozmezí od 1 do 5 u pozitivních vlivů a od -5 do -1 u negativních vlivů. Jelikož je ve vnitřním prostředí součet bodů silných a slabých stránek větší než nula a ve vnějším prostředí součet bodů příležitostí a hrozeb také kladný, projekt splňuje předpoklad úspěšnosti. Z důvodu objektivity je bodování analýzy kompromisem mezi návrhy projektanta a vedení firmu.

Tabulka 14: SWOT analýza (vlastní zpracování)

	Pomocné k dosažení cíle			Škodlivé k dosažení cíle		
		Váha	Hodnocení		Váha	Hodnocení
Vnitřní prostředí	Silné stránky			Slabé stránky		
	Nízké náklady na projekt	0,2	3	Malá ochota ke změnám ze strany pracovníků	0,25	-3
	Ochota vedení realizovat změny	0,3	5	Nedostatečná kontrola ztrát u linky	0,2	-3
	Zkušenosti operátoři	0,1	2	Nestandardizované provádění některých pracovních úkonů	0,25	-2
	Relativně velký časový fond pro realizaci projektu	0,1	4	Zastaralý technický stav strojů	0,05	-1
	Průmyslové inženýrství ve firmě je již zaběhlým oborem	0,2	3	Malá možnost ovlivnit strojní časy výroby	0,2	-3
	Silná a stabilní firma	0,1	3	Nedostatečné zaškolení pracovníků	0,05	-2
	Celkem	3,6		Celkem	-2,6	
Vnější prostředí	Příležitosti			Hrozby		
	Zavedení nového typu směsi a rozšíření portfolia polotovarů	0,3	3	Vstup nové konkurence na trh	0,05	-1
	Vznik nových technologií k upínání	0,3	3	Ztráta významného zákazníka	0,2	-1
	Konzultace s odbornými vyučujícími z UTB	0,2	4	Výkyvy v požadavcích na výrobu	0,35	-4
	Dotace do zemědělství zvyšující odbyt	0,1	3	Finanční krize způsobující pokles odbytu	0,2	-3
	Růst životní úrovně obyvatel	0,05	2	Legislativní nařízení způsobující zvýšení nákladů	0,05	-3
	Získání nového významného zákazníka a navýšení odbytu	0,05	2	Odchod klíčových zaměstnanců	0,15	-2
	Celkem	3,1		Celkem	-2,7	

9.2 Přípravná fáze

Provedená analýza současného stavu přetypování u linky RH představuje dostatečný základ pro získání informací o prováděných činnostech a jejich délkách. Výhodnou výchozí situací je však i zavedení metody 5S, díky které se na pracovišti nachází nářadí, které potřebujeme k vykonávání výměn na k tomu určených místech. Zároveň také zajišťuje udržování pořádku na pracovišti a eliminuje výskyt předmětů, které nejsou k výkonu práce potřebné.

Je třeba konstatovat, že u linky RH je organizace pracoviště a jeho uspořádání na poměrně dobré úrovni. Veškerá místa pro skladování směsí, odkládání zbytků či umístění nářadí mají svá označení. Pracoviště je udržováno v čistotě a standardy jsou vizualizovány na nástěnce. Z toho důvodu se nebylo potřeba metodě 5S dále věnovat, jelikož její úroveň byla vyhovující a bylo možné přejít dále k aplikaci metody SMED.



Obrázek 20: Organizace a uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)

9.3 Oddělení interních a externích činností

Vzhledem k technologické vyspělosti výrobní linky RH u většiny operací neprobíhá žádná speciální příprava. Výměny směsi a vložek započnou vyjížděním extruderu, čímž se zároveň

zastaví proces vytlačování směsi. Ukončeny jsou následně zavedením či napojením polotovaru a jeho kontrolou. V případě výměny pouzdra přetypování začíná odjištěním pouzdra, kterému však často předchází nasazení rukavic. Přetypování pak končí zajištěním pouzdra v hlavní peci. Ke kontrole zde dochází až po určité době výroby, proto se do přetypování neuvádí. Všechny zmiňované činnosti jsou tedy prováděny v době, kdy na lince neprobíhá výroba, a proto je lze považovat za interní.

9.4 Převedení interních činností na externí

Po důkladné analýze je zřejmé, že většina z prováděných činností je podmíněna předchozím krokem, a proto nelze s pořadím činností nikterak manipulovat. Lze však nalézt několik výjimek.

Mezi takové patří například dovoz nové směsi ze skladu, což předchází výměně směsi nebo dovoz prázdného vozíku před hlavní pec u výměny pouzdra. Směs i vozík lze přichystat ještě před započítáním přetypování a z toho důvodu lze tyto původně interní činnosti převést na externí. Činnosti je tedy možno provádět v úvodu daného procesu přetypování, kdy ještě nedochází ke ztrátám ve výrobě.

Stejně tak lze činnosti spojené s chůzí pro náradí či jednotlivé vložky provádět před odstavením linky. Je také nutné mít již předem nasazené pracovní rukavice, aby nedocházelo k dalšímu zdržení v průběhu výměny. Z hlediska nadbytečného pohybu však bude v rámci dalších kroků spojených s aplikací metody SMED spíše vyvíjena snaha o jejich eliminaci.

Z procesu výměny vložek lze také odstranit čištění, jelikož není důležité pro dokončení přetypování, a tudíž ho lze provést až v čase po přetypování, kdy již nebude docházet ke ztrátám.

Tabulka 15: Převedení interních činností na externí (vlastní zpracování)

Činnost	Původní stav	Nový stav
Dovoz nové směsi	Interní	Externí
Chůze pro nůž	Interní	Externí
Chůze pro rukavice	Interní	Externí
Chůze pro klíč	Interní	Externí
Nasazení rukavic	Interní	Externí
Přinesení nové levé horní vložky	Interní	Externí
Přinesení nové pravé horní vložky	Interní	Externí

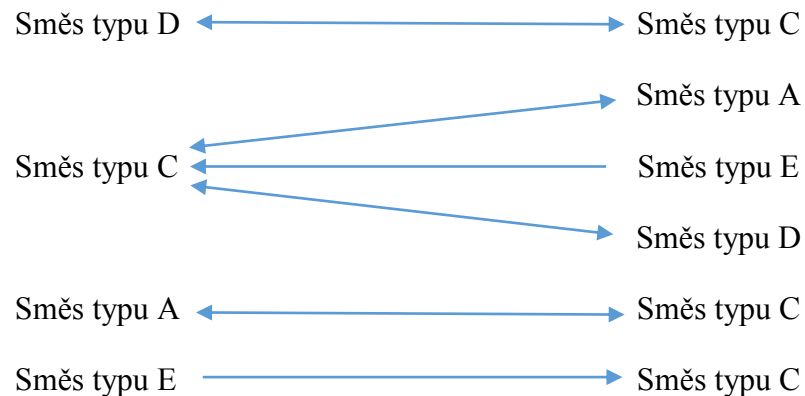
Přinesení nové levé dolní vložky	Interní	Externí
Přinesení nové pravé dolní vložky	Interní	Externí
Čištění vložek	Interní	Externí
Dojetí s vozíkem	Interní	Externí

9.5 Snížení časů interních a externích činností

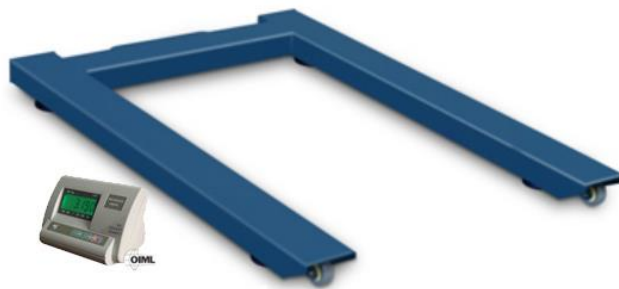
U výrobní linky RH jsme omezeni několika strojními procesy, jejichž časy jsou dány technologií výroby. Pro každý typ polotovaru je pevně stanovena rychlost linky, kterou je nutno dodržovat. Ta se ve většině případů pohybuje v rozmezí od 10 do 20 metrů za minutu. Rychlost linky je daná různými bezpečnostními i strojními nařízeními. Jedním z důvodů je i to, že při vyšší rychlosti dochází v extruderu k odírání, a tím pádem k většímu opotřebenosti stroje, jehož hodnota je v řádech milionů korun. Konkrétní hodnoty ke všem typům polotovarů nelze z důvodu důvěrnosti informací zveřejnit. Pokud bychom se však primárně soustředili na nejdéle trvající činnosti, dospěli bychom nejdříve k dlouhému časovému intervalu, který způsobuje proces vyšnekování. Ten probíhá nižší rychlostí než běžný provoz linky, konkrétně se jedná o 8 metrů za minutu.

9.5.1 Snížení času výměny směsi

Po zjištění, že vytlačení přibližně 90 % zbytků směsi zabere méně než polovinu z výsledného času vyšnekování, který je 10 min 32 sekund, se nabízí otázka, zdali by u některých typů směsí, nešlo malou část zbylé směsi smíchat se směsí novou. Po konzultaci s technologií výroby bylo skutečně nalezeno možné řešení. Došlo k vymezení typů směsí, u kterých by se tenhle postup dal aplikovat bez toho, aby se to nějakým způsobem podepsalo na kvalitě výrobku. Směsi, které je možno smíchat, jsou znázorněny v následujícím schématu. Některé směsi však nelze smíchat v opačném pořadí. Takovým typem je směs typu E, kterou lze domíchat do směsi typu C. Postup však nelze provést obráceně. Směs typu F a směs typu B nelze z technologických důvodů smíchat vůbec.



Dalším možným řešením by bylo zlepšení plánování dodávek směsi. Na základě požadované délky určitého typu polotovaru je možno určit jeho hmotnost, která se rovná hmotnosti využívané směsi. Předem navážená směs by se tedy vkládala do extruderu již v přesném množství, což by téměř eliminovalo potřebu vytlačování zbylé směsi. Bylo by však potřeba počítat s možnou odchylkou pro případy, kdy by se musela část polotovaru odřezat z důvodu nekvality.



Obrázek 21: Paletová váha (Paletová váha na palety SOLID U-1500, 2014)

Nejméně nákladným způsobem, jak snížit obsah směsi v extruderu před ukončením výroby, a tím i rychlost vyšnekování, by bylo dřívější zastavení vjíždění směsi do extruderu. Vjíždění směsi by bylo pozastaveno na základě pokynu daným předákem, který by tak učinil za předpokladu, že se v extruderu nachází dostatek směsi pro dokončení výroby. Klíčovým faktorem by tedy bylo správné načasování a zkušenosti předáka. V tomto případě by však vznikaly větší rozdíly mezi časy potřebnými k vyšnekování směsi.

Po vyšnekování staré směsi je třeba dodat směs novou. Ta prozatím čeká na paletě před vynášecím dopravníkem. Pokud by směs po dopravníku najela těsně před násypku již v průběhu vyšnekování, ušetřilo by se přibližně 60 sekund při našekování a navolení programu.

Dalším možným technologickým řešením pro snížení celkové doby výměny směsi, či spíše snížení četnosti výměny směsi obecně, by byla unifikace směsí. To znamená snížení sortimentu směsí ze současných šesti na menší počet, který by spolu s optimalizací denního plánu zároveň zajistil méně časté přetypování. Jelikož však snižování sortimentu výrobků není cílem, tento postup by byl vhodný pouze v případě, kdy by bylo možné výrobu více typů polotovarů určených k výrobě různých pneumatik provádět za použití stejné směsi.

Podle stávajícího pracovního postupu zásobovač často jezdí pro směs po vyjetí extruderu, nebo až po navolení programu, kvůli čemuž vzniká až 57 sekund prostoje, kdy je výrobní linka vypnutá a nevyrábí. Lepším řešením by bylo dojet pro novou směs ještě před započítáním přetypování.

Časté odstraňování staré směsi z násypky, které je prováděno buďto ručně, nebo sjetím směsi po vynášecím dopravníku zpět na paletu, vzniká, pokud je do násypky zavedeno více směsí, než je potřeba. Z toho důvodu by bylo vhodné zajistit lepší plánování na základě některého z výše zmíněných návrhů. V případě, že by taková situace vznikla, bylo by vhodné zapnout zpětný chod u vynášecího dopravníku ihned při započítání vyjíždění extruderu.

Zde je třeba také dávat pozor na určité problematické typy směsí. Takovou je zejména směs typu F, která způsobuje ucpání násypky, což následně znamená odstavení linky až na 12 minut, načež se následně kvůli ochlazení směsi musí odřezávat až 30 metrů polotovaru. Možným řešením by bylo zvážení alternativní směsi.

Pro eliminaci chůze v průběhu odnášení zbytků směsi se nabízí řešení umístění pojízdného vozíku pro jejich odklad na dosah od hlavy extruderu. Tento pojízdný vozík by se po ukončení přetypování mohl také jednoduše převést do zadní části haly, kde dochází k dalšímu zpracování zbylé směsi.

Během činnosti našnekování a navolení programu se kvůli času potřebnému k dokončení strojní činnosti našnekování nabízí operátorovi také poměrně velký časový prostor, který by šel využít například k provádění TPM či odnosu zbytků směsi do zadní části haly, kde dochází k jejich dalšímu zpracování.

V jednom z posledních kroků výměny směsi, kterým je zavádění polotovaru, se často vyskytuje chyba při navíjení skrze chladicí válce. Je to způsobeno zejména tím, že se jedná o manuální práci, která je citlivá na přesnost. Chybám při téhle činnosti by šlo zamezit automatizací procesu, který funguje například ve firmě Continental Barum, s.r.o. v Otrokovicích, kde využívají k výrobě plášťů pneumatik obdobné výrobní linky. Při automatickém zavedení

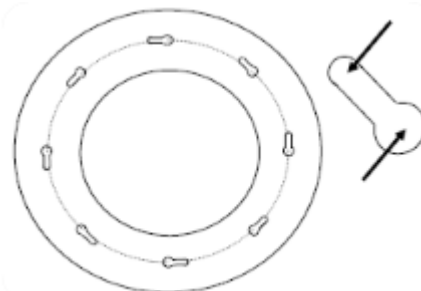
by se materiál přichytil na první chladicí válec a pozvolným otáčením válců by sám projel celým systémem. Pro dočasnou nápravu by se této chybě dalo předejít dodatečným tréninkem či školením zaměstnanců.

9.5.2 Snížení času výměny vložek

U současného společného přetypování směsi a vložek by bylo vhodné provádět vyjmutí vložek přímo v průběhu procesu vyšnekování. Kvůli poměrně dlouhému časovému intervalu u procesu vyšnekování je možné obě výměny provádět současně. Tím by zde vznikl překrytý čas, který by výrazně snížil celkovou dobu trvání této výměny.

Aktuálně je do výměny vložek zahrnuto i jejich očištění hadrem. Tato operace však není bezpodmínečně nutná k dokončení přetypování, a proto by bylo vhodné ji provádět až po dokončení přehození, kdy bude výrobní linka již opět v provozu. Takto nebude docházet k dalším strojním ztrátám.

Možností, která by významně urychlila výměnu vložek, by bylo využití rychloupínacího systému, jako je znázorněn například na obrázku níže. V takovém případě by zcela odpadla nutnost využívat nadbytečné nářadí, jako jsou kladiva, páčidla, klíče, šrouby a matice. Vzhledem k jednosměrnému tlaku při vyšnekování zde nemusejí vznikat obavy z nechtěného pohybu vložky, a tím pádem i způsobené nekvality na výrobku.



Obrázek 22: Rychlupínací mechanismus (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 20)

V případě, že by však firma raději zůstala u stávajícího způsobu upevnování vložek, bylo by vhodnější místo stávajících klíčů využít rychlejší aku utahovák. Ty by díky větší otáčivé síle dokázaly povolit i jinak těžce uvolnitelné šrouby a snížily by tak nutnost využití dalšího pomocného nářadí. Vhodné umístění pro tyto nástroje by bylo v těsné blízkosti hlavy extruderu.

Odkládací místo pro vložky by bylo také vhodné přemístit do bezprostřední blízkosti hlavy extruderu, aby nemuselo docházet ke zbytečné chůzi. V případě, že by se transport vložek zcela eliminoval, ušetřily by se přibližně 2 minuty a 20 sekund z času přetypování. Při odnosu a očištění pravé horní vložky, což probíhá včetně přinesení nové levé horní vložky, si můžeme všimnout, že čas je téměř dvojnásobný, zatímco délka trasy zůstává stejná. To je způsobeno hledáním správného dílu. V současné době jsou díly označeny čísly 1 až 4, což však na první pohled neznázorňuje jeho přesné umístění. Z toho důvodu by bylo pro lepší vizualizaci a odstranění hledání správného dílu použít pojízdného vozíku, kde by byly vložky umístěny ve stejných rozích, jako jsou umístěny po namontování v extruderu. Díky tomu by bylo ihned jasné, jaký díl je třeba použít. Jelikož se využívá celkem tří druhů vložek, bylo by také vhodné, aby vozík disponoval třemi patry pro umístění každého typu vložek. Před započatím přetypování by se vozík připravil přímo k hlavě extruderu, a tudíž by nedocházelo k další chůzi. Podobný vozík by se využil i pro odklad zbytků směsi.



Obrázek 23: Vozík pro umístění vložek (Dílenský vozík na nářadí USAG CO HELP 200/S, 2015)



Obrázek 24: Aku utahovák (Aku rázový utahovák MAKITA, 2014)

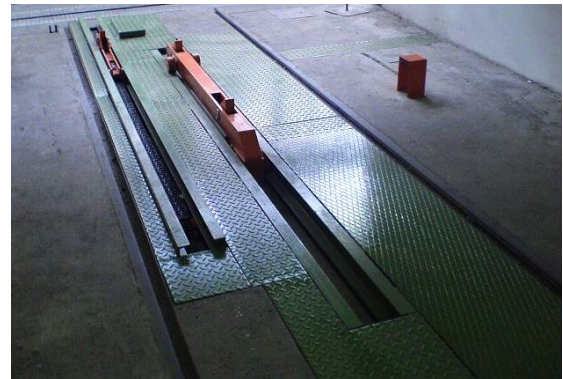
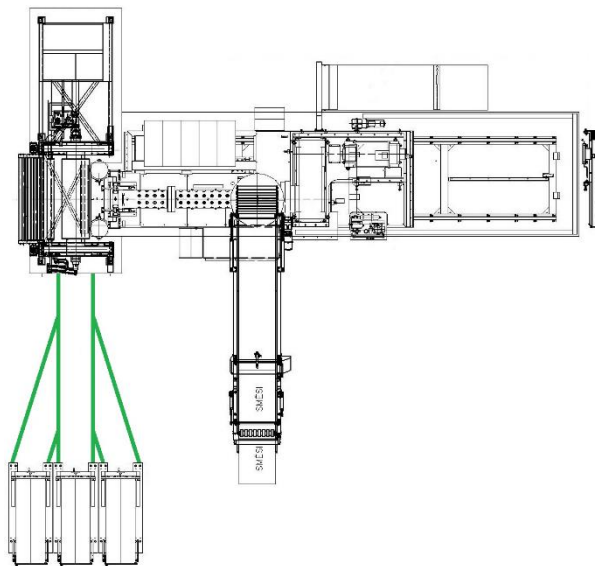
9.5.3 Snížení času výměny pouzdra

Vzhledem k velké hmotnosti pouzdra je nutné, aby bylo převáženo na vozíku, a to za asistence více pracovníků. I při tažení pouzdra ve více lidech však občas kvůli jeho vysoké hmotnosti dochází k podkluzování nohou. Tomu by se dalo zabránit vhodnou podrážkou či protiskluzovou podložkou.

Kvůli hmotnosti pouzdra je však třeba vynaložit značnou fyzickou sílu. Pro snížení času nutného pro výměnu pouzdra a zároveň ulehčení fyzické zátěže pro pracovníky by bylo vhodné využít aku vozíky, které jsou poháněny vlastním pohonem, a tím zlehčují a urychlují práci.

Rychlost přetypování je však omezena zejména z důvodu, že je k dispozici pouze jeden vozík na převoz pouzdra. V případě, že by byly dostupné vozíky dva, mohlo by být nové pouzdro k dispozici pro zasunutí do hlavní pece ihned po vytažení pouzdra starého. Díky tomu by došlo k přesunutí většiny činností spojených s transportem pouzdra do činností externích.

Dalším možným řešením by mohlo být vybudování kolejí, po kterých by se pouzdro převáželo. To by však znamenalo i zásah do layoutu, kdy by se pouzdra pro lepší manipulaci umístila naproti extruderu. Stejně tak by bylo třeba i uzpůsobení vozíků do takové podoby, aby s nimi nebylo třeba otáčet a pouzdro se přímo vložilo do pece. Na základě toho bychom se mohli dopracovat až k celkové automatizaci výměny pouzdra.



Obrázek 25: Layout kolejového systému (vlastní zpracování) Obrázek 26: Kolej pro transport pouzdra (Strojní konstrukce, 2014)

Při transportu také často dochází k čištění pouzdra rukou. Tahle činnost není potřebná k dokončení přetypování, a proto by ji bylo vhodnější provádět až při TPM na konci směny. V některých případech, zvláště u výroby polotovaru se širšími rozměry, však zbývá na pouzdru část gumy, která brání v dosednutí pouzdra do přípravné pece. Z toho důvodu by bylo vhodnější očistit tyto zbytky a zasunout toto pouzdro až po dokončení přetypování.

9.5.4 Snížení času při manipulaci s nářadím

Ojedinele se stává, že vznikne prostoj z důvodu hledání nářadí, a to až 70 sekund. Z tohoto důvodu by bylo vhodné vylepšit označení odkladné plochy pro nářadí a její umístění blíže k extruderu, kde se nářadí využívá nejvíce. Ideálně přímo k ovládacímu panelu linky, jelikož právě vyvoláním určité akce u tohoto místa vzniká potřeba využití nářadí. Další možností je

umístění nářadí na stranu extruderu tak, aby při práci v oblasti hlavy byly nástroje na dosah. Potřebnými pracovními pomůckami pro přetypování je univerzální klíč, pracovní rukavice a řezač na ploutev. K dispozici je však i kladivo a nástroj využívaný jako páčidlo v případě, že šroub nelze lehce povolit. Vhodným prostředkem pro vizualizované umístění nářadí by byla nástěnka s vyobrazenými obrysy všech pomůcek. Díky tomu by bylo z dálky vidět, zdali je nářadí k dispozici a nebylo by nutné ho „naslepo“ hledat v bedýnce.



Obrázek 27: Umístění nářadí (Shadow Shapes™ Tool Shadow Label Booklet from Accuform Signs, 2013)

Nůž, který je občas využíván k odřezání ploutve, bývá často umístěn na paletovém vozíku poblíž vynášecího dopravníku, kvůli čemuž může vznikat další hledání. Cesta od místa vykonání přetypování k noži je značně delší, což prodlužuje dobu trvání výměny. Účelem nože je však odřezávání směsi na paletách a neměl by se používat pro odřezávání ploutve. Pro tento účel slouží k tomu určený řezač.

Řešením, které by zcela eliminovalo chůzi pro jednotlivé nástroje, by byly opasky na nářadí. V tomto případě by operátoři nosili nejčastěji využívané nářadí stále u sebe. Jednalo by se zejména o pracovní rukavice, nože a klíče. Kromě toho je pro zrychlení výměny nutno mít pracovní rukavice nasazené ještě před začátkem přetypování.



Obrázek 28: Opasek na nářadí (Opasek na nářadí Stanley 1-96-178, 2014)

9.5.5 Eliminace nesrovnalostí mezi pracovními postupy napříč směny

Vyskytují se zde také nesrovnalosti u pracovního postupu mezi několika směny. Zejména tak při odvážení vytlačených zbytků, kdy různí zásobovači odnášejí zbytky na různá místa a ne vždy se odřez a odnos zbytků dělá zároveň. Vzniká zde rozdíl až 60 sekund. Tento problém by řešilo vymezení pojízdných vozíků k odkládání zbytků směsi a vloček, které bylo diskutováno dříve.

Mezi operátory se také objevují rozdíly z hlediska různé zručnosti, výkonnosti a informovanosti při prováděných činnostech. To vede také k chybám vznikajícím kvůli špatně navolenému programu či nepřipravenosti a nekoordinovanosti operátorů zejména v případě transportu pouzdra či zavádění a napojování polotvaru. Stejně tak může docházet ke zbytečné manipulaci se směsí. Tento stav by mohl být vyrovnán pomocí dalšího tréninku, vhodného standardu a vizualizací pracovního postupu.

Během přetypování se také objevují drobné pauzy na občerstvení, ale i třeba telefonování, což zpomaluje výměnu. V případě nutnosti by měly být tyto činnosti prováděny až v produktivních časech výroby.

9.5.6 Další návrhy

Při najíždění směsi na vynášecí dopravník ojedinele dochází k přichytávání směsi k ocelové paletě, což vzniká působením velkého objemu směsi na vzor palety. Kvůli tomu dochází ke zpoždění přibližně 20 sekund. Tomu by se dalo předejít vhodným podložením směsi.

V souvislosti s najížděním směsi taktéž může dojít k jejímu pádu z vynášecího dopravníku. Tento problém se podepíše na zhruba 50 sekundovém zpoždění. Vhodnou nápravou by bylo vybudování jednoduchého hrazení podél dopravníkového pásu.

V současné době je po uzavření hlavy extruderu nutno čekat na úplné docvaknutí zámků a až následně je možno zajet zpět s extruderem a připravit se k další výrobě. Oba časy jsou strojní, a tudíž konstantní. Zatímco docvaknutí zámků trvá 39 sekund, zajíždění extruderu trvá sekund 50. V případě, že by se technicky umožnilo započít činnost zajíždění extruderu ještě před docvaknutím zámků, což by se dokončilo v průběhu zajíždění, mohlo by se ušetřit oněch 39 sekund. Při čekání na docvaknutí zámků nedochází na extruderu již k téměř žádnému pohybu, proto by sloučení těchto dvou činností nemuselo být ze strojního hlediska příliš závažným problémem.

Při obsluze extruderu pomocí ovládacího panelu je u činností jako je otevírání či zavírání hlavy vždy nutné držet příslušné tlačítko až do ukončení činnosti. Dohromady tato činnost zabere 1 minutu a 22 sekund, což je čas, který by úpravou naprogramování stroje mohl být využit pro jinou aktivitu, která by přetypování dále zefektivnila.

9.6 Workshop

Dne 19. 3. 2015 proběhl ve firmě Mitas, a.s. v Otrokovicích workshop na téma snižování doby přetypování u výrobní linky RH, ve kterém byly jednotlivé návrhy na snížení doby přetypování u jednotlivých výměn prezentovány. Přítomni byli vedoucí oddělení průmyslového inženýrství, dva průmysloví inženýři, instruktor výroby a dva technologové. Kvůli pracovnímu vytížení bohužel nemohl být přítomen žádný z operátorů výrobní linky.

Řešeno bylo nejdříve téma nepřesných norem pro přetypování u linky RH. Na základě náměrů získaných videozáznamy a diskuze s pracovníky ze zmiňovaných odvětví se normy dočasně upravily na nové časy, což poslouží zejména pro firemní monitoring a výpočet ukazatelů jako je například OEE.

Dalším tématem byly zejména jednotlivé návrhy pro snížení doby přetypování. Na základě snižování doby vyšekování se jako nejzajímavější jevil návrh na částečné smíchání technologicky podobných směsí. To však za předpokladu co největší eliminace zbytkového materiálu. Toho by se mohlo docílit dřívějším zastavením vjíždění směsi do extruderu za předpokladu, že se v extruderu nachází dostatek směsi pro dokončení požadovaných metrů výroby.

Firma dále souhlasila s několika dalšími návrhy řešení, jako je eliminace čištění v průběhu přetypování, využití opasků na nářadí pro zásobovače, využití aku utahováků namísto původních klíčů, využití vozíků pro odklad směsi a vložek, či dodatečné školení pracovníků u problematických kroků přetypování. Zároveň souhlasila s návrhem externích a možných paralelně probíhajících činností. Firma také uvažuje o nákupu nového vozíku pro transport pouzdra. Na základě upozornění omezení z důvodu nesouladu zajíždění extruderu a čekání na docvaknutí zámků se také uvažuje o strojní úpravě tohoto typu.

Některé z položek vyžadují sice jistou investici, z hlediska návratnosti investice se však jedná o zanedbatelné částky. O velkých investicích jaké by představovaly například koleje pro transport pouzdra, se prozatím neuvažuje. Rychloupínací mechanismus pro upevnění vložek je možnou investicí do budoucna, s jeho využitím se však v současnosti také příliš nepočítá.

V současné době firma také plánuje změny v sortimentu směsí, přičemž se směsí typu F, která způsobovala ucpání násypky, se do budoucna již nepočítá. Další nejbližší změnou bude náhrada směsi typu E novou směsí typu G. To zajistí menší počet přetypování s ohledem na denní plán výroby.

Přínosem workshopu bylo nejen vyjasnění si možností a reálnosti zavedení zmiňovaných návrhů. Z hlediska příspěví pracovníků z odlišných sfér byla možnost získání okamžité zpětné vazby založené na různých úhlech pohledů, a díky tomu se mohly případné nesrovnalosti ihned diskutovat, což dále přispělo k praktickému zavedení nového pracovního postupu.

9.7 Návrh nového jízdního řádu

Na základě proběhlého workshopu byl navržen nový jízdní řád pro veškeré typy přetypování u výrobní linky RH, který by se v budoucnu mohl stát novým standardem pro výměny. V úvahu byly brány pouze návrhy, které se managementu firmy zdály reálné, a u kterých projevil zájem je dále rozvíjet. Nový jízdní řád počítá s vymezením externích činností, větší spoluprací mezi obsluhou linky a více paralelně probíhajících činností. Časy použité v návrhu nového jízdního řádu přímo vycházejí z analýzy původních videozáznamů.

9.7.1 Návrh nového jízdního řádu pro výměnu směsi

V návrhu nového jízdního řádu pro výměnu směsi byly převedeny činnosti nasazení rukavic, dovoz nové směsi a přichystání vozíku pro odklad zbytků směsi do činností probíhajících

před započítáním přetypování. Činnost odjetí s vozíkem zpět na místo byla naopak převedena do činností probíhajících po ukončení přetypování. Ve výsledku jsou však všechny zmiňované aktivity externími a nezapočítávají se do výsledného času výměny. Jelikož počítáme s možností využití opasků na nářadí, činnosti jako chůze pro nůž a pro rukavice jsou eliminovány. Po většinu výměny spolupracuje zejména zásobovač s operátorem, díky čemuž část činností probíhá v překrytém čase. V závěru se přidá i zbytek osádky.

Návrh jízdního řádu je sestaven na základě návrhu o částečném smíchání směsí. Z hlediska kvality se směs kvůli podobnému technologickému složení nezhodnotí a prvních 10 – 20 metrů nově zavedeného polotovaru je vždy třeba odřezat kvůli nevyhovujícím rozměrům či nekvalitě ve formě vzduchových bublin. Drobný zbytek původní směsi by se tedy odstranil během této kontroly kvality. Většinu směsí lze navíc po zpracování opět vrátit do procesu výroby, tudíž tento postup není pro firmu příliš nákladný. Kvůli zrušení výroby polotovaru ze směsi typu F, kterou by nebylo možné částečně smíchat, lze navíc zmiňovaný postup aplikovat na většinu směsí.

Odstraňování staré směsi z násypky je možno započít již současně se stisknutím tlačítka k vyjždění extruderu. Během doby jeho vyjždění se nabízí dostatek času, pokud se vyskytne potřeba ručního vytažení části směsi. Zbytek směsi se odveze pomocí zpětného chodu na vynášecím dopravníku automaticky, a tudíž neovlivní ani následující operaci, čímž je otevírání hlavy extruderu.

Místo odnosu ploutve na odkládací místo bude ploutev odložena na pojízdný vozík umístěný na dosah od hlavy extruderu, čímž se zabrání zbytečnému pohybu a ušetří se přibližně 19 sekund.

Díky najetí nové směsi po dopravníku ještě v průběhu vyšnekování, je možné čas činnosti našnekování a navolení programu zkrátit o 60 sekund. Tuto činnost je však nutno provést po odřezu velkých zbytků směsi a postupném odkladu na vozík, což však probíhá současně s činností vyšnekování, čímž vznikne úspora z hlediska paralelně probíhajících časů.

Uvažujeme také s možností, že nové naprogramování stroje umožňuje provádět docvaknutí zámků a zajíždění extruderu současně, čímž se ušetří dalších 39 sekund.

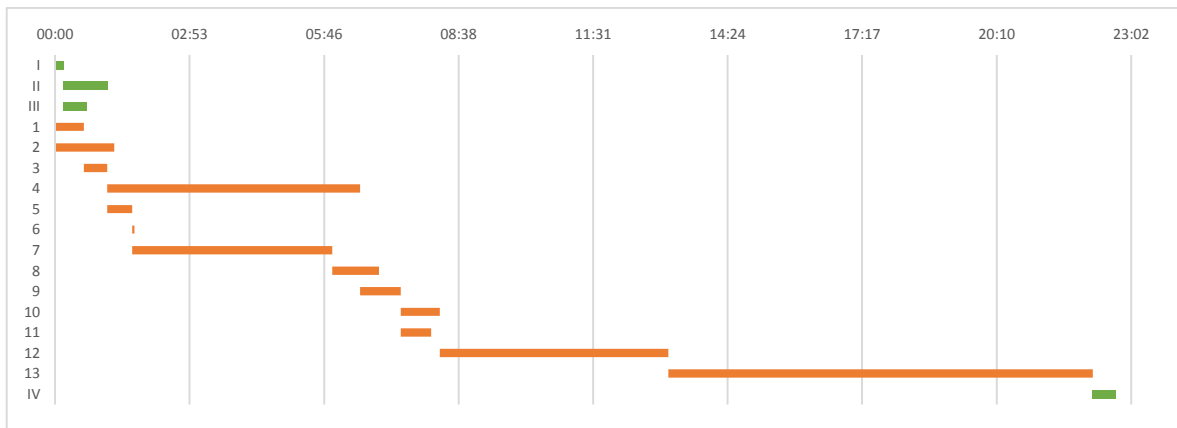
Tabulka 16: Návrh nového jízdního řádu pro výměnu směsi (vlastní zpracování)

	ID	Činnost	Od	Do	Čas	Pracovníci			
						P	O	O	Z
Externí	I	Nasazení rukavic	00:00	00:10	00:10				
	II	Dovoz nové směsi	00:10	01:07	00:57				
	III	Přichystání vozíku pro odklad zbytků směsi	00:10	00:40	00:30				
Interní	1	Vyjíždění extruderu	00:00	00:37	00:37				
	2	Odstraňování staré směsi z násypky	00:00	01:16	01:16				
	3	Otevírání hlavy	00:37	01:07	00:30				
	4	Vyšnekování	01:07	06:32	05:25				
	5	Odřez ploutve	01:07	01:39	00:32				
	6	Odložení ploutve	01:39	01:42	00:03				
	7	Odřez velkých zbytků směsi a postupný odklad na vozík	01:39	05:56	04:17				
	8	Najetí nové směsi na dopravník	05:56	06:56	01:00				
	9	Zavírání hlavy	06:32	07:24	00:52				
	10	Zajíždění extruderu	07:24	08:14	00:50				
	11	Čekání na docvaknutí zámků	07:24	08:03	00:39				
	12	Našnekování a navolení programu	08:14	13:08	04:54				
	13	Zavádění polotovaru a kontrola	13:08	22:13	09:05				
Externí	IV	Odjetí s vozíkem zpět na místo	22:13	22:43	00:30				

Přetypování celkem

22:13

V kombinaci s vážením směsi či dřívějším ukončení vyjždění směsi do extruderu, by se mohla doba vyšnekování snížit o další minuty. S touto variantou však kvůli nemožnosti přesného výpočtu časové úspory neuvažujeme.



Obrázek 29: Ganttův diagram pro návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi (vlastní zpracování)

Zobrazení časové posloupnosti v Ganttově diagramu znázorňuje nové délky veškerých aktivit probíhajících u výměny směsi a barevně odděluje externí a interní činnosti. I když zde poměr mezi externími a interními činnostmi není příliš veliký, optimalizací pracovního postupu jsme dosáhli zlepšení o více než 29 %.

Tabulka 17: Zlepšení u výměny směsi (vlastní zpracování)

	Původní čas	Nový čas	Úspora času	Zlepšení v procentech
Výměna směsi	31:29	22:13	09:16	29,43%

9.7.2 Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu vložek

Stejně jako v předchozím případě byly u návrhu nového jízdniho řádu pro výměnu vložek některé činnosti převedeny do externích a jiné eliminovány. Konkrétně se jedná o nasazení rukavic a přichystání vozíku s vložkami před započítáním výměny, což je činnost, která řeší veškerý transport vložek současně bez nutnosti nadbytečného pohybu. Tento vozík bude vždy před zahájením přetypování přichystán na dosah od extruderu. Po ukončení výměny je to poté odjetí s vozíkem zpět na místo a očištění vložek. Díky opasku na nářadí odpadá potřeba chůze pro nůž a rukavice. Klíč bude nahrazen aku utahovákem umístěným v bezprostřední blízkosti hlavy extruderu, čímž také odpadá nutnost zpětného odnášení nářadí. Základní nástroje jsou tedy noseny stále s sebou.

Aku utahovák se využije pro veškeré utahování a povolování vložek. Díky tomu se výměna značně urychlí. Vhodné umístění je po straně extruderu, kde by bylo také vhodné umístit občasné využívané nářadí jako je páčidlo či kladivo.

Všechny čtyři vložky se pomocí aku utahováku povolí, k jejich vyjmutí je však potřeba lehké fyzické síly, proto zůstanou stále umístěné. Na základě rychlosti otáček vrtačky a jednotlivých pohybů byl čas povolení všech vložek stanoven na 20 sekund. V praxi však tento čas díky tréninku bude možno dále regulovat.

Na rozdíl od původního stavu, nový jízdní řád počítá s větším zapojení jednoho z operátorů, který bude zásobovači asistovat u odkladu ploutve a vložek, jejich vyjmutí a montáží nových vložek. U dalších činností bylo na základě zkušebních přetypování ve dvou lidech zjištěno, že kvůli malým prostorům je efektivnější, když výměnu provede pouze zásobovač. Je tady kladen důraz na paralelně probíhající činnosti. Konkrétně se jedná například o činnost povolení všech vložek, za kterou s 5 sekundovým zpožděním způsobeným čekáním na povolení první vložky, následuje překrývající se činnost vyjmutí a odložení vložek prováděná druhým operátorem. Pracovník, který předtím vložky povoloval, poté začne čistit plochu hlavy extruderu, což je zase čas překrytý s vyjmutím všech vložek.

Nutné čištění plochy pro správné přilnutí vložek se bude provádět současně po celé ploše, díky čemuž dojde k menšímu zkrácení času a ušetření několika pohybů. Nový jízdní řád také počítá s odkladem na pojízdný vozík, čímž se eliminuje čas potřebný pro jejich odnos.

Tabulka 18: Návrh nového jízdního řádu pro výměnu vložek (vlastní zpracování)

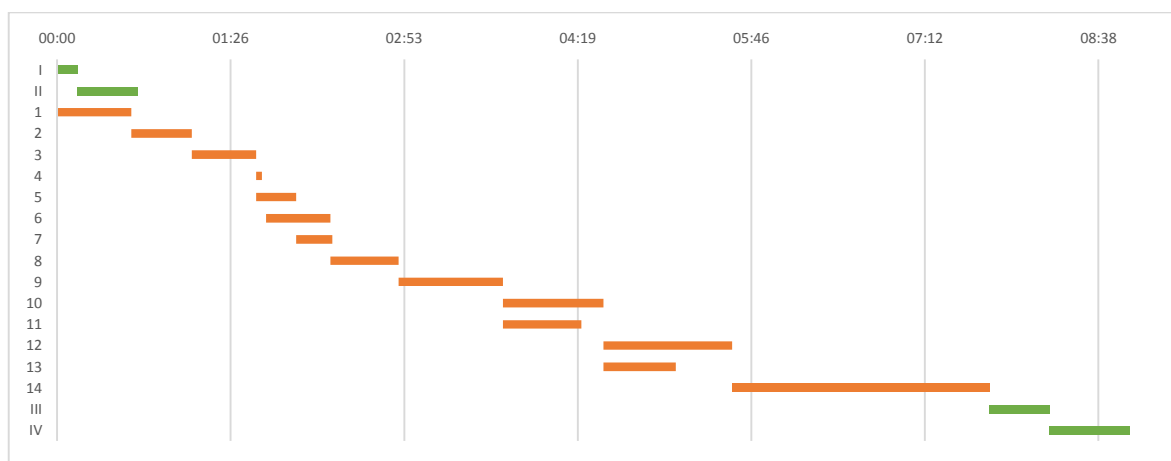
	ID	Činnost	Od	Do	Čas	Pracovníci			
						P	O	O	Z
Externí	I	Nasazení rukavic	00:00	00:10	00:10				
	II	Přichystání vozíku s vložkami	00:10	00:40	00:30				
Interní	1	Vyjíždění extruderu	00:00	00:37	00:37				
	2	Otevírání hlavy	00:37	01:07	00:30				
	3	Odřez ploutve	01:07	01:39	00:32				
	4	Odložení ploutve	01:39	01:42	00:03				
	5	Povolení všech vložek	01:39	01:59	00:20				
	6	Vyjmutí a odložení všech vložek	01:44	02:16	00:32				
	7	Očištění plochy pro montáž vložek	01:59	02:17	00:18				
	8	Odběr a montáž nových vložek	02:16	02:50	00:34				
	9	Zavírání hlavy	02:50	03:42	00:52				
	10	Zajíždění extruderu	03:42	04:32	00:50				

	11	Čekání na docvaknutí zámků	03:42	04:21	00:39				
	12	Navolení programu	04:32	05:36	01:04				
	13	Vhození spadlého materiálu do násypky	04:32	05:08	00:36				
	14	Napojování polotovaru a kontrola	05:36	07:44	02:08				
Externí	III	Odjetí s vozíkem zpět na místo	07:44	08:14	00:30				
	IV	Očištění vložek	08:14	08:54	00:40				

Přetypování celkem

07:44

Využití rychloupínacích systémů by sebou neslo vyšší investici a strojní zásah do výrobní linky. Firma o tomto systému v nejbližší době neuvažuje, a proto tahle možnost není zahrnuta v návrhu nového pracovního postupu. Je však jisté, že s jeho využitím by časová úspora ještě více narostla.



Obrázek 30: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu vložek (vlastní zpracování)

Ganttův diagram opět vizualizuje veškeré činnosti v závislosti na čase. Při porovnání s původním stavem lze konstatovat, že došlo ke sjednocení některých činností, což také umožnilo provádět některé aktivity v překrytých časech. Díky tomu se doba výměny vložek zrychlila o více než 40 %.

Tabulka 19: Zlepšení u výměny vložek (vlastní zpracování)

	Původní čas	Nový čas	Úspora času	Zlepšení v procentech
Výměna vložek	13:08	07:44	05:24	40,51%

9.7.3 Návrh nového jízdního řádu pro výměnu pouzdra

Pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu pouzdra bylo vyčleněno nejvíce externích činností ze všech druhů výměn, díky kterým se podařilo čas přetypování značně redukovat. Konkrétně se jedná o nasazení rukavic, přípravu prázdného vozíku před hlavní pec a přípravu druhého vozíku s novým pouzdrem, které bude umístěno hned za prázdný vozík pro co nejrychlejší výměnu pouzdra z hlavní pece. Nový jízdní řád tedy počítá s využitím 2 vozíků pro transport pouzdra.

Po odjištění pouzdra se pouzdro nasune na prázdný vozík a vyjme. Nebude se však zavážet až do přípravné pece, ale odjede se s ním pouze natolik, aby nepřekáželo v zasunutí pouzdra nového, které je již nachystáno před hlavní pecí. To se zasune, zajistí a spustí se opět výroba.

V produktivním čase opětovné výroby se poté původní pouzdro očistí, umístí do přípravné pece pro předehřátí a oba vozíky se zaparkují na místo, aby nepřekážely v běžném provozu.

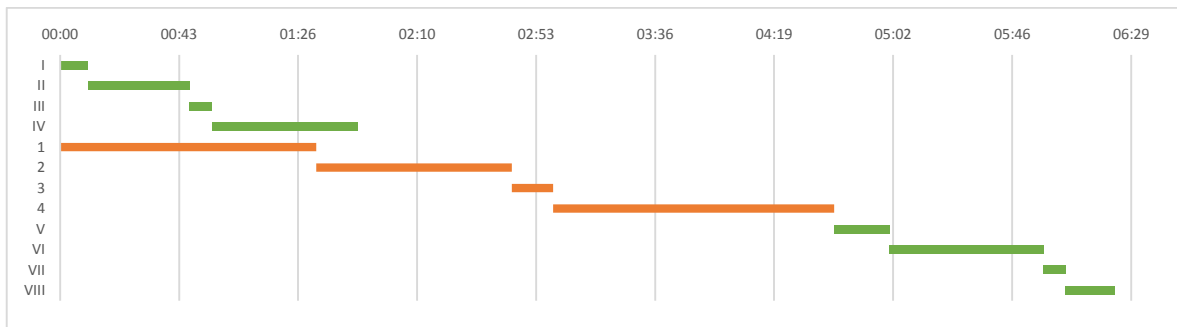
Tabulka 20: Návrh nového jízdního řádu pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování)

	ID	Činnost	Od	Do	Čas	Pracovníci			
						P	O	O	Z
Externí	I	Nasazení rukavic	00:00	00:10	00:10				
	II	Přichystání prázdného vozíku č. 1 před hlavní pec	00:10	00:47	00:37				
	III	Dojetí pro nové pouzdro s vozíkem č. 2	00:47	00:55	00:08				
	IV	Vyjímání nového pouzdra s vozíkem č. 2 z přípravné pece a jeho odvezení za vozík č. 1	00:55	01:48	00:53				
Interní	1	Odjišťování pouzdra	00:00	01:33	01:33				
	2	Vyjímání pouzdra z hlavní pece vozíkem č. 1	01:33	02:44	01:11				
	3	Odvoz pouzdra vozíkem č. 1 do ústraní	02:44	02:59	00:15				
	4	Zasunutí nového pouzdra do hlavní pece vozíkem č. 2, jeho zajištění a spuštění linky	02:59	04:41	01:42				
Externí	V	Očištění pouzdra na vozíku č. 1	04:41	05:01	00:20				
	VI	Odvoz pouzdra na vozíku č. 1 do přípravné pece	05:01	05:57	00:56				
	VII	Zaparkování vozíku č. 1	05:57	06:05	00:08				
	VIII	Zaparkování vozíku č. 2	06:05	06:23	00:18				

Přetypování celkem

04:41

V případě, že by se společnost rozhodla nahradit aktuální vozíky novými aku vozíky, které disponují vlastním pohonem, došlo by nejen k dalšímu zrychlení časů přetypování v závislosti na rychlejším transportu, ale také k menší fyzické zátěži pro pracovníky a transport pouzdra by mohl být tudíž prováděn i jedním operátorem. Současný návrh jízdního řádu s touto možností však nepočítá.



Obrázek 31: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování)

Ganttův diagram pro výměnu pouzdra dále prokazuje, že velká část aktivit byla převedena do externích činností. Díky tomu se podařilo dobu výměny pouzdra snížit o téměř 40 %.

Tabulka 21: Zlepšení u výměny pouzdra (vlastní zpracování)

	Původní čas	Nový čas	Úspora času	Zlepšení v procentech
Výměna pouzdra	07:48	04:41	03:07	39,96%

9.7.4 Návrh nového jízdního řádu pro výměnu směsi a vložek

Pro kombinační výměnu směsi a vložek platí stejné zásady jako pro jejich samostatné výměny. Jelikož se jednotlivé činnosti různě prolínají, nastávají změny zejména v ohledu na počet externích a interních činností. Povolení všech vložek pomocí aku utahováku je zde zahrnuto společně s odřezem velkých zbytků směsi a postupným odkladem na vozík. Vzhledem k tomu, že tahle činnost probíhá v závislosti na rychlosti vyšnekování poměrně dlouhou dobu, neměl by být problém v provedení obou aktivit. Zbytek aktivit probíhá stejně jako u samostatných výměn.

Jelikož se tady objevuje nutnost přichystání jak vozíku pro odklad zbytků směsi, tak i vozíku s vložkami, je vhodné umístit každý vozík z jiné strany extruderu tak, aby byly oba na dosah ruky. Za účelem ušetření času i v externích činnostech je u společné výměny směsi a vložek pro přípravu vozíků a jejich zaparkování využito dvou pracovníků, díky čemuž mohou činnosti probíhat současně.

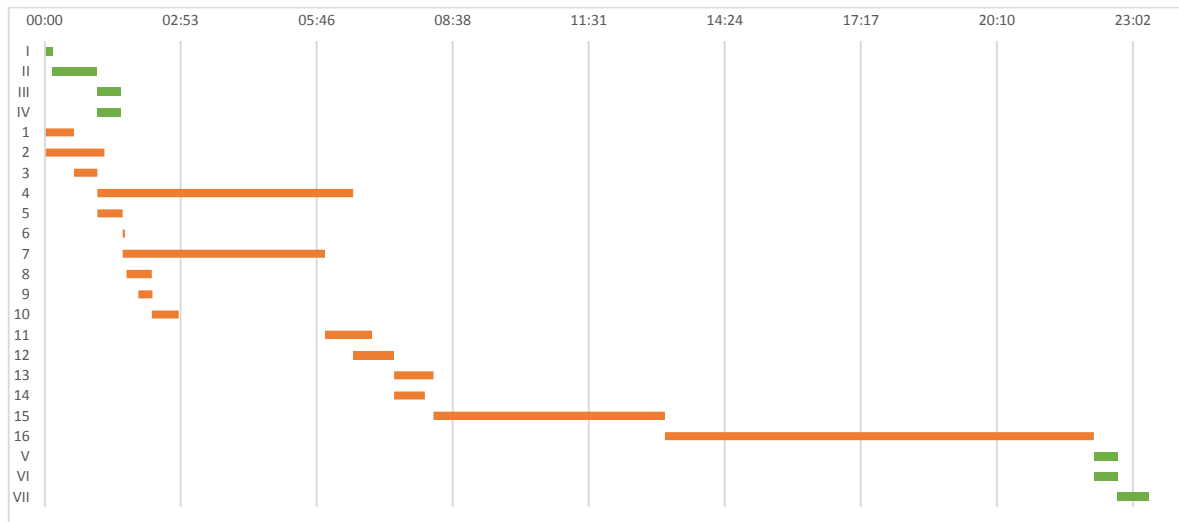
Tabulka 22: Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi a vložek (vlastní zpracování)

	ID	Činnost	Od	Do	Čas	Pracovníci			
						P	O	O	Z
Externí	I	Nasazení rukavic	00:00	00:10	00:10				
	II	Dovoz nové směsi	00:10	01:07	00:57				
	III	Přichystání vozíku pro odklad zbytků směsi	01:07	01:37	00:30				
	IV	Přichystání vozíku s vložkami	01:07	01:37	00:30				
Interní	1	Vyjíždění extruderu	00:00	00:37	00:37				
	2	Odstraňování staré směsi z násypky	00:00	01:16	01:16				
	3	Otevírání hlavy	00:37	01:07	00:30				
	4	Vyšnekování	01:07	06:32	05:25				
	5	Odřez ploutve	01:07	01:39	00:32				
	6	Odložení ploutve	01:39	01:42	00:03				
	7	Povolení všech vložek, odřez velkých zbytků směsi a postupný odklad na vozík	01:39	05:56	04:17				
	8	Vyjmutí a odložení všech vložek	01:44	02:16	00:32				
	9	Očištění plochy pro montáž vložek	01:59	02:17	00:18				
	10	Odběr a montáž nových vložek	02:16	02:49	00:34				
	11	Najetí nové směsi na dopravník	05:56	06:56	01:00				
	12	Zavírání hlavy	06:32	07:24	00:52				
	13	Zajíždění extruderu	07:24	08:14	00:50				
	14	Čekání na docvaknutí zámků	07:24	08:03	00:39				
	15	Našnekování a navolení programu	08:14	13:08	04:54				
	16	Zavádění polotovaru a kontrola	13:08	22:13	09:05				
Externí	V	Odjetí s vozíkem se směsí zpět na místo	22:13	22:43	00:30				
	VI	Odjetí s vozíkem s vložkami zpět na místo	22:13	22:43	00:30				
	VII	Očištění vložek	22:43	23:23	00:40				

Přetypování celkem

22:13

Stejně jako u samostatných výměn směsi a vložek by výměna šla dále urychlit využitím rychloupínacích systémů, vážením směsi nebo dřívějším ukončení vjíždění směsi do extruderu. Ani v tomhle případě však stávající návrh s těmito variantami neuvažuje.



Obrázek 32: Ganttův diagram pro návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi a vložek (vlastní zpracování)

Vyobrazení časových posloupností v Ganttově diagramu pro společnou výměnu směsi a vložek opět prokazuje sjednocení některých činností výměn a zjednodušení pracovního postupu, díky čemuž lze provádět více aktivit v překrytých časech. Celkové zlepšení se zde opět blíží 40 %.

Tabulka 23: Zlepšení u výměny směsi a vložek (vlastní zpracování)

	Původní čas	Nový čas	Úspora času	Zlepšení v procentech
Výměna směsi a vložek	36:46	22:13	14:33	39,57%

9.7.5 Návrh nového jízdniho řádu pro další kombinace

Stejně jako u původního stavu další kombinace můžou být prováděny nezávisle na sobě v paralelním čase. Jednotlivé úlohy pracovníků jsou určeny tak, aby se operátoři ani v kombinačních výměnách nijak neomezovali a mohli výměnu provést v nerychlejší možném čase. Opět zde tedy platí, že výsledným časem přetypování je čas déle trvající výměny. Jednotlivé časy kombinačních výměn znázorňuje následující tabulka. Díky aplikaci metody SMED je nyní možno provádět společnou výměnu směsi, vložek a pouzdra za stejný čas, jaký je potřeba k výměně směsi.

Tabulka 24: Zlepšení u kombinačních výměn (vlastní zpracování)

	Původní čas	Nový čas	Úspora času	Zlepšení v procentech
Výměna pouzdra a vložek	13:08	07:44	05:24	40,51%
Výměna pouzdra a směsi	31:29	22:13	09:16	29,43%
Výměna směsi, vložek a pouzdra	36:46	22:13	14:33	39,57%

9.8 Celkové úspory a zhodnocení projektu

V návrzích jízdních řádů je vyvíjena snaha o zachování nulových či minimálních nákladů. I když se v jednotlivých návrzích objevují položky, které s sebou nesou jistou vyšší investici, jakou je třeba výměna stávajících vozíků pro transport pouzdra za aku vozíky, či návrh kolejí, návrh jízdního řádu počítá pouze s nezbytně nutnými položkami, jejichž celková hodnota nepřesahuje 30 000 Kč. Těmi jsou hlavně opasky na náradí, aku utahováky, manuální vozíky pro převoz vložek a směsi, či prázdný manuální vozík na převoz pouzdra. V případě, že by však firma nad některou z větších investic do budoucna přemýšlela, čas potřebný pro přetypování by byl ještě nižší.

Směs typu F, která v průběhu zpracování polotovaru způsobovala problémy, se od března 2015 do firmy zcela přestane dovážet. Díky tomu se zamezí občasnému ucpávání násypky, což pro firmu znamenalo více než desetiminutové prostoje. Další změnou je nahrazení směsi typu E novou směsí typu G. Celkem tedy bude sortiment směsí snížen o jednu směs, což zajistí menší počet denních přetypování a tím pádem nižší ztráty ve výrobě. Nový stav je zachycen v následující tabulce.

Tabulka 25: Podíly nových druhů směsí na výrobě (vlastní zpracování)

Směs	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ G
Přibližný podíl na výrobě od března 2015	10%	3%	16%	71%	1%

Na základě návrhu kolejí k transportu pouzder se začalo více uvažovat o podobném využití pro výměnu navíjecích kazet. Ta by pomocí kolejí mohla v blízké budoucnosti probíhat automaticky. V současnosti je také pro každý typ kazety jako je MIAG, Buko nebo Semcon určena zvláštní navíjecí stanice, společně s investicí do automatické výměny kazet by se stanice unifikovaly pro všechny typy kazet.

Za předpokladu, že by průměrná doba chodu linky pro rok 2015 byla stejná, jako ukazují data za čtvrté čtvrtletí loňského roku, tedy 12 903 minut, může být zjištěno, zdali byl firemní cíl pro snížení doby přetypování u výrobní linky Rollerhead splněn. Tím bylo snížení času přetypování u výrobní linky ze současných 25 % z doby chodu stroje obsazeného osádkou na hodnotu 20 %. Jelikož se původní normy od skutečného stavu vzdalovaly, je původní stav včetně ztrát pro upřesnění přepočítán v tabulce níže.

Tabulka 26: Procentuální vyjádření ztrát u výrobní linky RH (vlastní zpracování)

	Měsíční průměrná četnost přetypování	Původní doba výměny	Nová doba výměny	Původní průměrná měsíční doba přetypování	Nová průměrná měsíční doba přetypování
Výměna pouzdra	5	07:48	04:41	39 min	23 min
Výměna vložek	39	13:08	07:44	512 min	301 min
Výměna směsi	49	31:29	22:13	1 542 min	1 088 min
Výměna pouzdra a vložek	21	13:08	07:44	275 min	162 min
Výměna pouzdra a směsi	6	31:29	22:13	188 min	133 min
Výměna vložky a směsi	16	36:46	22:13	588 min	355 min
Výměna směsi, vložek a pouzdra	7	36:46	22:13	257 min	155 min
Průměrná měsíční doba přetypování celkem				3 404 min	2 220 min
Poměr přetypování vzhledem k průměrné měsíční době chodu linky				26,38%	17,21%

Výsledky ukazují, že původní časy potřebné pro přetypování znamenaly 26,38 % všech ztrát vyskytujících se u linky Rollerhead. Aplikací metody SMED se tento ukazatel podařilo snížit na 17,21 %. Z toho vyplývá, že původní cíl snížení této doby byl splněn, a to téměř dvojnásobně. Celkový procentuální podíl byl snížen o 9,17 %. V závislosti na snížení sortimentu směsi o jeden kus se také dá počítat s nižší četností přetypování v průběhu měsíce. Z toho důvodu lze očekávat další pokles ztrát z důvodu přetypování.

9.8.1 Časové úspory

Zavedení metody SMED přineslo značných časových úspor, zvýšilo výrobní kapacitu linky RH a značně zefektivnilo přechod mezi výrobou odlišných polotovarů. Následující tabulka vyjadřuje časový rozdíl mezi původním a navrhovaným stavem v určitém časovém horizontu, který představuje výslednou časovou úsporu.

Tabulka 27: Odhad úspor v průběhu jednotlivých období (vlastní zpracování)

Ztráty u přetypování	Původní stav	Navrhovaný stav	Úspory (rozdíl)	Zlepšení
Za směnu	113 min	74 min	39 min	34,78%
Za měsíc	3 404 min	2 220 min	1 184 min	
Za rok	40 848 min	26 640 min	14 208 min	

Z následujících dat můžeme tedy konstatovat, že přibližné ztráty ve výrobě způsobené přetypováním linky RH po aplikaci metody SMED klesly zhruba o 35 %. Ročně se tak dá uspořít až 237 hodin, které lze využít pro další výrobu.

9.8.2 Ekonomické úspory

Na základě jednotlivých platových tarifů, které jsou určeny platovými stupni, je možno stanovit, kolik lze z ušetřeného času výměn uspořít na mzdách za předpokladu snížení pracovní doby jednotlivých zaměstnanců, kteří se primárně podílejí na chodu linky.

Tabulka 28: Mzdové úspory (vlastní zpracování)

Pracovník	Počet	Mzda včetně odvodů	Úspory za směnu	Úspory za měsíc	Úspory za rok
Předák	1	246 Kč/hod	160 Kč	4 854 Kč	58 253 Kč
Zásobovač	1	211 Kč/hod	137 Kč	4 164 Kč	49 965 Kč
Operátor	2	211 Kč/hod	274 Kč	8 328 Kč	99 930 Kč
Instruktor	1	246 Kč/hod	160 Kč	4 854 Kč	58 253 Kč
Celkem			731 Kč	22 201 Kč	266 400 Kč

Záměrem firmy však není snižovat stavy, ale zefektivňovat výrobu a zvyšovat produktivitu. Z toho důvodu je v ušetřeném časovém fondu, který by mohl nastat po dokončení naplánované denní výroby, v plánu využití pracovníků u jiných operací v rámci procesu přípravy polotovarů. Jednat by se mohlo například o práci u řezačky kordu či obsluhy gravitačního skladu. Z toho důvodu jako lepší ukazatel ekonomických úspor poslouží vyjádření z hlediska ušetřených provozních nákladů na výrobní linku RH. Do těchto provozních nákladů se počítá zejména energie, režijní materiál a ostatní mzdy, které zahrnují veškeré příplatky nebo odměny, jež se nezapočítávají do základní mzdy. Cena minuty provozu výrobní linky RH je stanovena na 7,29 Kč za minutu. Odhadované úspory pro jednotlivá časová období jsou zapísány v tabulce níže. (Mitas, a.s., 2014)

Tabulka 29: Úspory nákladů na provoz linky (vlastní zpracování)

Ztráty u přetypování	Časové úspory	Úspora z hlediska nákladů na provoz linky
Za směnu	39 min	284 Kč
Za měsíc	1 184 min	8 631 Kč
Za rok	14 208 min	103 576 Kč

V případě, že by se uspořený čas využil k výrobě více polotovaru a uvažovali bychom s průměrnou cenou polotovaru 43 Kč za kg, která je dána váženým průměrem cen vyráběných polotovarů a jejich podílu na výrobě, za průměrné rychlosti linky 14,3 metrů za minutu a průměrné váze 3,05 kg na metr polotovaru, mohli bychom v případě, že by nedošlo k dalším přetypováním, vyrobit následující množství produktu. Z důvodu, že se jedná o polotovar, který není určený k prodeji, je hodnota vyjádřená v nákupních cenách.

Tabulka 30: Množství dodatečné potenciální výroby (vlastní zpracování)

Úspory u přetypování	Časové úspory	Dodatečně vyrobený polotovar	Cenová hodnota
Za směnu	39 min	557,7 metrů	73 142 Kč
Za měsíc	1 184 min	16 931,2 metrů	2 220 527 Kč
Za rok	14 208 min	203 174,4 metrů	26 646 323 Kč

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala aplikací metody SMED u výrobní linky pro přípravu polotovárů ve společnosti Mitas, a.s. v Otrokovicích. Účelem bylo snížení času potřebného ke změnám a výměnám vyráběného sortimentu a s ním souvisejícího seřizování. Konkrétně se jednalo o výměnu směsi, vložek, pouzdra a jejich kombinací. Cílem projektu bylo zkrácení doby přetypování ze současných 25 % z doby obsluhy výrobní linky na hodnotu 20 %.

V úvodní části práce bylo na základě literárních podkladů popsáno několik témat, která sloužila jako teoretický podklad k analytické a projektové části. Jednalo se zejména o vymezení pojmů jako jsou průmyslové inženýrství, produktivita, základní metody průmyslového inženýrství, štíhlá výroba, plýtvání, teorie omezení, metoda rychlého přetypování SMED, týmový workshop a standardizace.

Po seznámení se společností Mitas, a.s. a výrobní linkou Rollerhead, která byla pro projekt aplikace metody SMED vybrána, zde byla provedena důkladná analýza současného stavu přetypování, která přinesla užitečné informace o aktuální době trvání jednotlivých výměn, přičemž byly také zjištěny nesrovnalosti mezi skutečností a stanovenými standardy.

Na základě analýzy jednotlivých videozáznamů byl zmapován současný stav přetypování výrobní linky, z čehož následně vycházely jednotlivé kroky určené k zavedení metody. Návrhy pro nový postup přetypování byly následně prezentovány v průběhu workshopu s pracovníky, z čehož vyšel návrh nového jízdního řádu přetypování. Projekt byl poté ekonomicky zhodnocen.

Aplikací metody SMED se podařilo odstranit plýtvání v průběhu přetypování, a tím dosáhnout výrazného snížení časů přetypování, a to v průměru o 37 %. Na základě těchto skutečností se celková průměrná doba přetypování snížila na hodnotu 17,21 %, z čehož vyplývá, že cíl projektu daný firmou Mitas, a.s. byl splněn. Tento fakt značně zvýšil míru vytížení strojních kapacit a pružnost výroby. Díky tomu se také podařilo zajistit větší produktivitu výroby, což také zvýšilo konkurenceschopnost firmy.

Výsledky projektu napomáhají společnosti ke zvýšení produktivity práce a umožňují firmě efektivně vyrábět velký sortiment výrobků v malých sériích, díky čemuž může flexibilněji reagovat na měnící se požadavky zákazníka. Pro další navázání na projekt bych doporučil provedení metody předem určených časů MOST, na základě které dojde k dalšímu upřesnění standardů pro přetypování a díky tomu i přesnější evidenci ztrát a dalšího monitoringu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- KORMANEC, Peter, Ľudovít BOLEDOVIČ, Ján BURIETA a Matúš VIŠŇANSKÝ, 2007. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- MAŠÍN, Ivan, Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-0-8.
- MAŠÍN, Ivan, Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- MAYNARD, Harold Bright a Kjell B ZANDIN, 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. ISBN 00-704-1102-6.
- MITAS, A.S., 2014. *Interní materiály firmy*.
- PASCAL, Dennis, 2002. *Lean Production Simplified*. New York: Productivity Press. ISBN 1-56327-262-8.
- SHINGO, Shigeo, 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press. ISBN 0915299038.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1479-0.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.
- VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-3-2.
- VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.
- Zlepšujete procesy? Vyberte správnou metodu!, 2014. *Úspěch*. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o., březen 2014, č. 1, s. 6. ISSN 1803-5183.

SEZNAM POUŽITÝCH ELEKTRONICKÝCH ZDROJŮ

- 5S, 2014. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68391.5s>
- Aku rázový utahovák MAKITA, 2014. *Ynaradi* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.ynaradi.cz/aku-razovy-utahovak-makita-6918fdwde/d-90276>
- Brands logo, 2008. *Česká gumárenská společnost, a.s.* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://cgs.cz/index.php?stranka=1&rid=118&tit=1&PHPSESSID=34a6147ada1c879da1585d56c22ca41d>
- ČGS HOLDING, 2014. *Výroční zpráva 2013* [online]. Praha [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.cgs.eu/underwood/files/CGS_VZ_2013_CJ_2.pdf
- DBR, 2014. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68343.dbr>
- Dílenský vozík na nářadí USAG CO HELP 200/S, 2015. *Technology - Garage* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.technology-garage.cz/montazni-voziky-usag/dilensky-vozik-na-naradi-usag-co-help-200s>
- Fakta o Mitasu, 2014. *Mitas* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.mitas-tyres.com/cz/o-nas/fakta-o-mitasu>
- Mitas History, 2012. *ČGS Holding* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.cgs.cz/index.php?stranka=2&rid=28&cid=215&article=mitas-history>
- Opasek na nářadí Stanley 1-96-178, 2014. *Kasa.cz* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.kasa.cz/opasek-na-naradi-stanley-1-96-178>
- Paletová váha na palety SOLID U-1500, 2014. *Levné Váhy CZ* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.levnevahy.cz/paletova-vaha-na-palety-solid-u-1500-sid-plv1010-detail>
- Plýtvání, 2014. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean>
- Rychlá změna, 2006. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/rychla-zmena-smed.html>
- Shadow Shapes™ Tool Shadow Label Booklet from Accuform Signs, 2013. *YouTube* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <https://youtu.be/qJb42xBc0OA>

- SMED - Single Minute Exchange of Dies, 2013. *Ikvalita.cz* [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=129>
- SMED, 2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- Společnost Mitas, 2014. *Mitas* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.mitas-tyres.com/cz/o-nas/spolecnost-mitas>
- Standardizace, 2006. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-prumysloveho-inzenyrstvi/standardizace.html>
- Strojní konstrukce, 2014. *KIP Brno* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.kipbrno.cz/reference/4>
- Štíhlá výroba, 2014. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba>
- Úzké hrdlo, 2013. *Management Mania* [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/uzke-hrdlo>
- Zavádění metody SMED ve firmě Connectronics s.r.o., 2012. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70733.zavadeni-metody-smed-ve-firme-connectronics-s-r-o>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- OEM Zkratka anglického „Original Equipment Manufacturer“. Jedná se o označení výrobce zařízení, jehož výrobek je prodáván a propagován jinou obchodní značkou.
- RH Zkratka názvu výrobní linky Rollerhead. Jedná se o výrobní linku určenou k přípravě polotovarů k výrobě pneumatiky.
- SMED Zkratka anglického „Single Minute Exchange of Dies“. Jedná se o metodu rychlého přetypování výrobního zařízení.
- TOC Zkratka anglického „Theory of Constraints“. Jedná se o teorii zabývající se maximalizací průtoku úzkým místem.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Faktory zpomalující růst produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 14)....	12
Obrázek 2: Schéma studia práce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90).....	14
Obrázek 3: Štíhlý podnik (Štíhlá výroba, 2014).....	18
Obrázek 4: Znázornění úzkého místa (vlastní zpracování)	21
Obrázek 5: Drum-Buffer-Rope (DBR, 2014).....	21
Obrázek 6: Schéma přetypování (SMED, 2012)	23
Obrázek 7: Kroky pro zavedení metody SMED (Zavádění metody SMED ve firmě Connectronics s.r.o., 2012).....	26
Obrázek 8: Kontrolní panely a speciální vozíky jsou vhodnými prostředky v úvodní fázi SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216).....	26
Obrázek 9: Další prostředky vhodné ke zrychlení doby přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217).....	27
Obrázek 10: Prostředky pro snižování času interních činností v závěrečném kroku SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 218).....	28
Obrázek 11: Postup realizace projektu SMED v praxi (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 27)	28
Obrázek 12: Mitas, a.s. logo (Brands logo, 2008).....	33
Obrázek 13: Výrobní linka RH a gravitační sklad (vlastní zpracování).....	35
Obrázek 14: Výrobní linka RH z profilu (Mitas, a.s., 2014).....	37
Obrázek 15: Layout výrobní linky RH (Mitas, a.s., 2014).....	38
Obrázek 16: Ganttův diagram pro výměnu směsi (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 17: Ganttův diagram pro výměnu vložek (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 18: Ganttův diagram pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 19: Ganttův diagram pro výměnu vložek a směsi (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 20: Organizace a uspořádání pracoviště (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 21: Paletová váha (Paletová váha na palety SOLID U-1500, 2014).....	62
Obrázek 22: Rychlupínací mechanismus (Kormanec, Boledovič, Burieta a Višňanský, 2007, s. 20).....	64
Obrázek 23: Vozík pro umístění vložek (Dílenský vozík na nářadí USAG CO HELP 200/S, 2015).....	65
Obrázek 24: Aku utahovák (Aku rázový utahovák MAKITA, 2014).....	65
Obrázek 25: Layout kolejového systému (vlastní zpracování).....	66

Obrázek 26: Koleje pro transport pouzdra (Strojní konstrukce, 2014).....	66
Obrázek 27: Umístění nářadí (Shadow Shapes™ Tool Shadow Label Booklet from Accuform Signs, 2013).....	67
Obrázek 28: Opasek na nářadí (Opasek na nářadí Stanley 1-96-178, 2014).....	68
Obrázek 29: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu směsi (vlastní zpracování)	73
Obrázek 30: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu vložek (vlastní zpracování)	75
Obrázek 31: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování)	77
Obrázek 32: Ganttův diagram pro návrh nového jízdního řádu pro výměnu směsi a vložek (vlastní zpracování)	79

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Pracovní role (Mitas, a.s., 2014).....	36
Tabulka 2: Typy polotovarů (Mitas, a.s., 2014)	39
Tabulka 3: Druhy směsí (vlastní zpracování)	39
Tabulka 4: Celkový stav ztrát za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování).....	40
Tabulka 5: Jednotlivé ztráty za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování)	40
Tabulka 6: Četnost přetypování za čtvrté čtvrtletí roku 2014 (vlastní zpracování)....	41
Tabulka 7: Rozbor činností u výměny směsi (vlastní zpracování).....	43
Tabulka 8: Rozbor činností u výměny vložek (vlastní zpracování)	45
Tabulka 9: Rozbor činností u výměny pouzdra (vlastní zpracování)	48
Tabulka 10: Rozbor činností u výměny vložek a směsi (vlastní zpracování)	50
Tabulka 11: Logický rámec (vlastní zpracování)	55
Tabulka 12: Časový harmonogram (vlastní zpracování)	56
Tabulka 13: Riziková analýza (vlastní zpracování).....	57
Tabulka 14: SWOT analýza (vlastní zpracování).....	58
Tabulka 15: Převedení interních činností na externí (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 16: Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi (vlastní zpracování)	72
Tabulka 17: Zlepšení u výměny směsi (vlastní zpracování).....	73
Tabulka 18: Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu vložek (vlastní zpracování) ..	74
Tabulka 19: Zlepšení u výměny vložek (vlastní zpracování)	75
Tabulka 20: Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu pouzdra (vlastní zpracování)	76
Tabulka 21: Zlepšení u výměny pouzdra (vlastní zpracování).....	77
Tabulka 22: Návrh nového jízdniho řádu pro výměnu směsi a vložek (vlastní zpracování)	78
Tabulka 23: Zlepšení u výměny směsi a vložek (vlastní zpracování)	79
Tabulka 24: Zlepšení u kombinačních výměn (vlastní zpracování)	80
Tabulka 25: Podíly nových druhů směsí na výrobě (vlastní zpracování).....	80
Tabulka 26: Procentuální vyjádření ztrát u výrobní linky RH (vlastní zpracování)...	81
Tabulka 27: Odhad úspor v průběhu jednotlivých období (vlastní zpracování).....	82
Tabulka 28: Mzdové úspory (vlastní zpracování)	82
Tabulka 29: Úspory nákladů na provoz linky (vlastní zpracování).....	83
Tabulka 30: Množství dodatečné potenciální výroby (vlastní zpracování)	83

SEZNAM PŘÍLOH

P I Fotodokumentace přetypování u výrobní linky Rollerhead (vlastní zpracování)

PŘÍLOHA P I: FOTODOKUMENTACE PŘETÝPOVÁNÍ U VÝROBNÍ LINKY ROLLERHEAD

