

Projekt zavedení metody SMED u konfekčního stroje RCM ve společnosti Mitas, a.s.

Bc. Pavel Šabacký

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav managementu výroby – průmyslového inženýrství
akademický rok: 2006/2007

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

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel ŠABACKÝ**

Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zavedení metody SMED u konfekčního stroje RCM ve společnosti Mitas, a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod – stanovení cíle

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zaměřenou na metody SMED a TOC a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

II. Analytická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobních procesů na vybraném pracovišti ve společnosti Mitas, a.s.
- Provedte analýzu současného stavu výměny forem u stroje RCM.
- Navrhněte východiska pro využití metody SMED pro zvýšení kapacity úzkého místa daného pracoviště.

III. Projektová část

- Aplikujte metodu SMED na vybraném stroji.
- Propracujte projektové řešení metody SMED.

Závěr – vyhodnocení

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

Seznam odborné literatury:

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Dynamické zlepšování procesů. Programy a metody pro eliminaci plýtvání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 1999. ISBN 80-902235-3-2
[2] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8
[3] TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. Zlín: UTB Zlín, FaME Zlín, 2006, 297 s. ISBN 80-7318-381-1
[4] BASL J., MAJER P., ŠMÍRA M. Teorie omezení v podnikové praxi. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X
[5] GOLDRAT, E. M., COX, J. Cíl: Proces trvalého zlepšování. 2. vyd. Praha: Interquality, 2001. 335 s. ISBN 80-902270-2-0

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Tuček, Ph.D.**
Ústav managementu výroby - průmyslového inženýrství
Datum zadání diplomové práce: **5. března 2007**
Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2007**

Ve Zlíně dne 1. března 2007

doc. PhDr. Václav Nováček, CSc.

děkan



doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Tato diplomová práce se zabývá možností aplikace vybrané metody průmyslového inženýrství (metody SMED) ve firmě Mitas a. s. Práce je rozdělena na tři samostatné části.

V teoretické části, která je podkladem pro vypracování dalších částí diplomové práce, jsem z vybraných literárních zdrojů zpracoval poznatky týkající se metody SMED a problematiky úzkého místa.

Analytická část je zaměřena na představení společnosti, výrobního procesu a zejména na současný postup výměny konfekčního bubnu u konfekčního stroje RCM. Ten je důkladně popsán pomocí tzv. jízdního řádu výměny a jeho jednotlivé etapy (činnosti) jsou detailně rozebrány.

V projektové části se zabývám návrhy opatření pro zrychlení výměny konfekčního bubnu a jejich následným zhodnocením. Na závěr je projekt podrobně rozpracován na jednotlivé časové úseky.

Klíčová slova:

SMED, interní činnost, externí činnost, plýtvání, konfekční stroj, konfekční buben, T-šroub, zavalovací zařízení, kulisa, jízdní řád výměny, zajišťovací čepy, aku šroubovák.

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

This master thesis is aimed at application of a chosen method of industrial engineering (SMED method) in Mitas a. s. company. This thesis is divided into three separate parts.

In theoretical part, based on working out other parts of thesis, I compiled some pieces of knowledge relevant to a SMED method and a narrow place dilemma (problem) from selected literary sources.

Analysis involves data about the firm such as exact company's description, about industrial process and particularly present process of exchanging the building drum on a building machine RCM. This is properly described with the so-called time-table of exchange and his individual stages (activities) are disassembled in detail.

The project part deals with propositions of disposals how to speed up the exchange of the building drum and their sequential evaluation. Lastly the project is detailing on individual time stages.

Keywords:

SMED, internal activity, external activity, wasting, building machine, building drum, T-screw, stitcher, device body, time table of exchange, safety pin, aku screwdriver.

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval panu Ing. Davidu Tučkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a náměty při vedení mé diplomové práce. Chtěl bych také poděkovat za zprostředkování spolupráce a odbornou pomoc vedoucí odboru průmyslového inženýrství Mitas a. s. paní Ing. Šárce Krejčové a pracovníkům tohoto odboru pánům Plišťákovi a Pagáčovi.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	11
2 RYCHLÁ ZMĚNA - SMED	13
2.1 TRADIČNÍ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM.....	13
2.2 PLYTVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH A SEŘIZOVÁNÍ.....	14
2.3 ZMĚNA PŘÍSTUPU – SYSTÉM SMED	16
2.3.1 Základní koncepce systému SMED	17
2.3.2 Krok č. 1 – oddělení interních a externích operací	18
2.3.3 Krok č. 2 – konverze interního seřizování na externí	19
2.3.4 Krok č. 3 – zlepšování činností externího a interního seřizování	20
2.4 KONCEPCE NULOVÝCH ZMĚN	23
2.5 CO PŘINESE METODA SMED DO BUDOUCNA?	23
3 TEORIE OMEZENÍ	25
3.1 PROČ TEORIE OMEZENÍ PŘINÁŠÍ VÝSLEDKY	25
3.2 METRIKY TOC	26
3.3 PĚT KROKŮ TEORIE OMEZENÍ.....	28
3.3.1 Doplnující kroky	28
3.3.2 IDENTIFIKACE omezení systému (podniku).....	29
3.3.3 Maximální VYUŽITÍ daného omezení.....	30
3.3.4 PODŘÍZENÍ všeho v podniku tomuto omezení	30
3.3.5 ODSTRANĚNÍ omezení.....	32
3.3.6 Po odstranění omezení NÁVRAT na bod první.	32
3.4 DRUM-BUFFER-ROPE	32
3.4.1 Drum	33
3.4.2 Buffer	34
3.4.3 Rope	34
3.4.4 Využití principu DBR	35
3.5 PŘÍNOSY TOC	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 ANALYTICKÁ ČÁST	37
4.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI MITAS, A. S.	37
4.2 DISLOKACE PRACOVÍŠŤ	39
4.3 TECHNOLOGIE VÝROBY PLÁŠTĚ.....	40
4.3.1 Hlavní části pláště	40
4.3.2 Výrobní postup.....	40
4.4 KONFEKCE V ODDĚLENÍ VÝROBY MOTOPLÁŠŤŮ	42
4.4.1 Konfekční stroj RCM.....	43

4.4.2	Konfekční buben	44
4.4.3	Zavalovací zařízení	44
4.4.4	Obsluha stroje.....	47
4.5	ÚZKÉ MÍSTO	47
4.6	VÝMĚNA KONFEKČNÍHO BUBNU	48
4.6.1	Organizace práce	48
4.6.2	Postup při výměně.....	48
4.7	ANALÝZA ZMĚNY ROZMĚRU.....	51
4.7.1	Jízdní řád výměny	51
4.7.2	Rozbor jízdního řádu.....	53
4.8	ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	54
5	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	55
5.1	SEPARACE INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	55
5.1.1	Interní činnosti	55
5.1.2	Externí činnosti	55
5.2	PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ.....	55
5.3	ZKRÁCENÍ ČASU INTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	58
5.3.1	Přestavení a upevnění zavalovací jednotky	58
5.3.2	Demontáž původního a montáž nového konfekčního bubnu	68
5.3.3	Výměna a seřízení unášečů lan	68
5.3.4	Seřízení dalšího příslušenství konfekčního bubnu.....	69
5.3.5	Souhrn navrhovaných zlepšení	70
5.4	FINÁLNÍ JÍZDNÍ ŘÁD.....	71
5.5	VYHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ZLEPŠENÍ.....	72
5.5.1	Náklady na zavedení zlepšení	72
5.5.2	Navýšení kapacity	73
5.6	PROJEKT	74
5.6.1	Etapy realizace	74
5.6.2	Projektový tým	75
5.6.3	Finanční rozpočet projektu.....	75
5.6.4	Rizika projektu	76
6	SPLNĚNÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉHO PROJEKTU.....	77
	ZÁVĚR.....	78
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM TABULEK.....	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

V současné době je na trhu obrovská konkurence a stagnující poptávka nutí společnosti čelit novým výzvám, jejichž důsledkem je zbavování se všech nadbytečných aktivit a maximální důraz na efektivitu perspektivních provozů.

Hlavním cílem téměř všech ekonomických subjektů je tvorba zisku. Snahy dostat cenu pro spotřebitele na atraktivní úroveň a zároveň vytvářet zisk jsou konfliktem, který se může řešit různým způsobem.

Jedním ze způsobů může být snižování nákladů. Konkurence tak působí blahodárně na hospodárnější využívání zdrojů. Podnikatelské jednotky analyzují jednotlivé operace a hodnotí, zda jim daná operace přispívá k tvorbě zisku či nikoliv. Vše co nepřispívá k tvorbě zisku nebo nepřibližuje produkt zákazníkovi je pouhým plýtváním. Pokud se plýtvání rozpozná a odstraní, společnost tím zvýší svou produktivitu a sníží náklady na produkci. Plýtvání se vyskytuje v různých oblastech, například ve využívání kapitálu, tedy i strojního zařízení.

Průmyslové inženýrství se mimo jiné zabývá odstraňováním plýtvání. Zavádění metod průmyslového inženýrství by mělo být trendem pro všechny průmyslové firmy, které se chtějí stát firmami světové úrovně. Metoda SMED je jednou z mnoha metod průmyslového inženýrství a jako taková napomáhá zvyšování konkurenceschopnosti. Společnost Mitas již léta patří k firmám světové třídy ve výrobě motoplášťů, metody průmyslového inženýrství jí mohou nabídnout potvrzení a upevnění těchto pozic.

Cílem mé diplomové práce je zhodnotit současný stav výměny konfekčního bubnu na konfekčním stroji RCM v podniku Mitas a. s. a navrhnout řešení pro zkrácení jeho výměny pomocí metody SMED. Konfekční stroj RCM je značně produktivní zařízení, v době výměny se však stává úzkým místem a využití metody SMED má napomoci k jeho rozšíření.

Práce je rozdělena do tří částí. Teoretická část je podkladem pro vypracování dalších částí diplomové práce, analytická část je zaměřena zejména na současný postup výměny konfekčního bubnu u stroje RCM a projektová část je určena pro návrhy opatření pro zrychlení výměny konfekčního bubnu a jejich následné zhodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Termín „průmyslové inženýrství“ je překladem anglického termínu „industrial engineering“. Ten se pro označení tohoto nejmladšího inženýrského oboru začal užívat v jeho kólebe – USA [6].

Průmyslové inženýrství (PI) je interdisciplinární vědní obor, zabývající se projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, materiálů, strojů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále užilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy [5].

Jinými slovy je to obor syntetizující poznatky matematické statistiky, technických oborů, ale i psychologie a sociologie, který hledá optimální způsob jak zabezpečit produkci statků a služeb vysoké jakosti s minimálními náklady a optimálním využitím všech faktorů vstupujících do výrobního procesu. Jeho smyslem je navrhovat, organizovat a koordinovat součinnost výrobních systémů lidí, materiálů, energií a informací s cílem maximalizovat produktivitu.

Kromě tohoto aspektu však moderní pojetí PI musí respektovat socioekonomický aspekt výrob, tzn. brát ohled na zapojení lidského faktoru do produkčního procesu a zpětné působení výroby na člověka i jeho negativní vlivy [8].

Dnešní prostředí se vyznačuje svojí turbulentností, dynamikou a globálností. Česká republika má oproti vyspělým zemím Evropy co dohánět co se týče pružnosti a produktivity, a právě obor průmyslové inženýrství by měl napomoci vyrovnat rozdíl ve výkonnosti českých podniků a usnadnit tak průlom na světové trhy. Aplikací metod průmyslového inženýrství se zvyšuje konkurenceschopnost podniku obecně, avšak v domácích poměrech to platí dvojnásob [4].

Průmyslové inženýrství se podle mnoha autorů rozděluje na klasické a moderní. Klasické vychází ze studia práce a operačního výzkumu.

V dnešní turbulentní době je však potenciálem pro růst produktivity moderní průmyslové inženýrství. To vychází z praxe světových firem a převážně z výrobního systému Toyoty, kde se tyto (ve své době průkopnické) metody začaly uplatňovat nejdříve. V podnicích světové třídy se můžeme setkat např. s následujícími programy PI:

- projektování a realizace výrobních buněk,
- simultánní inženýrství,
- Poka - Yoke – program nulových vad,
- TPM – program totálně produktivní údržby,
- Odměňování na základě výsledků,
- SMED – program rychlých změn,
- program dynamického zlepšování procesů,
- zavádění systémů měření produktivity
- simulace výrobních systémů aj. [8].

2 RYCHLÁ ZMĚNA - SMED

Každé ukončení dosavadní činnosti a zahájení činnosti nové (změna) vyžaduje, ať už v profesionálním či osobním životě, vynaložení zvýšeného úsilí. V průmyslové výrobě jsou tímto úsilím vynaložené náklady a spotřebované zdroje při prostoji strojů. Pokud chceme náklady a spotřebu zdrojů snižovat, máme v podstatě dvě možnosti:

- prodlužovat dobu beze změny
- zkrátit dobu změny

První možnost doporučil ve svém díle už Adam Smith, který konstatoval, že „zisk z úspory času, získaného při přechodu od jedné činnosti k druhé, je daleko větší, než si umíme napoprvé představit“. Doporučil tak amortizovat ztráty, vzniklé v důsledku výměn a seřizování, pomocí větších výrobních dávek. Pro naše účely si tento přístup ke změnám označme jako tradiční [6].

2.1 Tradiční přístup ke změnám

Tradiční přístup ke změnám a seřizování je postaven na těchto předpokladech:

- seřizování je nutným zlem
- na výměny a seřizování se nekoncentruje taková pozornost jako na hlavní operace
- neexistuje firemní program zaměřený na změny a seřizování (např. cíle, trénink...)
- doba změn a seřizování se důsledně neměří a nevyhodnocuje
- seřizovat může jen „veterán“ s dostatečně dlouhou praxí a kvalifikací
- během seřizování jsou operátoři zaměstnání „náhradní“ prací

Seřizování strojů a nástrojů včetně jejich výměny obvykle záleží na typu operace a typu zařízení, které je využíváno. Obecně však je možno říci, že se skládá z následujících kroků:

- příprava a kontrola materiálu i nástrojů (30% času)
- montáž a výměna nástrojů (5% času)
- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15% času)
- odzkoušení a následné úpravy (50% času)

V podmínkách mnoha podniků znamená realizace tohoto procesu v tradičním pojetí zastavení chodu stroje v průběhu všech čtyř kroků a následné zvýšení výrobních nákladů. S rostoucími potřebami obstát v konkurenčním prostředí je toto tradiční pojetí procesů seřizování a výměny nástrojů podrobováno kritickým pohledům, které ukazují, že je nelze provozovat dle stávajících zvyklostí [6].

2.2 Plýtvání při změnách a seřizování

Možnost zrychlení výměn vychází z toho, že často už první hrubá analýza pomocí technik průmyslového inženýrství odhalí, jak mnoho se při změnách a seřizování plýtvá. Jedná se zejména o plýtvání s časem, o nějž je potom prostoj stroje či zařízení delší. Jako příklady bychom mohli uvést:

- transport nástrojů po zastavení stroje
- hledání dílů a náradí v brašnách a kufřících
- drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny
- zbytečná chůze pro „něco“
- dlouhé čekání u seřízeného stroje na „uvolnění do výroby“
- pozorování práce druhého pracovníka (druhá profese)
- příprava prostoru po zastavení stroje
- čas na cigaretu při výměně atd.

Vedle tohoto zjevného plýtvání časem však při změnách a seřizování existuje i mnoho plýtvání skrytého (např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek apod.)

Pokud plýtvání časem při změnách seřizování třídíme, využíváme k tomu často následující čtyři hlavní skupiny (obr. 1.) zachycující všechny významné druhy zjevného nebo skrytého plýtvání:

- plýtvání při přípravě na výměnu
- plýtvání při montáži a demontáži
- plýtvání při seřizování a doseřizování
- plýtvání při rozběhu seřízeného stroje

V prvním případě se jedná např. o hledání a nalézání vlastních nástrojů a pomůcek, hledání kontrolních přípravků apod.

Při vlastní montáži a demontáži se plýtvání projevuje povolováním a utahováním šroubů s mnoha závity, odstraňováním a vkládáním podložek, demontáží a montáží skluzů a dopravníků apod.

Obr. 1. Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřizování

- 1. Plýtvání při přípravě na změnu**
- 2. Plýtvání při montáži a demontáži**
- 3. Plýtvání při doseřizování a zkouškách**
- 4. Plýtvání při čekání na zahájení výroby**

Zdroj: [5]

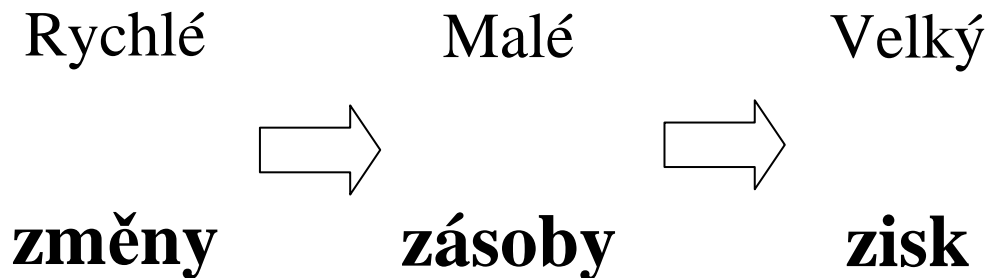
Ve třetím případě je nutno konstatovat, že plýtváním jsou všechny pohyby (často opakované), které jsou potřebné k doseřizení pracovních výšek, doumístění nástrojů, doseřizení manipulátorů apod. Tento druh plýtvání je často doprovázen i nadměrným plýtváním materiálem pro zkušební pokusy.

Čtvrtou skupinou plýtvání, tzn. čekání seřízeného stroje na možnost vyrábět, nezdůrazňuje žádný z autorů problematikou změn se zabývajících. Praxe však ukazuje, že doba čekání na „toho pravého“, který může rozhodnout o tom, zda je možné vyrábět, trvá v našich podmínkách i několiknásobek doby vlastní změny, přičemž není výjimkou čekání „až do rána“.

Výčet a rozdělení jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že neexistuje žádná potřeba akceptovat dlouhou dobu výměn nástrojů a seřizování jako „nutné zlo“, ale naopak tuto dobu

zkracovat. Přínos tohoto zkracování pro ekonomiku podniku ilustruje obr. 2., jenž je také odpovědí na otázku „Proč rychleji vyměňovat a seřizovat?“, kterou často slyšíme.

Obr. 2. Důvody pro rychlé změny



Zdroj: [5]

2.3 Změna přístupu – systém SMED

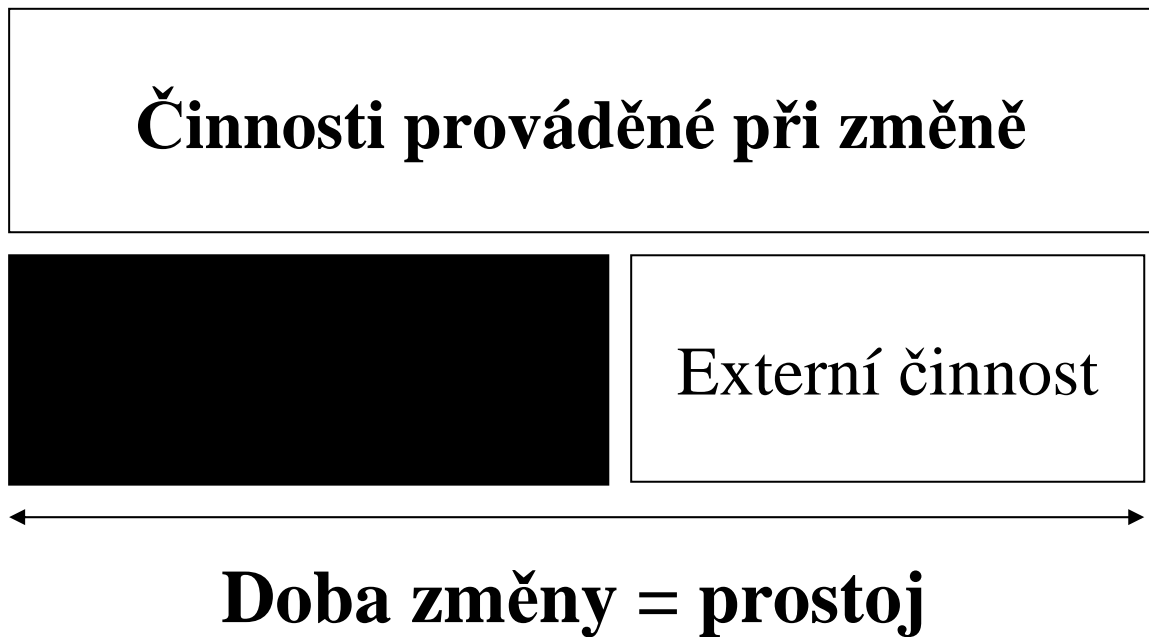
Pomocí systému SMED (Single Minute Exchange Die – výměna nástrojů v čase 1 až 9 minut) přistoupil geniálně k otázce zkracování času pro seřizování a změny významný průmyslový inženýr a jeden z otců proslulého výrobního systému Toyota Shigeo Shingo.

Na základě svých praktických zkušeností konstatuje, že metodika tohoto systému umožňuje pomocí organizačních a technických opatření realizovat v praxi snížení času v průměru na 1/50 původní doby. Jestliže tedy například původní prostoje 4 hodiny redukuje na 4,8 minuty, potom i bez růstu velikosti dávky je poměr doby seřizování k celkovému času extrémně malý.

Zkušenost s výměnou nástroje ve firmě Mazda, kde Shingo řešil problematiku odstranění úzkého místa, jej vedla k formulaci základní myšlenky pozdějšího systému SMED - operace je nutné rozdělovat do dvou základních kategorií (obr. 3.):

- interní operace (např. vlastní seřizování nástroje, matrice, zápustky apod.), které mohou být prováděny pouze v případě zastavení stroje
- externí operace (např. doprava do skladu, příprava nástroje u stroje, přesun do „přípravné“ pozice apod.), které mohou být provedeny i při chodu stroje [6].

Obr. 3. Interní a externí seřizování



Zdroj: [4]

2.3.1 Základní koncepce systému SMED

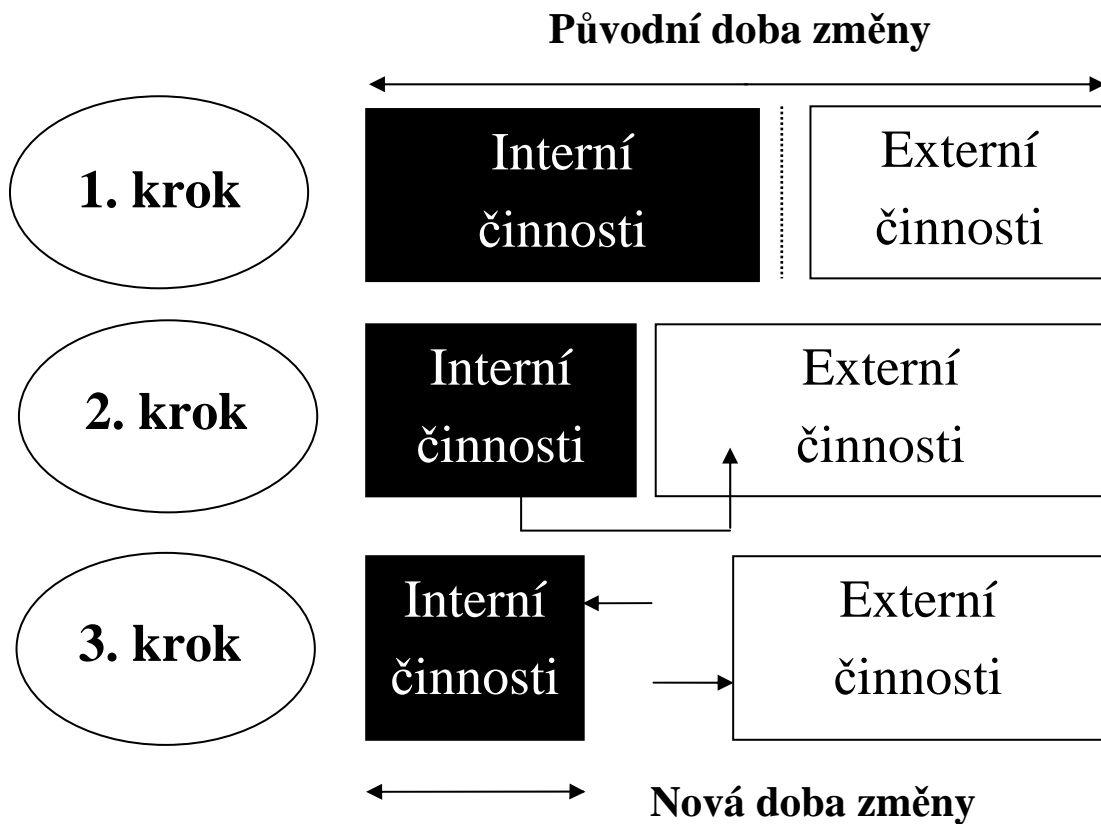
Vývoj systému SMED trval přes 19 let a představoval hloubkovou analýzu praktických i teoretických aspektů zlepšování procesu výměny nástrojů a využití mnoha praktických zkušeností. Výsledkem všech aktivit však bylo např. v těch nejvýraznějších případech zkrácení výměny lisovacího nástroje na lisu ze dvou hodin na sedm minut nebo zkrácení doby výměny plastikářské formy z téměř sedmi hodin na osm minut.

Základní koncepce systému SMED je vyjádřena následujícími kroky:

1. oddělení operací externího a interního seřizování
2. konverze interního seřizování na externí
3. zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování

(viz obr. 4)

Obr. 4. Tři kroky SMED



Zdroj: [4]

V přípravné fázi, kdy plánujeme, jak uplatnit systém SMED, musíme podrobně studovat a analyzovat skutečné provozní podmínky, v kterých jsou interní i externí operace směřovány. Co může být prováděno jako externí seřizování, je prováděno jako interní a narůstají prostoje strojů. Pro tuto analýzu je výhodné použít jak klasické přístupy průmyslového inženýrství (např. studium metod a měření práce), tak i strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Nejlepší metodou je natočení videozáznamu celého postupu seřizování stroje. Je velmi vhodné ukázat jej zainteresovaným pracovníkům poté, co byl proces výměny a seřizování nástrojů dokončen. Poskytnutí možnosti pracovníkům provozu vyjádřit se k dané problematice je vždy velmi významným zdrojem námětů pro zlepšování celého procesu.

2.3.2 Krok č. 1 – oddělení interních a externích operací

V prvním kroku, při aplikaci systému SMED nejdůležitějším, je nutné rozlišit a separovat operace externího a interního seřizování. Každý provozní pracovník bude souhlasit, že přípravu nástrojů a jejich údržbu je možné provádět i při chodu stroje. Nicméně je velmi

zajímavé, jak často se děje pravý opak. Tři praktické techniky nám pomohou oddělit interní a externí činnosti, jsou to:

- *použití checklistů* – obsahují všechny požadované informace potřebné k přípravě a uskutečnění další operace
- *vykonávání funkce kontroly* – zda jsou všechny části v perfektním provozuschopném stavu
- *zlepšení transportu forem a ostatních částí* – ke zkrácení času, kdy je stroj mimo provoz, by měl být transport nástrojů realizován během externích činností

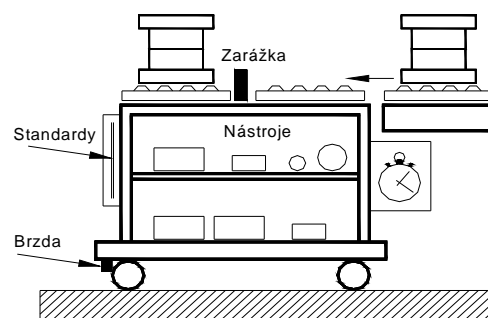
Zvládnutí druhé fáze a schopnost separovat externí a interní seřizování je jakousi vstupenkou pro využití možností systému SMED. Prostředky pro naplnění prvního kroku jsou uvedeny na obr. 5. a 6.

Obr. 5. Kontrolní panely



Zdroj: [6]

Obr. 6. Speciální vozíky



Zdroj: [6]

2.3.3 Krok č. 2 – konverze interního seřizování na externí

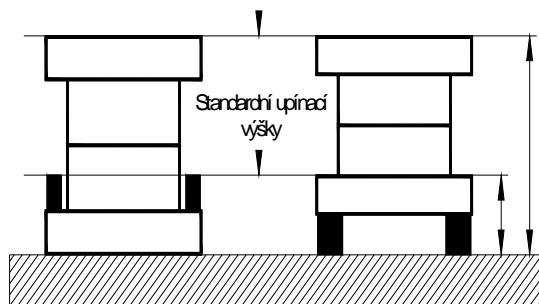
Vzhledem k tomu, že i přes často významné zkrácení doby seřizování při prvním kroku nejsou většinou splněny „japonské“ nároky, pokračuje systém SMED v druhém kroku dalším zvyšováním produktivity při seřizování. Prostředkem pro další redukci spotřeby času je konverze interních operací na externí. Při hledání cest, jak tuto konverzi provést, analyzujeme možnosti uplatnění procedur, které jsou jinak prováděny po zastavení chodu stroje (např. externí přehřev matric, kontinuální doplňování materiálu atd.). Operace prováděné jako interní mohou být rovněž často konvertovány na externí pomocí prověrky jejich

skutečné funkce. V této fázi je extrémně významné přijmout nové postupy, jež nejsou svázány stávajícími zvyklostmi provozu (příklady viz obr. 7 a 8).

Tři praktické techniky napomáhající přesunu interních činností do externích:

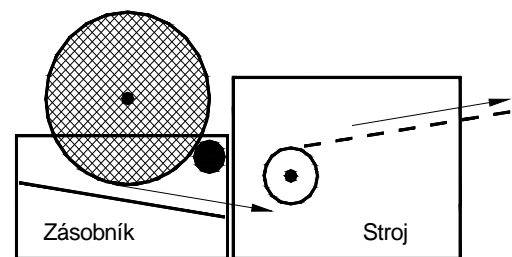
- *příprava pracovních podmínek v předstihu* – zajištění potřebných dílů, nástrojů a technologických podmínek ještě před začátkem interního přehození
- *standardizace základních činností* – dodržení stejných postupů během výroby každé jednotky:
 - a) standardizace upínání částí (obr. 7)
 - b) používání šablon k upínání
 - c) použití systému kazet (oddělení mechanické a tvarovací funkce)
- *používání šablon (vodící prvky)* – prvky mohou mít podobu desek či rámců standardizovaných rozměrů, které mohou být vyjmuty ze stroje. Když je dávka na prvních formách ukončena, je druhá deska s již připojenými a vycentrovanými formami namontována do stroje.

Obr. 7. Tvarová a funkční standardizace



Zdroj: [6]

Obr. 8. Kontinuální doplňování materiálu

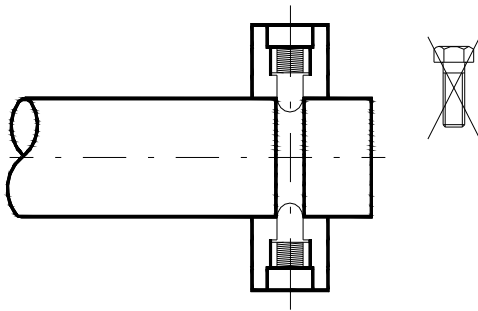


Zdroj: [6]

2.3.4 Krok č. 3 – zlepšování činností externího a interního seřizování

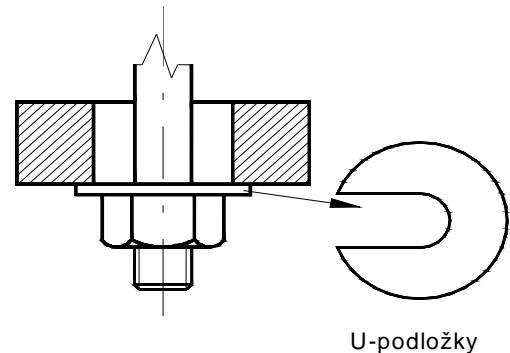
I když je možné se realizací předchozích kroků dostat na úroveň „minutových výměn nástrojů“, ve většině případů je nutné provést ještě krok třetí, spočívající v silné koncentraci na jednotlivé operace a jejich detailní analýzu i následné zlepšování. V případě externích operací se zaměřujeme např. na procesy přípravy a transportu nástrojů, v případě interních operací na rychlejší způsoby upevňování nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů i eliminaci činností (obr. 9. a 10.)

Obr. 9. Metoda jednoho pohybu



Zdroj: [6]

Obr. 10. Upnutí jednou otáčkou



Zdroj: [6]

Redukování externích činností: musíme si klást otázky typu:

- jaký je nejlepší způsob uspořádání těchto položek (drobné nářadí, formy, pomocné desky, měřidla atd.)?
- jak můžeme udržovat tyto položky v bezvadném stavu a připravené pro další operace?
- kolik těchto položek je zapotřebí mít na skladu [14]?

Redukování interních činností: úplné zlepšení interních činností je následující:

- implementace paralelních operací – velké stroje často požadují činnosti jak v přední tak i v zadní části stroje. Přehoz o jedné osobě často znamená ztrátu času. Paralelní operace dělí činnosti mezi dva operátory, každý pracuje na jedné straně stroje. Ve dvou (či více) lidech lze provést přehoz za 4 minuty namísto původních 12 díky eliminaci času potřebného na přesuny operátora z jedné strany stroje na druhou.
- používání rychlých upínadel – u SMED systému jsou šrouby považovány za „nepřítele“, jelikož značně zpomalují interní činnosti. Jejich funkci nahrazují:
 - a) upnutí jednou otáčkou (využití profilu hrušky, zářezu profilu „U“, spon, podložek „C“ profilu, podélných rýh závitů),
 - b) metoda jednoho pohybu (vačky a svorky, doraz pružiny, klíny a kuželové závlačky, magnetická či vakuová adheze),
 - c) zámkové metody

- eliminace seřizování – eliminace zkušebního provozu a seřizování je důsledkem správného nastavení před začátkem každé nové operace stroje. K eliminaci seřizování je třeba zdokonalit a standardizovat metody, jimiž byly vykonány předchozí úkoly.

Tři praktické techniky pro eliminaci seřizování jsou:

- a) používání vestavěných číslicových měř a tvorba standardního nastavení,
 - b) využívání středových rysek,
 - c) používání systému nejmenšího společného násobku.
- mechanizace – měla by být považována za správnou až po všech pokusech provést reorganizaci přehozu pomocí výše uvedených technik. Je to tím, že mechanizace zkrátí čas pouze o pár minut. Nejefektivnější je tedy zavést mechanizaci až poté, co už bylo provedeno vše ostatní v organizaci přehozu, jak bylo jen možné.

Stručně představený systém byl aplikován samotným tvůrcem i jeho následovníky v celé řadě průmyslových podniků. Sám Shingo udává, že průměrná doba seřizování po aplikaci zdokonaleného systému v 90. letech trvá v průměru 2,5% času potřebného před aplikací systému SMED. Další výhody plynoucí z takového radikální zvýšení produktivity a snížení nákladů jsou potom jednoznačné:

- zvýšení míry vytížení strojů
- snížení průběžné doby výroby
- snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti
- zvýšení bezpečnosti práce
- snížení zásob náhradních dílů a příslušenství
- možnost zapojení obsluhy strojů do seřizování apod. [6].

Tab. 1. Zvýšení produktivity pomocí metody SMED (údaje z roku 1975)

Firma - obor	Před zlepšením	Po zlepšení	1/n
K – automobilový průmysl	1 hod 30 min	4 min 51 s	1/19
A – výroba karoserie	1 hod 40 min	7 min 46 s	1/13
T – strojírenství	4 hod	4 min 18 s	1/56
M – elektro	40 min	1 min 30 s	1/27
M – hutnictví	50 min	3 min 16 s	1/15
N – gumárenství	2 hod 30 min	6 min 28 s	1/23

Zdroj: [5]

2.4 Koncepce nulových změn

V polovině 90. let se objevuje ještě daleko agresivnější cíl. Tzv. koncepce „nulových změn“ (zero changeover). Tato koncepce hovoří o tom, že firma, která chce být konkurenceschopná, musí umět provádět výměnu a seřizování v časech pod 3 minuty!

Pravidla pro dosažení tohoto cíle mohou znít následovně:

- hledej cesty jak provést výměnu bez zastavení stroje
- polož si otázku, jestli může být výměna úplně eliminována

Význam nulových změn si uvědomilo již mnoho výrobců strojů a zařízení. Jejich snahy se projeví rozšířením koncepcí známých již dříve např. z oblasti obráběcích strojů. Nová konstrukční řešení potom umožňují výrazné snížení času potřebného pro výměnu nástrojů či změnu materiálu [4].

2.5 Co přinese metoda SMED do budoucna?

Komplexní aplikace systému SMED i dalších principů „rychlých změn“ dává našim podnikům možnost zvýšit produktivitu i v těch případech, kdy provozní pracovníci dospěli k názoru, že bylo dosaženo stropu.

Vše je založeno na skutečnosti, že změny jako takové nepřidávají výrobku žádnou hodnotu a musí být proto chápány jako plýtvání. Protože plýtvání je něco, co se snažíme eliminovat, musí být i v rámci programu nalezeny cesty jak dobu změn zkracovat. Pro odstranění plýtvání využíváme následující „desatero IPI“ pro rychlé změny:

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

Pokud se rozhodneme k programu rychlých změn přistoupit, musíme si uvědomit, že nefyzické investice – tedy možnosti realizovatelné ihned s minimálními nároky na čas a peníze mají přednost před dlouhodobými a finančně náročnými možnostmi.

Nefyzické investice jsou jednak levnější a jednak je jejich zavedení ihned viditelné a měřitelné, a tím pádem se dají ihned zhodnotit a případně upravit.

Průkopníky jednoduchých a levných řešení jsou Japonci. Tento trend je patrný zejména v řídicí technice. Příkladem mohou být kanban karty, signalizační světla atd.

Jakékoliv zlepšení je nutno okamžitě standardizovat a tento nový standard důsledně dodržovat a kontrolovat. To se týká i zlepšení při rychlých změnách. Je vhodné definovat standardní postup změny sortimentu, použité nástroje, díly a nářadí a délku jeho trvání.

Nejlepší situace je, když standardy vytváří a zlepšují právě ti, jichž se standardy týkají – tedy sami pracovníci. Uplatňují při tom svoji kreativitu, myšlenky, názory a to v nich vyvolává dobrý pocit. Využití standardizace je základem pro neustále zlepšování, inovace a růst kvality zaměstnanců.

3 TEORIE OMEZENÍ

Na úvod několik informací o tom, co to vlastně teorie omezení je. Teorie omezení (Theory of Constraints - TOC) je ucelená manažerská filozofie nabízející nový přístup k řízení a trvalému zlepšování činnosti organizací. Tato filozofie, jejíž základní myšlenky rozvinul dr. Eliyahu M. Goldratt, pokrývá všechny základní funkční oblasti podniku [2].

Každý systém má alespoň jedno omezení, jež mu zabraňuje dosáhnout vyššího stupně výkonnosti. Podobně i podnik má omezení, která mu zabraňují vydělávat více peněz. Omezení můžeme v podniku hledat na různých místech:

- výrobní zdroje – chybějící kapacity strojů, lidí, chybějící finance apod.
- marketing – nedostatek objednávek způsobující nevyužití kapacity
- řízení, směrnice – pravidla bránící tomu, aby lidé dělali věci lépe
- čas – čas dodávky anebo přípravy výroby je příliš dlouhý a zákazníci odcházejí
- postoje lidí – neochota, napětí, slabá konkurence a kooperace [3].

Metoda TOC se snaží o maximalizaci průtoku úzkým místem. Optimalizaci průtoku nekritickými místy není věnována taková pozornost stejně jako problematice vyvažování kapacit. Zásady TOC resp. postup jak pracovat s omezením je možno definovat v pěti bodech, jak uvádí např. dr. Goldratt: Najděte omezení (úzké místo), rozhodněte jak omezení maximálně využít, vše ostatní podřídte předešlému rozhodnutí, rozšiřte omezení a poslední bod znamená návrat na začátek [8].

3.1 Proč teorie omezení přináší výsledky

- Její řešení jsou konstruována na základě jediného nezpochybnitelného cíle určeného typem organizace. U komerčních organizací je jím vydělávat co nejvíce peněz dnes i v budoucnosti.
- Její klíčovou myšlenkou je tvrzení, že každý systém v sobě skrývá minimálně jedno úzké místo – omezení. Kdyby tomu tak nebylo, pak by systém (podnik) dosahoval svého cíle v neomezené míře.
- Poskytuje metodiku, jak omezení nalézt a účinně je využívat. Zaměřením úsilí na nejslabší článek je dosaženo rychlých a reálných přínosů [2].

3.2 Metriky TOC

Na podnikové úrovni sledujeme v TOC tři základní ekonomické ukazatele:

- čistý zisk (NP)
- návratnost investic (ROI)
- cash flow (CF)

Jen ty podnikové aktivity, které současně zlepšují uvedené finanční ukazatele, zajišťují podniku směřování k primárnímu cíli, vydělávání peněz nyní i v budoucnosti.

V souladu s finančními ukazateli musí být dosaženo i provozních ukazatelů. A právě na tyto ukazatele by se měla soustředit hlavní pozornost při zlepšování procesů (obr. 11 a 12).

Průtok (T) – množství peněz, které vyprodukuje výrobní systém (nebo celý podnik) za jednotku času. Je to rychlost s jakou podnik (výrobní systém) dokáže produkovat peníze. Průtok se vypočítá jako hodnota prodeje za určité období minus hodnota nákupu pro vyrobené položky za toto období. Jinými slovy je to tedy přidaná hodnota v procesech za jednotku času (týden, měsíc atd.).

Zásoby (I) – množství peněz ukrytých ve výrobním systému, aby mohl produkovat. Kromě zásob materiálu a rozpracované výroby se do této položky započítávají i hodnoty výrobních a pomocných prostředků ve výrobě.

Provozní náklady (OE) – Množství peněz, které je potřeba pravidelně vkládat do výrobního systému, aby mohl pracovat, tj. měnit zásoby na průtok (mzdy, náklady na plochy atd.) [3].

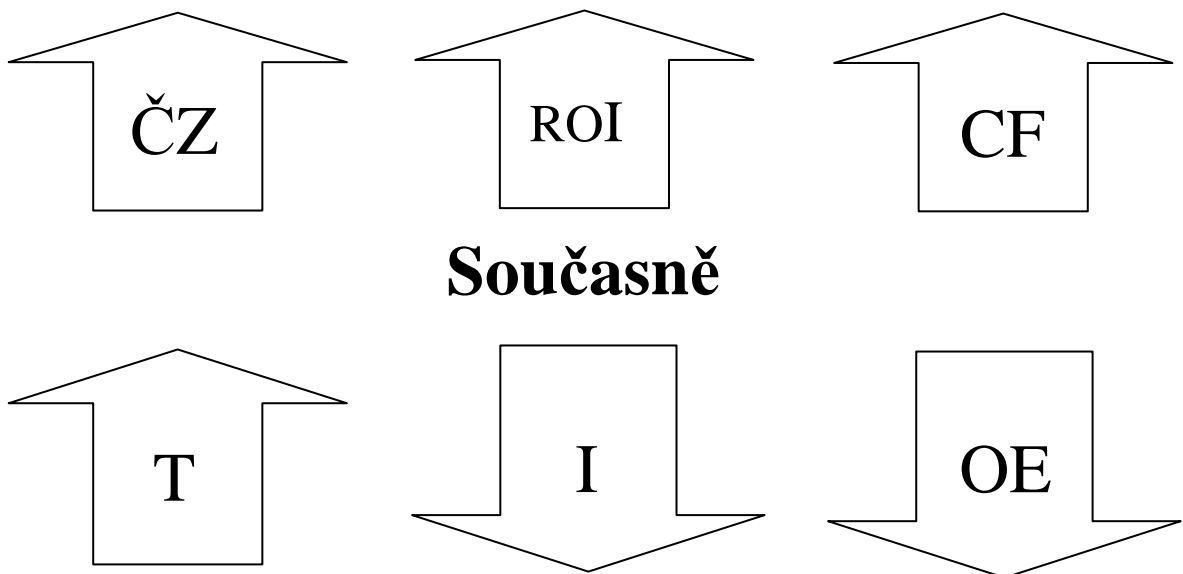
Obr. 11. Základní paradigmatu podniku



Zdroj: [8]

Obecně platí, že pokud současně roste čistý zisk, rentabilita i hotovost podniku, znamená to, že podnik směřuje k hlavnímu cíli. Pokud se byť jedna z nich nemění naznačeným směrem je třeba provést další analýzy ke zjištění, zda podnik ještě vydělává, nebo naopak.

Obr. 12. Vztahy mezi metrikami finančními a TOC



Zdroj: [8]

V případě metrik TOC je analýza snadnější a je možno konstatovat, že pokud se alespoň jedna z metrik pohybuje naznačeným směrem, a ostatní se nemění, podnik stále vydělává.

Jiné pojetí členění metrik. Můžeme je dělit na tvrdé a měkké:

- a) tvrdé metriky: jsou to objektivně měřitelné ukazatele, které sledují vývoj podnikových cílů, podnikových aktivit nebo jsou přímo zaměřeny na zákazníka. Měly by se dít snadno převést na finanční vyjádření. Tvrdé metriky jsou:
- výsledkové – zaměřené na metriky dosažení cílů
 - výkonnostní – zaměřené na měření výkonnosti a podporu
- b) měkké metriky: slouží k měření a hodnocení úrovně inforatické podpory jednotlivých procesů auditním způsobem. Stanovení měkkých metrik je obtížnější a časově náročnější než u metrik tvrdých [9].

3.3 Pět kroků teorie omezení

Pro trvalé zlepšování podniku s přímým dopadem na finanční ukazatele, tedy pro trvalé řešení omezení podniku, používá teorie omezení postup o 5 krocích.

1. IDENTIFIKACE omezení systému (podniku)
2. maximální VYUŽITÍ daného omezení
3. PODŘÍZENÍ všeho v podniku tomuto omezení
4. ODSTRANĚNÍ omezení
5. po odstranění omezení NÁVRAT na bod první.

3.3.1 Doplnující kroky

Těchto 5 kroků se doplňuje o kroky:

„krok 0“ – stanovení cíle systému (s jejich typickými vlastnostmi)

„krok 0,5“ – způsob měření pokroku směrem k dosažení cíle.

Další principy TOC:

- Sokratovské metody – představují jeden ze způsobů zobrazování hledání konfliktu a jeho řešení,
- Kausalita – tedy princip: následek/příčina/následek – využívá implikační logiky, zobrazení vzniklá kauzality pomáhají vizualizovat složité situace pomocí diagramů:

- a) stromu – dochází k identifikaci dalších problémů a stavů, stromy potom slouží k identifikaci toho, co a jak se má změnit
- b) konfliktu – (tzv. diagram mizejícího mraku), zobrazujícího kořeny problému [8].

3.3.2 IDENTIFIKACE omezení systému (podniku)

Při metodice TOC musíme začít identifikací omezení. Musíme si odpovědět na otázky typu: kde máme omezení v systému? Co nám brání dosahovat vyššího zisku?

Odpověď můžeme hledat na třech místech

- trh (nedostatečný prodej)
- dodavatelé (nedostatek materiálu)
- interní zdroje (nedostatečná kapacita zdrojů, nedostatečná kvalifikace aj.), nebo interní omezení (směrnice, předpisy, způsob řízení aj.) [4].

Definice úzkého místa zní: jako skutečné úzké místo můžeme označit zdroj pouze za předpokladu, že požadavky na něj kladené jsou vyšší než maximální možná dostupnost tohoto zdroje [10].

Úzké místo se zpravidla nachází v místě, kde se nejvíce hromadí zásoby a výroba je pod největším tlakem, či v oddělení, jehož pracovníci nejsou schopni zajistit odevzdání svých úkolů včas [11].

Můžeme použít následující techniky:

- Použití nástrojů TOC – jestliže netušíme, kde omezení může být, a podnik trpí množstvím negativních jevů, můžeme na analýzu klíčových problémů a souvislostí mezi nimi výhodně použít základní nástroje TOC.
- Vyhledávání úzkého místa podle příznaků – tento postup se spoléhá na kombinaci naší intuice a zkušeností. Například úzké místo v dílně můžeme rozpoznat hlavně podle hromadění zásob před ním.
- Kapacitní výpočty – předcházející metody nekvantifikují úzké místo. Kapacitní propočet je statickým vyjádřením vytížení úzkého místa za určitou časovou jednotku. Dynamickou analýzu úzkých míst umožňuje například počítačová simulace [8].

3.3.3 Maximální VYUŽITÍ daného omezení

Využití úzké místo znamená získat z omezení co nejvíce, bez dodatečných investic a přispůsobování okolí úzkému místu. Hlavní zodpovědnost za využití úzkého místa leží na liniových manažerech, kteří rozhodují o způsobu ošetření úzkého místa.

Při interním omezení se typickými stávají následujících aktivity:

- Školení obsluhy – obsluha úzkého místa musí pochopit význam využívání úzkého místa pro dosažení podnikových cílů. Jenom kvalifikovaná obsluha může být zdrojem nápadů pro odstranění plýtvání na úzkém místě.
- Eliminace plýtvání v místě omezení – na úzkém místě musíme odstranit plýtvání, protože nepřispívá ke zvyšování průtoku.
- Měření využití a průtoku na úzkém místě – prostřednictvím správně stanovených ukazatelů můžeme řídit využívání úzkého místa. Ukazatele by měly být vizualizovány a každý v podniku by měl vědět, že prochází kolem úzkého místa. Stejně jako ukazatele je třeba vizualizovat i příčiny prostojů na úzkém místě. Péče o úzká místa se musí stát prioritou číslo jedna.
- Minimalizace poruch – poruchy nepříznivě ovlivňují výkonnost úzkého místa. Nejenže snižují efektivní časový fond zařízení, ale vnášejí do systému i variabilitu a jsou častou příčinou vzniku zmetků. Údržba je proto oblastí s velkým potenciálem nejen pro zvyšování využití úzkého místa, ale i zvyšování produktivity a snižování poruchovosti.
- Minimalizace času na seřízení – seřizování je jednorázový postup, potřebný k přípravě úzkého místa pro výrobu objemu výrobků (výrobní dávka).
- Řízené zlepšování procesů – kaizen – zlepšování v podniku musí být orientováno především na zlepšování úzkých míst. Aktivitu zlepšovatelů soustředíme na úzké místo například prostřednictvím tematických úkolů.

3.3.4 PODŘÍZENÍ všeho v podniku tomuto omezení

Jestliže jsme se rozhodli, jak budeme úzké místo využívat, musíme všechno ostatní tomuto rozhodnutí podřídit. Tento krok můžeme považovat za nejdůležitější a zároveň nejtěžší [3].

Všeobecně při podřizování systému úzkému místu musíme většinou vykonat následující úkony:

- Zajistit ochranu úzkého místa – vhodnou velikostí časového zásobníku před úzkým místem můžeme zabezpečit, aby úzké místo „nehladovělo“. Časový zásobník však neznamená fyzický zásobník. Pod tímto pojmem si musíme představit rozdíl času mezi plánovaným a skutečným příchodem zakázky na úzké místo. V případě, že by tento čas byl záporný, úzké místo nebude mít na čem pracovat, bude tedy v přeneseném významu slova „hladovět“. Problematika ochrany úzkých míst a stanovení správné velikosti časových zásobníků souvisí se systémem Drum-Buffer-Rope (DBR), o němž se zmíním v další části.
- Zabezpečit kvalitu před úzkým místem – v případě, kdy úzké místo pracuje na neshodných výrobcích, odčerpáváme jeho kapacitu. Aby se vyloučily zmetkové kusy, před úzkým místem se seřazují kontrolní operace,.
- Vyrábět výrobky s nejvyšším „oktanovým“ číslem – v případě, kdy nejsme schopni vyrobit všechny výrobky, které můžeme prodat, musíme stanovit jednoznačné pravidlo a podle něj se rozhodneme, které výrobky budeme vyrábět. Jako „oktanové“ číslo výrobku chápeme množství peněz, které výrobek na úzkém místě generuje za jednotku času.
- Zajistit, aby úzké místo vždy pracovalo – organizačně musíme zabezpečit plné využití úzkého místa. Může to znamenat změnu pracovní doby, změnu výdejní doby skladu nářadí, změnu v organizaci údržby, změnu v organizaci přestávek v práci apod.
- Snažit se přemístit část práce z úzkého místa na jiné zdroje – v případě, kdy je úzké místo permanentně přetížené, je pro odbourání zátěže úzkého místa vhodné změnit technologické postupy.
- Chovat se k úzkému místu jako ke „králi“ – úzké místo představuje v naší firmě klenot, který rozhoduje o tom, jestli náš podnik bude vydělávat, nebo ne.
- Měnit velikost dávek – vyšší velikosti dávek zvyšují efektivnost využití úzkého místa, ale stejně zvyšují i průběžnou dobu výroby. Při problémech s dodacími termíny může hrát rozhodující roli velikost výrobní a přepravní dávky.

- Reinženýring procesů – zkoumáme otázku nahrazení jednotlivých operací na úzkém místě. Případně můžeme zvážit i otázku znovunavržení výrobku.
- Změna systému odměňování – nemůžeme platit pracovníky na neúzkých místech podle výkonu. Naším cílem je maximální využití úzkého místa, nikoli však ostatních prvků v systému [1].

Stejně si musí všichni uvědomit, že naším úsilím není mít maximální využití všech zdrojů, a proto volná kapacita ve zdrojích, které nejsou úzkými, není nežádoucí jev.

3.3.5 ODSTRANĚNÍ omezení

Typickým pro tento krok se stává zvyšování kapacity omezení. V každém případě při tomto kroku platí, musíme více investovat, abychom mohli více vydělávat [4].

Jakmile najdeme omezení a naučíme se podle něj řídit celý systém, obvykle zjistíme, že potenciál podniku dramaticky vzrostl. V některých případech to však stále ještě nestačí. Potřeba zvýšení výstupu celého systému si vyžádá zvýšení kapacity omezení – například nalezením alternativ k omezení, přesunem činností z omezení na jiné zdroje, anebo jednoduše nákupem dalších strojů, resp. náborem dalších lidí. Podniky v reálném podnikatelském prostředí pod tlakem okolí velice často přeskočí první tři kroky a začnou okamžitě zvyšovat kapacitu. V ideálním případě kapacitu místa omezení, ale ani to není vždy pravidlem. Prakticky to znamená, že systém utrací více peněz, než je nezbytně nutné [7].

3.3.6 Po odstranění omezení NÁVRAT na bod první.

Tento krok je základem neustálého zlepšování a nemusí být vždy následkem předcházejícího. Někdy se omezení přesouvá i bez našich přímých zásahů. Vždy je proto dobré ověřit si, zda se náhodou omezení v systému nepřesunulo na jiný zdroj. Pokud je omezení odstraněno, celý postup se opakuje do bodu 1 [3].

3.4 Drum-Buffer-Rope

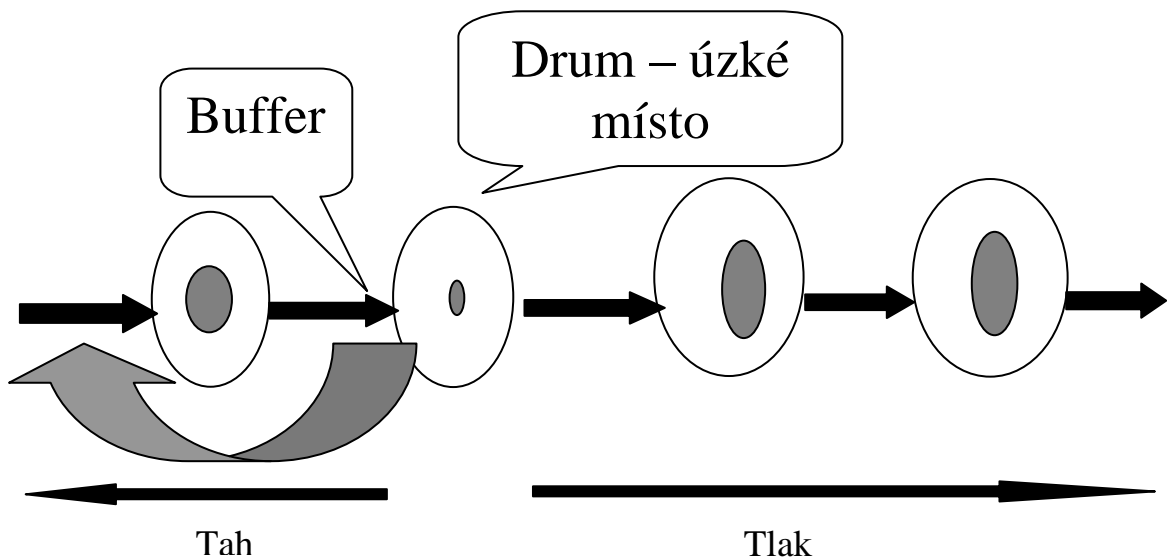
Z pohledu řízení a plánování výroby není možné tento koncept zjednodušeně „zaškatulkovat“ jako tažný nebo tlačný. Uplatní se totiž oba dva z těchto principů. Princip tahu funguje od úzkého místa směrem k prvnímu pracovišti. Úzké místo si tak určuje kolik polotova-

rů bude postupovat směrem k němu. Od úzkého místa dál se pak jedná o tlak, protože vše co projde úzkým místem je dále „protlačeno“ zbytkem systému (obr. 13).

3.4.1 Drum

Hlavním cílem je maximalizace vytížení tohoto nejslabšího pracoviště. Lze ho definovat i jako hlavní plán výroby, protože buben určuje rytmus celé výroby a od jeho činnosti se odvíjí práce ostatních pracovišť.

Obr. 13. Schéma konceptu Drum-Buffer-Rope



Zdroj: [8]

Základní faktory, jež je při vytvoření plánu bubnu třeba vzít v úvahu jsou:

- kritická místa výroby,
- priority práce na pracovištích,
- určení priorit výroby,
- velikost procesních dávek,
- velikost přepravních dávek.

3.4.2 Buffer

Funkci bufferu (nárazníku resp. zásobníku) bychom mohli charakterizovat i takto: ochraň propustnost výroby před nevyhnutelnými problémy umístěním časových zásobníků práce před relativně malé množství pracovišť ve výrobě.

Je však důležité upozornit, že existují dva typy zásobníků:

- časový zásobník – reprezentuje přídavnou průběžnou dobu výroby umožňující, aby materiál dosáhl plánovaného bodu výroby o plánovaný časový úsek dříve. Tím je zajištěna ochrana průtoku výroby před neplánovanými problémy ve výrobě resp. neočekávanými fluktuacemi, která strategickému místu předchází.
- kusový zásobník – reprezentuje zásoby hotových výrobků, rozpracované výroby, umožňující splnění zákaznických objednávek i v případě, že je dodací lhůta kratší než průběžná doba výroby, tím také zajistí zlepšení reakce výroby na specifické tržní podmínky. V tom případě se umísťuje před úzké místo.

Časové ani kusové zásobníky:

- neznamenají zvýšení zásob systému,
- ve většině firem znamenají pouze přesunutí zásob do strategických míst výroby,
- prakticky se s nimi daří snížit zásoby systému a zkrátit průběžnou dobu výroby.

3.4.3 Rope

Lano funguje jako informační vazba mezi úzkým místem a prvním pracovištěm. Jeho činnost je důležitá, aby nevznikaly a neprohlubovaly se disproporce mezi činnostmi úzkého místa a prvního pracoviště. Navyšovaly by se tím mezioperační zásoby a komplikovala by se organizace daných pracovišť.

Funkcí lana je dosáhnout situace, kdy:

- materiál není uvolňován zbytečně brzy,
- nevznikají mezioperační zásoby,
- předcházející stroje pracují na správných zakázkách,
- rope funguje principiálně stejně jako kanban.

3.4.4 Využití principu DBR

Existují dvě důležitá kritéria: typ výroby a její dispoziční uspořádání. Pro správné zhodnocení je však potřeba analyzovat více oblastí. Při řešení otázky, zda má princip DBR pro výrobní firmu smysl, je důležité zvážit hned několik kritérií. DBR má tím vyšší smysl, čím vyšší je:

- produktový mix,
- počet operací na díl,
- počet úrovní kusovníků,
- poměr časů skutečná/teoretická doba výroby,
- podíl výroby v celém řetězci tvorby přidané hodnoty,
- podíl procesů v příčinách variability ve výrobě [8].

3.5 Přínosy TOC

Jaké přínosy tedy lze od aplikace teorie omezení ve výrobě očekávat:

- dramatické snížení zásob,
- zvýšení průtoku,
- snížení průběžné doby výroby,
- snazší plánování než v MRP II a vyšší kontrolu než v JIT,
- lepší předvídatelnost výrobního procesu,
- možnost zacílit nástroje zlepšení procesů (SMED) jen tam, kde to přinese reálné efekty,
- nasměrování investic do výrobního systému jen tam, kde to přinese reálné efekty.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALYTICKÁ ČÁST

4.1 Představení společnosti Mitas, a. s.

Akciová společnost Mitas je významným členem České gumárenské společnosti, a. s., což je v současné době největší český nezávislý holding v ČR zabývající se gumárenskou a strojírenskou výrobou. Skupina ČGS je předním výrobcem a prodejcem mimosilničních pneumatik pro zemědělství, průmysl a sportovní motocykly, technické pryže, pístních kroužků a gumárenských strojů.

Skupina se v roce 2005 rozdělila do tří divizí:

- divize pneumatik, reprezentovaná společností Mitas, postupně realizuje dlouhodobou strategii stát se předním světovým výrobcem mimosilničních pláštíků.
- divize technická pryž, zastoupená společností Rubena, úspěšně naplňuje plán stát se významným dodavatelem automobilového průmyslu a průmyslu bílé techniky.
- divize strojírenská, společnost Buzuluk, dodavatel gumárenských strojů a pístních kroužků [12].

Mitas a. s. se v dnešní podobě skládá ze tří výrobních úseků: v Praze, ve Zlíně a v Otrokovicích.

Tyto závody se zabývají výrobou mimosilničních pláštíků pro zemědělské a stavební stroje, vysokozdvizné vozíky, dále pro motocykly, lehké nákladní automobily a některá letadla.

Samotný MITAS Praha byl založen již v roce 1933 v Praze - Strašnicích jako dceřiná firma společnosti Michelin. Během 2. světové války závod přešel pod německou firmu Harburger Phönix, která se orientovala na válečnou výrobu – šlo zejména o pogumování kovových součástí tvrdou pryží. Po spěšném odchodu německého vedení z továrny v květnu 1945 došlo k postupnému návratu k civilní výrobě a posléze ke znárodnění podniku. V letech 1949 – 1952 se začaly instalovat a postupně uvádět do provozu nové stroje a zařízení. Současně probíhaly přípravy na rozšíření výroby středních a těžkých nákladních pneumatik. Výroba velopláštíků přešla pod firmu Rubena Náchod a v roce 1957 v Praze skončila výroba osobních pneumatik. V roce 1958 byl závod přičleněn do nově utvořeného podniku České závody gumárenské a plastikářské, které mimo jiné sdružovaly gumárenské

společnosti Rudý říjen Gottwaldov, Rubena Náchod, Gumokov Hradec Králové, Gumotex Břeclav a plastikářské, jako například Fatra Napajedla či Technoplast Chropyně. V roce 1967, kdy skončila rozsáhlá rekonstrukce společnosti, patřil MITAS mezi přední evropské gumárenské společnosti. Postupem doby firma zavedla také výrobu pláštů pro stavební stroje. V březnu 1985 požár zničil nejdůležitější část společnosti - přípravnu směsí. O dva roky později byla zahájena výstavba nové automatizované míchárny, která byla uvedena do plného provozu v roce 1993. Mezitím se v roce 1990 stal MITAS státním podnikem a posléze akciovou společností.

Tradici výroby pneumatik v dnešním výrobním úseku Zlín společnosti MITAS založil počátkem třicátých let minulého století Tomáš Baťa. V roce 1945 byla akciová společnost Baťa znárodněna a v roce 1949 přejmenována na Svit. Výroba pneumatik se v roce 1953 vyčlenila a vznikl samostatný národní podnik Rudý Říjen. V roce 1967 ve Zlíně vyrobili první osobní radiální pneumatiku a o pět let později byl uveden do provozu nový závod na výrobu pneumatik v Otrokovcích.

V roce 1991 došlo za účasti společnosti MITAS Praha, Ministerstva průmyslu ČR, Barum Otrokovice, OP Barum Zlín a Motokov Praha k založení akciové společnosti Barum Holding. Většinový podíl v otrokovické pneumatikárně později získal koncern Continental, zatímco závod ve Zlíně zůstává pod názvem Barumtech (později Belyr) ve skupině Barum Holding. Z akciové společnosti Barum Holding se postupně formuje Česká gumárenská společnost a MITAS Praha se s Belyrem Zlín slučuje do jednoho subjektu. MITAS v obou svých provozech realizoval rozsáhlý restrukturalizační a investiční program „MITAS 2004“, na nějž získal jako jeden z mála českých podniků vládní investiční pobídky. V roce 2002 MITAS zahájil výrobu traktorových radiálních pláštů a MPT radiálních pláštů v celocelovém provedení [13].

Dalším významným mezníkem byl rok 2004. Dne 1. 10. 2004 podepsali v Hannoveru zástupci vedení ČGS a.s. a zástupci koncernu Continental prováděcí smlouvy k „Základní dohodě o koupi a prodeji“ z 26. 5. 2004, čímž byla završena první fáze převádění obchodní jednotky AGRO z koncernu Continental do skupiny Česká gumárenská společnost. V této první etapě přešla do ČGS kompletní výroba v Otrokovcích (cca 500 zaměstnanců) a první (Mexiko) z osmi zahraničních poboček. Další zahraniční obchodní společnosti (USA, Rakousko, Německo, Itálie, Francie, Španělsko, Brazílie, Velká Británie) a centrála divize AGRO v Hannoveru byly do ČGS převedeny 1. 11. 2004. V roce 2005 byla založe-

na zahraniční pobočka ve Švýcarsku. S účinností od 1.10. 2004 získala společnost MITAS právo používat značky Continental, Semperit, Barum a Euzkadi na zemědělské pláště. Skupina ČGS tak dále významně posílila svou dlouhodobou strategii, ve které se zaměřuje na vývoj, výrobu a prodej mimosilničních, především zemědělských pláštů [12].

4.2 Dislokace pracovišť

Zlínský výrobní úsek společnosti Mitas je rozmístěn v několika budovách v areálu Svit. Velkou nevýhodou tohoto rozložení je nutnost transportu mezi jednotlivými budovami, což je značně neekonomické. Avšak uspořádání areálu mnoho změn k lepšímu neumožňuje.

Tab. 2. Rozmístění výroby

Budova	Provoz
46.	Správa společnosti
66.	Výroba membrán
67.	Výroba duší, membrán, letadlových pláštů a lan
68.	Údržba (odbor hlavního mechanika)
75.	Výroba motopláštů
76.	Výroba komerčních pláštů
77.	Opravná pláštů, sklad pláštů
78.	Sklad surovin
85.	Výroba radiálních pláštů
86.	Výroba celoocelových radiálních pláštů (MPT)
93.	Sklad a údržba forem

Zdroj: [vlastní]

Schéma rozmístění budov Mitas a.s. je obsahem přílohy P III

4.3 Technologie výroby pláště

4.3.1 Hlavní části pláště

Plášť spolu s duší a ochrannou vložkou namontovaný na ráfek tvoří pneumatiku. Bezdušové pneumatiky duši a ochrannou vložku nemají a pláště se montují přímo na vzduchotěsný ráfek s ventilem. Plášť je tvořen těmito částmi:

Kostrá – základní nosná část tvořená textilními kordovými vložkami, případně vložkami z ocelového drátu

Běhoun – pryžový pás s dezénem, jenž je ve styku s vozovkou, určuje jízdní vlastnosti a životnost pláště

Bočnice – pružící pryžová část chránící boky kostry, je namáhána na ohyb a prolamování

Patka – spojuje kostru s ráfkem, je tvořena lankem z pogumovaného ocelového drátu, přehnutými okraji kordových vložek, ochranným textilním nebo pryžovým páskem, případně pryžovým jádrem nebo křídlem z pogumovaného textilu

Nárazník – pás pogumovaného textilního nebo ocelového kordu, případně pryžová fólie, tvořící přechod mezi běhounem a kostrou, zvyšuje zejména odolnost proti průrazu

Plášť může obsahovat i další součásti, jako je vnitřní guma, meziguma, spojovací guma, výplně apod.

4.3.2 Výrobní postup

- Příprava směsí
- Výroba polotovarů
- Konfekce
- Lisování
- Dokončovací práce

Příprava směsí

Ve společnosti Mitas se kaučukové směsi míchají dvoustupňově. V prvním stupni se v hnětacím stroji míchají tzv. základy, tedy kaučuky s dalšími přísadami, jako jsou plniva, změkčovadla, antioxidanty, aktivátory, retardéry, u barevných směsí ještě pigmenty a barviva. V druhém stupni se do základů přimíchává síra a urychlovače vulkanizace. Základy

se připravují buď v pražském závodě, nebo v náhodské Rubeně, druhý stupeň se domíchává ve Zlíně.

Výroba polotovarů

Pryžové fólie, jako například vnitřní a nárazníková guma, patní pásy a přelepovací pásy se vyrábějí válcováním na dvou či více válcových strojích. Stejně se vyrábějí i některé profily.

Běhouny, bočnice a jádra lan se připravují vytlačováním přes šablonu ve šnekových vytlačovacích strojích.

Pogumované textilny a ocelové kordy se připravují na víceválcových strojích, mezi jejichž válci se na textil nanáší nebo do něj vtírá pryžová směs. Poté se na řezacích strojích řezou pod stanovenými úhly na požadované šířky.

Patní lana se vyrábějí na lanovacích strojích. Z cívek se odvíjejí vysokopevnostní ocelové dráty, v určeném počtu (max. 16) se seřadí vedle sebe a procházejí hubicí vytlačovacího stroje, kde se obalí pryžovou směsí a tento pásek se navíjí na navíjecím kole o daném průměru na stanovený počet vrstev.

Konfekce

Konfekcí se rozumí skládání surového pláště z jednotlivých komponentů. Provádí se na konfekčních strojích různých typů, a to jedno nebo dvoustupňově. Základem stroje je konfekční buben, na nějž se navíjejí kordové vložky tak, aby se směr nití křížil. Do drážek konfekčního bubnu se pak vsadí patní lana, přes ně se přehnou okraje vložek a zaválejí se. Jedná-li se o plášť vícevložkový, navinou se další vrstvy kordů, položí se patní pásy, nárazníky, běhoun a pokud nejsou součástí běhounu, i bočnice. Tento způsob se používá pro výrobu diagonálních plášťů. U dvoustupňové konfekce radiálních plášťů se z kordů, lan a patních pásků na konfekčním bubnu vytvoří kostra. Ta se pak na dalším stroji pomocí pryžové membrány vytvaruje do tvaru budoucího pláště a opatří se nárazníky, bočnicemi a běhounem.

Lisování

Provádí se ve vulkanizačních lisech opatřených dvojicí dvoudílných forem s dezénem a vulkanizační membránou pro zajištění vnitřního tlaku. Surový plášť se usadí na patku membránového mechanismu otevřeného lisu a za současného zavírání lisu a rozpínání

membrány se vtlačí do dezénu formy. Za spolupůsobení vysokého tlaku a teploty zde dochází k zesíťování dlouhých řetězců makromolekul kaučuku sírou. Řetězce se propojí tzv. sírovými můstky, čímž se eliminuje jejich pohyblivost a původně plastická surová pryž se změní v elastickou s požadovaným tvarem a vlastnostmi. Tento proces se nazývá vulkanizace.

Dokončovací práce

Vylisované pláště se ořezáním zbaví přetoků a podrobí se výstupní kontrole. Nevyhovující se vyřadí, pláště s drobnými vzhledovými vadami se přesunou k opravě. Pláště splňující kvalitativní požadavky se zařadí do příslušné kvalitativní třídy a expedují se do skladů.

4.4 Konfekce v oddělení výroby motoplášťů

Princip konfekce neboli skládání je popsán v kapitole 4.2.2. Pro konfekci motoplášťů se používají čtyři typy konfekčních strojů, a to starý typ baťovské skládačky (typové číslo 10761 P1), dále modernější Herbert RBV-2, RCM typ RC-MTBM-1419 a Pirelli A60.

Protože na skládačce se jednotlivé polotovary navíjejí bez speciálního navádění, tzn. „z ruky“, vyrábějí se zde pláště nevyžadující velkou přesnost, tedy především pláště pro nižší rychlosti. Další, modernější, stroje jsou vybaveny systémem naváděcích prvků, slouží proto pro výrobu náročnějších plášťů.

Existují čtyři způsoby konfekce. Jsou pojmenovány podle druhu použitého konfekčního bubnu: konfekce plochá, poloplochá, polokulatá a kulatá.

Plochá konfekce se provádí, na plochem bubnu, což znamená, že ke konfekci je využíván pouze jeho válcový plášť, a do tvaru válce je složen ze segmentů a v malé vzdálenosti od okrajů je opatřen drážkami pro patní lana. Ta se umísťují na navinuté kordy při mírně sklopeném nebo staženém bubnu a po správném umístění lan se buben rozepne na maximální průměr. Tato konfekce se až na výjimky používá při výrobě motoplášťů.

Při poloploché a polokulaté konfekci jsou mimo válcového pláště bubnu využity i boky bubnu, na nichž se na přehnuté kordy pomocí narážečů narážejí patní lana. Rozdíl mezi oběma způsoby spočívá ve tvaru boční části bubnu. Poloploché bubny jsou součástí stroje Pirelli A60 pro výrobu 12“ a 13“ plášťů pro skútry. Polokulatou konfekcí se vyrábějí letadlové pláště. Kulatá konfekce se v Mitasu nepoužívá.

4.4.1 Konfekční stroj RCM

Stroj slouží ke konfekci pláštíků na plochem konfekčním bubnu. Pracuje při automatickém a ručním chodu stroje. Stroj je tvořen frémou, elektromotorem poháněným hřídelem s konfekčním bubnem, zavalovacím zařízením, zásobníkem kordů, unášeči patních lan, naváděcím zařízením běhounů, ovládacími prvky umístěnými na ovládacím panelu stroje a zásobníku a nožními ovládacími spínači (obr. 14 a 15).

Obr. 14. Konfekční stroj RCM



Zdroj: [vlastní]

Obr. 15. Zásobník kordů

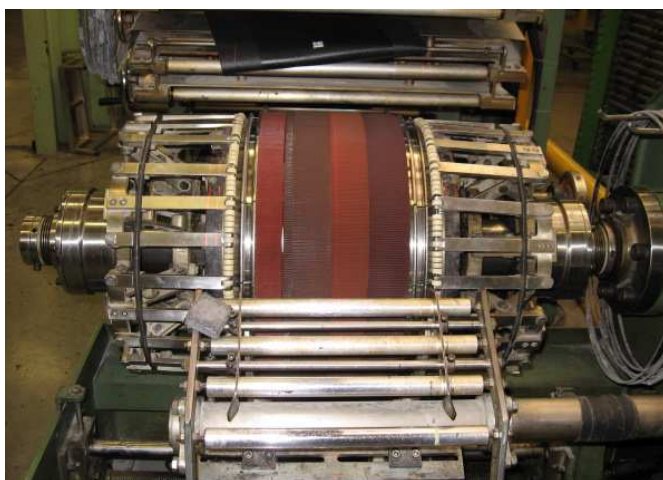


Zdroj: [vlastní]

4.4.2 Konfekční buben

Nejdůležitější částí konfekčního stroje je konfekční buben. Na stroji RCM se vyrábí plochou konfekcí, je zde tedy použit konfekční buben plochý. Na obrázku č. 16 je buben opatřený krycími pryžovými prstenci. Po obou stranách prstenců jsou zřetelně vidět drážky pro lana. Okrajů bubnu se dotýkají pružinové přehýbače přečnívajících kordů přes lana usazená v drážkách. V popředí je nainstalován podavač běhounů s vodíci lištami, v pozadí nad bubnem podávací pulty zásobníku kordů. Funkce bubnu je popsána v kapitole 4.3.2.

Obr. 16. Konfekční buben s přehýbači a podavačem běhounů



Zdroj: [vlastní]

4.4.3 Zavalovací zařízení

Zavalovací zařízení slouží k zaválení surového pláště, přičemž dochází k vytlačení tzv. „konfekčního vzduchu“ z pláště. Ten je uzavřen mezi jednotlivými kordy či pod běhounem, kde tvoří bubliny. Tento jev je nežádoucí, protože v provozu může dojít k separaci jednotlivých vrstev a tím k znehodnocení pláště se všemi důsledky (havárie apod.). Zaválením se také zvýší adheze mezi jednotlivými vrstvami.

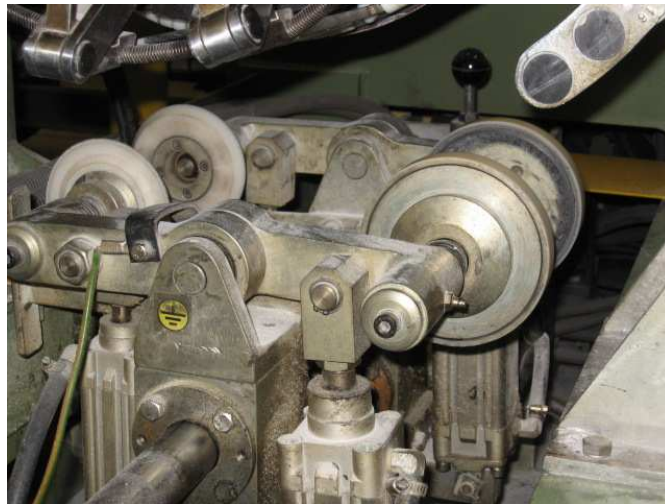
Toto zařízení je umístěno pod konfekčním bubnem a je tvořeno dvěma proti sobě zrcadlově umístěnými bloky, pohyblivými se horizontálně ve směru osy konfekčního bubnu proti sobě nebo od sebe po dvou vodících tyčích (obr. 17 a 18). Tento pohyb je zajištěn další vodící tyčí opatřenou na každé své polovině opačným závitem (vodící šroub).

Na obou blocích je umístěna dvojice zavalovacích kladek, přitlačovaných k plášti na konfekčním bubnu či odsouvaných od něj pomocí pneumatických pístů. Přední ploché kladky

slouží k zavalování rovných ploch v koruně běhounu a na bočnici a zkosené zadní kladky zavalují šikmé části v přechodu běhounu do bočnice a v patkové oblasti.

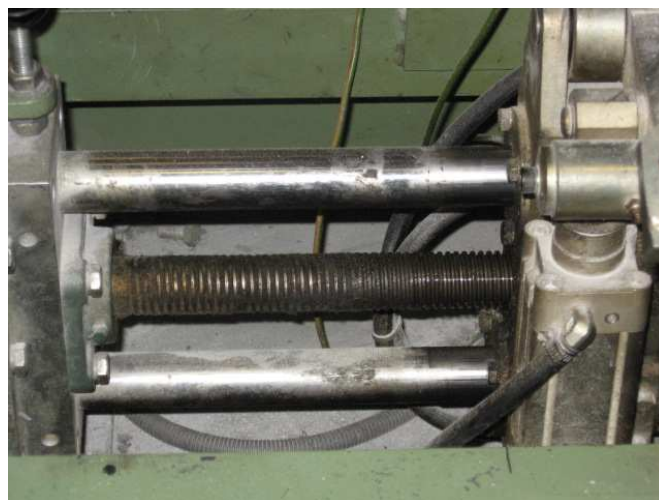
Vodící tyče a vodící šroub jsou upevněny v bočních kulisách. Pohon vodícího šroubu přes převodovku je umožněn kloubovými spoji. Obě kulisy zavalování jsou připevněny šrouby k nosným (upevňovacím) prvkům, na levé straně je to boční deska frémy konfekčního stroje, na pravé upevňovací sloupek v sousedství skříně, v níž je umístěna pohonná jednotka. V boční desce i v upevňovacím sloupku je vyvrtáno devět dvojic děr pro upevnění obou kulis v různých vzdálenostech zavalovacího zařízení od osy bubnu.

Obr. 17. Bloky zavalovacího zařízení s kladkami



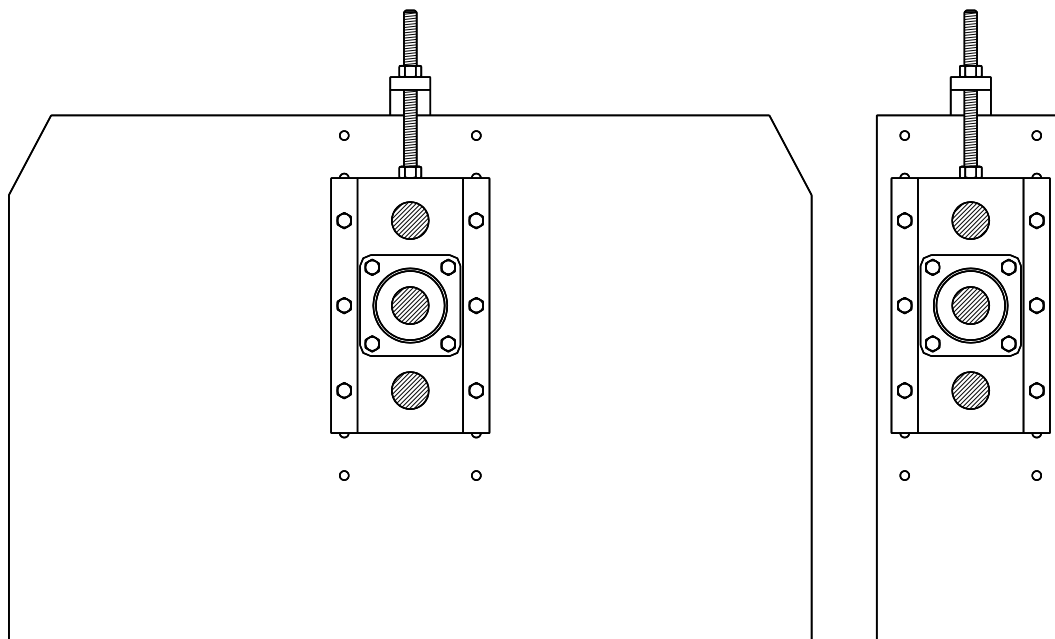
Zdroj: [vlastní]

Obr. 18. Vodící tyče a vodící šroub s levou kulisou



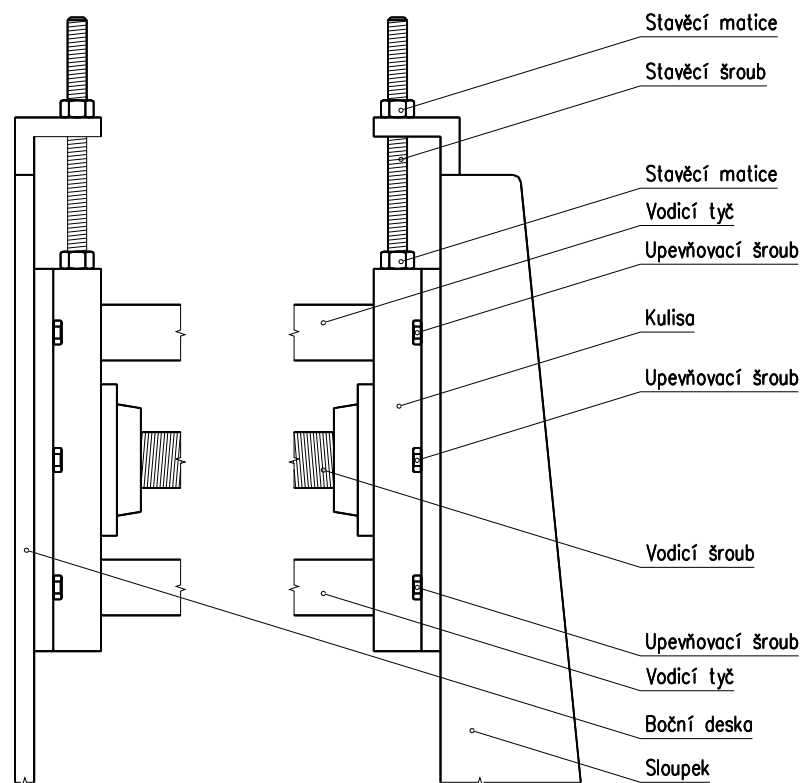
Zdroj: [vlastní]

Obr. 19. Upevnění kulis zavalovacího zařízení na boční desce (levá strana) a na upevňovacím sloupku (pravá strana)



Zdroj: [vlastní]

Obr. 20. Upevnění kulis zavalovacího zařízení (boční pohled)



Zdroj: [vlastní]

4.4.4 Obsluha stroje

Před zahájením práce má pracovník připraveny pracovní pomůcky a nářadí, jako např. nůžky, štětec, bodec apod. a polotovary: běhouny, cívky s kordy v zábalech, patní lana a pásky.

Po sepnutí hlavního vypínače a otevření přívodu tlakového vzduchu na bubnu staženém na menší průměr navine první a druhý kord tak, aby se kordy křížily (toto je zajištěno správným umístěním cívek s kordy v zásobníku). Pomocí magnetických unášečů umístí lana nad drážky pro lana a buben rozepne. Lana se tím vtlačí do drážek a přehýbací zařízení přehne kordy přes lana. Buben se roztočí a přehnuté kordy se zaválí. Vyrábí-li se třívložkový plášť navine se třetí kord. Pak se na obě patky navinou patní pásky a pomocí naváděče se naloží běhoun. Následně se uvede do chodu konfekční buben a zavalovací zařízení. Po zaválení se zavalovací kladky automaticky vrátí do výchozí polohy a buben se stáhne na menší průměr. Konfekcionér sejme surový plášť z bubnu, zkontroluje celkový vzhled pláště a případné vzduchové puchýře propíchne bodcem, vzduch vytlačí nebo ručně zaválí.

4.5 Úzké místo

Při samotné činnosti konfekčního stroje RCM úzké místo nevzniká. To vznikne až v okamžiku výměny konfekčního bubnu, takzvané „palcové výměny“, a to z důvodu značné časové náročnosti. Stroj je poměrně dlouho v nečinnosti, čímž dochází k významným ekonomickým ztrátám. Výměna bubnu v současnosti trvá zhruba 120 minut. Na stroji se za hodinu vyrobí cca 20 kusů, což představuje ztrátu až 40 kusů během jedné změny. V provozu moto se konfekce provádí na třech těchto strojích, ztráty se proto jeví jako velmi významné a je nutno se jimi zabývat.

V důsledku zákaznických požadavků dochází k výměnám velmi často, zákazníci mají stále více diferencované požadavky, čímž nutí výrobce k produkci ve stále menších sériích. V dnešním globalizovaném světě se neustále zvyšuje konkurenční tlak na snižování cen výrobků při rostoucích cenách vstupů. Podniky jsou tímto nuceny hledat rezervy uvnitř organizace.

Proces výměny konfekčního bubnu není standardizován, proto jej nelze plánovat, zvyšuje se tak pravděpodobnost vzniku náhodných nežádoucích jevů, které mohou zvýšit časovou

náročnost procesu. Z těchto důvodů budu aplikovat metodu SMED na zkrácení doby výměny konfekčního bubnu.

4.6 Výměna konfekčního bubnu

4.6.1 Organizace práce

Na konfekci se pracuje v třisměnném provozu. Je zde nainstalováno deset skládaček, tři stroje RCM, dva Herbert a po jednom stroji Pirelli A60, Poloautomat 44317 a Conti 5“. Poslední dva stroje slouží k výrobě pláštů bantam a malých zemědělských pláštů do 8“. Jedna skládačka se používá pro výrobu 5“ pláštů pro motokáry.

Všechny výměny bubnů a veškeré seřizování na ranní směně provádí předák seřizovačů s jedním pracovníkem, odpolední a noční směna je obsazena vždy jedním seřizovačem. Protože se zde většinou vyrábí v relativně malých několikasetkusových sériích, dochází ke změnám velmi často. Změny se provádějí na základě denního rozpisu měsíčního plánu výroby.

Na stroji RCM se provádějí dva druhy změn. První je tzv. „změna šířková“, kdy se konfekční buben nemění, pouze se mění šířka nainstalovaného bubnu. Druhá změna, tzv. „palcová“ – mění se bubny o různém průměru udávaném v palcích (16, 17, 18, 19 a 21“) – je vlastně výměna bubnu za jiný o jiném průměru. Změna šířková se provádí častěji, na všech třech strojích 30x až 40x týdně. Doba této výměny je značně závislá na zručnosti seřizovače. Výměna bubnu se na všech strojích provádí průměrně 6x týdně. Je však časově náročnější.

Protože na ranní směně pracují dva pracovníci, je snaha logistiky provádět změny zejména na této směně, nutnost prostoje strojů co nejvíce omezit však toto ne zcela umožňuje, změny probíhají i na dalších dvou směnách.

4.6.2 Postup při výměně

Demontáž původního konfekčního bubnu

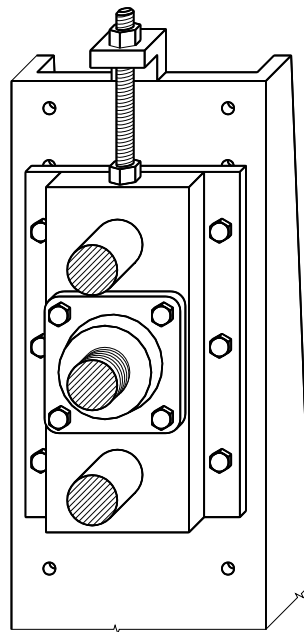
Pracovník provádějící výměnu uchytí buben do popruhů jeřábu. Vypne hlavní vypínač stroje a zastaví přívod tlakového vzduchu. Pomocí klíčů uvolní a vyjme šrouby z děr na přírubě, jíž je buben připevněn k poháněné hřídeli stroje. Demontovaný buben přemístí

pomocí jeřábu na připravenou podložku z pěnové pryže nebo na speciální paletu pro buben poblíž stroje v závislosti na velikosti prostoru u stroje. U každého ze tří strojů RCM je velikost manipulačního prostoru jiná.

Seřízení výšky zavalovacího zařízení

Při výměně bubnu je nutno změnit vzdálenost zavalovacího zařízení od osy bubnu v závislosti na průměru nového bubnu, což se provádí odstraněním šestice upevňovacích šroubů, jimiž jsou kulisy k nosným prvkům připevněny a přestavením výšky obou kulis pomocí stavěcích šroubů a matic do požadované polohy. Kulisy se opět zajistí šrouby.

Obr. 21. Pravá kulisa s upevňovacím sloupkem



Zdroj: [vlastní]

Výměna unášečů lan

Unášeče lan jsou kovové lišty ve tvaru oblouku o určitém průměru a jsou opatřeny magnety pro přichycení lan. Jsou upevněny v držácích na táhlech pístů, jež zajišťují jejich posun od a k bubnu. Písty jsou uchyceny ke konzolám. Jedna konzola je upevněna na frémě z pohledu konfekcionéra před konfekčním bubnem pod naváděčem běhounů, druhá mezi bubnem a zásobníkem kordů.

Protože se po výměně bubnu budou vyrábět pláště o jiném průměru patek, i patní lana budou mít jiný průměr a místo unášečů s původním průměrem se musí nainstalovat unášeče lan o novém průměru.

Seřizovač pomocí klíče odšroubuje a sejme původní unášeče a opět pomocí klíče a šroubů nainstaluje nové.

Montáž nového konfekčního bubnu

Nový konfekční buben byl ještě před výměnou dopraven na paletě ke stroji. Pracovník naň upevní popruhy jeřábu a přemístí jej tak, aby se jeho příruba dotýkala příruby hřídele elektromotoru. Tuto přírubu ručně pootočí, aby díry v obou přírubách byly proti sobě. Pomocí šroubů, podložek a matic je spojí a dvěma klíči, korunkovým a imbus, přitáhne.

Průměrové seřízení unášečů lan

Po připevnění bubnu seřizovač zapne hlavní vypínač a otevře přívod tlakového vzduchu. Přepnutím příslušného přepínače na ovládacím panelu dojde k přitlačení unášečů lan k bubnu. Pracovník povolí šrouby v drážkách písních bloků a tyto posune tak, aby unášeče kopírovaly buben. Jejich správnou polohu zajistí přitážením šroubů.

Seřízení šířky konfekčního bubnu

Pokud nainstalovaný buben nemá správnou šířku, což se obvykle stává, musí se tato nastavit. Šíře bubnu je stanovena v seřizovacím předpisu pro daný rozměr pláště.

Seřizovač sejme z bubnu gumové krycí pásy, povolí u prvních dvou protilehlých segmentů zajišťovací šrouby a segmenty buď roztáhne, nebo zasune ke středu bubnu, který označuje světelná ryska. Svou práci kontroluje pomocí metru. Po dosažení správné šíře a vystředění oba segmenty zajistí šrouby. Stejně postupuje u všech segmentů po obvodu bubnu.

Závěrem na buben navlékne krycí gumové pásy.

Šířkové seřízení unášečů lan

Po úpravě šířky bubnu, musí seřídít unášeče, aby lana na unášečích zapadla přesně do drážek pro lana, což provede povolením stavěcích šroubů na liště držáků unášečů, jejich přestavěním do správné polohy a opětným utažením šroubů.

Seřízení světelných rysek a naváděče běhounů

Závěrečnou etapou je seřízení světelných rysek a naváděče běhounů. Světelné rysky označují polohy okraje kordů na bubnu při konfekci. Kordy jsou různě široké a musejí být vždy vystředěny. Tomu světelné rysky napomáhají.

Vzdálenost světelných rysek od středu a šíře naváděče běhounů je stanovena seřizovacím předpisem pro daný rozměr pláště.

Světelné zářiče jsou umístěny na tyči nad bubnem spolu s bezpečnostním deskovým vypínačem a jejich poloha je zajištěna šroubem (obr. 22). Povoláním šroubu, posunutím zářiče a opětovným přitažením šroubu dojde k přemístění do správné polohy.

Je-li nutno změnit šířku naváděče běhounů, toto se provede povoláním šroubů, posunem stavěcích lišt na správnou šíři a opětovným přitažením šroubů.

Obr. 22. Tyč se světelnými zářiči a bezpečnostním vypínačem



Zdroj: [vlastní]

4.7 Analýza změny rozměru

Pokud chceme aplikovat metodu SMED, musíme proces změny rozměru důkladně a podrobně analyzovat. Pro tento účel byla pořízena videonahrávka celé výměny konfekčního bubnu 18“ za buben 19“ na konfekčním stroji RCM č. 2. Na nahrávce je nejdříve nepotřebný buben sejmут a následně je nahrazen bubnem novým dle výrobních požadavků a provedeno veškeré nutné seřízení.

4.7.1 Jízdní řád výměny

Celková doba kompletní výměny konfekčního bubnu (KB) činila 126 minut a 30 sekund. Je zde zahrnuta i doba šířkové změny bubnu, která není předmětem aplikace metody SMED a trvala 51:10 minut. Čas tzv. palcové výměny činil 75:20 minut.

Všechny podstatné činnosti, jsou zachyceny i s příslušnými časy v následujících tabulkách.

Tab. 3. Jízdní řád – výměna konfekčního bubnu

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:05	1:05	Uchycení KB na stroji do popruhů jeřábu
2	0:10	1:15	Vypnutí hlavního vypínače, zastavení přívodu vzduchu
3	5:55	7:10	Uvolnění šroubů příruby KB
4	0:35	7:45	Přemístění uvolněného KB na podložku v blízkosti stroje
5	0:40	8:25	Navlečení popruhů jeřábu na KB 19" umístěný u stroje
6	0:25	8:50	Povolení obou horních matic stavěcích šroubů zavalovací jednotky
7	1:40	10:30	Demontáž 6 ks upevňovacích šroubů levé kulisy zavalování
8	3:00	13:30	Demontáž 6 ks upevňovacích šroubů pravé kulisy zavalování
9	11:00	24:30	Přestavení zavalovací jednotky do nové polohy
10	1:10	25:40	Odsun překážející palety s KB 19"
11	1:25	27:05	Přichycení levé kulisy zavalování 6 ks upevňovacích šroubů
12	8:15	35:20	Doseřízení a přichycení pravé kulisy zavalování 6 ks upevňovacích šroubů
13	3:15	38:35	Dotažení levé kulisy zavalování
14	0:50	39:25	Dotažení pravé kulisy zavalování
15	1:05	40:30	Demontáž zadních unášečů lan
16	1:35	42:05	Montáž nových zadních unášečů lan
17	1:35	43:40	Demontáž předních unášečů lan
18	2:20	46:00	Montáž nových předních unášečů lan
19	0:25	46:25	Přísun palety s KB 19" zpět ke stroji
20	0:55	47:20	Uchycení KB do popruhů jeřábu
21	2:00	49:20	Přesun KB 19" k přírubě hřídele stroje
22	7:20	56:40	Přípevnění KB k přírubě
23	2:20	59:00	Uložení demontovaného KB 18" na paletu
24	0:20	59:20	Zapnutí hlavního vypínače, otevření přívodu vzduchu
25	1:25	60:45	Seřizování předních unášečů lan na nový průměr
26	0:25	61:10	Seřizování zadních unášečů lan na nový průměr
27	0:10	61:20	Odsun palety s KB 18"
28	1:30	62:50	Pokračování seřízení zadních unášečů lan na nový průměr
29	41:10	104:00	Úprava šířky KB (tzv. šířková výměna KB)
30	2:35	106:35	Seřízení předních unášečů lan na šířku KB
31	1:30	108:05	Seřízení zadních unášečů lan na šířku KB
32	1:15	109:30	Seřízení koncových spínačů zavalovacích kladek
33	0:10	109:40	Zajištění vnější příruby KB zajišťovacím šroubem
34	0:20	110:00	Zajištění vnitřní příruby KB zajišťovacím šroubem
35	1:35	111:35	Pracovník se vzdalil pro seřizovací předpis
36	3:30	115:05	Seřízení naváděcích světelných rysek
37	1:25	116:30	Seřízení podavače běhounů

Zdroj: [vlastní]

Legenda:

- žlutá pole – udávají čas činností souvisejících se sledovanou výměnou
- fialová pole – udávají čas činností s výměnou nesouvisejících nebo nadbytečných
- zelená pole – udávají čas činností, kterými se SMED nezabývá

4.7.2 Rozbor jízdního řádu

Operace nezbytné

Proces výměny konfekčního bubnu obsahuje poměrně málo externích činností. Patří sem pouze transport nového a původního bubnu a příprava nářadí a pomůcek seřizovače.

Všechny další prováděné činnosti jsou interní. Tyto dílčí činnosti jsem shrnul do tzv. souhrnných činností a sestavil tabulku 4., z níž je zřejmé, že nejvíce času pracovník spotřeboval na seřízení zavalování, a to 29:50 min. Tato činnost si proto zaslouží největší pozornost.

Tab. 4. Operace nezbytné

Č. operace	Čas	Souhrnná činnost
1-4	7:45	Demontáž a odložení KB 18" mimo stroj
6-9,11-14	29:50	Přestavení a upevnění zavalování
15-18,24-26,28,30,31	14:20	Výměna a seřízení unášečů lan
5,21,22,33,34	10:30	Přesun a připevnění KB 19" k přírubě hřídele stroje
32	1:25	Seřízení koncových spínačů zavalovacích kladek
36	3:30	Seřízení naváděcích světelných rysek
37	1:25	Seřízení podavače běhounů
	68:45	Celkem

Zdroj: [vlastní]

Operace zbytečné

Činnosti s vlastní výměnou nesouvisející trvaly celkem 6:35 minut, což představuje 8,7% z celkového času výměny. Byly způsobeny přistavením palety s novým bubnem na nevhodné místo, takže překážela, zbytečným uložením demontovaného bubnu na paletu, jejím odsunem z důvodu překážení a nepřipravením seřizovacího předpisu ke stroji.

Tab. 5. Operace zbytečné

Č. operace	Čas	Činnost
10	1:10	Odsun překážející palety s KB 19“
19	0:25	Přísun palety s KB 19“ zpět ke stroji
20	0:55	Uchycení KB do popruhů jeřábu
23,27	2:30	Uložení demontovaného KB 18“ na paletu a její odsun od stroje
35	1:35	Pracovník se vzdálil pro seřizovací předpis
	6:35	Celkem

Zdroj: [vlastní]

Jiná činnost

Během výměny konfekčního bubnu musel seřizovač upravit i šíři nově nainstalovaného bubnu. Tato operace není vždy nutná, odpadne v případě, kdy šířka nainstalovaného bubnu je stejná jako šířka požadovaná. K tomu může dojít tehdy, mají-li se po výměně vyrábět pláště stejného rozměru jako při posledním použití tohoto bubnu. Doba jejího provedení velmi závisí na zručnosti pracovníka změnu provádějícího. V našem případě ji seřizovač prováděl poměrně dlouho, a to 41:10 minut. Na obrazovém záznamu na prvním DVD je činnost snímána po dobu 24:10 minut, pak 15 minut není zaznamenáno a na druhém DVD jsou zachyceny poslední 2 minuty této činnosti.

Tato činnost je vlastně tzv. šířková změna bubnu a není tématem pro SMED, proto se jí dále nezabývám.

Tab. 6. Jiná činnost

Č. operace	Čas	Činnost
29	41:10	Úprava šířky KB (tzv. šířková výměna KB)

Zdroj: [vlastní]

4.8 Závěr analytické části

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že dosavadní výměny jsou nevyhovující z důvodu přílišné časové náročnosti. Zdlouhavá je zejména doba přestavění zavalovací jednotky. Proto hlavním úkolem projektové části bude tuto dobu, ale i časy dalších činností s výměnou souvisejících, co nejvíce zkrátit za pomoci jedné z metod průmyslového inženýrství, a to metody SMED.

5 PROJEKTOVÁ ČÁST

V této části budu aplikovat metodu SMED za účelem zkrácení doby nezbytné pro výměnu konfekčního bubnu na konfekčním stroji RCM. Budu se snažit dosáhnout toho použitím tří základních kroků metody. Výsledným efektem pak bude nový jízdni řád pro činnost pracovníka výměnu bubnu provádějícího.

5.1 Separace interních a externích činností

Prvním krokem metody SMED je oddělení úkonů vykonávaných během chodu konfekčního stroje – externích činností – od operací prováděných pouze při odstavení stroje - činností interních.

5.1.1 Interní činnosti

Všechny úkony uvedené v jízdni řádu v kapitole 4.6 jsou činnostmi interními. Převodem některých uvedených činností na externí bude možno zkrátit dobu výměny konfekčního bubnu.

5.1.2 Externí činnosti

Jsou to úkony související s výměnou bubnu a jsou prováděny během chodu konfekčního stroje. V našem případě to jsou:

- transport nového (19“) bubnu ke stroji
- transport demontovaného (18“) bubnu do skladu
- příprava a vychystání nářadí a nástrojů seřizovače ke stroji
- vychystání potřebné dokumentace ke stroji

5.2 Převedení interních činností na externí

Převod operací konaných při odstávce stroje na operace prováděné při fungujícím stroji je druhým krokem metody SMED. Za převod interních činností na externí považuji i jejich úplné odstranění. Sem patří i standardizace.

Odsun překážející palety s novým bubnem a její zpětný přísun

Jedná se o operace č. 10 a 19 jízdního řádu v kapitole 4.6. Při transportu palety s novým 19“ konfekčním bubnem ke stroji je nutno pamatovat na její vhodné umístění, aby nepřekážela. Palety jsou speciálně upraveny. Jsou na nich připevněny dva kovové držáky s půlkruhovými výřezy, a buben se na paletu ukládá tak, že se obě příruby bubnu vloží do výřezů držáků a buben neleží přímo na paletě. Nedeformují se tak mechanické části, jako táhla, přehýbače apod. Paletu nelze umístit přímo k bočnici frémy stroje. Zde je třeba vytvořit prostor pro provádění demontáže a následné montáže kulisy zavalování a výměny a seřizování unášečů lan.

U stroje č. 2 je prostor o šíři 1750 mm, nelze zde umístit dvě palety vedle sebe, proto pro demontovaný buben bude nutno použít podložku z pěnové pryže o šíři jen o málo převyšující průměr největšího zde používaného bubnu 21“. Jeho průměr je 505 mm v roztaženém stavu, ve staženém stavu je průměr bubnu menší. Podložka by tedy neměla být širší než 500 mm a měla by být přiřazena ke skříni pohonu sousedního stroje č. 1. Paleta je široká 810 mm. Bude-li se dotýkat pěnové podložky, zbude u bočnice frémy mezera 240 mm, která by měla pro mechanické činnosti stačit.

U stroje RCM č. 1 je prostor mnohem větší, zde problém není, doporučuji použít stejný postup jako u stroje č. 2, jen namísto podložky pro demontovaný buben přistavit prázdnou paletu s držáky bubnu a buben na ni přímo uložit .

Obě uvedené operace se tedy v případě výměny bubnu na strojích č. 1 a 2 stanou zbytečnými a odpadnou.

Vedle stroje č. 3 je volný prostor široký pouze 1350 mm, po umístění podložky a palety vedle sebe by nezbylo místo pro mechanické operace. Odsun a přísun konfekčních bubnů zde vyžaduje jinou organizaci. Paletu s novým 19“ konfekčním bubnem je nutno připravit ještě během chodu stroje poblíž něj i se zasunutým paletovým vozíkem, například vedle zásobníku kordů a ke skříni sousedního stroje č. 2 přistavit prázdnou paletu. Demontovaný buben pomocí jeřábu umístit do držáků prázdné palety (krok č. 4 jízdního řádu). Dále vykonávat další činnosti a paletu s novým bubnem přisunout k bočnici frémy až před krokem č. 22 jízdního řádu, což je připevnění bubnu k přírubě. Po instalaci bubnu prázdnou paletu ihned odsunout, aby nepřekážela. Manipulace s paletami proběhnou poměrně rychle, budou trvat maximálně několik desítek sekund.

Uchycení nového bubnu do popruhů jeřábu

Tato operace má č. 20 a souvisí s předcházejícím odstavcem. Protože se paleta s bubnem nebude odsouvat, tato činnost zcela odpadne.

Uložení demontovaného bubnu na paletu a její odsun od stroje

Operace č. 23 a 27 jízdního řádu budou vykonány až po opětovném spuštění seřízeného konfekčního stroje, budou tedy převedeny na externí.

Vzdálení se pracovníka pro seřizovací předpis

Seřizovací předpis a případnou další dokumentaci je nutno připravit ke stroji ještě v době jeho chodu, opět se jedná o převod na externí operaci.

Odstranění odkládací schránky

Při činnostech prováděných na pravé straně u skříně s pohonnou jednotkou značně překážela odkládací schránka připevněná ke skříně šrouby. Po poměrně jednoduché konstrukční úpravě, o níž bude pojednáno v závěru návrhu řešení v kapitole 5.3.1, ji bude možno snadno odstranit ještě za chodu stroje při zavalování běhounu posledního pláště těsně před výměnou bubnu. Toto odstranění je činnost externí. Zpětná instalace schránky bude také velmi nenáročná.

Standardizace

Další možností zkrácení času nutného pro výměnu konfekčního bubnu je standardizace nářadí a nástrojů.

Seřizovač ke stroji přichází s brašnou nebo kufrem. V ní má uloženo veškeré nářadí a nástroje a dosti dlouho trvá, než potřebný nástroj vyhledá. Také šrouby, matice a podložky po demontáži původního bubnu, kulis zavalování a unášečů lan pracovník odkládá na různé části stroje, některé občas spadnou a následuje zbytečné hledání.

Tomuto se dá předejít použitím montážního vozíku, v němž by měl každý kus nářadí nebo každý nástroj pevně určené místo a bylo by pamatováno i na prostor pro demontované šrouby, matice, podložky apod. Po použití by seřizovač vrátil nářadí na správné místo a před dalším použitím by je nemusel pracně hledat, čímž by se opět ušetřil jistý čas.

Tab. 7. Průběžný souhrn opatření

Poř. č.	Opatření	Úspora v min	Úspora v %
1.	Prostorové uspořádání uložení bubnů	5,0	7,3
2.	Vychystání technické dokumentace ke stroji	1,6	2,3
3.	Příprava náradí a nástrojů	2,2	3,2
	Celkem	8,8	12,8

Zdroj: [vlastní]

5.3 Zkrácení času interních činností

Je to třetí krok SMED. Z tabulky 4. plyne, že z interních činností nejvíce času spotřebují operace č. 6-9 a 11-14, jimiž se představuje a upevňuje zavalovací zařízení umístěné pod konfekčním bubnem. Jim se budu věnovat především, neopomenu však ani další operace.

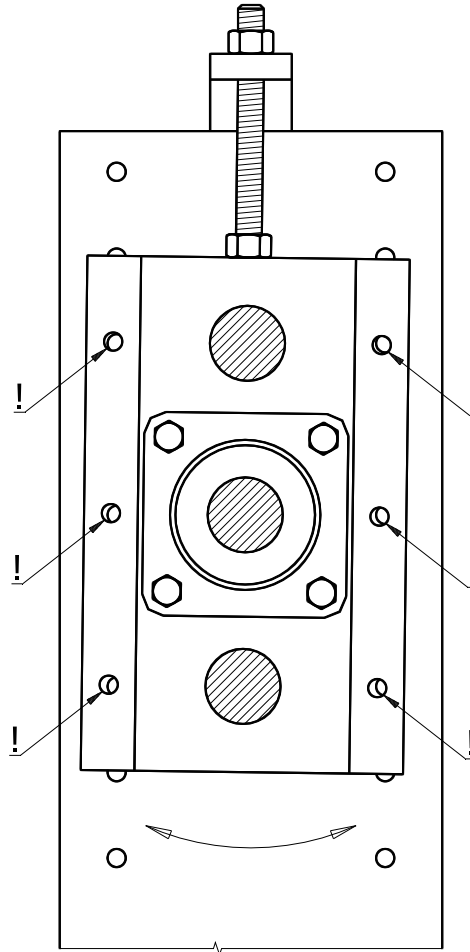
5.3.1 Přestavení a upevnění zavalovací jednotky

Současný stav

Zavalovací zařízení se přestaví do nové polohy a seřídí pomocí úkonů č. 6-9 jízdního řádu. Nejdříve se horní matice stavěcích šroubů na obou kulisách zavalování povolí a přešroubují přibližně do nové polohy. Levá kulisa je připevněna šesticí šroubů k boční desce frémy, pravá pak šesti šrouby k upevňovacímu sloupku (viz obr. 19. a 20. v kapitole 4.4.3 a obr. 21. v kapitole 4.6.2). Protože nový buben má větší průměr než původní, celá zavalovací jednotka se bude spouštět dolů, matice stavěcích šroubů se tedy přemístí přibližně o jednu polohu směrem vzhůru. Změna polohy je dána roztečí devíti dvojic děr v boční desce i v upevňovacím sloupku pro upevnění obou kulis. Následně se odstraní po šesti šroubech z obou kulis a zahájí se přestavování do nové polohy. Tato operace je při současném stavu velmi pracná a zdouhává. Kulisy se musí přestavět tak, aby díry pro šrouby na kulisách byly v přesném zákrytu s děrami na upevňovacím sloupku a boční desce frémy. To je však velmi obtížné. Po odstranění upevňovacích šroubů se obě kulisy přestavují pomocí ručních klíčů. Protože zde nejsou žádné vodící prvky, kulisy se vytácejí do stran (viz obr. 23.) a do svislé polohy je seřizovač přivádí poklepy kladivem do kulis ze stran. I výškové seřízení děr se provádí zkusmo, tedy pracně. Obě kulisy se musejí posouvat současně malými dílčími posuny, aby nedošlo ke zkřížení a tím zablokování zavalovací jednotky. Tato činnost

trvala 11 minut, což je neúměrně dlouho. Navrhnou proto technické řešení, jež by dobu operace podstatně zkrátilo.

Obr. 23. Vychýlení kulisy ze svislého směru při přestavování do nové polohy



Zdroj: [vlastní]

Kroky č. 11-14 představují upevnění obou kulisy zavalování po přestavení. Provádí se po dosažení ideální polohy kulisy vůči upevňovacím prvkům (bočnice a upevňovací sloupek), a to nasazením a následným přitažením šestic upevňovacích šroubů pomocí mechanických klíčů. Práce s klíči v ne ideálně přístupných místech je zdlouhavá. Z bodu č. 12 jízdního řádu plyne, že práce na pravé straně u skříně s pohonem je časově mnohem náročnější, než na straně druhé. Na skříně je dvěma šrouby upevněna odkládací plechová schránka pro nářadí a pomůcky konfekcionéra, a ta značně překáží nejen při této operaci, ale při všech činnostech prováděných na pravé straně. Ke schránce je přichycen i elektrický ohříváč tzv. teplého nože potřebného pro odříznutí vnitřní gumy nalepené na prvním kordu po jeho navinutí na konfekční buben (viz obr. 24.). Seřizovač jej před zahájením práce neodstraní

a lehce se o něj popálil na předloktí pravé ruky a navíc mu schránka s ohřívačem po celou dobu práce na pravé straně překážela. Po dotažení upevňovacích šroubů se stavěcí šrouby zajistí přitažením horních a dolních matic k třmenům.

Obr. 24. Schránka pro nářadí a pomůcky a ohřívač teplého nože

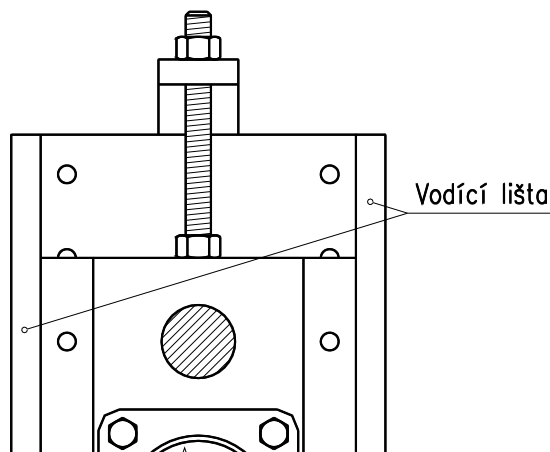


Zdroj: [vlastní]

Návrh řešení

Velkou překážkou je vychýlení kulis do stran při přesunu do nové polohy. Jak již bylo řečeno, nejsou zde použity žádné vodící prvky, které by zajistily přesný posun po vertikální ose. Proto pro zabránění nežádoucího pohybu kulis do stran navrhuji použít ocelové vodící lišty, jež by těsně doléhaly k oběma bokům kulis. Kulisy se budou pohybovat pouze ve svislém směru. Lišty mohou být připevněny buď pevným spojem – svarem, nebo rozebíratelně – šrouby (viz obr. 25.).

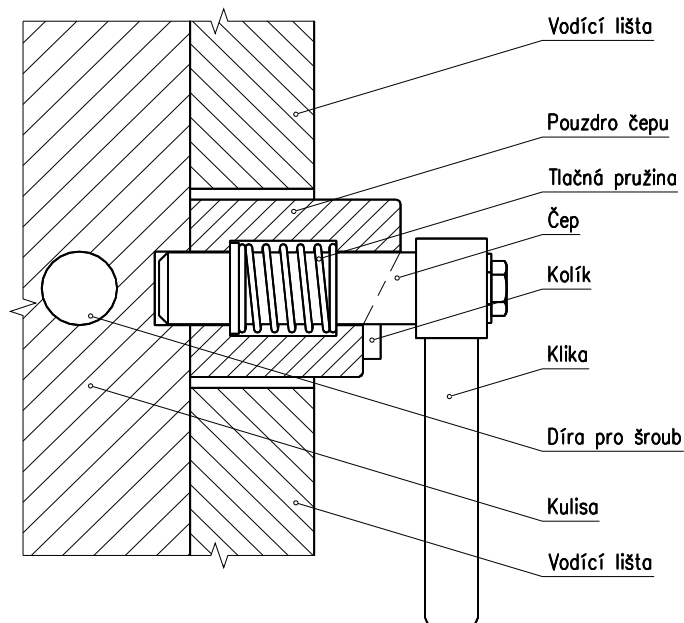
Obr. 25. Vodící lišty kulis



Zdroj: [vlastní]

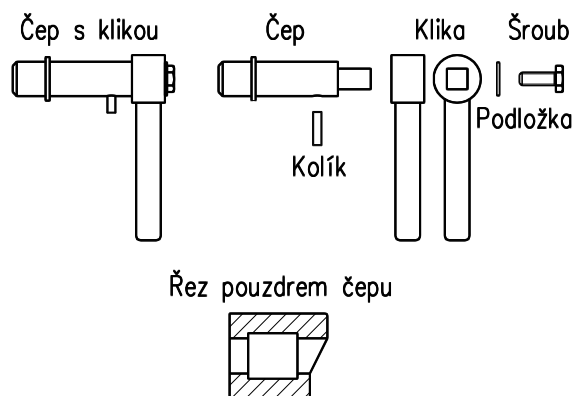
Pro seřizovače je velmi náročné dosáhnout výškového seřízení děr na kulisách vůči díram na upevňovacích prvcích. Aby nedošlo ke zkřížení zavalovacího mechanismu, musí posouvat obě kulisy malými dílčími posuny na obou stranách současně. Správnou polohu určuje zkusmo, což je časově zdlouhavé. Pro zajištění přesného posuvu zavalovacího zařízení navrhuji například použít zajišťovacího mechanismu s čepem opatřeným klikou a tlačnou pružinou (obr. 26. a 27.).

Obr. 26. Mechanismus zajišťovacího čepu



Zdroj: [vlastní]

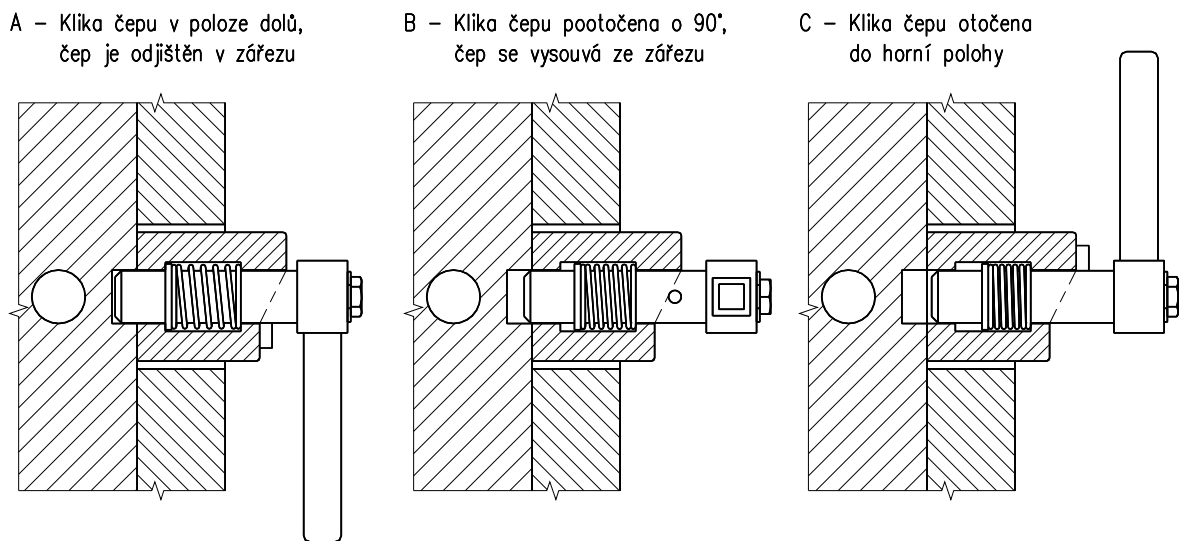
Obr. 27. Příklad řešení soustavy zajišťovacího čepu s klikou



Zdroj: [vlastní]

Jeden bok kulisy, nejlépe vnější, blíže ke konfekcionérovi, se opatří pěti zářezy pro zapadnutí zajišťovacího čepu tak, aby zářezy měly stejné rozteče jako dvojice děr pro šrouby na upevňovacím sloupcu a bočnici frémy, ne však jako na kulise, kde jsou díry od sebe ve dvojnásobné vzdálenosti. Na upevňovací sloupek a na bočnici frémy se do připravené mezery ve vodící liště připevní pouzdro čepu, osadí se čepem s klikou a tlačnou pružinou a zakryje se víčkem pouzdra. Pouzdro má na straně ke klice polospirálovou plochu. Čep s osazením pro opření tlačné pružiny je touto pružinou tlačěn směrem ke kulise a na spirálovou plochu dosedá kolíkem čepu. Klika je nasazena na čtyřhranu čepu a zajištěna šroubkem s podložkou. Nemůže být s čepem spojena nerozebíratelně, aby bylo možno na čep navléci pružinu. Otáčením kliky se kolík posouvá po spirálové ploše pouzdra, čímž se čep vysouvá či zasouvá. Na horním úvrátí kolíku spirálovitá plocha přejde hranou v rovinu nutnou pro zabránění samovolnému otočení čepu vlivem tlaku pružiny do dolní polohy (viz obr. 28.).

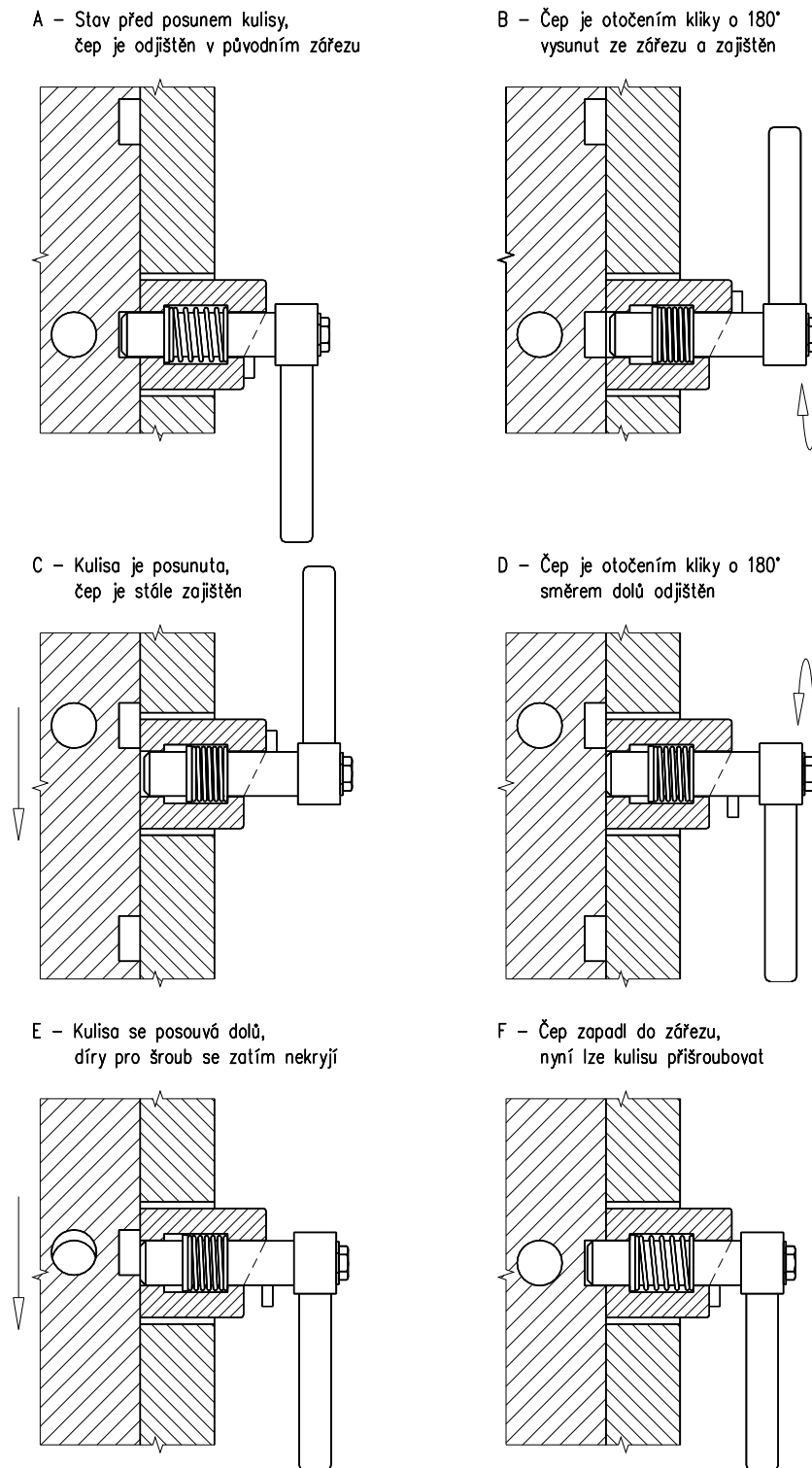
Obr. 28. Schéma funkce mechanismu zajišťovacího čepu



Zdroj: [vlastní]

Při přestavování obou kulis čep bude fungovat dle obr. 29. Před posunem kulisy se čep otočením kliky do horní polohy vysune ze zářezu v kulise. Kolík čepu je nyní na horní rovné plošce pouzdra a zajišťuje čep ve vysunuté poloze. Kulisa se posune co nejdříve k nové poloze a čep se otočením do dolní polohy odjistí. Tlakem pružiny se přitlačí k boční stěně kulisy. Kulisa se posouvá dále, až se dostane zářezem přesně naproti čepu a ten do něj zapadne. Kulisa je zajištěna ve správné poloze a je možno ji připevnit šrouby.

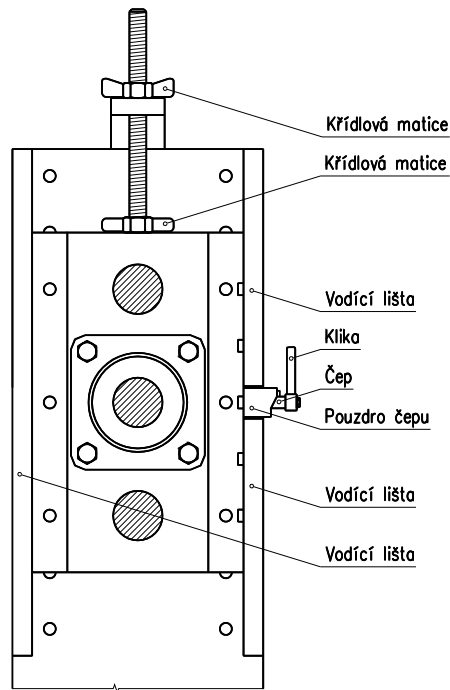
Obr. 29. Zajištění přesného posuvu kulisy pomocí zajišťovacího čepu



Zdroj: [vlastní]

Aby se odstranilo zdlouhavé seřizování stavěcích matic na stavěcím šroubu pomocí ručních klíčů, je možno použít matice křídlové. Operace se tím výrazně zrychlí (viz obr. 30.).

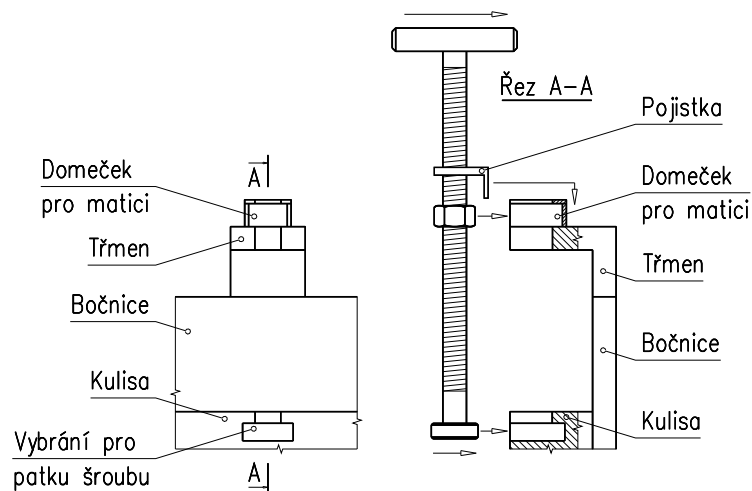
Obr. 30. Schéma řešení rychlého přestavení kulis zavalování



Zdroj: [vlastní]

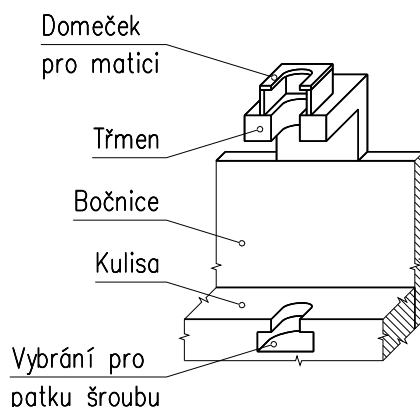
Další možností jak urychlit přestavení kulis zavalování je využití přípravku „T-šroubu“ (viz obr. 31. a 32.). Použití T-šrouby odstraní nutnost užívání stavěcích šroubů a matic a zdlouhavé seřizování. Je to vlastně dlouhý šroub ve spodní části opatřený patkou, na něm je našroubována matice a navlečena pojistka. Na horní části je nasazen příčný kus vytvářející tvar písmene T a sloužící k otáčení šroubu.

Obr. 31. Schéma instalace T-šrouby



Zdroj: [vlastní]

Obr. 32. Konstrukční úpravy pro použití T-šroubu



Zdroj: [vlastní]

Dále bude nutno provést na kulisách a na třmenech upevňovacích prvků menší konstrukční úpravy. V horní části kulisy bude vytvořeno širší vybrání pro patku šroubu a nad ní výřez pro šroub. V třmenu bude výřez pro šroub a na třmenu bude připevněn domeček pro matici, jehož vnitřní šíře je nepatrně větší než užší šíře matice. Také v horní ploše domečku bude vytvořen výřez pro šroub.

Použití T-šroubu: matice na šroubu se nastaví do odměřené výšky (vzdálenost mezi domečkem a vybráním pro patku šroubu na kulise) a šroub se zasune do výřezů pro šroub, aby patka šroubu byla umístěna ve vybrání a matice v domečku. Proti vysunutí se šroub zajistí spuštěním pojistky tak, aby zapadla za domeček. Pak se demontují šrouby upevňující kulisu. Totéž se provede na druhé kulise. Současným otáčením obou T-šroubů se kulisy plynule přestaví a k přesnému přestavení se využije zajišťovacích čepů. Celé přestavení proběhne velmi rychle a přesně. Kulisy se v nové poloze opět zajistí šrouby, T-šrouby se odstraní a uloží na montážní vozík.

Protože přišroubování kulis klasickými klíči je velmi pomalé, použijí se šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem a dotáhnou se úhlovým aku šroubovákem, čímž se operace výrazně zrychlí. Úhlové aku šroubováky jsou na trhu v dostatečném sortimentu a v různých cenových relacích. Na obrázku 33. uvádím pro představu tři typy. Bosch GWI 10,8 V-Li stojí 6 295,- Kč s DPH (www.rucni-naradi.cz) a Makita 6706D 13 472,- Kč včetně DPH (www.naradi-vitek.cz). Existují však i speciální akumulátorové šroubováky (utahováky) pro automobilový průmysl nebo pro odvětví, kde je vyžadován přesný krouticí moment, jako např. Makita řady BFL, a to BFL080FZ, BFL200FZ, BFL300FZ a BFL400FZ.

Ceny jsou však vyšší, pohybují se od 18 126,- do 27 891,- Kč s DPH (www.naradi-24.cz). Investice do nákupu kvalitnějšího nářadí by se však vyplatila. Šroubovák by byl využit pro veškerá utahování šroubů při výměně, tedy i při upevňování příruby konfekčního bubnu, při seřizování unášečů lan, podavače běhounů a zavalovacích kladek. Byl by používán i při veškerých výměnách na dalších strojích. Čas těchto výměn by se výrazně zkrátil.

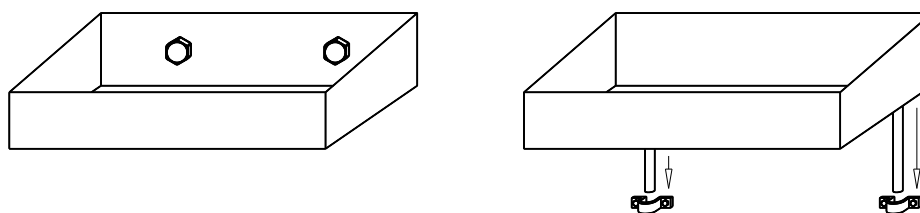
Obr. 33. Úhlové aku šroubováky Bosch GWI 10,8 V-Li, Makita 6706D a BFL400FZ



Zdroj: [vlastní]

Jak již bylo řečeno výše, ke skříni pohonné jednotky stroje je šrouby připevněna plechová schránka na nářadí a pomůcky konfekcionéra, která překáží při činnostech prováděných na pravé straně bubnu, tedy při demontáži bubnu, seřizování pravé kulisy zavalování a montáži nového bubnu. Aby schránka nepřekážela a činnosti se zrychlily, je nutno ji odstranit. Demontáž šroubů je zdlouhavá, proto navrhuji upevnění schránky vyřešit takto: ke stěně schránky přiléhající ke skříni stroje přivařit dva kovové kolíky se zabroušenými konci proti poranění, přečnívající pod schránkou cca 60 mm. Na skříň ve stejné rozteči jakou mají kolíky připevnit dvě úchytky (očka), do nichž se kolíky schránky zasunou. Schránku bude možno velmi rychle vyjmout i zpětně nainstalovat a délka kolíků zabráni neúmyslnému vytažení. Na obrázku 34. je vlevo znázorněn současný stav, vpravo pak jeho řešení.

Obr. 34. Změna upevnění odkládací schránky



Zdroj: [vlastní]

Pohled na konfekční buben se zavalovací jednotkou, unášecí patních lan a podavačem běhounů je na obr. 35.

Postup při přestavení a seřízení zavalovací jednotky

Za předpokladu, že nosné prvky budou opatřeny vodícími lištami, bude použito stavěcích čepů, T-šroubů a aku šroubováku, a buben bude demontován, bude činnost vypadat takto:

Na obě kulisy se nainstalují T-šrouby, stavěcí čepy se vysunou a demontují se upevňovací šrouby z obou kulis. Šrouby se odloží na určené místo na montážním vozíku. Současným otáčením T-šroubů se obě kulisy přestaví co nejbližší zářezům určujícím novou polohu. Stavěcí čepy se zasunou a během dalšího otáčení T-šrouby zapadnou čepy tlakem pružin do zářezů kulis. Je tak dosaženo jejich správné polohy. Pomocí aku šroubováku se kulisy připevní šesticemi upevňovacích šroubů k nosným prvkům. T-šrouby se odstraní a odloží na určené místo na montážním vozíku a je možno přikročit k dalším činnostem.

Tab. 8. Navrhovaný postup přestavení zavalovací jednotky

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:00	1:00	Instalace T-šroubů
2	0:10	1:10	Vysunutí stavěcích čepů
3	2:30	3:40	Demontáž upevňovacích šroubů z obou kulis a jejich uložení
4	1:00	4:40	Přestavení obou kulis současným otáčením T-šrouby do blízkosti nové polohy
5	0:10	4:50	Zasunutí stavěcích čepů
6	0:20	5:10	Dosažení nové polohy otáčením T-šrouby a zapadnutím čepů do zářezů
7	3:30	8:40	Montáž upevňovacích šroubů obou kulis zavalování
8	0:50	9:30	Odstranění T-šroubů a jejich uložení

Zdroj: [vlastní]

Dobu potřebnou pro přestavení zavalovací jednotky se navrženým postupem podařilo zkrátit z původních 29:50 minut na 9:30 minut, což představuje zkrácení o 68,2%, tedy na méně než jednu třetinu původního času. Výrazné časové úspory se dosáhlo použitím T-šroubů, stavěcích čepů pro přemístění zavalování a úhlového aku šroubováku pro připevnění kulis šrouby. Demontáž a montáž upevňovacích šroubů se také urychlila uplatněním vysouvacího uchycení překážející odkládací schránky na skříni pohonné jednotky a jejího jednoduchého odstranění ještě za chodu stroje při zavalování běhounu posledního pláště těsně před výměnou bubnu. Toto odstranění je činnost externí.

5.3.2 Demontáž původního a montáž nového konfekčního bubnu

Demontáž a montáž šroubů, jimiž je příruba bubnu připevněna k přírubě hnacího hřídele, se provádí pomocí mechanických klíčů. Tento postup je časově značně náročný. Nabízí se zde možnost jeho zkrácení použitím aku šroubováku a odstraněním překážející schránky na nářadí.

Tab. 9. Navrhovaný postup demontáže a instalace bubnu

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:05	1:05	Uchycení KB na stroji do popruhů jeřábu
2	0:10	1:15	Vypnutí hlavního vypínače, zastavení přívodu vzduchu
3	2:30	3:45	Demontáž šroubů příruby KB pomocí aku šroubováku
4	0:35	4:20	Přemístění uvolněného KB na podložku v blízkosti stroje
5	0:40	5:00	Navlečení popruhů jeřábu na KB 19" umístěný u stroje
6	2:00	7:00	Přesun KB 19" k přírubě hřídele stroje
7	3:20	10:20	Připevnění KB k přírubě
8	0:20	10:40	Zapnutí hlavního vypínače, otevření přívodu vzduchu
9	0:10	10:50	Zajištění vnější příruby KB zajišťovacím šroubem
10	0:10	11:00	Zajištění vnitřní příruby KB zajišťovacím šroubem

Zdroj: [vlastní]

Čas nutný pro demontáž původního a instalaci nového konfekčního bubnu se uplatněním uvedeného postupu zkrátil z původních 18:35 minut na 11:00 minut, tedy o 40,8%. Díky použití aku šroubováku se zkrátily operace č. 3 a 7. U všech ostatních operací zkrácení nepředpokládám.

5.3.3 Výměna a seřízení unášeců lan

Protože unášec lan jsou k držákům připevněny šrouby, také zde lze zkrátit dobu činnosti použitím aku šroubováku, a to u operací č. 2 a 4. Po odstranění překážející odkládací schránky se urychlí operace č. 3, 4, a 7 v následující tabulce.

Tab. 10. Navrhovaný postup výměny a seřízení unášečů lan

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:05	1:05	Demontáž zadních unášečů lan
2	1:10	2:15	Montáž nových zadních unášečů lan
3	1:00	3:15	Demontáž předních unášečů lan
4	1:30	4:45	Montáž nových předních unášečů lan
5	1:25	6:10	Seřizování předních unášečů lan na nový průměr
6	1:55	8:05	Seřizování zadních unášečů lan na nový průměr
7	1:30	9:35	Seřízení předních unášečů lan na šířku KB
8	1:30	11:05	Seřízení zadních unášečů lan na šířku KB

Zdroj: [vlastní]

Doba výměny a seřízení unášečů lan byla navrženým postupem zkrácena z původních 14:00 minut na 11:05 minut, a to představuje úsporu času 20,8%.

5.3.4 Seřízení dalšího příslušenství konfekčního bubnu

Do této skupiny jsem zařadil koncové spínače zavalovacích kladek, naváděcí světelné rysky a podavač běhounů. Protože pro seřízení pozice hradítek podavače běhounů jsou použity šrouby, také zde lze zkrátit dobu činnosti použitím aku šroubováku. U ostatních činnostech nevidím možnost časového zkrácení. Jsou dosti náročné na přesnost a zručnost seřizovače.

Tab. 11. Navrhovaný postup seřízení dalšího příslušenství

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:15	1:15	Seřízení koncových spínačů zavalovacích kladek
2	3:30	4:45	Seřízení naváděcích světelných rysek
3	1:00	5:45	Seřízení podavače běhounů

Zdroj: [vlastní]

Původní doba nutná pro seřízení dalšího příslušenství se doporučeným postupem zkrátila z 6:20 na 5:45 minut, což představuje urychlení činnosti o 9,2%.

Obr. 35. Konfekční buben se zavalovacími kladkami, předními unášeči lan a podavačem běhounů



Zdroj: [vlastní]

5.3.5 Souhrn navrhovaných zlepšení

Tab. 12. Redukce interních procesů

Poř.	Navrhovaná zlepšení
1.	Stavěcí T-šrouby
2.	Vodící lišty na nosných prvcích
3.	Stavěcí čepy a protizářezy na kulisách
4.	Úhlový aku šroubovák
5.	Konstrukce uchycení odkládací schránky

Zdroj: [vlastní]

Pomocí těchto zlepšení se dosáhlo zkrácení doby výměny bubnu o více než polovinu. V první fázi jsem pro urychlení přestavení zavalovacích kulis navrhol namísto obyčejných stavěcích matic použít matice křídlové, ale během zpracovávání tohoto tématu jsem dospěl k názoru, že toto řešení není optimální. Proto jsem se rozhodl křídlové matice nahradit něčím účinnějším. Po konzultacích s lidmi problému znalými jsem navrhl řešení využitím stavěcích T-šroubů, což přispělo k dalšímu výraznému zkrácení.

5.4 Finální jízdní řád

Tab. 13. Navrhovaný postup výměny konfekčního bubnu

Č.	Čas operace	Čas celkový	Činnost seřizovače
1	1:05	1:05	Uchycení KB na stroji do popruhů jeřábu
2	0:10	1:15	Vypnutí hlavního vypínače, zastavení přívodu vzduchu
3	2:30	43:45	Demontáž šroubů příruby KB pomocí aku šroubováku
4	0:35	4:20	Přemístění uvolněného KB na podložku v blízkosti stroje
5	0:40	5:00	Navlečení popruhů jeřábu na KB 19" umístěný u stroje
6	1:00	6:00	Instalace T - šroubů
7	0:10	6:10	Vysunutí stavěcích čepů
8	2:30	8:40	Demontáž upevňovacích šroubů z obou kulis a jejich uložení
9	1:00	9:40	Přestavení obou kulis současným otáčením T-šrouby do blízkosti nové polohy
10	0:10	9:50	Zasunutí stavěcích čepů
11	0:20	10:10	Dosažení nové polohy otáčením T-šrouby a zapadnutím čepů do zářezů
12	3:30	13:40	Montáž upevňovacích šroubů obou kulis zavalování
13	0:50	14:30	Odstranění T-šroubů a jejich uložení
14	1:05	15:35	Demontáž zadních unášečů lan
15	1:10	16:45	Montáž nových zadních unášečů lan
16	1:00	17:45	Demontáž předních unášečů lan
17	1:30	19:15	Montáž nových předních unášečů lan
18	2:00	21:15	Přesun KB 19" k přírubě hřídele stroje
19	3:20	24:35	Připevnění KB k přírubě
20	0:20	24:55	Zapnutí hlavního vypínače, otevření přívodu vzduchu
21	1:25	26:20	Seřizování předních unášečů lan na nový průměr
22	1:55	28:15	Seřizování zadních unášečů lan na nový průměr
23	1:30	29:45	Seřízení předních unášečů lan na šířku KB
24	1:30	31:15	Seřízení zadních unášečů lan na šířku KB
25	1:15	32:30	Seřízení koncových spínačů zavalovacích kladek
26	0:10	32:40	Zajištění vnější příruby KB zajišťovacím šroubem
27	0:10	32:50	Zajištění vnitřní příruby KB zajišťovacím šroubem
28	3:30	36:20	Seřízení naváděcích světelných rysek
29	1:00	37:20	Seřízení podavače běhounů

Zdroj: [vlastní]

Navrhovaný jízdní řád je kratší než původní o 38:00 minut, to je o 50,4%.

Pro stroj č. 3, kde je menší prostor pro manipulaci s paletami konfekčních bubnů, se změní znění formulace bodu č. 4 a 5 a čas operace se prodlouží:

4	1:20	Přemístění uvolněného KB na paletu a její odsun od stroje
5	1:25	Přesun nového KB na paletě ke stroji, navlečení popruhů jeřábu na něj

Čas v součtu obou operací se prodlouží o 1:30 minut. Navrhovaný jízdní řád pro stroj č. 3 bude mít celkovou délku 38:50 minut, bude tedy kratší o 36:30 minut než původní, což činí 48,5%.

Jízdní řád je koncipován pro jednoho seřizovače, i když na ranní směně pracuje předák spolu s jedním pracovníkem. Díky výrobě na konfekci motoplášťů v malých sériích jsou oba využiti dostatečně při výměnách na dalších konfekčních strojích a při další činnosti spojené s provozem konfekce.

Neobjevují se v něm již operace, které jsou v původním jízdním řádu uvedeny pod těmito pořadovými čísly:

10 – odsun překážející palety s původním bubnem

19 – její přísun zpět ke stroji

20 – uchycení nového bubnu do popruhů

23 – uložení demontovaného bubnu na paletu

27 – odsun palety s demontovaným bubnem

35 – vzdálení se pracovníka pro seřizovací předpis.

Jmenované operace byly převedeny z interních na externí. Tento jízdní řád rovněž neobsahuje operaci č. 29 – úprava šířky bubnu (šířková změna), není předmětem SMEDu.

5.5 Vyhodnocení navrhovaných zlepšení

5.5.1 Náklady na zavedení zlepšení

První opatření je použití systému vodících lišt, T-šroubů a zajišťovacích čepů a bude vyžadovat pouze investice do materiálu. Realizace tohoto systému bude zajištěna odborem hlavního mechanika, a to v rámci pracovní doby jeho pracovníků. Materiálové náklady budou relativně nízké, odhadem do dvou tisíc Kč.

Druhým opatřením je nákup úhlového aku šroubováku. Jak již bylo uvedeno v kapitole 5.3.1, ceny tohoto zařízení se pohybují v rozpětí cca 6.000 – 28.000 Kč. V tomto případě

by bylo vhodné příliš nešetřit a pořídit kvalitní profesionální šroubovák Makita řady BFL. Nejnižší cena je zde přes 18.000 Kč.

Dalším opatřením je změna uchycení odkládací schránky pro nářadí konfekcionéra. Náklady zde budou opravdu minimální, materiálově se budou pohybovat řádově v desetikorunách, realizace bude opět zajištěna odborem hlavního mechanika.

5.5.2 Navýšení kapacity

Analyzovaná výměna konfekčního bubnu trvala 75:20 minut. Nový postup, do nějž byla promítnuta všechna navržená opatření, zkrátí dobu výměny na 37:20 minut u stroje č. 1 a 2 a 38:50 minut u stroje č. 3. Rozdíl činí 38, respektive 36,5 minut na jednu výměnu. Frekvence výměn konfekčních bubnů na stroji RCM není statisticky podchycena, budu proto pro výpočty používat průměrné hodnoty. Podle vedoucích pracovníků a logisty oddělení motoplášťů dochází k výměně na jednom stroji dvakrát týdně. Při 50 pracovních týdnech ročně to je 100 výměn na jeden stroj, tedy u tří strojů to bude 300 výměn ročně. Z toho 200krát proběhne výměna na prvních dvou strojích s úsporou 38 minut a 100krát na stroji třetím s úsporou 36,5 minut. Celkový čas úspory pak činí $200 \times 38 + 100 \times 36,5 = 11250$ minut. Při průměrné výrobě 128,5 ks plášťů za 7,5 hodiny na stroji RCM v roce 2006 trvá výroba jednoho kusu 3,5 minuty. Na všech třech strojích je pak možno vyrobit ročně o 3214 kusů plášťů více (viz Příloha IV).

Promítnu-li tento výsledek do skutečnosti za rok 2006, kdy bylo na strojích RCM vyrobeno 112 340 plášťů, bylo by možno po zavedení projektu výrobu navýšit přibližně o 2,8%.

V kapitole 4.5 jsem se zmínil, že konfekční stroj RCM byl pracovníky průmyslového inženýrství vytipován jako úzké místo. To zde vzniká v důsledku příliš dlouhé výměny konfekčního bubnu. Moje úsilí bylo podřízeno dosažení cíle vliv tohoto úzkého místa co nejvíce omezit. Podařilo se mi úzké místo rozšířit a zvýšit výrobu ročně o již zmíněných 3214 kusů více.

5.6 Projekt

Cílem projektu je dosáhnout co největšího zkrácení času potřebného pro výměnu konfekčního bubnu na konfekčním stroji RCM na konfekci motoplášťů.

5.6.1 Etapy realizace

První etapa již byla uskutečněna, byla to vlastní analýza procesu výměny bubnu, na jejímž základě byla navržena nutná opatření. Ta budou realizována po následujících krocích.

První měsíc

Odbor technické přípravy výroby zajistí vypracování technické dokumentace

- Přípravků:
 - T-šrouby
 - Zajišťovací čepy a jejich pouzdra
 - Vodící lišty
 - Uchycení odkládací schránky
- Úprav strojního zařízení:
 - Upevnění vodících lišt
 - Vybrání pro patku T-šroubu v kulisách a výřezy pro T-šroub
 - Zářezky v boku kulis pro zajišťovací čepy
 - Upevnění domečku pro matici T-šroubu na třmeny

Druhý měsíc

Odbor hlavního mechanika zajistí realizaci výše uvedených přípravků a úprav na strojním zařízení. Dále zajistí nákup vhodného úhlového aku šroubováku.

Seřizovači budou seznámeni s novým způsobem práce a proškoleni v nových činnostech.

Třetí měsíc

Seřizovači se naučí provádět výměnu bubnu novým způsobem přímo v praxi. Na konci tohoto měsíce by už měli být schopni provádět výměnu v čase pod 38 minut.

5.6.2 Projektový tým

Pro realizaci navržených opatření bude vytvořen projektový tým. Ten bude zodpovídat za provedení a dodržení časového plánu projektu.

Složení projektového týmu:

- Vedoucí provozu 430 - výroba motoplášťů
- Hlavní mechanik
- Předák seřizovačů
- Průmyslový inženýr

Na řešení případných nově vzniklých potíží a problémů se budou podílet všichni členové společně, zodpovědnost za práci projektového týmu bude ale na vedoucím provozu.

Hlavní mechanik bude zodpovídat za správnost a dodržení termínů provedení technických úprav.

Předák seřizovačů bude zodpovídat za to, že všichni seřizovači budou důkladně seznámeni s činnostmi a že tyto činnosti budou plně ovládat.

Průmyslový inženýr bude dohlížet na průběh realizace a bude zajišťovat koordinaci všech členů týmu.

Tým se bude scházet na pravidelných poradách jednou až dvakrát měsíčně. Bude řešit případné potíže a odstraňovat možné překážky, a také hodnotit dílčí i celkové výsledky realizace projektu. Realizaci pak uzavře vypracováním závěrečné zprávy.

5.6.3 Finanční rozpočet projektu

Většina opatření bude realizována vlastními zdroji. Technická dokumentace bude vypracována v rámci pracovní doby pracovníků technické přípravy výroby. Výrobu přípravků a provedení technických úprav strojního zařízení provedou pracovníci odboru hlavního mechanika rovněž v pracovní době. Finanční náklady se zde budou týkat pouze použitého materiálu. Je možno počítat s částkou do 2 tisíc Kč.

Na nákup úhlového aku šroubováku bude určena částka 20 tisíc Kč.

Na realizaci projektu bude potřebná částka 22 000,- Kč.

5.6.4 Rizika projektu

Tento projekt by sebou neměl nést žádná rizika, ať už při realizaci, nebo při samotném využívání, a to ani pro strojní zařízení, ani z hlediska ochrany zdraví a života při práci.

6 SPLNĚNÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉHO PROJEKTU

Prvotním cílem mé diplomové práce bylo zhodnotit současný stav výměny konfekčního bubnu na stroji RCM. Toho jsem dosáhl provedením analýzy videozáznamu pořízeného při výměně konfekčního bubnu 18“ za buben 19“ na konfekčním stroji RCM č. 2. Analýza odhalila časové ztráty jednotlivých etap výměny. Neúměrně dlouhá byla především doba přestavění zavalovací jednotky, ale i časy dalších činností s výměnou souvisejících se jevíly delší, než bylo nezbytně nutné.

Hlavní cíl směřoval k co největšímu zkrácení těchto časů za pomoci jedné z metod průmyslového inženýrství, a to metody SMED. Oproti původní době byl nový čas výměny kratší u strojů č. 1 a 2 o 50,4%, u stroje č. 3 o 48,5%, viz kapitola 5.4 Finální jízdní řád. Bude-li projekt realizován, na všech třech strojích bude možno vyrobit ročně o 3214 kusů plášťů více. Podrobné informace o přínosech jsou obsahem kapitoly 5.5.2 a přílohy P IV.

Mohu konstatovat, že se mi oba cíle podařilo splnit.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zkrátit dobu potřebnou pro výměnu konfekčního bubnu, a to jednou z metod průmyslového inženýrství – metodou SMED.

Tato metoda neobsahuje žádný pevný a neměnný postup, jehož by bylo nutno se striktně držet. Jde zde spíše o snahu změnit pohled na problémy spojené s redukcí časů různých změn v průmyslové výrobě a zejména změnit způsob myšlení, což znamená oprostit se od zažitých stereotypů. Podle metody SMED je například nejlepším způsobem vykonávání některých činností vůbec je nevykonávat.

V teoretické části práce jsem představil průmyslové inženýrství a popsal teoretický základ metody SMED se zaměřením na problematiku úzkého místa.

V části analytické jsem představil společnost a proces výroby plášťů pro motocykly. Dále jsem popsal současný postup výměny konfekčního bubnu u konfekčního stroje RCM, a to pomocí tzv. jízdního řádu výměny a detailně rozebral jeho jednotlivé etapy.

V projektové části jsem navrhl opatření, jimiž lze celý postup výměny konfekčního bubnu zkrátit na zhruba polovinu. I když se jedná o podstatnou redukcí, mám za to, že po jeho realizaci a po zaběhnutí bude možné celý proces opakovat a dobu výměny dále snižovat. Přesto, že se nyní již proces může jevit bez rezerv, v budoucnosti se určitě nějaké další možnosti zlepšení najdou.

Věřím, že tato diplomová práce může pomoci společnosti Mitas a.s. v cestě k vyšší produktivitě, jež je stěžejním faktorem zvyšování konkurenceschopnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M.: *Teorie omezení v podnikové praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X
- [2] GOLDRAT, E. M., COX, J. *Cíl: proces trvalého zlepšování*. Přeložili Libuše Trávníčková, Luboš Trávníček. 2. vydání. Praha: Interquality, 2001, 335 s. ISBN 80-902770-2-0
- [3] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. *Podnik v roce 2001: Revoluce v podnikové kultuře*. 1. vydání. Praha: Grada, 1993. 320 s. ISBN 80-7169-003-1
- [4] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. *Ako zvyšovať produktivitu firmy*. 1. vydání. Žilina: inFORM, 2001. ISBN 80-968583-1-9
- [5] MAŠÍN, I. – VYTLAČIL, M.: *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8
- [6] MAŠÍN, I. – VYTLAČIL, M.: *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8
- [7] PIVOŇKA, P. *TOC – Theory of constraint* [online]. c2001, [cit. 2007-03-12]. Dostupné z: <<http://www.systemonline.cz/site/trendy/pivonka.htm>>.
- [8] TUČEK, D., BOBÁK, R.: *Výrobní systémy*. Zlín: UTB Zlín, FaME Zlín. 2006. 297 s. ISBN 80-7318-381-1
- [9] TUČEK, D.: *Využití Teorie omezení a projekt IS Navision ve společnosti TONAK*. In *Systémová integrácia 2005*. Sborník přednášek z mezinárodní konference. Podbánské: 2005, s. 127-135. ISBN 80-8070-453-8
- [10] VELKOBORSKÝ, J.: *TOC ve výrobě – I. Díl: Drum-Buffer-Rope* [online]. c2002, [cit. 2005-03-16]. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/velkobor.htm.
- [11] VELKOBORSKÝ, J.: *TOC ve výrobě – II. Díl: Drum-Buffer-Rope* [online]. c2002, [cit. 2005-03-17]. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/velkobor2.htm.
- [12] Interní materiály firmy Mitas, a.s.

[13] Mitas a.s. [online]. c2006, [cit.]. Dostupné z:

<http://www.cgs.cz/index.php?stranka=2&rid=7&cid=4>

[14] *SMED (Single minute exchange of die)* [online]. Vorne: Learning centre, [cit.

2007-03-15]. Dostupné z:

<http://www.vorne.com/solutions/learning_center/smed_quick_changeover.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PI	Průmyslové inženýrství
SMED	Single minute exchange of die
IPI	Institut průmyslového inženýrství
TOC	Theory of constraints
Dr.	Doktor
KB	Konfekční buben
KS	Konfekční stroj
DBR	Drum-buffer-rope
JIT	Just in time

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřizování [5]</i>	15
<i>Obr. 2. Důvody pro rychlé změny [5]</i>	16
<i>Obr. 3. Interní a externí seřizování [4]</i>	17
<i>Obr. 4. Tři kroky SMED [4]</i>	18
<i>Obr. 5. Kontrolní panely [6]</i>	19
<i>Obr. 6. Speciální vozíky [6]</i>	19
<i>Obr. 7. Tvarová a funkční standardizace [6]</i>	20
<i>Obr. 8. Kontinuální doplňování materiálu [6]</i>	20
<i>Obr. 9. Metoda jednoho pohybu [6]</i>	21
<i>Obr. 10. Upnutí jednou otáčkou [6]</i>	21
<i>Obr. 11. Základní paradigmaty podniku [8]</i>	27
<i>Obr. 12. Vztahy mezi metrikami finančními a TOC [8]</i>	27
<i>Obr. 13. Schéma konceptu Drum-Buffer-Rope [8]</i>	33
<i>Obr. 14. Konfekční stroj RCM</i>	43
<i>Obr. 15. Zásobník kordů</i>	43
<i>Obr. 16. Konfekční buben s přehýbači a podavačem běhounů</i>	44
<i>Obr. 17. Bloky zavalovacího zařízení s kladkami</i>	45
<i>Obr. 18. Vodící tyče a vodící šroub s levou kulisou</i>	45
<i>Obr. 19. Upevnění kulis zavalovacího zařízení na boční desce (levá strana) a upevňovacím sloupku (pravá strana)</i>	46
<i>Obr. 20. Upevnění kulis zavalovacího zařízení (boční pohled)</i>	46
<i>Obr. 21. Pravá kulisa s upevňovacím sloupkem</i>	49
<i>Obr. 22. Tyč se světelnými zářiči a bezpečnostním vypínačem</i>	51
<i>Obr. 23. Vychýlení kulisy ze svislého směru při přestavování do nové polohy</i>	59
<i>Obr. 24. Schránka pro nářadí a pomůcky a ohřívač teplého nože</i>	60
<i>Obr. 25. Vodící lišty kulis</i>	60
<i>Obr. 26. Mechanismus zajišťovacího čepu</i>	61
<i>Obr. 27. Příklad řešení soustavy zajišťovacího čepu s klikou</i>	61
<i>Obr. 28. Schéma funkce mechanismu zajišťovacího čepu</i>	62
<i>Obr. 29. Zajištění přesného posuvu kulis pomocí zajišťovacího čepu</i>	63
<i>Obr. 30. Schéma řešení rychlého přestavení kulis zavalování</i>	64
<i>Obr. 31. Schéma instalace T-šroubu</i>	64
<i>Obr. 32. Konstruktivní úpravy pro použití T-šroubu</i>	65

<i>Obr. 33. Úhlové aku šroubováky Bosch GWI 10,8 V-Li, Makita 6706D a BFL400FZ.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 34. Změna upevnění odkládací schránky</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 35. Konfekční buben se zavalováním, předními unášeci lan a podavačem běhounů</i>	<i>70</i>

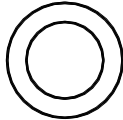



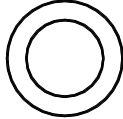
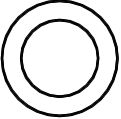














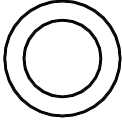
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Zvýšení produktivity pomocí metody SMED [5]</i>	23
<i>Tab. 2. Rozmístění výroby</i>	39
<i>Tab. 3. Jízdní řád – výměna konfekčního bubnu</i>	52
<i>Tab. 4. Operace nezbytné</i>	53
<i>Tab. 5. Operace zbytečné</i>	54
<i>Tab. 6. Jiná činnost</i>	54
<i>Tab. 7. Průběžný souhrn opatření</i>	58
<i>Tab. 8. Navrhovaný postup přestavení zavalovací jednotky</i>	67
<i>Tab. 9. Navrhovaný postup demontáže a instalace bubnu</i>	68
<i>Tab. 10. Navrhovaný postup výměny a seřízení unášečů lan</i>	69
<i>Tab. 11. Navrhovaný postup seřízení dalšího příslušenství</i>	69
<i>Tab. 12. Redukce interních procesů</i>	70
<i>Tab. 13. Navrhovaný postup výměny konfekčního bubnu</i>	71

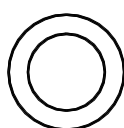
SEZNAM PŘÍLOH

- P I Schéma ovládacího panelu konfekčního stroje RCM
- P II Schéma nožních spínačů a ovládacího panelu zásobníku
- P III Plán rozmístění budov Mitas a.s. v areálu Svit
- P IV Výpočet průměrné doby výroby jednoho pláště

PŘÍLOHA P I:
Schéma ovládacího panelu konfekčního stroje RCM

NARÁŽENÍ LAN	ROZEPNUTÍ BUBNU	PŘEHÝBÁNÍ VLOŽEK	ZAVALOVÁNÍ VLOŽEK	ZAVALOVÁNÍ BĚHOUNU
START 	STROJ V PROVOZU 	INCIÁTOR AUTOMATICKÉHO PROVOZU 	POČÍTADLO KUSŮ 	
PROVOZ ZASTAVEN 	OVLÁDÁNÍ START 	ŘÍZENÍ RUČNĚ-AUTO 	ZÁSOBNÍK AUTOMAT 	
AUTOSET ZPĚT 	AUTOSET DOPŘEDU 	OHŘEV ZAPNUTO-VYPNUTO 	ZÁSOBNÍK RUČNĚ-AUTO 	2 COR./3 COR. 
DRŽÁK LAN K BUBNU-OD BUBNU 	BUBEN ROZEPNUTÍ-SEVŘENÍ 	PŘEHÝBÁNÍ VLEVO-STOP-VPRAVO 	ZAVALOVACÍ KLADKA ZAVŘÍT-STOP-OTEVŘÍT 	
VYSOKÁ-NÍZKÁ 	ZAVALOVACÍ KLADKA NAHORU-DOLŮ 	ZAVALOVÁNÍ BĚHOUNU 	TOTAL STOP 	

VYSVĚTLIVKY:



TLAČÍTKO



PŘEPINAČ



KONTROLKA

PŘÍLOHA P II: Schéma nožních spínačů a ovládacího panelu zásobníku

Uspořádání nožních spínačů

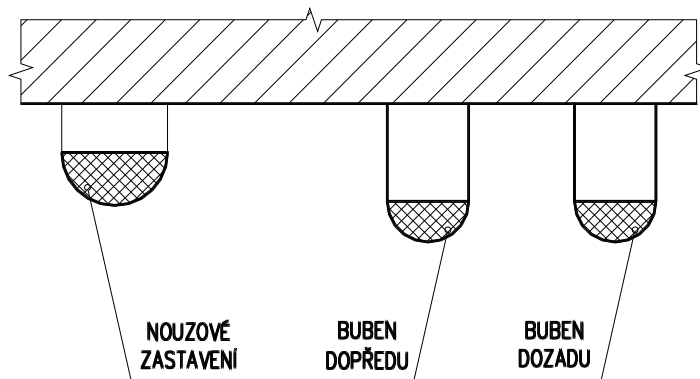
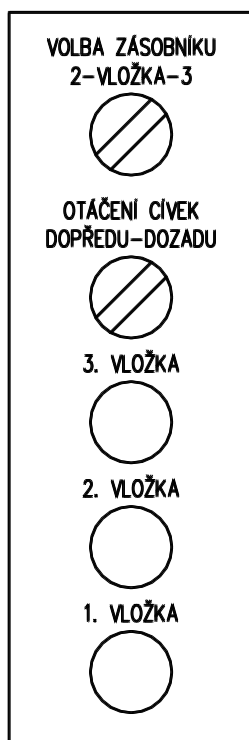
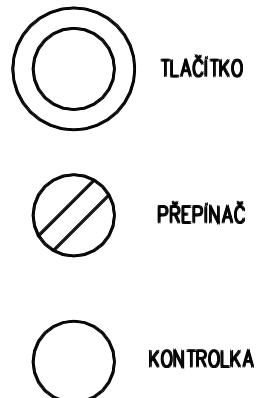


Schéma ovládacího panelu zásobníku



VYSVĚTLIVKY:



PŘÍLOHA P III:
Plán rozmístění budov Mitas a.s. v areálu Svit



PŘÍLOHA P IV:**Výpočet průměrné doby výroby jednoho pláště**

Vypočteno dle skutečné výroby pláštěů na konfekčním stroji RCM za rok 2006

Kód	Rozměr	Norma [ks/7,5h]	Vyrobena v r.2006	Celkem	Součin normy a ks
24134	130/80-17 65S TT T63	82	4150		
24403	120/80-18 62S TT T63		2650		
24425	130/80-18 66S TT T63		3220	10020	821640
23311	4.00-19 71P R TT H-02	120	2150		
23312	4.00-19 71P TT H-02 SUSD		200		
23411	130/70-17 62T H-15		10		
26708	90/90-21 54R TT C-17		500		
26712	80/100-21 51R TT C-17		200		
26726	80/100-21 51R TT C-11		450		
26752	90/90-21 54R TT C-11		400	3910	469200
23261	3.00-19 49P TT H-01	124	800		
23281	3.25-19 54P TT H-01		300		
23292	3.50-19 63P TT H-02		250		
26734	90/90-21 54R TT EF-06 SU		650		
26736	90/90-21 54R TT EF-06 SUL		200		
26766	90/90-21 54R TT C-15		600	2800	347200
24532	3,75-19 61P TT SW-07	128	23200		
24533	3,75-19 61P TT SW-09		900		
24534	3,75-19 61P TT SW-16A		1700		
24544	3,75-19 61P TT SW-07 BL		11700		
24575	3,75-19 61P TT SW-05		2450		
24642	90/90-21 54T TL E-08		200		
24682	2,75-21 45P TT E-08		200	40350	5164800
23083	3,25-16 55P H-05 R TT	134	3170		
23103	3.50-16 H-06 64S R TT		3490		
24638	90/90-21 54T TT E-07		400		
24643	90/90-21 54T TT E-08		800		
24644	80/90-21 TT 48P T63		7300		
24646	80/90-21 TT 48S T63		1300		
24649	90/90-21 54T TT E-09		400		
24653	90/90-21 54S TT T63		7610		
24944	2,75-21 45R TT SIRAC		1900		
24956	80/90-21 48R TT SIRAC		2450		
26069	3,50-16 58P R TT C-01		1170		
26081	90/100-16 51M TT C-06		400		
26091	90/100-16 51M TT C-10		870	31260	4188840
24087	90/100-16 MS2 51M TT	142	13000		
24862	90/100-16 51M TT MH3		5630		
26049	2,75-16 46P R TT E-06		1870	20500	2911000
23035	2.75-16 46P R TT H-06	152	2900	2900	440800
23025	2.50-16 41L R TT H-04	160	600	600	96000
Průměr vyrobených ks za 7,5 hod					128,534
Čas na výrobu 1 ks [min]					3,501