

Aplikace metody SMED pro optimalizaci přehozu na vulkanizačním lisu ve firmě Mitas a.s.

Bc. Radim Vlček

Diplomová práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radim VLČEK**

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

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Aplikace metody SMED pro optimalizaci přehozu rozměru na vulkanizačním lise ve firmě Mitas a.s.**

Zásady pro vypracování:

1. Stanovte cíle řešení diplomového projektu.
2. Zhodnoťte teoretická východiska pro řešení.
3. Provedte analýzu přehozu rozměru na vybraném pracovišti lisovny.
4. Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhňte východiska pro zlepšení.
5. Zpracujte ideový záměr racionalizace.
6. Propracujte projektové řešení vybraného prvku ideového záměru.
7. Zhodnoťte navrhované řešení.

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

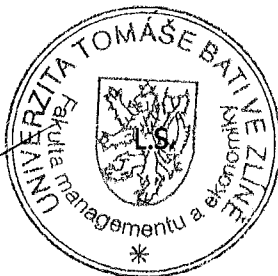
Seznam odborné literatury:

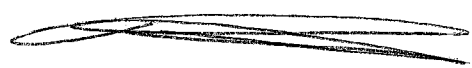
Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.**
Ústav managementu výroby – průmyslového inženýrství
Datum zadání diplomové práce: **7. března 2005**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2005**

Ve Zlíně dne 21. února 2005


doc. PhDr. Václav Nováček, CSc.
děkan




doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Cílem diplomové práce je zkrácení času potřebného na provedení změny rozměru na vulkanizačním lisu ve společnosti Mitas a.s. Zkrácení času je dosaženo prostřednictvím aplikace metody SMED (Single minute exchange of die).

Teoretická část zachycuje podstatu této metody a směřuje k ní od obecnějších teorií, které jsou jejími logickými východisky.

Analytická část je popisem stávajícího procesu změny rozměru. Pořízená videonahrávka současného postupu změny rozměru je zanalyzována a závěry jsou dále využity v následující projektové části.

Projektová část je již samotnou aplikací systému SMED. Větší část této kapitoly je věnována návrhům na zlepšení v každé etapě procesu změny rozměru zvlášť. Závěr práce nastiňuje možnou podobu průběhu projektu, kterým je realizace navrhovaných změn.

Abstrakt ve světovém jazyce

The purpose of the thesis is a time reduction needed for implementation changeovers on press for vulcanization in Mitas a.s. company. Time reduction is achieved by the application of method SMED (Single minute exchange of die).

Theoretical part records the substance of this method and proceeds it from theories, which are its logical basis.

Analytical part is a description of existing process of changeovers. The recording of the current process of changeovers is analyzed and conclusions are used in the following part.

The part of project is the application of system SMED. The major part of this chapter presents the proposals for improvement in every single period of the process of changeovers. The conclusion of the thesis outlines the possible progress of project, which is the realization of suggested changes.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat za vedení při tvorbě mé práce doc. Ing. R. Bobákovi, Ph.D. Chtěl bych také poděkovat za zprostředkování spolupráce s firmou Mitas a.s. panu Ing. Špaňhelovi, dále pak za vstřícný postoj k poskytování informací celým úsekem průmyslového inženýrství společnosti Mitas a.s., zvláště paní Ing. Šárce Krejčové a všem členům tohoto úseku, jmenovitě panu Plišťákovi a Ing. Ivo Kučerovi.

OBSAH

OBSAH	6
ÚVOD.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ A JEHO CÍLE	12
2 OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY (OPT)	14
3 THEORY OF CONSTRAINS (TOC).....	15
3.1 PROČ TEORIE OMEZENÍ PŘINÁŠÍ VÝSLEDKY	16
3.2 NÁSTROJE TOC.....	16
3.3 PĚT KROKŮ TEORIE OMEZENÍ.....	17
3.3.1 Identifikace systémového omezení	17
3.3.2 Využití interních omezení	19
3.3.3 Podřízení všeho ostatního	20
3.3.4 Rozšíření úzkého místa	21
3.3.5 Návrat k prvnímu kroku	21
3.4 DRUM-BUFFER-ROPE	21
3.4.1 Drum	22
3.4.2 Buffer	23
3.4.3 Rope	25
3.5 PRŮTOKOVÉ ÚČETNICTVÍ.....	26
3.5.1 Problémy standardního manažerského účetnictví.....	26
3.5.2 Základy průtokového účetnictví.....	27
3.6 PŘÍNOSY TOC	28
4 RYCHLÉ PŘETÝPOVÁNÍ STROJŮ – SMED	30
4.1 PŘÍNOSY	30
4.1.1 Problémy s velkými dávkami.....	30
4.1.2 Přínosy SMEDu pro společnosti	31
4.2 SEŘIZOVACÍ OPERACE	32
4.3 TŘI KROKY SYSTÉMU SMED.....	32
4.3.1 Analyzování změny rozměru	33
4.3.2 SMED: 1. krok – separace interních a externích činností.....	33
4.3.3 SMED: 2. krok – převedení interních operací na externí	34
4.3.4 SMED: 3. krok – zkrácení času interních a externích činností.....	36
4.4 KONCEPCE NULOVÝCH ZMĚN	39
II. PRAKTICKÁ ČÁST	41
5 ANALYTICKÁ ČÁST	42
5.1 ČESKÁ GUMÁRENSKÁ SPOLEČNOST	42
5.1.1 Historie společnosti Mitas a.s.	42
5.1.2 Mitas a.s. dnes	44

5.2	VÝROBA PLÁŠTĚ.....	44
5.2.1	Hlavní části pláště	44
5.2.2	Výrobní postup.....	45
5.3	LISOVNA.....	47
5.3.1	Vulkanizační lis.....	47
5.3.2	Obsluha lisu.....	48
5.3.3	Layout	49
5.4	ÚZKÉ MÍSTO	49
5.5	PŘEHOZ ROZMĚRU	51
5.5.1	Organizace práce	51
5.5.2	Demontáž vulkanizačních membrán	51
5.5.3	Demontáž vulkanizačních tvárnic	52
5.5.4	Montáž kompletu membrány	52
5.5.5	Čištění vulkanizačních forem.....	52
5.5.6	Montáž vulkanizačních tvárnic	53
5.5.7	Montáž vulkanizačních membrán	54
5.6	ANALÝZA ZMĚNY ROZMĚRU	54
5.6.1	Jízdní řád	54
5.6.2	Rozbor jízdního řádu.....	59
6	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	61
6.1	ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY	61
6.2	SEPARACE INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	62
6.2.1	Interní činnosti	62
6.2.2	Externí operace.....	62
6.3	PŘEVEDENÍ INTERNÍCH OPERACÍ NA EXTERNÍ	62
6.3.1	Hledání a chůze pro nářadí a součástky	62
6.3.2	Demontáž membrán	63
6.3.3	Demontáž, montáž forem	64
6.3.4	Vyhřívání nových forem	65
6.4	ZKRÁCENÍ ČASU INTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	67
6.4.1	Vyjmutí starých membrán.....	67
6.4.2	Demontáž a montáž forem	68
6.4.3	Instalace nových membrán.....	71
6.4.4	Uvedení lisu do provozu	72
6.5	FINÁLNÍ JÍZDNÍ ŘÁD.....	74
6.6	HODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ	76
6.6.1	Navýšení kapacity	77
6.7	PROJEKT	77
6.7.1	Etapy	77
6.7.2	Složení projektového týmu	79
6.7.3	Finanční rozpočet projektu.....	79
6.7.4	Rizika projektu	80
	ZÁVĚR.....	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	82

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	84
SEZNAM OBRÁZKŮ	85
SEZNAM TABULEK.....	86
SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Před více než 15 lety byla česká ekonomika postavena do zcela nového prostředí. Úroveň našeho hospodářství byla do té doby víceméně zakonzervována. V izolovaných podmínkách se podniky nemusely „prát“ o zákazníky a o své přežití. Poptávka značně převyšovala i zcela jednotvárnou nabídku a ekonomický systém tak mohl bez problémů setrvávat ve statickém stavu.

Dnes je situace zcela opačná. Otevření našeho hospodářství přineslo obrovský konkurenční tlak na výrobce. Není možné, aby výrobci začali ze dne na den dosahovat stejných nebo lepších výsledků jako zahraniční společnosti, které se mohly vyvíjet celá desetiletí ve zdravých ekonomických prostředích.

Daleko rychleji než výrobci si však na konkurenci přivykli spotřebitelé; zákazníci. Na základě svých preferencí a prodejci nabízené kvality, ceny a rychlosti dávají svým nákupem hlas společnostem, které by měly přežít. Pouze zákazníci rozhodují o bytí či nebytí všech podnikatelských jednotek.

Proto se společnosti snaží své zákazníky hýčkat a nabízet jim stále širší sortiment, který by dokázal pokrýt jejich stále více se diversifikující požadavky.

Ve skutečnosti se o získávání zákazníků pokouší ve stejném segmentu trhu i mnoho dalších. Pak společnosti nezbývá, než se snažit vyrobit nebo prodat za cenu, která by zákazníka zaujala a zároveň odradila od nákupu u konkurence.

Cenu svých výrobků nemohou společnosti snižovat donekonečna. 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.

Snížením kvality či rychlosti služeb lze cenu snížit, ale bude jen otázkou času, kdy zákazník „přeběhne“ ke konkurenci, která dokáže při stejné ceně udržet vysoký standard svých produktů.

Druhým způsobem je snižování nákladů. Konkurence tak působí blahodárně na hospodárnější využívání zdrojů. Podnikatelské jednotky analyzují celé své spektrum činností a hodnotí, zda jim daná činnost přispívá k tvorbě zisku či nikoliv. Vše, co nepřispívá k vytváření zisku nebo nepřibližuje produkt k zákazníkovi, je pouhým plýtváním. Rozpoznáním plýtvání a jeho odstraněním zvýší společnosti svou produktivitu

a tím i sníží náklady na produkci. Odstraněním plýtvání mohou společnosti zvýšit kvalitu nebo snížit cenu, což zákazník ocení svou volbou nákupu právě jejich zboží.

Plýtvání se může „schovávat“ ve všech oblastech podnikových procesů. Jedna z nich je využívání kapitálu. Přesněji strojního zařízení.

Jestliže chce výrobce produkovat více zboží, může přikoupit nové stroje, ale pokud stávající kapacitu nevyužívá plně nebo se ji nebude nejprve snažit nijak navýšit, půjde pravděpodobně jen o mrhání prostředky, materiálem, energií a lidskou prací.

Jestliže stroj nepracuje na zakázce, nepřináší firmě žádný užitek. Existuje mnoho příčin, proč stroj nevyrábí. Jedna z nich je stop stav stroje z důvodu změny rozměru. Čím dál širší sortiment nutí výrobce k produkci ve stále menších výrobních dávkách a proto je řešení této problematiky tím více naléhavější.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ A JEHO CÍLE

Termín „průmyslové inženýrství“ je překladem anglického termínu „industrial engineering“, který se pro označení tohoto nejmladšího inženýrského oboru začal využívat v jeho kolébce – USA (v Evropě se někdy používá termín „management service“).

Zjednodušeně lze říci, že průmyslové inženýrství je obor, který se v rámci hledání toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. Výsledkem těchto aktivit je to, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, rychlejší a levnější.

Protože je průmyslové inženýrství nejmladším inženýrským oborem, má oproti těm tradičním tu výhodu, že se neustále vyvíjí a možná i pružněji reaguje na změny, které probíhají v jeho okolí. Definice průmyslového inženýrství pro 21. století zní z těchto důvodů následovně „je to uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje zavádí a řídí integrované systémy, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech průmyslové inženýrství zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu“. [1]

Dnešní tržní 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 průmyslového 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.

Chceme-li jít dopředu rychleji, musíme poznat chyby, kterých se dopouštěli ti, kteří novou techniku a metody zaváděli před námi, a musíme se především těchto chyb vyvarovat. Mnohé z nástrojů, které používají úspěšné firmy na západě, ale především v Japonsku, nevyžadují obrovské investice, na jejichž nedostatek si stále stěžujeme. Jde mnohokrát o metody zaměřující se na drobné detaily a jejich zlepšování, mobilizaci lidí, odstraňování zbytečného plýtvání apod. [2]

Průmyslové inženýrství je obor, který se zaměřuje na efektivní využívání zdrojů. Využívání zdrojů, které nevede k přidávání hodnoty produktu, nebo jej ani nepřibližuje zákazníkovi, považuje průmyslový inženýr za plýtvání. Činnosti, které produktu hodnotu nepřidávají, jsou zbytečným navyšováním nákladů na tento produkt a snižují pak i konkurenceschopnost podniku. Prvním úkolem průmyslového inženýra je tedy odhalit plýtvání.

Z hlediska zvyšování produktivity není největším problémem plýtvání zjevné, které lze snadno identifikovat a většinou i odstranit, ale plýtvání skryté. To je velmi často představováno činnostmi, které je za současného stavu sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být tyto činnosti eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody či zlepšenou organizací. Klasickým příkladem klasifikace plýtvání je potom tzv. sedm druhů plýtvání podle Toyoty, mezi které patří:

1. nadvýroba
2. čekání
3. nadbytečná manipulace
4. špatný pracovní postup (metoda)
5. vysoké zásoby
6. zbytečné pohyby
7. chyby pracovníků

Výčet sedmi druhů plýtvání je nutné doplnit o další druh, na jehož odstranění je založeno mnoho programů zvyšování produktivity. Jedná se o plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků. [1]

2 OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY (OPT)

OPT je filosofie plánování a řízení výroby, u jejíž vzniku stál fyzik dr. Goldratt, který se svými netradičními přístupy k řízení výroby postavil proti klasickým teoriím, a dal tak vzniknout zcela novému chápání této problematiky.

OPT je založen na devíti základních pravidlech:

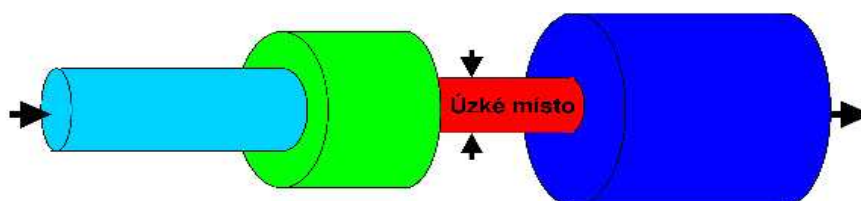
1. vyvažování toku výrobků a ne kapacity
2. úroveň využití systému je dána kapacitními možnostmi „úzkých míst“ systému
3. snaha o maximální využívání kapacit pracovišť není vždy přínosem pro maximální využití možností systému (brzdění v úzkých místech)
4. hodina ztráty na pracovišti, které je úzkým místem, je hodinou ztráty celého systému
5. hodina ušetřená na stroji, který není úzkým místem, je iluze – s ohledem na celý systém nemá význam
6. úzká místa ovlivňují nejen průběžnou dobu výroby ale také výši zásob
7. velikost transportní dávky se nerovná velikosti výrobní dávky
8. výrobní dávka by měla být proměnlivá, ne fixní
9. řešení rozvrhu výroby je nutné uskutečnit realizací všech shora popsanych úvah [2]

Plánování výroby v systému OPT funguje na základě funkcí čtyř modulů. Modul „Stavební síť“ soustředí potřebné informace (kusovníky, údaje o zdrojích, operacích), modul „server“ odhalí vzniklá úzká místa, modul „rozčleňování“ od sebe oddělí zdroje s dostatečnou kapacitou od zdrojů omezených a nakonec modul „mozek“ svými specifickými algoritmy vytvoří rozvrh a navrhne velikost dávky na úzkých místech. Výsledný výrobní rozvrh se porovná s požadovaným termínem realizace zakázky a pokud by mělo dojít ke zdržení, provedou se opatření pro zvýšení kapacity na daném úzkém místě. Celý postup se následně opakuje až do momentu, kdy je výroba schopna na základě navrženého rozvrhu splnit zakázku včas.

3 THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)

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. [3]

Teorie omezení popisuje "svět průtoku". Můžeme si tak podnikání představit jako jakýsi proud, směřující k našemu podnikatelskému výsledku. Každý takový proud má svá místa, která průtok omezují a způsobují, že proud se zpomaluje a třští.



Obr. 1. Úzké místo v systému [4]

Podle této teorie má každý podnikatelský systém svá omezení. Kdyby je neměl, dosahoval by nekonečných výsledků, v podnikatelském případě tedy nekonečného zisku. To samozřejmě není možné, ale v každém případě se odstraňováním "úzkých míst" dostáváme ke zlepšení fungování organizace a zvyšování zisku. [4]

Výrobní řešení je podle teorie omezení založeno na tom, že výrobní (zisková) organizace má jenom jeden cíl. Tím je vydělávat co nejvíce peněz nyní i v budoucnosti.

V knize „Cíl“ dr. Goldratta je učiněn pouze jediný předpoklad, a sice, že: „naplňování cíle organizace je možné měřit pomocí průtoku, investic/zásob a provozních nákladů“. Vše ostatní pak lze logicky odvodit z cíle organizace a tohoto předpokladu. [12]

3.1 Proč teorie omezení přináší výsledky

- Její řešení jsou konstruována na základě jediného nezpochybnitelného cíle, který je určen 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. [3]

3.2 Nástroje TOC

Ve všeobecnosti TOC vychází z faktu, že jestliže chtějí lidé zlepšovat, měli by se pokusit systematicky hledat odpověď na tři otázky: [14]

- **Co chceme změnit?**
- **Co chceme změnou dosáhnout?**
- **Jak toho dosáhneme?**

Pomoc v hledání odpovědi na tyto otázky můžeme nalézt prostřednictvím základních nástrojů TOC: [14]

- *Strom současné reality* – slouží k identifikaci systémového omezení.
- *Diagram konfliktu* – slouží k znázornění konfliktní situace a pomáhá nám nalézt její řešení.
- *Strom budoucí reality* – slouží k testování navrhovaného řešení, zda odstraní všechny nežádoucí jevy.
- *Strom předpokladů* – pomáhá nalézt a eliminovat překážky, které brání úspěšné implementaci navrhovaného řešení. Taktéž časově uspořádat jednotlivé činnosti.
- *Strom proměn* – ulehčuje tvorbu plánu implementace

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. [6]

1. IDENTIFIKOVAT systémové(á) omezení.
2. Rozhodnout, jak VYUŽÍT systémové(á) omezení.
3. PODŘÍDIT všechno ostatní výše uvedenému rozhodnutí.
4. POZVEDNOUT systémové(á) omezení.
5. UPOZORNĚNÍ!!!! Jestliže se při předchozím kroku některé omezení odstraní, vrať se ke kroku 1, ale nedovol, aby systémové(á) omezení způsobila SETRVAČNOST. [5]

3.3.1 Identifikace systémového omezení

Nyní již víme, že tvorba dobrého plánu musí začít u identifikace omezení. Co může být omezení? Mluvme nyní pouze o fyzických omezeních (přestože v praxi představují až 90 % omezení nefyzická neboli tzv. procedurální omezení). Fyzická omezení mohou teoreticky vzniknout na trhu, ve výrobních kapacitách nebo na straně materiálu (dodavatele). Uvědomme si ještě jednou, jak zní definice úzkého místa, tzv. BOTTLENECK (BN). Jako skutečné úzké místo můžeme označit zdroj pouze za předpokladu, že požadavky na něj kladené jsou vyšší než maximální možná dostupnost tohoto zdroje. [7]

Úzké místo se zpravidla nachází v místě, kde se nejvíce hromadí zásoby, výroba je pod největším tlakem či oddělení jehož pracovníci nejsou schopni zajistit odevzdávání svých úkolů včas. [6]

K nalezení omezení se používá *strom současné reality* a *diagramy konfliktu*. Strom současné reality vytvoříme uvedením nežádoucích jevů do vzájemných vazeb, poté hledáme kořeny větví, dále pak vyznačíme ty nežádoucí jevy, které spadají do sféry našeho vlivu a v těchto větvích hledáme klíčový problém, který na sebe váže nejvíce nežádoucích jevů. Po dokončení stromu současné reality je vhodné provést techniku *tří diagramů konfliktu*, protože pokud jsme dosud klíčový problém neřešili, je dost možné, že se tak nestalo proto, že se za ním skrývá určitý konflikt. Technika tří diagramů konfliktů nám pomáhá nalézt řešení typu výhra-výhra v obecné rovině a může vést k systémovému

zlepšení. Za cíl se v diagramech stanoví požadovaný stav, který je opakem tří nejvíce nežádoucích jevů ze stromu současné reality. Určí se předpoklady, na základě kterých vznikají požadavky, které jsou v konfliktu a navrhnou se opatření (injekce), které konflikt odstraní změnou právě těchto předpokladů.

Dodavatelská omezení

Může existovat omezení na straně našich dodavatelů? Většina především strojírenských firem bezpochyby tvrdí, že ano. „Naši dodavatelé jsou natolik nespolehliví, že omezují naši výrobu.“ Materiál ovšem představuje fyzické omezení (BOTTLENECK) pouze za předpokladu, že jeho fyzická dostupnost od všech potenciálních dodavatelů je nižší než požadavky naší výroby na daný materiál. Tato situace je samozřejmě krajně nepravděpodobná a omezuje se na zcela výjimečné situace typu celosvětově strategických materiálů. Téměř jistým vysvětlením domnělých omezení na straně dodavatelů není omezení na straně dodavatele, ale omezení na straně naší práce s dodavatelem. Praxe potvrzuje, že skutečný BOTTLENECK se na straně dodavatele vyskytuje skutečně výjimečně.

Tržní omezení

Stejná věc platí na straně odběratelů. Existuje vlastně skutečné tržní omezení? Pokud ano, pak trh pro naše výrobky je menší než kapacita naší výroby. Toto sice teoreticky může platit, ale je to opět krajně nepravděpodobné. Mnohem pravděpodobnější je, že pociťuje-li firma omezení na straně trhu, pak má procedurální omezení na straně práce s trhem.

Interní omezení

Ani ve fyzické kapacitě výrobních zdrojů nemusí být nutně zakopaný pes. Přesto se asi najde velmi málo firem, které jsou ochotny říct, že nemají interní fyzické kapacitní omezení. I interní omezení na straně výrobních kapacit může mít dvě příčiny – skutečné fyzické a procedurální. Procedurální omezení může být například povahy: „Zpracuj vždy minimálně 10 tun oceli v jedné dávce, jinak se to seřízení linky ekonomicky nevyplatí.“ Nebo: „Vytíženost tvého pracoviště musí být minimálně 95 %, jinak zapomeň na prémie“. Podobnými způsoby vytváří značná část výrobních firem silné interní fyzické omezení. Skutečnou příčinou těchto omezení ve výrobě je ovšem nikoliv nízká kapacita zdroje, ale

nevhodný způsob řízení těchto zdrojů. I v této oblasti představuje procedurální omezení zásadní část všech domnělých omezení systému. [7]

3.3.2 Využití interních omezení

Základem je získat z úzkého místa maximum výkonu, aniž by bylo zapotřebí realizovat velké investice. Nejúčinnější způsob navýšení výkonu úzkého místa je odstranění plýtvání.

Při interním omezení se typickými stávají následující aktivity [14]

- Školení obsluhy – Obsluha úzkého místa musí pochopit význam využívání úzkého místa pro dosažení podnikových cílů. Jenom kvalifikovaná obsluha může být zdrojem nápadů pro odstraňování plýtvání na úzkém místě.
- Eliminace plýtvání na omezení – Na úzkém místě musíme odstranit plýtvání, protože nepřispívá k zvyšování průtoku (nadvýroba, nekvalita, čekání, nadbytečná a neefektivní práce).
- Minimalizace poruch - Poruchy nepříznivě ovlivňují výkonnost úzkého místa. Nejen 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 nákladů.
- Minimalizace času na seřízení – Seřizování je jednorázový postup, potřebný na přípravu úzkého místa pro výrobu určitého objemu výrobků (výrobní dávka). I bez speciální automatizace a robotizace je možné redukovat hodnoty časů na seřizování až o 75%. Při redukci seřizovacích časů byly vyvinuty mnohé metody a techniky. Nejznámější je technika SMED (Single Minute Exchange of Die).
- Rozbor výkonových norem – mnozí z nás si neuvědomují, že výkonová norma obsahuje množství neproduktivních časů.
- Zvyšování rychlosti úzkého místa – na úzkém místě je nutné využívat nejproduktivnější metody práce. Často postačuje už jen změna druhu používaného nářadí, případně přípravků.

3.3.3 Podřízení všeho ostatního

Myšlenka naprostého podřízení vychází z požadavku, aby omezení nikdy nebylo limitováno ve svém výkonu faktory, které nejsou jeho součástí. Typicky se jedná o různé podnikové předpisy, zvyky a požadavky organizačních útvarů, které samy nejsou omezením. [6]

Pokud chceme úzké místo vytížit na maximum, měli bychom dodržovat tato pravidla: [14]

- Zajistit ochranu vhodnou velikostí časového zásobníku před úzkým místem můžeme zabezpečit, aby úzké místo „nehladovělo“. Časový zásobník však neznamená fyzický zásobník. Pod tímto pojmem si můžeme představit plánovaný čas potřebný na příchod zakázky na úzké místo. V případě, že je skutečný čas potřebný na příchod zakázky větší než plánovaný, úzké místo nebude mít na čem pracovat. Tento způsob zabezpečení řeší metoda Drum-Buffer-Rope (DBR).
- Pokud nejsme schopni přijmout všechny zakázky, měli bychom být schopni odlišit ty, které nám zajistí nejvyšší průtok úzkým místem a ty přijímat přednostně.
- Chovat se k úzkému místu jako ke „králi“ – úzké místo představuje ve firmě klenot, který rozhoduje o tom, zda náš podnik bude vydělávat anebo ne.
- Měnit velikosti dávek – vyšší velikosti dávek zvyšují efektivnost využití, ale stejně zvyšují i průběžné doby výroby. Při problémech s dodacími termíny může sehrát rozhodující roli velikost výrobní a přepravní dávky. Zde se ovšem dostává do konfliktu výroba proti skladování.
- Reinženýring procesů – přezkoumání otázky nahrazení jednotlivých operací na úzkém místě.
- Změna systému odměňování – není možné platit pracovníky na neúzkých místech podle výkonu. Hlavním cílem je maximální využití úzkého místa a ne ostatních prvků systému.

S podřízením všeho ostatního úzkému místu souvisí metoda Drum-Buffer-Rope (DBR), kterou přiblížím v následující podkapitole.

3.3.4 Rozšíření úzkého místa

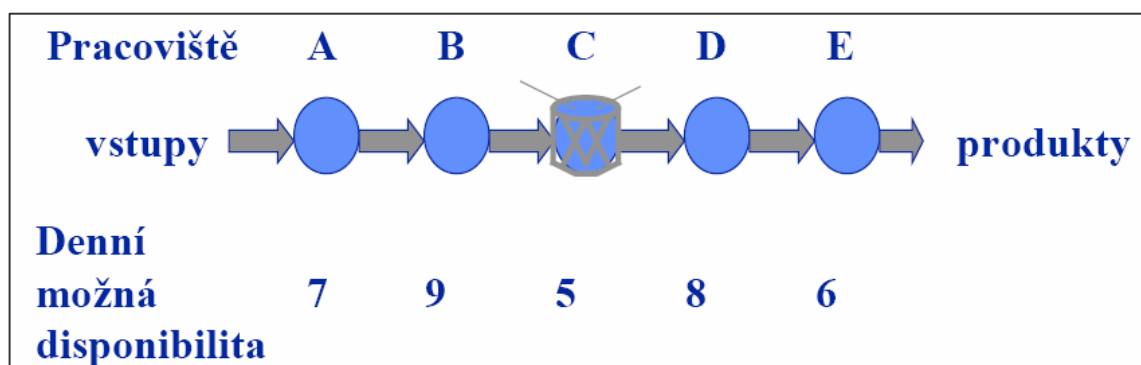
Jakmile najdeme omezení a naučíme se podle něj řídit celý systém, obvykle zjistíme, že potenciál podniku dramaticky vzrostl. V některých případech to však stále ještě nestačí. Potřeba zvýšení výstupu celého systému si vyžádá zvýšení kapacity omezení - například nalezením alternativ k omezení, přesunem 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 navyšovat kapacitu. V ideálním případě kapacitu omezení, ale ani to není vždy pravidlem. Prakticky to znamená, že systém utrácí více peněz, než je nezbytně nutné. [6]

3.3.5 Návrat k prvnímu kroku

Pokud bylo omezení odstraněno, celý postup se opakuje od bodu 1. Tento krok zajišťuje, aby se setrvačnost nestala novým omezením a je základem neustálého zlepšování.

3.4 Drum-Buffer-Rope

DBR je nástroj, který je charakterizován slovy: buben (drum), zásobník (buffer) a lano (rope). Buben rozvrhuje činnost omezeného zdroje - nastavuje takt. Zásobník představuje ochranu průtoku před nepředvídatelnými událostmi - např. materiál pro úzké místo. A nakonec lano synchronizuje operace podle taktu bubnu - uvolnění materiálu v souladu s průtokem úzkého místa.



Obr. 2. Drum - určení omezeného zdroje [19]

3.4.1 Drum

Řekneme-li nejužší, znamená to, že takové místo je jen jedno. Pokud alespoň jeden z dílů finálního výrobku prochází při výrobě nejužším místem, nemůžeme takových finálních výrobků dodat více, než nám to nejužší místo dovolí. Nemá tedy smysl do výroby uvolňovat ani více, ani méně materiálu, než kolik projde úzkým místem. Úzké místo tedy určuje rytmus výroby, podobně jako můžeme údery na buben udávat krok pochodujícímu útvaru vojáků. Této funkci úzkého místa se tedy říká DRUM (buben). [9]

Drum lze definovat jako detailní hlavní plán továrny, který určuje rytmus celé výroby. Musí být v souladu se zákaznickými požadavky na straně jedné a s fyzickými omezeními továrny na straně druhé. To vyžaduje, aby tento plán bral v úvahu kritická místa výroby (kritické výrobní zdroje).

Prvním krokem pro identifikaci kritického výrobního zdroje je při implementaci DBR sestavení detailního hlavního plánu těchto kritických zdrojů. Existují tři základní faktory, které je třeba při tvorbě plánu vzít v úvahu. Různé kombinace těchto tří faktorů budou určovat výkonnost továrny. Jsou jimi:

- určení priorit výroby
- procesní velikosti dávek
- přepravní velikosti dávek

Priority

Pokud kritické pracoviště nevyžaduje seřizování, jsou priority práce na něm v zásadě funkcí termínů dokončení jednotlivých zakázek, jak je požaduje zákazník, a času, který zbývá k dokončení zakázky poté, co rozpracovaná zakázka opustí kritické pracoviště. Kritické pracoviště musí pracovat v prioritách a v takových velikostech procesních dávek, které jsou dány zakázkami. Protože velikost procesní dávky je rovna velikosti zákaznické objednávky, jedinou otázkou je velikost přepravní dávky, tj. množství kusů, které by mělo být transportováno najednou. Menší přepravní dávky resultují v rychlejší tok výroby a nižší zásoby, ale mohou způsobit neúměrnou manipulaci s rozpracovanou výrobou. Větší přepravní dávky vyžadují méně přesunů rozpracované výroby, ale jsou příčinou vyšších zásob a delších průběžných dob výroby.

Procesní dávky

Vyžaduje-li kritické pracoviště seřizování mezi dvěma procesními dávkami, je situace složitější. Hlavním problémem je určit, kdy přestat pracovat na jednom produktu a seřadit na jiný produkt. Jinými slovy, jaká je optimální velikost procesní dávky. Toto je navíc komplikováno faktem, že optimální procesní velikost dávky může být různá pro různé produkty a navíc se může v čase měnit.

Pokud je procesní dávka nastavena tak, že je rovna velikosti zákaznické objednávky, nemusí být výsledek vždy uspokojivý. Přesné dodržení sekvence práce na kritickém pracovišti (tak, jak to odpovídá požadovaným termínům od zákazníků) může způsobit nadměrný počet seřizování. Výsledkem je u prvních zakázek zpoždění, které progresivně roste a u pozdějších zakázek může narůst do nepřijatelných rozměrů.

Větší procesní dávky způsobují kratší nutnou dobu na seřizování celkem, což umožňuje větší propustnost (průtok) daného pracoviště. Ani tento přístup ovšem není ideální. Velké procesní dávky nutí slučovat zákaznické objednávky do jediné větší fiktivní výrobní zakázky. Nevyhnutelným důsledkem je, že některé ze zákaznických objednávek jsou vyrobené předčasně a jiné pozdě. Dalším negativním důsledkem je fakt, že rozpracované díly tráví delší dobu ve frontě před pracovišti, což prodlužuje průběžnou dobu výroby.

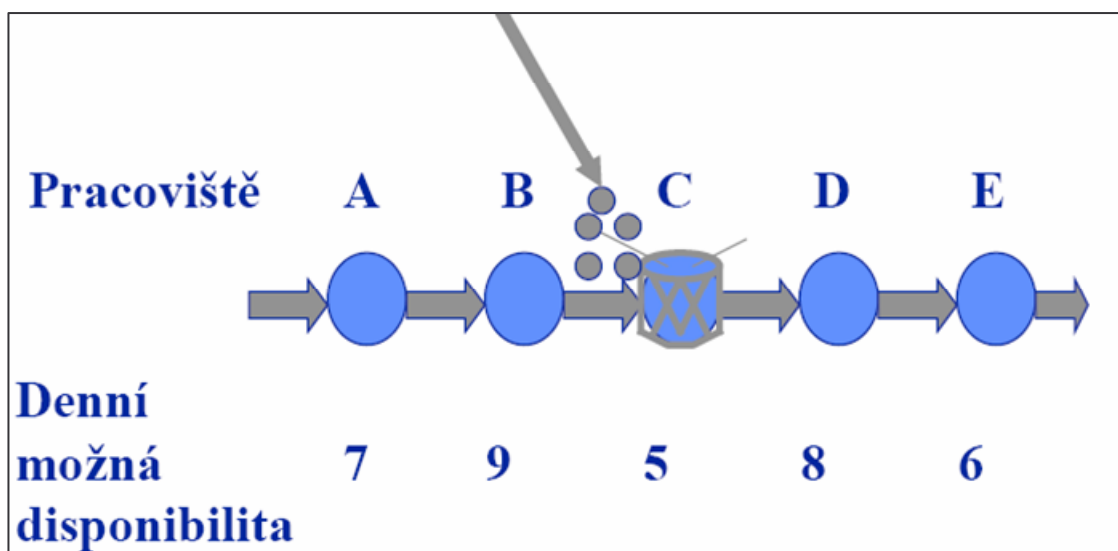
Přepravní dávky

Zbývajícím komplikujícím faktorem je velikost přepravní dávky. Menší přepravní dávky znamenají plynulejší tok materiálu, nižší úroveň zásob a kratší průběžné doby výroby. Ale menší přepravní dávky také znamenají, že je nutné s materiálem více manipulovat mezi pracovišti. Při stanovení optimální velikosti jde o nalezení kompromisu mezi rychlejším tokem materiálu výrobou a náklady na častější transport rozpracované výroby. Nesmí se přitom zapomenout, že přínos rychlejšího toku materiálu není pouze v nižší úrovni zásob. Rychlejší tok materiálu má rovněž vliv na zkrácení průběžných dob výroby a zlepšenou kvalitu (kratší doba mezi vznikem zmetku a jeho objevením). To přináší nové příležitosti při snaze firmy o hledání konkurenční výhody. [8]

3.4.2 Buffer

Úzké místo omezuje průtok celého výrobního systému, tedy i jeho schopnost generovat peníze. Žádná jiná výrobní operace takovou vlastnost nemá. Úzké místo musí proto

pracovat nepřetržitě, na sto procent. Každá minuta ztracená v úzkém místě systému je nenahraditelná. Každá hodina ušetřená v jiném než úzkém místě nemá žádný ekonomický význam. Úzké místo musí být chráněno před vyhladověním vhodně dimenzovaným nárazníkem. Tomu se říká BUFFER. [9]



Obr. 3. Buffer - zajištění stálého přísunu práce [19]

Existují dva typy nárazníků, které se odlišují svojí funkcí v systému:

- časový zásobník
- kusový zásobník

Je důležité dobře rozumět rozdílům mezi časovým a kusovým zásobníkem práce. Velká část zásob rozpracované výroby na dílně je důsledkem nerozlišování "zásob" a zásobníků. Problém se dále zhoršuje, nerozlišuje-li firma mezi časovým a kusovým zásobníkem. Následující definice ukazují základní rozdíly mezi těmito dvěma typy zásobníků:

Časový nárazník

Reprezentuje přídatnou průběžnou dobu výroby, která umožňuje, aby materiál dosáhl plánovaného bodu výroby o plánovaný časový úsek dříve. Pokud jsou vhodně umístěny, zajišťují ochranu průtoku výroby před neplánovanými problémy, které se vyskytují u každé výroby.

Kusový zásobník

Zásoby hotových výrobků, rozpracované výroby nebo nakupovaného materiálu, které umožňují splnění zákaznických objednávek i v případě, že je dodací lhůta kratší než průběžná doba výroby. Zajišťuje zlepšení reakce výroby na specifické tržní podmínky.

Kusové zásobníky umožňují výrobě uspokojovat zákaznické požadavky v kratší době než je průběžná doba výroby a to i v situaci, kdy tržní poptávka silně kolísá. Jsou potřeba v okamžiku, kdy fluktuace poptávky nebo dodávek od dodavatelů je nestabilní nebo nepredikovatelná.

Časové zásobníky umožňují ignorovat běžná vnitřní narušení, zatímco kusové zásobníky umožňují ignorovat výkyvy v poptávce. Schopnost minimalizovat manažerské úsilí při urychlování zakázek představuje jednu z hlavních předností teorie zásobníků. [10]

3.4.3 Rope

Dejme tomu, že úzké místo je někde uprostřed výrobního procesu. Operace po proudu za úzkým místem mají vyšší kapacitu a proud výrobků jimi snadno proteče, i když se v cestě objeví překážky. Je to jako řeka, která proteče soutěskou a rozlije se do krajiny. Podívejme se ale proti proudu. Důležité je, abychom na základě zkušenosti dokázali odhadnout, za jak dlouho se tok materiálu dostane k úzkému místu. Tato doba bude určující pro uvolňování materiálu. Ve světě TOC této době říkáme lano (ROPE). Lano musí být tak dlouhé, aby se ochranný nárazník před úzkým místem ani příliš neplnil, ani nevyprazdňoval. [9]

Lano plní tento úkol zodpovězením dvou klíčových otázek.

1. Na čem by měly pracovat všechny nekritické výrobní zdroje? Odpovědí je plán pro tyto nekritické zdroje. Stejně jako v případě kritických výrobních zdrojů to znamená určení sekvence výrobních dávek, procesní velikosti dávek a přepravní velikosti dávek.
2. Jak je nutné řídit výrobu na nekritických výrobních zdrojích? Klasické řídicí systémy toto řeší detailním seznamem dávek, které je třeba v daném období splnit a zpětným sledováním tohoto plnění. DBR toto řeší přísným řízením dostupné práce a jednoduchými pravidly provádění plánu.

Funkce lana spočívá v tom, že:

- vhodně vytěžuje nekritické výrobní zdroje (nepřetěžuje je a nezpůsobuje misalokaci materiálu - "kradení" mezi výrobními zakázkami),
- materiál je uvolňován do výroby a dotéká do zásobníků práce takovým způsobem, který podporuje plánovaný průtok výroby jako celku. [11]

3.5 Průtokové účetnictví

Průtokové účetnictví je velmi účinný nástroj pro manažerské rozhodování, přičemž jeho praktická implementace není složitá. Všechny místní akce a rozhodnutí se posuzují na základě jejich dopadu na ekonomické výsledky podniku jako celku. To se prakticky provádí sledováním změn tří základních operativních měřítek - průtoku, investic a provozních nákladů. Průvodcem a pomocníkem pro zjišťování vlivu místní akce na operativní měřítko je pět základních kroků teorie omezení.

3.5.1 Problémy standardního manažerského účetnictví

Posouzení systému jako celku. U klasického nákladového účetnictví je velký konflikt mezi tím, že zásoby jsou ve finanční rozvaze vedeny jako aktiva (při jejich zpracování na jednotlivých zdrojích jsou k nim přičítány výrobní náklady, a tím je neustále uměle navyšována jejich účetní hodnota), přičemž ve skutečnosti se zásoby chovají jako pasiva. Je známo, že vysoké zásoby prodlužují průběžnou dobu výroby a zvyšují dobu odezvy na požadavky klientů. Peníze vázané v zásobách vytvářejí zdánlivé ztráty nebo výnosy. Podnik, který dramaticky sníží své zásoby, a zvýší tak svoji konkurenceschopnost, vykáže při stejných tržbách oproti předcházejícímu hodnocenému období finanční ztrátu. Pokud ale podnik špatným řízením výroby zvýší rozpracovanost, vznikne v rozvaze zdánlivý zisk.

Posouzení investic do zařízení. Investice do zdroje se v nákladovém účetnictví posuzuje na základě úspor nákladů na jednotku produkce nebo času daného zdroje. Bez odpovědi tak zůstávají otázky jako například o kolik výrobků navíc se díky investici prodá a kolik lidí bude propuštěno. Při posuzování investice se nebere v úvahu, zda se investuje do zdroje, který je úzkým místem (každý zdroj, jehož kapacita se rovná nebo je menší než požadavky, které se na něj kladou). Taková investice totiž způsobí zvýšení výkonu celé organizace. Naopak investice do zdrojů, které nejsou úzkými místy, ke zvýšení výkonu celé organizace ve většině případů nevede.

Posouzení alternativ koupit / vyrobit. Mnoho podniků vidí cestu ke zvýšení prosperity v outsourcingu. Nákupní cena výrobku či polotovaru se porovnává s vypočítanými "náklady na výrobek" při výrobě v organizaci, přičemž se předpokládá, že se při externím nákupu náklady na výrobu ušetří. V mnoha případech musíme ale dále vyplácet mzdy zaměstnancům nebo odepisovat hodnotu výrobního zařízení. Práce s externími dodavateli ve většině případů znamená prodloužení průběžné doby výroby.

Posouzení ziskovosti výrobků / služeb. Ziskovost jednotlivých výrobků se posuzuje na základě vypočítaných "nákladů na výrobek". Rozdíl mezi tržní cenou a "náklady na výrobek" představuje "zisk výrobku".

Plně variabilní náklady se dají součástkám a výrobkům zcela jednoznačně přiřadit, u fixních nákladů to není možné. Variabilní náklady vznikají sumací přes součástky nebo výrobky, zatímco fixní nebo provozní náklady vznikají sumací přes kategorie jako mzdy dělníků a manažerů, výdaje za elektřinu, plyn.

3.5.2 Základy průtokového účetnictví

Každého vlastníka a manažera zajímá, zda jeho podnik směřuje k cíli. Jako kompas slouží dvě globální finanční měřítka - čistý zisk (NP) a návratnost investic (ROI). Teorie omezení zavádí tři lokální operativní měřítka, která slouží právě pro vyhodnocení dopadu libovolné lokální změny na výkonnost systému jako celku. Těmito měřítky jsou:

1. Průtok T je definován jako všechny peníze, které přicházejí do podniku za prodané zboží minus všechno to, co společnost zaplatila svým dodavatelům (vstupní materiál, nakupované díly, kooperace, prodejní provize, celní poplatky, atd.). Jinými slovy:

T je tempo, kterým systém generuje peníze prostřednictvím tržeb (příjem z prodeje minus veškeré plně variabilní náklady za dané období).

2. Investice/zásoby I. Toto měřítko se v pojetí teorie omezení zásadně liší od tradičních aktiv v nákladovém účetnictví. Hodnota přiřazená zásobám rozpracovaných a hotových výrobků je rovná jejich plně, nebo lépe řečeno "totálně" variabilním nákladům. V průtokovém účetnictví není možné generovat umělé krátkodobé zisky navyšováním zásob.

I představuje všechny peníze, které systém investuje do nákupu věcí, které má v úmyslu prodat.

3. Provozní náklady OE jsou všechny další náklady kromě totálně variabilních. Jsou to všechny náklady, které se nedají přesně alokovat jednomu výrobku nebo součástce. Jejich nárůst nebo pokles není přímo úměrný zvýšení či snížení prodeje o jeden kus, a musí být u každého konkrétního manažerského rozhodnutí analyzován.

OE - veškeré peníze použité k přetváření investic na průtok.

T, I a OE jsou mostem, který překlenuje propast mezi globálními měřítky NP a ROI a každodenním manažerským rozhodováním. Následující vztahy toto přemostění demonstrují:

- Zisk před zdaněním $NP = T - OE$ (1)

- Návratnost investic $ROI = (T - OE) / I$ (2)

Z těchto tří měřítek (T, I a OE) se může vypočítat dopad libovolného manažerského rozhodnutí na ekonomické výsledky podniku. Ideální je takové rozhodnutí, které zároveň zvyšuje T a snižuje I a OE. Není zapotřebí počítat čistý zisk ani návratnost investic pro celý podnik. Stačí vypočítat jejich přírůstky na základě změn T, I a OE. Jestliže se rozhodnutím čistý zisk zvýší a jestliže návratnost investic (pro dané rozhodnutí) je vyšší než předem stanovené procento, pak jde o rozhodnutí dobré (Viz P I). [13]

3.6 Přínosy TOC

Jaké přínosy lze tedy od aplikace teorie omezení ve výrobě očekávat: [9]

- 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.

4 RYCHLÉ PŘETÝPOVÁNÍ STROJŮ – SMED

Přetypováním strojů rozumíme činnost kdy vyměňujeme materiál, nástroje nebo nastavujeme stroj pro nový rozměr.

Program je založen na zdůraznění skutečnosti, že změny jako takové nepřidávají výrobku žádnou hodnotu a musí být proto chápány jako plýtvání.

Geniálně přistoupil k otázce zkracování času pro seřizování a změny jeden z otců proslulého výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo pomocí systému SMED (Single Minute Exchange of Die = volně přeloženo jako výměna nástrojů v čase 1 až 9 minut). [1]

SMED systém je teorie a sada technik, za pomocí kterých je možné provádět seřizování a přehozy na zařízeních pod devět minut. SMED byl původně vyvinutý pro zlepšení seřizovacích nástrojů u lisovacích forem, ale jeho principy lze použít na přestavení ve všech typech procesů.

Tato metoda se obvykle používá při pracovištích, které jsou úzkými místy. Metoda SMED je často i součástí programu TPM.

4.1 Přínosy

Zákazníci dnes požadují různé varianty produktů v přesně stanovených množstvích, které potřebují. Očekávají vysokou kvalitu, dobrou cenu a rychlé dodání. SMED napomáhá podnikům propojit zákaznické požadavky s výrobou zboží v menších dávkách bez plýtvání a s minimálními náklady.

4.1.1 Problémy s velkými dávkami

Mnoho společností produkuje zboží ve velkých dávkách jednoduše proto, že dlouhé přenastavovací časy příliš zvyšují náklady, než aby bylo možné měnit výrobu častěji. Velké výrobní dávky mají různé nevýhody:

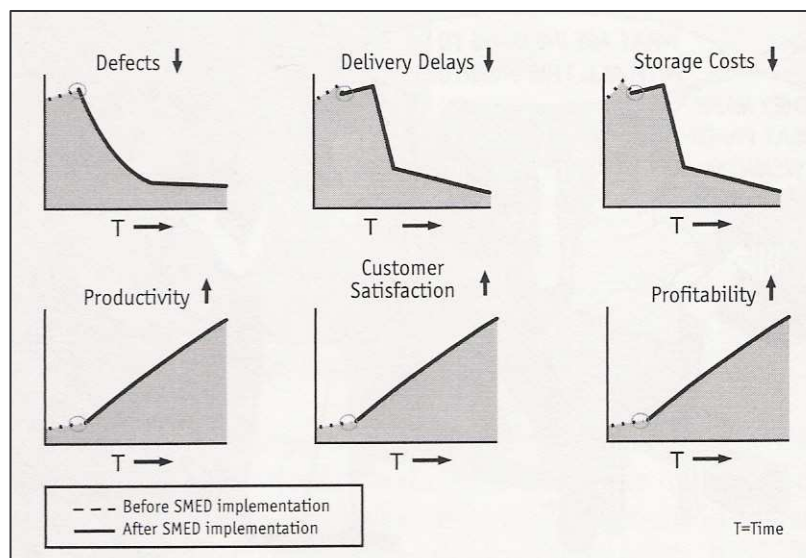
- *Plýtvání v zásobách:* zásoby, které nejsou prodány, stojí společnost peníze a vážou prostředky společnosti bez toho, aby přidávaly nějakou hodnotu produktu.
- *Prodleva:* zákazníci musí čekat na produkci kompletních dávek dodavatele místo toho, aby dostali právě množství, které požadují.

- *Pokles kvality*: skladování neprodaných zásob zvyšuje šanci, že budou vyhozeny nebo přepracovávány, což zvyšuje jejich náklady.

4.1.2 Přínosy SMEDu pro společnosti

SMED mění předpoklad, že pro přetypování je zapotřebí dlouhého času. Pokud lze přehoz provést rychle, je možné jej provádět tak často, jak jen potřeba. To znamená, že společnosti mohou vyrábět produkty v menších výrobních dávkách, což má mnoho výhod:

- *Flexibilita*: Společnosti mohou vyhovět měnícím se požadavkům zákazníků bez výdajů na nadměrné zásoby.
- *Rychlejší dodání*: malé výrobní dávky znamenají kratší čas realizace a kratší dobu čekání zákazníka.
- *Vyšší kvalita*: menší zásoby znamenají méně poškození spojených se skladováním. SMED také snižuje zmetkovitost redukcí chyb v přehozu a eliminuje zkušební běh zařízení u nového produktu (rozměru).
- *Vyšší produktivita*: kratší přehozy redukují prostoje, což znamená vyšší míru produktivity vybavení.
- Jednodušší seřizování má za následek bezpečnější přehozy, s menší fyzickou zátěží a nebezpečím úrazu.
- Méně zásob značí menší nepořádek na pracovištích, což činí produkci samo o sobě snazší a bezpečnější.



Obr. 4. Přínosy systému SMED [18]

4.2 Seřizovací operace

Existují dva druhy seřizovací operace:

1. *Interní operace*: tento typ činnosti lze provádět pouze a jen tehdy, pokud je strojní zařízení mimo výrobní činnost. Příklad: nová forma může být nainstalována na lis jen když je lis mimo provoz.
2. *Externí operace*: tento typ seřizování lze provádět během provozu stroje. Příklad: šrouby lze zkompletovat s formou během plného výkonu lisu.

Všechny změny rozměru, které nebyly vylepšeny použitím systému SMED jsou tvořeny 4 kroky – bez ohledu na typ vybavení či operace. Tyto kroky jsou:

- | | |
|---|----------|
| 1. příprava, kontrola, čištění materiálu a nástrojů | 30% času |
| 2. připevnění a odstranění nástrojů a částí | 5% času |
| 3. měření, nastavení, kalibrování | 15% času |
| 4. zkušební provoz a seřízení | 50% času |

4.3 Tři kroky systému SMED

Zkrácení času změny rozměru využitím techniky SMED probíhá ve třech krocích:

1. Separace interních a externích činností

2. Převedení interních činností na externí
3. Zkrácení času pro interní a externí činnosti

4.3.1 Analyzování změny rozměru

Před tím, než se začne aplikovat samotný SMED, je zapotřebí mít představu o tom, jak jsou v současné době prováděny přehozy a jak dlouho každý jednotlivý krok trvá. Toto předběžné opatření se nazývá *Analýza přehozu* a pomůže nám následně naplánovat, jakým způsobem implementovat SMED zlepšení na naše zařízení. Skládá se ze tří hlavních kroků:

1. Nahrát kompletní proces přehozu, soustředit se přitom na pohyby rukou, očí a těla osoby provádějící přehoz. Použít časomíry a funkce data na kameře, pokud je to možné.
2. Ukázat nahrávku sledované osobě a ostatním lidem, kteří mají co do činění s daným výrobním zařízením. Požádat osobu, která přehoz prováděla o popis činnosti. Vytvořit skupinu, která bude sdílet a komunikovat myšlenky týkající se dané operace.
3. Prostudovat detailně nahrávku; zaznamenávat čas a pohyby v každém kroku přehozu. Používat pause a rewind pokud je potřeba; pokud je to nutné, použít i stopky.

4.3.2 SMED: 1. krok – separace interních a externích činností

V prvním kroku jsou úkoly, které mohou být vykonávány během chodu stroje, odděleny od úkolů, které musí být vykonány zatímco je strojní zařízení vypnuto. Určité úkoly mohou být jednoduše provedeny předtím, než je stroj zastaven za účelem přehozu. To zahrnuje nastoupení správných lidí, kteří připravují díly a nástroje, provádějí opravy a přinášejí díly a nástroje blíže k zařízení. V praxi je překvapující jak často jsou tyto úkoly prováděny po vypnutí stroje, namísto aby byly provedeny ještě za chodu stroje při předchozí dávce.

Tři praktické techniky nám pomohou oddělit interní a externí činnosti. Tyto techniky jsou:

- použití checklistů;
- vykonávání funkce kontroly;
- zlepšení transportu forem a ostatních částí.

Checklisty

Checklist obsahuje všechny požadované informace, které jsou potřeba k přípravě a uskutečnění další operace. Výčet zahrnuje nástroje, normy, pracovní požadavky, správné technologické hodnoty operací jako teplota, tlak, rychlost podávání apod.

Funkce kontroly

Udává nám, zda jsou části v perfektním provozuschopném stavu. Funkce kontroly může být vykonána stejně dobře ještě před zahájením přehozu. Jestliže nejsou poškozené lisovací formy odhaleny do zkušebního běhu, zpoždění nastane během interních činností. Ujištěním se, že jsou všechny nástroje v provozuschopném stavu ještě před namontováním zkrátí čas přehozu o velkou část.

Zlepšení transportu dílů a nástrojů

Upínací čelisti, matrice, formy, nářadí, měřidla a ostatní nástroje potřebné k operacím musí být přemísťovány ze skladovacích prostor ke stroji a potom zpět do skladu po každé končící výrobní dávce. Ke zkrácení času, kdy je stroj mimo provoz, by měl být transport nástrojů realizován během externích činností. Jinými slovy, nové díly a nářadí by měly být dopraveny ke stroji ještě před tím, než je stroj zastaven k samotnému přehozu. Podobně by staré díly a nářadí neměly být uklíženy dříve než budou nainstalovány díly nové a stroj zapnut pro výrobu následujícího produktu.

4.3.3 SMED: 2. krok – převedení interních operací na externí

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.

Klíčové pro úspěšnou implementaci druhé úrovně je schopnost dívat se na současné interní procesy tak, jako bychom je viděli poprvé. Nedovolte, aby se staré zvyky a domněnky stavěly do cesty provádění těchto změn.

Tři praktické techniky napomáhající přesunu interních činností do externích:

- příprava pracovních podmínek v předstihu;
- standardizace základních činností;
- používání šablon.

Příprava pracovních podmínek v předstihu

Zajištění potřebných dílů, nástrojů a technologických podmínek ještě před začátkem interního přechodu. Podmínky jako teplota, tlak nebo pozice materiálu lze připravit externě, zatímco je stroj v provozu.

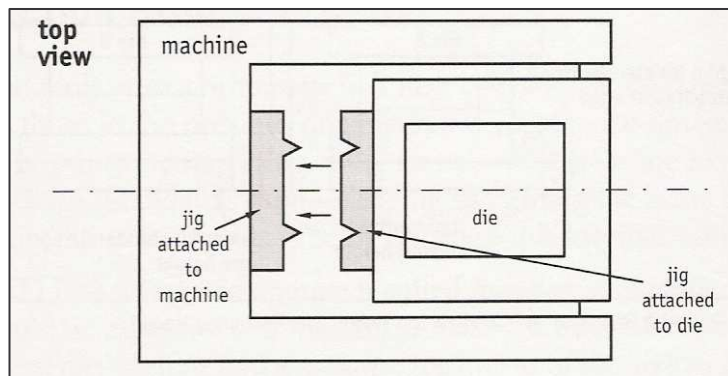
Jeden příklad představuje drátový sklad zásobovaný těžkou cívkou. Nové cívky musí být přineseny ke stroji pomocí vysokozdvizného vozíku, ale ten není vždy ihned po ruce. Abychom se vyhnuli neproduktivním prostojům, může být postaven dočasný držák. Držák je naplněn novou cívkou zatímco je stroj v provozu. Když skončí stará cívka, operátor jednoduše přemístí novou a pokračuje.

Jiný příklad podpory přípravy je předeřhátí strojních zařízení nebo materiálů – mimo zařízení – až k požadované teplotě. Některé společnosti k tomuto účelu využívají odpadního tepla z jiných zařízení.

Standardizace

Když nástroje nebo strojní části v nové operaci jsou odlišné od předešlé operace, operátoři musí provést časově náročné seřizování během přechodu často mimo provoz stroje. Standardizace – dodržování stejných postupů během výroby každé jednotky – pomáhá odstranit tyto interní činnosti.

- standardizace upínání částí;
- používání šablon k upínání;
- použití systému kazet (oddělení mechanické a tvarovací funkce).



Obr. 5. Šablona k umístění formy přesně na střed [18]

Vodící prvky

V mnohých procesech mohou být tyto prvky použity k přesunu úkolů z interních do externích činností. Prvky mohou mít podobu desek či rámců standardizovaných rozměrů, které mohou být vyjmuty ze stroje.

Zatímco jsou ve stroji připojeny formy k jedné z těchto desek, další formy jsou vystředovány a připojovány k jiné desce jako součást procesu externích činností. Když je dávka na prvních formách ukončena, je druhá deska s již připojenými a vycentrovanými formami namontována do stroje.

4.3.4 SMED: 3. krok – zkrácení času interních a externích činností

V třetím kroku jsou zefektivňovány všechny zbývající interní a externí činnosti. Děje se tak ještě jednou bližším pohledem na každou jednu operaci, na její funkci a účel.

Praktické techniky 3.úrovně SMEDu lze rozdělit na zlepšovací techniku interních a externích činností zvlášť.

Redukování externích činností

Zlepšování externích činností se děje redukováním činností spojených se skladováním a redukováním míry transportů dílů a náradí. 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?

Operace spojené se skladováním a transportem mohou být velmi časově náročné, obzvláště pokud společnost vlastní velký počet forem ve skladě. Skladování a transport lze zlepšit pomocí značení forem barevnými kódy a lokačními čísly regálů, kde jsou skladovány. Regály jsou označeny stejným číslem. Usnadňuje to vyhledávání a následné navrácení forem na správné místo. Sklad a transport může být mnohem více efektivní, pokud jsou umístěny nejvíce používané formy na snadno přístupném místě.

Redukování interních činností

Úplné zlepšení interních činností je následující:

- implementace paralelních operací;
- používání rychlých upínadel;
- eliminace seřizování;
- mechanizace.

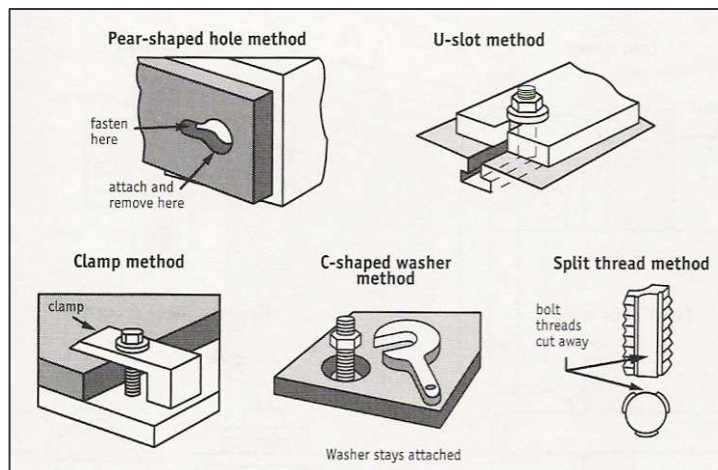
Implementace paralelních operací

Velké stroje často požadují činnosti jak v přední tak i v zadní části stroje. Přehoz o jedné osobě znamená plýtvání časem a pohyby protože stejná osoba stále chodí z jednoho konce stroje na druhý. Paralelní operace dělí činnosti mezi dva operátory, každý na jedné straně stroje. Ve dvou lidech (či více) lze provést přehoz za 4 minuty namísto původních 12 díky eliminaci času potřebného na přesuny operátora z jedné strany stroje na druhou.

Rychlá upínadla

U tradičních přehozů jsou k namontování forem či nástrojů přímo do stroje používány šrouby. U přehozu SMED systému, jsou však šrouby považovány za „nepřítele“. Šrouby a matice jako upevňovací značně zpomalují interní činnosti. Jejich funkci nahrazují:

- upnutí jednou otáčkou (využití profilu hrušky, zářezu profilu „U“, spon, podložek „C“ profilu, podélných rýh závitů);



Obr. 6. Techniky upnutí jednou otáčkou [18]

- metoda jednoho pohybu (vačky a svorky, doraz pružiny, klíny a kuželové závlačky, magnetická či vakuová adheze)
- zámkové metody

Eliminace seřizování

Eliminace zkušebního provozu a seřizování je důsledkem správného nastavení před začátkem každé nové operace stroje. Délka zkušebního provozu a množství seřizování, které je potřeba učinit závisí na tom, jak přesně bylo provedeno středění, upravení rozměrů a nastavení ostatních podmínek v předchozích krocích přehození. K eliminaci seřizování je zapotřebí zdokonalit a standardizovat to, jak byly vykonávány předchozí úkoly.

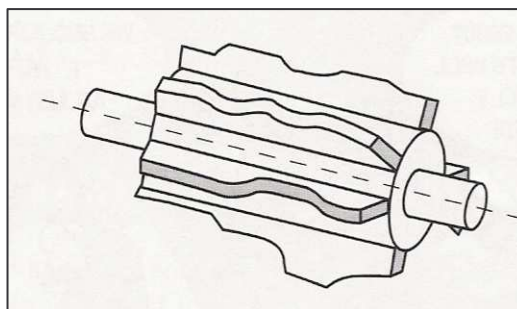
Tři praktické techniky pro eliminaci seřizování jsou:

- používání vestavěných číslicových měř a tvorba standardního nastavení;
- využívání středových rysek;
- používání systému nejmenší společný násobek (The Least Common Multiple - LCM).

U metody *nejmenší společný násobek* se ponechává mechanismus tak jak je a mění se pouze jeho funkce, nedochází k seřizování, ale pouze k navolení nastavení.

Soustruh vyřezává několik odlišných vzorů. Aby soustruh vytvořil správný profil materiálu, kopíruje šablonu. Každý odlišný profil má svou vlastní odlišnou šablonu. Každá šablona je samostatným dílem a musí být připojena a odpojena ze stroje během přehození.

Využitím principů LCM, je nyní několik těchto šablon přeneseno dohromady v jednoduchý mechanismus. Šablony jsou připojeny na hřídel, která zůstává trvale ve stroji během přehozu. Jediná potřebná změna, kterou je potřeba provést, je snadné pootočení hřídeli na příslušnou šablonu pro příští výrobek. Tento zlepšovací návrh ušetří mnoho času a zabrání problémům se ztrátami šablon a připojováním dílů.



Obr. 7. Aplikace nejmenšího společného násobku [18]

Mechanizace

Mechanizace by měla být považována za správnou až po všech pokusech provést reorganizaci přehozu pomocí technik, které byly potud uvedeny. Dva důvody jsou: zatímco hlavní techniky systému SMED mohou zkrátit přenastavovací čas řekněme ze 2 hodin na tři minuty, mechanizace zkrátí tento čas pouze o pár minut.

Druhý důvod proč se vyhnout přímému skoku do automatizace je fakt, že mechanizace ve zbytečných operacích může mít za následek redukci času, ale ve skutečnosti nijak daný proces nezlepší. Mnohem efektivnější je zavést mechanizaci až po té, co už bylo provedeno vše ostatní v organizaci přehozu jak bylo jen možné. Mechanizace se použije až pro jemné doladění, ne pro dramatické redukce.

4.4 Koncepce nulových změn

Délka prostoje z důvodu seřizování a změn sortimentu trvající do 9-ti minut byla až donedávna považována za cílovou metu v této oblasti. Přesto se v polovině 90. let objevuje cíl ještě daleko agresivnější, tzv. koncepce „nulových změn“ (zero changeover). [1]

Celý tento postup má obvykle následující realizační fáze [14]

- Analýza současného stavu – detailní pochopení a rozbor procesu přetypování;
- Pochopení, že přetypování je plýtvání;
- První cíl – redukce času na $\frac{1}{2}$;
- Druhý cíl – redukce dosaženého času na $\frac{1}{2}$;
- Třetí cíl – redukce na méně jak 9 minut;
- Čtvrtý cíl – redukce pod 3 minuty;
- Konečný výsledek – nulový čas na přetypování.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALYTICKÁ ČÁST

5.1 Česká gumárenská společnost

Česká gumárenská společnost, a.s. je v současné době největším českým nezávislým holdingem v České republice, zabývajícím 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 2003 dělila do tří divizí. [16]

- *Divize pneumatik*, reprezentovaná společností MITAS postupně realizuje svou dlouhodobou strategii stát se předním světovým výrobcem mimosilničních plášťů. Jsou to zejména pneumatiky pro stavební stroje všech typů a velikostí, pro rypadla a nakladače, dále pro nákladní automobily, víceúčelové a zemědělské stroje. MITAS a.s. rovněž vyrábí motocyklové pláště, klínové řemeny a gumárenské směsi. Do divize také patří IGTT a.s. (výroba forem pro gumárenství, zkušebna pneumatik), Obnova Brno, a.s. (prodejní a servisní síť v ČR) a OBNOVA-Výrobní závody, spol. s r.o. (výroba protektorů).
- *Divize technická pryž*, zastoupená společností RUBENA, úspěšně naplňuje plán stát se významným vývojovým dodavatelem automobilového průmyslu a průmyslu bílé techniky.
- *Divize strojírenská*, společnost BUZULUK, dodavatel gumárenských strojů a pístních kroužků.

5.1.1 Historie společnosti Mitas a.s.

MITAS Praha byl založen v roce 1933 v Praze - Strašnicích jako dceřiná firma společnosti Michelin. Michelinu patřily tři čtvrtiny akcií a zbytek vlastnily československé banky. Nový závod postupně přijal na 250 českých dělníků, kteří zde od roku 1934 vyráběli pneumatiky a duše pro automobily, motocykly a jízdní kola.

Během války závod přešel pod německou firmu Harburger Phönix, která se orientovala na válečnou výrobu – šlo zejména o pogumování kovových součástí tvrdou pryží. Po válce došlo k postupnému návratu k civilní výrobě a posléze ke znárodnění podniku. Na jaře roku 1946 byl název podniku změněn na Pneumichelin, n.p. Praha. Na přelomu let 1946 –

1947 byla vyhlášena soutěž na nový název závodu. Zvítězil návrh MITAS – spojením Michelin – VeriTAS. Firma Veritas vyráběla v Hrádku nad Nisou pryžové obruče na dětské kočárky a v roce 1946 byla začleněna k továrně Michelin. Od léta 1947 se tovární značka MITAS oficiálně užívala.

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 veloplášťů 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, které rovněž sdružovaly společnosti Rubena Náchod a Gumokov Hradec Králové. V roce 1967, kdy skončila rozsáhlá rekonstrukce společnosti, patřil MITAS mezi přední evropské gumárenské společnosti. Postupem doby firma zavedla také výrobu plášťů pro stavební stroje. 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 Tomáš Baťa. V lednu 1932 bylo do Zlína dodáno ze zahraničí výrobní zařízení a v dubnu zde vylisovali první pneumatiku o rozměru 32 x 6. O rok později postavil Baťa ve Zlíně pneumatikárnu, která ve druhém pololetí 1934 vyrobila 68 000 pneumatik ve 43 rozměrech. Už v následujícím roce továrna zvýšila výrobu o 100 procent a pláště Baťa se montovaly na všechna tuzemská auta, což výrazně omezilo dovoz zahraničních pneumatik. V roce 1939 Baťa vyráběl 250 tisíc pneumatik ročně a zavedl dále výrobu klínových řemenů, transportních pásů a technické pryže.

V roce 1945 byla akciová společnost Baťa znárodněna a v roce 1949 se firma Baťa přejmenovává 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 byla uvedena do provozu nová hala na výrobu pneumatik v Otrokovicích.

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 Beltyr) ve skupině Barum Holding. Z akciové společnosti Barum Holding se postupně formuje Česká gumárenská společnost a MITAS Praha se s Beltyrem Zlín slučuje do jednoho

subjektu. MITAS již čtvrtým rokem realizuje v obou svých provozech (Praha, Zlín) rozsáhlý restrukturalizační a investiční program „MITAS 2004“, na který získal jako jeden z mála českých podniků vládní investiční pobídky. V roce 2002 MITAS zahájil výrobu traktorových radiálních plášťů a MPT radiálních plášťů v celoocelovém provedení. [15]

5.1.2 Mitas a.s. dnes

Akciová společnost MITAS dnešní podoby se skládá ze tří výrobních úseků: v Praze, ve Zlíně a v Otrokovicích.

Tyto závody se zabývají výrobou plášťů pro zemědělské, mimosilniční a stavební stroje, pro motocykly, vysokozdvizné vozíky, pro lehké nákladní automobily a některá letadla. Závod ve Zlíně patří také k významným světovým výrobcům klínových řemenů. [15]

5.2 Výroba pláště

5.2.1 Hlavní části pláště

<i>Kostra</i>	základní nosná část pláště, která je vyrobena z kordových vložek, textilu a oceli;
<i>Běhoun</i>	pryžová část, do níž je lisován dezén; zajišťuje kontakt s vozovku, požadovanou adhezi; chrání kostru; musí odolávat oděru a musí dosahovat vysoké životnosti;
<i>Bočnice</i>	chrání kostru z boku; materiál, ze kterého je vyrobena odolává prolamování;
<i>Patka</i>	zajišťuje usazení v ráfku; tvoří jej neprotažitelné ocelové lanko, přes které jsou přehnuty kordové vložky;
<i>Nárazník</i>	je umístěný mezi běhounem a kostrou, zvyšuje odolnost pláště proti průrazu a je vyroben z oceli nebo polyamidu;
<i>Vnitřní guma</i>	zajišťuje nepropustnost plynů;
<i>Další části</i>	rameno pláště, vnitřní guma, meziguma, spojovací vrstva, výplně.

5.2.2 Výrobní postup

- Příprava směsí a polotovarů;
- Konfekce pláštěů;
- Vulkanizace a lisování;
- Konečná úprava.

Míchání směsí

Míchání kaučukových směsí je technologický proces, při němž se provádí vtírání přísad do základní kaučukové směsi (kaučuk přírodní či syntetický). Míchání se děje v hnětacích strojích nebo na dvouválcovém kalandru. Přimíchávané přísady mají za úkol zlepšovat fyzikálně chemické vlastnosti směsi. Jedná se o vulkanizační činidla, urychlovače, aktivátory, retardéry, plniva, změkčovadla, antidegradanty, pigmenty a barviva.

Válcování, vytlačování a pogumovávání

Válcování je technologický proces, při kterém se z kaučukové směsi vytváří pás směsi o určité tloušťce průchodem mezi dvěma proti sobě otáčejícími se válci. Tímto způsobem se připravuje např. vnitřní guma, přelepovací pásy nebo ochranné patní pásy.

Vytlačování je proces, při kterém se směs vytlačuje přes šablonu požadovaného profilu do volného prostoru. Tímto způsobem se připravují běhouny, bočnice, jádra apod.

Pogumováním se rozumí nanášení kaučukové směsi na textil nebo ocelové lanka o určité osnově. Provádí se na víceválcích, do kterých vstupuje pogumovávaný materiál a kaučuková směs. Ze stroje se pak plynule odvíjí pogumovaný textilní či ocelový kord.

Dělení polotovarů

Pro vlastní konfekci je nutné provést úpravu pogumovaných materiálů řezáním nebo sekáním. Smyslem mechanického dělení je získat určitý rozměr a úhel řezu. Pro tento účel slouží různé typy řezacích nebo sekacích strojů.

Výroba lan

Lano zajišťuje přidržení vzduchové komory vymezené velikostí a tvarem pneumatiky na ráfku, vytváří přechodovou fázi z tuhého ráfku do pružné bočnice a pak do běhounu. Na lano jsou kladeny několikanásobné bezpečnostní nároky, proto jsou vyráběny z vysokopevnostních, tažných a odolných drátů, které jsou navíjeny a pogumovány v několika vrstvách.

Konfekce

Spojování polotovarů se v gumárenské výrobě nazývá konfekce. Na konfekčních strojích se pokládají jednotlivé polotovary na buben a následně jsou zavalovány a tvarovány do podoby, která již připomíná finální produkt. Výsledkem konfekce je surový plášť. Celý proces pokládání polotovarů může probíhat jednostupňově na jednom konfekčním bubnu nebo dvoustupňově na dvou konfekčních bubnech, kdy na jednom je vyráběna kostra pláště, na druhém je zhotoven prstenec z nárazníků, běhounu a polyamidu a následně nasazen na kostru a zaválen.

Vulkanizace a lisování

Vulkanizace je jednou z nejdůležitějších reakcí kaučuku. Dochází při ní k zesíťování vazeb směsi, při němž se mění původní, převážně plastická směs ve vysoce elastickou pryž. K vulkanizaci dochází při vysokých teplotách a tlacích. Tyto podmínky zajišťují lisovací stroje. Lisování zajistí konečný tvar pláště. Po vložení surového pláště do lisu je pomocí tlaku plášť vytvarován dle dané lisovací formy a následně za zvýšené teploty proběhne samotná vulkanizace. Vulkanizace změní plastickou směs na elastickou pryž, která se vyznačuje tažností, tvrdostí, odolností proti opotřebení, proti povětrnostním a chemickým vlivům.

Dokončování plášťů

Pláště se dostávají na ořezávací plošiny, kde se zbavují přetoků. Dále postupují k vizuální kontrole, kde jsou případné vady označeny křídou. Označené pláště putují do opravy, kde se rozhodne, zda je lze opravit, či je vyřadit a znehodnotit. Podle zjištěného stavu se pláště zařadí do příslušné kvalitativní třídy.

5.3 Lisovna

5.3.1 Vulkanizační lis

V provozu motoplášťů jsou používány dvojité membránové lisy ve velikostech 30“, 40“ a 55“. Celkem se v provozu lisovny motoplášťů nachází 25 lisů. Lisy jsou vyhřívány topnou parou, která vyhřívá buď topné desky, kde je stálý přívod nebo komory, kde je pára vypouštěna pouze po část vulkanizační doby. Pohyb pracovních orgánů lisu je vyvozován mechanickými, hydraulickými a pneumatickými mechanismy. Veškerá činnost uvedených mechanismů je řízena programovacím přístrojem „Vulkán“.

Membrána je upevněna na obvodu mezi dvěma kovovými talíři. Oba talíře jsou svisle posuvné. Dolní talíř je opatřen dvěma teleskopickými trubkami, které slouží ke spojení prostoru v membráně se zdrojem topných a tlakových médií.

Vulkanizační schéma je určeno nastavením jednotlivých fází vulkanizace v programovém přístroji lisu. Programový přístroj dává v průběhu vulkanizace pokyny k zahájení jednotlivých fází procesu. Lis je vybaven registrační aparaturou, která průběžně zajišťuje registraci hlavních veličin.

Vulkanizační lis je vybaven řídící skříní umístěnou na boku lisu. Na skříní jsou umístěny vypínače a tlačítka, kterými pracovník ovládá stroj. Lis je vybaven bezpečnostním nouzovým zastavováním pomocí tyče umístěné před horními pohyblivými komorami lisu.

[17]



Obr. 8. Vulkanizační lis

5.3.2 Obsluha lisu

Lisovač zkontroluje výchozí stav lisu, čistotu forem a membrán. Tlakovým vzduchem odstraní nečistoty z forem a odstraní případné přetoky z předešlých zálisů. Provede nastříkání vybombírovaných membrán. Stiskne tlačítko, tím sjedou táhla membrány do spodní polohy. Vezme surový plášť příslušného rozměru, uloží ho na vysátou membránu a urovná ho na spodním membránovém kroužku. Potom vloží do tvárnice své osobní číslo nebo ho pomocí razítka vyznačí na bočnicovou část pláště. Stlačením tlačítka pro zavírání lisu začne zavírat lis. Během zavírání stlačí levé táhlo, které spustí předbombírování pláště. Bombíruje tak, aby plášť byl vhodně zformován na membráně. Při dostatečném nabombírování jej dá do původní polohy a ukončí dovírání lisu.

V průběhu vulkanizace je lisovač povinen na registračním přístroji kontrolovat dosažení předepsaných hodnot tlaku v membránách a teplotu v topných deskách.

Lis se otevírá automaticky. Vylisované pláště jsou vytrženy ze spodní poloviny formy. Lisovač odebere vylisované pláště a po jejich prohlídce je přenese na určené místo. Po vyhození pláště zůstává lis ve výchozím stavu. Pracovník zkontroluje čistotu tvárnice a opakuje celý postup lisování. [17]

5.3.3 Layout

Společnost Mitas a.s.; výrobní úsek Zlín, je situovaná ve vícero objektech v areálu Svit. Transport mezi jednotlivými budovami je velkým plýtváním, a proto je výroba z velké části rozdělena do jednotlivých budov dle typu výrobků. Technologie výroby a prostorové omezení nedovolují, aby byl transport zcela eliminován.

Umístění výroby v jednotlivých budovách

Tab. 1. Rozmístění výroby

Budova	
46.	Správa firmy Mitas a.s. Zlín
61.	Sklad klínů (Rubena)
65.	Sklad strojních zařízení
66.	Lisovna membrán
67.	Výroba duší, membrán, leteckých pláštů, lan
68.	Centrála údržby
69.	Výroba klínových řemenů (Rubena)
75.	Výroba motoplášťů
76.	Výroba komerčních pláštů
77.	Oprava pláštů, sklad pláštů
78.	Sklad surovin
85.	Výroba osobních radiálních pláštů
86.	Výroba MPT (celoocelové radiální pláště)
93.	Sklad forem, pískování forem

Lisovna motoplášťů je situovaná v 75. budově. Sklad a údržba forem se nachází v 93. budově. Mapa závodu je přiložena v příloze P II; layout lisovny v příloze P III.

5.4 Úzké místo

Stávající organizace práce a systém plánování na úseku lisovny dovoluje, aby stroj setrval po určitou dobu v nečinnosti. Tato doba nečinnosti, za současného objemu výroby, neohrožuje schopnost podniku dostát svým závazkům v požadovaném termínu, protože denní kapacita lisovny je 2677 ks, kdežto denní produkci tvoří jen zhruba 2150 ks motoplášťů.

Do budoucna společnost Mitas a.s. plánuje zvýšení objemu produkce. Proto se v předstihu zabývá zvýšením kapacity lisovny. Za stávajících podmínek lisovna není úzkým místem. Za úzké místo, respektive omezení, bych označil spíše trh, protože v samotné výrobě se nenachází místo, kde by byly požadavky vyšší než příslušné kapacity. Pokud se společnosti povede v budoucnosti získat větší podíl na trhu, bude to právě lisovna, která připraví společnost o potenciální příjmy. V oblasti motoplášťů je kapacita lisovny (2677 ks/den) v porovnání s konfekcí (4363 ks/den) téměř poloviční.

V současné době pracuje společnost na vytvoření přehledu ztrát, aby následně dokázala, podle zjištěných výsledků, největší ztráty cíleně eliminovat. Jedna z největších ztrát však bezpochyby bude neproduktivní čas, který je potřeba pro provedení změny rozměru lisu. Přehoz rozměru si žádá vyřazení lisu z produkce na dobu, která se pohybuje kolem 3 hodin, což při průměrné době zálisu motopláště 15 minut znamená ztrátu zisku z prodeje 24 plášťů (lis zpracovává současně 2 pláště). Průměrně se denně provádí přehozů 5; potom firma ztrácí možnost prodeje 120 ks/den.

Potřebnost zkrácení doby nutné pro změnu rozměru vyplývá ze dvou faktorů:

1. Zákazníci mají stále více diferencované požadavky a nutí tak výrobce k produkci ve stále menších výrobních dávkách.
2. Globalizace zvyšuje konkurenci, která tlačí ceny finálních produktů dolů nebo je udržuje na stávající úrovni při rostoucích cenách vstupů. Pro podniky je pak jediný způsob jak obstát, hledat rezervy uvnitř svých organizací.

Pokud společnost distribuuje své produkty do celého světa, znamená to, že musí své produkty přizpůsobit podmínkám daného prostředí a to samozřejmě vede ke zvýšení množství typů výrobků.

Proces změny rozměru na lisovně motoplášťů není nijak standardizován. Takový proces je neřiditelný a způsobuje nepřesnosti v plánování. Mimo to u něj nelze uskutečňovat žádná opatření, která by vedla k výsledkům, porovnatelným s předchozím stavem. Neexistence standardů také zvyšuje pravděpodobnost vzniku náhodných nežádoucích jevů, které mohou značně zvýšit časovou náročnost procesu nebo snížit bezpečnost zúčastněných.

Z těchto důvodů mi bylo útvarem průmyslového inženýrství společnosti Mitas a.s. navrženo téma mé diplomové práce, ve které budu aplikovat metodu SMED na zkrácení doby změny rozměru.

5.5 Přehoz rozměru

5.5.1 Organizace práce

V provozu lisovny se pracuje na 3 směny. Změny rozměru na lisovně provádí dvě skupiny pracovníků. Jednu skupinu tvoří 5 formařů, druhou 3 membránaři. Skupina formařů pracuje pouze na ranní směně, membránaři pracují na všech směnách. Změny rozměru provádí na základě denního rozpisu výroby pro každý měsíc s drobnými operativními úpravami. Denně se průměrně provádí výměna 10 forem, za měsíc je to pak 280 forem.

Po dokončení daného rozměru se nechá lis vychladnout. Po vychladnutí membránař demontuje membrány a provede jejich rozebrání na membránovém stole, který se nachází v prostoru lisovny. Použitou membránu uloží do prostoru k tomu určeném, kovové části připraví pro čištění pískováním spolu s tvárnicemi.

Když je membrána demontovaná z lisu, začnou formaři s vyjmutím lisovacích forem. Po demontáži nainstalují nové formy, které byly již předtím převezeny ze skladu forem k lisu. Do starých forem jsou vloženy příslušné díly z membránové sady a odvezeny do jiné budovy, kde se provede jejich čištění popřípadě oprava a následně jsou uloženy do skladu forem.

Po skončení činnosti formařů opět nastoupí membránař a nainstaluje již připravenou membránovou sadu na lis. Lis se přivře a nechá se vyhřát na provozní teplotu. Po dosažení požadované teploty obsluha vloží do lisu první kus a po jeho vylisování provedou formaři případné doseřízení zavírací výšky lisu.

5.5.2 Demontáž vulkanizačních membrán

Vulkanizační lis je otevřen, membrána je v horní úvrati. Pracovník výměny vulkanizačních membrán zavře ruční ventil přívodu vakua do membrány. Vyšroubuje zajišťovací šroub s podložkou na konci pístnice a vyjme stavěcí kroužky nad objímkou. Ze zámku sejme stahovací kroužek. Povolí a vyjme půlenou objímku. U membrán BOM 40“ a 55“ našroubuje do otvorů v horním kroužku membrány úchytky ve tvaru „T“. Sjede spodním membránovým kroužkem na spodní úvrať. Hákovým klíčem povolí trapézový závit na dolním kroužku a membránu vyšroubuje. Membránu vyzdvihne a přenesení jeřábem na vozík a odveze ji.

5.5.3 Demontáž vulkanizačních tvárnic

Pracovník uvolní šrouby spodní poloviny formy. Zavře lis, demontuje víka na komorách lisu a uvolní šrouby horní poloviny lisu. Lis otevře a jeřábem formu vyzvedne. Pracovník provede vyčištění spodní části komory od veškerých nečistot. [17]

5.5.4 Montáž kompletu membrány

Demontáž a montáž membrán se provádí na membránovém stole, který se nachází v hale lisovny. Demontáž kompletu zahrnuje oddělení kovových částí (patkové kroužky, membránové kroužky) od použité membrány. Ty jsou následně spolu s vulkanizační formou čištěny pískováním použitím jemného abraziva. Montáž kompletu obnáší osazení nové membrány vyčištěnými membránovými a patkovými kroužky.



Obr. 9. Membránový stůl

5.5.5 Čištění vulkanizačních forem

Formy jsou čištěny za účelem odstranění nečistot majících vliv na kvalitu vylisovaného pláště. Čištění se provádí ve značně od lisovny vzdálené 93.budově. K transportu se využívá vysokozdvizného vozíku, kovových či dřevěných palet. Čištění se provádí pískováním povrchu a následným odvrtáním nečistot z odvětrávacích otvorů vulkanizačních forem, včetně patních a membránových kroužků. Po opískování musí být

formy zbaveny nečistot a zbytků abraziva a lisovací povrch formy, včetně odvzdušnění musí být před montáží do lisu odmaštěn. [17]



Obr. 10. Sklad forem

5.5.6 Montáž vulkanizačních tvárnic

Před montáží pracovník zajistí promazání všech závitů a šroubů. Zkontroluje čistotu spodní komory, případné nečistoty odstraní. Nastaví max. výšku formy a přítlačnou sílu pro daný rozměr. Zvedacím zařízením usadí formu do lisu a lehce ji uchytlí šrouby. V ručním režimu najede horní část lisu nad tvárnici a otáčením pastorku nastaví horní upínací talíř na vzdálenost 20 mm nad horní plochu tvárnice. Uzavře lis na max. tlak a utáhne pojistnou matici na pastorku. Horní tvárnici lehce přišroubuje k horní desce. Lis pootevře a zavře. Pracovník dotáhne upevňovací šrouby horní poloviny formy a upevní montážní víka komor. Po otevření lisu dotáhne šrouby spodní poloviny formy. Potom pracovník očistí povrch tvárnice, odmastí jej a zkontroluje stav popisu bočnice. Provede se konečné seřízení dotlaku forem pomocí údajů indikátorů na klikovém mechanismu lisu. [17]

5.5.7 Montáž vulkanizačních membrán

Před montáží pracovník namaže závit grafitovým olejem, vymění těsnící kroužky na hlavě válce. Pomocí „T“ úchytek a jeřábu umístí komplet membrány na pístní tyč a usadí ji na upínací závit hlavy válce. Našroubuje ji a utáhne hákovým klíčem. Na vysunutou pístnici nasadí zámek. Pomocí vymezovacích kroužku se nastaví vůle mezi stavěcími kroužky a zámkem. Pracovník zámek dotáhne, rozbombíruje membránu a zkontroluje její těsnost. Po kontrole prvního vylišovaného kusu se provede (pokud je zapotřebí) doseřízení zavírací výšky. [17]

5.6 Analýza změny rozměru

Před samotnou aplikací SMEDu je zapotřebí proces změny rozměru podrobně analyzovat. K tomuto účelu byla ve dnech 19. a 30.11. pořízena na úseku lisovny videonahrávka celého přehozu. V současnosti situace v plánování dovoluje, aby byl přehoz prováděn na dvě etapy. Během první se provede pouze demontáž staré membrány z lisu. Při druhé jsou provedeny všechny ostatní úkony. Z tohoto důvodu jsou pořízeny dvě nahrávky, které odpovídají uvedeným etapám. Pro účel analýzy budu za celkový čas přehozu považovat součet časů obou etap bez doby mezi nimi. Koncem přehozu budu rozumět začátek výroby prvního kusu 100% kvality.

5.6.1 Jízdní řád

Celková doba pozorovaného přehozu byla 3:06:12. Jednotlivé činnosti jsou rozepsány v jízdním řádu v následujících dvou tabulkách. V tabulkách je oddělena 1. etapa přehozu od druhé čerchovanou čarou. Ve sledovaném případě trvala 1. etapa 30 minut. První tabulka je jízdním řádem činností formařů; druhá je jízdním řádem membránaře a obsluhy lisu.

- **Modře podbarvená pole** popisují jednotlivé činnosti;
- **Červená pole** udávají čas, po který není v souvislosti s přehozem prováděna žádná činnost;
- **Oranžová pole** udávají dobu čekání;
- **Zelená pole** vystihují čas činností související se sledovaným přehozem;

- Šedá pole zachycují čas, během kterého se daný pracovník nepodílí na pozorované změně rozměru.

Tab. 2. Jízdní řád – formaři

	Formař 1	Formař 2	
jiná činnost	0:00-30:00	0:00-30:00	jiná činnost
uvolnění horních šroubů	30:01-31:40	30:01-32:57	uvolnění horních šroubů
čekání	31:41-32:57		
otvírání lisu	32:58-33:25	32:58-33:26	čekání
chůze pro jeřáb	33:26-34:02		
		33:27-33:50	zasunutí písní tyče
		33:51-34:00	odsunutí světla
manipulace s jeřábem k formě	34:03-34:11	34:01-34:32	čekání
uchycení formy	34:12-34:19		
vyjmutí formy a položení na zem	34:20-34:50	34:33-34:53	čištění topné desky vzduchem
		34:53-35:00	chůze za lis
ukládání kroužků do formy	34:50-35:29	35:01-35:29	ukládání kroužků do formy
manipulace s jeřábem k formě	35:30-35:48	35:30-36:06	čekání
uchycení formy	35:49-35:54		
vyjmutí formy a položení na zem	35:55-36:20		
ukládání kroužků do formy	36:21-36:49	36:07-36:49	ukládání kroužků do formy
čekání	36:50-37:17	36:50-37:17	čištění topné desky vzduchem
přesouvá jeřáb vedle lisu	37:18-37:54	37:18-37:54	čekání
uchycení nové formy	37:55-38:08	37:55-38:44	čištění topných desek smetáčkem
čekání	38:08-38:30	38:45-39:05	čekání
přesun horní desky jeřábem k lisu	38:31-39:00		
přivalení dolní části formy	39:01-39:22	39:06-39:16	položení podkladových desek
		39:17-39:22	čekání
odsun vozíku s nářadím (transport)	39:23-39:30	39:22-39:35	odsun zavěšené formy (transport)
položení spodní formy na zem	39:31-39:45	39:36-39:45	čekání
		39:46-39:50	přesun formy na jeřábu nad desky
položení vrchní formy, přesun k druhé	39:46-40:10	39:50-40:10	čekání
šroubuje úchytku "T"	40:11-40:25	40:11-40:25	šroubuje úchytku "T"
uchycují formu na jeřáb	40:26-40:34	40:26-40:34	uchycují formu na jeřáb
umísťuje novou spodní část formy	40:35-41:16	40:35-41:15	čekání
odjíždí s jeřábem nad druhou část formy	41:17-41:30	41:15-41:46	uvolňuje "T" úchytky
uchycuje formu	41:31-41:36	41:47-42:20	čekání
manipulace s jeřábem k formě	41:37-42:00		
umístění horního dílu formy na spodní díl	42:01-42:12		
odjíždí s jeřábem	42:13-42:30	42:21-42:40	uvolňuje "T" úchytky
přivalení horní části formy	42:31-42:52	42:40-42:58	nasazuje šrouby spodní tvárnice
přivalení dolní části formy	42:53-43:13	42:59-43:45	hledání správného šroubu
čekání (hledání)	43:14-43:21	43:46-45:03	maže, kompletuje, nasazuje šrouby
uchycení "T" úchytka	43:22-44:10		
manipulace s jeřábem k formě	44:11-44:29		
uchycuje formu na jeřáb; přesun k lisu	44:30-44:50		
umísťuje novou spodní část formy	44:51-45:10		
odjíždí s jeřábem	45:11-45:20		
uvolňuje "T" úchytky	45:21-45:35		
manipulace s formou jeřábem k lisu	45:36-46:16	45:03-46:02	připravuje šrouby k další formě
umístění horního dílu formy na spodní díl	46:17-46:33	46:03-46:32	čekání

UTB ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky

	Formař 1	Formař 2	
odvoz jeřábu vedle lis	46:34-47:05	46:33-48:12	nasazuje šrouby, uvolňuje úchytky
hledá metr	47:06-47:20		
měří výšku formy předešlé	47:21-47:33		
čeká	47:34-48:29	48:12-48:37	přivírá lis
otáčí pastorky	48:30-48:41		
nastavování úchylkoměru	48:42-50:17	48:42-50:17	nastavování úchylkoměru
přitahuje pastorek	50:18-53:48	50:18-53:22	čekání
zjišťuje příčinu nestandardu	53:49-54:50	53:23-55:15	zjišťování příčiny nestandardu
odchází porovnat nastavení k jinému lisu	54:51-55:25	55:16-55:50	čekání
utahuje pastorky	55:26-55:50		
kontrola rysek na úchylkoměrech	55:51-56:03	55:51-56:03	kontrola rysek na úchylkoměrech
		56:04-56:14	zjišťování příčiny nestandardu
utahuje pastorky	56:04-56:38	56:15-56:38	utahuje pastorky
kontrola rysek na úchylkoměrech	56:39-56:58	56:39-56:58	kontrola rysek na úchylkoměrech
odešel pro tyč na utažení	56:59-57:46	56:59-57:46	čekání
utahuje pastorky	57:47-58:02	57:47-58:02	utahuje pastorky
kontrola rysek na úchylkoměrech	58:03-58:47	58:03-58:47	kontrola rysek na úchylkoměrech
		58:48-58:53	přisunutí světla
zajištění pastorků	58:48-59:30	58:54-59:30	zajištění pastorků, kontrola vystředění
čeká	59:31-59:40	59:31-59:40	otvírá lis
povoluje šrouby, páčí formu na střed	59:40-60:19	59:41-60:07	čekání
čeká	60:20-60:35	60:08-60:38	přitahuje šrouby spodní tvárnice
zavírá lis	60:35-60:57	60:39-61:00	čekání
lícuje tvárnice páčidlem skrz víko lisu	60:58-61:23	61:01-61:19	pozoruje lícování tvárnice
vládá a utahuje šrouby ze předu	61:24-62:26	61:20-64:34	vládá a utahuje šrouby vzadu lisu
čekání	62:27-63:28	64:35-65:25	čekání
manipuluje s řídící jednotkou	63:29-63:52	65:26-65:30	odsunuje světlo
dotahuje horní šrouby (3 nástavce)	63:53-65:58	65:31-65:52	čekání
čekání	65:59-66:19	65:53-66:11	otvírá lis + vysouvá střední válec
čistí spodní část forem	66:20-66:50	66:12-67:02	umísťuje šroub na spodní díl formy
chůze pro správný štítek	66:51-68:05	67:03-67:15	zasunuje střední válec
umísťuje štítky	68:06-69:10	67:16-68:18	utahuje šrouby spodních tvárnice
jiná činnost	69:11-73:26	68:18-186:12	jiná činnost
čištění vzduchem spodní části	73:27-74:33		
chůze někam	74:34-74:57		
seřizování za lisem	74:58-75:35		
seřízení řídicího panelu	75:36-76:05		
jiná činnost	76:06-80:05		
zapnutí lisu (vyhřívání)	80:06-80:10		
jiná činnost	80:10-83:05		
odvoz starých forem vedle lis	83:06-83:48		
jiná činnost	82:49-89:47		
jiná činnost	89:48-96:36		
uložení starých forem na paletu	96:37-97:52		
jiná činnost	97:53-185:49		
seřízení pastorku, kontrola úchylkoměru	185:50-186:12		

Tab. 3. Jízdní řád – membránař + obsluha

	membránař	obsluha lisu	
nastavení polohy membrán	0:00-0:20	0:00-95:26	jiná činnost
uvolnění membrány od pístnice	0:21-0:57		
uchycení "T" úchytek	0:58-1:13		
uvolnění membrány	1:14-2:55		
přisunutí jeřábu	2:56-3:35		
vyjmutí membrány	3:36-3:56		
odstranění těsnění	3:57-4:05		
čištění závitů	4:06-5:25		
odvoz membrány na stůl	5:25-6:17		
demontáž membrány	6:18-14:10		
nastavení polohy membrán	14:11-14:20		
uvolnění membrány od pístnice	14:21-14:50		
chůze pro „T“ úchytky ke. stolu	14:51-15:21		
uchycení "T" úchytek	15:22-15:36		
uvolnění membrány	15:37-16:52		
přisunutí jeřábu	16:53-17:16		
vyjmutí membrány	17:17-17:46		
odstranění těsnění	17:47-18:03		
zajištění vysunutí závitů	18:04-18:40		
čištění závitů	18:41-20:10		
odvoz membrány na stůl	20:11-20:45		
demontáž membrány	20:46-30:00		
jiná činnost	30:01-34:52		
ukládání kroužků	34:53-35:15		
jiná činnost	35:16-89:47		
přinesení membrán	89:48-90:29		
promazání	90:30-90:47		
usazení 1.membrány	90:48-92:32		
usazení 2.membrány	92:32-93:23		
kontrola rozměrů	93:24-93:35		
čištění	93:35-94:02		
otevření medií	94:03-94:22		
jiná činnost	94:23-186:12	95:27-95:52	zavírá lis
		95:53-159:49	jiná činnost, vyhřívání
		159:50-160:04	otvírá lis
		160:05-160:15	čištění spodní formy
		160:16-162:20	umístění prvního kusu
		162:20-162:36	zavírá lis
		162:37-185:00	jiná činnost, lisování prvního kusu
		185:01-185:35	kontrola 1.kusu
		185:35-185:48	usazení 2.kusu
		185:49-186:12	jiná činnost

5.6.2 Rozbor jízdního řádu

Na lisu není prováděna žádná činnost

Intervaly, během kterých nebyla na lisu prováděna žádná činnost, jsou vyznačeny pouze ve sloupci činností formaře č.1. Součet časů červeně vyznačených polí je 21.1 min, což tvoří 11 % z celkové doby přehozu. Během této doby nebyla na lise prováděna žádná činnost.

Menší část této ztráty (1.6 %) je způsobena hledáním nástrojů a dílů, jejich nepřipraveností na potřebném místě a zjišťováním nestandardu v činnosti lisu při ručním chodu.

Větší část času (9.4 %), během kterého byla práce na přehozu v podstatě zastavena, byla způsobena nepřítomností pracovníků provádějících přehoz. V příloženém záznamu přehozu na DVD nejsou tyto časy zachyceny, protože by byl lis snímán po dobu 18 minut, bez jakékoli činnosti. Příčina nepřítomnosti pracovníků byla způsobena dvěma faktory.

- Formaři pracují pouze na ranní směně a z toho důvodu se jednotlivé přehozy překrývají. Pracovník pak přechází od jednoho přehozu ke druhému. Činnost přerušuje, přesouvá či přenáší nástroje, spotřebovává čas přesuny mezi lisy.
- Protože se na přehozu rozděluje dvě skupiny pracovníků (formaři, membranáři), dochází ke zpoždění nástupu následující skupiny po ukončení všech činností předcházející skupiny.

Čekání pracovníků

Během změny rozměru dochází k častému čekání jednoho pracovníka na druhého. Čekání bylo pozorováno pouze u formařů, kteří na přehozu spolupracují. Membranář provádí činnosti samostatně a tudíž se při jeho práci tento druh ztráty neprojevuje. Povaha práce a její bezpečnost vyžaduje přítomnost dvou formařů. Konkrétní rozdělení jednotlivých úkolů mezi oba pracovníky formaře způsobuje, že se čekání stává „nedílnou“ součástí přehozu.

Během přehozu znamenalo čekání formaře č.1 ztrátu 6.6 minut, což představuje 3.54 % z celkového času přehozu. Formař č.2 strávil čekáním dobu 14 minut, tj. 7.6 % celkového času.

V každém kroku je příčina čekání jiná. V zásadě se jedná o nutnost, za současného stavu, čekat na dokončení určitého úkolu druhým pracovníkem, aby mohl čekající pracovník zahájit další činnost přehození.

Například se může jednat o čekání jednoho pracovníka na druhého, který odstraňuje hůře přístupné šrouby a tudíž mu tato činnost trvá déle než prvnímu. Aby mohl vykonat další navazující činnost, musí počkat dokud nebudou všechny šrouby uvolněny.

Dalším příkladem je čekání jednoho formáře na druhého, dokud za pomoci jeřábu neusadí novou formu do lisu, aby pak mohl následně novou formu upevnit šrouby.

Činnosti

V současné době proces přetypování neobsahuje mnoho externích činností. Důvodem je přebytek kapacity lisovny. Externími činnostmi jsou pouze čištění a opravy forem a membránových kroužků a transport nových a starých forem mezi skladem a lisovnou (konkrétním lisem). Všechny ostatní činnosti jsou prováděny jako interní.

Při bližším pohledu na jednotlivé činnosti lze zjistit, že například během celého přehození bylo provedeno 17 minut uvolňování či utahování šroubů, 5 minut uvolňování či utahování „T“ úchytek a 6 minut utahování pastorků.

Ostatní

Velký podíl na celkovém čase změny rozměru tvoří doba, po kterou se musí vyhřívat nově vložené tvárnice na požadovanou teplotu. Ve sledovaném přehození tato doba trvala 63 minut. Práce by měly být zahájeny hned, jakmile je této teploty dosaženo. Zde však může docházet ke skrytým ztrátám, kdy již bylo dosaženo požadované teploty, ale z důvodu nedostatečné signalizace je zařízení určitý čas mimo provoz.

Další velkou položkou v jízdním řádu je vulkanizace a lisování prvního kusu. V případě možnosti provést nastavení parametrů lisu na „první pokus“ by tento čas mohl být zcela vyloučen.

6 PROJEKTOVÁ ČÁST

V projektové části budu aplikovat metodu SMED na zkrácení přetypování lisu. Pokusím se pomocí tří základních kroků této metody zkrátit čas potřebný na změnu rozměru. Výsledkem projektové části bude nový jízdní řád pracovníků provádějících přehoz.

Vzhledem k tomu, že lisy jsou ve většině případech staršího data výroby, projevují se již u nich různá negativa. Pokud bude na dvou různých lisech prováděn přehoz zcela stejných forem, seřizování nastavení lisu bude pokaždé jiné. Tento fakt vyplývá ze stavu strojů, kdy jsou různé mechanické součásti různě opotřebovány.

Větší možnosti standardizace by určitě přinesl nákup nového zařízení, ale z důvodu převisu kapacity lisovny nad denní výrobou by nemalá investice postrádala smysl.

V následující části se proto budu zabývat finančně méně náročnými změnami, které budou mít povahu spíše organizační. Pro zkrácení doby potřebné ke změně rozměru využiji stávajících možností, které současný technický stav nabízí.

6.1 Základní předpoklady

V případě, že dojde k navýšení denní výroby k horní hranici kapacity lisovny, bude nemyslitelné, aby pracovníci provádějící přehozy pracovali pouze na ranní směně. V interních materiálech společnosti je jejich práce již plánována na všechny směny. Má to tu výhodu, že by stroj nebyl nikdy mimo provoz jen proto, že čeká na ranní směnu, na formaře.

Aby nemuselo dojít k navýšení počtu zaměstnanců díky vyšší směnnosti, bylo by vhodné, aby byli jak formaři tak i membránaři schopni provádět všechny činnosti související s přehozem v plném rozsahu. V současné době, kdy kapacita lisovny převyšuje denní produkci, by tak mohli na přetypování pracovat dvojice pracovníků, z nichž jeden by byl původně membranářem a druhý formařem. Delší přetypovací časy, které budou důsledkem toho, že jeden z pracovníků se učí od druhého, budou kompenzovány současnou rezervou v kapacitě lisovny a zároveň úsporou času, který je jinak spotřebováván na přesuny pracovníků k a od lisu a na čekání lisu na druhou skupinu pracovníků.

Při analýze jsem zjistil, že tyto časy tvoří 9.4 % celkového času změny rozměru. Pouhým vzájemným zacvičením pracovníků by se dala tato ztráta zcela eliminovat.

Pokud by pracovníci dosáhli stejné úrovně dovedností v obou oblastech (formy, membrány), byli by v případě potřeby lépe zastupitelní a jejich práce by se stala pestřejší.

6.2 Separace interních a externích činností

Prvním krokem metody SMED je oddělení úkolů, které jsou vykonávány během chodu lisu (externí činnosti) od interních činností (činnosti vykonávané pouze při vypnutém zařízení).

6.2.1 Interní činnosti

Interními činnostmi jsou všechny prováděné úkony, které jsou zaznamenány v jízdním řádu v předchozí analytické části. Z toho vyplývá, že zde bude příležitost pro zkrácení potřebného času převedením některých činností na externí.

6.2.2 Externí operace

Činnosti, které souvisí s přehozem rozměru a jsou vykonávány během chodu stroje, se nazývají externí činnosti. V současnosti jsou těmito činnostmi:

- transport nových forem k lisu;
- čištění forem a membránových kroužků;
- opravy forem a membránových kroužků.

6.3 Převedení interních operací na externí

Druhý krok SMEDu zahrnuje převedení interních operací na externí. Za převod interních operací na externí budu považovat i jejich úplné odstranění pomocí technického zlepšení.

6.3.1 Hledání a chůze pro nářadí a součástky

Hledání je během zastavení lisu zcela neproduktivní činností. Pokud se budou přehozy provádět během všech směn, bude menší pravděpodobnost, že se budou časově krýt a tím se i sníží výskyt jevu, že jsou nástroje potřebné pro daný přehoz na jiném stanovišti.

Pracovníci přicházejí k přehozu rozměru na lisu se speciálním vozíkem, ve kterém mají uložené potřebné nástroje a součástky (šrouby). Vozík by měl teoreticky obsahovat všechny potřebné nástroje. Pracovníci by měli před každým přehozem učinit zběžnou kontrolu, zda je vše ve svém místě. K dosažení tohoto návyku by měl mistr nebo jiný

vedoucí provádět namátkové kontroly. Odstraněním hledání a odbíhání pro nástroj se může zkrátit čas přehozu o více než jedno procento (1.6 %).

6.3.2 Demontáž membrán

Pracovník začíná práci uvedením membrány do správné polohy, ze které ji může uvolnit a vyjmout. Tato činnost trvá 30 sekund. Určitě by bylo možné tuto operaci přenechat obsluze lisu. Obsluha lisu by mohla během chladnutí uvedeného stroje, v době, kdy nemusí doplňovat surovými plášti některý z lisů, uvést membrány do potřebné polohy.

Činnost, která by se určitě měla přesunout z interních do externích je odvoz staré membrány na membránový stůl, její demontáž a návrat zpět ke stroji. Uvedená činnost trvá 18.5 minut, což představuje 10 % celkové doby přehozu. Po vyjmutí membránového kompletu by se jednoduše odložil vedle lisu a výše uvedené úkony by následovaly až po dokončení přehozu.

Rovněž přinášet nové komplety membrán až během přehozu je ztrátou (41 sekund – může však jít o delší čas; záleží na poloze lisu na lisovně). Membránové komplety, které se mají instalovat do zařízení by měly být na pracovišti již na začátku samotného přehozu.



Obr. 11. Membránový komplet

6.3.3 Demontáž, montáž forem

Po vyjmutí a položení formy na zem vkládají pracovníci do formy příslušné membránové kroužky, které byly zbaveny od použité membrány a připraveny pro čištění. Pokud by tuto činnost provedli až po skončení přehozy, mohli by zkrátit průměrně dobu, po kterou je lis mimo provoz o 30 sekund.

Zaměstnanci provádějící přehozy manipulují s formami, které se v různých detailech liší. Některé formy mají tzv. „uší“, což jsou navařené úchyty ze stran formy, za které se zavěšují při manipulaci s jeřábem. Některé formy však tyto „uší“ nemají a potom je manipulace časově velmi náročná.



Obr. 12. Lisovací formy

Pracovník musí na formu bez „uší“ zdlouhavě šroubovat „T“ úchytky, po té zavěsit pouze půlku formy (jednu tvárnici) na jeřáb, přenést ji před lis, podložit ji dřevěnými špalky, přejet jeřábem zpět k druhé tvárnici, našroubovat úchytky, zavěsit, přenést jeřábem před lis, usadit do lisu, poodjet s jeřábem, uchytit horní polovinu a usadit ji na spodní tvárnici. Všechny uvedené činnosti trvají pro obě formy téměř 10 minut.

Pokud by se zajistilo navaření „uší“ na všechny formy, potom by činnost mohla vypadat takto: Přesun jeřábem k formě, uchycení obou tvárnic, přesun k lisu, usazení formy (obě tvárnice najednou). Tímto způsobem by se dala činnost usazení nových forem zvládnout

za 4 až 5 minut. Manipulací s formou, která má navažené úchyty lze zjednodušit a zkrátit celkovou dobu přehození o 3 %.

Při upínání formy k topné desce v lisu musí pracovník šrouby nejprve zkompletovat a namazat. Pokud by měl již zkompletované a namazané šrouby připravené před zahájením přehození, mohl by předejít možnému hledání a dobu, kdy je stroj mimo provoz zkrátit o 1 až 2 minuty.

6.3.4 Vyhřívání nových forem

V analyzovaném přehození trvalo vyhřívání forem 64 minut. Doba vyhřívání vkládaných forem u sledovaného přehození patří k těm delším. Lisovna motoplášťů pracuje s formami různých typů. Liší se silou materiálu nebo profilem. Některé formy mají po obvodu děrování pro snazší a rychlejší vyhřátí. Doba vyhřívání na potřebnou teplotu, která se pohybuje kolem 150 °C, je v rozpětí cca 20 až 60 minut dle typu formy.

Během vyhřívání forem je dosažená teplota zaznamenávána na přístrojích. Obsluha lisu tak může pouze odhadnout přibližnou dobu (dle typu forem), kdy by formy měly mít požadovanou teplotu a v této době občas kontrolovat stav na měřiči.

Zde však hrozí situace, že požadované teploty bude dosaženo dříve a lis bude mimo provoz jen a pouze z důvodu pomalého přenosu informací. Zde bych navrhoval, aby bylo na zařízení nainstalováno světelné zařízení, které by signalizovalo dosažení požadované teploty. Tzv. andon by svou přítomností mohl upozorňovat i na pokles teploty během lisování a závčas zajistit potřebnou reakci zaměstnanců tak, aby právě lisovaný kus nemusel být zařazen do nižší kvalitativní třídy. Nedokážu posoudit úsporu času ze zavedení vizuální signalizace, protože reakce obsluhy bude za současného stavu pokaždé jinak rychlá, ale její přínos by byl nesporný.

Časy vyhřívání 20 až 60 minut jsou velmi hrozivé. Skutečnost, že zařízení nečinně stojí, jen aby dosáhla některá jeho pracovní část požadovanou teplotu, je znepokojující. Jak zajistit, aby se potřebný čas alespoň snížil?

Do lisů jsou při standardních přehozích vkládány formy zcela studené. Řešením by bylo, kdyby se podařilo zajistit, aby se formy vkládaly do lisu předehřáté minimálně na polovinu cílové hodnoty teploty. Maximální teplota předehřáté formy by byla odvozena z izolačních parametrů ochranných rukavic pracovníků provádějících přehoz. Pracovníci přicházejí

do přímého kontaktu při manipulaci s formou jen minimálně a proto se domnívám, že by se tímto opatřením nezhoršila bezpečnost při jejich práci.

Druhým problémem bude, jakým způsobem provést předehtání formy. Protože společnost zápolí s objemem transportů v rámci svého areálu, bylo by nemyslitelné, aby bylo předehtávání forem prováděno jinde než v prostorách lisovny nebo 93. budovy, kde se nachází sklad forem a pracoviště čištění a oprav forem.

Nejvhodnější by podle mého názoru bylo provádět předehtání forem v prostorách skladu. Technické řešení předehtu forem nebudu v mé práci navrhovat. Tento úkol bych přenechal technikům společnosti, kteří jsou v podobných záležitostech fundovanějšími osobami.

Poslední záležitostí, kterou je potřeba řešit, je zajištění udržení získané teploty formy během převozu a manipulace s ní až do okamžiku uzavření lisu. Jsou dvě možnosti:

- Forma se předehtuje na teplotu, která bude odpovídat požadované teplotě plus předpokládané ztrátě při transportu a manipulaci a bude přemístěna stejným způsobem jako doposud, tj. na dřevěné paletě.
- Pro manipulaci a převoz bude vyroben speciální přepravní box, který by umožňoval jak ruční manipulaci tak transport hydraulickým či vysokozdvizným vozíkem a dokázal by po určitou dobu udržet dosaženou teplotu. Výhodou tohoto řešení by byla snadnější manipulace při vkládání do lisu, protože by se s ním dalo najet před lis a přímo z tohoto místa formy jeřábem vyzvednout a usadit do lisu. Odpadla by tak manipulace s jeřábem pro každou formu za lis, kde bývají formy připraveny pro přehoz. Další výhodou by bylo udržení teploty po delší časový úsek při nepředpokládaných zdrženích při přehozu.

Po usazení předehtané formy do lisu může být čas potřebný na dosažení předepsané teploty redukován o polovinu, což v případě sledovaného přehozu představuje čas 32 minut (17.2 % celkové doby změny rozměru).

Tab. 4. Průběžný souhrn opatření

poř.č.	Organizační opatření	Úspora v min	Úspora v %
1.	práce na 4 směny	18	9,4
	rozšíření kvalifikace		
Přesun interních operací na externí			
2.	příprava nářadí a dílů	3,1	1,6
3.	obsluha lisu nastaví polohu membrány	0,5	0,3
4.	odvoz staré membrány	18,5	10
	demontáž membrány		
5.	přinesení membrány	0,7	0,4
6.	uložení membránových kroužků	0,5	0,3
7.	manipulace s „T“ úchytkami	4,5	3
8.	kompletace šroubů	1,5	0,8
	mazání šroubů		
9.	vyhřátí formy	32	17,2
Celkem		79,3	43

6.4 Zkrácení času interních činností

Za předpokladu, že celý přehoz budou provádět dva pracovníci, lze značně zkrátit čas, během kterého se vyjímají staré membrány z lisu. V předchozím kroku byl již zkrácen o 18.5 minut převedením některých operací na externí. Změnou pracovního postupu bude možné úsporu ještě zvýšit.

Pro manipulaci s formami byla odstraněna potřeba šroubování „T“ úchytek navařením bočních „uší“. U membránových kompletů to nebude dost dobře možné. Bude nutné nalézt způsob rychlého upnutí úchytek, tak aby nebyl čas spotřebováván zdlouhavým šroubováním, což je jen jeden způsob zajištění potřebného tření k upnutí určitého dílu.

6.4.1 Vyjmutí starých membrán

Pro vyjímání membránových kompletů se používají úchytky, které se musí šroubovat. Uchycení trvá 0,5 minuty. Pokud by se úchytky a závity upravily, mohly by se upínat jedním pohybem. Tři stejné podélné zářezy na obou závitech zajistí, aby úchytka sklouzla až do místa, kde je potřeba provést jednu třetinu otáčky a tím bude fixována. Pak bude možné provést upnutí úchytek za čas pod 10 sekund.

Postup vyjmutí membrán dvěma pracovníky

U sledovaného přehozu prováděl vyjmutí membrán jeden pracovník. Vyjmutí membrány mu zabralo 10 minut, pokud se do této doby nebude počítat demontáž membrány, která byla přesunuta mezi externí činnosti. Jestliže se budou na činnosti podílet dva pracovníci, bude možné zkrátit čas na vyjmutí membránových kompletů na 6 minut.

Postup pak bude takový, že každý pracovník bude provádět demontáž jedné membrány. Druhý pracovník bude vždy o krok za prvním, aby nevzrostla potřeba četnosti nářadí, a aby se při činnosti, jako je uvolňování membrány vzájemně neohrožovali. V době, kdy by měl jeden pracovník čekat na druhého, může již začít demontáž formy (spodní tvárnice) uvolňováním šroubů. Uvedený postup popisuje následující tabulka.

Tab. 5. Navrhovaný postup pro vyjímání starých membrán

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
uvolnění membrány od pístnice	0:00-0:36	0:00-0:36	uvolňuje šrouby spodní tvárnice
uchycení "T" úchyt	0:37-0:42	0:37-1:06	uvolnění membrány od pístnice
uvolnění membrány	0:43-2:13	1:07-1:12	uchycení "T" úchyt
		1:13-1:36	přisunutí jeřábu ke kolegovi
		1:37-2:13	uvolňuje šrouby spodní tvárnice
vyjmutí a položení membrány	2:14-2:44	2:14-3:44	uvolnění membrány
přisunutí jeřábu ke kolegovi	2:45-3:05	3:45-4:15	vyjmutí a položení membrány
odstranění těsnění	3:06-3:15	4:16-4:30	odstranění těsnění
čištění závitů	3:16-4:36		
uvolňuje šrouby spodní tvárnice	4:37-6:00	4:31-6:00	čištění závitů

Zbývající činnosti, týkající se vyjmutí membrány, byly navrhovaným opatřením zkráceny o 4 minuty, což představuje zkrácení celkové délky přehozu o 2,2 %.

6.4.2 Demontáž a montáž forem

Během demontáže a montáže forem dochází často k čekání jednoho pracovníka na druhého. U sledovaného přehozu strávil první pracovník čekáním dobu 6.6 minut, druhý 14 minut. Vytvořením nového jízdního řádu se pokusím část neproduktivních čekacích časů odstranit. Mnoho jich ubude už jen díky zjednodušení manipulace s formami prostřednictvím navařených úchytů.

Pro rychlejší utahování a povolování šroubů bych doporučil, aby každá dvojice měla elektrický šroubovák. Bylo by však zapotřebí nechat vyrobit speciální nástavce, pomocí kterých by se mohl pracovník dostat například k hluboko, pod víkem lisu umístěným šroubům.

Při seřizování musí pracovník páčit formy proti sobě, aby přesně lícovaly. Částečně by se tato činnost dala redukovat použitím zámků, které by zajistily přesné dosedání forem. Zámky by měly podobu drobných ocelových plátů, navařených po obvodu dotykové plochy obou tvárnic tak, aby do sebe snadno zapadaly a zajistily přesné dosednutí obou ploch.

Proces seřizování ponechám tak, jak je prováděn doposud. Seřizování by se dalo zkrátit tím, že by se standardizovala výška upínaných forem. Bohužel jsou ale lisy starší stroje a vykazují variabilitu, která je projevem různého opotřebení mechanických částí. Pokud by se podařilo tuto variabilitu odstranit, například generální opravou, dalo by se o standardizaci uvažovat. Generální oprava a zajištění stejné výšky u všech forem by bylo velmi nákladnou záležitostí, proto se zkrácením seřizování nebudu zabývat.

V následující tabulce uvádím postup práce obou pracovníků. Aby se odstranilo časté čekání, přesunul jsem některé činnosti na jiné místo nebo k druhému pracovníkovi.

Pro větší přehlednost tabulky uvádím u některých činností symbol „LS“, „LN“, „PS“ nebo „PN“, podle toho, které z forem se daná operace týká (Levá Stará, Levá Nová, Pravá Stará, Pravá Nová).

Zjednodušeně lze tuto část přehozu popsat následovně: První pracovník manipuluje jeřábem s formami zatímco druhý provádí čištění topných desek a připevňování nových forem šrouby. Poté společně provádí seřizování. Pokud je v jízdním řádu u některého z pracovníků uvedeno čekání, měl by tuto dobu využít k úklidu nepotřebného nářadí a dílů.

Tab. 6. Navrhovaný postup činností při demontáži a montáži forem

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
zavření lisu	6:01-6:25	6:01-6:25	úklid nářadí na vyjmutí membrán
uvolnění předních horních šroubů	6:26-8:06	6:26-9:22	uvolnění zadních horních šroubů
odsunutí světla	8:07-8:32		
chůze pro jeřáb	8:33-8:50		
čekání	8:51-9:22		
otvírání lisu	9:23-9:50	9:23-9:50	čekání
manipulace s jeřábem k formě LS	9:51-10:00	9:51-10:18	zasunutí písní tyče
uchycení formy LS	10:01-10:07		
vyjmutí formy a položení na zem LS	10:08-10:38	10:19-10:39	čištění topné desky vzduchem L
přesun jeřábem k nové formě LN	10:39-11:09	10:40-11:05	čištění topné desky smetáčkem L
uchycení obou tvárnic LN	11:10-11:20		
přesun k lisu LN	11:21-12:00		
usazení nové formy LN	12:00-12:55	11:06-12:55	příprava šroubů
manipulace s jeřábem ke staré formě PS	12:56-13:06	12:56-13:36	nasazuje šrouby spodní tvárnice LN
uchycení formy PS	13:07-13:13		
vyjmutí formy a položení na zem PS	13:14-13:40	13:37-14:00	čištění topné desky vzduchem P
přesouvá jeřáb vedle lisu PN	13:41-14:17	14:01-14:25	čištění topné desky smetáčkem P
uchycení nové formy PN	14:18-14:28	14:26-16:05	nasazuje šrouby spodní tvárnice LN
přesun k lisu PN	14:29-15:09		
usazení nové formy PN	15:10-16:05		
odvoz jeřábu vedle lis	16:06-16:30	16:06-18:00	nasazuje šrouby spodní tvárnice PN
měří výšku formy předešlé	16:31-16:43		
čeká	16:44-18:17		
otáčí pastorky	18:18-18:28	18:01-18:25	přivírá lis
nastavování úchylkoměru	18:29-20:04	18:26-19:51	nastavování úchylkoměru
přitahuje pastorek	20:05-24:00	19:52-23:53	úklid nářadí, utahuje pastorek
		23:54-24:00	přisunutí světla
kontrola rysek na úchylkoměrech	24:01-24:13	24:01-24:13	kontrola rysek na úchylkoměrech
utahuje pastorky	24:14-24:48	24:14-24:48	utahuje pastorky
kontrola rysek na úchylkoměrech	24:49-25:09	24:49-25:09	kontrola rysek na úchylkoměrech
utahuje pastorky	25:10-25:54	25:10-25:54	utahuje pastorky
kontrola rysek na úchylkoměrech	25:55-26:40	25:55-26:40	kontrola rysek na úchylkoměrech
zajištění pastorků	26:41-27:23	26:41-27:16	zajištění pastorků+kontrola vystředění
lícuje tvárnice páčidlem skrz víko lisu	27:24-27:49	27:17-27:36	kontroluje lícování tvárnic
vládá a utahuje horní šrouby ze předu	27:50-28:52	27:37-30:49	vládá a utahuje horní šrouby vzadu lisu
manipuluje s řídící jednotkou	28:53-29:16	30:50-30:55	odsunuje světlo
dotahuje horní šrouby (3 nástavce)	29:17-31:22	30:56-31:22	čekání
čekání	31:23-31:33	31:23-31:41	otvírá lis + vysouvá střední válce
čistí spodní části forem	31:34-32:40	31:42-32:32	umísťuje šroub na spodní díl formy
		32:33-32:45	zasazuje střední válce
umísťuje štítky	32:45-33:49	32:46-33:48	utahuje šrouby spodních tvárnic
čištění vzduchem spodní části	33:50-34:56	33:49-34:26	seřizování za lisem
		34:27-34:56	seřazení řídícího panelu

6.4.3 Instalace nových membrán

Instalaci membrán vykonává v současné podobě přehození jeden pracovník. Když budou tuto činnost provádět dva pracovníci, dojde opět ke zkrácení potřebného času. Pro zjednodušení jsem v jízdním řádu, kterým popisuji sledovaný přehoz v analytické části, uvedl pouze činnosti: promazání; usazení 1. a 2. membrány; kontrola rozměrů; čištění a otevření médií.

Abych mohl lépe rozložit související úkoly mezi oba pracovníky, detailněji rozepíšu činnosti vykonávané při usazování membrány:

- zasunutí pístití tyče;
- položení membrány do lisu;
- ruční utažení membrány;
- vysunutí pístití tyče;
- utažení membrány hákovým klíčem;
- nasazení půlených objímek;
- zasunutí pístití tyče;
- sevření půlené objímky a nasazení zajišťovacího šroubu;
- vysunutí pístití tyče;
- provedení kontroly rozměrů.

Tab. 7. Navrhovaný postup práce při instalaci membrány

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
promazání P; L	34:57-35:15	34:57-35:24	položení membrán před lis L; P
položení membrány do lisu L	35:16-35:20	35:25-35:29	položení membrány do lisu P
ruční utažení membrány L	35:21-35:26	35:30-35:35	ruční utažení membrány P
vysunutí pístití tyče	35:27-35:38	35:36-36:06	utažení hákovým klíčem P; L
nasazení půlených objímek L; P	35:39-36:10	36:07-36:10	zasunutí pístití tyče
sevření objímky P	36:11-36:15	36:11-36:15	sevření objímky L
vysunutí pístití tyče	36:16-36:22	36:16-36:56	kontrola rozměrů.
čištění	36:23-36:50		
otevření média	36:51-37:18	36:57-37:22	zavírá lis, následuje vyhřívání

6.4.4 Uvedení lisu do provozu

Po provedení všech činností souvisejících se změnou rozměru musí být lis po jistou dobu mimo provoz, aby mohl vyhřát vložené formy na potřebnou teplotu. V této době bych doporučil, aby pracovníci uklidili své pracoviště a zajistili transport starých membránových kompletů na membránový stůl a zde je rozebrali.

Jakmile je dosaženo předepsané teploty, což by mohl signalizovat světelný majáček na lisu, vkládá obsluha surové pláště do lisu a začínají se lisovat první dva kusy. Oba pracovníci provádějící přehoz by měli být u lisu, když je z lisu vyhozen první pár vylisovaných pláštů. U sledovaného přehozu došlo k tomu, že seřizovači přišli k lisu jednu minutu po vyhození zvulkanizovaných pláštů. Měli by zde ale být hned, jakmile jsou pláště vylisovány. K tomu by si měli po zapnutí vyhřívání (viz předcházející podkapitola) spočítat dobu, za kterou by se měli k lisu vrátit, aby nedošlo ke zbytečné prodlevě.

V pozorovaném případě by se jednalo o dobu cca 57 minut. Spočítání přibližné doby návratu k lisu by bylo velmi jednoduchou záležitostí a celková doba by se skládala z těchto položek:

- přibližná doba vyhřívání formy (32 minut),
- 3 minuty na vložení surových pláštů obsluhou,
- doba zálisu pláště dle technologického předpisu.

Dalo by se říci, že by kontrolu mohl provést pouze jeden seřizovač, ale pokud by doseřízení vyžadovalo dva pracovníky, mohlo by dojít k dalším zbytečným časovým ztrátám při hledání druhého seřizovače.

Společně s obsluhou lisu provedou seřizovači kontrolu kvality vylisovaných a zvulkanizovaných pláštů. Jestliže se na plášti projeví vady pocházející z nepřesného nastavení, provedou přítomní pracovníci doseřízení.

Vyrobením prvního kusu 100% kvality končí změna rozměru. Pokud pracovníci provádějící přehozy nemají naplánovanou další změnu rozměru, začnou pracovat na čištění a opravě tvárnic a membránových kroužků a dále pak na přípravě na příští plánovaný přehoz.

Tab. 8. Uvedení lisu do provozu

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
demontáž, čištění, opravy (vyhřívání)	37:19-94:23	37:23-94:23	demontáž, čištění, opravy (vyhřívání)
kontrola 1. kusu	94:24-94:54	94:24-94:54	kontrola 2. kusu
seřízení + kontrola úchylkoměru	94:55-95:15	94:55-95:15	seřízení + kontrola úchylkoměru

Navrhované změny

Tab. 9. Redukce interních procesů

poř.č.	Navrhovaná zlepšení
1.	změna pracovního postupu
2.	podélné zářezy na "T" úchytkách
3.	elektrický šroubovák s nástavcem
4.	navaření zámků na formy
5.	světelná signalizace dosažené teploty

V posledním, třetím kroku metody SMED jsem se zaměřil hlavně na změnu pracovního postupu přetypování lisovacího stroje. Předchozí způsob vycházel z faktu, že se na přetypování podíleli pracovníci dvou různých specializací. Proto bylo nutné přepracovat pracovní postup pro pracovníky, kteří jsou schopni vykonávat všechny úkoly.

Pouhým rozšířením kvalifikace seřizovačů došlo ke zkrácení potřebného času o 18 minut. Jednalo se o úsporu, která vznikla důsledkem odstranění časů, kdy daný lis „čekal“ na pracovníky druhé specializace.

Dalším přínosem rozšíření dovedností pracovníků je možnost provádět všechny úkoly v tandemu. Tím se zkrátí doba potřebná na činnosti, které souvisí s membránami, a které byly doposud vykonávány pouze jedním pracovníkem. Navržený pracovní postup zkracuje potřebný čas na přetypování o dalších 11 minut (6 % celkového času).

Ve druhém kroku bylo navrženo převedení demontáže membrán na externí činnosti. Ve třetím kroku je opět zařazují do pracovního postupu. Může se zdát, že si tyto skutečnosti odporují, avšak zatímco v předchozím pracovním postupu byla demontáž přímou příčinou stop stavu lisu, v navrhovaném jízdním řádu se jedná pouze o využití času, během kterého lis vyhřívá nově vložené formy. Z toho důvodu demontáž membrán i nadále považují za externí činnost.

6.5 Finální jízdní řád

Tab. 10. Konečný návrh jízdního řádu změny rozměru

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
uvolnění membrány od pístnice	0:00-0:36	0:00-0:36	uvolňuje šrouby spodní tvárnice
uchycení "T" úchytek	0:37-0:42	0:37-1:06	uvolnění membrány od pístnice
uvolnění membrány	0:43-2:13	1:07-1:12	uchycení "T" úchytek
		1:13-1:36	přisunutí jeřábu ke kolegovi
		1:37-2:13	uvolňuje šrouby spodní tvárnice
vyjmutí a položení membrány	2:14-2:44	2:14-3:44	uvolnění membrány
přisunutí jeřábu ke kolegovi	2:45-3:05	3:45-4:15	vyjmutí a položení membrány
odstranění těsnění	3:06-3:15	4:16-4:30	odstranění těsnění
čištění závitu	3:16-4:36		
uvolňuje šrouby spodní tvárnice	4:37-6:00	4:31-6:00	čištění závitu
zavření lisu	6:01-6:25	6:01-6:25	úklid nářadí na vyjmutí membrán
uvolnění předních horních šroubů	6:26-8:06	6:26-9:22	uvolnění zadních horních šroubů
odsunutí světla	8:07-8:32		
chůze pro jeřáb	8:33-8:50		
čekání	8:51-9:22		
otvírání lisu	9:23-9:50	9:23-9:50	čekání
manipulace s jeřábem k formě LS	9:51-10:00	9:51-10:18	zasunutí pístní tyče
uchycení formy LS	10:01-10:07		
vyjmutí formy a položení na zem LS	10:08-10:38	10:19-10:39	čištění topné desky vzduchem L
přesun jeřábem k nové formě LN	10:39-11:09	10:40-11:05	čištění topné desky smetáčkem L
uchycení obou tvárnic LN	11:10-11:20		
přesun k lisu LN	11:21-12:00		
usazení nové formy LN	12:00-12:55	11:06-12:55	příprava šroubů
manipulace s jeřábem ke staré formě	12:56-13:06	12:56-13:36	nasazuje šrouby spodní tvárnice LN
uchycení formy PS	13:07-13:13		
vyjmutí formy a položení na zem PS	13:14-13:40	13:37-14:00	čištění topné desky vzduchem P
přesouvá jeřáb vedle lisu PN	13:41-14:17	14:01-14:25	čištění topné desky smetáčkem P
uchycení nové formy PN	14:18-14:28	14:26-16:05	nasazuje šrouby spodní tvárnice LN
přesun k lisu PN	14:29-15:09		
usazení nové formy PN	15:10-16:05		
odvoz jeřábu vedle lis	16:06-16:30	16:06-18:00	nasazuje šrouby spodní tvárnice PN
měří výšku formy předešlé	16:31-16:43		
čekání	16:44-18:17		
otáčí pastorky	18:18-18:28	18:01-18:25	přivírá lis
nastavování úchylkoměru	18:29-20:04	18:26-19:51	nastavování úchylkoměru
přitahuje pastorek	20:05-24:00	19:52-23:53	úklid nářadí, utahuje pastorek
		23:54-24:00	přisunutí světla
kontrola rysek na úchylkoměrech	24:01-24:13	24:01-24:13	kontrola rysek na úchylkoměrech
utahuje pastorky	24:14-24:48	24:14-24:48	utahuje pastorky

činnost pracovníka č.1	od - do	od - do	činnost pracovníka č.2
kontrola rysek na úchylkoměrech	24:49-25:09	24:49-25:09	kontrola rysek na úchylkoměrech
utahuje pastorky	25:10-25:54	25:10-25:54	utahuje pastorky
kontrola rysek na úchylkoměrech	25:55-26:40	25:55-26:40	kontrola rysek na úchylkoměrech
zajištění pastorků	26:41-27:23	26:41-27:16	zajištění pastorků + vystředění
lícuje tvárnice páčidlem	27:24-27:49	27:17-27:36	kontrola lícování tvárnic
vkládá a utahuje šrouby ze předu	27:50-28:52	27:37-30:49	vkládá a utahuje šrouby vzadu lisu
manipuluje s řídící jednotkou	28:53-29:16	30:50-30:55	odsunuje světlo
dotahuje horní šrouby (3 nástavce)	29:17-31:22	30:56-31:22	čekání
čekání	31:23-31:33	31:23-31:41	otvírá lis + vysouvá střední válce
čistí spodní části forem	31:34-32:40	31:42-32:32	umísťuje šroub na spodní díl formy
		32:33-32:45	zasunuje střední válce
umísťuje štítky	32:45-33:49	32:46-33:48	utahuje šrouby spodních tvárnic
čištění vzduchem spodní části	33:50-34:56	33:49-34:26	seřizování za lisem
		34:27-34:56	seřízení řídícího panelu
promazání P; L	34:57-35:15	34:57-35:24	položení membrán před lis L; P
položení membrány do lisu L	35:16-35:20	35:25-35:29	položení membrány do lisu P
ruční utažení membrány L	35:21-35:26	35:30-35:35	ruční utažení membrány P
vysunutí pístní tyče	35:27-35:38	35:36-36:06	utažení hákovým klíčem P+L
nasazení půlených objímek L+P	35:39-36:10	36:07-36:10	zasunutí pístní tyče
sevření objímky P	36:11-36:15	36:11-36:15	sevření objímky L
vysunutí pístní tyče	36:16-36:22	36:16-36:56	kontrola rozměrů.
čištění	36:23-36:50		
otevření média	36:51-37:18	36:57-37:22	zavírá lis, následuje vyhřívání
demontáž, čištění, opravy (vyhřívání)	37:19-94:23	37:23-94:23	demontáž, čištění, opravy (vyhřívání)
kontrola 1. kusu	94:24-94:54	94:24-94:54	kontrola 2. kusu
seřízení + kontrola úchylkoměru	94:55-95:15	94:55-95:15	seřízení + kontrola úchylkoměru

Navrhovaný jízdní řád je oproti původnímu zkrácen o 91 minut (51 % původní délky přehození). 18 minut bylo ušetřeno změnou organizace práce (rozšíření kvalifikace, práce na 4 směny); 61 minut převedením několika činností interních do externích a 12 minut změnou pracovního postupu.

6.6 Hodnocení navrhovaných opatření

Tab. 11. Porovnání přínosů a finanční náročnosti navrhovaných opatření

Přínos	Malý	6. 7. 5.	4.
	Velký	10. 2. 1. 9.	8. 3.
		Nízká	Vysoká
		Finanční náročnost	

1. práce na 4 směny, rozšíření kvalifikace
2. navaření úchytek na formy
3. předeřev forem
4. instalace „andonu“
5. úprava „T“ úchytek pro membrány
6. zařazení elektrického šroubováku do výbavy seřizovačů
7. navaření zámků na formy
8. generální oprava, standardizace výšky všech forem
9. převedení interních operací na externí (vyjma navaření úchytů na formy a předeřev forem)
10. zavedení navrhovaného pracovního postupu (viz navrhovaný jízdní řád)

Pro malou finanční náročnost a velký efekt bych společnosti doporučil přijmout především navrhovaný pracovní postup, který se již opírá o zavedení práce na 4 směny, rozšíření kvalifikace seřizovačů a převedení některých interních operací na externí.

Rovněž nenáročnými investicemi jsou úprava „T“ úchytek, nákup elektrického šroubováku a navaření zámků na formy. Tato opatření mají sice malý efekt, ale určitě by přispěla ke snížení náročnosti práce seřizovačů.

Z navrhovaných opatření, která spadají mezi finančně náročnější bych doporučil k realizaci pouze zajištění předeřevu forem pro jeho velký vliv na zkrácení celkové doby přehození. Zbývající dva návrhy (instalace signalizace; generální oprava lisů + standardizace výšky všech forem) nemají vzhledem k výši investice poměrný efekt jako je tomu u předešlých opatření.

6.6.1 Navýšení kapacity

V současnosti trvá přetypování 186 minut. Navrhovaný postup, který zohledňuje všechna opatření, počítá se spotřebou 96 minut na přehoz. Rozdíl 90 minut představuje při průměrné době zálisu 15 minut možnost výroby 12 ks plášťů navíc. Denně lze zkrácením přehození o 90 minut navýšit produkci o 60 ks plášťů. Při množství 140 přehozů za měsíc pak může lisovna vyprodukovat o 1680 plášťů více. Kapacita lisovny bude realizací navrhovaných změn navýšena o 2.24 %.

Kapacita lisovny není plně využita (kapacita – 2677 ks; denní produkce – 2150 ks). Pokud by se zachoval poměr počtu přehozů k celkové produkci lisovny a produkce byla navýšena na maximální kapacitu, potom počet přehozů vzroste na cca 170 za měsíc. Při četnosti 170 přehozů za měsíc, navýšení kapacity získané zkrácením doby přehození představuje + 2040 ks/měs, což je 2.7 % navýšení kapacity lisovny.

6.7 Projekt

Cílem projektu je dosažení maximální redukce času potřebného na přetypování lisu v provozu lisovny motoplášťů.

6.7.1 Etapy

První etapou byla analýza procesu změny rozměru. Na základě analýzy byla navržena opatření, která budou realizována v následujících krocích.

První měsíc

Prvním bodem je seznámení membranářů a formařů (seřizovačů) s novým způsobem práce. Protože je v provozu lisovny motoplášťů 5 formařů a 3 membranáři, není možné okamžitě zajistit personální obsazení na všechny 4 směny. Z toho důvodu bude první měsíc projektu probíhat tak, že i nadále budou seřizovači pracovat pouze na ranní směně. Na přetypováních se bude vždy podílet dvojice složená z membranáře a formaře. Tím se zajistí získání dovedností jedné skupiny od druhé. V průběhu měsíce se budou konat pravidelné pracovní schůzky, kterých se budou účastnit členové projektového týmu a všichni seřizovači.

První měsíc budou realizována tato technická opatření:

1. zadání vypracování technického návrhu na předeřev forem; návrh vypracuje oddělení technické přípravy výroby;
2. navaření úchytek na formy;
3. navaření zámků na formy;
4. úprava závitů „T“ úchytek a závitů v membránových kroužcích;
5. nákup elektrického šroubováku a vyrobení nástavce na něj.

Realizaci bodů 2 – 5 zajistí hlavní mechanik.

Druhý měsíc

Po uplynutí jednoho měsíce budou seřizovači schopni provádět všechny činnosti, které souvisí s přehozem. Budou rozděleni na své směny a budou již pracovat ve 4 směnném provozu.

Ve druhém měsíci bude zrealizován návrh předeřevu vulkanizačních forem.

Třetí měsíc

Seřizovači začnou využívat předeřívání forem a budou pracovat dle postupu, který je navržen v bodě 6.5. Na konci třetího měsíce projektu by měli být seřizovači schopni provést přetypování v čase do 95 minut.

6.7.2 Složení projektového týmu

Na realizaci navrhovaných opatření bude vytvořen tým, který bude zodpovídat za provedení všech bodů projektu a za dodržení časového plánu projektu. Složení týmu bude následující:

- vedoucí provozu;
- hlavní mechanik;
- předák formařů;
- zástupce membranářů;
- průmyslový inženýr.

Zodpovědnost za práci celého týmu ponese vedoucí provozu. Na řešení nově vzniklých problémů se budou podílet všichni členové společně, aby vyřešení problému na jedné straně nezpůsobilo vznik problému v jiné oblasti.

Hlavní mechanik bude zodpovědný za včasné a správné provedení všech technických úprav.

Předák formařů bude poučen o plánovaných změnách tak, aby byl schopen zajistit všechny změny u svých spolupracovníků. Bude zodpovídat za to, že všichni seřizovači budou ovládat činnosti spojené s celým procesem přehozu; k dosažení uvedeného bude plánovat složení dvojic na každý přehoz. S předákem formařů se na rozhodnutích bude stejnou měrou podílet vybraný zástupce membranářů.

Průmyslový inženýr bude zajišťovat koordinaci všech členů týmu, zajistí převedení seřizovačů do mzdového systému zohledňujícího směnnost.

Celý tým se bude pravidelně scházet na pracovních poradách (1. měsíc jednou týdně, dále 2 krát měsíčně), kde budou řešit možné překážky realizace jednotlivých bodů a hodnotit dosažené výsledky. Na konci projektu vypracují závěrečnou zprávu.

6.7.3 Finanční rozpočet projektu

Většina opatření bude realizována z vlastních zdrojů. Navaření úchytek a zámků na formy, úpravu závitů „T“ úchytek provede v rámci své pracovní doby hlavní mechanik, potažmo pověřený zaměstnanec. Jediným nákladem u uvedených opatření bude nákup materiálu, na který je vyhrazena částka 5 tis. Kč.

Na nákup elektrického šroubováku a výrobu speciálního nástavce bude vyčleněna částka 5 tis. Kč.

Navýšení finančních prostředků na mzdy seřizovačů (příplatky za směny, víkendy) nebudu započítávat do rozpočtu projektu.

Vypracování návrhu na řešení předeřevu bude v režii společnosti. Největší položkou však bude realizace návrhu. Částka vyčleněná na vybudování předeřevu představuje 500 tis. Kč.

Na realizaci celého projektu bude vyhrazena celková suma 510 tis. Kč.

6.7.4 Rizika projektu

Samotný projekt by neměl přinést žádná velká rizika. Jedinou skupinu možných rizik může představovat odpor ke změnám.

Seřizovači mohou setrvávat u stávajících postupů s argumentem, že se to tak dělá od pradávna a nový pracovní postup ignorovat. Proti takovému přístupu je zapotřebí provádět pracovní porady, kterých by se seřizovači účastnili, a na kterých by byla pravidelně vyzdvižována důležitost a užitečnost navrhovaných změn pro celý podnik z různých úhlů pohledu.

Seřizovači mohou nepřistoupit na změnu pracovní smlouvy, která souvisí se zavedením práce na 4 směny. Proto bude vhodné hned na začátku projektu oznámit všem seřizovačům tuto plánovanou změnu a zjistit, zda některý z nich nemůže takovou změnu z různých důvodů přijmout. Pokud by se takový případ vyskytl, bude nutné v předstihu provést personální změny, které by zajistily potřebný počet pracovníků na všechny směny.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zkrácení času potřebného na přetypování lisu využitím jedné z metod průmyslového inženýrství – metody SMED.

Nejedná se o metodu, která by měla přesný, striktní postup, kterého by bylo nutno se pevně držet. Jde spíše o způsob myšlení, kterým by se měl člověk ubírat při snaze o redukci přetypovacích časů. Nejlepší způsob jak vykonávat určité činnosti, je dle metody SMED, tyto činnosti nevykonávat vůbec.

V tomto duchu jsem navrhl opatření, kterými se celý proces změny rozměru dá zkrátit o polovinu. Po realizaci projektu by se zkrácený přehoz neměl stát konečným. Nemělo by dojít k tomu, že bude nový čas přehozu považován za „nutné zlo“, které musí být tolerováno. Po zaběhnutí nového způsobu práce by se měl celý cyklus (analýza, návrhy, realizace) opakovat a dostat celkový čas přetypování na úroveň několika minut.

Dosažení přetypování v čase několika minut dovolí společnosti produkovat široké spektrum různých rozměrů plášťů bez toho, aby byla hloubka sortimentu příčinou vysokých nákladů, které vznikají velkou spotřebou času na změny rozměru.

Pokud se této mety podaří dosáhnout, nebudou již představovat pro společnost stále více se diferencující požadavky zákazníků žádnou zátěž. Firma bude moci bez problémů tyto požadavky uspokojovat a tím zlepšit i své postavení na trhu vůči své konkurenci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [2] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. *Podnik v roce 2001: Revoluce v podnikové kultuře*. 1. vydání. Praha: Grada, 1993. 320 s. ISBN 80-7169-003-1.
- [3] *O teorii omezení* [online]. c2004, [cit. 2005-02-20]. Dostupné z: <<http://www.goldratt.cz/ctrl.php?act=show,section,16>>.
- [4] TOMAN, M. *Teorie omezení* [online]. c2004, [cit. 2005-03-17]. Dostupné z: <http://www.promanazery.cz/vzdelavame_theorie_omezeni.htm>.
- [5] 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.
- [6] PIVOŇKA, P. *TOC - Theory of Constraints* [online]. c2001, [cit. 2005-03-16]. Dostupné z: <<http://www.systemonline.cz/site/trendy/pivonka.htm>>.
- [7] VELKOBORSKÝ, J. *TOC 5. díl: Plánování výroby APS/OPT* [online]. c2002, [cit. 2005-03-16]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/toc.htm>.
- [8] 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>.
- [9] *Drum-Buffer-Rope* [online]. c2004, [cit. 2005-02-20]. Dostupné z: <<http://www.goldratt.cz/ctrl.php?act=show,section,25>>.
- [10] VELKOBORSKÝ, J. *TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - II. díl* [online]. c2002, [cit. 2005-03-17]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/velkobor2.htm>.
- [11] VELKOBORSKÝ, J. *TOC ve výrobě - Drum-Buffer-Rope - III. díl* [online]. c2002, [cit. 2005-03-17]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/velkobor3.htm>.

- [12] Business World, březen 2003, číslo 3, článek *Teorie omezení a výrobní systémy Toyota*, str. 28 – 32, ISSN 1213-1709.
- [13] KOČANDRLE, P. *Průtokové účetnictví (Manažerské účetnictví podle teorie omezení)* [online]. c2002, [cit. 2005-03-18]. Dostupné z: [http://modernirizeni.ihned.cz/index.php?p=600000_detail&article\[id\]=11151910&article\[what\]=Pr%F9tokov%E9m+%FA%E8etnictv%ED](http://modernirizeni.ihned.cz/index.php?p=600000_detail&article[id]=11151910&article[what]=Pr%F9tokov%E9m+%FA%E8etnictv%ED).
- [14] KOŠTURIK, J., GREGOR, M. *Ako zvyšovať produktivitu firmy*. 1. vydání. Žilina: inFORM, 2001. ISBN 80-968583-1-9.
- [15] MITAS a.s. [online]. c2004, [cit. 2005-03-20]. Dostupné z: <http://www.cgs.cz/index.php?stranka=2&rid=7&cid=4>.
- [16] Česká gumárenská společnost, a. s.: *Výroční zpráva* [online]. c2004, [cit. 2005-03-20]. Dostupné z: http://www.cgs.cz/download/vyrocnizpravy/vz_2003.pdf.
- [17] Informace z intranetu Mitas a.s.
- [18] Productivity Press, a division of Kraus Productivity Organization. *Quick changeover for operators: The SMED system*. 1. vydání. New York: Productivity Press, 1996. ISBN 1-56327-125-7.
- [19] BASL, J., *Komplexní užití TOC v PIS* [online]. c2004, [cit. 2005-03-16]. Dostupné z: http://www.datakon.cz/datakon04/d04_tut_basl.pdf.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BOM	Bag-O-Matic (typ lisu)
Bottleneck	Úzké místo
DBR	Drum – Buffer - Rope
LCM	The lest common multiple
MPT	Radiální plášť v celoodcelovém provedení
NP	Čistý zisk
OE	Provozní náklady
OPT	Optimized production technology
ROI	Návratnost investic
SMED	Single minute exchange of die
TOC	Theory of constrains
a.s.	Akciová společnost
Apod.	A podobně
Atd.	A tak dále
cca	cirka (přibližně; asi)
I	Investice / zásoby
Ks	kus
Max	Maximum; maximální
Např.	Například
Resp.	Respektive
Spol. s r.o.	Společnost s ručením omezeným
T	Průtok
Tj.	To jest
Tzv.	Tak zvaný

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Úzké místo v systému [4]</i>	15
<i>Obr. 2. Drum - určení omezeného zdroje [19]</i>	21
<i>Obr. 3. Buffer - zajištění stálého přísunu práce [19]</i>	24
<i>Obr. 4. Přínosy systému SMED [18]</i>	32
<i>Obr. 5. Šablona k umístění formy přesně na střed [18]</i>	36
<i>Obr. 6. Techniky upnutí jednou otáčkou [18]</i>	38
<i>Obr. 7. Aplikace nejmenšího společného násobku [18]</i>	39
<i>Obr. 8. Vulkanizační lis</i>	48
<i>Obr. 9. Membránový stůl</i>	52
<i>Obr. 10. Sklad forem</i>	53
<i>Obr. 11. Membránový komplet</i>	63
<i>Obr. 12. Lisovací formy</i>	64

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Rozmístění výroby.....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 2. Jízdní řád – formaři.....</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 3. Jízdní řád – membránař + obsluha.....</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 4. Průběžný souhrn opatření.....</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 5. Navrhovaný postup pro vyjímání starých membrán.....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 6. Navrhovaný postup činností při demontáži a montáži forem.....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. 7. Navrhovaný postup práce při instalaci membrány.....</i>	<i>71</i>
<i>Tab. 8. Uvedení lisu do provozu.....</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 9. Redukce interních procesů.....</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 10. Konečný návrh jízdního řádu změny rozměru.....</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 11. Porovnání přínosů a finanční náročnosti navrhovaných opatření.....</i>	<i>76</i>

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Průtokové účetnictví
- P II Mapa budov Mitas a.s.
- P III Layout lisovny
- P IV Videonahrávka změny rozměru - DVD

PŘÍLOHA: P I

Příklady průtokového účetnictví

Výroba v podniku XYZ je velmi jednoduchá a skládá se z pěti operací. Předpokládejme, že trh koupí vše, co podnik stačí vyrobit. Materiál vstupuje do procesu v operaci A a postupně je zpracováván na strojích B, C a D. Po zpracování na stroji E je výrobek připraven k prodeji. Číslo uvedené u každé operace představuje průměrnou kapacitu v počtu součástek za hodinu. Podnik vyrábí a prodává jediný výrobek, jehož tržní cena je 10 000 Kč a cena vstupního materiálu je 3 500 Kč. To představuje průtok na jeden kus 6 500 Kč. Všechny zdroje pracují 8 hodin denně, 22 dní v měsíci, což je 176 hodin za měsíc.

$$10 - 13 - 7 - 9 - 11$$

Nejslabším článkem podniku je zdroj C. Maximální průtok podniku XYZ za měsíc tedy je

$$T = 176 * 7 * 6500 = 8008000 \text{ Kč}$$

Příklad 1. - Investice do ne-úzkého místa

Ve stejném podniku se zabývali myšlenkou modernizovat stroj B, čímž by se zlepšila jeho výkonnost ze 13 na 14 kusů za hodinu. Vyžaduje to investici 500 000 Kč. Zkusme vyhodnotit dopad tohoto návrhu na ekonomické výsledky podniku.

Průtok podniku nevzroste, protože v důsledku existence úzkého místa C může podnik vyrobit nanejvýš 7 součástek za hodinu. Konkrétní dopad návrhu na ekonomické výsledky bude:

$$\Delta T = 0; \quad \Delta I = 500000; \quad \Delta OE = 0,1 * 500000 / 12 = 4167 \text{ Kč}$$

$$\Delta NP = \Delta T - \Delta OE = -4167 \text{ Kč}$$

Změna provozních nákladů byla vypočítána na základě odpisů investice ve výši 10% za rok. Čistý zisk podniku klesá o 4 167 Kč měsíčně, návratnost posuzované investice je záporná.

Příklad 2. - Investice do úzkého místa

Jinou možností je investice do stroje C, jehož výkonnost by vzrostla ze 7 na 7,1 kusů za hodinu. V důsledku této změny ale bude mít zdroj E vyšší zatížení a jeho výkon klesne z 11 na 10 kusů za hodinu. Nezbytná investice činí 500 000 Kč. Vyhodnotíme dopad tohoto návrhu na ekonomické výsledky podniku.

$$\Delta T = 176 * (7,1 - 7) * 6500 = 114400 \text{ Kč}; \quad \Delta I = 500000 \text{ Kč};$$

$$\Delta OE = 0,1 * 500000 / 12 = 4167 \text{ Kč};$$

$$\Delta NP = \Delta T - \Delta OE = 110233 \text{ Kč}; \quad ROI = (\Delta T - \Delta OE) / \Delta I = 265\%$$

Změna provozních nákladů byla vypočítána na základě odpisů investice ve výši 10% za rok. Čistý zisk podniku stoupá o 110 233 Kč měsíčně, návratnost posuzované investice je 265% (roční).

Příklad 3. - Posouzení ekonomické výhodnosti dvou výrobků

Rozhodování mezi dvěma výrobky lze demonstrovat na příkladu velmi jednoduchého podniku, který má dva stroje: jeden stříhá látku, a druhý sešívá kusy dohromady, čímž vznikají různé druhy košil.

Podnik vyrábí pouze dva druhy košil, jeden druh pro ženy a druhý pro muže. Střih dámské košile trvá 2 minuty na stříhacím stroji a šití 15 minut na šicím stroji. Data týkající se obou košil jsou uvedena v tabulce 1:

	Dámská košile	Pánská košile
Týdenní poptávka	120	120
Prodejní cena [Kč]	105	100
Cena vstupního materiálu [Kč]	45	50
Střih – procesní čas [min]	2	10
Šití – procesní čas [min]	15	10
Celkový výrobní čas [min]	17	20

Každý stroj obsluhuje jeden člověk a operátoři pracují 8 hodin denně, 5 dní v týdnu, což dává 2400 minut týdně. Investice a náklady jsou pro oba dva stroje stejné. Týdenní provozní náklady činí 10 500, což zahrnuje úroky, energie, mzdy a vše ostatní potřebné pro provoz podniku.

Úzké místo je uvnitř podniku, šicí stroj nemá dostatek kapacity, aby vyrobil 120 dámských a 120 pánských košil za jeden týden (viz tabulka 2).

Zdroj	Minuty potřebné pro dámské košile	Minuty potřebné pro pánské košile	Minuty celkem	Nezbytné minuty/dostupné minuty
Střih	240	1200	1440	60%
Šití	1800	1200	3000	125%

Posouzení dle průtokového účetnictví			
	Dámská košile	Pánská košile	Nejlepší produkt
Průtok [Kč]	60	50	
Procesní čas v úzkém místě [min]	15	10	
Průtok za minutu [Kč/min]	4	5	Pánská košile

Není možné vyrobit vše, co si trh chce koupit. Abychom maximalizovali ziskovost podniku, je třeba posoudit, který z produktů je pro společnost výhodnější. Posouzení ekonomické výhodnosti dvou daných výrobků podle průtokového účetnictví je znázorněno v tab. 3. Pánská košile má sice oproti dámské nižší průtok (50 Kč na 1 kus oproti 60), ale vzhledem ke své kratší době zpracování v úzkém místě má vyšší průtok za minutu. Výrobou pánské košile generuje společnost každou minutu 5 Kč, zatímco u dámské košile je to pouze 4 Kč za minutu. Jednoduchým výpočtem lze zjistit, že vyrobí-li společnost všech 120 pánských košil týdně, zbývá jí na šicím stroji volná kapacita pro výrobu 80 dámských košil. Po odečtení týdenních provozních nákladů od celkového průtoku shledáme, že společnost generuje zisk 300 Kč ($120 \times 50 + 80 \times 60 - 10\,500$).

Posouzení dle nákladového účetnictví			
	Dámská košile	Pánská košile	Nejlepší produkt
Prodejní cena [Kč]	105	100	Dámská košile
Cena vstupního materiálu [Kč]	45	50	Dámská košile
Celkový výrobní čas [min]	17	20	Dámská košile

Posouzení ekonomické výhodnosti obou výrobků podle nákladového účetnictví je znázorněno v tabulce 4. Nákladové účetnictví nerozlišuje při kalkulaci nákladů úzká a ne-úzká místa. Ze všech tří pohledů vychází jako výhodnější dámská košile, má totiž vyšší prodejní cenu (105 Kč na 1 kus oproti 100), nižší materiálové náklady (45 Kč na 1 kus oproti 50) a nižší výrobní náklady (váže na sebe pouze 17 minut výrobního času oproti 20 minutám u pánské košile). Pokud se tedy rozhodneme, že výhodnější výrobek je dámská košile, jednoduše vypočítáme, že vyrobí-li podnik všech 120 dámských košil týdně, může ještě vyrobit 60 pánských košil. Po odečtení týdenních provozních nákladů od celkového průtoku dojdeme k závěru, že podnik docílil čistý zisk -300 Kč. [13]

Mapa budov Mitas a.s



Layout lisovny

