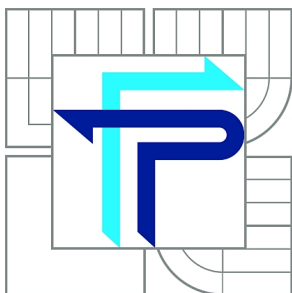


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

## PODNIKATELSKÝ ZÁMĚR

ENTREPRENEURIAL PROJECT

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JAN BARTOŇ

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV ROMPOTL

BRNO 2012

Tato verze diplomové práce je zkrácená (dle Směrnice děkanky č. 1/2010). Neobsahuje identifikaci subjektu, u kterého byla diplomová práce zpracována (dále jen „dotčený subjekt“) a dále informace, které jsou dle rozhodnutí dotčeného subjektu jeho obchodním tajemstvím či utajovanými informacemi.

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Bartoň Jan, Bc.**

---

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

**Podnikatelský záměr**

v anglickém jazyce:

**Entrepreneurial Project**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

- FOTR, J., SOUČEK, I. Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. 1. vydání Praha : Grada Publishing, a.s. 2007. 356 s. ISBN 80-247-0939-2.
- KEŘKOVSKÝ, M., VYKYPĚL, O. Strategické řízení. Teorie pro praxi. 2. vydání Praha : C. H. Beck. 2006. 206 s. ISBN 80-7179-453-8.
- KORÁB, V., PETERKA, J., REŽŇÁKOVÁ, M. Podnikatelský plán. Brno : Computer Press a.s. 2007. 216 s. ISBN 978-80-251-1605-0.
- STRUCK, U., Přesvědčivý podnikatelský plán. 1. vydání Praha : Management Press, 1992. 120 s. ISBN 80-85603-12-8.
- VALACH, J. a kol. Finanční řízení a rozhodování podniku. 1. vyd. Praha : Ekopres, 1997. 247 s. ISBN 80 901991-6-X.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Rompotl

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

---

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkan fakulty

V Brně, dne 16.01.2012

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce seznamuje v teoretické části čtenáře s problematikou řízení výroby a nástroji optimalizace výrobního procesu. Vysvětluje základní pojmy, zákonitosti a metody, které mají za cíl objasnit čtenáři systémy a metody použité v praktické části. Praktická část charakterizuje zavádění popsaných metod a optimalizaci konkrétní části výrobního procesu. Výsledek optimalizace hodnotí z hlediska časového a finančního.

## **ABSTRACT**

The theoretical part of this master's thesis introduces to the reader problems of production management tools, and optimization of the manufacturing process. It explains basic concepts, principles and methods that has aim to clarify systems and methods used in the practical part to the reader. The practical part describes the implementation of these methods and optimization of specific part of the manufacturing process. The result of optimization is evaluated from the perspective of time and finance.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Řízení výroby, optimalizace, výrobní proces, OEE – Celková efektivnost využití zařízení, SMED – Změna výroby v jediné minutě.

## **KEY WORDS**

Production management, optimization, manufacturing process, OEE – Overall Equipment Effectiveness, SMED – Single Minute Exchange of Die.

## **Bibliografická citace**

BARTOŇ, J. Podnikatelský záměr. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Rompotl.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem jí samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 17. ledna 2012

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Rompotlovi za odborné vedení práce a podporu při jejím vytváření. Děkuji také Dipl.-Ing. Pavlu Linhartovi, Ph.D. za možnost podílet se na projektu, který je předmětem této práce a za poskytnutí materiálů potřebných pro vyhotovení práce.



# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>Vymezení problému a cíle práce.....</b>	<b>12</b>
<b>1 Teoretická východiska - Progresivní koncepty řízení výroby .....</b>	<b>13</b>
1.1 Just in Time (JIT) .....	14
1.1.1 Eliminace problémů ve výrobě .....	15
1.1.2 Porovnání systému JIT s tradičními systémy řízení výroby .....	16
1.1.3 Zavádění systému Just-in-Time a jeho základní součásti .....	17
1.2 Lean production (koncept „štíhlé výroby“).....	20
1.2.1 Plánovací princip pull .....	21
1.2.2 Zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce.....	22
1.2.3 Zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti .....	24
<b>2 Nástroje JIT a Lean production aplikované při optimalizaci procesu .....</b>	<b>25</b>
2.1 TPM (Total Productive Maintenance) .....	25
2.1.1 OEE (Overall Equipment Effectiveness) .....	27
2.2 Rychlé změny výroby (Quick Changeovers) .....	30
2.2.1 SMED (Single Minute Exchange of Die) .....	33
<b>3 Charakteristika a analýza produkce společnosti XYZ, a. s. ....</b>	<b>38</b>
<b>4 Analýza procesu změny výroby a první návrhy na změnu .....</b>	<b>39</b>
4.1 Analýza současného stavu.....	40
4.1.1 OEE – prostoje spojené se změnou výroby .....	40
4.2 Sledování, měření a rozbor činností při změně výroby.....	44
<b>5 Návrhy optimalizace procesu - aplikace metody SMED .....</b>	<b>47</b>

5.1	1. Krok SMED - oddělení operací externího a interního seřizování.....	47
5.1.1	Činnosti prováděné při změně výroby .....	47
5.1.2	Automatický systém monitorující chod stroje .....	49
5.2	2. Krok SMED - konverze interního seřizování na externí.....	50
5.2.1	Vytvoření videozáznamu a tvorba Gantova diagramu.....	50
5.2.2	Standard přehození nástroje.....	51
5.3	3. Krok SMED - zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování .....	52
5.3.1	Dostupnost veškerého potřebného nářadí .....	53
5.3.2	Rychlé čištění rovnačky a mastných částí lisu.....	54
5.3.3	Rysky výšek pro nastavení zdvihu a rysky pro nastavení délky kroku ....	54
5.3.4	Rychloupínací technologie, méně závitů na zajišťovacích šroubech .....	55
5.3.5	Zpracování Spaghetti diagramu a nové uspořádání dílny .....	56
5.3.6	Nový mikroskop – zrychlení a zkvalitnění kontroly.....	58
5.3.7	Senzor prasklého prokladového papíru.....	59
5.3.8	Signalizace poruchy nebo zastavení stroje .....	59
5.3.9	Zavést 5S.....	59
<b>6</b>	<b>Ekonomické zhodnocení optimalizace procesů .....</b>	<b>61</b>
6.1	Časová úspora .....	61
6.2	Náklady navrhovaných změn .....	62
6.3	Výnosy navrhovaných změn .....	63
	<b>Závěr .....</b>	<b>66</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>67</b>

<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>68</b>
<b>Seznam obrázků a grafů.....</b>	<b>68</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>69</b>
<b>Přílohy .....</b>	<b>70</b>

# Úvod

Podniky produkující součásti především pro automobilový průmysl zažívají v současné době náročné období. Období útlumu, nejistoty a nestabilní poptávky po jejich produktech. Firmy podnikající v automobilovém průmyslu pocítily na vlastní kůži, že trhy nikdy nerostou do nebe a recese se vždy cyklicky objeví. Musí tedy podnikat takové kroky, aby zvýšili svou produktivitu, efektivnost výroby a musí neustále inovovat své produkty, což jim může umožnit přežít tyto turbulence na trzích bez větších negativních následků.

Moje diplomová práce zpracovávající téma optimalizace výrobního procesu se zabývá právě jednou významnou možností, jak zvýšit efektivnost výroby, na kterou často dojde až naposledy. Touto možností je rychlé a levné seřizování a změna výroby, což umožní výrobu v menších dávkách, s nižšími náklady a s lepším využitím výrobního zařízení.

Při své dřívější práci ve výrobní firmě jsem se dostal do týmu pracovníků, kteří připravovali a poté realizovali projekt rychlé výměny formy na lisovacích zařízeních pro výrobu plastových dílců. Tam jsem se poprvé seznámil s metodikou rychlé změny výroby pomocí Single Minute Exchange of Die (SMED). Později při mé práci ve firmě XYZ a. s. jsem se rozhodl tyto mé zkušenosti využít k optimalizaci procesů v kovo-lisovně, kde bylo nutné zrychlit výměnu střížného nástroje. Tyto zkušenosti jsem využil také k vytvoření této diplomové práce.

Cílem projektu v kovo-lisovně bylo detailně popsat proces výměny nástroje, jednotlivé činnosti analyzovat, roztřídit a poté celý proces pomocí různých technicko-organizačních opatření zrychlit na nejnižší možnou úroveň. K dosažení tohoto cíle jsem zvolil mně dobře známou a osvědčenou metodu SMED (v českém překladu „změna výroby v jediné minutě“) z dílny tvůrců proslulého produkčního systému firmy Toyota.

V teoretické části práce, v první kapitole popisují nejvýznamnější koncepty řízení výroby, jež se v současnosti v podnicích používají. Jsou zde uvedeny základní principy a zákonitosti řízení výroby počínaje systémem Just in Time přes tzv. „štíhlou výrobu“, systém Lean production po World Class Manufacturing, který všechny tyto koncepty sdružuje a vytváří tak ucelený systém, jímž se řídí podniky světové třídy.

V druhé kapitole potom uvádím konkrétní nástroje těchto systémů řízení výroby používané pro snížení prostojů a zvýšení produktivity lidí a strojů. Rozvádím zde teoretické aspekty procesu rychlé změny výroby, jež označil tvůrce Toyota Production System a metody SMED pan Shigeo Shingo za „revoluci ve výrobě“. A také metodiku výpočtu OEE (Overall Equipment Effectiveness) pro zjištění celkové efektivity využití výrobního zařízení.

V praktické části práce nejprve na několika stránkách třetí kapitoly charakterizují společnost XYZ a. s., popisují technologii výroby ve firmě, soustředím se na proces stříhání kovových kontaktů v oddělení kovo-lisovna, kde proces optimalizace probíhal.

Ve čtvrté kapitole uvádím výpočty efektivnosti využití výrobního zařízení (OEE) strojů v kovo-lisovně se zaměřením na prostoje způsobené změnou výroby. Dále analyzuji současný stav procesu a provádím měření činností prováděných při změně výroby. Zde také navrhuji a popisuji automatický systém sběru těchto dat.

Pátá kapitola je nejobsáhlejší a zabývá se již konkrétními návrhy a zaváděním metody SMED do procesu výměny nástroje. Kapitola je rozdělena na jednotlivé kroky metody SMED, kde jsou operace nejprve tříděny do logických sousledností. Poté vybrány ty, které je nutno vykonat při zastaveném stoji a nakonec jsou činnosti optimálně redukovány tak, aby výměna formy proběhla co nejrychleji a nejúspěšněji.

Závěrečná, šestá kapitola je vyhrazena pro ekonomické zhodnocení celé optimalizace z hlediska časového a finančního.

## Vymezení problému a cíle práce

Hlavním cílem projektu realizovaného v kovo-lisovně firmy XYZ a.s. je zkrácení doby potřebné pro změnu výroby na lisech stříhajících kovové kontakty a optimalizace celého procesu.

Ke splnění tohoto cíle jsem detailně popsal celý proces výměny nástroje a změřil dobu trvání jednotlivých činností při procesu vykonávaných.

V dalším kroku činnosti pomocí popsané metody SMED analyzuji a optimálně roztřídím do logických podskupin.

Následně navrhuji řešení pro zkrácení doby potřebné pro vykonání jednotlivých činností i pro celý proces.

Pomocí navržených technicko-organizačních opatření dosáhnu zrychlení celého procesu na dobu trvání menší než 60 minut, čímž snížím plýtvání časem a finančními prostředky a zvýším efektivnost a produktivitu strojního zařízení i pracovních sil.

# 1 Teoretická východiska - Progresivní koncepty řízení výroby<sup>1</sup>

Jako jeden z naléhavých problémů naší ekonomiky, označil docent Keřkovský nízkou úroveň produktivity práce. Ve své knize (4) uvádí, že úroveň produktivity práce ve strojírenských podnicích v ČR se pohybuje pouze v rozmezí 20 – 40 % úrovně podniků ve vyspělých západních zemích. Avšak nezájem o růst produktivity v naší zemi stále přetrvává. V minulosti se o tom zmínil např. článek v Hospodářských novinách: *„Úroveň produktivity byla a je kritickým problémem české ekonomiky s následnými dopady do konkurenceschopnosti. Přesto se nám zdá, že zájem top managementu našich podniků o řešení tohoto problému je zatlačen do pozadí. Větší pozornost je často věnována financím a manipulaci s penězi. Je jisté, že finanční řízení je velmi důležité, ale přidanou hodnotu nevytváří, pouze přerozděluje. Takže můžeme sice kvalitně finančně řídit, ale financí budeme mít stále méně.“* (6)

Tento článek je sice více než deset let starý, ale mnohé mé zkušenosti i zkušenosti odborníků v oboru nasvědčují tomu, že změny a inovace v oblasti řízení výroby ve vztahu k produktivitě v ČR se zavádějí jen velmi pomalu, avšak jsou nevyhnutelné.

Docent Keřkovský v (4) uvádí, že příčiny nízké produktivity našich firem jsou nejméně dvě:

- používání techniky a technologií, které jsou zastaralé oproti světové špičce v průměru o 10 až 15 let,
- špatná organizace práce a řízení výroby.

*„I když je význam strojního vybavení pro produktivitu skutečně značný, není však rozhodující!“* (3) Přiblížit výrobní techniku světové špičce je bezpochyby dlouhý a finančně velice náročný proces. Naproti tomu v oblasti řízení výroby je možno dosáhnout zlepšení v podstatně kratším čase s mnohem menšími finančními prostředky.

---

<sup>1</sup> Převzato z (1)

V podmínkách naší ekonomiky by se proto firmy měly zaměřit spíše na zdokonalení všech provozních procesů pomocí rozvoje organizovanosti, zdokonalování znalostí a dovedností.

*„Naše dosavadní, tradiční, příliš statické organizační struktury výrobních systémů jsou dnes už zastaralé. Náš způsob řízení se většinou odehrával bez analýz, a tak je logicky doprovázen velkými ztrátami.“* (3) V dnešní době si už management našich podniků zřejmě dostatečně uvědomuje potřebu strategického přístupu k řízení výroby a zvolení vhodných moderních koncepcí řízení a organizace výroby, taktéž i potřebu rozvoje organizovanosti.

V následujících teoretické části této práce se proto budu zabývat významnými koncepty řízení výroby s důrazem na ty, které jsem použil ve firmě XYZ a. s.

## **1.1 Just in Time (JIT)**

Koncept řízení výroby *just-in-time* byl vytvořen a uplatňován počátkem 70. let v Japonsku, v USA a v západní Evropě. Poprvé byl implementován ve firmě Toyota Motor Company. Vynálezcem tohoto systému výroby je pan Taiichi Ohno. *„Základní ideou JIT je výroba pouze nezbytných položek v potřebné kvalitě, v nezbytných množstvích a v nejpozději přípustných časech.“* (4)

K systému JIT je přistupováno dvěma způsoby. V prvním případě je možno použít systém omezeně v rámci firmy mezi jednotlivými stupni výroby či mezi samostatně řízenými filiálkami s cílem snižování zásob. Při aplikaci mezi jednotlivými pracovišti je možno jako JIT chápat i tahový princip Kanban<sup>2</sup>.

Druhé, modernější pojetí systému JIT se nesnaží pouze snižovat zásoby, ale komplexně vede k úspoře času v celé průběžné době výroby pomocí různých optimalizačních metod. To vede k výraznému snížení nákladů, zvýšení produktivity práce a dalším souvisejícím výsledkům.(10)

---

<sup>2</sup> Viz kapitola 2.2



Příkladem systému „právě v čas“ může být následující situace popisovaná panem Imai v knize Kaizen (2): „Před výrobním závodem společnosti Toyota v Motomachi stojí dlouhá řada kamionů plná automobilových součástí určených pro montáž. Jakmile jeden konec závodu opustí kamion, jiný kamion do něj na opačném konci vjede. Pro tyto součásti zde neexistuje skladiště. Kupříkladu polstrovaná sedadla přichází na montážní linku přímo z kamionu.“

### **1.1.1 Eliminace problémů ve výrobě<sup>3</sup>**

Systém JIT se orientuje především na eliminaci ztrát ve výrobě. Nejčastěji jsou uváděny tyto základní ztráty:

#### **Zásoby**

Velké množství zásob vždy představuje problém s nedostatkem prostoru, přílišnou manipulací, nerovnoměrnou výrobou a zvyšováním nákladů. Je třeba zásoby rozpracované výroby zmenšit na minimum. Výhodou je rezervní výrobní kapacita, nikoliv zásoby rozpracované výroby.

#### **Zmetky**

Výroba zmetků a jejich následné rozpoznávání, či opravování ještě ve výrobním podniku s sebou nese vysoké finanční náklady. Dodání zmetků odběrateli způsobuje reklamace a snížení důvěryhodnosti firmy. Je třeba vyrábět bez zmetků.

#### **Velikost výrobní dávky**

Tradiční výrobní systémy se zabývají otázkami tzv. ekonomických výrobních dávek. Zásadou JIT je však vyrábět pouze zboží, požadované zákazníkem ve stanoveném množství a čase. Je třeba více rozčlenit výrobu, tudíž výrazně redukovat seřizovací časy.

---

<sup>3</sup> Podkapitola zpracována dle literatury (4) a (11)

## **Zvyšující se náklady**

Nepřemýšlíme, zda je možné snížit náklady. Podstata JIT předpokládá víru v to, že náklady mohou být vždy redukovány.

## **Zpožděné dodávky**

Jeden z nejdůležitějších sledovaných ukazatelů je dodržení dodacích lhůt. V tradičních systémech bohužel často dochází k opoždění dodávek, to je řešeno přesčasy či přeplánováním dodávek, což s sebou nese zvýšení nákladů. Základním požadavkem flexibilního výrobního systému JIT je dodržování dodacích lhůt. S tím je spojeno také zkracování vzdáleností mezi pracovišti i od subdodavatelů.

### **1.1.2 Porovnání systému JIT s tradičními systémy řízení výroby<sup>4</sup>**

Charakteristické rysy JIT nejlépe vyplynou v porovnání s tradičními systémy řízení výroby (používanými před příchodem JIT, tj. na Západě do konce šedesátých let, u nás většinou dosud).

Tabulka č. 1-1: Srovnání tradičního systému řízení výroby s JIT

Charakteristiky řízení výroby	Tradiční systém	Just-in-time
Výrobní dávky	Velké výrobní dávky	Malé výrobní dávky, časté změny výroby
Zásoby	Velké mezioperační zásoby, nutnost skladů	Minimální mezioperační zásoby, skladování přímo na dílnách
Plánování výroby	Výroba založená na plánu, komplikované výrobní toky, dlouhé seřizovací časy, významná počítačová podpora plánování	Výroba založená na reálných požadavcích, krátké seřizovací časy, počítačová podpora především sleduje průběh výroby

---

<sup>4</sup> Podkapitola zpracována dle literatury (4) a (11)

Pracovní síla a styl práce	Specializovaná pracovní síla, úzce kvalifikovaná, změny pracovního procesu nařizovány	Šířeji kvalifikovaná a flexibilní pracovní síla, týmová práce a kooperace, naslouchání pracovníkům, změny pracovního procesu na základě konsensu
Dodavatelé	Velký počet dodavatelů navzájem si konkurujících	Limitovaný počet dodavatelů s kooperativními vztahy
Kontrola jakosti	V kritických místech, zaměřená na výrobky	Kontinuální, zaměřená na kritická místa výrobního procesu
Údržba výrobního zařízení	V případě poruchy, prováděná specialisty	Preventivní, prováděná operátory

### 1.1.3 Zavádění systému Just-in-Time a jeho základní součásti

Základní myšlenkou JIT je důsledné odstraňování jakéhokoliv plýtvání. Proto nás nepřekvapí, že metodu výrazně propracovali právě v přelidněném a na přírodní zdroje chudém Japonsku. Pro naše výrobní manažery je při aplikaci JIT největší překážkou nutnost skutečně týmové spolupráce a prosazení důležité schopnosti podřídit se společnému cíli do života všech zúčastněných. Je nutné podnítit tvořivost všech zaměstnanců a je nutno, aby si všichni uvědomili nedostatky tradičních výrobních systémů a cíle nové strategie. Přejít k nové strategii je nutno realizovat postupně, v delším časovém období.

Základní součásti systému JIT jsou následující:

#### 5S

Program 5S se zabývá odstraněním veškerého „nepořádku“ z pracovních míst. Jako nepořádek se v tomto smyslu chápeme všechno nepotřebné nářadí, vadné či rozpracované výrobky, přípravky nebo měřidla. Zavádí přehledný systém organizace celého pracoviště. Písmena S v názvu reprezentují následující japonská slova:

- seiri (příprava) – rozliš nezbytné a zbytečné, co nepotřebuješ, odstraň,
- seiton (uspořádání věcí) – každý předmět uskladni na správném místě, místo musí být tak jasné, aby všichni hned viděli, co kde je a mohli to použít,

- seiso (čistota) – udržuj pořádek na pracovišti, čisti zařízení, nástroje a pracovní místo,
- seiketsu (osobní vztah k pořádku) – přijmi čistotu za osobní zvyk,
- shitsuke (disciplína) – řiď se pracovními postupy. (2) a (11)

Na základě těchto opatření se zkracuje průběžná doba výroby tím, že odpadnou ztráty při hledání nástrojů, materiálu, komponent atd.

### **Hladký výrobní tok, účelné rozmístění strojů**

Jde o logickou návaznost činností ve výrobním řetězci. Každá práce musí hladce navazovat na předchozí bez zbytečných časových ztrát. Stroje a linky musí být vůči sobě vhodně umístěny. Jednotlivá pracoviště se často uspořádávají do tvaru písmene U, aby se operátor nemusel mezi jednotlivými operacemi výroby dlouho přemisťovat. Veškeré vzdálenosti mezi stroji je třeba zkrátit na minimum, přepravní náklady eliminovat, šetřit prostorem. Moderní podnik je spíše víceposchodový než rozlehlý.

### **Rovnoměrná výroba v malých výrobních dávkách**

Při dlouhodobém (měsíčním) plánování často dochází před koncem období k časovému presu, kvůli chybějícím kusům, na začátku období zase k pomalému rozběhu výroby a nižší produktivitě práce. Těmto výkyvům je třeba předejít zkrácením plánovacího období na jeden den. Cílem je tedy vyrábět každý den rovnoměrné množství výrobků. To umožňuje také rychleji reagovat na požadavky zákazníka a vyrábět v malých výrobních dávkách. Malé výrobní dávky jsou nevyhnutelným světovým trendem. Umožňují snížení vázanosti kapitálu, snížení nákladů na skladování a zvýšení pružnosti. Nikdo dnes nepotřebuje nakupovat celé, velké série výrobků.

Následující příklad ukazuje výrobu oběma způsoby. Zatímco v prvním řádku se vyrobí velká série výrobku A, až poté následuje výrobek B a následně C, poté se cyklus opakuje. Není možné reagovat např. na poptávku po výrobku C, přitom sklady jsou plné. Naopak ve druhém řádku je vidět výhoda malých výrobních dávek, kdy se zakázka rychle upokojí ke spokojenosti zákazníka.

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA BBBBBBBBBB CCCCCCCCCCCCCC – AAAAA

AAAA BBB CCCCC – AAA BBBBBBBB CC – AA BB CCCCCCCC – AAAAAABB

## **Rychlé a levné seřizování, změna výroby**

Pokud chceme vyrábět v malých dávkách a často střídat sortiment výroby, musíme počítat s mnohem častějším seřizováním strojů. To by znamenalo zkrácení produktivního času a zvýšení nákladů. Proto je nutné změnit tradiční způsoby seřizování strojů. Je nutno prosadit lepší organizaci práce seřizovačů, poskytnout jim odpovídající moderní vybavení v podobě elektronických, víceúčelových seřizovacích pomůcek a nářadí, vyškolit samotnou obsluhu strojů a zlepšit tak spolupráci se seřizovači. Musíme promyšleně a účelně zjednodušit každou operaci seřizování a standardizovat tyto postupy. Neméně důležitá je také moderní a účelná konstrukce strojů. Tato součást zavádění metody JIT je právě předmětem této diplomové práce. Blíže ji vysvětlím později v kapitole 2.2.

## **Výběr dodavatelů**

Zatímco tradiční výběr dodavatelů spočívá ve spolupráci s nejlevnějším z mnoha dodavatelů, systém JIT preferuje dlouhodobé vazby, menším počtem absolutně spolehlivých dodavatelů. Uvědomme si, že závada materiálu na vstupu znamená při dalším výrobním procesu velkou ztrátu. Výrobek musí vydržet po celou dobu své životnosti bezproblémový chod. Výrobek, který je nutno opravovat je špatný.

## **Neustálé zdokonalování (Kaizen)**

Japonská metoda Kaizen prosazuje neustálé zlepšování výrobních i všech ostatních procesů v podniku. Každý den musí přijít alespoň malá změna k lepšímu. Zdokonalování se týká všech, od managementu po řadové zaměstnance. Podporuje tvořivost a smysl pro podnikání na všech úrovních organizace.

## **TPM (Total Productive Maintenance)**

Totálně produktivní údržba si klade za cíl zefektivnit využití strojů na maximum důslednou a preventivní údržbou a rychlými reakcemi na abnormality. Snaží se eliminovat veškeré prostoje, na čemž se podílejí všichni zaměstnanci podniku. TPM si podrobně představíme v kapitole 3.

## **Tažný systém výrobního toku**

Systém tahu znamená vyrábět jen to, co si zákazník objednal, tudíž to, co se prodá. Tradiční systém, ve kterém dělník po dokončení operace „vytlačí“ výrobek dále a pokračuje v další práci, se musí otočit. To znamená, pokud na konci výroby odjede kamion s výrobky, je poslán požadavek k nižšímu stupni výroby o dodání dalších kusů. Takto systém pokračuje až na začátek výroby. Když na konci výroby opustí dávka výrobu, teprve potom může jiná na začátku vstoupit. Nikde se nekupí rozpracovaná výroba, šetří se čas i peníze, každé pracoviště je řízeno především poptávkou. Toto téma podrobně zpracovává systém Kanban.

## **1.2 Lean production (koncept „štíhlé výroby“)<sup>5</sup>**

V posledních desetiletích se hlavně v automobilovém průmyslu rozšiřuje koncepce „štíhlé výroby“ – lean production. Koncem 80. let byly v USA prováděny výzkumy zaměřené na otázku, proč americké a evropské výrobní podniky zaostávají za japonskými konkurenty. Docent Keřkovský v (4), opírajíc se např. o výsledky v knize Lean Production<sup>6</sup>, uvádí. *„Uskutečněné výzkumy plně potvrdily převahu japonského přístupu k řízení výroby. Bylo zjištěno, že japonské firmy ve srovnání s jejich konkurenty v USA a v západní Evropě vyráběly s polovinou zaměstnanců v montáži, s polovinou kapacit ve vývoji, desetinou až třetinou zásob, pětinou dodavatelů, polovinou investic do strojního zařízení, polovinou výrobních ploch a přitom docilovaly až třikrát vyšší produktivity při čtyřikrát kratších dodacích lhůtách. Uvádí se rovněž, že japonští výrobci v osmdesátých letech zdvojnásobili počet nabízených modelů, zatímco americké firmy rozšířily v tomto období paletu modelů pouze o polovinu a evropští výrobci, v té době ještě více zaměřeni na objemy výroby, dokonce nabídku modelů o polovinu redukovali. Ve stejném časovém období zůstali Japonci při úplné obměně palety*

---

<sup>5</sup> Podkapitola zpracována dle literatury (4) a (11)

<sup>6</sup> Bogaschewsky, R. Lean Production – Patentrezept für westliche Unternehmen. In: Zeitschrift für Planung, 1992, s. 276.

*výrobků u čtyřletého cyklu, zatímco Evropané a Američané svůj výrobní inovační cyklus prodloužili z 8 let, resp. 7 let, na 10 let. “*

Těchto výsledků Japonci dosahovali především díky jejich konceptu „štíhlé výroby“, který pružně reaguje na zákaznickou poptávku a požadavky. Výroba není plánována centrálně, ale prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů. Lean production dává značné rozhodovací pravomoci pracovníkům ve výrobě, při zjištění chyby mají možnost úplného zastavení výroby až do odstranění problému. Princip hromadné výroby tedy ustoupil orientaci na potřeby a maximální uspokojení zákazníka.

Základní předpoklady pro systém lean production jsou následující:

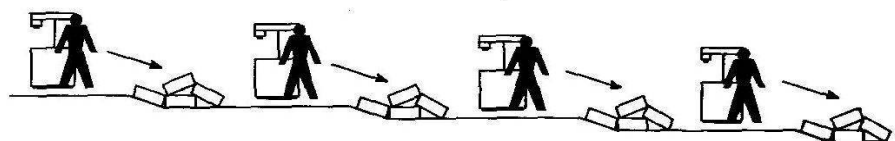
- plánovací princip pull,
- zamezení plýtvání a optimalizace hodnotového řetězce,
- princip nepřetržitosti,
- zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti.

### **1.2.1 Plánovací princip pull**

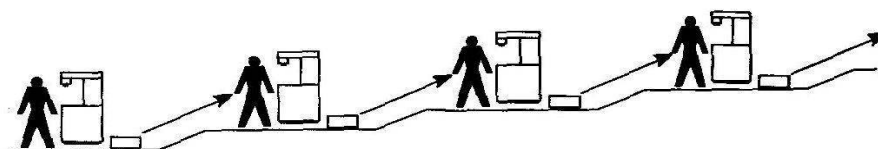
Tradiční systémy často uplatňují princip push (tlak), tj. protlačení zakázky výrobním systémem. To v praxi znamená, že každý výrobní stupeň vyrobí tolik výrobků, kolik jich jen svede a posílá je na další pracoviště, ať toto pracoviště výrobky potřebuje nebo ne. Postupuje se podle hesla „Pojďme vyrobit co nejvíce, dokud nám to jde.“ V moderním systému Lean production byl tento push systém nahrazen systémem pull (tah). Ten pracuje pod heslem „dones“, každý pracovník je odpovědný za zajištění požadavků navazujícího výrobního stupně. Vyrábí se přesně podle požadavků interního (následující pracoviště) nebo externího (odběratel) zákazníka. Tímto se zamezí nadprodukci, velkým mezioperačním zásobám a vede k tzv. průhlednosti systému. Tedy odhalí, kde se výroba zpomaluje nebo naopak nestíhá dodávat dále. Omezuje vznik ztrát a snižuje výrobní náklady.

System pull je také základem Kanbanu, viz výše, který je navíc doplněn o zmiňované karty.

### **Push princip řízení výroby**



### **Pull princip řízení výroby**



**Uplatněním pull principu plánování a řízení výroby se v lean managementu dosahuje výrazného zvýšení efektivity výrobního procesu**

Obrázek 1-1: Tlakový a tahový princip výrobního toku (11)

#### **1.2.2 Zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce**

Zaměření lean managementu na optimalizaci procesů znamená také snahu zabránit veškerému plýtvání od vstupů až po zákazníka. Činnosti prováděné firmou jsou posuzovány podle toho, zda vytvářejí přidanou hodnotu, kterou je zákazník ochoten zaplatit. Aktivita, které se v podniku uskutečňují a přitom nevytváří hodnotu pro zákazníka, ukazují na skryté plýtvání. Činnosti, které nemají přidanou hodnotu, jsou například opravy nekvalitní práce, mezioperační skladování, několikanásobná evidence dat, zbytečné výkazy, dlouhé dopravní cesty v podniku a s tím spojené ztrátové časy, čekání na materiál, udržování nadměrných zásob nebo zastavení strojů při přeseřzení nebo výměně forem. Příkladem činností s přidanou hodnotou je každá montáž, předmontáž, spojení dvou součástek, čas, který stráví výrobek např. v lisovacím zařízení. Všechny práce bez přidané hodnoty je tedy třeba minimalizovat a tím automaticky zvýšit produktivitu práce. Nezapomíná se ani na plýtvání ve správě a managementu.



Lean management přesahuje rámec podniku a ovlivňuje celý hodnototvorný řetězec výroby až po distribuci. Proto se neoptimalizují jen aktivity uvnitř podniku, ale i činnosti na vstupu a výstupu, což vede k velmi těsné spolupráci se subdodavateli i distributory.

Lean management otočil zakořeněnou rovnici:

- $\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena},$

a vytvořil tak novou rovnici v podobě:

- $\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}.$

Změna rovnice dle filozofie lean by měla způsobit, že zákazník neplatí chyby a náklady firmy, jako v první rovnici.

### **Princip nepřetržitosti**

Zlepšování ve všech ohledech je v lean managementu nepřetržitý proces (Kaizen). Neprobíhá jednorázově ani po etapách, ale kontinuálně, s dosaženými výsledky není filozofie lean nikdy spokojena. Uvedu opět příklad z (4)<sup>7</sup>, ve kterém figuruje jedna japonská firma a operace letování. „V rámci programu na zlepšování kvality se snížila zmetkovitost ze 4000 vadných dílů na milion vyrobených dílů (údaj z roku 1978) na 40 vadných dílů na milion vyrobených dílů (v roce 1980). Na to navazoval další program, který snížil četnost chyb na 15 vadných dílů na milion dílů. Západní firmy (zřejmě i naše) by byly s takovým stavem již více než spokojeny. V japonské firmě byl ale podle principu nepřetržitosti okamžitě odstartován další program s cílem snížit počet chyb pod 3 díly na milion dílů.

Princip nepřetržitého zlepšování se však uplatňuje nejen na veličiny technické kvality, ale je obecně orientován na zvyšování spokojenosti zákazníka. Je nutné neustále rozpoznávat a reagovat na zákaznické požadavky, pokud chceme mít náskok před

---

<sup>7</sup> Literatura dále odkazuje na knihu Lederer, K. Produktionsstrategien in Japan, USA und Deutschland – Versuch eines Vergleichs. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, 1984, s. 327 – 333.

konkurencí. Pokud by v dobách úspěchu podnik polevil na intenzitě zlepšování, tvoří tak základy neúspěchu v horších časech.

### **1.2.3 Zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti**

Zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti firmy znamená přezkoumání celého hodnototvorného řetězce od výzkumu a vývoje přes výrobu a montáž až po odbyt a likvidaci odpadů. Je nutno zajistit účelné propojení řetězce se sítí dodavatelů a posoudit, které činnosti hodnototvorného řetězce ovládá podnik lépe než konkurence a externí partneři. Ty činnosti, které nejvíce přispívají z hlediska zákazníka ke zlepšení konkurenční pozice, jsou označeny za klíčové. Lean management přikazuje zaměřit všechny interní kapacity a zdroje podniku především na využití klíčových schopností firmy. Z tohoto vyplývá, že veškeré dílčí činnosti, které nepatří mezi naše klíčové je nutno zajistit pomocí subdodavatelů, jejichž klíčovými schopnostmi jsou právě naše dílčí (outsourcing). Využívání outsourcingu patří v lean managementu k důležitým prvkům řízení. Činnosti přenechané externím partnerům nesmí patřit mezi naše klíčové, externí podnik musí být schopný dlouhodobě dodávat výrobek či službu ve stejné nebo lepší kvalitě a se stejnými, či nižšími náklady. Musíme také ohlídat nebezpečí přílišné závislosti na svých dodavatelích a možnost plíživého vzdávání se klíčových schopností podniku.

V době, kdy Toyota vyvíjela a zaváděla „štíhlou výrobu“ (Toyota Production System/Lean), byly její snahy ze západu vysmívány. Posměch přicházel především od firem vyrábějících obrovské série výrobků (americké automobilky), což jim umožňovalo snížit náklady i cenu. Ropná krize však dala Toyotě zapravdu, že se vydala správnou cestou a její poznatky se začaly využívat v jiných zemích a společnostech.

Dnes bývá Lean management označován jako revoluce v řízení výroby. Avšak je nutno připomenout, že byl založen v Japonsku a aplikován v průmyslově rozvinutých zemích. Pro naše podniky je však návodem, jak se stát konkurenceschopnějšími.

## **2 Nástroje JIT a Lean production aplikované při optimalizaci procesu<sup>8</sup>**

K dosažení cílů Lean production, JIT a tím i WCM slouží celá řada metod a nástrojů. K zajištění nízké poruchovosti a vysoké produktivity strojů slouží tzv. Totálně produktivní údržba (TPM). Potřebu rychlých změn výroby řeší metoda SMED.

### **2.1 TPM (Total Productive Maintenance)<sup>9</sup>**

Moderní systémy řízení výroby jsou také charakteristické svým důrazem na efektivní využívání strojů a systém jejich údržby. Základní myšlenkou je maximálně přispívat ke zvyšování produktivity, údržba se musí stát „produktivní údržbou“. V tradičních systémech byl sice také kladen důraz na údržbu zařízení, ale nebylo jimi nikdy dosahováno požadovaných výsledků, tedy nulových prostojů a poruch. Hlavní příčinou tohoto stavu je například upřednostňování údržby až po poruše nebo přílišné zaměření na jednoho protagonistu údržby – specializovaného údržbáře. Dnešní konkurenční prostředí a zákazníci však vyžadují, aby byly stroje kdykoliv k dispozici. Nelze tolerovat stav, kdy jsou údržbáři zaměstnání pouze odstraňováním poruch a udržují tak stroj v chodu s omezeným výkonem. Na preventivní, rutinní údržbu pak nezbývá čas, což vede k chronickým poruchám a nízkému stupni využívání strojů.

Nejnovější princip údržby nazývaný Totálně produktivní údržba (TPM) proto klade důraz na zapojení samotné obsluhy stroje do jeho údržby. Pracovník obsluhující daný stroj je totiž většinou první, kdo může zaznamenat problém nebo změnu v činnosti stroje. Je tedy také prvním, kdo může na problém upozornit nebo ho odstranit a zabránit tak rozsáhlým ztrátám.

---

<sup>8</sup> Převzato z (1)

<sup>9</sup> Podkapitola zpracována dle literatury (5)

TPM si určuje vysoké cíle, k nim patří např. tzv. „nulové poruchy“. K dosažení tohoto cíle je zapotřebí důsledná prevence založená na principech udržování normálních podmínek chodu strojů, včasná identifikace abnormalit v chodu strojů a okamžitá reakce na abnormality.

TPM se tedy snaží změnit přístup a vztah pracovníka ke stroji, na kterém pracuje. Přenáší odpovědnost za určitou část údržby stroje na jeho obsluhu a boří zažitý přístup: „Já obsluhuji, ty opravuješ“. Vrcholový management musí vytvořit systém, ve kterém je oceňována samostatná aktivita a individuální schopnosti v oblasti údržby výrobních prostředků. Operátoři jsou zaškolováni a získávají zkušenosti a dovednosti v oblasti údržbářských činností. Na operátory je možno přenést činnosti jako jsou:

- zajištění pořádku a čistoty strojů a zařízení,
- identifikace zdrojů poruch (abnormalit chodu stroje),
- provádění procedur mazání,
- provádění drobných oprav,
- samostatná kontrola chodu stroje.

Cílem produktivní údržby je snížit nebo nejlépe úplně vyloučit jakékoliv ztráty ve využití strojního zařízení. Pokud chceme ztráty snížit, je nutné je nejprve analyzovat. Při provozování strojů se vyskytuje tzv. **6 velkých ztrát (six big losses)**:

1. prostoje související s poruchami strojů a neplánované prostoje
2. čas na seřizování a nastavování parametrů (změny výroby)
3. ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení, krátkodobé poruchy
4. ztráty rychlosti průběhu výrobních procesů
5. kvalitativní důsledky procesních chyb (nejakost)
6. snížení výkonu ve fázi náběhu výrobních procesů, technologické zkoušky

Prostoje při poruše stroje se vyskytují náhle, mají dramatický průběh a často vznikají v důsledku přehlížení drobných závad, jako jsou uvolněné šrouby, opotřebení či znečištění stroje. Neplánovaný prostoj může nastat např. z důvodu nedostatku materiálu, či absence obsluhy.

Ztráty při seřizování a změně výroby vznikají při přerušení výroby z důvodu výměny materiálu, nástrojů nebo pracuje-li stroj nepřesně. Nástrojem pro identifikaci a odstranění těchto ztrát je metoda SMED.

Ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení a krátké poruchy se liší od obvyklých poruch tím, že je většinou odstraní obsluha stroje. Jedná se například o zaseknutí dílu ve stroji či na dopravním pásu, kdy senzory stroj zastaví. Jakmile obsluha problém odstraní, stroj běží dál. Také tyto drobné ztráty hodně ovlivňují využití stroje pro svou vysokou četnost, proto je nelze opomenout.

Ztráty z nevyužití rychlosti stroje se ukrývají v rozdílu mezi skutečnou rychlostí výroby a rychlostí výroby, pro kterou byl stroj konstruován. Jejich odhalení je poměrně obtížné, avšak představují velkou překážku v plném využití stroje.

Kvalitativní ztráty jsou způsobené nesprávným chodem stroje. Jsou vyráběny špatné kusy. Pokud se jedná o občasné vady procesu, je poměrně snadné je odhalit a napravit, obtížnější je nalézt chronické vady, které často preventivní údržba neřeší.

Ztráty při náběhu vznikají postupným najížděním stroje na plný výkon, jejich rozsah ovlivňuje stabilita technologických podmínek a také schopnosti obsluhy. Technologické zkoušky znamenají v podstatě výrobu „zmetků“, které není možné použít. Je tedy nutné je také považovat za ztrátu.

Uvedené ztráty přímo ovlivňují míru celkového efektivního využití strojů a zařízení tzv. OEE.

### **2.1.1 OEE (Overall Equipment Effectiveness)<sup>10</sup>**

K odhalení ztrát ve výrobě, které jsem popsal výše, a určení efektivy výroby se používá metoda výpočtu tzv. OEE neboli česky „celková efektivnost využití zařízení“. Zjišťování efektivy využití strojů pomocí OEE je součástí konceptu TPM.

---

<sup>10</sup> Zpracováno dle interních dokumentů ABC s.r.o Jihlava a (12) s přispěním informací z (8)

Výpočet OEE se skládá ze tří faktorů, ovlivňujících efektivnost využívání zařízení, kterými jsou:

1. míra využití (dostupnost - availability),
2. míra výkonu (výkon - performance),
3. míra kvality (kvalita – quality).

Postup výpočtu OEE je ukázán na následujících příkladech:

### **Celkový teoretický čas výroby**



Začínáme s celkovým teoretickým časem (Plant Operating Time), který je k výrobě k dispozici. Tedy v případě denního výpočtu OEE pro jednu 8 hodinovou směnu činí tento celkový čas  $8 * 60 \text{ min} = 480 \text{ min}$ .



Od celkového teoretického času výroby odečteme plánované odstávky zařízení, které v našem příkladě činí 60 minut. Ty musíme vyloučit, stroj v těchto odstávkách nepracuje (přestávky pracovníků, plánovaná údržba, svátky, nevyužití některé směny). Zbývající čas nazýváme plánovaný čas výroby (Planned Production Time).

V našem případě tedy  $480 - 60 = 420 \text{ min}$ .

### **1. Dostupnost – Availability**



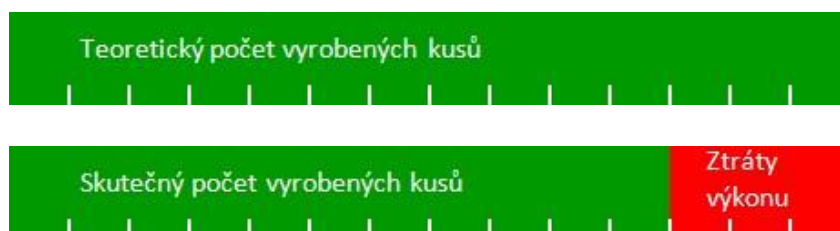
Od plánovaného času výroby odečteme ztráty z prostojů, které vznikají například nedostatkem materiálu, obsahují krátké náhlé poruchy, výpadky energie, rozjezd a

dojezd nebo změnu nástroje pro jinou výrobu (Changeover time). Zbývajícím časem je skutečný čas výroby (Operating time).

Dostupnost = (plánovaný čas výroby – plánované odstávky) / skutečný čas výroby.

V našem vzorovém případě tedy  $(420 \text{ min} - 60 \text{ min}) / 420 \text{ min} = 360 / 420 = 85,7 \%$ .

## 2. Výkon - Performance



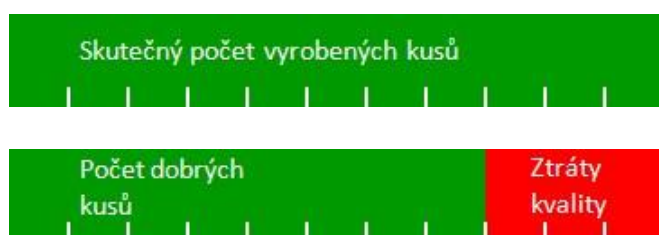
Zařízení je dostupné (v chodu), ale z různých důvodů nepracuje tak rychle jak by to bylo možné v ideálním případě. Snížení výkonu je způsobeno krátkými prostoji, které trvají řádově sekundy až minuty, vyskytují se však často a za celou směnu tvoří nezanedbatelné ztráty. Projeví se vyrobením menšího počtu kusů, než by bylo teoreticky možné. Ztráty výkonu tvoří např. nekvalitní materiál, lajdáctví operátorů při ovládání stroje.

Výkon stroje je poměr mezi skutečným počtem vyrobených kusů a teoretickým počtem vyrobených kusů. Teoretický počet vyrobených kusů vypočteme vydělením skutečného času výroby časem cyklu (taktem).

V případě, že čas cyklu je 1 kus za minutu, a skutečný počet vyrobených kusů je 350 kusů vypočítáme výkon stroje takto:

$$350 / (360 / 1 \text{ ks/min}) = 350 / 360 = 97,2 \%$$

## 3. Kvalita - Quality



Kvalita výroby je vyjádřena poměrem skutečného počtu vyrobených kusů a počtem dobrých kusů. Ztráty kvality v tomto případě tvoří vyrobené zmetky.

Pokud tedy vzorový stroj vyrobil za den celkem 350 kusů výrobku, z toho bylo 10 zmetků, dostaneme kvalitu výroby pomocí výpočtu  $(350 - 10) / 350 = 340 / 350 = 97,1 \%$ .

### **Celkové OEE**

Celkové OEE daného stroje/podniku za den/měsíc/rok vypočteme vynásobením tří faktorů ovlivňujících hodnotu  $OEE = \text{Dostupnost} * \text{Výkon} * \text{Kvalita}$ .

Ve vzorovém případě  $OEE = 85,7 \% * 97,2 \% * 97,1 \% = 80,9 \%$ .

Za perfektní výsledek, který dosahují skutečně špičkové světové podniky, se považuje hodnota  $OEE = 85 \%$ . Bohužel mnoho firem doposud zahrnuje do výsledku využití strojů a zařízení pouze jejich dostupnost. Při snaze zvyšovat produktivitu je však nutné zabývat se všemi faktory, které efektivní využívání strojů ovlivňují, tedy i výkon stroje a kvalitu výrobků.

## **2.2 Rychlé změny výroby (Quick Changeovers)<sup>11</sup>**

Rychlé změny označil tvůrce produkčního systému firmy Toyota (TPS) pan Shigeo Shingo za revoluci ve výrobě. Ačkoliv jsou ztráty ze seřizování či změny výroby poměrně významné, často jsou tyto režijní náklady opomíjeny a jejich redukce přichází, až když u výrobních operací již redukovat nelze.

Výrobní manažeři si často kladou otázku v jak velkých sériích vyrábět určitý typ výrobku. Tato problematika se nazývá EOQ (Economic Order Quantity) neboli optimální výrobní dávka. „*EOQ je taková dávka, která vychází z optimalizace nákladů spojených s prostoji z důvodů výměn nástrojů a seřizování strojů (obecně se změnou sortimentu) a nákladů spojených s držením zásob.*“ (5)

---

<sup>11</sup> Zpracováno dle literatury (5).





Obrázek 2-1: Optimální výrobní dávka (5)

Koncept EOQ byl doposud velmi často využíván při snaze snižovat náklady na přeseřizování prostřednictvím zvětšování výrobních dávek, aniž by se usilovalo o snížení nákladů jiným způsobem. Náklady vynaložené při prostoji stroje lze přitom snižovat dvěma způsoby. První již uvedený je prodlužování doby bez změny. Tím druhým způsobem je samotnou dobu změny co nejvíce redukovat.

Stále větší tlak na různorodost výroby ukazuje nutnost soustředit se spíše na druhou možnost.

Tradiční přístup ke změnám výroby (popisoval ho ve svém díle již Adam Smith) bere seřizování jako nutné zlo. Na změny výroby a seřizování nesoustředí takovou pozornost jako na hlavní, výrobní operace. Doba změn neměří a nevyhodnocuje, neexistuje jakýkoliv firemní program zaměřený na změny výroby, žádný trénink, žádné standardy. Během seřizování jež provádí výhradně specializovaný pracovník s dostatečnou kvalifikací, je obsluha stroje zaměstnána jinou náhradní prací.

V závislosti na typu operace a zařízení se výměny a seřizování skládá ze čtyř kroků. Autoři literatury (5) uvádí tyto kroky:

- příprava a kontrola materiálu a nástrojů (30 % času),
- montáž a výměna nástrojů (5 % času),
- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15 % času),

- odzkoušení a následné úpravy (50 % času).

Tradiční přístup vychází z předpokladu, že změna a seřizování trvá a musí trvat dlouhou dobu. Zvýšením dávky se tedy náklady rozloží na více kusů a tím se náklady stávají nezávažnými. Následující tabulka č. 2-1 ukazuje vztah mezi velikostí výrobní dávky a spotřebou času.

Tabulka č. 2-1: Vztah mezi velikostí dávky a spotřebou času (5)

Doba výměny	Velikost dávky	Strojní čas / ks	Celkový čas na 1 ks
4 hod	10	1 min	25 min
4 hod	100	1 min	3,4 min
4 hod	1000	1 min	1,24 min
4 hod	10000	1 min	1,024 min

Uvažujeme dobu potřebnou pro výměnu 4 hodiny, což je podle (5) čas relevantní pro mnoho zařízení a technologií. Z tabulky vyplývá, že snížení času na 1 ks při 1000 krát větší dávce dělá cca 96 %. Navíc při každém desetinásobném zvýšení dávky ušetříme 9 přehození ( $9 \cdot 4 = 36$  h). Je tedy zřejmé, že při tradičním přístupu ke změnám vede zvyšování dávky k velkým úsporám času a nákladů. Platí také, že zisk z růstu dávky je vyšší, čím delší doba je potřeba pro přehození. Autoři (5) uvádějí případy, kdy změny sortimentu v roce 1996 trvají dokonce 8 hodin až 2 dny. Zvyšování výrobní dávky se proto jeví jako nejjednodušší cesta ke snížení nákladů na změnu výroby.

Je však třeba oprostít se od zažité praxe tradičního přístupu, že čas potřebný pro změnu výroby nemůže být dramaticky snížen.

### **Plýtvání při změnách seřizování**

Analýza činností prováděných při změnách výroby odhalí, jak moc se plýtvá s časem. Plýtvání během změny a seřizování lze rozdělit do 4 kategorií:

- plýtvání při přípravě na změnu,
- plýtvání při montáži a demontáži,
- plýtvání při doseřizování a zkouškách,

- plýtvání při čekání na zahájení výroby.

Autoři (5) uvádějí několik příkladů plýtvání z praxe. Transport nástrojů po zastavení stroje, hledání dílů a nářadí v brašnách a kufřících, drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny, zbytečná chůze pro „něco“, dlouhé čekání u seřizovaného stroje na „uvolnění do výroby“, pozorování práce druhého pracovníka (druhé profese), příprava prostoru po zastavení stroje, čas na cigaretu při výměně atd. Existuje také další skryté plýtvání například v utahování šroubů nebo nastavování pracovních výšek atd. Další příklady z mé osobní zkušenosti uvedu v kapitole 5.

Výčet a rozdělení jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že není třeba **dlouhé doby změn a seřizování** tolerovat, naopak **je třeba je zkracovat**.

### 2.2.1 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Metoda SMED s sebou přináší změnu přístupu k otázce seřizování a změny nástrojů. Jde o systematický proces pro minimalizaci časů prostojů, tj. časů čekání (přípravy) stroje mezi zpracováváním dvou po sobě následujících různých typů výroby (výrobních dávek).

Autor této metody, který je jedním z otců proslulého výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo, uvádí, že pomocí systému SMED je možno časy změn v praxi snížit až na 2 % původní doby. Je však třeba přijmout řadu organizačních a technických opatření.

Pro názornost uvedu příklad z (5). Jestliže původní prostoj trvá 4 hodiny a my ho redukuje v ideálním případě metodou SMED až na 4 minuty, potom i bez nárůstu velikosti výrobní dávky extrémně snížíme poměr doby seřizování k celkovému času výroby. V důsledku tohoto dramatického snížení času změny dospějeme k závěru, že zvyšování výrobních dávek přinese jen zanedbatelnou úsporu času, je tedy téměř zbytečné. To nám umožní plánovat jakkoli malé dávky, tedy velice flexibilní výrobu. Rozdíly jsou vidět v následující tabulce č. 2-2 .

Tabulka č. 2-2: Vztah mezi 4 minutovou změnou a velikostí dávek (5)

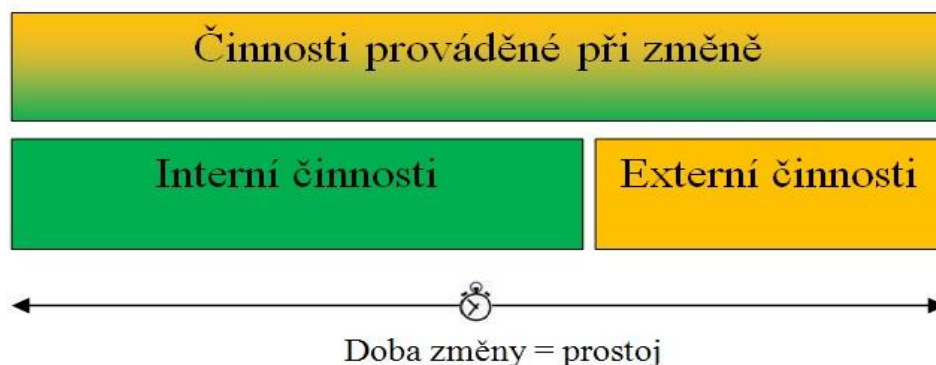
Doba výměny	Velikost dávky	Strojní čas / ks	Celkový čas na 1 ks
4 min	10	1 min	1,4min
4 min	100	1 min	1,04 min
4 min	1000	1 min	1,004 min
4 min	10000	1 min	1,0004 min

Z uvedené tabulky je patrné, že při 10 - ti násobném zvýšení dávky např. ze 100 ks na 1000 ks se čas změny spotřebovaný na 1 ks sníží jen velice nepatrně (o 4 %). Je tedy jasné, že razantním snížením doby seřizování odpadá nutnost zvyšovat výrobní dávky kvůli úspoře času oproti tradičnímu přístupu.

Vývoj systému SMED trval Shingovi přes devatenáct let. Představoval hloubkovou analýzu všech praktických i teoretických aspektů procesu výměny nástroje a využití mnoha praktických zkušeností. Výsledkem tohoto snažení bylo například zkrácení doby výměny lisovacího nástroje na 150 tunovém lisu ze dvou hodin na sedm minut nebo dobu výměny plastikářské formy ze sedmi hodin na osm minut.

Shingo formuloval na základě svých zkušeností základní myšlenku systému SMED – operace seřizování je nutné rozdělovat do dvou základních kategorií (obrázek č. 2-2).

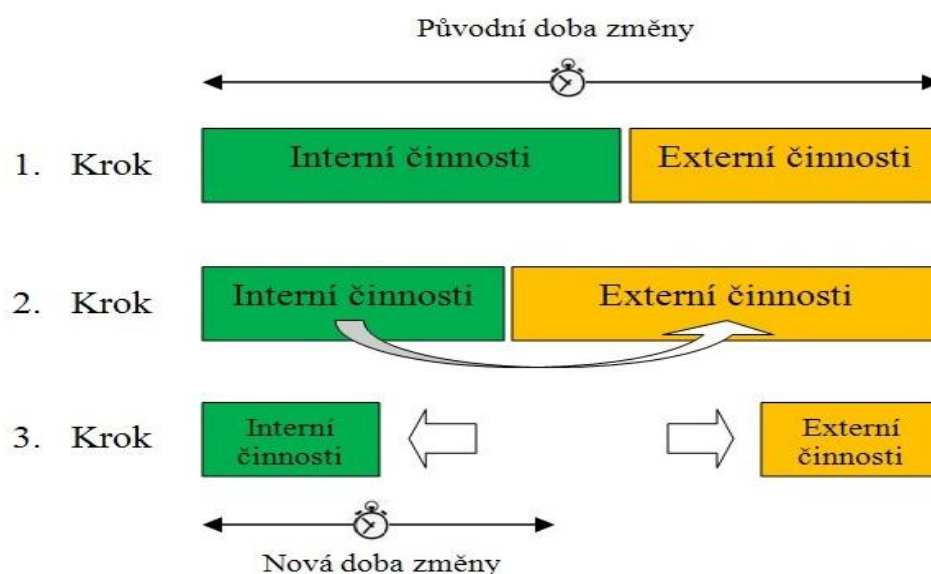
- interní operace (např. vlastní seřizování stroje, uchycení nástrojů, zapojení temperace uvnitř lisu apod.), které mohou být prováděny pouze, pokud stroj stojí
- externí operace (např. příprava nástroje u stroje, doprava z a do skladu, přesun do přípravné pozice apod.), které mohou být provedeny i při současném chodu stroje



Obrázek 2-2: Interní a externí seřizování

Základní koncepce systému SMED je vyjádřena ve třech krocích (obrázek 2-3):

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



Obrázek 2-3: Tři kroky SMED

Při zavádění systému SMED je nutné důkladně sledovat a analyzovat provozní podmínky, při kterých dochází ke směšování interních a externích činností. Externí operace jsou často prováděny jako interní, tedy v době, kdy je stroj již zastaven, čímž vznikají prostoje. Pro tento rozbor je možné použít klasické přístupy průmyslového inženýrství (např. studium metod a měření práce) a také strukturovaný rozhovor

s obsluhou strojů a seřizovači. Osvědčuje se také metoda natočení videozáznamu z celého postupu seřizování stroje a jeho následný rozbor a ukázka zainteresovaným pracovníkům. Samozřejmostí musí být možnost vyjádření seřizovačů k dané problematice, to je vždy významným zdrojem námětů na zlepšení celého procesu.

V prvním a nejdůležitějším kroku aplikace systému SMED je nutné důkladným sledováním a rozбором rozlišit činnosti, které lze provádět za chodu stroje a pro které je nutno již stroj vypnout. Každý provozní pracovník bude jistě souhlasit, že přípravu nástroje a náradí lze provést ještě za chodu stroje. Je velmi zajímavé, že se to často děje naopak. Z vlastní zkušenosti znám mnoho případů, kdy se šrouby, koncovky hadic či náradí potřebné k seřízení hledá právě v průběhu změny při vypnutém stroji. To zabere pracovníkům desítky minut a problém je nakonec stejně vyřešen náhradou součástky ze sestavy jiného stroje, kde později opět chybí.

Shingo uvádí, že provedeme-li analýzu, kolik interních operací lze provádět jako externí, potřeba času pro interní činnosti se zkrátí o 30 až 50 %. První krok tedy přinese značnou úsporu času seřízení, avšak „japonské“ nároky zdaleka nejsou splněny a tak systém SMED pokračuje druhým krokem zvyšování produktivity při seřizování.

Prostředkem druhého kroku, další redukci spotřeby času, je převod interních operací na externí. Analyzujeme procedury, které jsou prováděny po zastavení stroje, a hledáme ty, které je možno provést ještě před zastavením. Je nutno přijmout nové postupy (např. externí předehřev forem, předseřízení nástrojů, kontinuální doplňování materiálu, skladování nástroje přímo u stroje).

Realizací předchozích dvou kroků je možné dosáhnout času výměn nástrojů na úrovni minut. Systém SMED ovšem pokračuje třetím krokem. Tady se zaměřujeme na jednotlivé činnosti konkrétně, provádíme jejich detailní analýzu a následné zlepšování. V případě externích činností se zaměřujeme např. na procesy přípravy a transportu nástrojů, u interních činností na zrychlování upevňování nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů a eliminaci činností.

Autor systému na základě zkušeností s aplikací metody uvádí, že doba seřizování trvá po zavedení SMED průměrně 2,5 % původní doby. Po úspěšné aplikaci metody dochází k radikálnímu zvýšení produktivity, snížení nákladů, zvýšení míry vytížení

strojů, snížení průběžné doby výroby, snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti. Přináší také zvýšení bezpečnosti práce, nižší zásoby náhradních dílů a příslušenství a možnost zapojení obsluhy strojů do seřizování.

### **3 Charakteristika a analýza produkce společnosti XYZ, a. s.<sup>12</sup>**

---

<sup>12</sup> Zpracováno dle webových stránek (9)



## 4 Analýza procesu změny výroby a první návrhy na změnu

Zvyšování produktivity výroby je otázka, kterou se zabývají manažeři z celého světa každý den. U výrobních činností se stalo již i v ČR standardem využívání metod průmyslového inženýrství. Avšak režijní činnosti zůstávají ještě dnes mnohdy bez povšimnutí. K těmto režimům patří také seřizování a výměna nástrojů, které jsou však často posledními oblastmi, kde se hledají zdroje pro snižování nákladů. Při změně výroby se jedná v podstatě o výměnu vnitřní „formy“ umístěné v lise, která má za úkol stříhat a tvarovat kovový pás, který tak přemění v kovové části kontaktů. Tento nástroj, rozložený na poloviny je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 4-1: Střížný nástroj (9)

Do firmy XYZ jsem přišel aplikovat výše popsanou metodu SMED na pracoviště kovo-lisovna. Hlavní manažer vývoje produktů a procesů ve firmě, pan Dipl.-Ing. Pavel Linhart, Ph.D. mne požádal o pohled zvenčí a uplatnění mých předešlých zkušeností

s aplikací metody pro optimalizaci změn výroby na jejich pracovišti. Nejdříve bylo nutné zjistit skutečný stav věcí na pracovišti.

## **4.1 Analýza současného stavu**

Strávil jsem několik dní pozorováním veškerého dění v kovo-lisovně, abych si udělal obrázek o zdejší organizaci práce, procesů a výroby. Na mém předchozím působišti v ABC s.r.o., kde jsem proces rychlé výměny formy prováděl a optimalizoval dříve, bylo vše již popsáno a přišel jsem tam do již rozběhnutého projektu. Zde bylo vše nové a nebyla k dispozici potřebná data. Nejdříve mne tedy čekalo zjištění, jaké časové ztráty změny výroby – výměny stříhacích nástrojů v lisech působí a shánění všech ostatních potřebných dat. Ukázalo se, že pokud chceme zrychlit jednu konkrétní činnost v celém procesu výroby, je nutné nejprve změnit způsob získávání časových dat.

### **4.1.1 OEE – prostoje spojené se změnou výroby**

Dlouhodobým sledováním statistik OEE na střižných lisech je možné zjistit, jak významné procento celkového využitelného pracovního času stroje tvoří právě změny výroby – výměny nástrojů. Pokud stroj nepracuje, vznikají prostoje, které je nutné redukovat. Redukce těchto časů vždy přinese významné zvýšení denní produkce, snížení nákladů a tím zvýšení zisku celého podniku.

Při výpočtu OEE se zohledňují tři základní ukazatele – dostupnost zařízení pro výrobu (Availability), výkon zařízení (Performance) a kvalita výroby na zařízení (Quality). Některé podniky s propracovaným vnitřním informačním systémem mají tyto data lehce dohledatelná v databázích. Zde však bylo nutné některé časy změřit fyzicky. První problém nastal se zjištěním skutečného času výroby a nevýroby v kovo-lisovně. Dělníci sice zapisovali svou činnost do archů, avšak vypovídací hodnota těchto dokumentů byla nedostatečná. Na následujícím obrázku je malá část kopie původního dokumentu, který dělníci vyplňovali, celý dokument naleznete v příloze č. 1.

**Sledování výroby** E3 Datum: 27.2.

Pracovník:		6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
Zajištění výroby:	Příprava materiálu																	
	Nahození nástroje (nastavení parametrů)																	
	Kontrola																	
	VÝROBA																	
	Shození nástroje + odvezení materiálu																	

Obrázek 4-2: Formulář pro sledování výroby

Hned při studiu těchto dokumentů za několik měsíců zpět, mne zarazila jejich nepřesnost a nepřehlednost. Zápisy na sebe často nenavazovali a obsahovali například kolonku „Výroba“, která byla mnohdy proškrtnuta bez přerušení, ačkoliv to neodpovídalo skutečnosti. Do této kolonky se často schovalo mnoho různých prostojů, které nebyly nikde vykazovány. Navrhl jsem tedy jiný formulář – Sledování nevýroby (na následujícím obrázku), který kolonku „Výroba“ vůbec neobsahuje. Naopak obsahuje jen veškeré prostoje potřebné pro další měření.

Činnost - prostoje			6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
NEVÝROBA (stroj stojí)	Změna výroby	11 Shození nástroje								
		12 Nahození nástroje								
		13 Dovezení materiálu								
		14 Kontrola								
		15 Příprava materiálu								
		16								
		17								
	Organizační prostoje	21 Přestávka								
		22 Školení atd.								
		23 Chybi obsluha								
		24 Není zakázka pro lis								
		25 Chybi materiál								
		26								
		27								
	Technické prostoje	31 Údržba								
		32 Lis - porucha								
		33 Nástroj - porucha								
		34 Přeseřízení								
		35								
		36								
		37								

Obrázek 4-3: Nový formulář - Sledování nevýroby

Pokud totiž stroj pracuje, vyrábí produkt, je to jediná doba, kdy tvoří přidanou hodnotu pro podnik, což by se mělo dít pokud možno nepřetržitě a non-stop. Ve všech ostatních

případech, kdy stroj stojí, nevytváří přidanou hodnotu. Tyto prostoje jsou pro účel optimalizace procesu zajímavé a je nutné je redukovat či minimalizovat na co nejnižší úroveň.

Dělníci tedy začali vyplňovat nový, upravený formulář pro sledování výroby, kde již podle mého názoru nebylo možné tak lehce skrýt různé prostoje. Z takto vyplňovaných dokumentů bylo pro mne i pro management kovo-lisovny snazší zjistit skutečné časy jednotlivých operací a činností na dílně. Stále se však jednalo o písemný dokument, jehož vyplňování seřizovače zbytečně zdržuje a nikdy nelze očekávat jeho úplnou přesnost. Z tohoto důvodu se začala v kovo-lisovně řešit otázka automatického sběru těchto dat, jež popisuji dále v podkapitole 5.1.2.

Po získání všech dat tedy bylo možné spočítat hodnotu OEE za předešlé období a vyvodit z toho následné kroky.

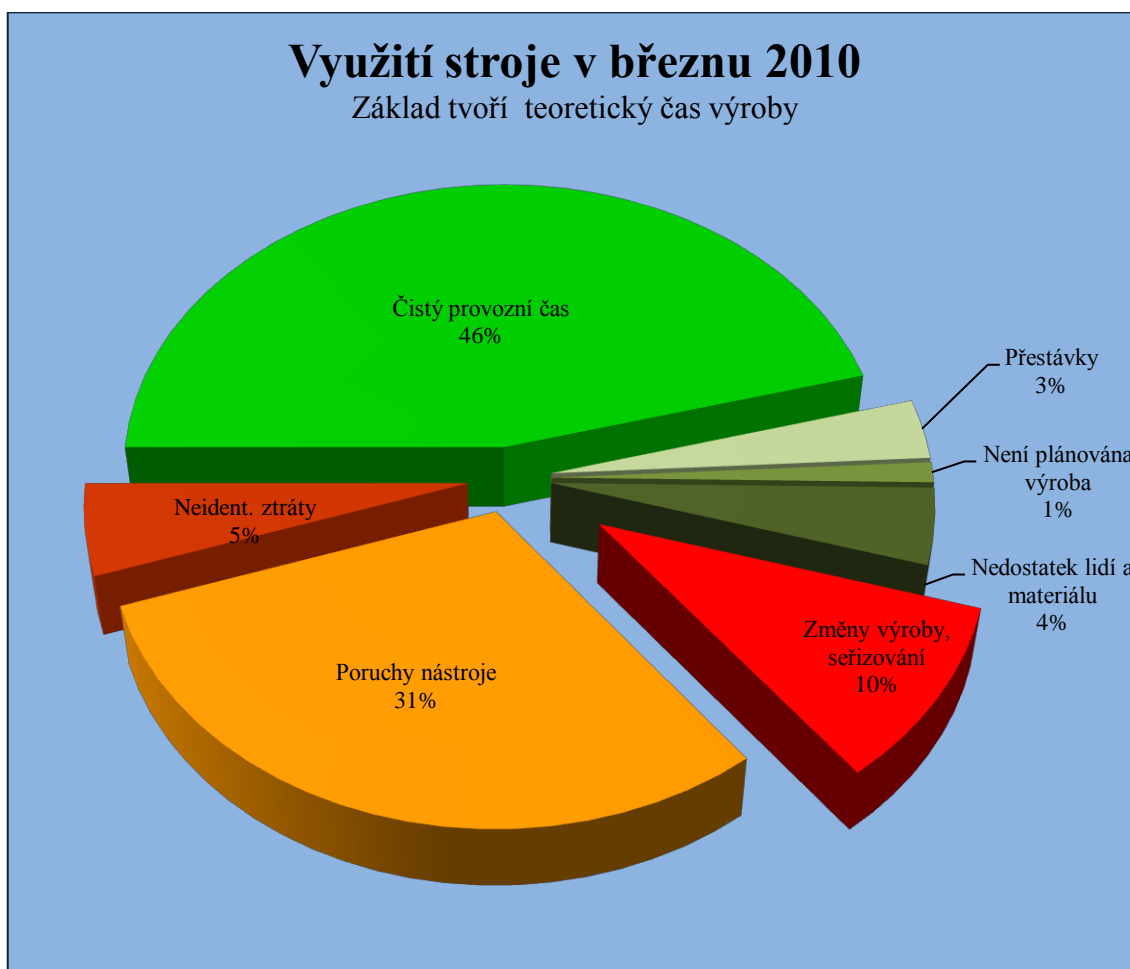
Spočítal jsem hodnotu efektivnosti využití strojního vybavení (OEE) za měsíc březen 2010 na stroji Bruderer, která činila pouhých 47,9 %. Je to průměrná hodnota za celý měsíc, přičemž v jednotlivých dnech mají tyto hodnoty určitý rozptyl. Podrobný výpočet naleznete v příloze č. 2: Výpočet OEE – březen 2010.

Z výpočtu je patrné, že prostoje spojené se změnou výroby, tedy s výměnou forem v lisech tvoří 11 % z teoretické využitelnosti stroje (tj. 31 dní \* 24 h – volné dny a zrušené směny). K těmto 11 % je však možno připočíst také celých 32 % času kdy byl porouchán nástroj, což může být často důsledek špatně provedené změny výroby nebo v důsledku této poruchy vyvstane nutnost nástroj vyměnit či znovu seřídít. Změna výroby a poruchy nástroje je tedy největším prostojem na kovo-lisovně. Úplnou redukcí těchto prostojů bychom tedy docílili výrazného zvýšení čistého provozního času, který nyní tvoří pouze 48 % teoretické využitelnosti stroje. Za povšimnutí stojí také kolonka „Neidentifikovatelné ztráty“. Zde se ukrývají prostoje, které nejsou nikde evidovány, tyto je také třeba eliminovat. Absolutní hodnoty výrobních časů a prostojů jsou uvedeny v tabulce č. 4 – 1.

Tabulka č. 4-1: Činnosti a prostoje 3/2010

Sledované činnosti a prostoje 3/2010	(hod)
Není plánována výroba	3,50
Přestávky	10,30
Poruchy nástroje	94,80
Nedostatek lidí a materiálu	13,25
Změny výroby, seřizování	31,25
Neidentifikovatelné ztráty	15,90
Čistý provozní čas	143,00

Graf č. 4 – 4 znázorňuje podíly jednotlivých částí výrobního procesu v procentuálním vyjádření.



Obrázek 4-4: Graf využití stroje v březnu 2010

Mnoho podniků věří, že jejich výrobní procesy pracují s OEE 85 % a vyšším. Ve skutečnosti však bývá OEE podstatně nižší. Jak jsme se přesvědčili například výpočtem v příloze č. 2: Výpočet OEE - březen 2010, toto číslo na lisovacích zařízeních firmy nebylo zdaleka dosaženo.

Například hodnoty OEE 85 % dosahují jen ty nejlepší světové podniky. Společnost XYZ k těmto podnikům samozřejmě chce patřit. Proto je nutné se těmito výrobními procesy zabývat a průběžně je zlepšovat a zrychlovat. Dosáhnout takového zvýšení hodnoty OEE je možné mimo jiné snížením doby přehození nástroje.

## **4.2 Sledování, měření a rozbor činností při změně výroby**

Ukázalo se, že významná část ukazatele OEE tvoří prostoje při změně výroby, nebo poruchy na nástroji. Chceme-li zvýšit využití a produktivitu strojního zařízení, musíme eliminovat co možná nejvíc prostojů. Vždy je vhodné začít eliminací těch nejvýznamnějších ztrát, k nimž zcela jistě patří změna výroby, jak jsme se již výše přesvědčili.

Nejdříve je tedy nutné sledovat a popsat jednotlivé činnosti prováděné při výměně nástroje a poté také změřit jejich trvání. Ve společnosti XYZ nebylo možné získat přesné hodnoty časů jednotlivých činností přehození z interního informačního systému. Tyto časy jsou také mnohdy zkresleny a tak bylo nutné přistoupit k časově náročnějšímu, ale naprosto přesnému, ručnímu měření přehození nástroje. Při ručním měření přehození nástroje jsem také zjistil, že údaje zapisované dělníky či údaje v informačním systému jsou velice zkreslené. Jeden z mých návrhů managementu firmy proto byla změna některých formulářů na zapisování vykonaných činností, což je popsáno výše v podkapitole 4.1.1. Řešením by také byl automatický monitorovací systém instalovaný na každém stroji, toto řešení již však vyžaduje nemalé investice. Cílem by mělo být dosáhnout stavu, kdy je možné veškeré dění na dílně, zvláště pak prostoje, sledovat jen z vyplňovaných dokumentů a vyhnout se tak zdlouhavému ručnímu měření.

Sledoval a měřil jsem ručně celkem desítky přehození na většině strojů v kovo-lisovně (jedná se o 7 stříhacích a lisovacích strojů, jež vyrábějí kovové části konektorů).



Náhled do prostor kovo-lisovny můžete vidět na následující fotografii č. 4 – 5 Kovo-lisovna.



Obrázek 4-5: Kovo-lisovna (9)

Zpracovával jsem časové snímky minutové, ale rozlišoval jsem absolutně všechny činnosti, které trvaly i kratší časový úsek v sekundách.

Časový snímek obsahoval sloupce „čas“ (aktuální čas na kovo-lisovně), „prostoje“ (zde bylo pouze barevně vyznačeno, zda se jedná o prostoj – červená nebo ne – zelená), „činnost“ (druh prováděné činnosti), „poznámky“ (upřesnění činností, co nebylo na svém místě, co seřizovači znesnadňuje optimální výkon) a poslední sloupec „návrhy vylepšení“ zde jsem managementu firmy navrhoval, co by mohlo proces zrychlit nebo usnadnit. Červeně jsem zároveň vyšrafoval, které činnosti nebo jejich prodloužení považuji za zbytečný prostoj, zeleně naopak časový úsek, kdy už stroj vyrábí a tudíž k plýtvání výrobním časem nedochází. Na konci tabulky bylo vždy zhodnocení celkového času změny nástroje, absolutní a procentuální vyjádření doby prostojů a možné úspory času při odstranění zdlouhavých činností. Pokud by se zároveň zavedly

navrhované změny, úspora času by se zvýšila mnohem víc. Následující tabulka č. 4 – 2 ukazuje příklad popisovaného časového snímku, které jsem vytvářel.

Tabulka č. 4-2: Změna výroby - časový snímek

**Změna výroby na stroji č. 5 Bruderer - nástroj 30452 -> nástroj 33526**

čas	prosto	činnost	poznámky	návrhy vylepšení
10:26		vypnutí stroje, dokumenty 1m		
10:27		sesypání a odnesení předchozích kusů		
10:28		sundání pásu		
10:29				
10:30		odnesení pásu		
10:31		demontáž nástroje	nářadí není u lisu, hledá se	vozik s náradím!!
10:32				opasek s náradím?
10:33				
10:34				
10:35		dovezení nového nástroje	měl ho připravený na vozíku na dílně, najetí a vyjetí od lisu	
10:36		odpad pod lisem, demontáž sypače	odnáší na své místo na konec dílny	proč při zastaveném stroji?
10:37				
10:38				
10:39		znova najetí s nástrojem, výměna forem	demontáž podkladové desky ze starého nástroje, uložení na stůl 30s	demontáž až po změně
10:40		zametání nečistot pod lisem	možnost zametání po přehození nebo při čekání??	zametat po přehození
...				
12:32		výsledky kontroly	najede se 1 cívka a uvidí se	
12:33		rozjezd výroby	do teď stroj stojí, spuštěn po kontrole beze změn	vyrábět během kontroly??
12:34				
12:35		zápis délky přehození do formuláře	(shození 10.30-11.15, nahození 11.15-12.50, výroba 12.50-14.00)	
12:36				
12:37				
12:38				
12:39				
12:40		zápis naměřených rozměrů		

135 min	41 min	po provedení drobných, organizačních zásahů by se tento čas mohl teoreticky ušetřit
	30 %	



## 5 Návrhy optimalizace procesu - aplikace metody SMED

Po nezbytné analýze procesu změny výroby - výměny nástroje bylo možné přistoupit k aplikaci metody SMED popsané v teoretické části práce v kapitole 2.2.

### 5.1 1. Krok SMED - oddělení operací externího a interního seřizování

Pro rozdělení jednotlivých činností na interní a externí jsem musel sledovat a měřit celkem desítky přehození na většině lisů používaných v kovo-lisovně firmy Tesla (jejich počet je 7).

#### 5.1.1 Činnosti prováděné při změně výroby

Činnosti jsem rozdělil do následující tabulky č. 5 – 1, jež ukazuje, které činnosti je nutné při přehození vykonat a zároveň znázorňuje jejich časovou náročnost absolutně i procentním vyjádřením. Jde o průměr ze všech měření na všech měřených strojích. V závislosti na zvoleném stroji a typu nástrojů v něm měněných se čas změny pohybuje průměrně kolem 125 minut. Ve výjimečných případech, při výskytu nečekaných problémů a oprav, trvá přehození i déle. Hodnoty jsou zaokrouhlovány na poloviny minut.

Tabulka č. 5 – 1 také dále ukazuje, které činnosti jsou prováděné jako interní, tedy při zastaveném stroji, avšak mohly by být prováděny jako externí, během doby, kdy stroj pracuje. Tyto jsou červeně vyšrafovány v pravém sloupci, interní činnosti zůstaly vyšrafovány bíle.

Tabulka č. 5-1: Činnosti prováděné při změně výroby

Činnost	Popis činnosti	Průměrná doba trvání (min)	% z celkového času
Dokumenty	vyplnění dokumentů vztahujících se k předchozí výrobě	1	0,78 %
Transport kusů z předchozí výroby	sesypání a odnesení zásobníku s výrobky předchozí výroby	1	0,78 %

Vyjmutí pásu	vyjmutí kovového pásu, z něž se stříhala předchozí výroba	2	1,56 %
Transport starého pásu	transport pásu předchozí výroby na určené místo ve skladu	1	0,78 %
Demontáž nástroje	povolení všech upínacích šroubů na starém nástroji a jeho vyjmutí z lisu	4	3,13 %
Odvoz starého nástroje	odvoz nástroje předchozí výroby na určené místo ve skladu	3	2,34 %
Dovezení nového nástroje	dovoz nového nástroje	1	0,78 %
Čištění okolí lisu	zametání odpadu pod lisem, transport odpadu na své místo	5	3,91 %
Demontáž sypače	demontáž násypky kontaktů, transport na své místo	2	1,56 %
Usazení a upevnění nového nástroje	usazení a provizorní upevnění nového nástroje do lisu po seřízení ostatních částí stroje dotažení všech šroubů, měření, centrování nástroje, připojení čidel, posléze při zkoušce stříhu další přenastavování	20	15,63 %
Demontáž staré cívky	demontáž navíjecí cívky předchozí výroby	1	0,78 %
Transport staré cívky	transport staré cívky na své místo	1	0,78 %
Vyfoukání nečistot z lisu, čištění	tlakové vyfoukání nečistot a čištění stroje hadrem ponořeným do odmašťovačla	1	0,78 %
Seřízení zdvihu	nastavení zdvihu pro nový nástroj	5	3,91 %
Montáž nové cívky	instalace navíjecí cívky pro nový pás materiálu	6	4,69 %
Vybalení nového pásu	sejmutí obalu z kovového pásu pro novou výrobu	0,5	0,39 %
Demontáž rovnačky pásu	demontáž zařízení zajišťující správný, rovný průchod pásu lisem	1	0,78 %
Čištění rovnačky	čištění rovnačky pásu pomocí hadru namáčeného do benzínu, pro úzká místa používá injekční stříkačku naplněnou benzínem	4	3,13 %
Opětovná montáž rovnačky	vyčištěnou rovnačku montuje nazpět	3	2,34 %
Uchycování nového pásu	uchycení nového pásu do lisu	5	3,91 %
Nastavení délky kroku	ruční nastavování délky kroku, špatný přístup k ovládacím prvkům	5	3,91 %
Nastavení rozpínání	nastavení rozpínání pásu, hodnoty nejsou nikde psány	4	3,13 %

Zkouška stříhu	zkouška, zda lis stříhá dobré kusy, většinou několikeré přenastavení, pokud je něco v nepořádku, opětovné uchycení pásu	15	11,72 %
Montáž ofuku	montáž zařízení pro ofuk výrobků	2	1,56 %
Kontrola kvality	kontrolor kvality vezme vzorky z nové výroby a pod mikroskopem zkoumá, jsou-li OK, pokud nejsou OK, probíhá přenastavení stroje	15	11,72 %
Zkouška prohnutí pásky	zkouška dle měřky, měrka není umístěna v blízkosti stroje, musí hledat v regálu	2	1,56 %
montáž navíjecí cívky	montáž navíjecí cívky nového pásu	3	2,34 %
Rozjezd výroby	po skončení kontroly, jsou-li kusy OK, spustí se nová výroba, často se spouští po kontrole beze změn, seřizovač je stále u stroje, ten však již vyrábí, činnost tedy do času změny výroby již nepočítám	0,5	0,39 %
Vyplnění dokumentů	zápis délky přehození do formuláře, zápis naměřených rozměrů, nepočítám do změny výroby - stroj již vyrábí	2	1,56 %
Ostatní činnosti	převážně hledání náradí, oprava náradí, zjišťování parametrů nastavení, různé transporty, ale také rozhovory s kolegy atd.	12	9,38 %
Čas všech činností celkem		128	100,00 %
Čas externích činností prováděných interně		42,5	33,20 %

Toto jsou tedy základní činnosti, které seřizovači vykonávají při každé změně výroby. Už jen jejich sledování a popis může hrát velkou roli při další optimalizaci procesu změny výroby.

### 5.1.2 Automatický systém monitorující chod stroje

Prvním návrhem na optimalizaci procesu bylo zajištění automatického monitorovacího systému na vybrané stroje, o němž se zmiňuji v předchozí kapitole. Vedení kovo-lisovny podniku se rozhodlo investovat do tohoto zařízení, což přineslo mnoho výhod. Ruční zpracování dat s sebou neslo řadu problémů jako ztráty času při vyplňování

dokumentů, časově náročné přepisování do elektronické podoby, chyby ve zpracování, upravování dat podle potřeby dělníků nebo velké zpoždění dat. Všechny tyto problémy automatizovaný systém odstranil.

Nové zařízení sleduje základní parametry, tzn. stroj je vypnut / zapnut, automatický, nebo manuální režim chodu, poruchový stav, dokončení pracovního cyklu. K dispozici jsou také údaje o počtu vyrobených kusů, špatné a dobré kusy, časech cyklu a poskytuje také slušnou OEE analýzu stroje. Všechny tyto data lze snadno integrovat a upravovat v běžných analytických programech jako je například MS Excel. Data jsou archivována a není problém je kdykoliv dohledat zpětně.

Díky tomuto řešení je pro management firmy mnohem jednodušší analyzovat vytížení stroje a rozhodnout například o nutnosti nakoupit další stroj, což je vždy velice finančně náročné.

Pro další pokračování v implementaci SMED je mnohem efektivnější, že lze některé časy činností zjistit jednoduše z databáze automatického sledování výroby, na rozdíl od zdoluhavého ručního měření.

## **5.2 2. Krok SMED - konverze interního seřizování na externí**

Jako základ pro další postup jsem natočil videozáznam přehození, tento záznam jsem následně zaznamenal do Gantova diagramu, který naleznete v příloze č. 4: Gantův diagram interní a externí činnosti.

### **5.2.1 Vytvoření videozáznamu a tvorba Gantova diagramu**

Při natáčení musíme dodržovat zásadu zachycení všech pracovníků, kteří se na změně podílejí. V našem případě pouze jeden seřizovač a pracovník kontroly kvality. Nenatáčíme stroj, ale činnost lidí! Při natáčení také nesmíme zastavovat kameru. Výměnu nástroje provádí v Tesle pouze jeden seřizovač. Jedna z otázek, kterou jsem si při sledování přehození kladl, bylo, zda by se vyplatilo, aby na výměně spolupracovali dva seřizovači. Nejspíše by to ale velké urychlení nepřineslo z důvodu malého prostoru v prostoru lisu, kde by si dva lidé navzájem překáželi a také proto, že většina postupů je

již nyní přizpůsobena pro jednoho seřizovače. V přiloženém Gantově diagramu jsou zobrazeny činnosti seřizovače, přičemž červeně je vyznačena kritická cesta – interní činnosti, které musí být vykonány v předepsaném pořadí. Činnosti označené modrou barvou jsou externí, ty které je možno vykonat před nebo po vypnutí stroje.

Z výše uvedené tabulky č. 5 – 1 a Gantova diagramu v příloze č. 4 je patrné, že pouhým přesunem interních činností do externích ušetříme průměrně 42,5 minut, tedy 33 % z celkového času přehození. Této úspory je však možno dosáhnout jen důslednou aplikací optimálního postupu a souslednosti činností.

### **5.2.2 Standard přehození nástroje**

Vypracoval jsem tedy standard přehození nástroje, jež bude k dispozici na viditelném místě u každého lisu, aby každý seřizovač měl pořad na očích základní pořadí a postup operací, které před změnou, v průběhu změny a po změně provádět a které ne. Tento standard změny výroby v kovo-lisovně naleznete v příloze č. 3.

Doposud neexistoval žádný standard přehození výroby. Pracovník v podstatě jen podle naučených postupů v neurčeném pořadí, mnohdy za pomoci improvizace vykonal celý proces. Standard by mu měl pomoci si uvědomit, že přehození by mělo mít nějaký řád a že mnohé činnosti lze vykonat v době, kdy ještě stroj vyrábí staré kusy nebo již pracuje na další výrobě. Pomůže uvědomit si, že zastavený stroj znamená prostoj. Důsledně jsem zkoumal celý proces a roztřídil všechny prováděné činnosti. Jednou ze sporných činností byla například kontrola kvality. Tuto nemůžeme jednoznačně označit za externí, protože mnohdy, pokud vznikají zmetky, je nutné po kontrole ještě stroj seřadit a výrobky do té doby vyrobené není možné použít k dalšímu zpracování. Řešení spočívá především v časném (již při zkoušce stříhu) informování pracovníka kontroly, aby výrobky přezkoumal, zatímco seřizovač dokončuje poslední činnosti procesu. Předjde se tak výrobě zbytečně velkého množství zmetků a výroba dobrých se může rozběhnout hned po kladném verdiktu kontrolora. Seřizovač na verdikt nemusí čekat nebo alespoň ne tak dlouhou dobu. Další důležitou částí byla nutnost přípravy na změnu výroby. To znamená připravit ještě před zastavením stroje na nejbližší možné místo ke stroji veškeré potřebné nářadí, nástroj, materiál, palety na komponenty předchozí výroby a vždy kontrolovat před vypnutím stroje, je-li vše v pořádku a na svém místě.

K tomuto účelu navrhuji vytvořit jednoduchý check-list se všemi položkami k odškrtnutí pro další zjednodušení práce seřizovače.

Bylo nutné uspořádat meetingy a školení pro seřizovače a vysvětlit jim zásady a důvody dodržování optimálního postupu při změně výroby, včasného informování kontrolora a celkové spolupráce a komunikaci na pracovišti. Při každém měření jsem se také vždy ptal seřizovačů, co jim při práci chybí nebo co by jim mohlo práci ulehčit. Je nutné také dosáhnout toho, aby sami seřizovači přicházeli s tvůrčími nápady a připomínkami pro vylepšení je povinností managementu tyto nápady a připomínky vyslechnout a po zvážení a vyhodnocení všech kritérií vyjít dělníkům vstříc. Při dodržení zásad standardu je tedy možné zvýšit čas využití stroje průměrně o více než 40 minut / 33 % při každém přehození. To v konečném důsledku mimo jiné znamená tisíce kusů výrobků navíc.

### **5.3 3. Krok SMED - zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování**

Třetím a posledním krokem metody SMED je totální a neustálé zkracování veškerých interních operací. Zkrácení se dá dosáhnout různými způsoby: tréninkem, lepší organizací činností, technickými vylepšeními, to vše hlavně z důvodu ulehčení práce seřizovače. Nelze prostě jen říct: „Udělej to rychleji, jako se to daří kolegovi nebo jak si to udělal minule!“ Tento proces zrychlování je navíc nikdy nekončící, v duchu filosofie Continuous Improvement lze v podstatě provést změnu výroby v mžiku. To však vyžaduje nemalé investice a je tedy na místě začít od opatření, které nejsou finančně tolik náročné, avšak přinesou kýžené zrychlení. Záleží na každém detailu, na každé ušetřené vteřině, v budoucnu při minutovém přehození může každá vteřina tvořit jednotky procent celé změny výroby. Každá ušetřená vteřina také znamená 3 – 5 kusů kontaktů navíc při kadenci stroje 180 – 300 ks/min. Doposud jsem pouze rozdělával, či přesouval činnosti. Redukcí všech povinných interních činností je však mnohdy možno dosáhnout největších časových i finančních úspor.

Nejlépe je začít zkracovat činnosti, které trvají nejdelší dobu a největší měrou tedy přispívají k dlouhé době přehození. Tyto činnosti jsou označeny šipkami v Gantově diagramu v příloze č. 4. Na tyto dlouhé činnosti, ale samozřejmě také na všechny ostatní

jsem se potom zaměřil a hledal řešení, jak je co nejvíce zkrátit, či úplně eliminovat. Jako nejlepší způsob se mi vždy jevil brainstorming se členy managementu kovo-lisovny a se samotnými seřizovači, nástrojáři i kontrolory kvality. Kdykoliv jsem prováděl nějaké měření, dotazoval jsem se seřizovačů, kteří prováděli změnu výroby, co je ve výkonu procesu zpomaluje, s čím nejsou spokojeni nebo co by si zasloužilo zlepšení. Pohled toho nejzajímavějšího člověka je vždy ten nejdůležitější.

Mezi nejdelší interní činnosti, které byly vhodné pro redukci jejich času, jsem vybral následující: Usazení a upevnění nového nástroje; Seřízení zdvihu; Montáž nové cívky; Čištění rovnačky a jiných částí lisu; Uchycování nového pásu; Nastavení délky kroku; Zkouška stříhu. Z externích činností se jednalo především o úplnou eliminaci Ostatních činností, které by se při přehození vůbec neměli vyskytovat a urychlení Kontroly kvality.

Navrhoval jsem tedy následující opatření pro zrychlení jednotlivých činností, které jsou řazeny dle finanční náročnosti opatření, přibližně od nejlevnějších k nejdražším.

### **5.3.1 Dostupnost veškerého potřebného nářadí**

Téměř pro všechny činnosti procesu je nutné používat speciální nářadí. Za předešlého stavu seřizovač neustále odcházel od rozdělané práce na zastaveném stroji a hledal, připravoval či upravoval nezbytné nářadí.

První nejlevnější navrhovaná změna je opasek se základním nářadím, který by seřizovač zkontroloval a oblékl před přehozením.

Druhá varianta je finančně náročnější avšak mnohem komplexnější, trvalejší a účinnější. Jedná se o nákup a vybavení vozíků na nářadí a jejich přiřazení k příslušným strojům. Vozík musí být kontrolován před každým přehozením, před vypnutím stroje a musí být vždy v perfektním a kompletním pořádku. Na každé jednotlivé přehození nachystáno na stanovených místech v kontrolním panelu na vrchu vozíku pouze nářadí v danou chvíli potřebné. Sebrání a odložení každého kusu nářadí nejlépe jen na natažení ruky.

Vedení kovo-lisovny se po úvaze rozhodlo pro nákup těchto vozíků. Časová úspora tohoto opatření je zde cca 8 – 10 minut. Obrázek č. 5 – 1 ukazuje druh pořízených vozíků s potřebným nářadím srovnaným ve vrchním kontrolním panelu.



Obrázek 5-1: Uspořádaný vozík na nářadí

### **5.3.2 Rychlé čištění rovnačky a mastných částí lisu**

Za předchozího stavu seřizovači používali k čištění kus plátna, které opakovaně namáčeli, či polévali benzínem z 5 l kanystru. Špatně přístupná místa zůstávala nevyčištěna a celý proces byl velice zdoluhavý a namáhavý.

Jednoduchá navržená varianta řešení pro eliminaci zdoluhavého namáčení spočívala v pořízení vhodných rozprašovačů benzínu, který bylo poté možno setřít i s nečistotami plátnem.

Časová úspora tohoto opatření dosahuje 1 - 2 minut.

### **5.3.3 Rysky výšek pro nastavení zdvihu a rysky pro nastavení délky kroku**

Za předchozího stavu seřizovač při nastavování zdvihu lisu a při nastavování délky kroku vše měří šuplerou či běžným měřidlem a hodnoty mnohdy dohledává v dokumentaci.

Návrh řešení spočívá ve vyznačení rysek na lisu a na nástroji pro příslušné nástroje různými barvami. Na jednom stroji se střídá pouze několik nástrojů, přičemž každý má parametry nastavení zdvihu a délky kroku jiný. Vytvořením rysek zbavíme seřizovače povinnosti vše dlouze měřit a přeměřovat, vyhneme se nutnosti hledání parametrů

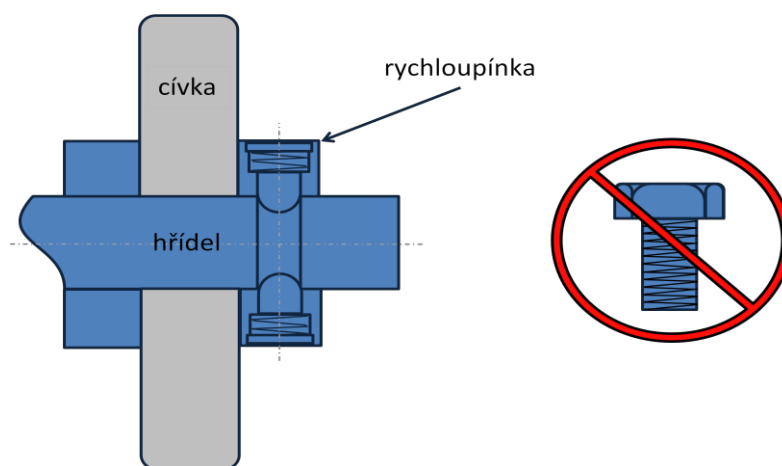


nastavení v dokumentaci, seřizovač není nucen si hodnoty pamatovat a zamezíme možnosti omylu a následného přenastavování v době, kdy stroj stojí a nevyrábí.

#### 5.3.4 Rychloupínací technologie, méně závitů na zajišťovacích šroubech

Především při operaci Demontáž cívky a Montáž cívky (vždy tři zajišťovací šrouby), ale i u jiných činnostech seřizovač neustále šroubuje šrouby s dlouhým závitem nebo zajišťuje předměty opět zdoluhavým šroubováním několika desítek závitů. Přitom jak uvádí například autor literatury (5) s odkazem na zakladatele metody SMED Shigea Shinga, už první čtvrt otáčka závitu zajistí pevný spoj při použití tzv. U podložky.

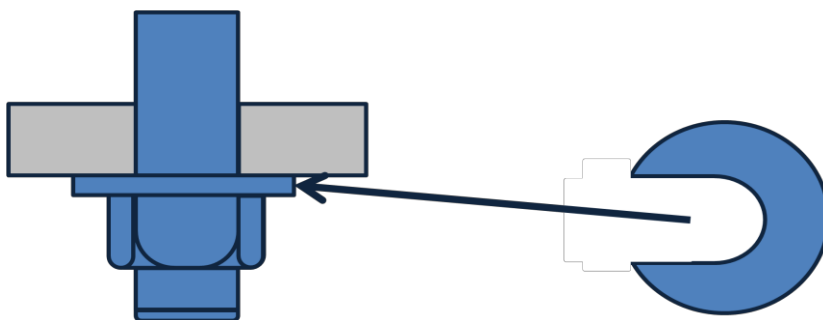
Návrh nového řešení proto spočíval v pořízení a přestavění hřídele cívky na rychloupínací mechanismus pomocí upínky s pružinovým jištěním, jak je zobrazeno níže na obrázku č. 5 – 2 Rychlo-upínka cívky. Seřizovač při aplikaci tohoto řešení nemusí použít zvláštní nářadí, nic nemusí zdoluhavě montovat, dotahovat a při nevhodné montáži vše několikrát opakovat. Rychlo-upínka se jen jednoduše nacvakne na hřídel pevně za nasazenou cívku. Na některých strojích se dokonce vyskytoval problém, že zajištění cívek vůbec nebylo k dispozici a seřizovač ho musel demontovat z jiného stroje, kde poté opět chybělo. S ohledem na nové řešení se proto zakoupilo již zmíněné rychloupínací zajištění a stalo se pevnou součástí každého stroje, nepřenosnou ke stroji jinému.



Obrázek 5-2: Rychlo-upínací zařízení

Dále navrhuji na všech místech u všech operací, kde jen to je možné zajišťovat předměty pomocí šroubů s použitím tzv. U podložky – obrázek č. 5 – 3 U podložka.

Není pak nutné matku šroubu uvolnit úplně pro vyjmutí podložky, ale vždy stačí jen čtvrt otáčky matky nebo šroubu. Podložku a také zajištěný předmět lze pak snadno vyjmout.



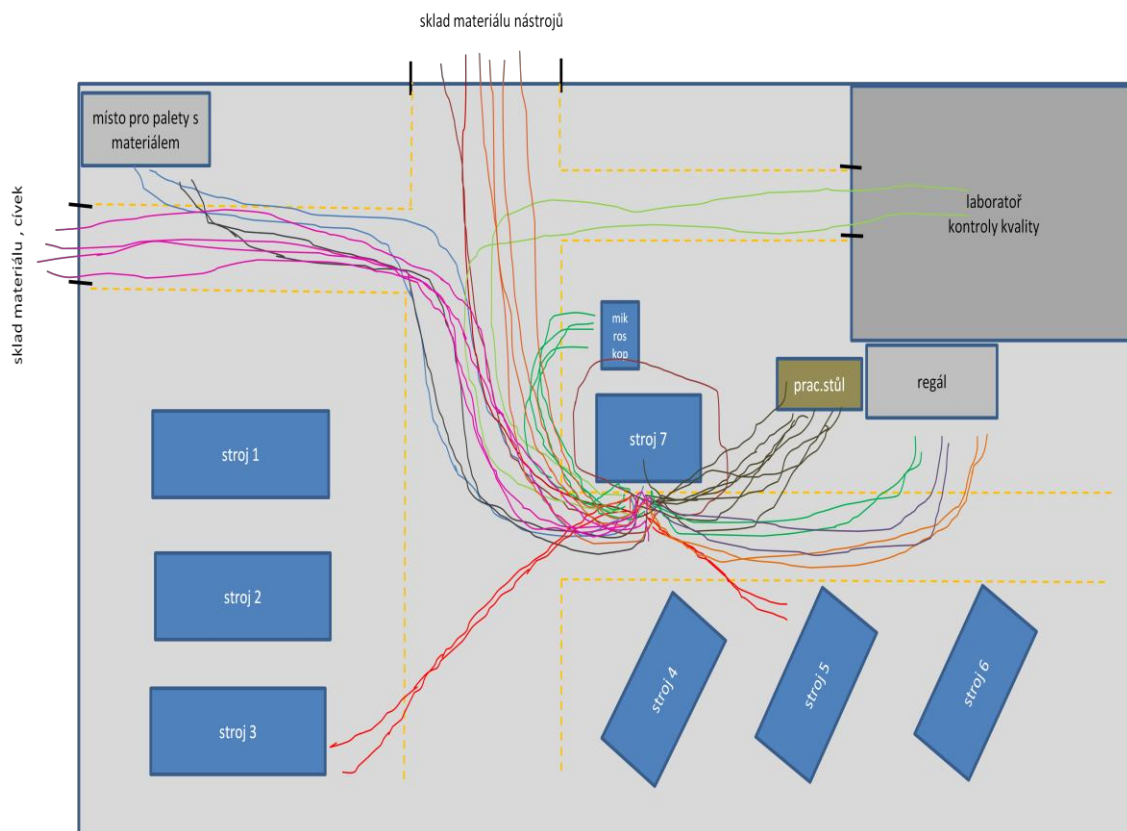
Obrázek 5-3: Použití U - podložky

Na některých součástech strojů či nástrojů již některá z těchto řešení byla použita, avšak zdaleka ne všude. Všechna tato místa plýtvání časem je proto třeba objevit a zajistit nápravu.

Časová úspora těchto řešení se pohybuje kolem 4 – 5 minut na jedno přehození.

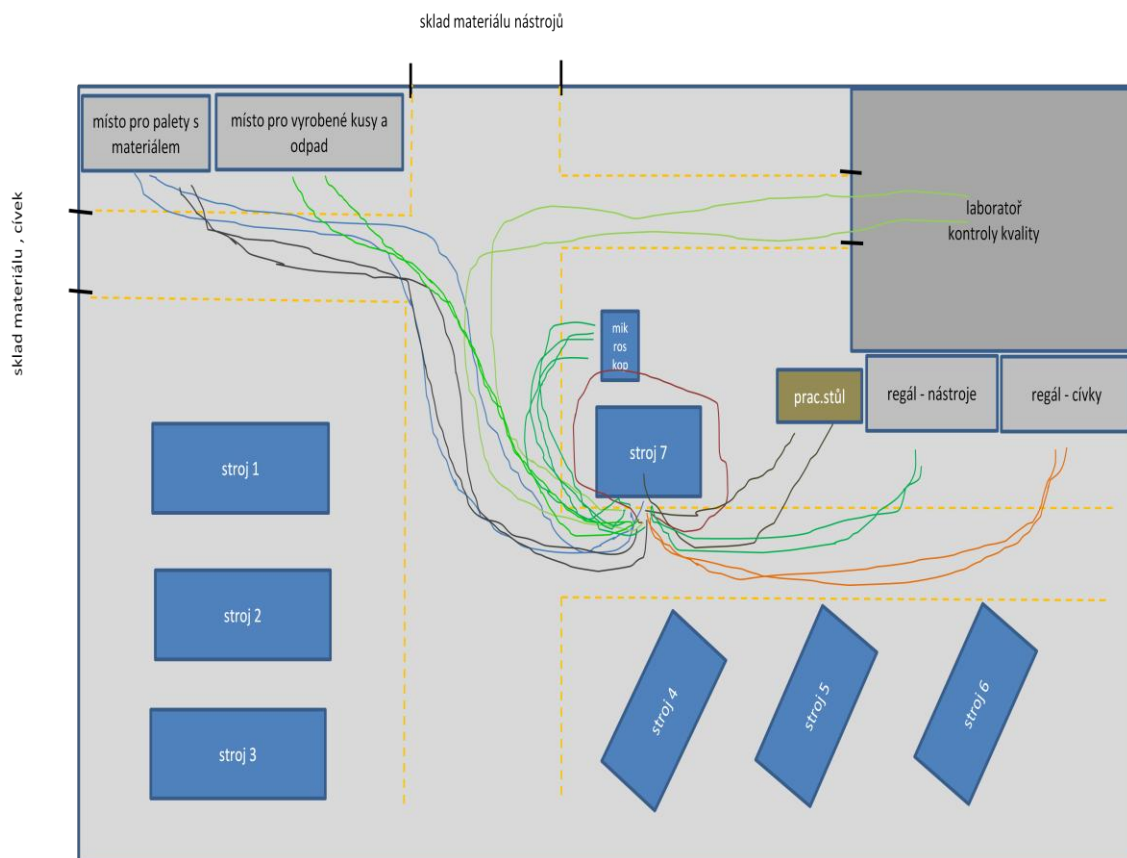
### 5.3.5 Zpracování Spaghetti diagramu a nové uspořádání dílny

Podrobným sledováním přehození a videozáznamu přehození lze zpracovat tzv. Spaghetti diagram. Ten zachycuje veškerý pohyb daného pracovníka po pracovišti. Na lay-outu pracoviště je pomocí čáry zachycena přesná trasa pohybu pracovníka nebo materiálu. Spaghetti diagram tak může odhalit zbytečnou chůzi a pohyb pracovníka během celé operace či pracovního dne a může tak poskytnout podklad pro přebudování a přeorganizování pracoviště. Přebudování pak může snížit počet kroků potřebných na výměnu nástroje. Jednoduchý náčrt Spaghetti diagramu je zobrazen na následujícím obrázku č. 5 – 4 Spaghetti diagram 1.



Obrázek 5-4: Spaghetti diagram 1

Tento diagram poté přispěl k vybudování nových skladovacích prostor a k určení a rozřídění nových úložných prostor pro materiál, nářadí, nástroje, cívky, odpad, vyrobené kusy atd. Zřízením nových skladovacích prostor odpadlo seřizovačům mnoho zbytečných a zdlouhavých cest do okolních skladů pro věci potřebné k přehození výroby. Také pořízení dříve popisovaných vozíků s nářadím odbouralo mnoho kroků pro nářadí k pracovnímu stolu. Na následujícím diagramu č. 5 – 5 Spaghetti diagram 2 můžete vidět značený úbytek vykonaných cest.



Obrázek 5-5: Spaghetti diagram 2

Přeuspořádání dílny a pořízení nových úložných prostor ušetřilo seřizovačům mnoho námahy a hlavně cca 10 – 12 minut času na jedno přehození.

### 5.3.6 Nový mikroskop – zrychlení a zkvalitnění kontroly

Pro zrychlení a zkvalitnění kontroly byl dále na dílnu pořízen nový uživatelsky přívětivější elektronický mikroskop pro kontrolu kvality vyrobených kusů. Seřizovači mohou rychleji, snadněji a kvalitněji kontrolovat vyrobené kusy v průběhu výměny nástroje a přizpůsobit pak nastavení lisu i nástroje. Mikroskop je umístěn na místě, kde je k němu ode všech strojů relativně rychlý a snadný přístup.

Časová úspora tohoto opatření je přibližně 0,5 – 1,5 minuty. Nelze však zanedbat také podstatné zvýšení kvality kontroly vyrobených kusů.

### **5.3.7 Senzor prasklého prokladového papíru**

Ke všem strojům v kovo-lisovně byly nainstalovány senzory hlídající správně odvíjený prokladový papír z kotouče kovového pásu. Dříve docházelo k výrobě nekvalitních kusů v případě prasknutí tohoto prokladového papíru, dokud nebyla závada odstraněna, seřizovač si však závady nemusel dlouhé minuty vůbec všimnout. Nové senzory a alarm okamžitě upozorní seřizovače na nutnost odstranění poruchy.

Časová úspora je relativní, jde spíše o zkvalitnění kvality procesu výroby.

### **5.3.8 Signalizace poruchy nebo zastavení stroje**

Stejně jako v předchozím případě na všechny stroje v kovo-lisovně byla nainstalována signalizace poruchy nebo zastavení stroje z nepředvídaného důvodu. Opět jde o okamžité varování seřizovače, že výroba byla zastavena nebo se vyskytla porucha a je třeba poruchu okamžitě odstranit nebo okamžitě rozjet výrobu. Na každý stroj byl nainstalován majáček a zvukové výstražné zařízení.

Časová úspora opět relativní, avšak zcela zjevná, jelikož k zastavení stroje docházelo poměrně často a obsluha stroje často o problému dlouhé minuty nevěděla.

### **5.3.9 Zavést 5S**

Další z mých návrhů je zavést program 5S popsaný v kapitole 1.1. Program 5S se zabývá odstraněním veškerého „nepořádku“ z pracovních míst. Jako nepořádek v tomto smyslu chápeme všechno nepotřebné nářadí, vadné či rozpracované výrobky, přípravky nebo měřidla. Zavádí přehledný systém organizace celého pracoviště.

Jeden z velkých problémů kovo-lisovny je neorganizovanost a nepřítomnost věcí na svém místě. Zavést systém 5S do výroby a organizace kovo-lisovny je úkol na delší období, než jsem ve firmě strávil, proto bych tento návrh směřoval do budoucího období rozvoje oddělení.

Důsledným zavedením programu 5S se zkracuje průběžná doba výroby tím, že odpadnou ztráty při hledání nástrojů, materiálu, komponent a obsluha strojů je

v každém okamžiku za pomoci vybavení oddělení rychle řešit nejrůznější problémy a nastalé situace.

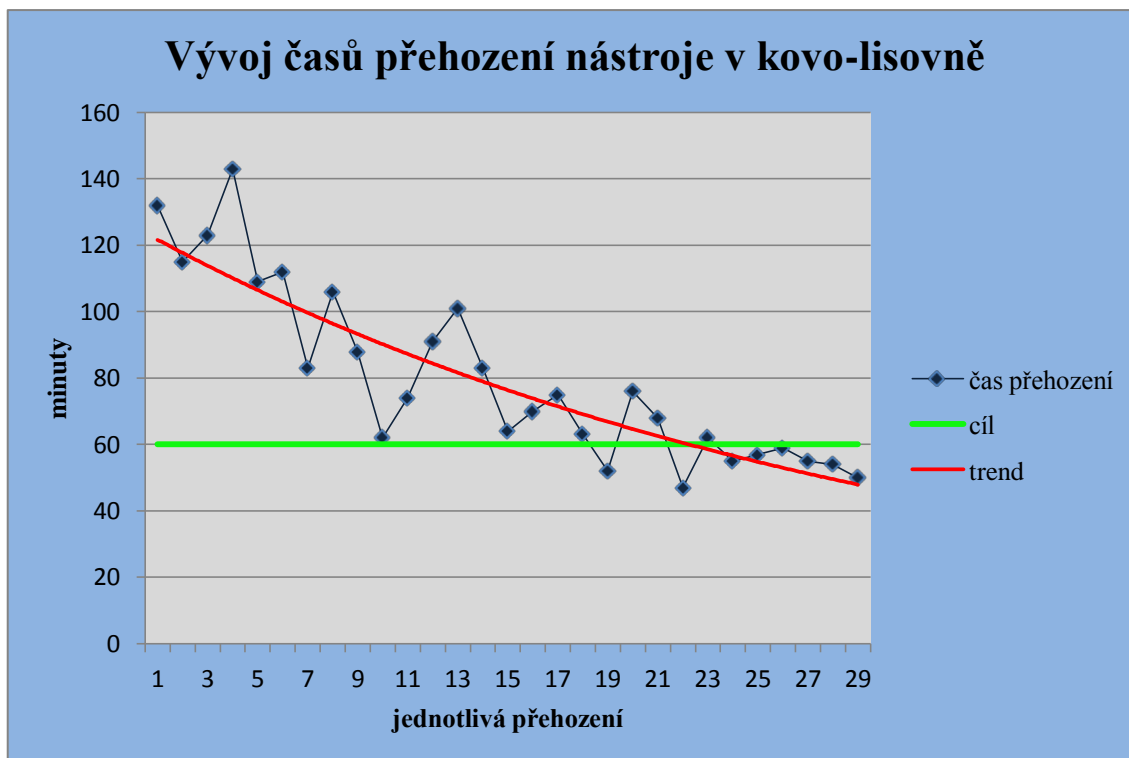
## **6 Ekonomické zhodnocení optimalizace procesů**

Cílem celého procesu zavádění rychlé změny výroby pomocí metody SMED bylo dosáhnout času změny na méně než 60 minut na jedno přehození a tento čas následně dále zlepšovat v duchu filosofie neustálého zlepšování. Krátká doba změny výroby umožní podniku dosáhnout nižší časové náročnosti výroby na 1 kus, snížení jednotkových nákladů, možnost výroby po malých dávkách a také možnost velké flexibility výroby. Sníží také vytíženost seřizovačů během pracovního dne, načež je možno využít jejich pracovní sílu pro výkon jiných úkolů.

### **6.1 Časová úspora**

Požadovaného cíle snížení času přehození pod 60 minut se podařilo dosáhnout. Postupným zaváděním výše uvedených technicko-organizačních opatření, ale i mnoha jiných zdánlivě zanedbatelných a nepodstatných změn se doba přehození nástroje postupně snížila z původních průměrných 125 minut na hodnoty kolem 60 minut. I tato hodnota však ještě není maximum, kterého je podnik schopen dosáhnout a kterého chce dosáhnout. Věřím, že neustálým tréninkem seřizovačů a dalšími technicko-organizačními opatřeními je možno v další fázi čas snížit na hodnoty kolem 20 minut a vytvořit nový standard času přehození, který se blíží úrovni podniku světové třídy. Zároveň zvýšit kvalitu výrobků a snížit namáhavost práce pro seřizovače.

Následující graf vývoje časů přehození nástroje v kovo-lisovně č. 6 – 1 ukazuje doby trvání přehození a jejich vývoj v průběhu a po zavádění výše popsanych změn. Z grafu je patrné, že čas přehození se postupně se zaváděním změn snižuje až pod cílovou hodnotu 60 minut na konci období. Zároveň se časy přehození postupně stabilizují a mají menší rozptyl.



Obrázek 6-1: Graf vývoje časů přehození nástroje v kovo-lisovně

Pokud tedy uvažíme snížení času přehození z průměrných 125 minut před aplikací metody SMED na průměrný čas menší než 60 minut po aplikaci SMED dosáhli jsme snížení času na méně než 50 % původní hodnoty. Aplikujeme-li SMED na všechny stroje kovo-lisovny tak při průměrném počtu 16 přehození na každém ze sedmi strojů za měsíc to dělá celkem cca 121 hodin ( $65 \text{ min} * 16 \text{ přehození} / \text{měs.} * 7 \text{ strojů}$ ) využitelného strojového času navíc, po který je možno vyrábět další kusy. Zároveň také 121 hodin uspořené času pro seřizovače, kteří tak mohou čas využít k dalším činnostem, nebo provést dvojnásobek přehození a tak dosáhnout mnohem větší flexibility výroby.

## 6.2 Náklady navrhovaných změn

V následující tabulce č. 6 – 1 jsou v prvním sloupci zaznamenána realizovaná opatření, v druhém sloupci potom náklady jednotlivých opatření. Celkové náklady 1. fáze projektu aplikace metody SMED v kovo-lisovně činí 452.600 Kč. Některé provedené akce, které jsem zpracovával, mají peněžní náklady nulové, představují pouze časové náklady.



Tabulka č. 6-1: Náklady navrhovaných změn

Položka	Náklady v Kč
Zavedení vylepšeného dokumentu Sledování výroby	0
Automatický systém monitorující chod strojů	180 000
Videozáznam pro zpracování Gantova diagramu	0
Standard přehození stroje	0
Vozíky na nářadí (5 ks)	45000
Rozprašovače (5 ks)	1250
Rysky výšek zdvihu a délky kroku	350
Rychlo-upínací technologie, U - podložky	4500
Zpracování Spaghetti diagramu	0
Nové regály a nová organizace dílny	95000
Nový mikroskop	60000
Senzory prasklého prokladového papíru	10500
Signalizace poruchy nebo zastavení stroje	56000
Náklady celkem	452 600,00 Kč

### 6.3 Výnosy navrhovaných změn

Chceme-li spočítat roční peněžní výnosy z navrhovaných změn pro celý proces změny výroby, je nutné nejdříve určit cenu jedné uspořené minuty výroby strojů. Účetní oddělení podniku tuto cenu vyčíslilo na 11,60 Kč / min. Každá minuta zastaveného stroje navíc tedy stojí 11,60 Kč. Pokud tuto cenu vynásobíme počtem uspořených minut na jedno přehození, průměrným počtem přehození za měsíc, počtem strojů v kovo-lisovně a počtem měsíců v roce vyjde následující rovnice.

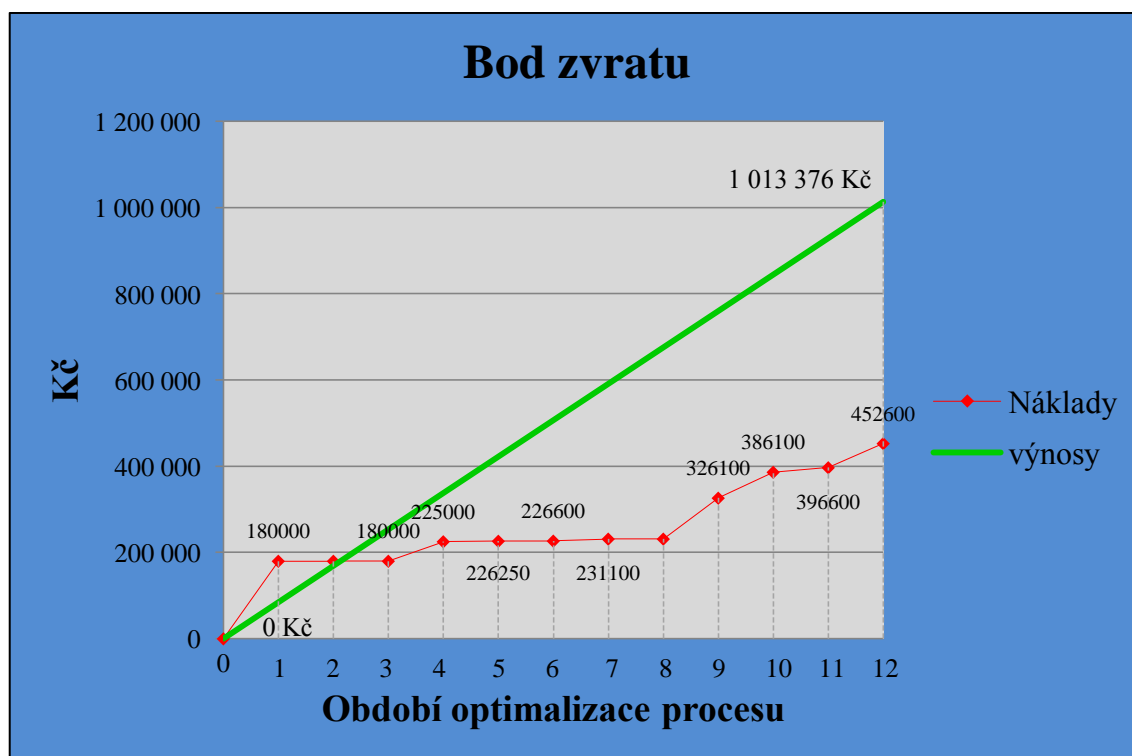
Tabulka č. 6-2 Výnosy navrhovaných změn

Cena 1 minuty	Uspořené minuty / 1 přehození	Přehození / měsíc	Počet strojů v kovo-lisovně	Měsíců / rok	Celkem
11,60 Kč	* 65	* 16	* 7	* 12 =	1 013 376,00 Kč

Jednorázové náklady na aplikaci změn na celém oddělení tedy činí 452 600 Kč, tyto náklady však přináší více než dvojnásobnou roční úsporu financí ve výši 1 013 376 Kč.

Pokud pro celý projekt aplikace SMED provedu jednoduchou Benefit / Cost analýzu, tedy vydělím finanční příjem z projektu veškerými náklady na opatření za rok 2010, dostanu  $B / C \text{ koeficient} = 1\,013\,376 \text{ Kč} / 452\,600 \text{ Kč} = 2,24$ . Výsledek větší než 1 znamená, že investice do tohoto opatření se firmě již v prvním roce vyplátí. V tomto případě roční výnosy přesahují jednorázové náklady dokonce 2,24 krát.

V následujícím grafu jsou zobrazeny kumulativní hodnoty nákladů na všechna provedená opatření (červeně) a také výnosy (zeleně), zvyšující se lineárně s každým dalším kusem vyrobeným v uspořádaném čase. Jak je patrné, bod zvratu, kdy hodnota výnosů převýší hodnotu vynaložených nákladů, nastává již na začátku období optimalizace procesu. Finanční částka investovaná do projektu rychlé změny výroby se tedy brzy vrací ve výnosech firmy a rozdíl mezi náklady a výnosy se poté dále zvětšuje.



Obrázek 6-2: Graf bodu zvratu

Na základě předešlých zkušeností lze předpokládat, že pokud se provedená opatření vyplatí v 1. fázi projektu aplikace SMED, vyplatí se také následné, neustálé zlepšování procesů. Hranice 60 minut pro změnu výroby není zdaleka konečný stav a je třeba tento čas neustále snižovat a teoreticky ho snížit na malý moment. Pokud se podniku podaří čas změny výroby ještě více snížit a udržet, zároveň neustále inovovat a pružně reagovat na potřeby zákazníků, bude to pro podnik nejen velkým přínosem finančním, ale také dobrým nástrojem v konkurenčním boji podniků v automobilovém průmyslu.

## **Závěr**

Cílem celého projektu a také cílem této mé práce byl detailní popis, měření a rozbor činností probíhajících při výměně nástroje v lisovacích zařízeních firmy, ale hlavně celkové zrychlení celého procesu, které zamezí plýtvání času a finančních prostředků při změně výroby. Tohoto cíle se mi aplikací metody SMED v kovo-lisovně podařilo dosáhnout. Proběhla taková opatření, která dobu výměny formy v 1. fázi zkrátila cca na 1/2 původní doby a jednorázové náklady na celý projekt ani zdaleka nedosáhly celkových ročních výnosů z projektu.

V současné době probíhá na základě těchto prvních úspěšných akcí další zrychlovací opatření v kovo-lisovně, jež má za cíl čas změny výroby dále redukovat. Úspěšným zavedením rychlé změny výroby, získá firma schopnost pružné reakce na potřeby zákazníků, zvýší produktivitu práce pracovníků i výrobních zařízení a v neposlední řadě ušetří nemalé finanční prostředky. Zvládnutí změny výroby na úrovni podniků světové třídy přispěje významnou měrou ke konkurenceschopnosti podniku vyrábějícího pro automobilový průmysl, který je v současné době vysoce konkurenční.

## Seznam použité literatury

1. BARTOŇ, Jan. *Optimalizace části výrobního procesu v konkrétní firmě*. Jihlava, 2009. Bakalářská práce. Vysoká škola polytechnická Jihlava.
2. IMAI, Masaaki. *Kaizen : Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu podniku*. Brno: Computer Press, 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
3. KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
4. KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
5. MAŠÍN, Ivan, VYTLAČIL, Milan. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 30-902235-0-8.
6. Nezájem o růst produktivity přetrvává. *Hospodářské Noviny*. 19. Srpen 1997.
7. STANĚK, Michal. *Modelování tváření polymerů, včetně technologického řešení nástrojů*. 1. zkrác. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 27 s. ISBN 80-214-3025-7.
8. SVĚTLÍK, Vladimír. Sledování a řízení efektivity výroby: Automatizace výpočtu OEE (koeficientu celkové efektivity zařízení). *IT Systems*. 2003, roč. 2003, č. 10.
9. XYZ. XYZ, A.S. [online]. [cit. 2012-01-02]. Dostupné z: [www.XYZ.cz](http://www.XYZ.cz)
10. TOMEK, Gustav, VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. 2. rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 408 s. ISBN 80-7169-955-1.
11. VIDECKÁ, Zdeňka. *Řízení výroby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2005. 59 s. ISBN 978-80-7355-071-4.
12. Vorne Industries, Inc.. *Overall Equipment Effectivness : OEE Pocket Guide* [online]. verze 1.0. Itasca. IL USA: Vorne Industries, Inc., c2002-2008 [cit. 2008-10-10]. Dostupný z WWW: <[www.oeo.com](http://www.oeo.com)>.
13. VYTLAČIL, Milan, MAŠÍN, Ivan, STANĚK, Miroslav. *Podnik světové třídy: Geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1-1: Srovnání tradičního systému řízení výroby s JIT

Tabulka č. 2-1: Vztah mezi velikostí dávky a spotřebou času (5)

Tabulka č. 2-2: Vztah mezi 4 minutovou změnou a velikostí dávek (5)

Tabulka č. 5-1: Činnosti prováděné při změně výroby

Tabulka č. 6-1: Náklady navrhovaných změn

Tabulka č. 6-2 Výnosy navrhovaných změn

## **Seznam obrázků a grafů**

Obrázek 1-1: Tlakový a tahový princip výrobního toku (11)

Obrázek 2-1: Optimální výrobní dávka (5)

Obrázek 2-2: Interní a externí seřizování

Obrázek 2-3: Tři kroky SMED

Obrázek 4-1: Střížný nástroj (9)

Obrázek 4-2: Formulář pro sledování výroby

Obrázek 4-3: Nový formulář - Sledování nevýroby

Obrázek 4-4: Graf využití stroje v březnu 2010

Obrázek 4-5: Kovo-lisovna (9)

Obrázek 5-1: Uspořádaný vozík na nářadí

Obrázek 5-2: Rychlo-upínací zařízení

Obrázek 5-3: Použití U - podložky

Obrázek 5-4: Spaghetti diagram 1

Obrázek 5-5: Spaghetti diagram 2

Obrázek 6-1: Graf vývoje časů přehození nástroje v kovo-lisovně

Obrázek 6-2: Graf bodu zvratu

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Původní formulář sledování výroby

Příloha č. 2: Výpočet OEE – březen 2010

Příloha č. 3: Standard změny nástroje

Příloha č. 4: Gantův diagram – interní a externí činnosti

# Přílohy

## Příloha č. 1

## Původní formulář sledování výroby

**Sledování výroby** E 3 Datum: 27. 2.

Pracovník:		6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
Zajištění výroby:	Příprava materiálu																	
	Nahození nástroje (nastavení parametrů)																	
	Kontrola																	
	VÝROBA																	
	Shození nástroje + odvezení materiálu																	
Přerušení výroby PLÁNOVANÉ z důvodu:	Přestávka / Oběd																	
	Plánovaná údržba																	
	Organizační záležitosti (školení, mistr...)																	
	Není zakázka pro lis																	
	Chybi obsluha																	
Přerušení výroby NEPLÁNOVANÉ z důvodu:	Nefunkční nástroj																	
	Nekvalita (nutnost přeseřízení stroje...)																	
	Porucha stroje																	
POZNÁMKY: číslo nástroje, druh poruchy, vysvětlení problémů, přechod na jinou práci atd.		33337 X																

Pracovník:		14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00
Zajištění výroby:	Příprava materiálu																	
	Nahození nástroje (nastavení parametrů)																	
	Kontrola																	
	VÝROBA																	
	Shození nástroje + odvezení materiálu																	
Přerušení výroby PLÁNOVANÉ z důvodu:	Přestávka / Oběd																	
	Plánovaná údržba																	
	Organizační záležitosti (školení, mistr...)																	
	Není zakázka pro lis																	
	Chybi obsluha																	
Přerušení výroby NEPLÁNOVANÉ z důvodu:	Nefunkční nástroj																	
	Nekvalita (nutnost přeseřízení stroje...)																	
	Porucha stroje																	
POZNÁMKY: číslo nástroje, druh poruchy, vysvětlení problémů, přechod na jinou práci atd.		T-FU041 X																



XYZ - O.E.E. kovolisovna - Bruderer - 3/2010				
Ref	DATA		1.-31.3.	3/2010
A	POTENCIÁLNÍ VYUŽITELNOST (hod)		744,00	744,00
B	Svátky (Včetně volných Sobot & Nedělí)		192,00	192,00
C	Zrušené směny & Mimořádná údržba		240,00	240,00
D	TEORETICKÁ VYUŽITELNOST (hod)		312,00	312,00
E	Není plánována výroba (hod)		3,50	3,50
F	Přestávky (hod)		10,30	10,30
G	Výpadky energie (hod)		0,00	0,00
H	Mimořádný odpočinek(hod)		0,00	0,00
I	Stávky a pracovní porady (hod)		0,00	0,00
J	AKTUÁLNÍ VYUŽITELNOST (hod)		298,20	298,20
K	Poruchy stroje (hod)		0,00	0,00
L	Poruchy nástroje (hod)		94,80	94,80
M	Poruchy linky (hod)		0,00	0,00
N	Technické mikroprostoje (hod)		0,00	0,00
O	CELKOVÉ TECHNIČKÉ ZTRÁTY (hod)		94,80	94,80
P	PROVOZNÍ ČAS (hod)		203,40	203,40
Q	Nedostatek lidí a materiálu (hod)		13,25	13,25
R	Čištění strojů, forem (hod)		0,00	0,00
S	Změny výroby, seřizování (hod)		31,25	31,25
T	Ostatní (hod)		0,00	0,00
	NEIDENTIFIKOVANÉ ZTRÁTY		15,90	15,90
U	ORGANIZAČNÍ ZTRÁTY (hod)		60,40	60,40
V	Zastavení stroje dle standardu (hod)			0,00
W	ČISTÝ PROVOZNÍ ČAS (hod)		143,00	143,00
X	Čas cyklu stroje na 1 kus (s)		0,006	0,006
Y	Čas cyklu na 1 kus (s)		0,006	0,006
Z	Počet dobrých kusů		1 485 600	1 485 600
A1	Počet zmetků		1 790	1 790
B1	Celkový počet vyrobených kusů		1 487 390	1 487 390
C1	KVALITA %		99,88 %	99,88 %
D1	Hodiny výroby dobrých kusů		142,500	142,500
E1	Hodiny výroby zmetků		0,500	0,500
F1	DOSTUPNOST %		68,21%	68,21%
G1	VÝKON %		70,30 %	70,30 %
H1	O.E.E. %		47,90 %	47,90 %
I1	UTILIZATION %		40,08 %	40,08%

<b>STANDARD ZMĚNY NÁSTROJE - kovolisovna</b>	
<b>ČINNOSTI SEŘIZOVAČE</b>	
<b>VÝROBA</b>	<b><u>PŘÍPRAVA (LIS STÁLE PRACUJE):</u></b>
	Vyplnění dokumentace
	Vozík s nářadím k lisu, kontrola všeho potřebného
	Nový nástroj navézt ke stroji - nejbližší možné místo
	Vybalit a připravit nový kovový pás
	Připravit vozík, paletu na shazovaný nástroj
	Info o přehození pracovníkům kontroly
	Příprava navíjecí cívky na nový pás
<b>PROSTOJ</b>	<b><u>ODSTAVENÍ LISU:</u></b>
	Vyjmutí pásu z lisu a z cívky
	Demontáž cívky
	Montáž nové cívky
	<b><u>VLASTNÍ PŘEHOZENÍ:</u></b>
	Demontáž nástroje
	Vyčištění nečistot uvnitř lisu
	Demontáž sypače
	Usazení a upevnění nového nástroje
	Seřízení zdvihu
	Demontáž, vyčištění a opětovná montáž rovnačky pásu
	Montáž nové cívky
	Uchycení nového pásu
	Nastavení délky kroku
	Nastavení rozpínání
	Montáž ofuku
	Zkouška stříhu + včas informovat kontrolora kvality o nutnosti přezkoumání
	Zkouška prohnutí pásky
	<b><u>ROZJETÍ NOVÉ VÝROBY:</u></b>
<b>VÝROBA</b>	Kontrola kvality –
	Vyplnění dokumentů
	Transport výrobků z předchozí výroby do skladu
	Vyčistit okolí lisu, zamést odpad
	Transport odpadu na své místo ve skladu
	Transport pásu z předchozí výroby do skladu
	Transport starého nástroje na své místo v regálu

