

# Standardizace výměny nástrojů ve firmě XY

Bc. Vladimíra Žůrková

---

Diplomová práce  
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav managementu výroby – průmyslového inženýrství  
akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Vladimíra ŽŮRKOVÁ  
Studijní program: N 6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: Průmyslové inženýrství  
Téma práce: Standardizace výměny nástrojů ve firmě XY

Zásady pro vypracování:

Úvod – stanovení cíle

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši pro danou oblast a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrh projektu.

II. Analytická část

- Stanovte cíle řešení diplomového projektu.
- Proveďte analýzu současné výměny nástrojů ve firmě XY.
- Zhodnoťte výsledky a navrhněte nová řešení.

III. Projektová část

- Vypracujte projekt racionalizace výměny nástrojů ve firmě XY.
- Vyhodnoťte přínosy projektu a formulujte závěr.

Závěr – vyhodnocení


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

Seznam odborné literatury:

- [1] MAŠÍN, I. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005. 106 s. ISBN 80-903533-1-2  
[2] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8  
[3] SHINGO, S. A revolution in Manufacturing: The SMED System. Cambridge: Productivity Press, 1985. 361 s. ISBN 0-915299-03-8

Vedoucí diplomové práce: Ing. Dobroslav Němec  
Ústav managementu výroby – průmyslového inženýrství  
Datum zadání diplomové práce: 10. března 2008  
Termín odevzdání diplomové práce: 5. května 2008

Ve Zlíně dne 3. března 2008

  
doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkan



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

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá zkrácením času potřebného na provedení výměny nástroje na lisu ve firmě XY. Zkrácení času je dosaženo prostřednictvím aplikace metody SMED (Single minute exchange of die). V teoretické části je provedena literární rešerše a analýza názorů na oblasti průmyslového inženýrství mající vztah k projektu implementace SMEDu. Analytická část se zaměřuje konkrétně na aktuální situaci v oblasti výměny nástrojů – popisuje současný proces výměny nástrojů. Projektová část je již samotnou aplikací metody SMED.

Klíčová slova: výměna nástroje, lisování plechů, standardizace, závislost, regresní analýza

## **ABSTRACT**

This master thesis deals with a reduction of a time necessary for tool change on a press in the firm XY. Time reduction is achieved through application of SMED (Single minute exchange of die) method. Theoretical part of work contains literary research and analysis of opinions on areas of industrial engineering applicable on SMED implementation project. Analytical part targets the present situation in area of tool change – it is describing process of tool change. Project part is the implementation of SMED method itself.

Keywords: tool change, stamping, standardization, dependence, regression analysis,

Srdečně děkuji vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Dobroslavu Němcovi za odborné vedení práce, za jeho cenné rady a připomínky.

Zvláště bych chtěla poděkovat slečně Ing. Vlčkové a panu Ing. Poláčkovi a všem zainteresovaným pracovníkům firmy XY za poskytnuté informace a připomínky k práci a především za čas, který mi věnovali.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 PLÝTVÁNÍ.....	12
1.2 PLÝTVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH A SEŘIZOVÁNÍ.....	13
<b>2 SMED</b> .....	<b>16</b>
2.1 TRADIČNÍ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM .....	16
2.2 ZMĚNA PŘÍSTUPU – SYSTÉM SMED.....	17
2.2.1 Základní koncepce systému SMED .....	18
2.2.1.1 Krok č. 1 – oddělení interních a externích operací .....	19
2.2.1.2 Krok č. 2 – konverze interního seřizování na externí .....	20
2.2.1.3 Krok č. 3 – zlepšování činností externího a interního seřizování .....	21
2.3 PŘÍNOSY SMEDU PRO SPOLEČNOSTI.....	23
<b>3 STANDARDIZACE</b> .....	<b>25</b>
<b>4 VÝROBA</b> .....	<b>27</b>
4.1 TYPY VÝROB .....	27
<b>5 MSA – ANALÝZA SYSTÉMŮ MĚŘENÍ</b> .....	<b>29</b>
5.1 CO JE MSA?.....	29
5.2 ZÁKLADNÍ POJMY .....	29
5.2.1 Proces měření .....	29
5.2.2 Měřidlo .....	29
5.2.3 Systém měření .....	29
5.2.4 Naměřená data a jejich kvalita .....	29
5.3 VARIABILITA MĚŘENÍ .....	30
5.3.1 Variabilita systému měření – R&R studie.....	31
<b>6 REGRESNÍ A KORELAČNÍ ANALÝZA</b> .....	<b>32</b>
6.1 REGRESNÍ ANALÝZA .....	32
6.2 KORELAČNÍ ANALÝZA .....	32
<b>II ANALYTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>34</b>
<b>7 PŘEDSTAVENÍ FIRMY</b> .....	<b>35</b>

7.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA FIRMY .....	35
7.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA FIRMY XY.....	35
7.3	VÝVOJ TRŽEB A HOSPODÁŘSKÉHO VÝSLEDKU .....	36
7.4	VÝVOJ POČTU ZAMĚSTNANCŮ .....	37
7.5	ŘÍZENÍ KVALITY .....	37
7.6	ZÁKAZNÍCI FIRMY XY .....	38
7.7	VÝROBNÍ SORTIMENT .....	38
7.8	VÝROBNÍ ÚSEKY.....	39
7.8.1	Lisovna plechů .....	39
7.8.2	Vstříkovna plastů .....	42
7.8.3	Montáž.....	42
<b>8</b>	<b>TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ KOVŮ .....</b>	<b>43</b>
8.1	PLOŠNÉ TVÁŘENÍ.....	43
<b>9</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>44</b>
9.1	SOUČASNÁ VÝMĚNA NÁSTROJE .....	44
9.1.1	Výměna nástroje prováděná seřizovačem A .....	45
9.1.1.1	Příprava pracoviště.....	45
9.1.1.2	Samotná výměna nástroje .....	45
9.1.2	Výměna nástroje prováděná seřizovačem B.....	47
9.1.2.1	Příprava pracoviště.....	47
9.1.2.2	Samotná výměna nástroje .....	47
9.1.3	Výměna nástroje prováděná seřizovači A a B.....	49
9.1.3.1	Příprava pracoviště.....	49
9.1.3.2	Samotná výměna nástroje .....	49
9.1.4	Spaghetti diagramy seřizovačů A a B .....	51
9.1.4.1	Spaghetti diagram – seřizovač A .....	51
9.1.4.2	Spaghetti diagram – seřizovač B.....	52
<b>10</b>	<b>ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST.....</b>	<b>54</b>
<b>III</b>	<b>III. PROJEKTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>55</b>
<b>12</b>	<b>VYMEZENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>56</b>
12.1	POČÁTEČNÍ SITUACE.....	56
12.2	CÍLE PROJEKTU .....	56
12.3	OMEZENÍ PROJEKTU.....	57
12.4	ROZVRH PRACÍ .....	58
12.5	ČASOVÝ PLÁN .....	59
12.6	ŘÍDÍCÍ TÝM.....	60
<b>13</b>	<b>PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>61</b>

13.1	NAVRŽENÁ OPATŘENÍ.....	61
13.2	NÁVRH STANDARDNÍHO POSTUPU ČINNOSTÍ.....	63
13.2.1	Výměna nástroje v 1 seřizovači.....	63
13.2.2	Výměna nástroje ve 2 seřizovačích.....	64
13.3	NOVÉ SPAGHETTI DIAGRAMY.....	65
13.3.1	Nový Spaghetti diagram – seřizovač A.....	65
13.3.2	Nový Spaghetti diagram – seřizovač B.....	66
13.4	ZHDNOCENÍ VÝSLEDKŮ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....	66
13.5	ZJIŠŤOVÁNÍ VLIVU TOLERANČNÍHO POLE MATERIÁLU NA KVALITU VÝROBKŮ.....	67
13.5.1	Variabilita tloušťky vstupního materiálu.....	68
13.5.2	MSA – Analýza systému měření.....	69
13.5.3	Zkoumání závislosti.....	71
13.5.3.1	Měření tloušťky materiálu.....	72
13.5.3.2	Měření rozměrů výrobků.....	72
13.5.3.3	MSA výrobků.....	73
13.5.3.4	Zjišťování existence závislosti.....	74
13.5.3.5	Regresní analýza.....	76
13.5.4	Doporučení pro firmu XY.....	80
13.5.4.1	Upravení tolerančních polí materiálu a výrobku.....	80
13.5.4.2	Zkoumat závislost u dalších typů výrobků a materiálů.....	81
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>90</b>



## ÚVOD

Průmyslové inženýrství je uznávaný vědecký obor, který se mimo jiné zabývá odstraňováním plýtvání. Plýtvání je činnost, která nepřidává produktu hodnotu. Cílem aplikací metod průmyslového inženýrství je odstranění tohoto plýtvání a zvýšení produktivity a ziskovosti hlavních procesů. Zavádění metod průmyslového inženýrství by mělo být trendem pro všechny průmyslové firmy, které chtějí být konkurenceschopné. Metoda SMED je jednou z mnoha metod průmyslového inženýrství, která napomáhá k odstranění plýtvání při výměně nástroje a ke zvyšování konkurenceschopnosti podniku.

Tématem mé diplomové práce je projekt implementace metody SMED v lisovně plechů ve firmě XY. Celá diplomová práce je rozdělena do tří částí, a to do teoretické, analytické a projektové části.

V rámci teoretické části práce je prováděna literární rešerše a analýza názorů na metody průmyslového inženýrství. Hlavní důraz je kladen na teoretické poznatky vztahující se k rychlé výměně nástrojů. Důležité pro pochopení celé projektové části jsou základní statistické znalosti, výchozí informace pro projekt jsou uvedeny na konce teoretické části.

Analytická část diplomové práce je zpracována ve firmě XY, která se zabývá výrobou konektorů pro automobilový a spotřební průmysl. Je provedena podrobná analýza současného stavu ve firmě XY. V závěru analytické části je shrnuto, kolik času je potřeba na přípravu, vlastní výměnu nástroje, seřizování a kolik na kontrolu výrobků. Dále jsou uvedena východiska pro projektovou část.

V projektové části jsou představena opatření vedoucí ke snížení interního času celkové výměny nástroje. Dále je zjišťována závislost tloušťky vstupního materiálu na rozměry vyrobených dílů. Od návrhů a doporučení by se měl dále odvíjet další krok firmy k získání vyšší konkurenceschopnosti a eliminaci výroby zmetků.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Termín „průmyslové inženýrství“ je překladem anglického termínu „industrial engineering“. Ten se pro označení tohoto nejmladšího inženýrského oboru začal užívat v jeho kolébce - USA . [1]

Průmyslové inženýrství je uznávaný vědecký obor, který se zabývá návrhem, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. Tyto systémy mají socio-technickou povahu a integrují lidi, informace, stroje, energie, materiál a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu. PI v těchto systémech podporuje dosažení vysokého výkonu, vysoké produktivity, plnění plánu a řízení nákladů. [8]

Průmyslovou výrobou nazýváme metody užívané v továrnách pro efektivní výrobu zboží. Dvěma důležitými aspekty průmyslové výroby je technologie výrobku, která se zabývá konstrukcí a charakteristikami samotného výrobku, a technologie procesu, která zahrnuje konstrukci, organizaci a provoz strojů a plánovací a řídicí systémy užívané při výrobě zboží. Průmyslové inženýrství je oborem, který se rozvinul na základě studia metod používaných v obou těchto oblastech. Řízení výroby je oblastí, která se specializuje na management lidských, kapitálových a technických zdrojů používaných v průmyslové výrobě. [9]

Dnešní prostředí se vyznačuje svojí turbulentností, dynamikou a globálností. Česká republika má oproti vyspělým zemím Evropy co dohánět co se týče pružnosti a produktivity, a právě obor průmyslové inženýrství by měl napomoci vyrovnat rozdíl ve výkonnosti českých podniků a usnadnit tak průlom na světové trhy. Aplikací metod průmyslového inženýrství se zvyšuje konkurenceschopnost podniku obecně, avšak v domácích poměrech to platí dvojnásob. [2]

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

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

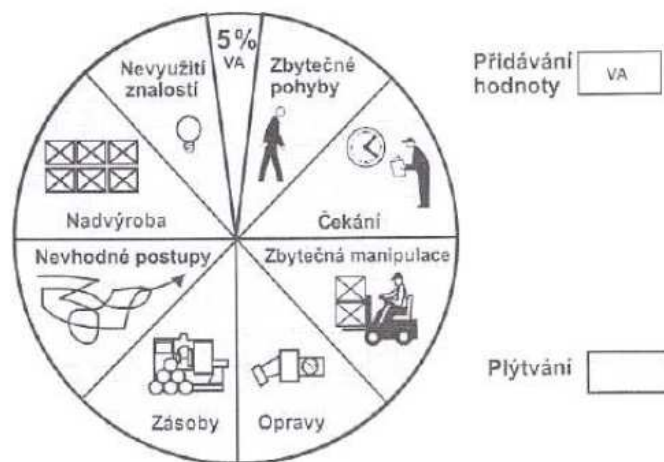
- projektování a realizace výrobních buněk,

- simultánní inženýrství,
- Poka - Yoke – program nulových vad,
- TPM – program totálně produktivní údržby,
- odměňování na základě výsledku,
- SMED – program rychlých změn,
- program dynamického zlepšování procesů,
- zavádění systému měření produktivity,
- simulace výrobních systému aj. [3]

## 1.1 Plýtvání

Základním kamenem hodnotového managementu je princip, na kterém vyrostlo průmyslové inženýrství druhé poloviny minulého století a bude stát i procesní inženýrství první poloviny století tohoto – identifikace a eliminace plýtvání (muda, waste). [4]

Často je nutné definovat plýtvání v procesech a definovat opatření, kterými plýtvání eliminujeme. Obě fáze musí probíhat odděleně, což je pro vlastní řešení mimořádně důležité. Uvědomění si plýtvání se všemi dopady v první fázi akceleruje fázi druhou – vlastní eliminování plýtvání. Lidé jsou často zatíženi „provozní slepotou“ a nejsou schopni definovat, co je plýtvání. [5]



Obr. 1. Plýtvání vs. přidané hodnoty [4]

Vše, co nepřidává produktu hodnotu a nebo jej nepřibližuje zákazníkovi, je plýtvání. Z hlediska zvyšování produktivity není hlavním problémem plýtvání zjevné, které lze snadno identifikovat a většinou i odstranit, ale plýtvání skryté. To je velmi často představováno činnostmi, které je za současného stavu sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být tyto činnosti eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody, či zlepšenou organizací.

V rámci workshopu, týmové práce a při participaci pracovníků se odstraňují následující druhy plýtvání:

- nadvýroba
- čekání
- zbytečná manipulace
- špatný pracovní postup
- nadbytečné zásoby
- zbytečné pohyby
- zmetky a vady
- nevyžití schopností lidí [5]

## 1.2 Plýtvání při změnách a seřizování

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

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

- příprava prostoru po zastavení stroje
- čas na cigaretu při výměně atd.

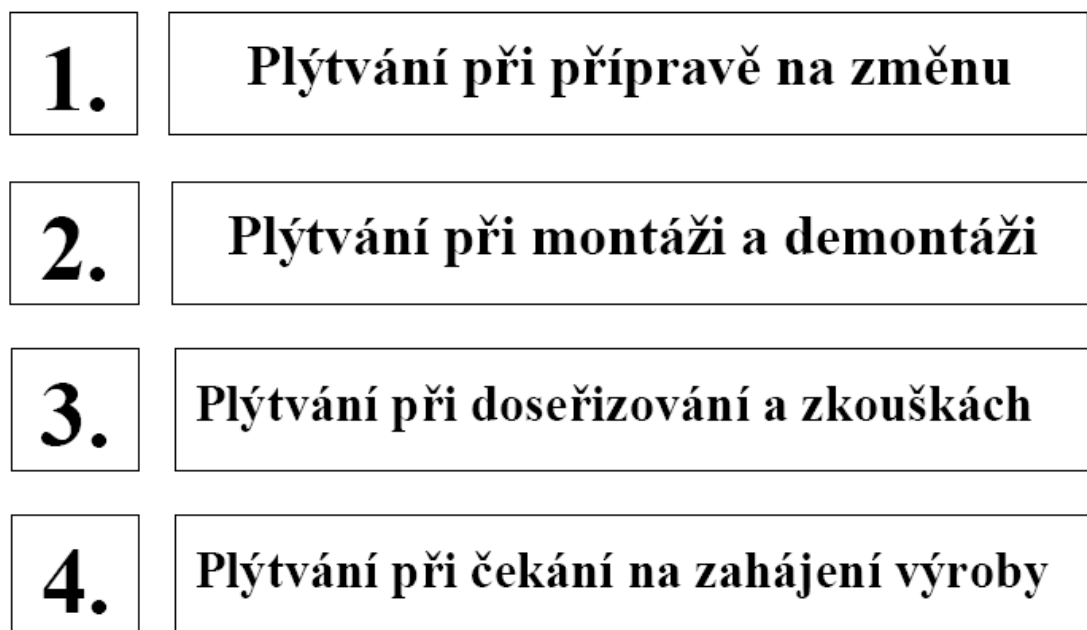
Vedle tohoto zjevného plýtvání časem však při změnách a seřizování existuje i mnoho plýtvání skrytého (např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek apod.)

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

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

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

Při vlastní montáži a demontáži se plýtvání projevuje povolováním a utahováním šroubu s mnoha závity, odstraňováním a vkládáním podložek, demontáží a montáží skluzu a dopravníku apod.

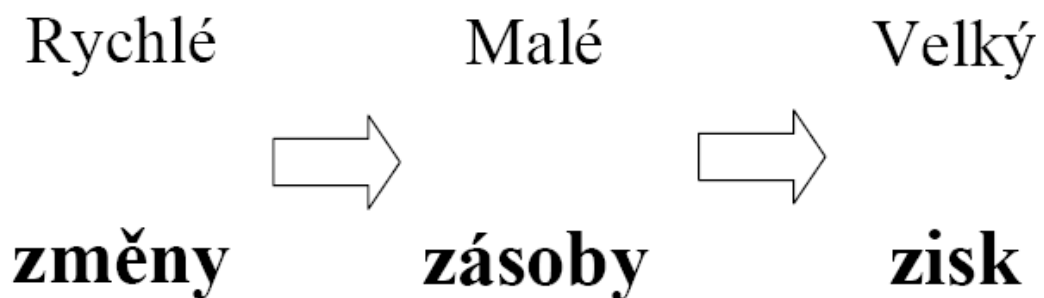


Obr. 2. Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřizování [6]

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

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

Výčet a rozdělení jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že neexistuje žádná potřeba akceptovat dlouhou dobu výměn nástrojů a seřizování jako „nutné zlo“, ale naopak tuto dobu zkracovat. Přínos tohoto zkracování pro ekonomiku podniku ilustruje Obr. 3., jenž je také odpovědí na otázku „Proč rychleji vyměňovat a seřizovat?“, kterou často slyšíme. [6]



Obr. 3. Důvody pro rychlé změny [6]

## 2 SMED

**Single Minute Exchange of Die (SMED)** - systematický proces pro minimalizaci časů, prostojů, tj. časů čekání (přípravy) kapacitní jednotky mezi opracováním dvou po sobě následujících různých typů výrobků (výrobních dávek). Seřizování nemusí být čistě výrobní záležitostí. Jestliže se budeme na pojem seřizování dívat z širšího pohledu, potom seřizování může představovat všechny činnosti spojené s přípravou realizace určitého procesu. V tomto případě procesem může být libovolný proces, například zpracování objednávky zákazníka, objednání materiálu, technická příprava výroby apod. [10]

Neproduktivní časy ve výrobě stojí podnik nemalé ztráty. Schopnost firmy dostát specifickým zákaznickým požadavkům je spojena s maximální pružností využití výrobních zařízení. Změna rozměru (přetypování) patří k činnostem nepřidávajícím výrobku přidanou hodnotu. Metodika SMED jednoduchou cestou časy přetypování snižuje na minimum a tím zvyšuje reakceschopnost výroby. [11]

### 2.1 Tradiční přístup ke změnám

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

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

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

- příprava a kontrola materiálu i nástrojů (30% času)
- montáž a výměna nástrojů (5% času)



- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15% času)
- odzkoušení a následné úpravy (50% času)

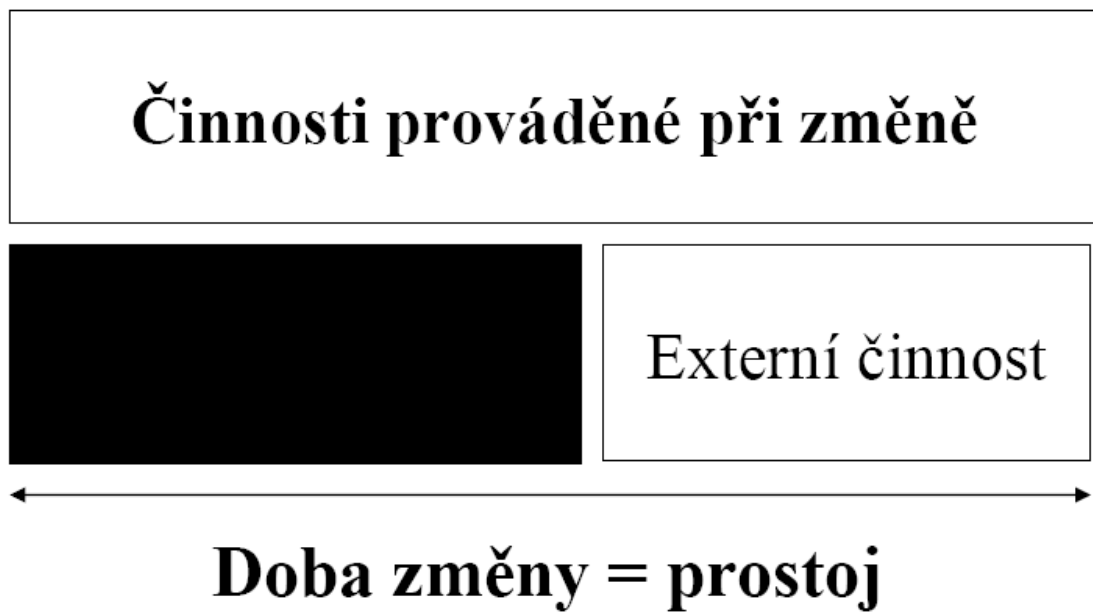
V podmínkách mnoha podniků znamená realizace tohoto procesu v tradičním pojetí zastavení chodu stroje v průběhu všech čtyř kroků a následné zvýšení výrobních nákladů. S rostoucími potřebami obstát v konkurenčním prostředí je toto tradiční pojetí procesu seřizování a výměny nástrojů podrobováno kritickým pohledům, které ukazují, že je nelze provozovat dle stávajících zvyklostí. [1]

## 2.2 Změna přístupu – systém SMED

Pomocí systému SMED (Single Minute Exchange Die – výměna nástrojů v čase 1 až 9 minut) přistoupil geniálně k otázce zkracování času pro seřizování a změny významný průmyslový inženýr a jeden z otců proslulého výrobního systému Toyota Shigeo Shingo. Na základě svých praktických zkušeností konstatuje, že metodika tohoto systému umožňuje pomocí organizačních a technických opatření realizovat v praxi snížení času v průměru na 1/50 původní doby. Jestliže tedy například původní prostoj 4 hodiny redukuje na 4,8 minuty, potom i bez růstu velikosti dávky je poměr doby seřizování k celkovému času extrémně malý.

Zkušenost s výměnou nástroje ve firmě Mazda, kde Shingo řešil problematiku odstranění úzkého místa, jej vedla k formulaci základní myšlenky pozdějšího systému SMED - operace je nutné rozdělovat do dvou základních kategorií (Obr. 4.):

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



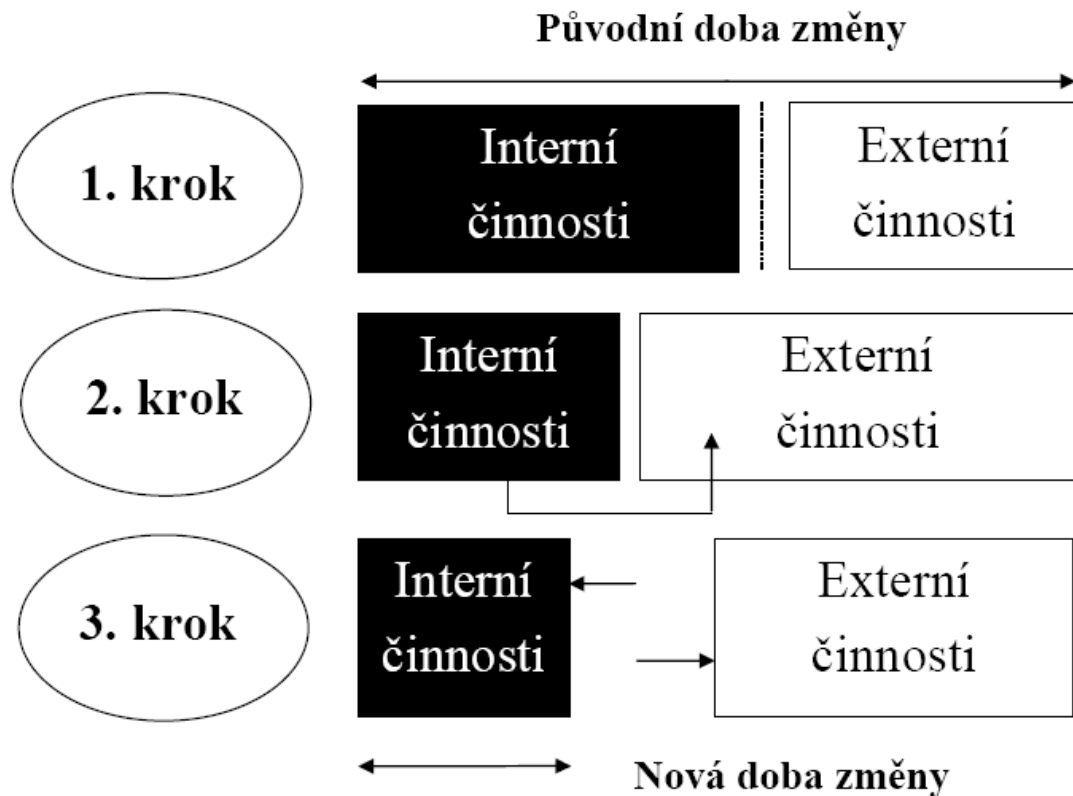
Obr. 4. Interní a externí seřizování [2]

### 2.2.1 Základní koncepce systému SMED

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

Základní koncepce systému SMED je vyjádřena následujícími kroky:

1. oddělení operací externího a interního seřizování
2. konverze interního seřizování na externí
3. zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování (viz Obr. 5)



Obr. 5. Tři kroky SMED [2]

V přípravné fázi, kdy plánujeme, jak uplatnit systém SMED, musíme podrobně studovat a analyzovat skutečné provozní podmínky, v kterých jsou interní i externí operace směřovány.

Co může být prováděno jako externí seřizování, je prováděno jako interní a narůstají prostroje strojů. Pro tuto analýzu je výhodné použít jak klasické přístupy průmyslového inženýrství (např. studium metod a měření práce), tak i strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Nejlepší metodou je natočení videozáznamu celého postupu seřizování stroje. Je velmi vhodné ukázat jej zainteresovaným pracovníkům poté, co byl proces výměny a seřizování nástrojů dokončen. Poskytnutí možnosti pracovníkům provozu vyjádřit se k dané problematice je vždy velmi významným zdrojem námětů pro zlepšování celého procesu.

### 2.2.1.1 Krok č. 1 – oddělení interních a externích operací

V prvním kroku, při aplikaci systému SMED nejdůležitějším, je nutné rozlišit a separovat operace externího a interního seřizování. Každý provozní pracovník bude souhlasit, že při-

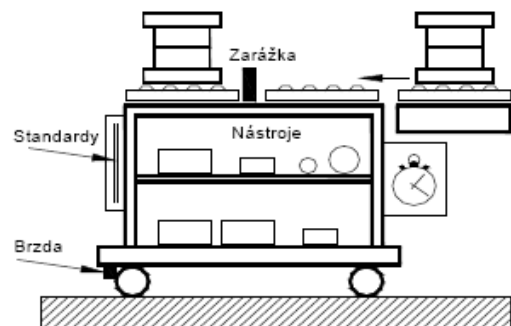
pravu nástrojů a jejich údržbu je možné provádět i při chodu stroje. Nicméně je velmi zajímavé, jak často se děje pravý opak. Tři praktické techniky nám pomohou oddělit interní a externí činnosti, jsou to:

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

Zvládnutí druhé fáze a schopnost separovat externí a interní seřizování je jakousi vstupenkou pro využití možností systému SMED. Prostředky pro naplnění prvního kroku jsou uvedeny na Obr. 6 a 7.



Obr. 6. Kontrolní panely [1]



Obr. 7. Speciální vozíky [1]

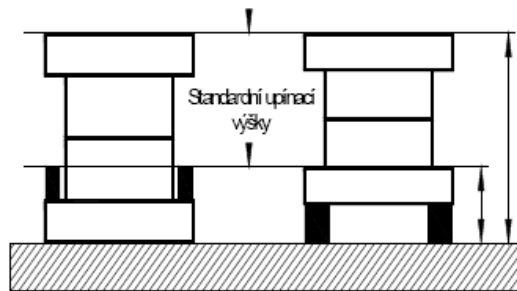
### 2.2.1.2 Krok č. 2 – konverze interního seřizování na externí

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

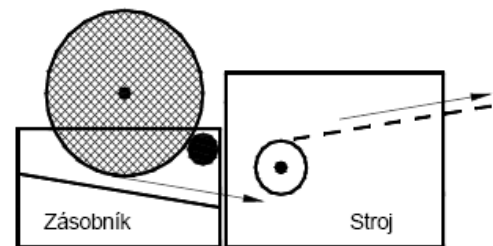
tečné funkce. V této fázi je extrémně významné přijmout nové postupy, jež nejsou svázány stávajícími zvyklostmi provozu (příklady viz Obr. 8 a 9).

Tři praktické techniky napomáhající přesunu interních činností do externích:

- příprava pracovních podmínek v předstihu – zajištění potřebných dílů, nástrojů a technologických podmínek ještě před začátkem interního přechodu
- standardizace základních činností – dodržení stejných postupů během výroby každé jednotky:
  - standardizace upínání částí (Obr. 8)
  - používání šablon k upínání
  - použití systému kazet (oddělení mechanické a tvarovací funkce)
- používání šablon (vodící prvky) – prvky mohou mít podobu desek či rámu standardizovaných rozměrů, které mohou být vyjmuty ze stroje. Když je dávka na prvních formách ukončena, je druhá deska s již připojenými a vycentrovanými formami namontována do stroje.



Obr. 8. Tvarová a funkční standardizace

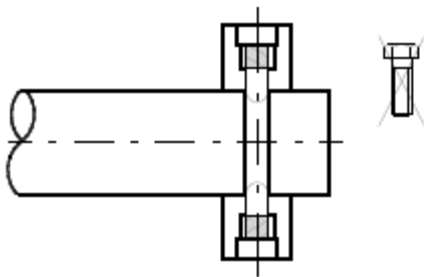


Obr. 9. Kontinuální doplňování materiálu

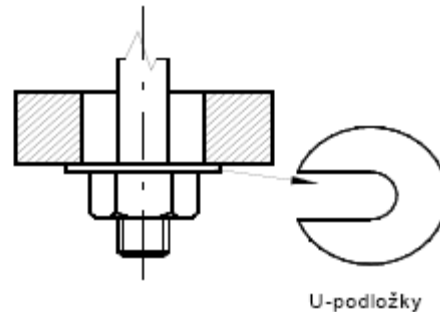
### 2.2.1.3 Krok č. 3 – zlepšování činností externího a interního seřizování

I když je možné se realizací předchozích kroků dostat na úroveň „minutových výměn nástrojů“, ve většině případů je nutné provést ještě krok třetí, spočívající v silné koncentraci na jednotlivé operace a jejich detailní analýzu i následné zlepšování. V případě externích operací se zaměřujeme např. na procesy přípravy a transportu nástrojů, v případě interních

operací na rychlejší způsoby upevňování nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílu i eliminaci činností (Obr. 10 a 11).



Obr. 10. Metoda jednoho pohybu [1]



Obr. 11. Upnutí jednou otáčkou [1]

Redukování interních činností: úplné zlepšení interních činností je následující:

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

Tři praktické techniky pro eliminaci seřizování jsou:

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

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

- zvýšení míry vytížení strojů
- snížení průběžné doby výroby
- snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti
- zvýšení bezpečnosti práce
- snížení zásob náhradních dílů a příslušenství
- možnost zapojení obsluhy strojů do seřizování apod. [1].

### 2.3 Přínosy SMEDu pro společnosti

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

- Flexibilita: Společnosti mohou vyhovět měnícím se požadavkům zákazníků bez výdajů na nadměrné zásoby.

- Rychlejší dodání: malé výrobní dávky znamenají kratší a kratší dobu čekání zákazníka.
- Vyšší kvalita: menší zásoby znamenají méně poškození spojených se skladováním. SMED také snižuje zmetkovitost redukcí chyb v přehoze a eliminuje zkušební běh zařízení u nového produktu (rozměru).
- Vyšší produktivita: kratší přehozy redukují prostoje, což znamená vyšší míru produktivity vybavení.
- Jednodušší seřizování má za následek bezpečnější přehozy, s menší fyzickou zátěží a nebezpečím úrazu.
- Méně zásob značí menší nepořádek na pracovištích, což činí produkci samo o sobě snazší a bezpečnější. [7]



### 3 STANDARDIZACE

Úroveň standardů je příznakem vyspělosti produkčního systému firmy a standardizace je mohutným nástrojem zlepšování procesů. Správné standardy vznikají podle agresivní, ale přitom jedině správné zásady: "Jenom to nejlepší je dost dobré, aby pro nás bylo standardem."

#### **Definice standardu v pojetí průmyslového inženýrství:**

Standard je odborníky vybraná, aktuálně nejlepší, proveditelná varianta nějaké činnosti nebo nějakého stavu. Standardizace je základní prvek zlepšování procesů. V chápání jako metoda průmyslového inženýrství je souhrnem praktik a postupů, jak vytvářet, udržovat a využívat nejrůznější standardy v průmyslových podnicích.

Standardizace má místo ve všech fázích zlepšování, ať už hledáme jednoduchá a rychlá zlepšení procesů ve firmě, která s touto formou zlepšování začíná, nebo se jedná o již značně vyspělý produkční systém vynikající firmy. [12]

To, že se přimějeme k hledání standardu jako aktuálně nejlepší varianty průmyslového procesu, má za následek:

- konkrétní zlepšení zachycené formou nově nalezeného nejlepšího a proto standardního stavu
- zatažení do zlepšování procesů širokých týmů odborníků - pracovníků firmy a jejich nenásilné přesvědčení o tom, že zlepšování procesů není složité, může snadno vést k překvapivě dobrým výsledkům a že každý pracovník je cenným zdrojem nápadů a podnětů pro zlepšování.
- jsme nuceni hned po zlepšení procesů formou standardizace zavést tzv. systém trvalého udržení, neboť jinak nám zcela v souladu s definicí standardu jako "aktuálně nejlepší varianty" začnou standardy zastarávat, což je přímá cesta k propadu produktivity procesů a k opětovnému všestrannému zhoršování produkčního systému.

Existence a vyspělost firemních standardů, např. výrobních postupů, komunikace, hmotných toků, informačních toků a dalších je velmi dobrým měřítkem vyspělosti firmy jako takové. O firmě, která nemá zavedeny standardy alespoň pro nejdůležitější procesy, je

možné bez nebezpečí omylu říci : "Zde se masově plýtvá všemi zdroji - časem, prací, materiálem,.. " [12]

## 4 VÝROBA

Výrobní systémy předních světových firem *projektují* všechny procesy, od přísunu materiálu do výroby po expedici hotových výrobků, do jednoho plynulého toku. Naši výrobní manažeři si potřebují vytvořit větší časový prostor a podmínky k projektování výrobních systémů. Většinou všechno úsilí věnují pouze dispečerskému řízení a na projektování jim už nezbyvá čas. A to se musí rozhodně změnit. Je třeba se zbavit zúženého pohledu na pracovní procesy. Pokusit se věci vidět v jiném úhlu a světle. Produktivita je spíše otázkou projektování než dispečerského řízení. Zaměstnanci a manažeři předních světových firem uplatňují dynamický pohled na výrobní systém. Učí se identifikovat a eliminovat všechny ztráty, které v hladkém výrobním toku objeví.

### 4.1 Typy výrob

Na způsob organizování výroby má zásadní vliv stupeň její standardizace, neboli rozsah jejího výstupu. Můžeme se setkat s unikátní produkcí, jakou je například vesmírná sonda a pivovar na jedné straně a na druhé straně třeba proces hromadné výroby šroubů. Za příklad produktivní velkosériové výroby bývá považována výroba automobilů – kolébka managementu. Ve světě se rozeznávají čtyři typy výrob (dle množství jejího výstupu):

- **Projekt (Project)** je množina výrobních činností směřující k dosažení unikátního výrobního cíle. Dnešní projekty obvykle mívají širší rozsah unikátních činností. Příkladem může být vývoj nového výrobku, instalace pružné výrobní linky, přestěhování složitého výrobního zařízení z jedné haly do druhé atd. Společným prvkem všech projektů je regulovaný časový rámec, pevný začátek a konec prací. S řízením výrobních projektů se setkáváme čím dál častěji a tento trend bude jistě dále pokračovat.
- **Kusová výroba (Unit/Batch production)** produkuje určitý typ různých výrobků v malých množstvích. Výrobky se liší dle zákaznickovy specifikace potřeb. Kusová výroba je většinou spojena s technologickým uspořádáním výrobního procesu (Job shop). Příkladem je závod provádějící generální opravy brusek nebo výroba letadel.
- **Sériová (opakovaná) výroba (Repetitive production)** se týká produkce jednoho nebo několika podobných výrobků/služeb. Pokročilý stupeň aplikované standardizace umožňuje dosáhnout značného stupně efektivnosti. Sériová výroba dneška je

charakteristická nasazením určitého počtu specializovaného zařízení, včetně dílčí pružné automatizace.

- **Hromadná výroba (Continuous processing)** je využívána pro výrobu uniformních výrobků a služeb. Široká aplikace unifikace skutečně umožňuje dosáhnout nejvyššího stupně efektivnosti. Hromadná výroba je charakteristická předmětným uspořádáním výrobního procesu (Flow shop). Typickým výrobním zařízením je montážní linka s nasazením vysoce specializovaného zařízení a automatizace.

Historicky významným výrobním systémem je kupříkladu systém vynalezený Henrym Fordem. Mezi dodnes uznávané prvky Fordova výrobního systému, jež můžeme dnes vidět v dalších výrobních světa v dokonalé podobě, jsou:

- Dopravní pás, na kterém se výrobky pohybovaly pracovním procesem. Práce přicházela k zaškoleným dělníkům.
- Dělbá práce, kdy dělníci obhospodařovali pouze jeden krok pracovní posloupnosti. Vznikala pracoviště, na kterých jednotliví pracovníci prováděli montáž určitých celků, jako byl motor nebo podvozek. Ford zvýšil efektivitu rozbitím pracovních sekvencí do jednoduchých, opakovaných úkolů a rozložil tyto úkoly podél výrobní linky.
- Integrovaný dodavatelský řetězec kooperovaných dílů a materiálů. Ford začal k tomu účelu standardizovat pracovní úkony i díly. Ty do sebe vhodně zapadaly, což zvýšilo užitnost a produktivitu.

Moderní výrobní systémy dneška po Fordově vzoru fungují jako obrovské dopravníky. Začínají požadavky zákazníků a končí dodávkou hotových výrobků. Zahrnují i rychlé seřizování strojů, integrovanou kontrolu kvality a údržbářskou činnost. Zaměřit pozornost hlavně na produktivitu přináší velké výhody. Zvýrazní se veškeré ztráty a pomůže se i zlepšování kvality tím, že je třeba problémy při jejich výskytu ihned identifikovat a řešit. [13]

## 5 MSA – ANALÝZA SYSTÉMŮ MĚŘENÍ

### 5.1 Co je MSA?

MSA – Measurement Systems Analysis – Analýza Systémů Měření je uceleným systémem studií, které mají za cíl:

- Určit způsobilost systému měření.
- Určit zdroje variability systému měření.
- Popsat zdroje variability statistickými a metrologickými veličinami.
- Přinést potřebné informace o systému měření. [14]

### 5.2 Základní pojmy

#### 5.2.1 Proces měření

Měření můžeme definovat jako proces přiřazování čísel daným hmotným položkám, které představují vztahy mezi nimi s ohledem ke konkrétním vlastnostem.

Proces přiřazování čísel = proces měření

Přidělené hodnoty = hodnoty měření

#### 5.2.2 Měřidlo

Jakýkoliv prostředek použitelný pro získávání údajů. Často se tento termín vztahuje pro prostředky používané na dílně. Zahrnujeme zde i kalibry.

#### 5.2.3 Systém měření

Soubor operací, postupů, měřidel a dalšího vybavení, software a osob, který se používá k přiřazení čísla zjišťované charakteristice. Jde o kompletní proces, který se používá pro získání výsledků měření.

#### 5.2.4 Naměřená data a jejich kvalita

Kvalita naměřených dat úzce souvisí se statistickými vlastnostmi opakovaných měření, která jsou získána systémem měření za stálých podmínek.

Vysoká kvalita = všechna měření jsou blízka správné hodnotě

Nízká kvalita = některá nebo dokonce všechna měření daleko od správné hodnoty

Pro specifikování kvality naměřených dat se používají zejména 2 statistické veličiny: úchylka (poloha dat vzhledem ke správné hodnotě) a rozptyl. Tzn. pokud máme příliš vysokou variabilitu dat - kvalita měření je nízká.

### 5.3 Variabilita měření

V měřicím systému existuje variabilita, která ovlivňuje jednotlivá měření a následně rozhodnutí založená na těchto údajích. Chyby systému měření

#### 1. Úchylka (*Bias*)

Alternativní používané názvy pro úchylku jsou strannost nebo přesnost měřidla. Úchylka je rozdíl mezi zjištěným průměrem měření a referenční hodnotou. Referenční hodnota je hodnota, která slouží jako smluvní reference pro měřené hodnoty. Můžeme ji určit zprůměrováním několika měření provedených měřicím zařízením na vyšší úrovni.

#### 2. Opakovatelnost (*Repetability*)

Opakovatelnost je variabilita výsledků měření, které získáme jedním měřicím přístrojem. Tento přístroj byl použit 1 pracovníkem pro opakované měření stejných charakteristik na stejném výrobku. (Také se jí říká inherentní přesnost měřicího zařízení).

#### 3. Reprodukovatelnost (*Reproducibility*)

Reprodukovatelnost je variabilita průměrů měření prováděných různými pracovníky, kteří používají stejné měřidlo pro měření stejné charakteristiky na stejném výrobku. Jde o variabilitu systému měření, která je způsobena rozdílností (chování) hodnotitelů.

#### 4. Stabilita (*Stability, Drift*)

Stabilita neboli drift je celková variabilita v měřeních, získaná měřicím systémem na stejném výrobku (etalonu) při měření stejné charakteristiky v delším časovém období. Stabilní systém nevykazuje v čase drift. Stabilita je podobná reprodukovatelnosti, s tím, že variabilitu nezpůsobuje hodnotitel, ale čas.

#### 5. Linearita

Linearita je rozdíl mezi hodnotami úchylky v předpokládaném operačním rozsahu měřidla.

Postupům pro vyhodnocení výše uvedených statistických veličin se někdy říká R&R měřidla, protože se nejvíce využívají k posouzení dvě statistické vlastnosti - opakovatelnost a reprodukovatelnost.

Tyto postupy jsou ve výrobě snadno pochopitelné i bez hlubší znalosti statistiky, a proto jsou i nejvíce využívány. [15]

### 5.3.1 Variabilita systému měření – R&R studie

- Opakovatelnost - variabilita výsledků měření vyprodukovaná jedním měřícím přístrojem, použitým opakovaně jedním hodnotitelem měřícím jednu identickou charakteristiku na stejném výrobku.
- Reprodukovatelnost - variabilita v průměrech měření provedených různými hodnotiteli za pomoci stejného měřícího přístroje pro měření stejné charakteristiky na stejném výrobku (pokud máme více měřidel, můžeme hovořit o reprodukovatelnosti měřidel – místo operátora měníme měřidla). [16]

## 6 REGRESNÍ A KORELAČNÍ ANALÝZA

Metody regresní a korelační analýzy slouží k poznání a matematickému popisu statistických závislostí a k ověřování deduktivně učiněných teorií. Jde o hledání, zkoumání a hodnocení souvislostí mezi dvěma a více statistickými znaky. Cílem tohoto zkoumání je hlubší vniknutí do podstaty sledovaných jevů a procesů určité oblasti a tím i přiblížení k tzv. *příčinným* (kauzálním) souvislostem (závislostem).

### 6.1 Regresní analýza

Regresní analýza se používá při zkoumání závislostí dvou a více číselných proměnných. Je to souhrn statistických metod a postupů sloužících k odhadu hodnot nebo středních hodnot nějaké proměnné odpovídající daným hodnotám jedné či většího počtu vysvětlujících proměnných.

V ekonomii se regresní analýza rozšířila snad nejvíce při analýze a prognózování spotřeby a poptávky, kdy se konstruovaly různé regresní modely sloužící k odhadu střední (průměrné) spotřeby či poptávky domácností s různým příjmem, s různým počtem členů, s různým počtem dětí apod.

Snahou regresní analýzy je nalézt „idealizující“ matematickou funkci takovou, aby co nejlépe vyjadřovala charakter závislosti a co nejvěrněji zobrazovala průběh změn podmíněných průměrů závisle proměnné. Tato svojí podstatou hypotetická funkce se nazývá *regresní funkce*. Cílem regresní analýzy je co nejlepší přiblížení empirické (vypočítané) regresní funkce k hypotetické regresní funkci.

### 6.2 Korelační analýza

Často se setkáváme s případem, kdy máme dvě či více proměnných a kdy kterákoliv z nich může vystupovat v roli vysvětlované a druhá či zbývající v roli vysvětlujících proměnných. Zkoumá-li se například souvislost výdajů na zboží A a na zboží B, pak v mnoha případech má význam vysvětlovat změny výdajů na zboží A změnami výdajů na zboží B a rovněž změny výdajů na zboží B vysvětlovat změnami výdajů na zboží A. Jinými slovy, vztah mezi výdaji na oba druhy zboží zkoumáme jako dvoustranný.

V takových případech považujeme n zjištěných dvojic hodnot obou proměnných za hodnoty dvourozměrné náhodné veličiny a hledáme její dvourozměrný pravděpodobnostní mo-



del. V případě většího počtu proměnných pak považujeme v případech tohoto druhu n pozorovaných trojic, čtveřic atd. hodnot za hodnoty trojrozměrné, čtyřrozměrné atd. náhodné veličiny a hledáme vhodný trojrozměrný, čtyřrozměrný atd. pravděpodobnostní model. [17]

## **II. ANALYTICKÁ ČÁST**

## 7 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

### 7.1 Základní charakteristika firmy

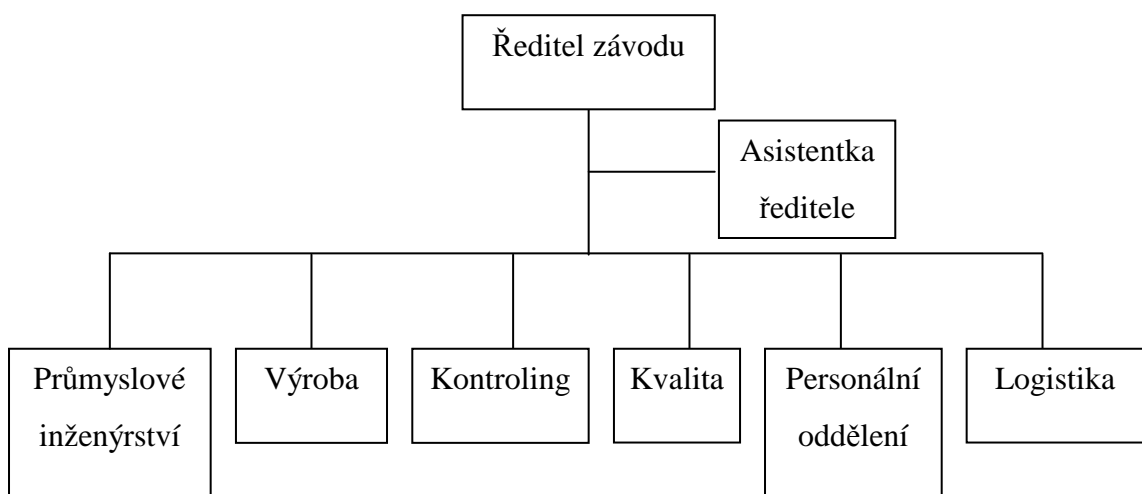
Firma XY vznikla v roce 1998, sídlí na jižní Moravě a je dceřinou společností americké firmy. Hlavním předmětem její činnosti je kovoobráběčství a výroba plastových výrobků. Firma XY poskytuje elektrické rozvodové systémy, konektory pro automobilový průmysl, pro domácí spotřebiče, pro telekomunikace a obchod.

Výroba je rozdělena do tří úseků:

- lisování plechů
- vstřikování plastů
- montáž

### 7.2 Organizační struktura firmy XY

Na Obr. 12 je znázorněna jednoduchá organizační struktura firmy XY. Tato podoba organizační struktury je v podniku platná k roku 2008. Podnik je rozdělen do 6 oddělení, a to Průmyslové inženýrství, Výroba, Kontroling, Oddělení kvality, Personální oddělení a Oddělení logistiky.



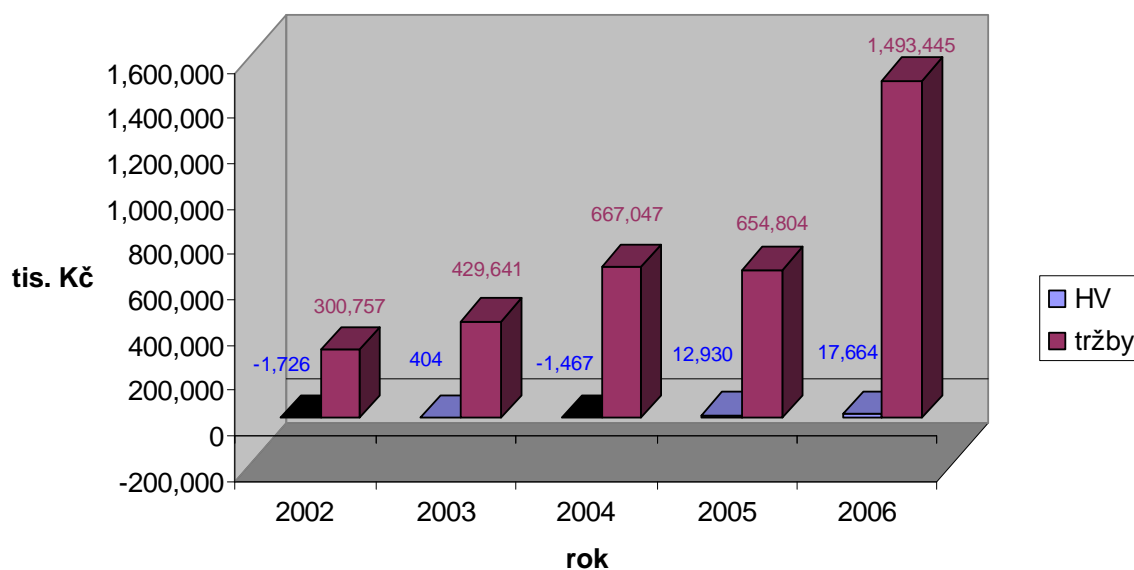
Obr. 12. Organizační struktura firmy XY

### 7.3 Vývoj tržeb a hospodářského výsledku

V níže uvedené tabulce (Tab. 1) a grafu (Obr. 13) můžeme sledovat, jak se vyvíjely tržby a hospodářský výsledek firmy XY v letech 2002 až 2006. V roce 2004 vzrostly tržby, ale přitom poklesl hospodářský výsledek až do minusové částky, bylo to způsobeno akvizicí a vytvořením spousty opravných položek.

Tab. 1. Vývoj tržeb a HV v letech 2002 - 2006

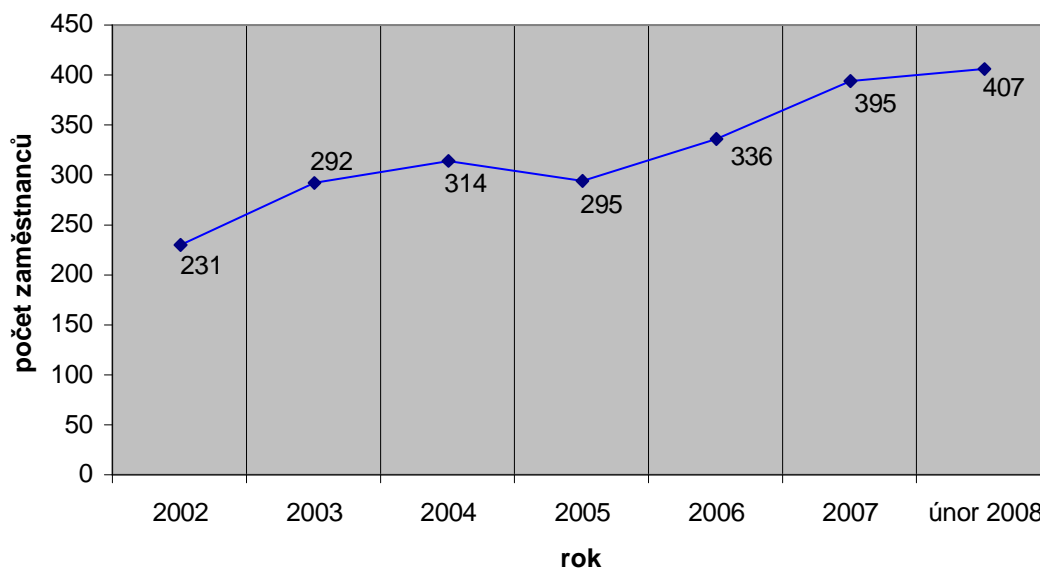
v Kč	2002	2003	2004	2005	2006
<b>tržby</b>	300 757 000	429 641 000	667 047 000	654 804 000	1 493 445 000
<b>HV</b>	-1 726 000	404 000	-1 467 000	12 930 000	17 664 000



Obr. 13. Vývoj tržeb a HV v letech 2002 – 2006

## 7.4 Vývoj počtu zaměstnanců

Vývoj počtu zaměstnanců firmy XY v letech 2002 až 2008 je zachycen v grafu (Obr. 14). Počet zaměstnanců od roku 2005 neustále roste, v únoru letošního roku to činilo 407 zaměstnanců.



Obr. 14. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 2002 – 2008

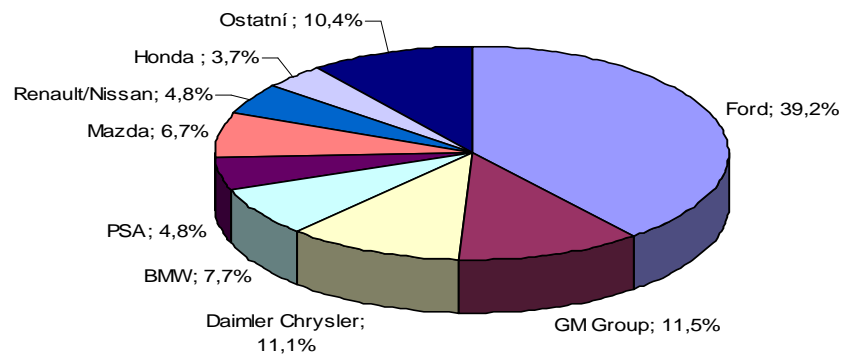
## 7.5 Řízení kvality

System jakosti ve firmě XY byl budován v roce 2002, následovala certifikace ve shodě s požadavky ISO 9001:2000. Účinnost systému byla prokázána jak v oblasti realizačních procesů – přezkoumání požadavků týkajících se výrobku, plánování realizace výrobku, nakupování, řízení výroby a poskytování služby, zachování shody výrobku, měření a monitorování procesů a výrobků, tak v oblasti podpurných procesů (např. řízení dokumentů a záznamů, řízení lidských zdrojů, řízení interních auditů, řízení neshodného výrobku, řízení nápravných a preventivních opatření).

Jsou vytvořeny předpoklady pro další zlepšování jakosti. System managementu jakosti je založen na aplikaci a používání dokumentovaných postupů, aplikaci analýz s cílem zlepšovat procesy a výrobky, stanovení cílů jakosti pro všechny úrovně organizace a jejich hodnocení.

## 7.6 Zákazníci firmy XY

Na grafu (Obr. 15) jsou uvedeni přední odběratelé výrobků firmy XY. Největšími odběrateli jsou automotivy Ford, GM Group, Daimler Chrysler a BMW. Velmi významným odběratelem je také společnost Grundfoss, která není automotivem.



Obr. 15. Zákazníci firmy XY

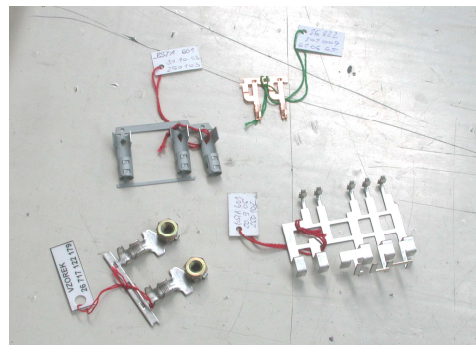
## 7.7 Výrobní sortiment

Níže jsou zobrazeny výrobky z každého oddělení, a to z oddělení Lisovna plechů, Vstříkova plastů a Montáž.

1. Výrobky z oddělení Lisovna plechů:

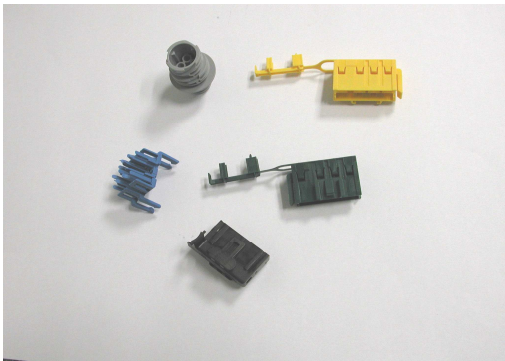


Obr. 16. Komponenty pro konektory



Obr. 17 Komponenty pro konektory

## 2. Výrobky z oddělení Vstřikovna plastů:

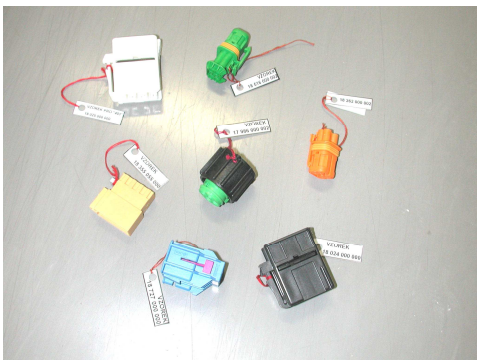


Obr. 18. Komponenty pro konektory

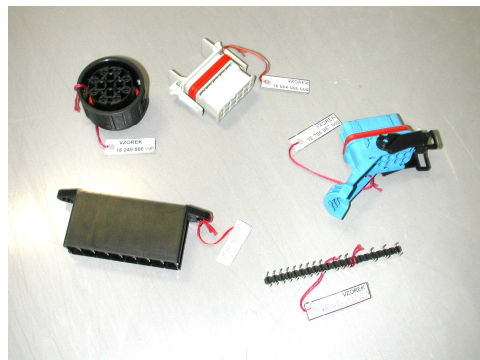


Obr. 19. Komponenty pro konektory

## 3. Výrobky z oddělení Montáž:



Obr. 20. Konektory



Obr. 21. Konektory

## 7.8 Výrobní úseky

Podrobněji se budu zabývat lisovnou plechů, protože na tomto pracovišti budu provádět analýzu současného stavu i implementaci metody SMED.

### 7.8.1 Lisovna plechů

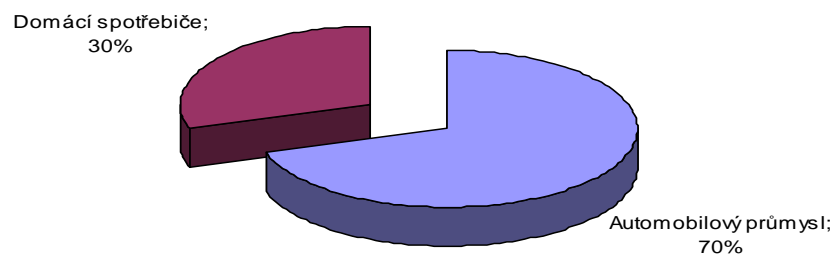
Lisovna plechů začala s provozem ve firmě XY koncem roku 2001 prací na dvou vysokorychlostních vysekávacích lisech švýcarské značky BRUDERER (Obr. 22). V České republice se jedná o málo rozšířené odvětví, protože stroje BRUDERER jsou speciální stroje, které lisují v rozmezí 100 až 1500 úderů za minutu.

Toto pracoviště vyprodukuje více než 200 milionů dílů za rok.



Obr. 22. Vysokorychlostní vysekávací lis

Ze 70% se firma zabývá lisováním konektorů pro automobilový průmysl, zbylých 30% pak tvoří produkce dílů pro domácí spotřebiče a ostatní.



Obr. 23. Rozdělení konektorů

V současné době disponuje firma XY 13 lisovacími automaty: 8x 25 tunové, z toho 1 s CNC řízením, 4x 50 tunové s CNC řízením a jeden 80 tunový.

Největší rozšíření výroby nastalo v roce 2003, kdy lisovna plechů zahájila pravidelný třísměnný provoz. Výroba postupně narůstala a zvyšoval se i počet potřebných nástrojů.

S přibývajícím počtem nástrojů musela být zvýšena kapacita skladu nástrojů. Skladové prostory byly vybaveny novými regály a elektrickým zakladačem, který je z důvodů



bezpečnosti vybaven kamerovým systémem. V současnosti firma disponuje 252 nástroji, které jsou schopny vyrábět až 1274 druhů artiklů. K těmto nástrojům byly pořízeny 2 skladové systémy náhradních dílů Paternoster (Obr. 24).



*Obr. 24. Skladový systém náhradních dílů Paternoster*

V roce 2003 byl rozšířen a dovybaven provoz nástrojárny o brusku na plocho a mostový jeřáb a také byla pořízena jeřábová dráha na usnadnění manipulace s materiálem a zabezpečení bezpečnosti práce při nasazování materiálu.

V roce 2004 proběhlo školení nástrojářů a seřizovačů kolegy z Německého závodu a seřizovači a mistři byli proškoleni u firmy BRUDERER přímo ve výrobním závodu ve Švýcarsku.



*Obr. 25. Lisovna plechů*

### 7.8.2 Vstříkovna plastů

Toto pracoviště se zabývá výrobou komponentů pro konektory, pojistkových skříní, releových patič pro automobilový průmysl a v menším objemu také výrobou komponentů pro konektory pro domácí spotřebiče. Jeho celkový výkon je asi 120 milionů dílů za rok na 35 vstříkolisech, s uzavírací silou od 150 do 2000 kN. Pro výrobu se používá 329 forem.



*Obr. 26. Vstříkovna plastů*

### 7.8.3 Montáž

Montáž se nachází ve druhé hale firmy, kde zabírá obě podlaží. Montují se zde díly dodávané především vlastními výrobními středisky – lisovna plastů a lisovna plechů a nakupované díly. Pracoviště vyprodukuje 30 milionů výrobků za rok na 95 různých montážních stanicích a montážních linkách. Zákazníky jsou zejména dodavatelé kabelových svazků pro automobilový průmysl a samotní výrobci automobilů.



*Obr. 27. Montáž*

## 8 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ KOVŮ

Tvářením kovů se rozumí technologický (výrobní) proces, při kterém dochází k požadované změně tvaru výrobku nebo polotovaru. Výhodami tváření jsou vysoká produktivita práce, vysoké využití materiálu a velmi dobrá rozměrová přesnost tvářených výrobků. Nevýhodou je vysoká cena strojů a nástrojů a omezení rozměry konečného výrobku.

Tváření kovů může probíhat:

- *za tepla*: teplota tváření je nad hodnotou 70 % teploty tání daného materiálu;
  - *za studena*: teplota tváření je pod hodnotou 30 % teploty tání tvářeného materiálu.
- Tvářením za studena se uskutečňuje trvalá změna tvaru materiálu působením vnější síly.

Podle působení vnějších sil se tváření kovů dělí na:

- *objemové tváření*: patří sem válcování, kování, protlačování, tažení drátů;
- *plošné tváření*: patří sem tažení, ohýbání, stříhání, apod.

Dále popíšu pouze plošné tváření kovů za studena - lisování, protože této technologii se na lisovně plechů ve firmě XY využívá.

### 8.1 Plošné tváření

Plošným tvářením se vyrábí součásti (výlisky), které mohou mít velmi malé rozměry nebo mohou být velkoplošného tvaru. Žádaného tvaru součásti se dosáhne bez podstatné změny průřezu nebo tloušťky výchozího materiálu. Mechanické vlastnosti se nemění. Jejich typickým rysem je nízká hmotnost, dostatečná pevnost i tuhost.

Základním výchozím polotovarem pro plošné tváření jsou ve firmě XY plechy dodávané ve svitcích. Svitky jsou svinuté pásy plechu, které mají značnou délku a používají se v hromadné a zpravidla automatizované výrobě výlisků z pásu, zejména pomocí nástrojů pro plošné tváření.

## 9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tak jako v každé firmě i ve firmě XY se najde spousta problémů, které je třeba řešit. V této části diplomové práce budu analyzovat současný stav ve firmě XY. Budu řešit problém standardizace výměny nástrojů.

Při analýze současného stavu jsem využila následující metody a nástroje:

1. videoanalýza – pořízení videonahrávky pomocí digitálního fotoaparátu.
2. fotoanalýza – pořízení fotek pomocí digitálního fotoaparátu.
3. metoda pozorování – pozorování pracovníků při výkonu práce.
4. metoda rozhovoru – nejvíce potřebných informací o procesu jsem zjistila díky osobním rozhovorům s pracovníky přímo na pracovišti.
5. Spaghetti diagram – pro zaznamenání všech cest pracovníků při výměně nástroje.
6. Minitab – statistický softwarový program pro řešení analýz dat.

### 9.1 Současná výměna nástroje

V této části popíšu, jak probíhá výměna nástroje na lisovně plechů v současnosti. Snímkovala jsem seřizovače A a seřizovače B při výměně nástroje. Nejdříve jak ji provádí každý sám a potom, když vyměňují nástroj spolu.

K analýze jsem používala videozáznamy, které byly zhotoveny při výměnách nástrojů, a také byly vytvořeny Spaghetti diagramy obou seřizovačů.



Obr. 28. Nástroj

### 9.1.1 Výměna nástroje prováděná seřizovačem A

Celková výměna nástroje, kterou prováděl seřizovač A sám, trvala 1 hodinu a 25 minut. Detailně zde popíšu kroky jeho postupu při výměně nástroje.

#### 9.1.1.1 Příprava pracoviště

Seřizovač A si před samotnou výměnou nástroje pracoviště nijak nepřipravoval. Nenachystal si nářadí, které bude při výměně potřebovat. Nepřichystal si vozík s novým nástrojem k lisu ani paletu s novým materiálem před lis a navíjedlo se špulí za lis.

#### 9.1.1.2 Samotná výměna nástroje

Seřizovač A nejdříve vypnul lis, otevřel kryt lisu, odstranil upínky, které připevňovaly nástroj k lisu a odstříhl pásový plech před a za nástrojem, aby mohl původní nástroj uvolnit. Potom odešel pro vozík odstavený u regálu s nástroji vzdáleném asi 10m od lisu, vrátil se s ním k lisu, demontoval původní nástroj a naložil ho na vozík. S původním nástrojem odešel k regálům u nástrojárny, uložil na vyhrazené místo, vzal z regálu nový nástroj, uložil ho na vozík a vrátil se s ním k lisu.

Po dopravení nového nástroje k lisu se seřizovač A začal věnovat výměně materiálu na odvíjedle. Nejdříve si ale musel zajet s vozíkem pro paletu s novým materiálem k regálům s hutním materiálem (pásovinou) vzdáleným asi 20m od lisu. Tam naložil nový materiál, vrátil se s ním zpět před lis, pak teprve upevnil materiál do odvíjedla a navedl jej k lisu. Potom se přesunul za lis, aby tam vyměnil původní navíjedlo za navíjedlo se špulí potřebné pro výrobky, které bude nový nástroj vyrábět. Navíjedlo opět nebylo předem nachystané, takže ho musel nejdřív přivést a pak vyměnit.

Jelikož neměl u lisu předchystáno potřebné nářadí, odešel si pro něj nejdřív k regálu umístěném za lisy. Potom se vrátil s nářadím k lisu, nářadí odložil na vozík a vložil do lisu nový nástroj. Usadil ho na své místo a pomocí upínek nástroj připevnil.

Následně vyměnil pod lisem bednu se starým odpadem za prázdnou bednu na odpad (měnil se materiál, proto musela být vyměněna i bedna s odpadem). Pak nastavil na lisu potřebné parametry pro správný chod nástroje (tyto hodnoty jsou dány pro každý nástroj specificky) a zapojil hlídání nástroje. Navedl pásek do nástroje a nastavil na lisu tloušťku a šířku materiálu podle pásku.

Nástroj promazal a upravil rychlost otáček (pracovní cyklus). Po vyrobení několika kusů výrobku je odstříhl a pomocí posuvného měřidla provedl kontrolní měření, následně tyto výrobky odnesl ke kontrole a čekal na sdělení od kontrolorů kvality, zda jsou výrobky v pořádku a může se začít se sériovou výrobou. Po obdržení informace, že jsou výrobky v pořádku, zapnul lis.

V tabulce (Tab. 2) jsou popsány jednotlivé činnosti, které při výměně nástroje seřizovač A prováděl včetně doby jejich trvání. Celkový naměřený čas výměny je interní, protože lis byl po celou dobu vypnutý. Jak je z popisu činností zřejmé, je možno mnoho činností převést z interních na externí. Takovéto činnosti jsou v tabulce barevně označeny.

Tab. 2. Výměna nástroje prováděná seřizovačem A

Č. operace	Postupný čas 0:00:00	Doba trvání činnosti	Popis činnosti
1.	0:00:02	0:00:02	Vypnutí lisu
2.	0:00:16	0:00:14	Otevření krytu lisu
3.	0:03:45	0:03:29	Odstranění upínek
4.	0:04:24	0:00:39	Odstrížení pásku před a za nástrojem
5.	0:08:47	0:04:23	Cesta pro vozík a zpět
6.	0:12:24	0:03:37	Umístění nástroje na vozík
7.	0:18:58	0:06:34	Cesta k regálům s původním nástrojem a zpět s novým nástrojem
8.	0:20:15	0:01:17	Cesta s vozíkem pro nový materiál
9.	0:23:02	0:02:47	Naložení nového materiálu
10.	0:24:01	0:00:59	Cesta s novým materiálem zpět k lisu
11.	0:29:54	0:05:53	Sundání starého a upevnění nového materiálu do odvíjedla
12.	0:31:02	0:01:08	Navedení materiálu k lisu
13.	0:36:23	0:05:21	Přivezení nového navíjedla za lis
14.	0:41:25	0:05:02	Výměna starého navíjedla za nové
15.	0:44:56	0:03:31	Cesta pro nářadí a zpět, odložení nářadí u lisu
16.	0:49:26	0:04:30	Vložení nového nástroje do lisu
17.	0:54:36	0:05:10	Upevnění nástroje pomocí upínek
18.	0:55:03	0:00:27	Výměna beden na odpad
19.	0:59:24	0:04:21	Nastavení hodnot na lisu

20.	0:59:59	0:00:35	Zapojení hlídání nástroje
21.	1:02:38	0:02:39	Navedení pásku do nástroje
22.	1:07:47	0:05:09	Nastavení tloušťky a šířky materiálu na lisu
23.	1:09:57	0:02:10	Promazání nástroje a upravení otáček na lisu
24.	1:16:55	0:06:58	Vyrobení několika kusů výrobků
25.	1:20:03	0:03:08	Odstřižení několika kusů výrobků
26.	1:22:01	0:01:58	Provedení kontroly pomocí posuvky
27.	1:25:01	0:03:00	Odnešení ústřížku kontrolorům kvality a čekání na sdělení
28.	1:25:04	0:00:03	Zapnutí lisu
<b>INTERNÍ ČINNOST: 1:25:04</b>			

### 9.1.2 Výměna nástroje prováděná seřizovačem B

Sledovaná výměna nástroje, kterou prováděl seřizovač B sám, trvala 1 hodinu 18 minut. Níže popíšu jednotlivé kroky výměny, jak je prováděl seřizovač B.

#### 9.1.2.1 Příprava pracoviště

Seřizovač B, stejně jako seřizovač A, si před samotnou výměnou nástroje nepřipravil nářadí potřebné k demontáži původního a montáži nového nástroje. Také si nenachystal vozík potřebný k naložení nástroje, nový nástroj ani nový materiál k odvíjedlu a navíjedlo se špulí pro nové výrobky.

#### 9.1.2.2 Samotná výměna nástroje

Seřizovač B nejdříve vypnul lis, pak odešel k regálu s nářadím, tam si vybral nářadí, které bude při výměně potřebovat, vrátil se s nářadím k lisu a odložil ho.

Potom šel před lis a uvolnil z odvíjedla původní materiál, na vozíku si přivezl paletu s novým materiálem a nasadil ho do odvíjedla.

Přešel k lisu, otevřel kryt lisu a odstranil upínky, odstříhl pásek před a za nástrojem a nástroj uvolnil. Pak odešel pro vozík, na který následně vytáhl původní nástroj z lisu. S vozíkem odešel k regálům s nástroji a tam vyměnil původní nástroj za nový. S novým nástrojem na vozíku se vrátil zpět k lisu. Potom usadil nový nástroj do lisu a upevnil ho

upínkami. Navedl nový pásek do nástroje a nastavil šířku a tloušťku materiálu podle nového pásu. Nyní vyměnil bednu s odpadem za prázdnou.

Odešel za lis a tam vyměnil navíjedlo se špulí pro původní výrobky za nové. Vrátil se zpět k lisu a nastavil na něm všechny hodnoty důležité pro správný chod vyměněného nástroje a zapojil hlídání nástroje. Nástroj promazal a nastavil na lisu nový pracovní cyklus – upravil na lisu otáčky.

Po vyrobení několika kusů výrobků je odstříhl a pomocí posuvného měřidla provedl kontrolu podle kontrolního plánu, pak tyto výrobky odnesl kontrolorům kvality a očekával sdělení, zda jsou výrobky v pořádku a může se začít se sériovou výrobou. Po obdržení informace, že jsou výrobky v pořádku, zapnul lis.

V tabulce (Tab. 3) jsou uvedeny činnosti, které vykonával seřizovač B při výměně nástroje. U jednotlivých činností je vyjádřena také jejich doba trvání. Celkový naměřený čas výměny nástroje je interní. Barevně jsou označeny činnosti, které lze převést z interních na externí, tzn. že mohou být vykonány před vypnutím lisu.

Tab. 3. Výměna nástroje seřizovačem B

Číslo operace	Postupný čas 0:00:00	Doba trvání činnosti	Popis činnosti
1.	0:00:02	0:00:02	Vypnutí lisu
2.	0:03:22	0:03:20	Cesta pro nářadí a zpět k lisu, odložení nářadí
3.	0:07:57	0:04:35	Uvolnění původního materiálu z odvíjedla
4.	0:09:48	0:01:51	Přivezení palety s novým materiálem
5.	0:13:27	0:03:39	Nasazení nového materiálu do odvíjedla
6.	0:13:58	0:00:31	Cesta k lisu, otevření krytu lisu
7.	0:18:58	0:05:00	Odstranění upínek
8.	0:19:57	0:00:59	Odstřižení pásu před a za nástrojem
9.	0:21:44	0:01:47	Cesta pro vozík a zpět
10.	0:24:01	0:02:17	Vytažení původního nástroje z lisu
11.	0:28:55	0:04:54	Cesta s vozíkem pro nový nástroj a zpět k lisu
12.	0:32:12	0:03:17	Usazení nového nástroje do lisu



13.	0:36:23	0:04:11	Upevnění nástroje upínkami
14.	0:38:57	0:02:34	Navedení pásku do nástroje
15.	0:44:06	0:05:09	Nastavení tloušťky a šířky materiálu na lisu
16.	0:46:01	0:01:55	Výměna beden na odpad
17.	0:54:36	0:08:35	Výměna původního navíjedla za nové
18.	0:55:21	0:00:45	Cesta zpět k lisu
19.	0:59:24	0:04:03	Nastavení hodnot na lisu podle nového nástroje
20.	0:59:48	0:00:24	Zapojení hlídání nástroje
21.	1:01:04	0:01:16	Promazání nástroje
22.	1:03:11	0:02:07	Upravení otáček na lisu
23.	1:12:04	0:08:53	Vyrobení několika kusů výrobků
24.	1:13:41	0:01:37	Odstřižení několika kusů výrobků
25.	1:14:54	0:01:13	Provedení kontroly pomocí posuvky
26.	1:18:02	0:03:08	Odnešení ústřížku kontrolorům kvality a čekání na sdělení
27.	1:18:05	0:00:03	Zapnutí lisu
<b>INTERNÍ ČINNOST: 1:18:05</b>			

### 9.1.3 Výměna nástroje prováděná seřizovači A a B

Třetí analyzovanou výměnu nástroje prováděli seřizovači A a B spolu, tato výměna trvala 47 minut. Dále popíšu postup jejich činností při výměně nástroje.

#### 9.1.3.1 Příprava pracoviště

Opět neproběhla žádná příprava pracoviště, seřizovači si předem nenachystali ani náradí, které bude při výměně zapotřebí, ani nový nástroj, ani potřebné odvíjelo s novým materiálem a navíjedlo se špulí pro nové výrobky.

#### 9.1.3.2 Samotná výměna nástroje

Seřizovač A vypnul lis a odešel pro vozík, aby na něj mohl naložit původní nástroj, seřizovač B mezitím odešel pro potřebné náradí k výměně a přinesl ho k lisu.

Seřizovač A otevřel kryt lisu a odstranil upínky, které připevňovaly nástroj, seřizovač B zatím odstříhl pásek před a za nástrojem. Společně vytáhli nástroj na vozík a seřizovač A odešel s vozíkem k regálu, kde původní nástroj vyměnil za nový. S novým nástrojem se opět vrátil k lisu. Seřizovač B mezitím začal chystat odvíjedlo s novým materiálem.

Seřizovač A vložil nový nástroj do lisu a upevnil ho upínkami. Seřizovač B upevnil do odvíjedla nový materiál a navedl pásek do nástroje. Seřizovač A nastavil na lisu tloušťku a šířku materiálu podle pásku.

Seřizovač B přešel za lis, aby tam vyměnil nové navíjedlo se špulí pro nové výrobky, seřizovač A mezitím nastavil hodnoty na lisu podle nového nástroje, zapojil hlídání nástroje a promazal nástroj. Vyměnil bednu s odpadem za novou, pak upravil otáčky na lisu a čekal, až se vyrobí první kusy.

Po vyrobení několika kusů výrobku je odstříhl a pomocí posuvného měřidla provedl kontrolu podle kontrolního plánu, pak tyto výrobky odnesl kontrolorům kvality a oba seřizovači očekávali sdělení, zda jsou výrobky v pořádku a může se začít se sériovou výrobou. Po obdržení informace, že jsou výrobky v pořádku, zapnul seřizovač A lis.

V tabulce (Tab. 4) je zaznamenáno měření celkového času potřebného k výměně nástroje oběma seřizovači. U každé činnosti je uveden postupný čas naměřený na stopkách. Všechny činnosti v tabulce jsou interní. Barevně jsou označeny činnosti, které je možné převést z interních na externí.

Tab. 4. Výměna nástroje oběma seřizovači

Číslo operace	Postupný čas	Popis činností	
		Seřizovač A	Seřizovač B
1.	0:00:00	Vypnutí lisu	
2.	0:01:35	Cesta pro vozík a zpět	Cesta pro náradí a zpět
3.	0:02:04	Otevření krytu lisu	
4.	0:07:56	Odstranění upínek	Odstříhnutí pásku před a za nástrojem
5.	0:09:57	Vytažení nástroje z lisu na vozík	

6.	0:11:12	Cesta s vozíkem k regálu	Cesta s vozíkem pro paletu s novým materiálem
7.	0:13:27	Vyložení starého a naložení nového nástroje	
8.	0:14:54	Cesta s novým nástrojem zpět k lisu	
9.	0:17:24	Vložení nového nástroje do lisu	Upevnění nového materiálu do odvíjedla
10.	0:21:52	Připevnění nástroje upínkami	
11.	0:24:27	Nastavení tloušťky a šířky materiálu podle nového pásku	Navedení pásku do nástroje
12.	0:29:11	Nastavení hodnot na lisu	Přichystání nového navíjedla se špulí
13.	0:30:13	Zapojení hlídání nástroje	
14.	0:32:04	Promazání nástroje	
15.	0:33:17	Výměna beden s odpadem	
16.	0:35:47	Zvednutí otáček na lisu	
17.	0:38:18	Vyrobení prvních kusů výrobků	
18.	0:39:57	Odstřížení několika kusů výrobků	
19.	0:41:49	Provedení kontroly pomocí posuvky	
20.	0:47:18	Odnešení ústřížku kontrolorům kvality a čekání na sdělení	
21.	0:47:21	Zapnutí lisu	
<b>INTERNÍ ČINNOST: 0:47:21</b>			

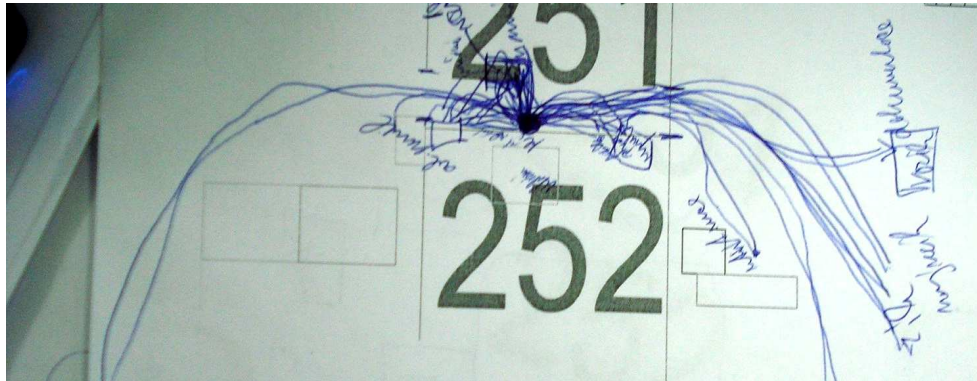
#### 9.1.4 Spaghetti diagramy seřizovačů A a B

Výměna nástroje ve 2 seřizovačích probíhala na lisu č. 252. Spaghetti diagramy byly vytvořeny za účelem zaznamenání pohybů obou pracovníků. Na Obr. 29 a 30 jsou zachyceny všechny cesty obou seřizovačů při výměně nástroje. Velká většina jejich přesunů zbytečně navýšovala interní čas výměny nástroje, protože často odcházeli pro věci, které již mohli mít nachystané před vypnutím lisu.

##### 9.1.4.1 Spaghetti diagram – seřizovač A

Seřizovač A vyměňoval nástroj z přední strany lisu. Na Obr. 29 lze vidět, že se často vzdaloval od lisu, protože neměl potřebné věci po ruce. Musel si odejít pro prázdný vozík, vrátit se s ním k lisu, po naložení původního nástroje šel zase s vozíkem k regálu, kde vyměnil

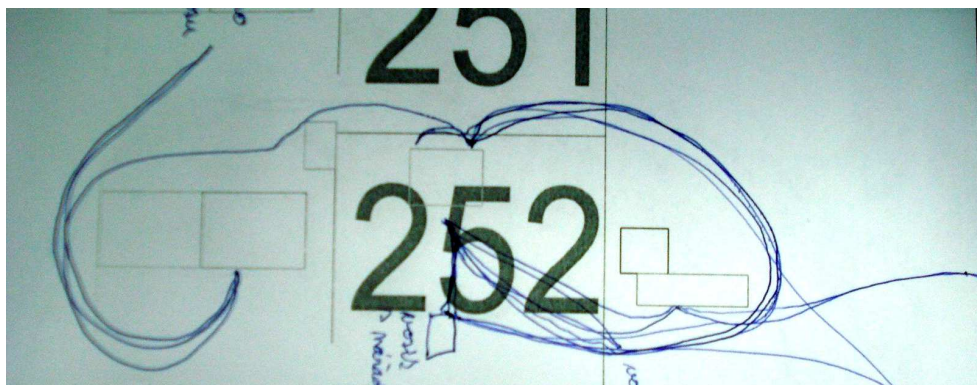
nástroje a s novým nástrojem zpět k lisu. Často také odcházel pro různé druhy nářadí, upínky nebo pro bednu na odpad.



Obr. 29. Spaghetti diagram – seřizovač A

#### 9.1.4.2 Spaghetti diagram – seřizovač B

Seřizovač B demontoval původní nástroj ze zadní strany lisu. Jak ukazuje Obr. 30, často stroj obcházel k přední straně, protože všechno nářadí potřebné k výměně nástroje bylo uloženo na vozíku u přední strany lisu. Podle potřeby si chodil nářadí měnit a vykonal tímto spoustu zbytečných cest. Nebyl předem připravený nový materiál, takže absolvoval cestu pro paletu s novým materiálem a také pro navíjedlo se špulí pro nové výrobky.



Obr. 30. Spaghetti diagram – seřizovač B

## 10 ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Z analýzy současné výměny nástroje bylo zjištěno, že časy potřebné pro výměnu nástroje jsou příliš dlouhé. Je to dáno především tím, že spoustu činností prováděných za klidu stroje lze provádět při chodu stroje – tedy interní činnosti převést na externí činnosti. V tabulce (Tab. 5) je souhrnně uvedeno kolik minut seřizovači potřebovali na přípravu, kolik na vlastní výměnu nástroje, seřizování a kolik minut na kontrolu výrobků.

Tab. 5. Souhrnné časy

čas v min.	Seřizovač A	Seřizovač B	Seřizovači A + B
<b>Příprava</b>	46	43	20
<b>Výměna nástroje</b>	19	15	9
<b>Seřizování</b>	15	14	12
<b>Kontrola výrobků</b>	5	6	6
<b>Celkový interní čas</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>47</b>

## 11 VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST

Prvním krokem při projektu implementace metody SMED v lisovně plechů ve firmě XY je minimalizovat interní čas výměny nástroje. Největší podíl interního času výměny nástroje zabírá pouhá příprava na výměnu nástroje (časy jsou barevně vyznačeny v Tab. 6). Tyto časy je potřebné převést na externí a tím zkrátit dobu, po kterou musí být lis vypnutý.

Tab. 6. Interní časy přípravy

čas v min.	Seřizovač A	Seřizovač B	Seřizovači A + B
<b>Příprava</b>	46	43	20
<b>Výměna nástroje</b>	19	15	9
<b>Seřizování</b>	15	14	12
<b>Kontrola výrobků</b>	5	6	6
<b>Celkový interní čas</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>47</b>

Velkým problémem pro firmu XY je subjektivní seřizování stroje každého ze seřizovačů. Podíl času na seřizování a kontrolu výrobků (časy jsou barevně vyznačeny v Tab. 7) na celkovém interním času výměny nástroje je alarmující. Jednotliví seřizovači konají svou práci každý jinak podle svých subjektivních zvyklostí. Další významnou komplikací, která ale musí být řešena odděleně, je problém nestejnětloušťky ocelových pásů, což seřizovače nutí k tomu, aby hodnoty na lisu několikrát opakovaně nastavovali až do té doby, než stroj začne vyrábět kvalitní kusy. Cílem firmy XY je eliminovat vliv lidského faktoru na seřizování a vytvořit standardní postupy při nastavení stroje. Tato standardizace by měla vést ke snížení zmetkovitosti a k větší kvalitě výrobků. Je potřeba zjistit, jak se variabilita tloušťky materiálu odráží na kvalitě výrobků.

Tab. 7. Interní časy seřizování a kontroly výrobků

čas v min.	Seřizovač A	Seřizovač B	Seřizovači A + B
<b>Příprava</b>	46	43	20
<b>Výměna nástroje</b>	19	15	9
<b>Seřizování</b>	15	14	12
<b>Kontrola výrobků</b>	5	6	6
<b>Celkový interní čas</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>47</b>

### **III. PROJEKTOVÁ ČÁST**

## 12 VYMEZENÍ PROJEKTU

### 12.1 Počáteční situace

Název projektu:

Navržení standardního postupu pro výměnu nástrojů na lisovně plechů pro konektory.

Historie projektu:

Firma XY se pro vypracování tohoto projektu na základě variability času seřízení stroje při výměně nástroje.

Použitý způsob řešení :

Na základě snímkování práce seřizovačů při seřizování lisu z jednoho artiklu výrobků na druhý zjistit všechny nedostatky v jejich činnosti. Na základě analýzy zjištěných nedostatků pak uspořádat workshop na téma „Standardizace výměny nástrojů na lisovně plechů“ a racionalizovat a posléze také standardizovat činnost seřizovačů.

### 12.2 Cíle projektu

Hlavní cíl projektu:

Cílem projektu je vytvoření standardu pro nastavení stroje pro seřízení lisu po ukončení výroby jednoho typu výrobku a před zahájením výroby druhého typu výrobku a využití navržené metodiky pro postupnou standardizaci všech seřizovacích činností.

Kriteria úspěchu:

- získání potřebných informací a využití všech dostupných zdrojů,
- maximální spolupráce se zaměstnanci podniku,
- podpora managementu,
- bezchybné provedení analýzy současné situace,
- finanční nenáročnost pro firmu,
- jednoduchost, srozumitelnost a praktičnost navrhovaných řešení.



Co není součástí projektu:

Součástí projektu není technické řešení zdokonalující používané nástroje.

### 12.3 Omezení projektu

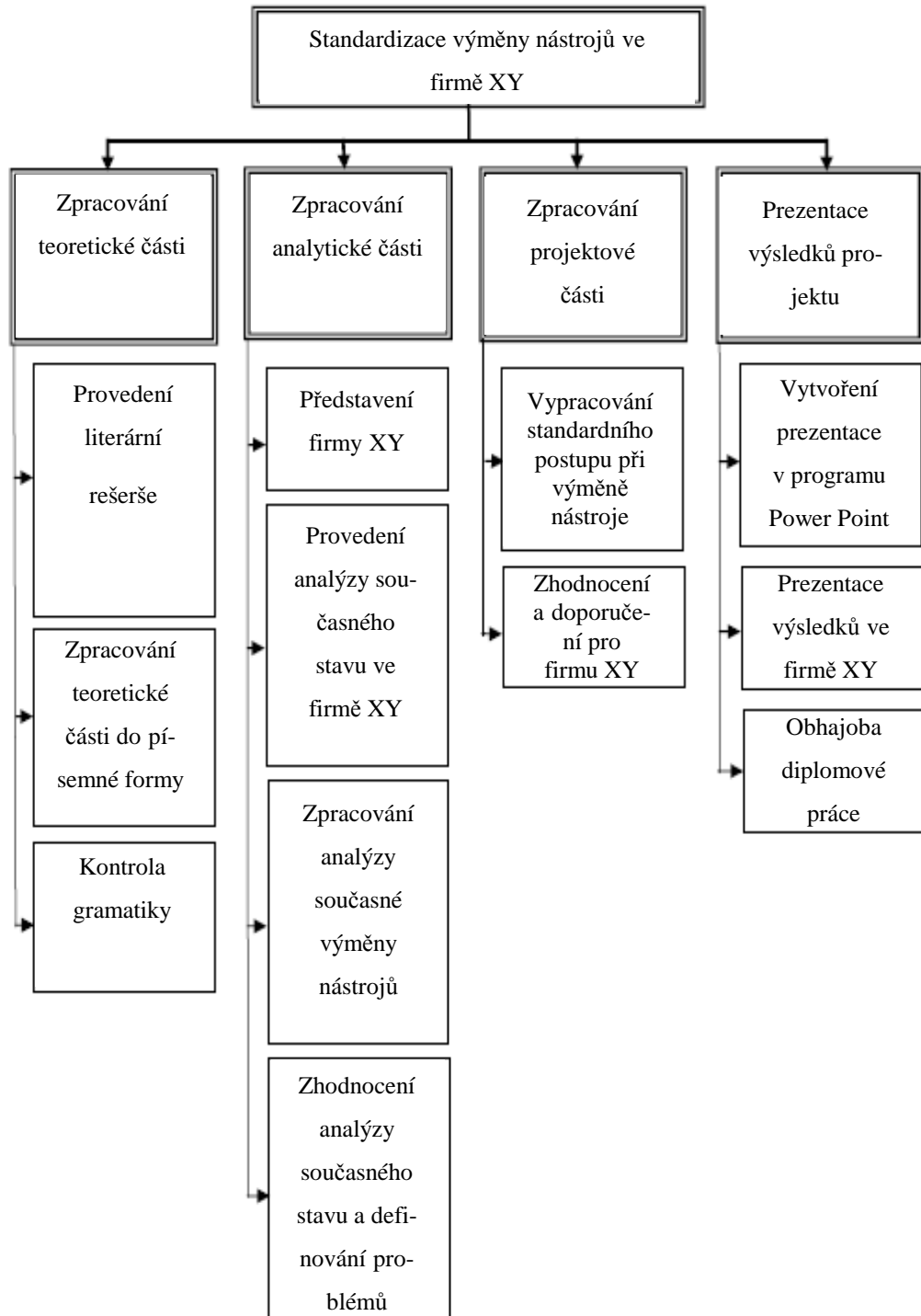
Rizika projektu:

- neochota pracovníků přistupovat na změny – mají svůj zaběhlý postup činností a nechtějí se přizpůsobovat něčemu novému,
- nepochopení významu projektu pracovníky – pracovníci nevidí smysl projektu; nechápou, proč by se mělo něco měnit,
- špatná komunikace a vztahy – jak na pracovišti, tak mezi pracovníky a vedením firmy,
- nedostatečná kvalifikace zainteresovaných lidí – určité seřízení stroje umí jen některý ze seřizovačů; souvisí s neochotou učit se něčemu novému a s nedostatečným školením pracovníků,
- všechny změny musí být prováděny za běžného provozu.

Podmínky projektu:

Postup projektu dodržuje zásady pro zpracování diplomové práce stanovené na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

### 12.4 Rozvrh prací



Obr. 31. Rozvrh prací

### 12.5 Časový plán

Milníky projektu:

11/07	12/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08
Oslovení firmy a vedoucího projektu	Definování témata projektu	Seznamování s firmou XY	Analýza současného stavu	Oficiální zadání diplomové práce	Vypracování projektu a návrhu řešení	Odevzdání a obhajoba diplomové práce

Obr. 32. Milníky projektu

Harmonogram projektu:

	11/07	12/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08
Definování a schválení projektu							
Seznamování s firmou XY							
Analýza současného stavu							
Vypracování projektu a návrhu řešení							
Odevzdání diplomové práce 5.5.08							
Obhajoba diplomové práce							

Obr. 33. Harmonogram projektu



## 13 PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ

Pro vyřešení problému časové náročnosti výměny nástrojů v lisovně plechů byl ve firmě XY uskutečněn 2-denní workshop. Během prvního dne byly pořízeny snímky práce seřizovačů při výměně nástroje, které jsou uvedeny v analytické části a byla navržena opatření vedoucí ke snížení interního času výměny nástroje. Během druhého dne probíhaly výměny nástrojů podle navržených opatření.

### 13.1 Navržená opatření

Při dosavadním způsobu provádění výměny nástroje tvoří největší podíl času příprava na výměnu nástroje, která zabírá větší časový prostor než vlastní výměna nástroje. Využitím metody SMED lze významně zkrátit čas potřebný pro výměnu nového nástroje. Na základě provedených snímků pracovníků je zřejmé, že je důležité realizovat tato opatření pro zkrácení času výměny nástrojů před vypnutím lisu:

1. Zabezpečit pokud možno plánování výměny nástroje ve 2 seřizovačích.
2. Připravit předem potřebné nářadí na vozík (Obr. 34) a ten umístit k lisu, aby seřizovači měli nářadí při výměně nástroje „po ruce“ a nemuseli pro něj zbytečně chodit.



Obr. 34. Připravené nářadí

3. Přichystat prázdný vozík k lisu (Obr. 35), na který se po demontáži naloží původní nástroj.



*Obr. 35. Přichystaný prázdný vozík*

4. Přichystat k lisu vozík s novým nástrojem (Obr. 36), seřizovači se pak nemusí zdržovat s chozením pro nový nástroj.



*Obr. 36. Přichystaný vozík*

*s novým nástrojem*

5. Nastavit odvíjedlo s novým materiálem vedle původního (Obr. 37), pak nebude problém materiál během krátké chvíle vyměnit.



*Obr. 37. Odvíjedlo s novým materiálem*

6. Přednastavit navíjedlo se špulí pro nové výrobky (Obr. 38).



Obr. 38. Navíjedlo se špulí

## 13.2 Návrh standardního postupu činností

V navržených postupech činností byly eliminovány všechny činnosti související s přípravou na výměnu nástroje. Příprava potřebných věcí proběhla již před vypnutím lisu, a tím se závratně snížil interní čas výměny nástroje. Níže jsou uvedeny 2 navržené a odzkoušené postupy činností výměny nástroje, a to když vyměňuje jeden seřizovač a když vyměňují 2 seřizovači.

### 13.2.1 Výměna nástroje v 1 seřizovači

V Tab. 8 je uveden navržený standardní postup činností výměny nástroje pro jednoho seřizovače. Díky převedení činností potřebných na přípravu z interních na externí se celkový čas výměny snížil z 1 hodiny a 25 minut na 13 minut.

Tab. 8. Standardní postup činností pro 1 seřizovače

Č. operace	Postupný čas 0:00:00	Doba trvání činnosti	Popis činnosti
1.	0:00:02	0:00:02	Vypnutí lisu
2.	0:00:06	0:00:04	Otevření krytu lisu
3.	0:01:58	0:01:52	Odstranění upínek
4.	0:02:14	0:00:16	Odštížení pásku před a za nástrojem
5.	0:03:24	0:01:10	Umístění nástroje na vozík
6.	0:05:04	0:01:40	Výměna odvíjedla s novým materiálem za původní

7.	0:05:52	0:00:48	Navedení materiálu k lisu
8.	0:06:26	0:00:34	Vložení nového nástroje do lisu
9.	0:07:36	0:01:10	Upevnění nástroje pomocí upínek
10.	0:07:43	0:00:07	Výměna beden na odpad
11.	0:08:54	0:01:11	Nastavení hodnot na lisu
12.	0:08:59	0:00:05	Zapojení hlídání nástroje
13.	0:09:38	0:00:39	Navedení pásku do nástroje
14.	0:10:57	0:01:19	Nastavení tloušťky a šířky materiálu na lisu
15.	0:11:57	0:01:00	Promazání nástroje a upravení otáček na lisu
16.	0:12:55	0:00:58	Vyrobění několika kusů výrobků
17.	0:13:03	0:00:08	Odstřížení několika kusů výrobků
18.	0:13:51	0:00:48	Provedení kontroly pomocí posuvky
19.	0:14:21	0:00:30	Odnešení ústřížku kontrolorům kvality a čekání na sdělení
20.	0:14:24	0:00:03	Zapnutí lisu
<b>INTERNÍ ČINNOST: 0:13:24</b>			

### 13.2.2 Výměna nástroje ve 2 seřizovačích

Pro 2 seřizovače je navržený standardní postup činností uveden v Tab. 9. Díky převedení interního času přípravy na externí se snížila celková výměna nástroje ze 47 minut na 6 minut.

Tab. 9. Standardní postup činností pro 2 seřizovače

Číslo operace	Postupný čas	Popis činností	
		Seřizovač A	Seřizovač B
1.	0:00:00	Vypnutí lisu	
2.	0:00:02	Otevření krytu lisu	Odstřihnutí pásku před a za nástrojem
3.	0:00:06	Odstranění upínek z přední strany lisu	



4.	0:00:12		Odstranění upínek ze zadní strany lisu
5.	0:01:37	Vytažení nástroje z lisu na vozík	
6.	0:01:52	Vložení nového nástroje do lisu	
7.	0:02:07	Přípevnění nástroje upínkami z přední strany lisu	Přípevnění nástroje upínkami ze zadní strany lisu
8.	0:03:04	Nastavení hodnot na lisu	Nastavení tloušťky a šířky materiálu podle nového pásku
9.	0:03:52	Zapojení hlídání nástroje	
10.	0:03:57	Promazání nástroje	Navedení pásku do nástroje
11.	0:04:11	Výměna beden s odpadem	
12.	0:04:14	Upravení otáček na lisu	
13.	0:05:34	Vyrobění prvních kusů výrobků	
14.	0:05:57	Odstřižení několika kusů výrobků	
15.	0:06:01	Provedení kontroly pomocí posuvky	
16.	0:06:18	Odnešení ústrižku kontrolorům kvality a čekání na sdělení	
17.	0:06:47	Zapnutí lisu	
<b>INTERNÍ ČINNOST: 0:06:47</b>			

### 13.3 Nové Spaghetti diagramy

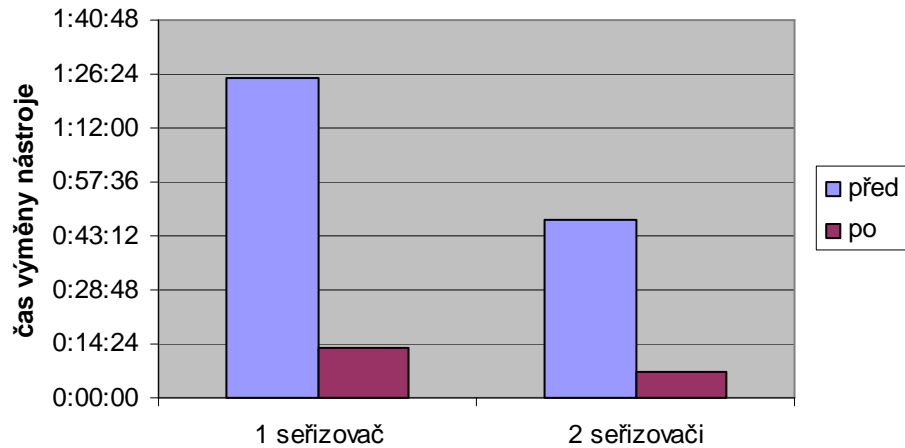
Pro zviditelnění rozdílu v počtu cest seřizovačů před a po zavedení uvedených návrhů na zrychlení výměny nástroje v podobě přípravy potřebných věcí před vypnutím stroje byly opět vypracovány Spaghetti diagramy obou seřizovačů (Obr. 39 a 40).

#### 13.3.1 Nový Spaghetti diagram – seřizovač A

Seřizovač A měl všechno potřebné nářadí připraveno na vozíku u lisu, nemusel už tedy pro něho nikam odcházet. Také měl u lisu nachystaný vozík na původní nástroj i vozík s no-



výměny nástroje, a to jak ve výměně nástroje prováděné jedním seřizovačem, tak ve výměně nástroje, kterou prováděli seřizovači dva.



Obr. 41. Graf interních časů výměn nástrojů

*před a po zavedení opatření*

### 13.5 Zjišťování vlivu tolerančního pole materiálu na kvalitu výrobků

Tento problém sice není přímo součástí zadání práce, ale přímo na ně navazuje, protože sebelepší racionalizace a standardizace práce seřizovačů ztrácí význam při současném úmorném opakovaném nastavování nástrojů z důvodu nutnosti eliminovat problémy způsobené příliš velkou variabilitou tloušťky polotovarových ocelových pásů. Pro rychlé seřízení stroje je důležité, aby lis začal hned po spuštění vyrábět kvalitní výrobky a seřizovač tak nemusel hodnoty na lisu přenastavovat. Smyslem následujících analýz je zjistit závislost mezi tloušťkou vstupního materiálu a rozměry vyrobených dílů, tedy kvalitou výrobků. Zabývala jsem se výhradně měřením tloušťky vstupního materiálu, abych zjistila, jak tento parametr ovlivňuje rozměry výrobků. Měřením šířky vstupního materiálu jsem se nezabývala protože tento rozměr nemá na kvalitu výrobku vliv. Potřebný díl plechu se z plechového pásu vystřihne, tudíž rozměry výrobků na šířce materiálu nezávisí.

### 13.5.1 Variabilita tloušťky vstupního materiálu

Pro zjištění variability tloušťky vstupního materiálu jsem provedla 30 měření po 5 minutách. Měřila jsem pomocí digitálního mikrometru (Obr. 42) a vše probíhalo za chodu výroby.

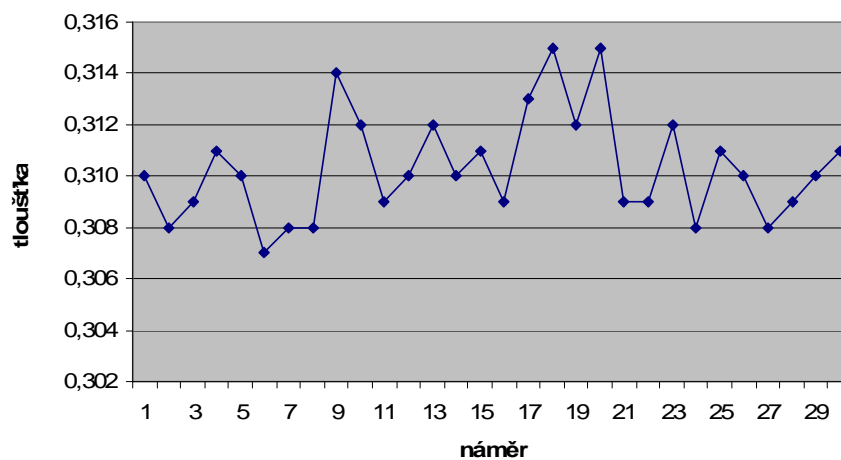


Obr. 42. Digitální mikrometr

Na grafu (Obr. 43) lze vidět, jak se mění tloušťka materiálu v průběhu měření. Z naměřených hodnot vyplývá, že tloušťka materiálu v jedné dodávce pásoviny je proměnlivá.

Podle kontrolního certifikátu materiálu, který je uveden v příloze P I. se musí hodnota tloušťky materiálu pohybovat v rozmezí 0,303 – 0,315 mm.

Nejmenší hodnota tloušťky materiálu, kterou jsem naměřila je 0,307 mm a největší hodnota je 0,315 mm, tzn. že tloušťka materiálu se pohybuje v tolerančních mezích.

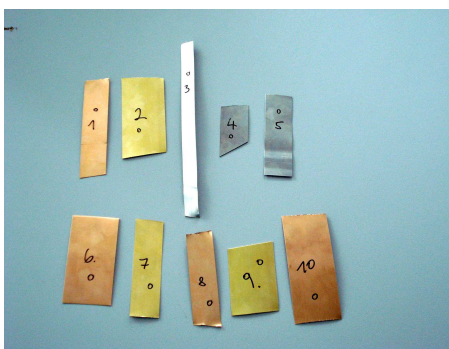


Obr. 43. Graf variability tloušťky materiálu

### 13.5.2 MSA – Analýza systému měření

MSA bylo provedeno za účelem ověření správnosti měření. Měřena byla tloušťka náhodně vybraných kusů materiálů (Obr. 44). Níže popíšu průběh analýzy systému měření :

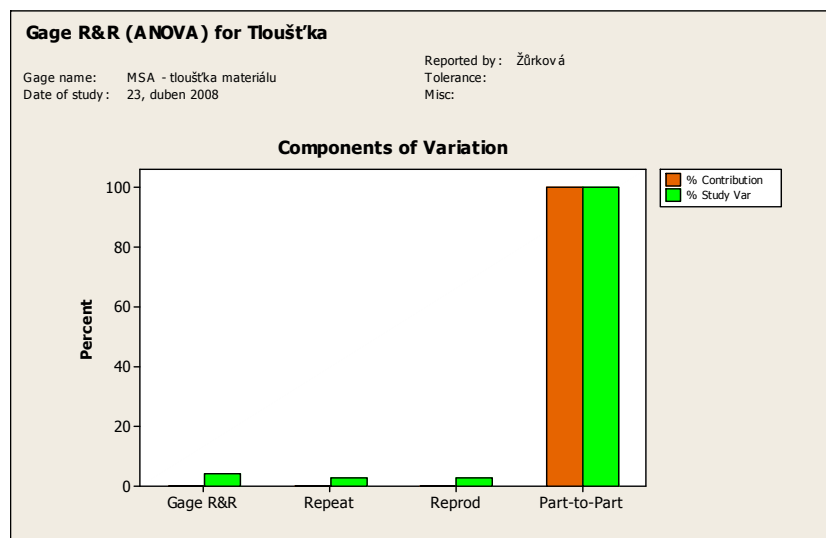
Měření bylo prováděno digitálním mikrometrem na 10-ti kusech různého materiálu třemi lidmi. Těchto 10 kusů měřily 2 vstupní kontrolorky a já, měření bylo opakováno třikrát.



*Obr. 44. Vzorky materiálů*

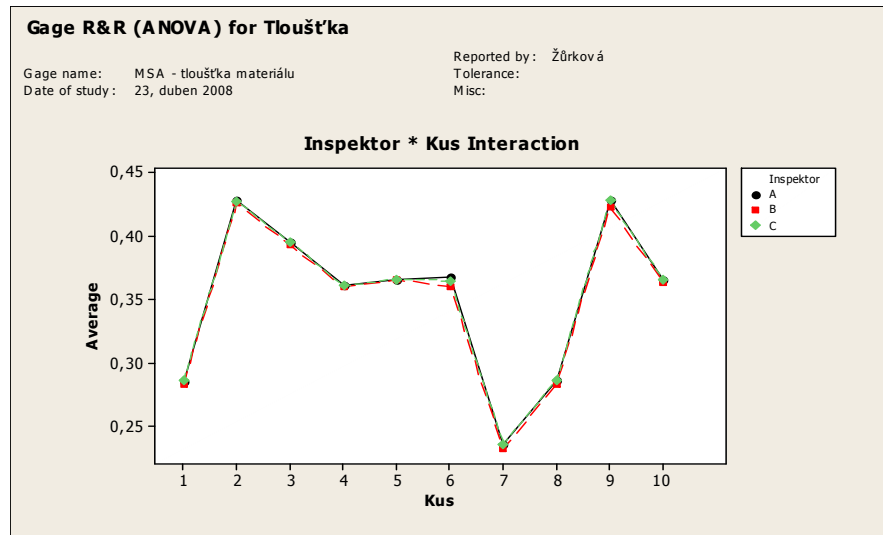
K provedení analýzy byl použit statistický software Minitab, který vyhodnotil správnost měření. Výsledky analýzy popíšu na následujících grafech (Obr. 45 a 46):

Sloupec Gage R&R je součtem sloupců vyjadřující opakovatelnost (Repetability - schopnost operátora vždy měřit pokaždé stejný kus na stejnou hodnotu) a reprodukovatelnost (Reproducibility - schopnost operátorů měřit stejným způsobem). Jeho hodnota musí být maximálně 10%, abychom měli jistotu, že měření probíhalo správně. V našem případě jsme se dostali pod hranici 10%, konkrétně jsme dosáhli 4%, takže se nám potvrdila správnost měření a následující měření je možné použít pro statistické zpracování dat .



Obr. 45. Graf MSA

Na grafu (Obr. 46) je vyznačeno, jak se shodovala měření jednotlivých měřitelů. Každá barva označuje jednoho měřitele, každý bod znamená průměr ze 3 naměřených hodnot tloušťky jednotlivých materiálů. Jak je z grafu patrné, naměřené hodnoty všech tří osob jsou téměř shodné.



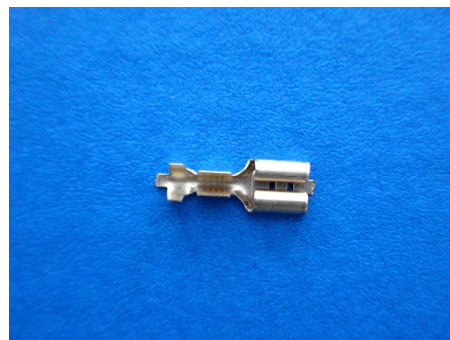
Obr. 46. Graf MSA

### 13.5.3 Zkoumání závislosti

Zjišťovala jsem, zda existuje závislost mezi tloušťkou určitého vstupního materiálu a rozměry výrobků z tohoto materiálu (Obr. 47 a 48).



Obr. 47. Materiál



Obr. 48. Výrobek

**Postup:**

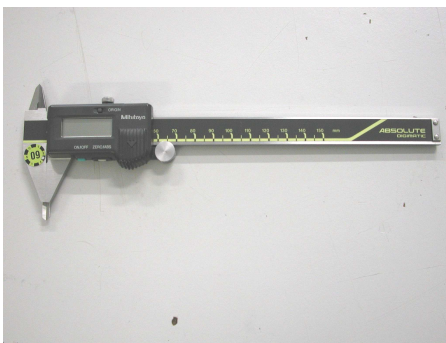
1. měření tloušťky materiálu
2. měření rozměrů výrobků
3. provedení MSA měření výrobků
4. zjišťování existence závislosti mezi tloušťkou materiálu a rozměry výrobků
5. provedení regresní analýzy

**13.5.3.1 Měření tloušťky materiálu**

Nejdříve jsem si na vstupním materiálu označila 30 úseků. Každý úsek byl dlouhý 2 cm, stejně jako je délka vyrobeného dílu. Pak jsem změřila digitálním mikrometrem tloušťku materiálu na těchto 30 úsecích, z kterých byly následně vyrobeny hotové díly.

**13.5.3.2 Měření rozměrů výrobků**

Na 30 vyrobených kusech jsem provedla měření 11-ti rozměrů výrobku dle výkresu uvedeného v příloze P II. Tyto rozměry jsem na výkrese zvýraznila, jsou označovány jako „H2“, „D2“, „B2“, „H1“, „D1“, „B1“, „7,5“, „30°“, „0,6“, „3,1“, „0,8“. Rozměry jsem měřila digitálním posuvným měřítkem a mikroskopem (Obr. 49 a 50).



Obr. 49. Posuvné měřítko



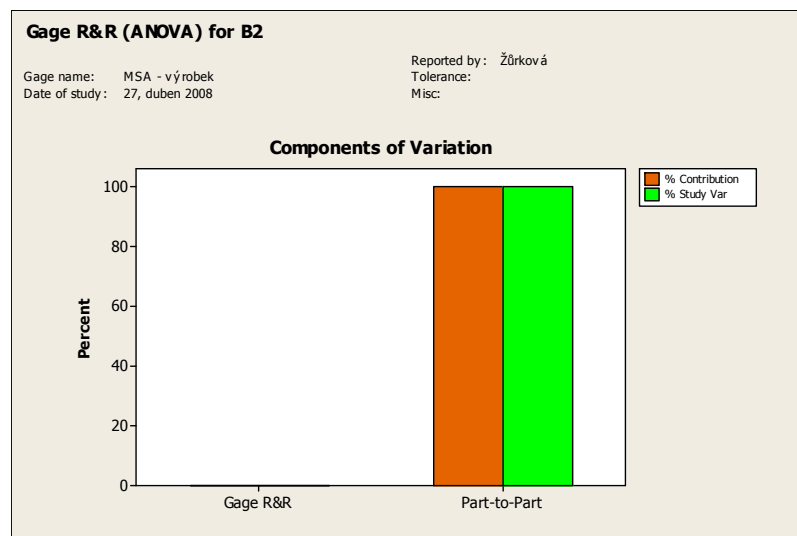
Obr. 50. Mikroskop



### 13.5.3.3 MSA výrobků

Měření rozměrů výrobku jsem opakovala třikrát na 10 kusech dílů a provedla jsem analýzu systému měření (MSA) těchto výrobků, abych si ověřila, zda jsem měřila správně – MSA potvrdila správnost měření .

Pro ukázkou uvedu na Obr. 51 výsledek MSA pro jeden z 11 měřených parametrů výrobků – z grafu je jednoznačné, že měření bylo provedeno správně. Hodnota sloupce Gage R&R je 0 %. Znamená to, že jsem měřila kusy vždy na stejnou hodnotu.



Obr. 51. Graf MSA

#### 13.5.3.4 Zjišťování existence závislosti

Pomocí programu Minitab jsem zjišťovala, které rozměry výrobku ovlivňuje tloušťka materiálu. Pomocí funkce korelace jsem postupně k tloušťce materiálu přiřazovala každý rozměr výrobku a program vyhodnotil (Obr. 52), zda je mezi těmito dvěma proměnnými závislost. Závislost vyjadřuje hodnota koeficientu P-Value – pokud existuje mezi proměnnými závislost, musí být koeficient menší než 0,05. Pokud je koeficient větší než 0,05, pak mezi proměnnými žádná závislost není. Barevně jsem označila, u kterých rozměrů se závislost projevila.

<b>Correlations: tloušťka mat.; H2</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and H2 = 0,445 <b>P-Value = 0,014</b>
<b>Correlations: tloušťka mat.; B2</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and B2 = -0,417 <b>P-Value = 0,022</b>
<b>Correlations: tloušťka mat.; B1</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and B1 = 0,199 P-Value = 0,291
<b>Correlations: tloušťka mat.; H1</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and H1 = 0,505 <b>P-Value = 0,004</b>
<b>Correlations: tloušťka mat.; 7,50</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and 7,50 = 0,030 P-Value = 0,877
<b>Correlations: tloušťka mat.; 3,10</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and 3,10 = -0,089 P-Value = 0,639
<b>Correlations: tloušťka mat.; 30°</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and 30° = -0,331 P-Value = 0,074
<b>Correlations: tloušťka mat.; 0,60</b>  Pearson correlation of tloušťka mat. and 0,60 = 0,446 <b>P-Value = 0,013</b>
<b>Correlations: tloušťka mat.; 0,80</b> Pearson correlation of tloušťka mat. and 0,80 = 0,215 P-Value = 0,255

Obr. 52. Výstup z Minitabu

V předchozím kroku jsem zjistila, že tloušťka materiálu ovlivňuje 4 z 11-ti měřených parametrů. Pro ostatních 7 rozměrů není tloušťka materiálu důležitá, tzn. nijak je neovlivní. Tudíž se těmito 7-mi rozměry už nebudu dále zabývat. V tabulce (Tab. 10) jsou přehledně vyznačeny parametry výrobku, které jsou ovlivňovány tloušťkou materiálu. Závislost mezi těmito 4-mi parametry a tloušťkou materiálu budu dále zkoumat.

Tab. 10. Naměřené hodnoty jednotlivých rozměrů výrobků

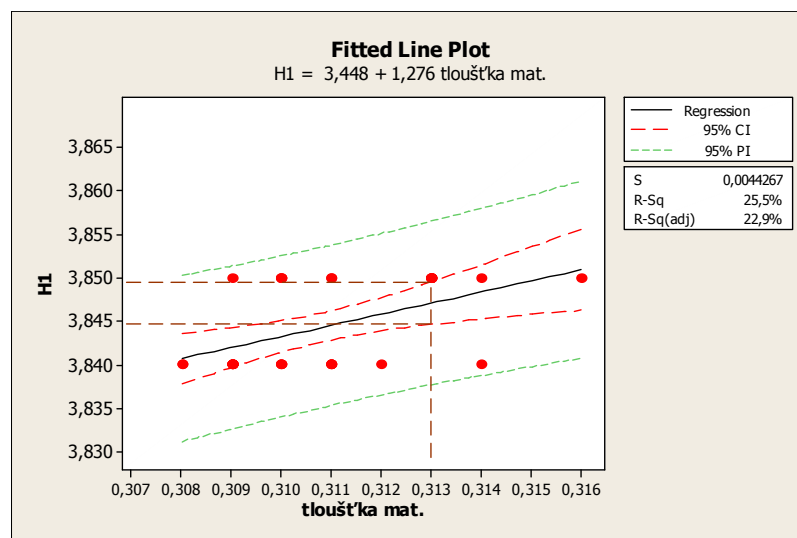
vzorek	tloušťka mat.	H2	D2	B2	D1	B1	H1	7,50	3,10	30°	0,60	0,80
1	0,308	5,36	OK	5,15	OK	3,58	3,84	7,51	2,99	26,00	0,57	0,85
2	0,308	5,37	OK	5,14	OK	3,58	3,84	7,51	2,99	26,50	0,57	0,84
3	0,309	5,36	OK	5,15	OK	3,58	3,84	7,51	2,99	26,00	0,60	0,85
4	0,309	5,36	OK	5,15	OK	3,59	3,84	7,52	2,99	25,50	0,58	0,84
5	0,310	5,36	OK	5,14	OK	3,59	3,84	7,54	3,00	26,00	0,63	0,85
6	0,311	5,36	OK	5,16	OK	3,59	3,84	7,51	2,99	26,00	0,64	0,84
7	0,309	5,36	OK	5,16	OK	3,59	3,84	7,51	2,99	26,50	0,63	0,84
8	0,311	5,36	OK	5,14	OK	3,59	3,84	7,51	2,99	26,00	0,64	0,85
9	0,310	5,36	OK	5,13	OK	3,60	3,84	7,51	2,99	25,00	0,63	0,84
10	0,309	5,36	OK	5,14	OK	3,59	3,84	7,52	2,99	25,00	0,63	0,84
11	0,312	5,36	OK	5,13	OK	3,58	3,84	7,51	2,98	25,00	0,62	0,83
12	0,314	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,84	7,51	2,99	25,00	0,64	0,84
13	0,311	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,84	7,51	2,99	26,00	0,64	0,85
14	0,309	5,36	OK	5,14	OK	3,60	3,84	7,51	3,00	25,00	0,61	0,85
15	0,311	5,36	OK	5,12	OK	3,59	3,84	7,52	2,98	25,00	0,61	0,85
16	0,310	5,37	OK	5,14	OK	3,60	3,84	7,51	2,99	25,00	0,64	0,85
17	0,309	5,36	OK	5,16	OK	3,58	3,84	7,51	2,98	25,00	0,63	0,86
18	0,313	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,51	2,99	25,00	0,63	0,84
19	0,309	5,36	OK	5,16	OK	3,59	3,85	7,51	2,98	25,00	0,63	0,86
20	0,311	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,51	2,99	25,00	0,63	0,86
21	0,316	5,37	OK	5,14	OK	3,60	3,85	7,51	2,99	25,00	0,63	0,86
22	0,313	5,37	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,52	2,99	25,00	0,62	0,87
23	0,313	5,37	OK	5,14	OK	3,59	3,85	7,51	2,99	25,00	0,64	0,86
24	0,314	5,37	OK	5,13	OK	3,58	3,85	7,52	2,99	26,00	0,62	0,85
25	0,313	5,37	OK	5,14	OK	3,59	3,85	7,51	2,98	25,00	0,64	0,84
26	0,311	5,37	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,51	2,98	25,00	0,62	0,85
27	0,310	5,37	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,52	2,98	25,00	0,61	0,85
28	0,313	5,37	OK	5,14	OK	3,59	3,85	7,52	2,98	25,00	0,61	0,86
29	0,310	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,51	2,98	25,00	0,61	0,84
30	0,310	5,36	OK	5,13	OK	3,59	3,85	7,50	2,99	25,00	0,64	0,84

### 13.5.3.5 Regresní analýza

Pro 4 rozměry dílu, u kterých bylo zjištěno, že jsou závislé na tloušťce materiálu, jsem provedla regresní analýzu. Regresní analýza nám ukáže, jak se budou měnit jednotlivé rozměry výrobku v závislosti na změně tloušťky materiálu.

Podrobně tento jev popíšu na grafu (Obr. 53 a 54), který vyjadřuje závislost mezi tloušťkou materiálu a rozměrem H1 (rozměr H1 vyjadřuje výšku drátového crimpu):

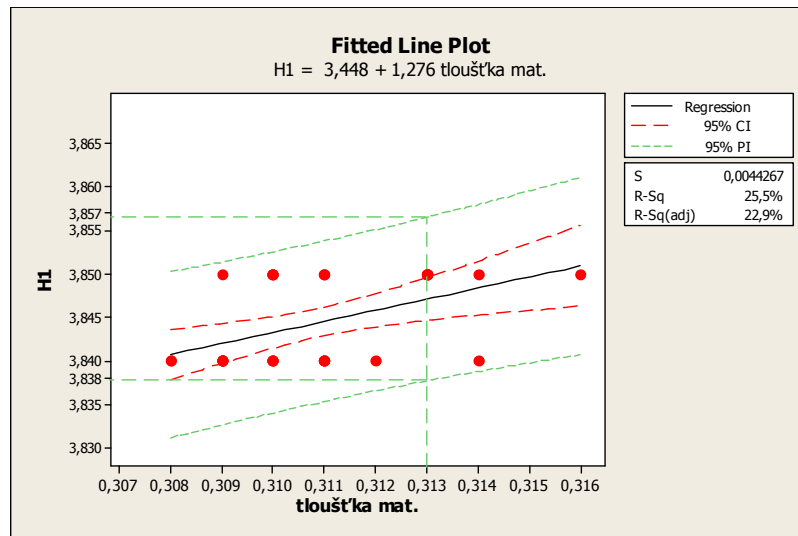
Na vodorovné ose jsou zobrazeny hodnoty tloušťky materiálu, na horizontální ose jsou zobrazeny hodnoty parametru H1 (výšky drátového crimpu). Plná čára představuje regresní přímku, která vyjadřuje lineární závislost mezi tloušťkou materiálu a parametrem H1. Červené body jsou naměřené hodnoty. Červené přerušované čáry (CI) představují pás spolehlivosti pro regresní přímku. Pás spolehlivosti říká, že s 95%-ní spolehlivostí leží hodnoty parametru H1 pro určitou tloušťku materiálu mezi těmito čarami, např. pro tloušťku materiálu 0,313 mm bude hodnota parametru H1 mezi 3,845 mm a 3,850 mm



Obr. 53. Graf regresní analýzy

Zelené přerušované čáry (PI) představují toleranční pás pro regresní přímku – v tomto pásu můžeme očekávat další nová měření. Znamená to, že v tomto rozmezí očekáváme s 95%-ní pravděpodobností příští hodnoty měřeného parametru pro určitou tloušťku materiálu, např. pro tloušťku materiálu 0,313 mm budeme očekávat, že příští naměřená hodnota

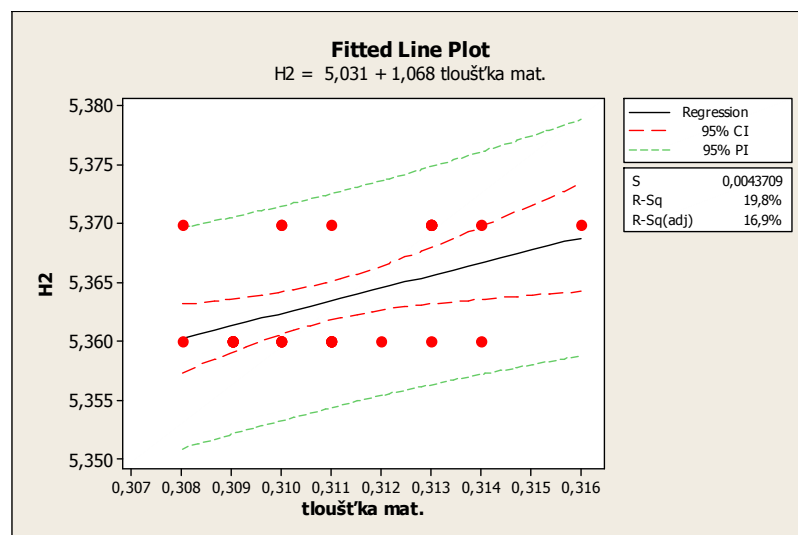
rozměru H1 se bude pohybovat v rozmezí 3,838 mm až 3,857 mm, tak jak je vyznačené v grafu (Obr. 54).



Obr. 54. Graf regresní analýzy

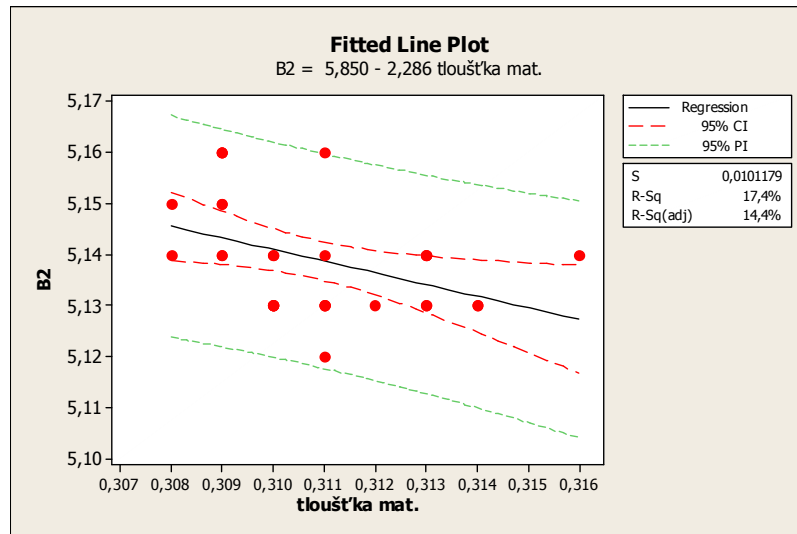
Grafy regresní analýzy pro další 3 rozměry výrobku, u kterých byla zjištěna závislost na tloušťce materiálu:

1. Regresní analýza pro tloušťku materiálu a rozměr výrobku „H2“.



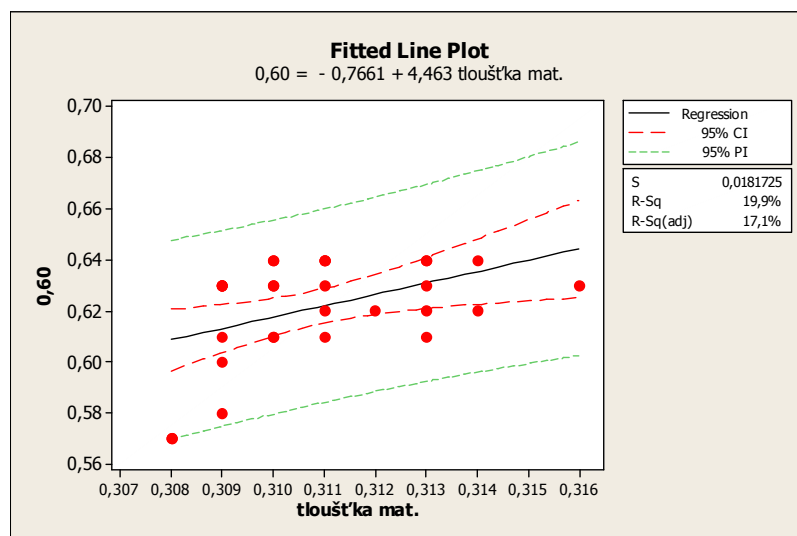
Obr. 55. Graf regresní analýzy

2. Regresní analýza pro tloušťku materiálu a rozměr výrobku „B2“.



Obr. 56. Graf regresní analýzy

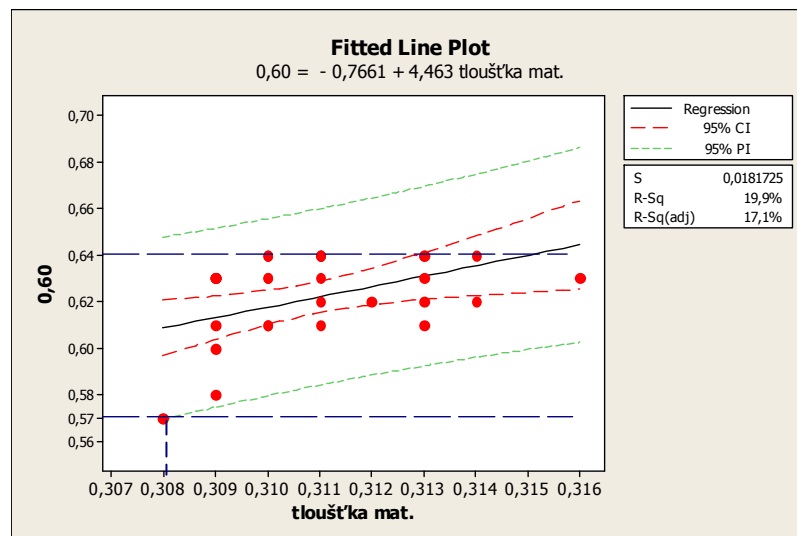
3. Regresní analýza pro tloušťku materiálu a rozměr výrobku „0,6“.



Obr. 57. Graf regresní analýzy

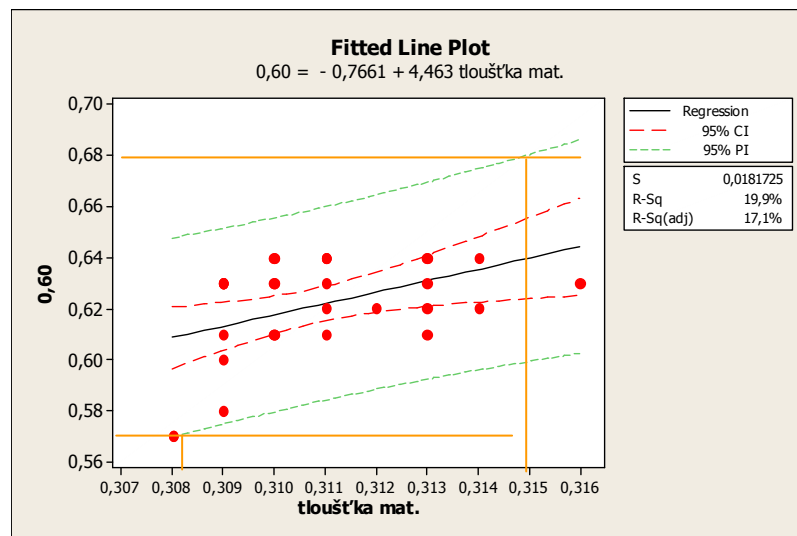
Dále jsem z těchto 4 grafů regresní analýzy pro rozměry označované na výkresu (příloha P II) jako „H1“, „H2“, „B2“ a „0,6“ sledovala, jestli se jejich hodnoty pro různé tloušťky materiálu pohybují v tolerančním rozhraní, tzn. jestli je daný rozměr výrobku dle výkresu v pořádku.

Zjistila jsem, že u rozměru označovaného na výkrese jako „0,6“ se příští naměřené hodnoty mohou pohybovat mimo toleranci. Tolerance pro tento rozměr je podle výkresu stanovena na hodnoty od 0,57 mm do 0,64 mm. Na grafu (Obr. 58) jsou tyto toleranční hodnoty vyznačeny modrou přerušovanou čarou. Od hodnoty tloušťky materiálu 0,308 mm se může 50 % výrobků pohybovat mimo toleranční pole tohoto rozměru, tj. konkrétně nad hranicí 0,64 mm.



Obr. 58. Graf regresní analýzy

Z grafu (Obr. 59) vyplývá, že stroj bude vyrábět vždy kvalitní kusy pouze v případě, že toleranční pole tloušťky materiálu se omezí na hodnoty 0,308 – 0,315 mm a toleranční pole pro rozměr výrobku „0,6“ se rozšíří na hodnoty 0,57 – 0,68 mm. V grafu jsou tyto navržené toleranční hodnoty vyznačeny oranžovou čarou. Jinak hrozí nebezpečí, že u příštích vyrobených dílů nebude rozměr „0,6“ odpovídat toleranci, tzn. výrobky nebudou kvalitní.



Obr. 59. Graf regresní analýzy

#### 13.5.4 Doporučení pro firmu XY

Pokusím se uvést firmě XY 2 doporučení, o kterých si myslím, že by firmě mohla pomoci při výrobě kvalitních výrobků a zvýšení konkurenceschopnosti.

##### 13.5.4.1 Upravení tolerančních polí materiálu a výrobku

Pokud chce firma XY vyrábět kvalitní výrobky, měla by od svého dodavatele materiálu požadovat snížení tolerančního pole tloušťky materiálu, a to konkrétně na hodnoty 0,308 – 0,315 mm. Zároveň je potřeba podat požadavek u konstruktéra, aby schválil zvýšení tolerančního pole pro rozměr výrobku označovaný na výkrese jako „0,6“ na hodnoty 0,57 – 0,68 mm. Firma tímto eliminuje riziko výroby zmetků (toto doporučení se týká pouze dru-



hu materiálu a typu výrobku, které byly zkoumány v projektové části a pro jiné polotovary může být dodávaná tolerance tloušťky pásů v pořádku).

#### *13.5.4.2 Zkoumat závislost u dalších typů výrobků a materiálů*

Firma XY obdržela reklamace na různé typy výrobků. Je velmi důležité zjistit, z jakých důvodů stroj vyráběl zmetky. U všech těchto reklamovaných výrobků by měla firma XY provést analýzu závislosti tloušťky vstupního materiálu na rozměry vyrobených dílů tak, jako jsem to provedla v tomto projektu.

## ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo standardizovat výměnu nástrojů v lisovně plechů ve firmě XY. Pro projektovou část jsem využila teoretických poznatků o metodě SMED.

Nejdříve byla navržena opatření vedoucí ke snížení interního času výměny nástroje. Tato opatření spočívala v tom, že veškerá příprava na výměnu nástroje proběhla ještě před vypnutím lisu, tzn. že přípravné interní činnosti byly převedeny na externí. Dále byl navržen nový postup činností, ze kterého již byly eliminovány subjektivní nedostatky v současných činnostech souvisejících s přípravou na výměnu nástroje a tento postup byl odzkoušen.

V projektu jsou uvedeny výsledky výměny nástroje po provedené racionalizaci a standardizaci. V tabulkách s novými postupy jsou uvedeny doby trvání jednotlivých činností. Dále byly vypracovány Spaghetti diagramy při výměně nástroje ve 2 seřizovačích. Je zde viditelný rozdíl v počtu cest seřizovačů při výměně nástroje před a po zlepšení. Pomocí grafu jsem znázornila, jak závratné je snížení interních časů výměn nástrojů po provedení navržených opatření.

Velkým problémem firmy XY jsou časté reklamace na výrobky z lisovny plechů. Souvisí to i s prací seřizovačů, kteří často nejsou schopni seřídít stroj napoprvé tak, aby začal hned vyrábět kvalitní výrobky. Hodně času seřizovači stráví přenastavováním hodnot na lisu, dokud lis nezačne vyrábět OK kusy a proto tato okolnost významně souvisí se standardizací postupu výměny nástrojů pro novou práci. Firma se tedy rozhodla zjistit, jak ovlivňuje variabilita tloušťky vstupního materiálu kvalitu hotových výrobků. Tímto zjišťováním jsem se také v projektu zabývala.

Nejdříve jsem zkoumala, jak je tloušťka materiálu variabilní na jeho různých místech. Pak jsem řešila, zda existuje závislost mezi tloušťkou materiálu a rozměry hotových výrobků. Pomocí programu Minitab jsem zjistila, že tloušťka materiálu má vliv na 4 z 11-ti měřených rozměrů. Pro tyto 4 parametry jsem provedla regresní analýzu, z které se ukázalo se, že jeden rozměr výrobku ovlivňuje hodnota tloušťky materiálu natolik, že hrozí nebezpečí výroby zmetků. Proto jsem firmě XY doporučila zvýšit požadavky u dodavatelů materiálu na kvalitu a snížit toleranční pole pro tloušťku pásovin a zároveň zvýšit toleranci pro tento rozměr výrobku. Myslím si, že takováto analýza by se měla provést u všech problémových výrobků.

Cíl práce byl splněn, byl navržen nový postup činností při výměně nástroje, který by měl být pro rychlou výměnu nástroje seřizovači dodržován. Zároveň bylo nastíněno i řešení problému variability tloušťky materiálu a tím způsobeného zdržování standardních postupů a vyšší zmetkovitosti.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Monografie:

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [2] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M.: *Ako zvyšovat produktivitu firmy*. 1. vydání. Žilina: inFORM, 2001. ISBN 80-968583-1-9.
- [3] TUCEK, D., BOBÁK, R.: *Výrobní systémy*. Zlín: UTB Zlín, FaME Zlín. 2006. 297 s. ISBN 80-7318-381-1.
- [4] MAŠÍN, I.: *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd., Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. ISBN 80-902235-9.
- [5] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Dynamické zlepšování procesů - Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství Liberec, 1999, s. ISBN 80-902235-3-2.
- [6] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [7] MAYNARD, H-B.: *Industrial engineering handbook*. 5. vydání. New York, McGRAW-HILL 2001. ISBN 0-07-041102-6.

### Internetové zdroje:

- [8] *Definice průmyslového inženýrství* [online]. [cit. 2008-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.ipi-lbc.cz/pi.html>>.
- [9] ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, *Průmyslové inženýrství a řízení výroby* [online]. [cit. 2008-03-14]. Dostupný z WWW: <[http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum\\_eng/index.html#Průmyslové\\_inženýrství\\_a\\_řízení\\_výroby\\_](http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum_eng/index.html#Průmyslové_inženýrství_a_řízení_výroby_)>.
- [10] *Single Minute Exchange of Die* [online]. [cit. 2008-04-01]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Single\\_Minute\\_Exchange\\_of\\_Die](http://cs.wikipedia.org/wiki/Single_Minute_Exchange_of_Die)>.

- [11] API, *Průmyslové inženýrství* [online]. 2005. [cit. 2008-03-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.podnikova-akademie.cz/index.asp?thema=2947&category=>>.
- [12] JEŽEK, O., *Produktivita* [online]. [cit. 2008-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.produktivita.cz/cs/metody-prumysloveho-inzenyrstvi/standardizace.html>>.
- [13] KAVAN, M., *Výrobní a provozní management* [online]. [cit. 2008-04-01]. Dostupný z WWW: <[http://books.google.cz/books?id=\\_nIIFNLqoc8C&pg=PA22&lpg=PA22&dq=typy+v%C3%BDrob&source=web&ots=nTJWd6AK96&sig=ZCTbToNzAYRS7mIHWmQq6\\_GyVSA&hl=cs#PPA23,M1](http://books.google.cz/books?id=_nIIFNLqoc8C&pg=PA22&lpg=PA22&dq=typy+v%C3%BDrob&source=web&ots=nTJWd6AK96&sig=ZCTbToNzAYRS7mIHWmQq6_GyVSA&hl=cs#PPA23,M1)>.
- [14] EKOSOFT, *Proč zavést MSA* [online]. [cit. 2008-04-02]. Dostupný z WWW: <[http://www.c-mail.cz/ekosoft/asym\\_msa.htm](http://www.c-mail.cz/ekosoft/asym_msa.htm)>.
- [15] *MSA – Measurement System Analysis* [online]. [cit. 2008-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.pqm.cz/msa.htm>>.
- [16] BEDNÁŘ, J., *MSA - Analýza systému měření* [online]. [cit. 2008-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.statspol.cz/request/request2006/prezentace/bednar.pdf>>.
- [17] *Elementární statistické metody a jejich věcný význam – regresní a korelační analýza* [online]. [cit. 2008-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://regionalka.wz.cz/reg%20info/Elementarni%20%20stat.%20metody.htm>>.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SMED Single Minute Exchange of Die.

MSA Analýza systému měření.

HV Hospodářský výsledek.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Plýtvání vs. přidané hodnoty .....	12
Obr. 2. Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřizování .....	14
Obr. 3. Důvody pro rychlé změny .....	15
Obr. 4. Interní a externí seřizování .....	18
Obr. 5. Tři kroky SMED .....	19
Obr. 6. Kontrolní panely .....	20
Obr. 7. Speciální vozíky .....	20
Obr. 8. Tvarová a funkční standardizace .....	21
Obr. 9. Kontinuální doplňování .....	21
Obr. 10. Metoda jednoho pohybu .....	22
Obr. 11. Upnutí jednou otáčkou.....	22
Obr. 12. Organizační struktura firmy XY .....	35
Obr. 13. Vývoj tržeb a HV v letech 2002 – 2006 .....	36
Obr. 14. Vývoj počtu zaměstnanců v letech 2002 – 2008 .....	37
Obr. 15. Zákazníci firmy XY .....	38
Obr. 16. Komponenty pro konektory .....	38
Obr. 17 Komponenty pro konektory .....	38
Obr. 18. Komponenty pro konektory .....	39
Obr. 19. Komponenty pro konektory .....	39
Obr. 20. Konektory .....	39
Obr. 21. Konektory .....	39
Obr. 22. Vysokorychlostní vysekávací lis.....	40
Obr. 23. Rozdělení konektorů.....	40
Obr. 24. Skladový systém náhradních dílů Paternoster .....	41
Obr. 25. Lisovna plechů.....	41
Obr. 26. Vstřikovna plastů.....	42
Obr. 27. Montáž.....	42
Obr. 28. Nástroj .....	44
Obr. 29. Spaghetti diagram – seřizovač A .....	52
Obr. 30. Spaghetti diagram – seřizovač B .....	52
Obr. 31. Rozvrh prací .....	58

Obr. 32. Milníky projektu .....	59
Obr. 33. Harmonogram projektu.....	59
Obr. 34. Připravené nářadí .....	61
Obr. 35. Přichystaný prázdný vozík.....	62
Obr. 36. Přichystaný vozík.....	62
Obr. 37. Odvíjedlo s novým materiálem.....	62
Obr. 38. Navíjedlo se špulí .....	63
Obr. 39. Nový Spaghetti diagram – seřizovač A .....	66
Obr. 40. Nový Spaghetti diagram – seřizovač B.....	66
Obr. 41. Graf interních časů výměn nástrojů .....	67
Obr. 42. Digitální mikrometr .....	68
Obr. 43. Graf variability tloušťky materiálu .....	68
Obr. 44. Vzorčky materiálů .....	69
Obr. 45. Graf MSA .....	70
Obr. 46. Graf MSA .....	71
Obr. 47. Materiál.....	71
Obr. 48. Výrobek .....	71
Obr. 49. Posuvné měřítko .....	72
Obr. 50. Mikroskop.....	72
Obr. 51. Graf MSA .....	73
Obr. 52. Výstup z Minitabu .....	74
Obr. 53. Graf regresní analýzy .....	76
Obr. 54. Graf regresní analýzy .....	77
Obr. 55. Graf regresní analýzy .....	77
Obr. 56. Graf regresní analýzy .....	78
Obr. 57. Graf regresní analýzy .....	78
Obr. 58. Graf regresní analýzy .....	79
Obr. 59. Graf regresní analýzy .....	80



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Vývoj tržeb a HV v letech 2002 - 2006 .....	36
Tab. 2. Výměna nástroje prováděná seřizovačem A.....	46
Tab. 3. Výměna nástroje seřizovačem B.....	48
Tab. 4. Výměna nástroje oběma seřizovači .....	50
Tab. 5. Souhrnné časy .....	53
Tab. 6. Interní časy přípravy .....	54
Tab. 7. Interní časy seřizování a kontroly výrobků.....	54
Tab. 8. Standardní postup činností pro 1 seřizovače .....	63
Tab. 9. Standardní postup činností pro 2 seřizovače .....	64
Tab. 10. Naměřené hodnoty jednotlivých rozměrů výrobků .....	75

## SEZNAM PŘÍLOH

P I: Kontrolní certifikát

P II: Výkres výrobku

# PŘÍLOHA PI: KONTROLNÍ CERTIFIKÁT

Approved Company  
ISO / TS 16949 : 2002

Wieland-Werke AG Werk Villingen D-78050 Villingen

**Wieland** <sup>WH 5 1-1254</sup>

Metall  
ist unsere Welt

Verladezone/Verladendr. : **760001/20192929**

Ihre Bestell-Nr. : 6500013428  
vom : 30.10.2007  
Ihre Materialnummer : 86123032040

Unsere Auftrags-Nr. : **10889437 001** ✓  
 Unsere Fertigungsauftrags-Nr. : 76108494  
 Unsere Prüflös-Nr. : 040001540255  
 Unsere Lieferschein-Nr. : 80481897 010  
 Liefermenge : 846,0 KG  
 Datum : 03.03.2008

### Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 : 2004

<p>Halbzeug: Band gespült Werkstoff: Wieland M30 CUZN30 Ausführung: extra hart</p>	<p>Abmessungen: Maß A: 0,315 mm -0,012 Maß B: 40 mm -0,2 Maß C: Maß D:</p>
--	--

---

Spezifikation: DIN 17 660 1.GHW-N, 86123 Ausg. 7 2.GHW-N, 99101 167 200 Ausg.3 3.LV 99100421022 Ausg. 7 4.vom 11.11.99	Revision/Ausgabedatum
---	-----------------------

---

Bemerkungen:  
Ring-Nr. 807726

---

Guss-Nr. WVT3536

---

Auft-Nr. 76108494

---

### Chemische Zusammensetzung nach 3.1 EN 10204 : 2004

Prüfmerkmal	Einheit	Soll-Werte bzw. Richtwert (R)		Ist-Werte	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Cu Kupfer-Gehalt	%	69	71		69,591
Fe Eisen-Gehalt	%		0,05		0,0039
Pb Blei-Gehalt	%		0,05	<	0,0005
Ni Nickel-Gehalt	%		0,2		0,004
Sn Zinn-Gehalt	%		0,05	<	0,0005
Zn Zink-Gehalt	%		Rest		
Al Aluminium-Gehalt	%		0,02	<	0,0005

Kevit 8/2002

## Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 : 2004

Ihre Bestell-Nr.	: 5500013428
vom	: 30.10.2007
Ihre Materialnummer	: 85123032040

Unsere Auftrags-Nr.	: 10889437 001
Unsere Fertigungsauftrags-Nr.	: 76102494
Unsere Prüflos-Nr.	: 040001540255
Unsere Lieferschein-Nr.	: 30481897 010
Liefermenge	: 845,0 KG
Datum	: 03.03.2008

### Mechanische Prüfmerkmale

Prüfmerkmal	Einheit	Soll-Werte bzw. Richtwert (R)		Ist-Werte	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Dehngrenze 0,2 %	MPa	430		465	471 ✓
Zugfestigkeit Rm	MPa	470	530	508	512 ✓
Bruchdehnung A10	%	15		26,2	27 ✓
Härte Vickers HV3				160	163

### Weitere Prüfungen

Prüfmerkmal	Einheit	Soll-Werte bzw. Richtwert (R)		Ist-Werte	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Korngröße	µm		15	6	8 ✓
Grat (Schneld-, Sägegrat)	mm		0,02	0,003	0,005
Biegebarkeit 180 Grad parallel R=0, OHNE BRUCH	Ergebnis gut				
Biegebarkeit 180 Grad quer R=0, OHNE RISSE	Ergebnis gut ✓				
Rz - mittl. Rauheitsprofil	µm		2	1,16	1,32 ✓

### Maßprüfungen

Prüfmerkmal	Einheit	Soll-Werte bzw. Richtwert (R)		Ist-Werte	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Breite	mm	39,8	40	39,94	39,95 ✓
Dicke	mm	0,303	0,315	0,31	0,31 ✓
Säbelförmigkeit auf 1000mm	mm/m		3	0,05	0,14

## Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 : 2004

Ihre Bestell-Nr.	: 6500013428
vom	: 30.10.2007
Ihre Materialnummer	: 85123032030

Unsere Auftrags-Nr.	: 10889437 001
Unsere Fertigungsauftrags-Nr.	: 76108494
Unsere Prüf-Nr.	: 040001540255
Unsere Lieferschein-Nr.	: 80481897 010
Liefermenge	: 846,0 KG
Datum	: 03.03.2008

### Konformitätserklärung

Wir erklären als Hersteller, daß die hier beschriebene Ware den mit dem Käufer vereinbarten Spezifikationen sowie den oben aufgeführten Normen und normativen Vorschriften, der angegebenen Beschreibung, der genannten Menge und den in diesem Zeugnis gemachten Angaben entspricht.

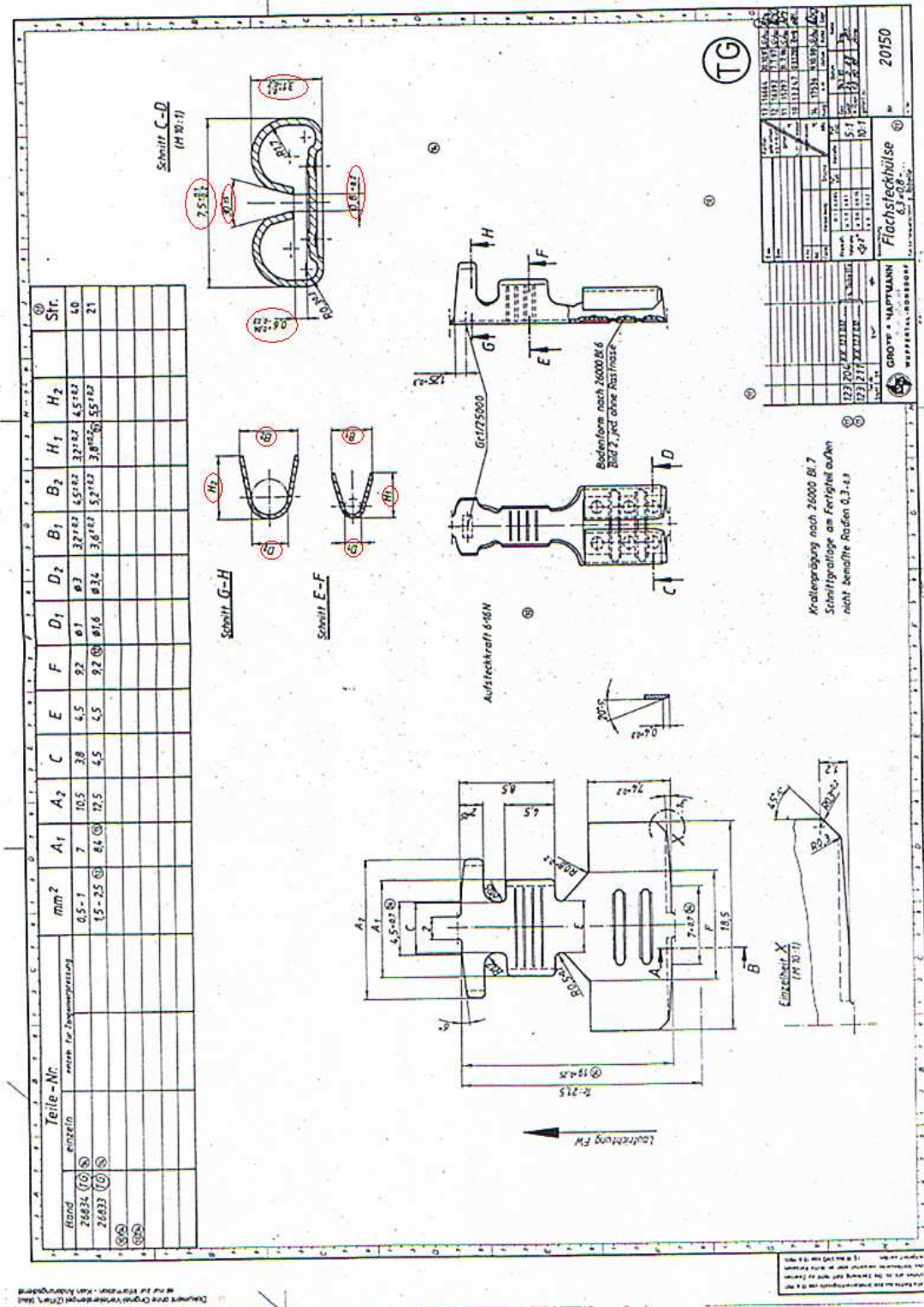
Diese Ware wurde unter einem zertifizierten Qualitätsmanagementsystem nach ISO/TS 16949:2002 hergestellt. Unser Qualitätsmanagementsystem wird laufend überwacht (IATF Zertifikats Nr. 18492).

Die Prüfergebnisse zur chemischen Analyse, zu den mechanisch-technologischen und physikalischen Prüfverfahren wurden durch ein zertifiziertes und / oder akkreditiertes Prüflabor festgestellt. (Überwachung durch GAZ, Zertifikats-Nr. GAZ-P-96-05-02-02).

Die Lieferung erfolgt bezüglich Cd und Pb konform nach RoHS, ELV und WEEE.  
In Bändern und Blechen aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht enthalten sind: Cr(VI) und seine Verbindungen CFC, HCFC, PCB, PCN, CP, Mirex, PBB, BDE, PBDE, TBBP - A - bis, organische Zinnverbindungen, Asbest und Azo-Verbindungen, Hg - Analysen an Muster zeigen Werte < 0.0005% (m/m).

Uwe Goetz (Abnahmebeauftragter des Herstellers)  
Telefon:+49-731-944-7204 Fax:+49-731-944-47204  
e-Mail: uwe.goetz@wieland.de  
Maschinell erstelltes Abnahmeprüfzeugnis

# PŘÍLOHA P II: VÝKRES VÝROBKU



Zeichner: Prof. Dr. Ing. Josef Vokáč (Zem. 1. St.)  
M. 10:1

Einzelteil X  
(M 10:1)