



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A**  
**ROBOTIKY**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND  
ROBOTICS

## **PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY A JEJICH IMPLEMENTACE NA PRACOVISŤĚ CNC**

PRINCIPLES OF LEAN MANUFACTURING AND ITS IMPLEMENTATION IN THE CNC  
WORKPLACE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**JAN PASEKA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**DOC. ING. SIMEON SIMEONOV, CSC.**

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2010/11

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Paseka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Principy štihlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC**

v anglickém jazyce:

#### **Principles of lean manufacturing and its implementation in the CNC workplace**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Štihlá výroba je dnes hojně využívána především v automobilovém průmyslu a její principy se snaží přejímat i středně velké podniky s maloseriovou výrobou. Podrobnější popis problematiky přizpůsobení těchto principů z hlediska hrubé výroby bude úkolem pro vypracování literární rešerše a návrhu řešení.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše principů štihlé výroby a návrh implementace těchto principů na reálné pracoviště CNC.



Seznam odborné literatury:

- o U. Rembold and al., Computer Integrated Manufacturing and Engineering, ISBN 0-201-56541-2
- o R. Moore, Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools, ISBN 10-7506-7916-6
- o M. Pinedo, Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, ISBN 0-387-22198-0

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

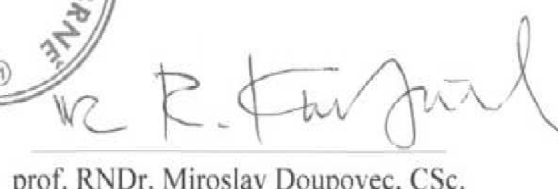
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 22.11.2010

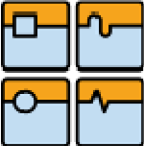


  
doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Ředitel ústavu

  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.

Děkan

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je návrh úsporných opatření a snížení plýtvání v průmyslovém podniku. V první části je zpracován obecný přehled metodiky štíhlé výroby a nástrojů, které pomáhají zvýšit produktivitu, kvalitu a efektivitu výrobního procesu. Na základě těchto metod a dlouhodobé analýzy pracoviště byly stanoveny návrhy popsané ve druhé části. Díky těmto návrhům dochází po jejich realizaci ke snížení všech základních druhů plýtvání a úspore nákladů.

## **Klíčová slova**


štíhlá výroba, 5S, OEE, ztráty a plýtvání, SMED, Toyota, KPS, Heijunka

## **ABSTRACT**

Tendency of this bachelor thesis is the proposal of saving actions and reduction of waste in an industrial company. The first part contains a general overview of lean manufacturing methods and instruments that help increase productivity, quality and efficiency of the manufacturing process. Based on these methods and long-term analysis of the workplace the proposals were set described in second part. Thanks to these proposals all basic kinds of waste and cost savings are reduced.

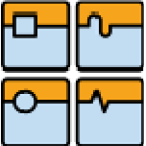
## **Key words**

lean production, 5S, OEE, losses and waste, SMED, Toyota, KPS, Heijunka

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

PASEKA, J. *Principy štlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 45 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Simeon Simeonov, CSc.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	


### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Principy štlhlé výroby a jejich implementace na pracoviště CNC vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně, dne 23. 5. 2011

.....

Jan Paseka

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## **Poděkování**

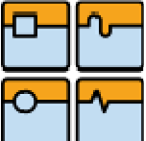
Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce, prof doc. Ing. Simeonu Simeonovi, CSc. za odborné vedení, cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce. Dále děkuji společnosti IFE – CR, a.s. v zastoupení p. Kaderkou za umožnění vypracování bakalářské práce a především pak Martině Ritzové za velkou podporu při jejím vytváření.



**OBSAH**

Abstrakt.....	4
Bibliografická citace.....	5
Prohlášení.....	6
Poděkování.....	7
Obsah.....	8
Úvod.....	11
1. PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	12
1.1. Historie.....	13
2. METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	15
2.1. JIT – Just-In-Time.....	15
2.2. Jidoka.....	15
2.2.1. Poka – Yoke.....	15
2.3. Metoda 5S.....	17
2.3.1. Princip tahu.....	18
2.3.2. Vizuální řízení.....	19
2.3.3. 8 druhů plýtvání.....	20
2.4. TPM.....	21
2.5. Kanban.....	22
2.6. Heijunka.....	22
2.7. OEE.....	24
2.8. SMED.....	25
3. IMPLEMENTACE PRINCIPŮ NA PRACOVISŤE CNC.....	27
3.1. Historie a současnost.....	27
3.2. Produkce.....	28
3.3. Pracovní postup výrovy hrubého dveřního křídla.....	30
3.4. Segment KPS.....	30
3.5. Pracoviště CNC.....	31
4. ANALÝZA PLÝTVÁNÍ A NÁVRH NÁPRAVY.....	32
4.1. Plýtvání výrobním potenciálem.....	33
4.1.1. Problém.....	33
4.1.1.1. Návrh řešení.....	33
4.1.1.2. Realizace.....	33
4.1.1.3. Budoucí plán.....	33
4.2. Plýtvání prostorem.....	35
4.2.1. Problém.....	35
4.2.1.1. Návrh řešení.....	35
4.2.1.2. Realizace.....	35
4.2.1.3. Budoucí plán.....	35
4.2.2. Problém.....	37
4.2.2.1. Návrh řešení.....	37
4.2.2.2. Realizace.....	37
4.2.2.3. Budoucí plán.....	37
4.2.3. Problém.....	37
4.2.3.1. Návrh řešení.....	37
4.2.3.2. Realizace.....	37
4.3. Plýtvání financemi.....	38
4.3.1. Problém.....	38

4.3.1.1.	Návrh řešení.....	38
4.3.1.2.	Realizace.....	38
4.3.1.3.	Budoucí plán.....	38
4.4.	Plýtvání produkčním časem .....	39
4.4.1.	Problém.....	39
4.4.1.1.	Návrh řešení.....	39
4.4.1.2.	Realizace.....	39
4.4.1.3.	Budoucí plán.....	40
4.4.2.	Problém.....	40
4.4.2.1.	Návrh řešení.....	40
4.4.2.2.	Realizace.....	40
4.4.2.3.	Budoucí plán.....	40
4.5.	Neznalost zaměstnanců.....	41
4.5.1.	Problém.....	41
4.5.1.1.	Návrh řešení.....	41
4.5.1.2.	Realizace.....	41
4.5.1.3.	Budoucí plán.....	41
5.	ZÁVĚR.....	42
	Seznam použitých zdrojů.....	43
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	44
	Seznam příloh.....	45

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## ÚVOD

V moderní době 21. století v silném konkurenčním prostředí globalizovaného světa je pro firmy stále složitější udržet si svou suverenitu a tendenci vývoje. Jsou na ně kladeny vysoké nároky nejen ze strany zákazníků a dodavatelů, ale v neposlední řadě jsou zde také interní nároky. Proto se dnes klade velký důraz na neustálé zlepšování a inovace, které vyžadují velké úsilí a nemalé finanční prostředky. Každý podnik je tedy přinucen neustále se porovnávat s konkurencí a být lepší než ti ostatní.

Pro správné nasměrování ke světové špičce („World Class“ neboli světová třída – pozn. autora) je potřeba do procesu zlepšování zapojit všechny zaměstnance od nejnižších pozic až po vedoucí management. Nejde přitom jen o zavádění nových principů, ale o pochopení a přijetí celé filosofie, která se pro tento účel používá. Kontinuální zlepšování není jednorázový proces, ale jedná se o dlouhodobou činnost, která nás krok po kroku dovede až na nejvyšší úroveň. Dalo by se říci, že na poslední úrovni již nejde pouze o eliminaci plýtvání, ale jde o poznání sebe sama, a identifikaci vlastních chyb, jenž do celého procesu vnášíme.

Jedním z prostředků, jenž může firmě v tomto pomoci je implementace principů štíhlé výroby. Štíhlá výroba je obsáhlý soubor postupů, principů a prostředků, které mají za cíl snížit plýtvání a tím také snížit výrobní náklady. Výsledkem je stabilní, optimálně vybalancovaný výrobní proces, při zachování zákaznických požadavků a co možná nejnižších provozních nákladech.

Jsou to často právě zákaznické požadavky a dodavatelská nepřizpůsobitelnost, které nás blokují v dalším rozvoji. Tyto slabiny je tedy potřeba nalézt a co nejvhodnějším způsobem eliminovat, ať již zvýšením koncové ceny pro zákazníka nebo nalezením jiného, nového a vhodnějšího dodavatele.

V této bakalářské práci, kterou zpracovávám pro firmu IFE- CR, a.s. se zaměřím na analýzu a návrh pracoviště, odpovídající standardům štíhlé výroby. Jedná se o pracoviště CNC, kde bylo již od prvního pohledu zřejmé, že je zde potřeba radikálnějšího zásahu ze strany štíhlé metodiky. Výsledkem by tedy měla být analýza a návrh nápravných opatření pro toto pracoviště.

## 1. PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY

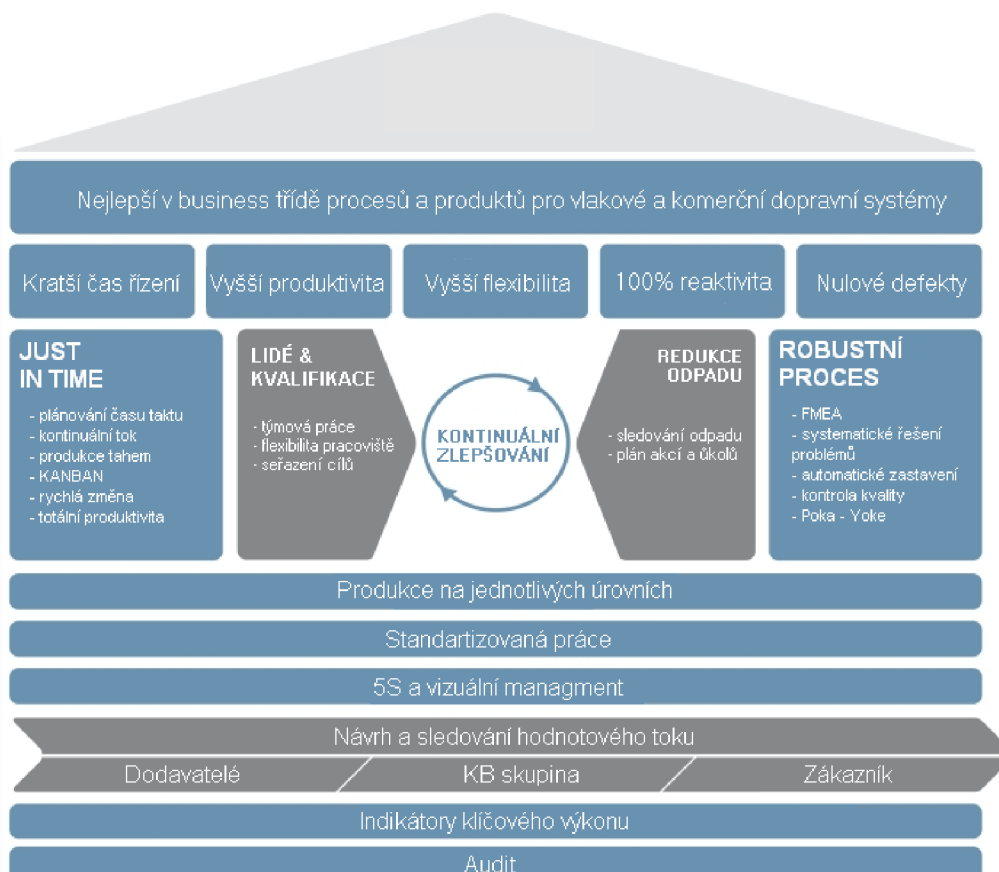
Pro štíhlou výrobu je charakteristický tzv. model chrámu, který je společný ve všech štíhlých výrobních systémech. Model chrámu je zvolen z důvodu své názornosti a blízké podobnosti s reálnou firmou. Tento chrám je stabilní pouze tehdy, jsou-li stabilní jeho základy, pilíře a střecha. Síla celého systému se tedy řídí jeho nejslabším článkem. V různých obměnách existuje několik verzí tohoto chrámu, princip však zůstává stejný. Zajímavostí je, že štíhlá výroba se nemusí implementovat pouze na výrobní prostory, ale její principy se objevují také v kancelářích či na pultech obchodů každodenních potřeb.

Podívejme se na model detailněji a zaměříme se na jeho jednotlivé části. Základy tvoří stabilní a standardizované výrobní procesy, podle kterých je zřejmé kdo, co, kdy a jakým způsobem provádí. Vizualní management slouží pro zpřehlednění a zjednodušení pracoviště. A nakonec vyrovnaná výroba (neboli heijunka). Tyto pevné základy jsou potřebné pro budování dalších pilířů a kontinuální zlepšování.

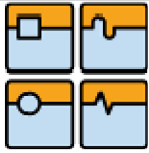
Mezi základní pilíře patří Jidoka neboli automatizace s lidskými rysy. Tato metoda je založena na myšlence produkovaní pouze dobrých kusů. Druhým pilířem je Just-In-Time, či výroba včas. Obě metody jsou detailněji popsány v kapitole 2. Metody štíhlé výroby.

Nakonec střechu tvoří obecně nejvyšší cíle každého podniku. Jedná se o nejvyšší kvalitu, nejnižší náklady a nejkratší doby zpracování. Níže na obrázku 1.1 je patrná podstata systému štíhlé výroby.

Mezi dvěma hlavními pilíři je zakomponován také lidský faktor, jenž má podpořit týmovou spolupráci v zájmu snižování ztrát. Všechny tyto části jsou uzavřeny pomyslným kruhem, symbolizující neustálý koloběh kontinuálního zlepšování. [1]

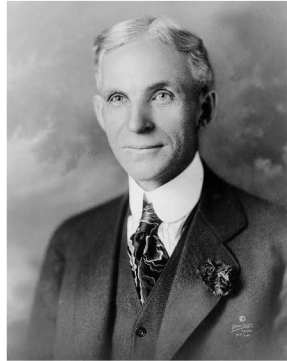


Obrázek 1.1: Model chrámu [1]



## 1.1. Historie

Z historického hlediska je připisován vznik štíhlé výroby firmě Toyota, která se díky svému Toyota Production System (TPS) dostala po druhé světové válce z krize a byla díky tomu schopná svou kvalitou, cenou a rychlostí konkurovat americké produkci. Nicméně principy štíhlé výroby (zefektivnění výrobního procesu obecně), mají své kořeny ještě dříve. Mezi první průkopníky by se tak dali zařadit například Henry Ford, nebo Tomáš Baťa.



Obrázek 1.2: Henry Ford [7]



Obrázek 1.3: Kiichiro Toyoda [7]

Psal se rok 1913, když si Henry Ford důsledně setřídil trvale zaměnitelné díly, pohybující se přepravu a standardní pracoviště a vytvořil něco, čemu říkal tok výroby. K tomuto účelu využil speciálních jednoúčelových strojů a měřidel (měřidla založená na bázi kalibru s vyhovující a nevyhovující částí – pozn. autora) pro výrobu a montáž komponent do vozidla během několika minut. Veřejnost toto pochopila jako pohyblivou montážní linku, ale z pohledu produkčního inženýrství byl tento krok mnohem významnější. Problémem Fordova systému však nebyl tok, ale neschopnost vyrábět variabilní typy vozidel. Všechny modely T měly tedy od jisté doby jedinou – černou barvu a prakticky až do konce své produkce v roce 1927 stejné šasi. Po 19 letech produkce jediného modelu nebyl Ford schopný reagovat na poptávku po více modelech, kterou již uspokojovala konkurence. [7]

Oproti tomu se Baťovi podařilo díky jeho přístupu dostat až na světový vrchol, kde se drží dodnes. Podstata řízení jeho společnosti spočívala v úsilí o neustálé zdokonalování všech pracovníků a celého výrobního procesu. To logicky vedlo ke zvýšení efektivity práce, snížení nákladů na výrobu, snižování cen a zvýšení spokojenosti zákazníků, která vyšvihla firmu na vrchol. Nejlépe je vidět princip řízení Baťova podniku na jeho 8S standardu. [10]



Obrázek 1.4: Princip řízení Baťova podniku [10]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

Nejlepší cestou na vrchol je v dnešní době (stejně jako v Baťově době) tedy investice do znalostí svého podniku, které je potřeba uplatnit a realizovat.

Stejné principy řízení podniku si v 50.-60. letech 20. století uvědomil také tehdejší šéf firmy Toyota, která neměla po válce ani kapitál, ani tak velké odbytiště jako například Amerika. Pod heslem „Dohoňme Ameriku během tří let!“ se začal pomalu rodit výrobní systém Toyota. V porovnání s jinými podniky, měli japonští dělníci několikanásobně menší produktivitu než jejich kolegové z Německa nebo Ameriky.

Zrod výrobního systému Toyoty je připisován manažerovi Taiichi Ohno (1912-1990), jenž byl vedoucím celého výrobního úseku v Toyotě. Prvním jeho nápadem převedeným do praxe byla linka, na které mohl jediný pracovník obsluhovat několik strojů. Není také náhodou, že celý výrobní systém vznikl právě v Japonsku, které nebylo tak konzervativní v pohledu na jedno-profesní a multi-profesní operátory. Tato změna ukázala směr budoucího vývoje řízení výrobního procesu. [5]

Celý výrobní systém Toyoty je postaven na dvou základních pilířích, které přejímají jiné firmy se svými produkčními systémy v dnešní době. Prvním z nich byl JIT (Just-In-Time), a druhým JIDOKA. Oba pilíře jsou podrobněji vysvětleny v kapitole Metody štihlé výroby.

Dalším krokem, který posunul produkční systém Toyoty kupředu byla práce Shigea Shinga (1909-1990), kterému se podařilo redukovat nastavovací časy, a umožnila tak vyrábět v podstatně menších výrobních dávkách. Tato nově vytvořená flexibilita byla velkou výhodou především v 80. letech v době během a po ropné krizi, kdy se Toyotě jako jedné z mála firem podařilo vyrábět své produkty se ziskem, navzdory velmi pomalému růstu.

Ve stejné době začaly velké evropské firmy posílat své experty do Japonska. Ti se snažili přenést získané zkušenosti do svých domovských podniků. Jejich práce však v mnoha případech neměla dlouhého trvání, neboť většina z nich se zaměřila pouze na první pohled zřejmé a viditelné změny jakými byli například kanban a poka – yoke. Bez implementace kompletní filozofie a změny chápání výrobního procesu byly veškeré snahy o jeho zkvalitnění, marné. [7]

Po publikování výrobního systému Toyoty v knižní podobě vzniklo mnoho různých klonů a napodobenin TPS. I přes snahu ostatních firem vytvořit vlastní produkční systém, vedla jejich práce do slepé uličky. Toyota vytvořila funkční standard, jenž (ať chceme nebo ne) je v současnosti brán jako základ dalších výrobních systémů. Můžete se proto tedy v dnes setkat například s KPS (Knorr - Bremse), SPS (Siemens), BPS (Bosch), Tesco atd. [12]



## 2. METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Štíhlá výroba má několik metodik, myšlenek a nástrojů, které nám pomohou odstranit rozmanité druhy plýtvání. Tato kapitola je zaměřena na bližší pohled na jednotlivé metody, které jsou součástí modelu chrámu, ale také všech produkčních systémů

### 2.1. JIT – Just in time

Metoda Just in Time je velice uznávaný pojem, který je také jedním ze základních pilířů všech moderních produkčních systémů. Filosofie JIT je jednoduchá: zásoby jsou odpadem. Přijetí této filosofie do firmy není jednoduché. Společnost musí dodržovat řadu nových metod k vypořádání se s následky změny. Základní myšlenky tohoto způsobu práce pocházejí z mnoha různých oborů, včetně statistiky, průmyslového inženýrství, řízení výroby a vědy o chování. Aplikace JIT vyžaduje plnou týmovou spolupráci a zaměření se na jeden společný cíl. Jedině tak může být výrobní tok pružný a vyvážený.

Zjednodušeně se dá říci, že se vyrábí včas, v malých výrobních dávkách, které jsou přejímány na další pracoviště principem tahu (viz kapitola 2.3.1 Princip tahu) bez využívání mezikladů. Snížené náklady na inventář dávají podnikům možnost investovat tyto finance do dalšího zlepšování. Metoda JIT má pozitivní dopad také na rychlost přetypování zakázek, kontinuální tok materiálu a další druhy plýtvání. [8]

### 2.2. Jidoka

Dalším zásadním principem je Jidoka, česky autonomizace, automatizace s lidskou inteligencí, který umožní pracovníkům nebo strojům detekovat abnormální stav a okamžitě zastavit práci. Chyba je obvykle signalizována pomocí praporek či světel s doprovodnými výstražnými signály. Pro tento typ výstražné světelné signalizace se dnes používá japonský výraz andon.




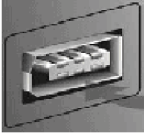






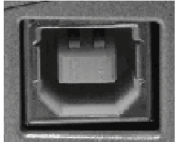
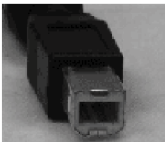
Tím, že se práce zastaví ihned při detekci chyby, se pozornost soustředí na příčinu problémů v okamžiku, kdy nastanou. V případě opakujících se chyb se vytvoří nápravná opatření, která se zabudují do procesu. Předejde se tak dalšímu opakování této chyby. Průběžnými kontrolami správnosti procesu dochází ke zvyšování jakosti.

Jidoka také zajistí, aby u každého stroje nemusel vždy stát operátor hlídající proces. Jeden operátor může obsluhovat několik strojů, protože chyby se automaticky detekují a v případě kolize se proces zastaví, aby mohla být příčina rychle odstraněna. [3]

#### 2.2.1. Poka – Yoke

- výraz převzatý z japonštiny, česky chybě - vzdorný, anglicky: mistake - proofing  
Nástroj, který se stará o základní metody prevence vytváření lidských chyb a následný vznik vad na pracovišti. Hlavní myšlenkou Poka - Yoke je přesvědčení, že není přípustné vyrábět sebemenší počet vadných výrobků. Principem je tedy detekce a oprava chyb v procesu tak brzo jak je to jen možné, než dojde k přeměně chyby na vadu. Následuje úprava pracovního postupu z detekce chyb na prevenci vzniku vad. [4]

Jako praktický příklad využití Poka-Yoke je uveden na obr. 2.1 výběr z počítačových konektorů. Ty jsou upraveny tak, aby uživatel pracující se zařízením nemohl zaměnit jeho správnou polohu.

	Rozhraní zařízení	Konektor
<b>DIN konektor</b>		
<b>FireWire</b>		
<b>PS2</b>		
<b>Jack 3,5mm</b>		
<b>USB, standard „A“</b>		
<b>USB, standard „B“</b>		

Obrázek 2.1: Typy konektorů [13]

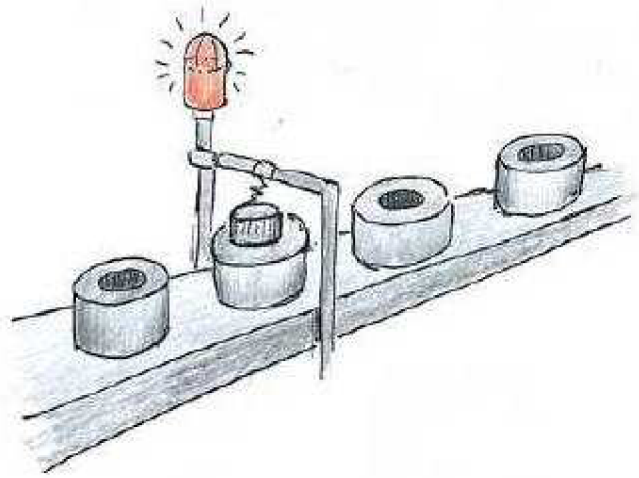
Poka-Yoke má tyto tři základní funkce:

- zastavení stroje nebo procesu
- kontrolu
- varovné signály

Způsoby, jakými můžeme proces kontrolovat:

- Smyslová – závisí na lidských rozhodnutích a smyslech
- Fyzická – nespolehá se na lidské smysly, ale užívá různých detekčních zařízení





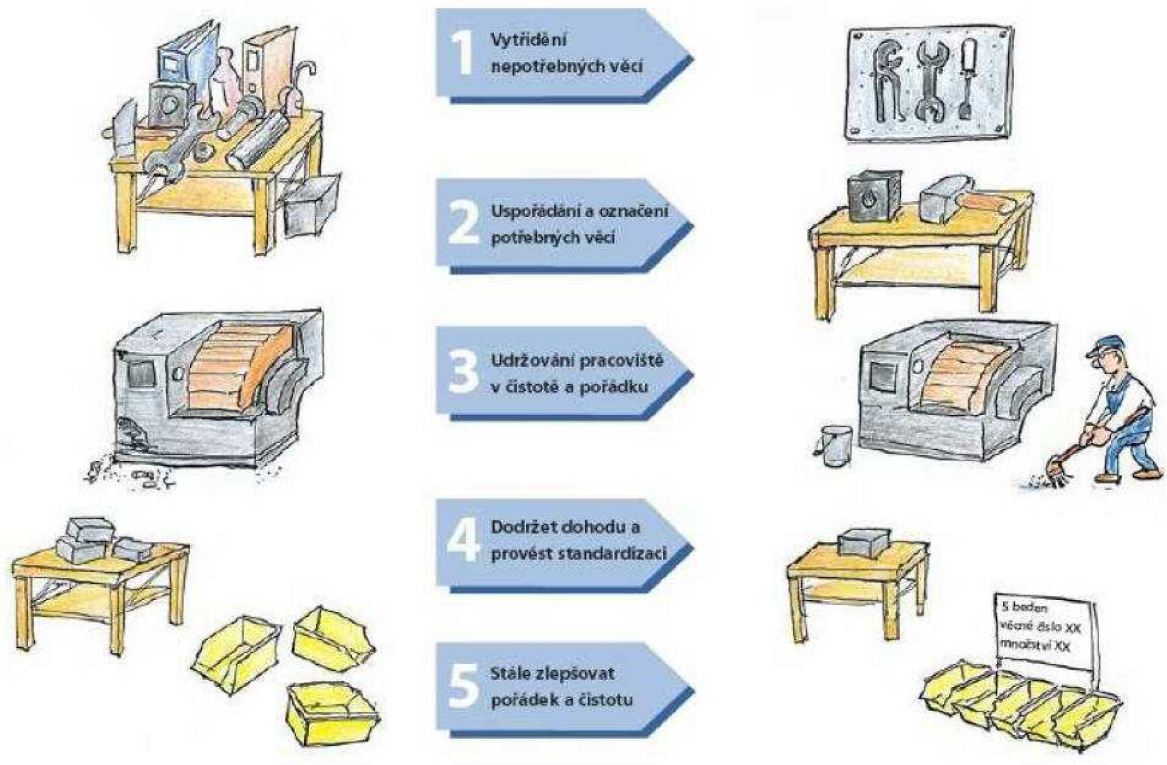
Obrázek 2.2: Signalizace vynechané pracovní operace [1]

### 2.3. Metoda 5S

Jméno metody 5S je odvozeno z pěti japonských slov, charakterizující jednotlivé kroky této metody potřebné k udržení systému a čistoty na pracovišti. Patří mezi ně: [1]

<i>Seiri</i>	Pracoviště se zorganizuje tak, aby na něm zůstalo jen to, co je skutečně zapotřebí. Ostatní předměty patří do úložných prostor, nepotřebné věci je potřeba zlikvidovat. Při třídění je potřeba být důslední, abychom byli schopni redukovat skladovací prostory.
<i>Seiton</i>	Druhý krok přiřazuje místo zbylým nástrojům z prvního kroku podle četnosti jejich použití. Primárně se postupuje podle tohoto schématu využití: <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>denně</i> – uloženo přímo na pracovišti, v dosahu ruky</li><li>• <i>týdně</i> – uloženo ve skříni či zásobníku na pracoviště</li><li>• <i>měsíčně</i> – uloženo poblíž pracoviště</li><li>• <i>ročně</i> – uloženo v centrálním skladu s označením umístění</li></ul>
<i>Seiso</i>	Dalším krokem je úklid a vyčištění pracoviště dle předem dohodnutého standardu. V případě potřeby je možné změnit rozložení pracoviště, abychom dosáhli i špatně dostupných míst.
<i>Seiketsu</i>	Tento krok znamená standardizaci celého pracoviště, počínaje pracovními postupy, rozložením pracoviště až po plán údržby. Základní otázky při vytváření standardu by měly být: Kdo? Co? Jak často? Jak? Kde? Kdy?

*Shitsuke* Posledním krokem je sebedisciplína. To znamená neustálé zlepšování stavu pracoviště, ve smyslu předchozích čtyřech kroků, pořádání 5S auditů a workshopů.



Obrázek 2.3: Jednotlivé kroky 5S [1]

**2.3.1. Princip tahu**

Štíhlá výroba pracuje na tzv. principu tahu. Zjednodušeně se dá říci, že tedy jednotlivé produkty přecházejí mezi operacemi v toku kus za kusem, aniž by někde docházelo k jejich hromadění. Zamezí se tak díky tomu nadbytečné manipulace a zvýšeným potřebám na skladovací prostory. Tato metoda má také preventivní charakter, a napomáhá nám případné vady odhalit okamžitě. [1]

Nejlépe je vidět funkčnost metody na obr.3. Každý pracovník předává zpracovaný výrobek k další operaci až tehdy, je-li na následujícím pracovišti volno. Všechny výrobky jsou takto zpracovávány v jednotném výrobním taktu. Výrobní takt je tedy standardizovaný čas zpracování výrobku na daném pracovišti. V případě linkové produkce je nutné zajistit, aby byl takt výroby na všech průběžných pracovištích stejný. V ideálním případě by měl být výrobní takt shodný s rytmem objednávek zákazníka, aby se zamezilo potřebám velké množství skladovacích prostor a hromadění zpracovaných výrobků.



doba výrobního taktu = rytmus určený zákazníkem

výstup pro zákazníky

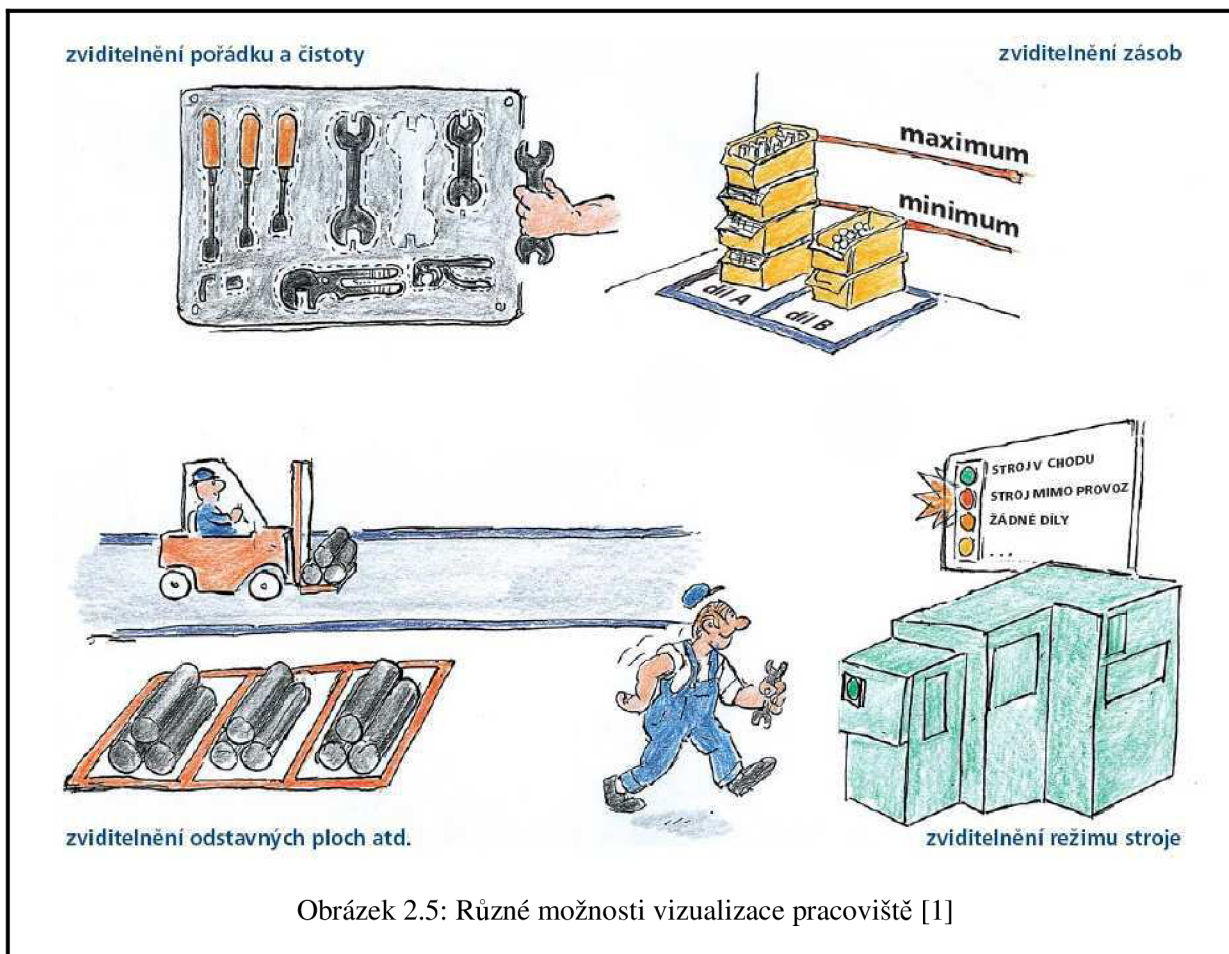
Obrázek 2.4: Princip tahu

### 2.3.2. Vizualní management

Podstatou vizualizace je, aby informace o průběhu výrobního procesu a stavu výrobních zařízení byly vždy všem dobře na očích. Jenom v případě, že všichni sdílejí stejné informace, mohou rychle reagovat na eventuální problémy a pracovat jako jeden tým. Od operátora na lince po inženýra, od pracovníka údržby až po koordinátora, všichni okamžitě vědí, jak v danou chvíli výrobní proces probíhá. [12]

Pro vizualizaci výroby se většinou využívají informační tabule, které jednoduše pravidelně sledují výkonné (jakostní) parametry v podobě čísel nebo grafů. Aplikací různých barev nebo tvarů je možné zviditelnit stav zakázky nebo zásob mezi jednotlivými procesy.

Na obr. 2.5 se nachází ukázka vhodného způsobu vizualizace pracoviště.



Obrázek 2.5: Různé možnosti vizualizace pracoviště [1]

### 2.3.3. 8 druhů plýtvání

Základní snahou každé podnikatelské a výrobní činnosti je přidat svému produktu hodnotu, díky které bude finální produkt pro zákazníka hodnotnější a zajímavější. Procesy, které v očích zákazníka přidávají výrobku na hodnotě, jsou tedy ty operace, u kterých se mění tvar, objem nebo struktura výrobku. Typicky ve strojírenství jde o obrábění, tepelné zpracování, povrchová úprava, atd. Ostatní operace, které nepřidávají hodnotu, nazýváme plýtvání. Patří mezi ně například manipulace s materiálem (skladová, mezioperační), seřizování stroje, přípravné operace. [11]

#### Nejdůležitější typy plýtvání:

*Transport* - Jakýkoliv transport (hmotných věcí či informací) vzdálenější a komplikovanější než je nezbytné, znovu-reorganizace zásob či nesmyslný pohyb fyzických či informačních toků.

*Zásoby* - Příliš mnoho "všeho" je plýtvání, cokoli nepotřebné je plýtvání

*Pohyb* - Zbytečné pracovní pohyby jsou formou plýtvání. Úkony, které musí být vykonávány (pro přidání hodnoty k produktu), plýtváním nejsou, pokud jsou zredukované.

*Čekání* - Čekání na cokoli (lidi, materiál, zařízení či informace) je plýtvání



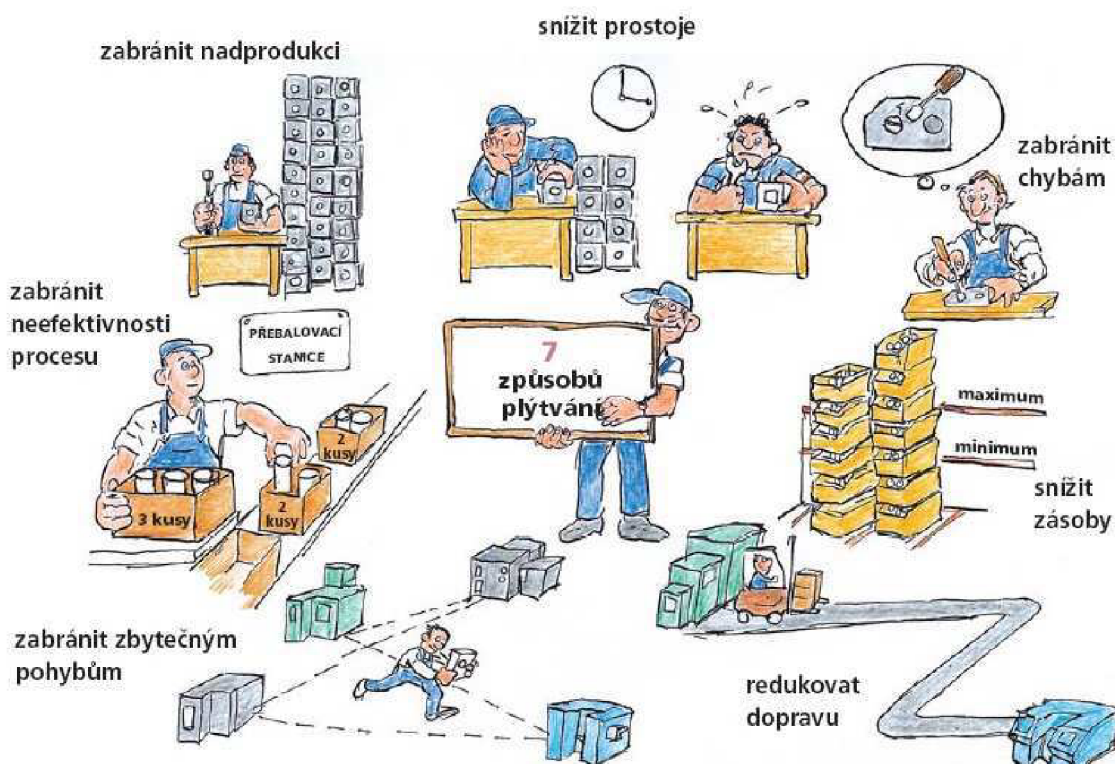
## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

*Nadprodukce* - Vyrábíme příliš mnoho nebo příliš brzy

*Výrobní ztráty* - Zpracování věcí, které si zákazník nepřeje nebo dokonce je rozpozná a označí za plýtvání a není ochoten za ně zaplatit. Měli bychom se držet zákaznického principu, to znamená nevyrábět produkt zbytečně složitý či s prvky, o které nemá zákazník (externí či interní) zájem.

*Zmetky* - Přepřepování, korekce, opravy, nedostatky – všechno je plýtvání. Dělejme vše napoprvé

*Nevyužitý potenciál pracovníků* - Lidské zdroje a jejich potenciál nejsou firmou řádně využity s ohledem na nabízené schopnosti, dovednosti a zručnosti. Přidaná hodnota by mohla být realizována za kratší čas. Tento druh plýtvání mohou ovlivnit především vedoucí pracovníci.



Obrázek 2.6: Příklady plýtvání (vyjma potenciálu pracovníků) [1]

## 2.4. TPM – Total Productive Maintenance

Totálně produktivní údržba, zkr. TPM je plánovaná organizace všech činností spojených s údržbou strojového parku, zařízení a přípravků tak, aby byl zabezpečen jejich bezporuchový provoz a možnost nepřetržitě pracovat podle požadavků výroby a plánování. Bezporuchový chod strojů a jejich bezchybný stav rovněž významně přispívá k vyšší rychlosti přetypování výroby z jednoho výrobku na druhý (SMED), což je jedna z podmínek při zavádění štihlé výroby. V souvislosti s TPM rozeznáváme několik stupňů údržby, no základní dělení je známé jako údržba před a po poruše (tzv. hašení požáru). Štihlá výroba zavedla do tradičního vnímání údržby nový výraz, který je známý pod pojmem „autonomní údržba“, kde

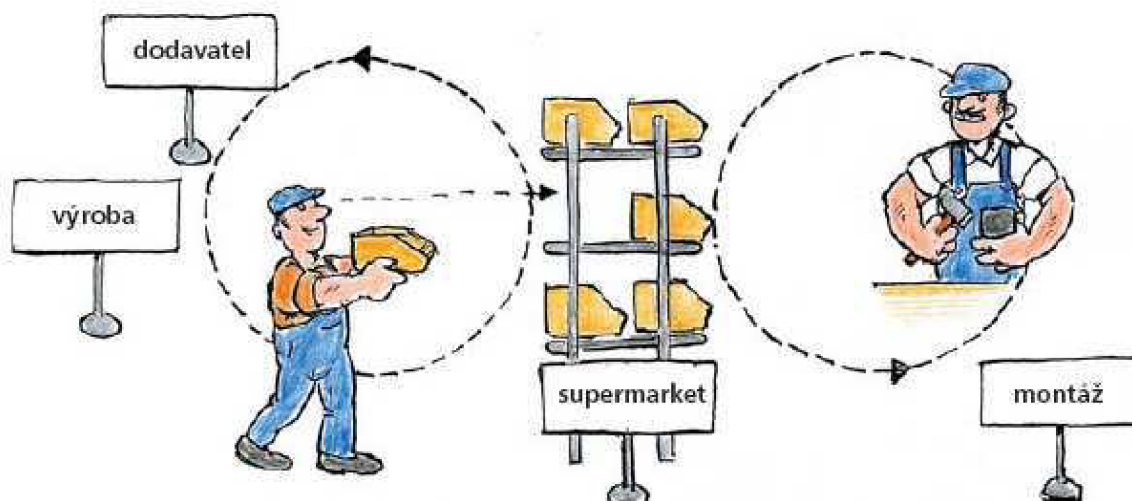
základní údržbu a péči o zařízení přebírá přímo jeho obsluha. Úlohou oddělení údržby i nadále zůstává péče o spolehlivost zařízení především formou preventivní údržby, ale nově i školení operátorů, jak danou jednoduchou autonomní údržbu provádět. [9]

## 2.5. Kanban

Slovo kanban v japonštině označuje kartu nebo štítek, který přenáší informaci. Touto informací může být například impuls v SAPu pro uskutečnění další operace, prázdná bedýnka, nebo ukazatel stavu zásobníku. Tyto informace nám umožňují pracovat na principu „supermarketu“, kde na jedné straně je dodavatel, který sleduje impulsy a doplňuje chybějící zásoby a na straně druhé je odběratel (zákazník), který svou prací nové impulsy vytváří. Zásoby, které dodavatel obnovuje, obsahují minimální potřebné množství materiálu, které zákazník potřebuje na další operaci. Nevytváří se tak tedy zbytečné skladovací prostory a samotný „supermarket“ pracuje díky tomu na principu tahu. Při správném vyvážení zakázek a taktu zakázky nám kanban pomůže eliminovat přebytečné skladovací prostory. [6]

Pro správnou funkci kanbanu je potřeba dodržovat tyto pravidla [12]:

- 1) Předávání materiálu mezi operacemi musí probíhat pouze na základě kanbanové karty, která také určuje typ a množství daného materiálu.
- 2) Vyrábí se pouze množství součástek, které je uvedeno na kanbanové kartě.
- 3) Je nepřípustné přijímat nekvalitní práci z předchozích operací.
- 4) Paletovaný materiál může být přepravován pouze s kanbanovými kartami.
- 5) Množství karet ve výrobním procesu musí být řízeno potřebami finální montáže s ohledem na postupné snižování počtu karet v oběhu.



Obrázek 2.7: Ukázka principu kanbanu [1]



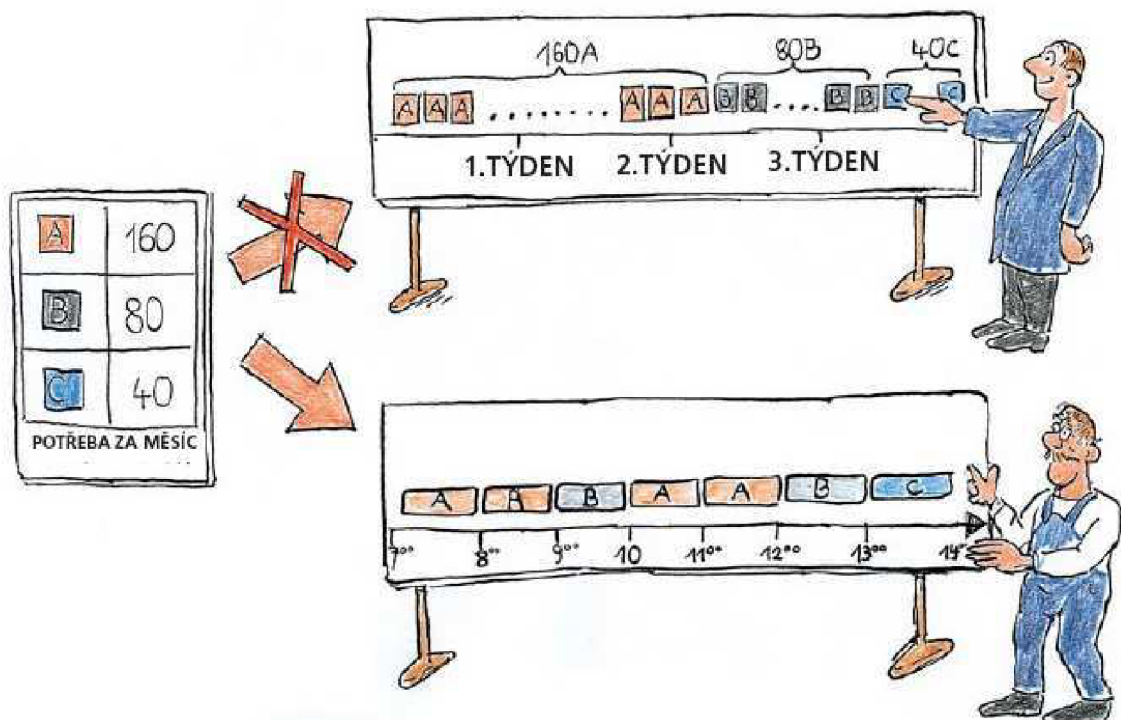
## 2.6. Heijunka

"Želva, která jde pomalu, zcela promyšleně a po správné cestě, způsobí menší plýtvání a je mnohem více žádoucí než rychlý pobíhající zajíc, který se příležitostně zastaví k zadřímnutí. Toyota Production systém může být realizovaný jen tehdy, pokud se všichni pracovníci stanou želvami." [2]

Heijunka charakterizuje vyrovnání produkce jak z hlediska objemu tak i sortimentu. To neznamená jen vytvářet produkty podle skutečného toku zákaznických objednávek, které se mohou prudce pohybovat nahoru a dolů, ale bere celkový objem objednávek pro dané období a rozděluje je tak, aby byly rovnoměrně smíchány na každý den. Cílem tedy je navrhnout správnou úroveň rozvržení (vyrovnání) u zakázek. Na příkladu je patrné namixování výrobních zakázek. [12]

Na obr. 2 je detailněji vidět systém Heijunka. Pro příklad zde máme tři rozdílné zakázky. První obsahuje 160 výrobků, druhá 80 výrobků a třetí 40 výrobků. Klasická produkce bere tyto zakázky postupně ve snaze vyrobit zakázku co nejrychleji. V případě, že přísun nových zakázek není vyrovnaný, dochází k tomu, že při neobdržení nové zakázky je zaměstnavatel nucen posílat své zaměstnance domů, z důvodu malého množství práce. Tato cesta je rozhodně špatná.

Správný postup je srovnat výrobu pomocí systému Heijunka a produkovat výrobky rovnoměrně v malých dávkách v průběhu dne, kdy špatný systém hromadné produkce A,B,C nahradíme rozptýlenějším např.: AA,B,AA,B,C, atd.



Obrázek 2.8: Vyrovnání výroby pomocí metody Heijunka [1]

## 2.7. OEE – Overall Equipment Effectiveness

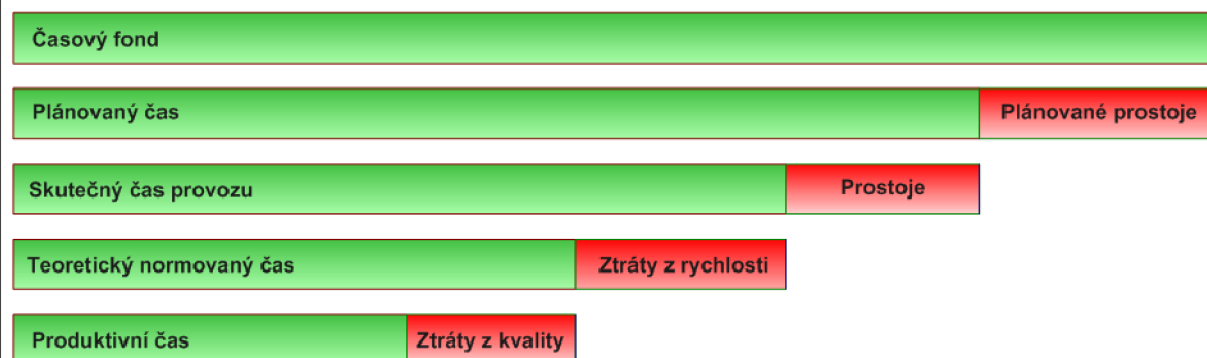
Statistický ukazatel trendu celkové efektivity zařízení (z angl. Overall Equipment Effectiveness), je nástroj umožňující porovnávat nejen celkovou produktivitu na jednotlivých odděleních v rámci jedné firmy, ale i samotných firem mezi sebou. Míra OEE ukazuje, jak dobře společnost využívá své zdroje, mezi které patří zařízení, pracovní síla a schopnost uspokojit zákazníka ve smyslu dodržení požadavků na jakost. Nejpřesnější hodnoty získáváme průběžnou kalkulací ze vstupních a výstupních hodnot, můžeme jej však také sledovat například na denní či týdenní bázi. Běžné podniky dosahují hodnot OEE přes 60 %, ty nejlepší světové podniky dosahují hodnoty přes 85%. [6]

Skutečný produktivní čas je ovlivněn několika typy ztrát. Jak je zřejmé, jsme z těchto údajů schopni zjistit, na kterou oblast se zaměřit, abychom dosáhli lepších výsledků. Základem pro výpočet je časový fond - ve většině případů roven počtu pracovních dnů n vynásobených pracovní dobou (24hodin).

Mezi faktory, které ovlivňují využívání strojů a zařízení se řadí:

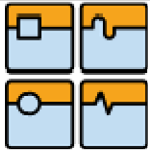
- |                           |   |
|---------------------------|---|
| <i>prostoje</i>           | - plánované – dovolená, bezpečnostní školení, schůzka všech pracovníků, chod nebyl plánován, (pozor: oběd a přestávka nepatří do tohoto oddílu)<br>- neplánované – oprava stroje, čekání na materiál, CNC program, atd. |
| <i>ztráty z rychlosti</i> | - redukce strojního času operátorem, krátká zastavení (duo obsluha, opravy), přestávka, oběd  |
| <i>ztráty z kvality</i>   | - náběhové nestandardní kusy, nestandardní kusy zadržené v procesu  |

Na obr.2.9 je patrný konkrétní dopad chyb na produktivní čas



Obrázek 2.9: Ztráty v produktivním čase





Pro výpočet OEE se používá jednoduchý vzorec se třemi parametry:

$$(2.1) \quad OEE = Využití \times Výkon \times Kvalita \times 100 [\%]$$

Základní hodnoty<sup>[1]</sup> pro OEE se vypočítají podle těchto rovnic:

$$(2.2) \quad Využití = \frac{P\check{C} - SP - PK}{P\check{C}}$$

$$(2.3) \quad Výkon = \frac{S\check{C}}{P\check{C} - P}$$

$$(2.4) \quad Kvalita = \frac{OK}{OK + NOK}$$

Kde jednotlivé parametry:

PČ..... plánovaný čas [minuta]  
SP..... suma prostojů [minuta]  
PK..... výroba prvního kusu [minuta]  
SČ..... skutečný čas [minuta]  
P..... prostoje [minuta]  
OK..... vyhovující kusy [kus]  
NOK..... nevhovující kusy (zmetky) [kus]

## 2.8. SMED – Single minute exchange of die

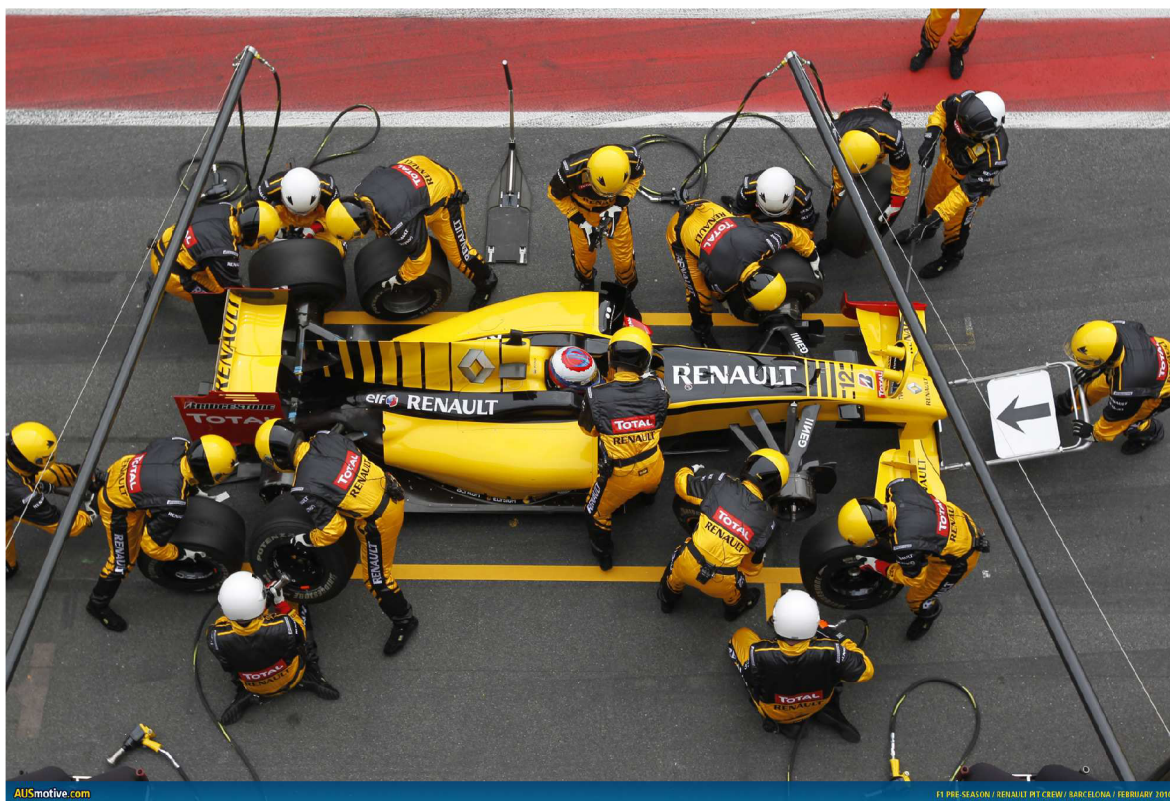
Jedná se o jeden z několika způsobů štlhlé výroby, jak rychlit a zefektivnit přestavbu výrobního procesu ze stávajícího produktu na následující. Jak je již z názvu patrné, hlavním cílem této metody je zkrátit čas změny pod 10 minut (single minute).

Základem je důkladná analýza pracovního procesu, nejlépe přímo na pracovišti, kde se zaznamenávají jednotlivé operace, jejich čas zpracování, a kategorizování těchto operací na interní a externí. Radikální zkrácení času přestavby se dosahuje postupně změnou organizace přestavby, standardizací postupu přestavby, tréninkem týmu a technickými úpravami stroje [12]

Jako čas přestavby bereme dobu od vyrobení posledního dobrého kusu předchozí zakázky po první dobře vyrobený kus zakázky nové. Zahrnuje tedy časy montáže a demontáže, zpracování obrobku a následné kontroly. [1]

Dalším úkolem po analýze procesu je přesunout co nejvíce interních činností do externích. Přičemž jako interní činnosti chápeme ty aktivity, které se vykonávají, když je stroj v klidu. Jako externí činnosti považujeme ty, které se vykonávají během chodu stroje. [12]

Nejlepším příkladem funkčního SMED systému je výměna pneumatik v závodech formule 1. Zde je samozřejmý důraz na co nejnižší čas strávený v boxech při tankování a výměně pneumatik. Na výměně jediné pneumatiky se tak například podílí až 4 mechanici. Všechny úkony jsou přesně dány a každý mechanik zná své místo. Jen díky jejich perfektní synchronizaci se výsledný čas strávený v boxech pohybuje v řádech několika sekund.



Obrázek 2.10: Výměna pneumatik formule 1 [14]

### 3. IMPLEMENTACE ŠTÍHLÝCH PRINCIPŮ NA PRACOVIŠTĚ CNC

Při zavádění štíhlé výroby do reálných podmínek je potřeba přizpůsobit se aktuálnímu stavu pracoviště, interním směrnícím nebo dodavatelským zvyklostem. I když jsou principy štíhlé výroby jednoznačně definovány, vždy se najde nějaký malý prostor pro drobnou úpravu. Tyto úpravy by však rozhodně neměly být na úkor zaváděného produkčního systému.

Z historického hlediska se dá říci, že změny nikdy nebyly přijímány s kladnou odezvou. Implementace štíhlé výroby má tedy stejnou výchozí pozici jako všechny ostatní změny. Každý kdo se nějakým způsobem snažil zavést tyto metody do svého pracoviště, jistě narazil na všeobecný odpor a nechutenství něco měnit. Lidé se snaží nové standardy obcházet a vytváří si své, poloviční a neúplné. Tito lidé nejsou pro produkční systém žádným přínosem, a proto je důležité ukázat těmto lidem správnou cestu a změnit jejich myšlení. Štíhlá výroba není jen o povrchních věcech, jedná se o komplexní filosofii, se kterou je potřeba se zosobnit.

#### 3.1. Historie a současnost firmy IFE

Původní společnost IFE byla založena v roce 1947 ve Vídni. Název společnosti je v podstatě sloučení počátečních písmen *Institut für technische Forschung und Entwicklung*. Společnost IFE - CR jak ji známe dnes (obr. 3.3), vznikla v roce 1996 díky odkoupení původně české firmy Hády–Metall se sídlem v Brně rakouskou firmou IFE – Waidhofen se sídlem ve Waidhofenu a.d. Ybbs.

Obě sloučené firmy se zabývaly produkcí vstupních portálů pro kolejová vozidla. Bylo tedy jednoduché převést znalosti a technologii z rakouského sídla. Po krátké době však bylo jasné, že stávající výrobní prostory nebudou pro přenesenou výrobu dostačující, a proto bylo rozhodnuto vybudovat nové výrobní prostory ve vznikajícím CTP parku v Modřicích. V roce 2002 tak bylo IFE-CR první firmou ve vzniklém CTP Modřice. Ve stejném roce došlo také k výrazné změně v historii firmy, kdy byla začleněna do celosvětového koncernu Knorr - Bremse AG, geograficky spadající pod Mödling / Österreich. Díky tomuto začlenění bylo možné implementovat koncernový Business systém REX a Knorr - Bremse Production System (KPS).

Firma IFE má v dnešní době po světě několik poboček. Díky zaměření na dokonalou kvalitu a rychlost dodávek patří IFE špičce ve svém oboru ke světovému vrcholu. Díky implementaci štíhlé výroby a neustálému zlepšování, tak patří mezi nejdynamičtější rozvíjející se firmy.



Obrázek 3.1: Logo IFE-CR, a.s. [1]



Obrázek 3.2: Logo KPS [1]



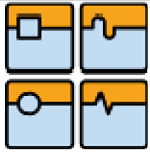
Obrázek 3.3: Pohled na výrobní halu IFE-CR, a...s.[1]

## 3.2. Produkce

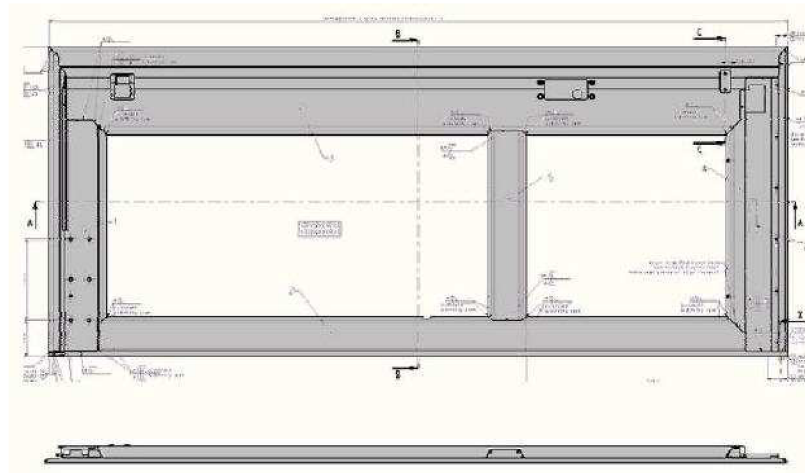
Jak již bylo zmíněno, firma IFE se v dnešní době zabývá produkcí kompletních dveřních portálů pro kolejová vozidla. Jako portál chápeme celek složený z dveřních křídel, pohonů a nástupní plošiny. Portály jsou vyráběny především pro „velkou trojku“ Alstom, Bombardier a Siemens, kteří jsou klíčovými výrobci v oblasti dopravy. Produkty je tedy možno vidět především ve většině evropských států, ať už na rychlovlacích (Velaro, Pendolino), běžných osobních vlacích typu ÖBB, nebo tramvajích Škoda, Citadis apod.

Výroba je rozdělena na produkci dveří, nástupních plošin a pohonů. V této práci se zaměříme na produkci dveří, konkrétně pracoviště CNC, které zpracovává surové dveřní profily. Měsíční produkce se pohybuje okolo 2000 dveří, konkrétní počty jsou závislé na velikosti zakázek. Průměrný počet kusů profilů v jedné zakázce je však pouze 10 a pracovníci jsou za jednu dvanáctihodinovou směnu schopni zpracovat přibližně 7 zakázek. Nutno podotknout že jde o typově rozdílné zakázky. Dalšími zajímavými údaji je také například normový čas na výrobu jednoho kusu, ten činí 10 min a průměrný čas změny zakázky je 54,8 min. V tomto případě tedy můžeme mluvit o malosériové výrobě s velkou variabilitou zakázek.

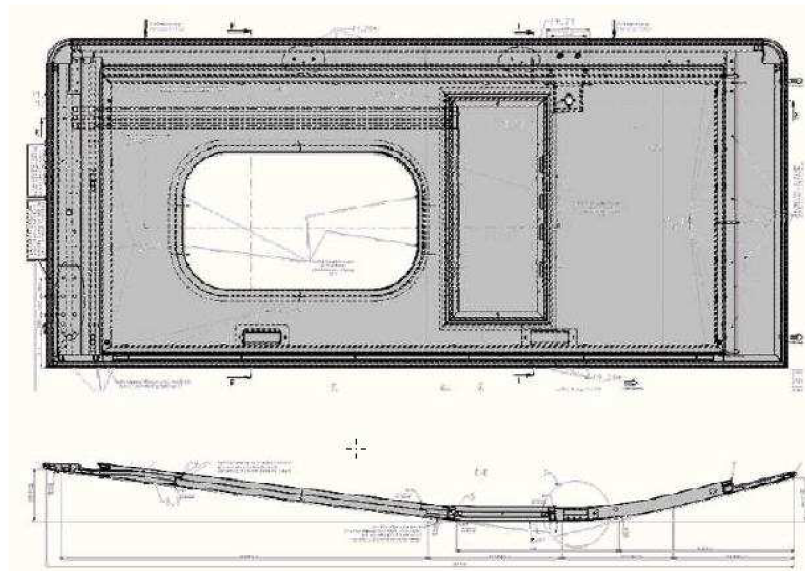
- Typy dveří
  - Rámové
    - rovné
    - lomené (s knickem)
    - ohýbané
  - Sendvičové
    - pěněné
    - s voštinou (wabe)



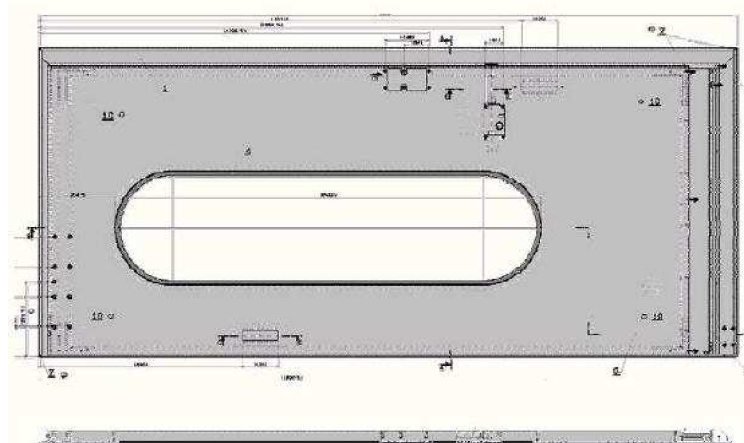
# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE





Obrázek 3.4: Rámové dveře [1]



Obrázek 3.5: Dveře plněné pěnou, sendvičové [1]



Obrázek 3.6: Dveře plněné WABE [1]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 30
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

### 3.3. Pracovní postup výroby hrubého dveřního křídla

Surové profily jsou od dodavatele dodány přes sklad na pracoviště MECHO, kde začíná jejich zpracování. Zde se nařezou na přibližnou potřebnou délku pro obrábění a podle typu dveřního rámu se buď dále vyrovnají, nebo vytvarují s pomocí šablony na ohýbače. Takto předpřipravené profily putují dále na obrábění.

Jako první jsou na nařezaném kusu vytvořeny kontury a technologické úkopy pro svařování. Dále je vytvořeno kapsování pro tastery (vždy pouze na jednom dveřním LP) a kabeláž, závity a další nosné a vodící prvky pro pohon. Obrobené profily jsou přesunuty na zámečnickou dílnu, kde projdou mycím procesem na odmaštění. Očištěné obrobené profily jsou zde dále odjehleny, předřezané závity opatřeny vložkami (ve většině případů HeliCoil) a zkompletovány na svařovací rám. Rámy jsou ve většině případů svařeny ve svařovacím boxu v ochranné atmosféře inertního plynu. Po svaření je potřeba svary obrousit, rámy vyrovnat pro další operace a v myčce opět zbavit nečistot.



Obrázek 3.7: Ukázka tasteru [15]

Dveře se kompletují na speciálním klimatizovaném pracovišti, kde jsou dveřní rámy opatřeny plechy s lepidlem, výplní a okenním rámem. Vzniklý sendvič je připraven na zalisování ve vyhřívané formě lisu, kde se plechy spojí vulkanizačním lepidlem s rámem a výplní. Poslední operací před expedicí dveřních křídel do lakovny je finální broušení, které má za úkol odstranit zbytky lepidla a jiných nečistot.

### 3.4. Segment KPS

Oddělení KPS, celým názvem Knorr-Production System (dále jen KPS), se zabývá vytvářením, schvalováním a implementací principů štíhlé výroby, především 5S na všechny výrobní i nevyrobní prostory celé firmy. Lokální segment KPS vychází při svých návrzích z koncernových standardů Knorr-Bremse Group. Tyto standardy se svými základy opírají o známý Toyota Production System (dále jen TPS), který byl inspirací nejen pro společnost Knorr-Bremse. Vedení KPS má na starost KPS expert (označovaný také KPS manager), který dohlíží na zavádění 5S. Podle nové firemní struktury se o 5S na jednotlivých odděleních starají procesní inženýři (jedna z jejich činností), kteří jsou metodicky vedeni KPS managerem.



Metody práce KPS jsou založeny na známém modelu „chrámu“. Dále jsou jen v kostce uvedeny nejdůležitější úkoly KPS:

*Tok výroby* – „narovnat“ tok výroby a analyzovat úzká místa

*Snížit plýtvání* – redukovat ztrátové operace v duchu 5S

*Bezpečné procesy a produkty* – standardizovat pracovní postupy a údržbu

*Kvalifikování, spokojení a na cíl orientování spolupracovníci* – zaměření na lidskost implementace

### 3.5. Pracoviště CNC

Každé pracoviště v rámci celé továrny má své typické označení podle operace, které se na něm převážně provádí. Z hlediska hrubé výroby jsou pro nás nejdůležitější tyto pracoviště:


MECHO – dělení materiálu, ohýbání materiálu, opracování materiálu na CNC strojích  
SVAZ – zámečnické operace, svařování profilů

Pracoviště MECHO je situováno mezi sklad, pracoviště pilky a ohýbání a pracoviště SVAZ. Je tak tedy zajištěn nejlepší průtok materiálu. Vyžádaný materiál projde ze skladu přes pracoviště pilky, kde se upraví na patřičné délkové rozměry a dále se na ohýbačce nechá ohnout, popřípadě srovnat. Po těchto operacích je materiál připraven na obrobení.

Firma IFE disponuje v současné době třemi obráběcími centry značky AXA, které mají řízené 3 základní osy. Dále jedním obráběcím centrem AXA s plynulým řízením tří os a dalšími dvěma indexovanými polohami (stůl + vřeteno). Poslední nejmodernější je obráběcí centrum s plynulým řízením 5-ti os CHIRON. Trojosá obráběcí centra jsou označována AXA1, AXA2 a AXA3 a pětiosá centra označována AXA5 a CHIRON. Díky vysokému potenciálu pětiosých obráběcích center jsou na tyto stroje přednostně umísťovány zakázky ohýbaných LP. Rovné LP jsou umísťovány na AXA3, které délkou svého pracovního stolu také umožňuje pohodlně obrábět tyto profily. Ve výjimečných případech mohou být rovné LP obráběny na AXA5 nebo Chiron. Na zbylé CNC stroje jsou umísťovány zakázky QP. Rozložení celého pracoviště je patrné v příloze.

Na pracovišti je na týdenní bázi prováděn workshop 5S, který má za cíl lokalizovat případné nedostatky či chyby. Auditů se pravidelně účastní týmový mluvčí, kooperátor a KPS expert. Závěrečným vyhodnocením auditu je graf (pavoučí síť), která ukazuje na nejslabší místa v jednotlivých složkách 5S. Příklad takto vyhodnoceného auditu je uveden v příloze.

Implementace štihlé výroby probíhala v IFE v několika vlnách několik let po sobě. Bohužel až do loňského roku nebyly tyto implementace příliš úspěšné. Důvodem zřejmě mohlo být především nedůsledné nestabilní rakousko-české vedení firmy, dodržování nastavených pravidel, nekázeň zaměstnanců a chybějící motivační systém. V současné době má však firma nejen stabilní české vedení, ale také plnou podporu koncernu Knorr- Bremse. Díky této podpoře a úpravě motivačního systému je nyní IFE v situaci, která je příznivá především pro důslednější implementaci štihlé výroby.

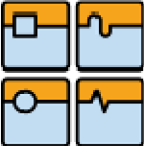
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 32
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

#### **4. ANALÝZA PLÝTVÁNÍ A NÁVRH ŘEŠENÍ**

Cílem implementace štíhlé výroby na toto pracoviště, respektive systému 5S je minimalizovat ztrátové operace včetně plýtvání, standardizovat rozložení pracoviště, všechny pracovní postupy a plány údržby. Největší problémy z hlediska štíhlé výroby jsou především rozmanité druhy plýtvání, nekázeň a neznalost zaměstnanců.

Po důkladné analýze celého pracoviště a provedení několika 5S auditů a workshopů, jsme se společně s oddělením KPS zaměřili na několik nejzávažnějších nedostatků. Stav před implementací 5S je zaznamenán na auditním formuláři 5S (viz Příloha 4), který je přiložen v příloze. Audit byl zaměřen na problémy dlouhodobějšího rázu, které mají reálný dlouhodobý dopad na chod celého pracoviště. Problémy krátkodobého charakteru (rozlitá emulze, špinavý pracovní prostor apod.) se řeší okamžitě po zjištění na místě určením priority závažnosti a přidělením úkolu pracovníkovi zodpovědnému za daný úsek.



	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 33
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 4.1. Plýtvání výrobním potenciálem

### 4.1.1. *Problém*

Na pracovišti není evidováno množství a stav náhradních, ale i smontovaných nástrojů.

Vytváří se mnoho duplicitních nástrojů.

Chybí systém vytváření náhrad, sledování pohybu nástrojů pro DNC systém.

#### 4.1.1.1. *Návrh řešení*

Pro zpřehlednění by bylo vhodné sjednotit uložení, vytřídit nástroje, které jsou duplicitní nebo zastaralé a vytvořit sady pro každý stroj s přihlédnutím na typy profilů které se na daném CNC obrábějí. Nové náhradní nástroje kategorizovat dle charakteristických rozměrů.

Vhodné je zvážení zavedení moderních elektronických výdejních automatů pro zásobování novými nástroji, pracujících na základě systému KANBAN.

Kvůli zavádění DNC systému jako podpory výroby je potřeba dohodnout se na vhodném principu značení nástrojů, a samotném způsobu jak zanést tyto informace na nástroj. V dnešní době možno využít značení čárovým kódem, mikrotečkami apod.

#### 4.1.1.2. *Realizace*

Původně navrhovaná myšlenka společného uložení všech nástrojů na jednom místě, nebyla nakonec zhodnocena jako nejlepší varianta (příloha) a došlo tedy k úpravě na oddělená kontrolovaná uložení. Každý stroj je vybaven skříní obsahující sadu nástrojů, která je z velké části totožná s ostatními sadami. Liší se však podle preferovaných obráběných dílů a projektů na daném stroji. Duplicitní nástroje je zakázáno vytvářet s tím, že odpovědnost za skříně nesou pracovníci, kteří na daném stroji pracují. Pro speciální nástroje využívané u prototypů nebo starých projektů je vyhrazen speciální stojan. (Obr. 4.1)

#### 4.1.1.3. *Budoucí plán*

V současné době je poptáno několik potenciálních dodavatelů, kteří by byli schopni dodávat vhodný typ řezných nástrojů, a splnil také požadavek na dodávání pomocí výdejního elektronického automatu. Probíhá testování jednotlivých nástrojů především s ohledem na délku jejich životnosti.

Pro systém DNC, je vytvořen ve spolupráci s německými kolegy předpis značení pro veškerý materiál potřebný pro výrobu. Tento předpis je řízen interním LOPem pro měřicí nástroje, v ostatních případech je částečně převzat od rakouských kolegů. Hledá se také vhodná metoda značení nástrojů, jenž by odolala mechanicko – chemickému namáhání nástroje ve vřetenu.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Obrázek 4.1: Redukovaný stojan na speciální nástroje [1]



## 4.2. Plýtvání prostorem

### 4.2.1. Problém

Jak je již z layoutu pracoviště patrné, je zde spousta nevyužitých prostor (viz Příloha 1), ve kterých ve výsledku dochází ke shromažďování osobních věcí, vytváření chaosu, schovávání nadbytečných zásob, a zakrývání nepořádku. (Obr. 4.2)

#### 4.2.1.1. Návrh řešení

Redukovat množství skříní na nutné minimum, do kterého bude možné uložit potřebné množství používaných sad nástrojů, přípravků a dalšího potřebného materiálu. (viz předchozí bod). Příhodné je využití seřizovacích stolků. Pro nástroje a ruční nářadí je důležité vytvořit podklad uložení.

#### 4.2.1.2. Realizace

Poloprázdné skříně byly zredukovány na skříně obsahující sady nástrojů k jednotlivým strojům (viz Příloha 2). Ruční nářadí (Obr. 4.5) a drobné přípravky byly uloženy do seřizovacích vozíků. (Obr. 4.3). Nástroje byly roztřízeny a rozděleny (Obr. 4.4) do nástrojového zásobníku.

V současné době se hledá vhodná náhrada nevyhovujících (především z bezpečnostního hlediska) starých nástrojových skříní.

#### 4.2.1.3. Budoucí plán

Veškeré přípravky a nástroje by měly být skladovány v jednom společném úložném prostoru. Tento prostor by fungoval nejen jako výdejna („supermarket“), ale také jako místo pro seřízení a označování jednotlivých smontovaných nástrojů.



Obrázek 4.2: Pohled do zásuvky před implementací 5S [1]

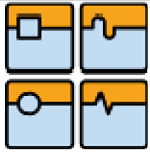


Obrázek 4.3: Dílenský vozík [1]

Obrázek 4.4: Uložení řezných nástrojů [1]



Obrázek 4.5: Uložení ručního nářadí v dílenském vozíku [1]



#### **4.2.2. Problém**

Špatně je také vyřešen přístup k servisním místům jednotlivých strojů. Tato místa jsou blokována ve většině případů zpracovávaným materiálem.

##### **4.2.2.1. Návrh řešení**

V současném dispozičním řešení nebyla nalezena vhodná náprava

##### **4.2.2.2. Realizace**

Bez realizace

##### **4.2.2.3. Budoucí plán**

Zvažuje se nákup nových obráběcích center, které by zvýšily výrobní kapacity celého pracoviště. Po nákupu těchto strojů bude potřeba přehodnotit celé rozmístění pracoviště a posléze úprava přístupu ke strojům kvůli servisu.

#### **4.2.3. Problém**

Nevhodně je také zvoleno situování strojů vůči sobě, které mělo pomoci při průtoku materiálu. Vzniklá ulička však již v dnešní době nevyhovuje požadovaným výrobním kapacitám a dochází tudíž k hromadění materiálu před, během nebo po vlastním obrobení.

##### **4.2.3.1. Návrh řešení**

Upravit šířku uličky zvětšením rozestupu mezi stroji. Další možnou variantou by bylo předradit před zámečnickou dílnu malý mezisklad, vyrovnávající produkci obrobny a zámečnické dílny.

##### **4.2.3.2. Realizace**

Současné dispoziční řešení nedovoluje žádné úpravy.

### 4.3. Plýtvání financemi

#### 4.3.1. Problém

Sběr dat a sledování dat produkce je prováděn denním tiskem grafů a tabulek (viz Příloha 3).

Tiskové náklady jsou poměrně vysoké, není vždy zaručena aktuálnost a tato papírová forma má jen omezené možnosti.

#### 4.3.1.1. Návrh řešení

Zavést do výroby elektronický způsob odhlašování, které je prováděno pomocí terminálu, odvádějící data do SAPu. Při odhlašování zakázek se automaticky vytváří OEE. Stávající forma protokolu o měření (součást denního výkazu OEE) je nahrazena menším, detailnější formou generovanou např. přímo v SAPu.

Sledované údaje je vhodné například promítat na velkoplošné LCD televizi, umístěné v bezprostřední blízkosti pracoviště. Interaktivní elektronická plocha LCD TV má větší potenciál pro budoucí sledování dat, jejich aktuálnost, školení během výrobního procesu. Vzor takovéto interaktivní informační plochy si můžeme vzít od kolegů v KB Mödling. (Obr. 4.6)

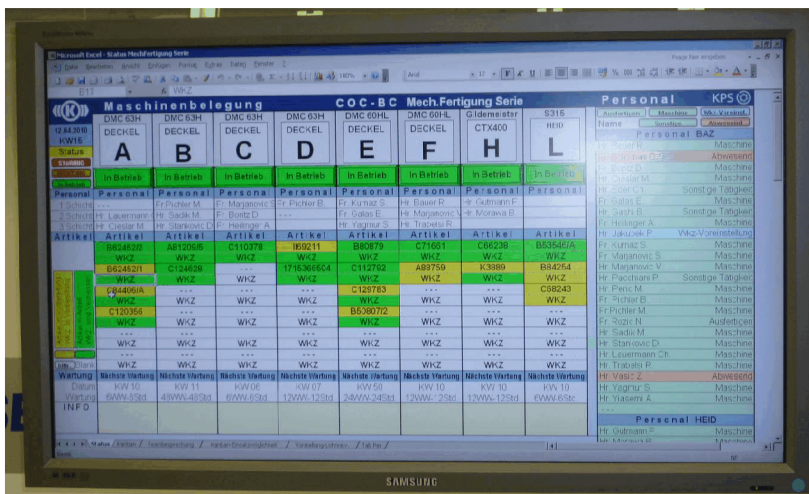
#### 4.3.1.2. Realizace

Formulář OEE (Obr 4.7) byl sloučen s formulářem rychlé změny pro snížení tiskových nákladů. Veškeré elektronicky počítané hodnoty, vyplňované tabulky a získávané grafy jsou přístupné v elektronické podobě na lokálním serveru, kde si je může prohlédnout kterýkoliv pracovník daného pracoviště. Elektronické formuláře byly sloučeny a upraveny, aby byly veškeré hodnoty počítány ze skutečných produkčních časů.

#### 4.3.1.3. Budoucí plán

Jednotlivá pracoviště celého závodu jsou postupně opatřována velkoplošnou LCD TV, která má za úkol zobrazovat aktuální produktivitu.

Dalším projektem, který se rozběhl v rámci celé firmy, je zavádění odhlašovacích terminálů, které jsou napojeny na podnikový výrobní systém GRALL, který je dále propojen se SAPem. Hlavní etapa tohoto projektu by měla být hotova do konce roku 2012.



Obrázek 4.6: Ukázka elektronické informační tabule [1]



#### 4.4. Plýtvání produkčním časem

##### 4.4.1. Problém

Díky nesjednoceným typům profilů je potřeba při změně zakázek měnit kompletní upínací plán. Tyto časy změn jsou nejvýraznějším druhem plýtvání během celé pracovní směny, protože mnohdy jsou větší než 60 minut. Normovaný čas neodpovídá skutečným produkčním časům.

##### 4.4.1.1. Návrh řešení

Pokud možno sjednotit typy profilů a omezit seberealizaci konstruktéru na vytvářených profilech. Zavést koncernový standard používaných nástrojů pro obrábění dveřních profilů.

Úpravou normy a SMED časovou analýzou se pokud možno co nejvíce přiblížit k reálným produkčním časům a časům změny.

##### 4.4.1.2. Realizace

Na oddělení konstrukce byl zaslán požadavek na redukci potřebných nástrojů na obrábění (tvarová náročnost profilů). Nicméně tvary dveří a dveřních profilů se v první řadě řídí nároky zákazníka a dále například mezinárodními směrnici a vlastními normami státu, pro které se daná zakázka zpracovává.

Byl proveden propočet času výroby jednoho kusu ve smyslu SMED analýzy. Porovnání různých variant úpravy času přípravy a normovaného času výroby jednoho kusu je patrné v tabulce 4.1. Pokud bychom se s časem přípravy chtěli dostat až k hranici jednotek minut, museli bychom vytvořit přípravné pracoviště pro seřizování zakázek. Nevýhodou této úpravy by však byly enormně velké pořizovací náklady dalšího vybavení. Nejsme-li tedy schopni redukovat čas na minimum, je vhodnější optimalizovat programy a upravit normové hodnoty podle skutečných hodnot. Tím dosáhneme požadovaného efektu snížení výrobního času jednoho kusu (viz tab. 4.2).

Současný stav			
Z [min]	D [min]	K [min]	t [min]
60	7	10	18,57
60	14	10	14,28
60	20	10	13
60	30	10	12
60	40	10	11,5

Tabulka 4.1: Současný stav produkčních časů

Hodnoty v tab. 4.1 a tab. 4.2 jsou vypočteny<sup>[1]</sup> dle vztahu

$$(4.1) \quad t = \frac{Z}{D} \cdot K$$

Kde jsou jednotlivé parametry rovnice:

t.....čas výroby jednoho kusu

Z.....čas změny

D..... velikost výrobní dávky

K..... normovaný čas výroby prvního kusu

<b>SMED</b>			
Z [min]	D [min]	K [min]	t [min]
35	7	10	15
35	14	10	12,5
35	20	10	11,75
35	30	10	11,16
35	40	10	10,875
40	7	10	15,7
40	14	10	12,85
40	20	10	12
40	30	10	11,33
40	40	10	11
45	7	10	16,43
45	14	10	13,21
45	20	10	12,25
45	30	10	11,50
45	40	10	11,13

Tabulka 4.2: Čas na výrobu jednoho kusu po SMED analýze

#### 4.4.1.3. *Budoucí plán*

V průběhu roku 2011 bude prováděna s pomocí rakouských specialistů úprava NC programů, pro zvýšení efektivity práce. Dle prvních ukazatelů dosáhneme těmito úpravami snížení produkčního času o 30%. Dalším krokem by mělo být jednorázové zkrácení normy pro přestavbu zakázek přibližně o 20%.

#### 4.4.2. *Problém*

Nevhodně plánované reklamační zakázky snižují produktivitu, protože většinou obsahují pouze 1ks profilu.

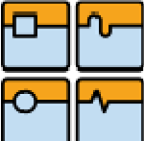
##### 4.4.2.1. *Návrh řešení*

Přesunout reklamační zakázky do méně vytížených časových úseků, v případě možnosti sloučit reklamační zakázky s normálními zakázkami.

##### 4.4.2.2. *Realizace*

Charakter reklamovaných zakázek nedovoluje úpravu plánu výroby.



	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## **4.5. Neznalost zaměstnanců**

### **4.5.1. Problém**

Nikdo ze zaměstnanců nebyl nikdy proškolen o principech štlhlé výroby, jejich hodnotách a ztrátách.

#### **4.5.1.1. Návrh řešení**

Proškolit všechny zaměstnance na principy štlhlé výroby, jejich výhody a hodnoty a ztráty.

#### **4.5.1.2. Realizace**

Všichni zaměstnanci byli proškoleni a seznámeni s principy štlhlé výroby. Viz prezentace školení v příloze 5.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 42
	<b>BAKALÁŘSKÁ PRÁCE</b>	

## 5. ZÁVĚR

Metody štíhlé výroby jsou dnes velice často zmiňovaným pojmem, pokud se jedná o optimalizaci a zefektivnění výrobního procesu. Jako jediný osvědčený nástroj totiž dokáže analyzovat plýtvání, zkvalitňovat výrobní proces a zvýšit produktivitu. Tyto metody budou mít v následujících letech také rozhodující dopad na udržení firem na světovém vrcholu. Ten podnik, který si bude chtít udržet svou pozici na trhu a popřípadě se dále rozvíjet, bude přinucen zavést principy štíhlé výroby ve větší či menší míře.

Dalo by se říci, že většina důležitých postupů již byla vymyšlena. Nicméně vývoj v této oblasti se nezastavil. S přibývajícím počtem firem, které mají s produkčními systémy zkušenost, se budou vytvářet metody optimalizované na specifický charakter výroby.

Implementace principů štíhlé výroby do prostředí středně velkého podniku s malosériovou produkcí, je nelehký úkol. Během téměř ročního sledování a spolupráce na zavádění 5S byly na základě několika auditů a workshopů navrženy opatření, které mají pomoci ke snížení plýtvání na pracovišti CNC. Každý návrh byl proveden na základě interních KPS směrnic a především metody 5S. V rámci možností byl také kladen na vytvářené návrhy velký důraz z finančního hlediska, aby se zavádění 5S zbytečně neprodražovalo.

Výchozím záměrem bylo implementovat tato opatření v pokud možno co největší míře. Stupeň jejich rozpracování je v dnešní době na různé úrovni. Ty, které se daly zpracovat s pomocí interních zdrojů, byly zavedeny téměř okamžitě. U ostatních se vytváří vhodné podmínky pro jejich zavedení ve spolupráci s kolegy z Německa či Rakouska.

Štíhlá výroba je o neustálém zlepšování. Tvrdit tedy, že implementace bude dokončena ke konkrétnímu datu, by bylo nesmyslné. S odstupem času však můžeme zhodnotit, zdali byla naše práce úspěšná či nikoliv. Pokud bychom měli zhodnotit současný stav, nemusíme se bát říci, že jsme nabrali správný směr. Důležité nyní bude, udržet si stávající tempo a být při zavádění nových standardů důslední.

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

- LP z německého Laengprofil, tzn.: dlouhý profil rámu dveří
- QP z německého Querprofil, tzn.: krátký profil rámu dveří
- CNC z anglického Center Numeric Control, počítačem řízené obráběcí centrum
- KPS Knorr Production Systém
- DNC Direct numerical control, počítačem řízený síťový přenos dat mezi PC a CNC
- OEE Overall equipment effectiveness, denní výkazy produktivity založené na výpočtu výkonu, produktivity a kvality
- LOP Local Operation Process – místní operační proces – směrnice
- KB Knorr – Bremse AG
- JIT Just-In-Time
- SMED Single Minute Exchange of Die
- Audit kontrola zaměřená na stav a tvorbu hodnoty
- TPM Total Productive Maintenance, viz str. 21
- TPS Toyota Production Systém, viz str. 13
- SAP Systems - Applications - Products., softwarový nástroj, sloužící pro řízení výroby
- REX Rail Excellence – bussiness systém, založen na principu, že všichni jedou v jednom vlaku a podílejí se stejnou měrou na budování podniku

## ZDROJE INFORMACÍ

- [1] IFE-CR a.s. Modřice, podnikové zdroje
- [2] LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota :14 zásad řízení největšího světového výrobce 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] MAŠÍN, I., VYTLAČIL M. Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství . 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [4] TAURIM, Jörg. *Lean Institute* [online]. 3. 2. 2009 [cit. 2011-05-26]. Poka - Yoke. Dostupné z WWW: <<http://www.lean-institute.com/Poka-Yoke.821.0.html>>.
- [5] BORDÁS, Robert. *Lean Company* [online]. 2006 [cit. 2011-05-26]. Historie. Dostupné z WWW: <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>.
- [6] BORDÁS, Robert. *Lean Company* [online]. 2006 [cit. 2011-05-26]. Lean slovník. Dostupné z WWW: <<http://www.leancompany.cz/leanslovník.html>>.
- [7] Lean Enterprise Institute [online]. 2009 [cit. 2011-05-26]. A Brief History of Lean. Dostupné z WWW: <<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>>.
- [8] TPCA [online]. 2006 [cit. 2011-05-26]. Just-In-Time. Dostupné z WWW: <<http://www.tpcz.cz/cz/vyrobní-system-toyota/vyroba/just-in-time>>.
- [9] VOHÁŇKA, Aleš. *Centrum andragogiky* [online]. 2006 [cit. 2011-05-26]. Totálně produktivní údržba. Dostupné z WWW: <[http://hardskills.centrumandragogiky.cz/totalne\\_produkтивni\\_udrzba](http://hardskills.centrumandragogiky.cz/totalne_produkтивni_udrzba)>.
- [10] Academy of productivity and inovations [online]. 2005 [cit. 2011-05-26]. Bařův výrobní systém. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68251.batuv-vyrobní-system/>>.
- [11] Academy of productivity and inovations [online]. 2005 [cit. 2011-05-26]. Płytvání. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>>.
- [12] Academy of productivity and inovations [online]. 2005 [cit. 2011-05-26]. Štřhlá výroba. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>.
- [13] CertiGuide.com [online]. 2004 [cit. 2011-05-26]. Ports & Connectors . Dostupné z WWW: <[http://www.certiguide.com/aplush/cg\\_aph\\_IVPortsConnectors.htm](http://www.certiguide.com/aplush/cg_aph_IVPortsConnectors.htm)>.
- [14] Ausmotive.com [online]. 2008 [cit. 2011-05-26]. 17 men, three and a half seconds . Dostupné z WWW: <<http://www.ausmotive.com/2010/03/10/17-men-three-and-a-half-seconds.html>>.
- [15] Mayser.com [online]. 2009 [cit. 2011-05-26]. Press. Dostupné z WWW: <<http://www.mayser.com/content/sicherheitstechnik/informations/press.asp>>.

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkres rozložení pracoviště před implementací 5S
- Příloha 2 Výkres výrobní haly po implementaci 5S
- Příloha 3 Vzor vyplněného denního výkazu výroby
- Příloha 4 Auditní formulář 5S
- Příloha 5 Školení 5S pro zaměstnance