

# Metody průmyslového inženýrství 1

Jan Vavruška



## Otázky k zamyšlení ???

Které metody PI znáte?

Na jaké problémové oblasti se zaměříte ve výrobě?

Co je nejčastější příčina nízké produktivity a nehospodárnosti?



# Plýtvání

1. Nadprodukce  
**(mrtvé zásoby-ležáky; větší množství, než objedná zákazník)**
2. Čekání  
**(chybějící materiál nebo personál, poruchy, ...)**
3. Zbytečná přeprava materiálu  
**(nevzhodné trasy, mezisklady, forma skladů...)**
4. Nesprávné výrobní postupy  
**(nadbytečné operace, chod strojů naprázdno...)**
5. Vysoké zásoby  
**(vázaný kapitál, skladovací plochy, ale i nepotřebné dokumenty)**
6. Zbytečné činnosti  
**(pracovník si sám hledá materiál nebo výrobní pomůcky...)**
7. Poruchy ve výrobě opravy  
**(krátké odstávky, blokování zmetky)**
8. Nevyužitý lidský potenciál (zlepšení, kaizen)

# SYSTEMATICKÝ ÚKLID 5S (6S)



# 5S (6S) - cíle

- **Odstranit hledání nástrojů a materiálu,** získat čas na jiné činnosti
- **Zpřehlednit stav zásob,** uvolnit podlahovou plochu
- **Snížit počet chyb** lepším uspořádáním
- **Změny v chování** lidí k pracovištím a strojům
- **Zvýšit pružnost** a reakci na podněty
- **Zaujmout zákazníka** pořádkem
- **Zvýšení bezpečnosti** pracovníků i dílů

- **SEIRI**
- **SEITON**
- **SEISO**
- **SEIKETSU**
- **SHITSUKE**
- **SAFETY**

**5S (6S) – 6 pravidel**

**TŘÍDĚNÍ/ÚKLID**  
odstranění všeho přebytečného

**ROZMÍSTĚNÍ/POŘÁDEK**  
každý předmět má své místo

**POSTUPY/ČIŠTĚNÍ**  
systematický úklid a čištění

**PRAVIDELNOST**

**STANDARTIZACE**  
návyky v pořádku a čištění

**KONTROLA/DISCIPLÍNA**  
dodržování předpisů a norem

*Ergonomie BOZP PO*  
*ochrana života a zdraví*

# Co je pořádek? Jak k němu dospět?

Když opouštím pracoviště, tak je po mě uklizeno!

Když si něco půjčím, tak to tam i vrátím!

Když něco rozbiju, tak to nechám opravit nebo nahradit!

Když něco přitáhnu a už to nepotřebuji, tak to odklidím!

## 5. Shitsuke Dodržování pravidel

# Co je pořádek? Jak k němu dospět?

Jak poznám co sem patří a co ne?

Jak poznám kam to patří?

Kde najdu věci na úklid?

Kam mam dát to co sem nepatří?

## 5. Shitsuke Dodržování pravidel

# Co je pořádek? Jak k němu dospět?

Musím vědět co zde přebývá!

Musím vědět kam co patří!

Musím vědět co zde chybí!

## 4. Seiketsu Standardizace, pravidla



## 5. Shitsuke Dodržování pravidel

# Co je pořádek? Jak k němu dospět?

Jak poznám a odstraním co zde nemá být?

Kam to mam dát, aby to bylo produktivní?

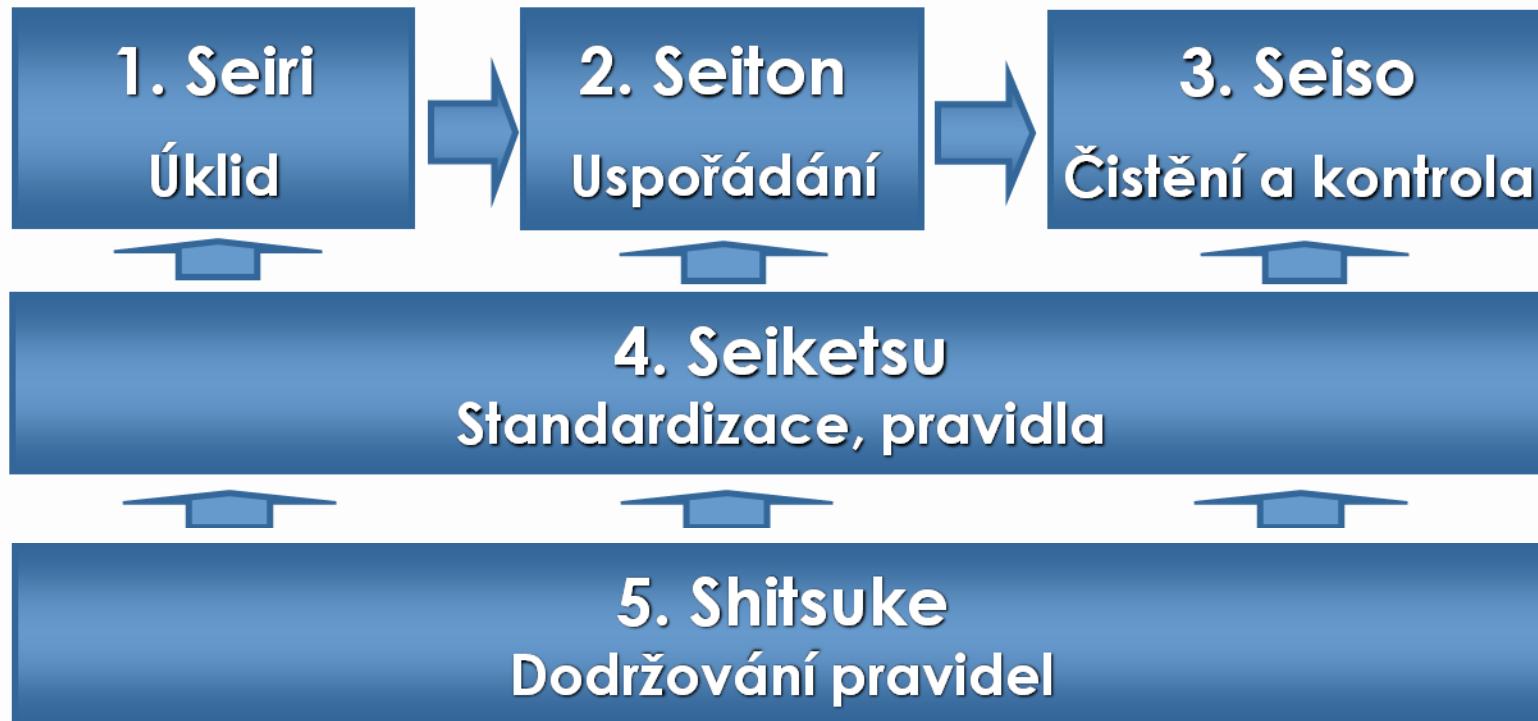
Jak poznám že je to bezpečné a OK?

## 4. Seiketsu Standardizace, pravidla

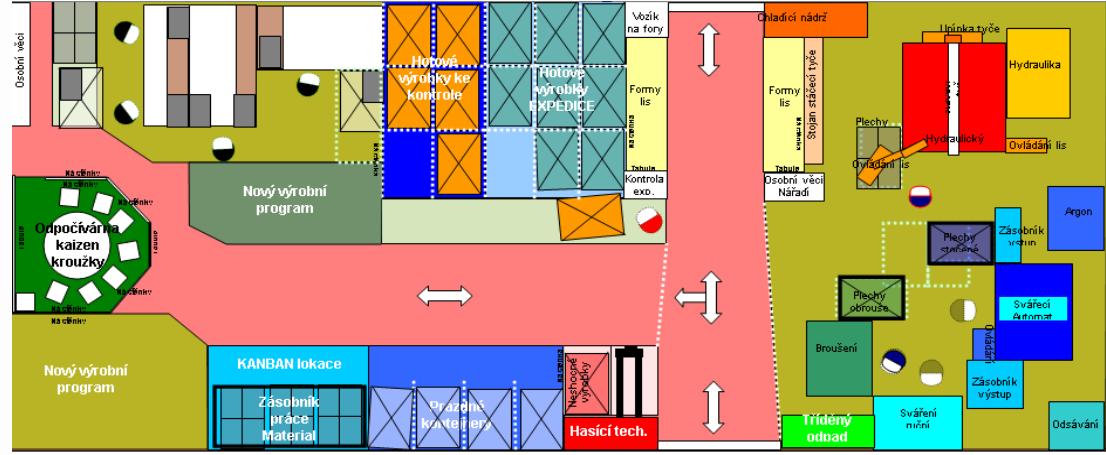
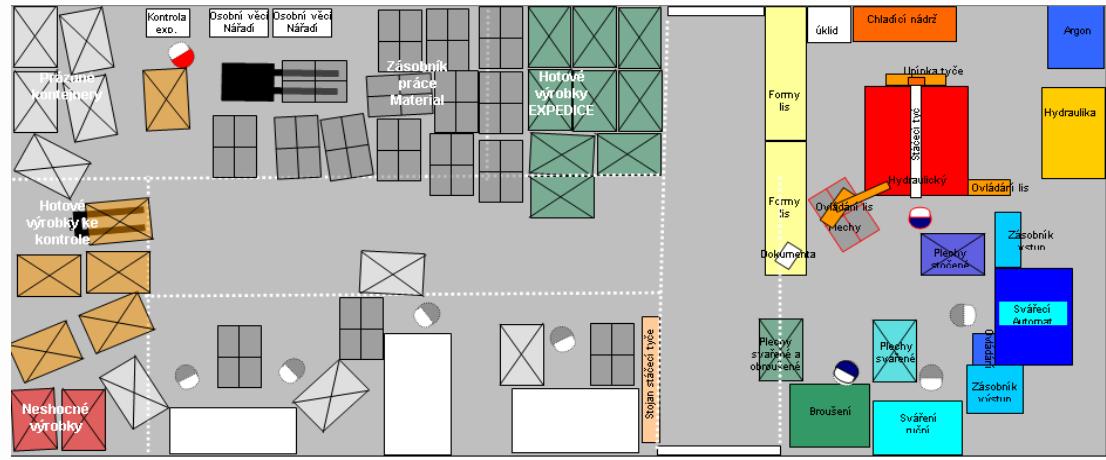


## 5. Shitsuke Dodržování pravidel

# Co je pořádek? Jak k němu dospět?



## **Podlaha – zóny**



# 5S jako opatření proti:



# Metoda 5S

- **Metoda 5S** pochází z Japonska a je využívaná ve firmách po celém světě.
- **5S** označuje pět základních principů(slov), kterými by jsme měly dosáhnout přehledného, organizovaného, trvale čistého pracoviště a také samostatných zaměstnanců, kteří dodržují stanovený systém pořádku a čistoty



# SEIRI - úklid

**Všechno co je přebytečné se má rovnou odstranit nebo výrazně označit.**

Nepotřebné stoly a pomůcky, odepsaný materiál,  
vadné výrobky, spící zásoby



# Taktika červených visaček

## 1. Jasné stanovit na co visačky připevňovat

(na věci nepožité rok, měsíc, 10 dní, ....)

## 2. Visačka musí být výrazná a evidované

(A4(5) – červená) PC databáze (sešit)

## 3. Visačky nesmí připevňovat lidé, kteří pracují v místě očisty

## 4. Vyhodnotit PROČ byly červené visačky připevněny

## 5. Provézt příslušná opatření



# Formulář – červená karta

logo projektu 5S červená karta logo firmy			
ID karty	např.: rok-měsíc-den-č.kontroly-č.karty		
Příslušenství		Název	
Přípravky, nástroje		Kód	
Měřidlo		Množství	
Nakupované položky		Oddělení	
Polotovary		Důvod	
Rozpracované díly			
Hotové výrobky		Jméno	
Dokumentace		Datum	
Ostatní			

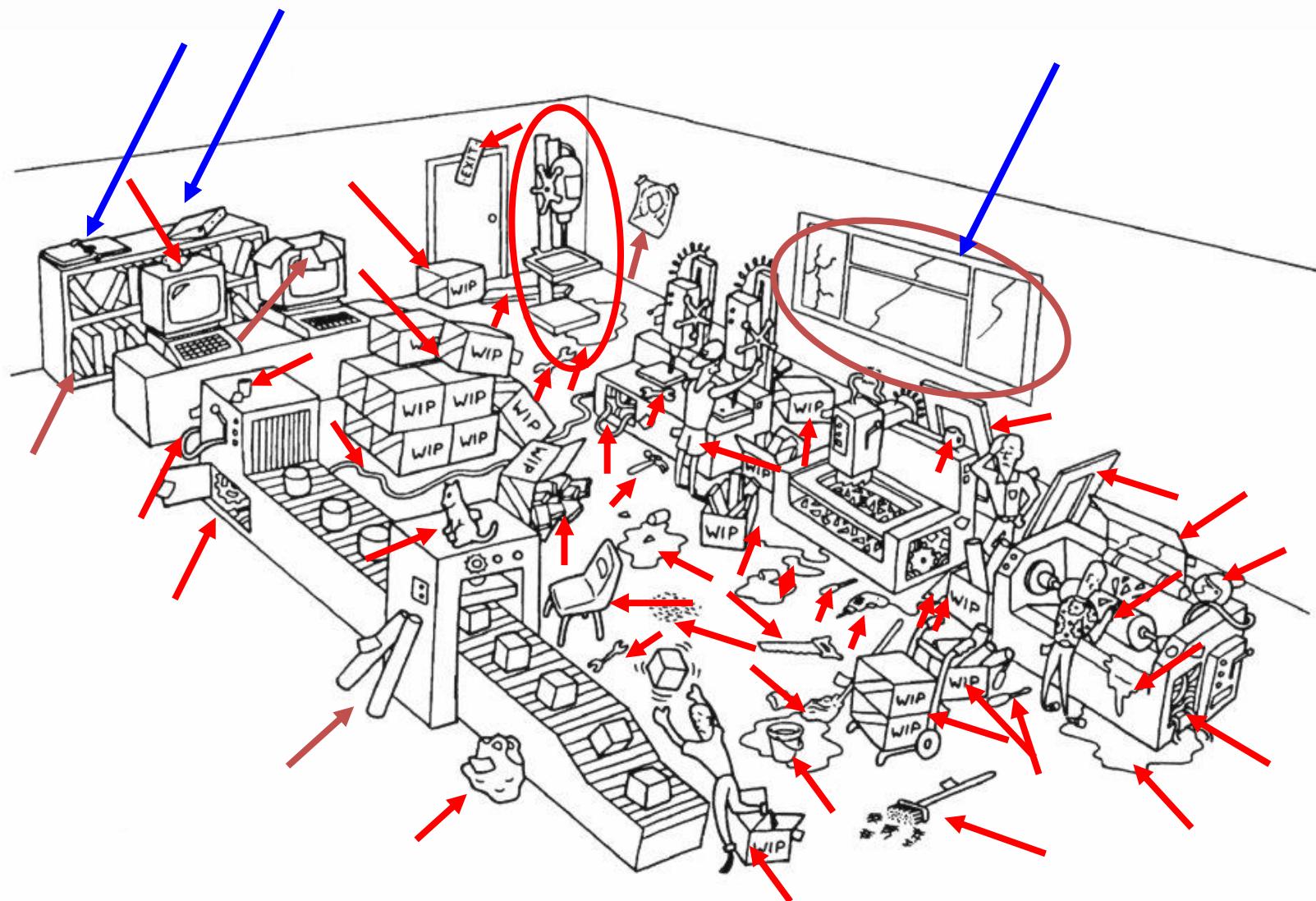


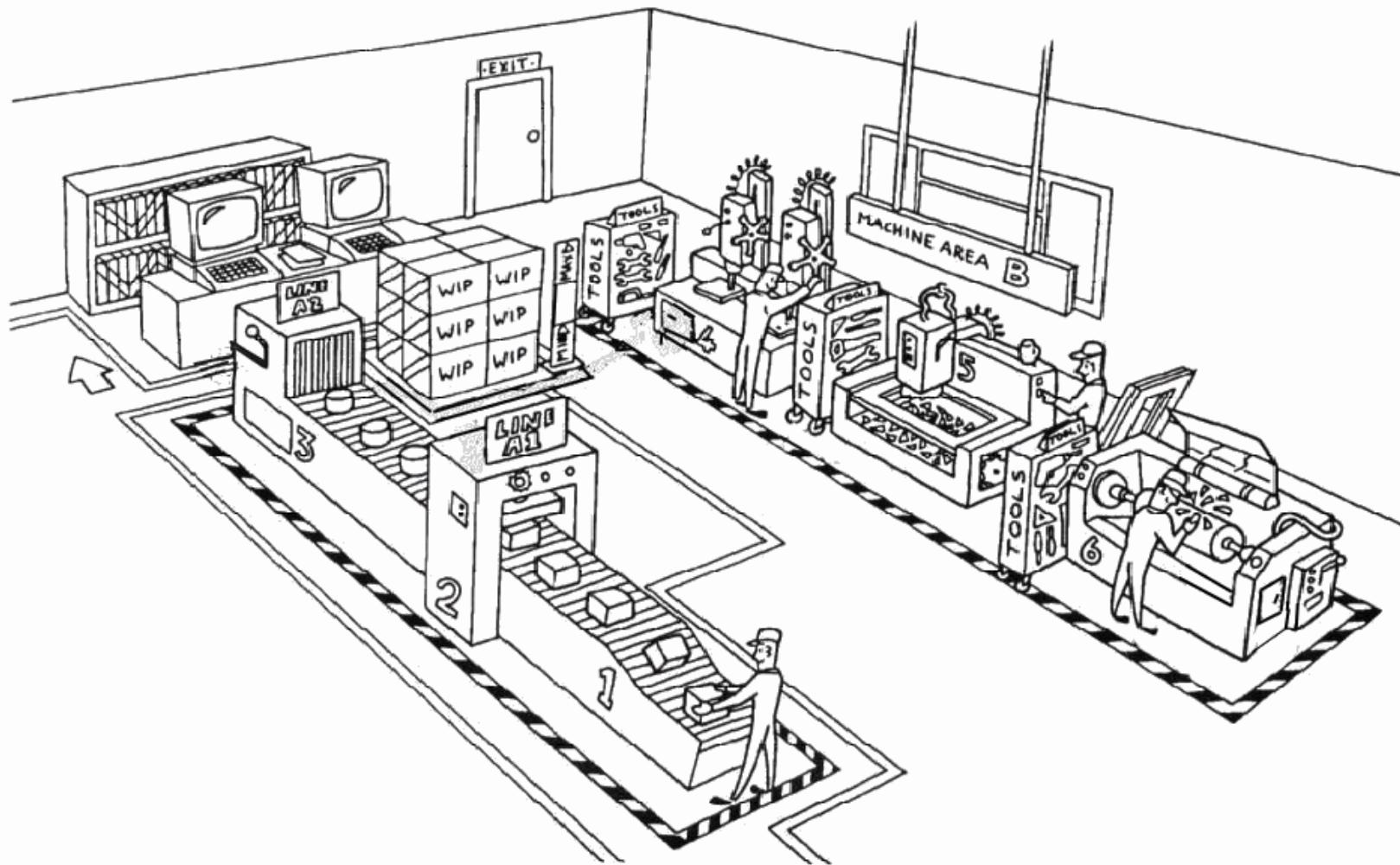
# Určení pravidel ČK

- Co je potřeba
- Kde je to potřeba
- Kolik toho je potřeba
- Jak často: priorita
  - » vícekrát za hodinu
  - » vícekrát za den
  - » vícekrát za týden
  - » vícekrát za měsíc
  - » vícekrát za rok
  - » méně často









# **SEITON – uspořádání**

Jde o správné skladování nářadí, přípravků a materiálu, ale i informací.

## **Eliminovat nutnost hledání.**

Proto musíme zavést lepší systém, který zajistí vizualizaci lepší kontrolu.

Místo pro každou věc a vše na svém místě.



# Uspořádáním

- Dokumentace výrobní a kontrolní
- Vstupní materiál a energie
- Nářadí a přípravky
- Hotové výrobky a odpad

## Ovlivníme

- Bezpečnost pracovníka a výrobku
- Ergonomii práce a takt
- Vizualizaci a řízení
- Celkový dojem
- Manipulovatelnost a flexibilitu

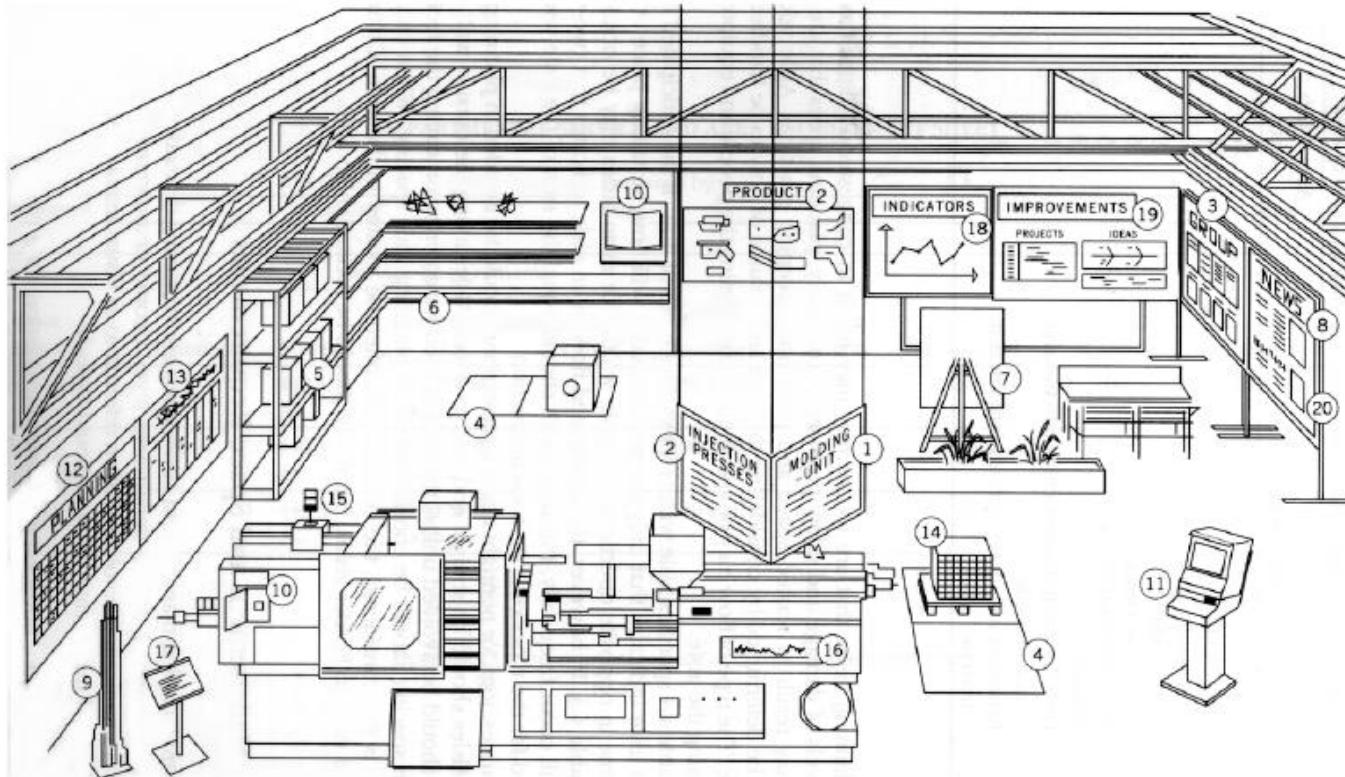


# Prostor

- **PODLAHA** - natřít různými barvami dle funkčnosti oddělit pracovní zóny
- **PRACOVIŠTĚ** – Označovat jednotlivé provozy, procesy, stroje. Všechny nápisy mají být velké a čitelné.
- **SKLADOVÁNÍ** – Značení ve skladech = odpověď na tři základní otázky: **KDE?** **CO(kolik)?** **KDY?**  
Vše na první pohled!! Standardní označení
- **POMOCNÉ ZAŘÍZENÍ, PŘÍPRAVKY A NÁŘADÍ** – ukládat v otevřených nakloněných deskách a regálech, tak abychom měli o všem přehled.

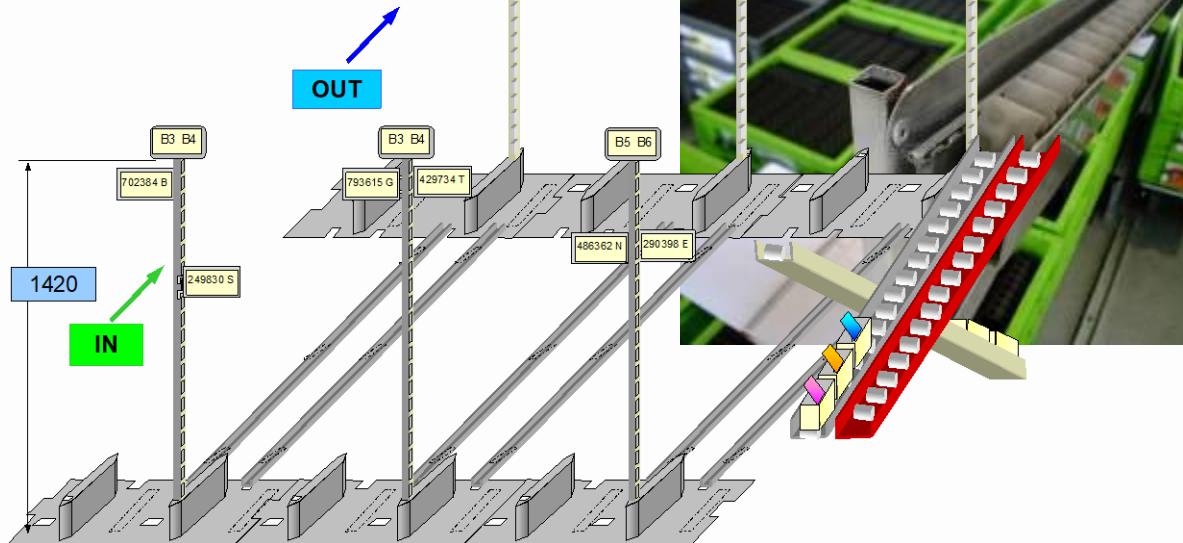


# Identita pracoviště



1.Identifikace pracoviště, 2. Id. základních činností 3. Identifikace týmů 4. Podlahové zóny 5. Přípravky a nástroje 6.Tech. Dokumentace 7. Místo pro Workshop a odpočinek 8. Hodnocení týmu 9. Úklidové pomůcky 10. Plán údržby stroje 11. PC pro práci s CIM (ERP) 12. Výrobní plán 13. Rozpracovanost výkonnost a kvalita 14. Identifikace mat. a výrobků 15.Monitorování stavu stroje ANDON 16.Statistika práce stroje 17.Plánování cílů týmu 19.Kaizen zlepšování 19.Zlepšovací aktivity 20. Podnikové síle a vize

# Identifikace místa



## Sklad

## Transport



# Nářadí



# SEISO – vyčištění

- Systematický úklid, čištění a zvýraznění abnormalit.
- Čisté pracoviště napomáhá kvalitě, bezpečnosti práce a hrdosti zaměstnanců.
- Zavedením pravidelného úklidu (zametání, vytírání, vynášení odpadků, atd.) Zviditelníme poruchy a nový nepořádek.

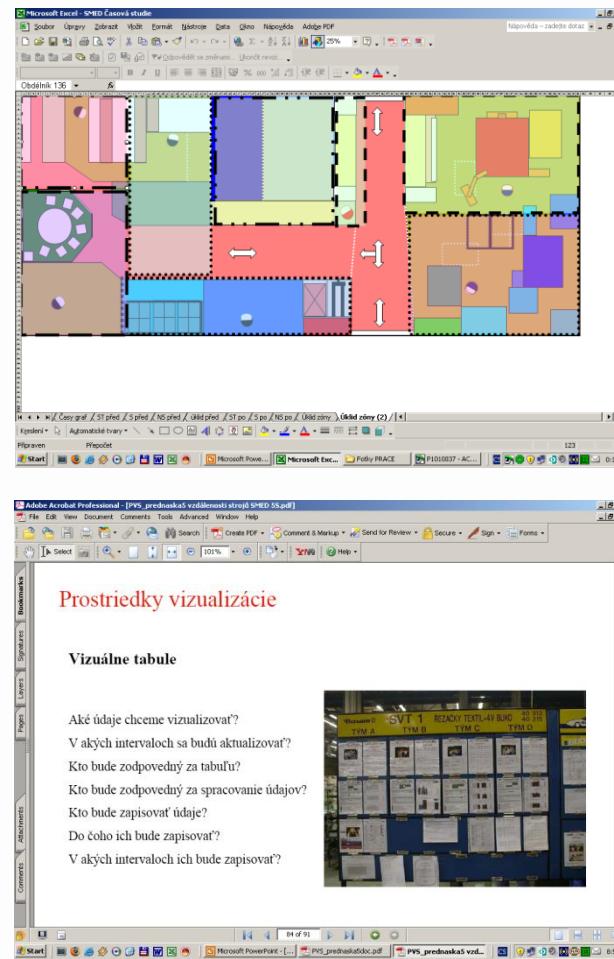
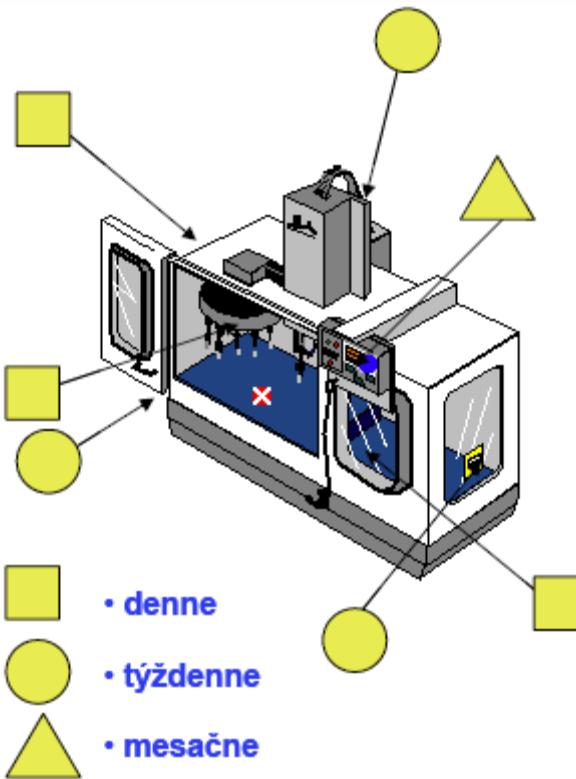


# Čistota

- Pro udržení čistoty musíme sestavit plány úklidu, stanovit kdo, jak často kde a čím se má uklízet.
- Čištění se musí podílet všichni zaměstnanci!
- Definovat odpovědnost za pořádek a čištění s ohledem na malé zóny
- Úklidu se věnovat maximálně 5 minut denně!!



# Plán úklidu – odpovědná osoba



The image shows two windows side-by-side. The top window is Microsoft Excel with a floor plan of a workshop or factory. The floor plan is divided into various colored areas (pink, blue, green, orange) representing different departments or zones. The bottom window is Adobe Acrobat Professional displaying a PDF titled "Prostriedky vizualizácie" (Visualization Tools). The PDF contains text and a photograph of a wall covered in numerous small informational posters or charts, likely representing a visual management board.

Microsoft Excel - ŠPŠD Česovské studio

Obvodník 136

Adobe Acrobat Professional - [PVS\_prednaska5\_vzdelenost\_skrutek\_SMED\_55.pdf]

Prostriedky vizualizácie

Vizuálne tabuľky

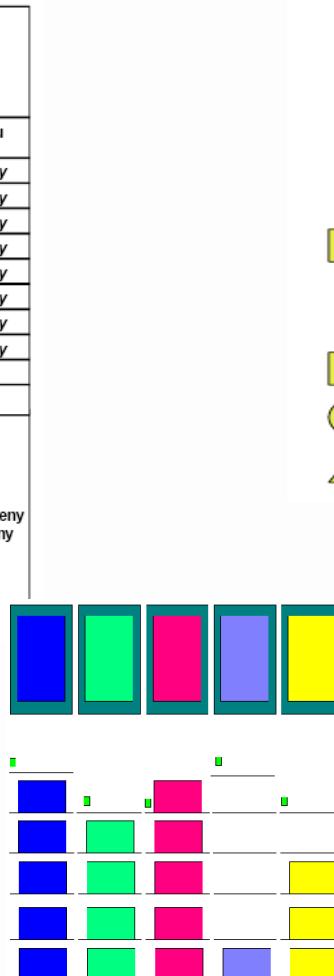
Aké údaje chceme vizualizovať?  
V akých intervaloch sa bude aktualizovať?  
Kto bude zodpovedný za tabuľu?  
Kto bude zodpovedný za spracovanie údajov?  
Kto bude zapisovať údaje?  
Do čoho ich bude zapisovať?  
V akých intervaloch ich bude zapisovať?

# SEIKETSU – standardizace

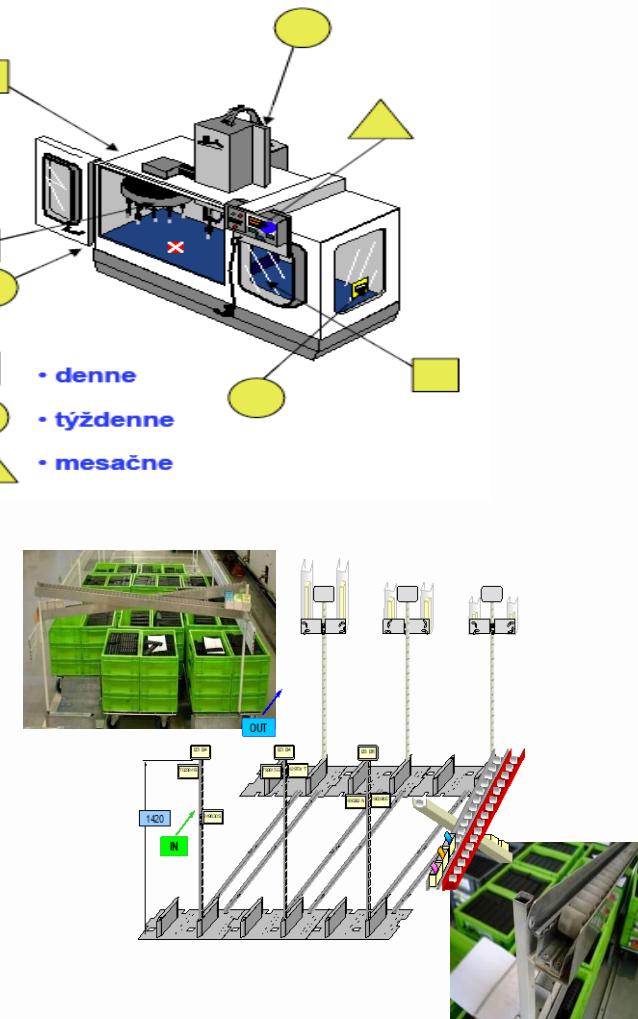
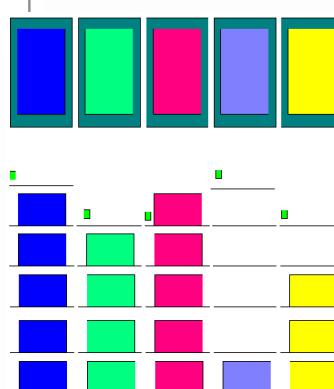
- Standardizace znamená udržování čistoty a pořádku. Ideální je vytvořit pracoviště, kde
- **je možné problémy poznat na první pohled** (vizuální kontrola) a snadno tak přjmout **včasné opatření k nápravě**.

# Standard = Informace

 <p>Inštitút Príemyslového Inžinierstva Zilina</p>		<b>informačný tok</b> informačná väzba č:1 označenie: výrobná objednávka		spracoval: I.Lexa dátum: 1.4.1996	
				od:	do:
údaj č.	obsah	formát	zadávanie	prenos	čas prenosu
1	číslo zákazky	T12	T	P	začiatok smeny
2	výrobok	T30	T	P	začiatok smeny
3	číslo modifikácie	T3	T	P	začiatok smeny
4	číslo výrobcnej dokumentácie	Č10	T	P	začiatok smeny
5	množstvo	Č5	T	P	začiatok smeny
6	termín	D-H	T	P	začiatok smeny
7	zodpovedný dispečer	T20	T	P	začiatok smeny
8	výrobné stredisko	T5	T	P	začiatok smeny
...	.....				
<b>použité symboly</b>					
	napr. - číslo zákazky - číslo operácie - počet kusov - číslo stroja a pod.	napr. Č - číslo T - text V - vyber položky z menu K - kód H - čas D - deň S - Sk	napr. R - ručne T - terminál TI - tlačidlo Te - telefon - iné	napr. K - kartička P - počítačový prenos Č - čiarkový kód S - svetelný signál Te - telefon - iné	napr. U - pri výskypke udalosti ZS - začiatok smeny KZ - koniec smeny - a pod.



Odkud	Název dílu	Maticce M8 x 1	Kam
Sklad A1	Číslo dílu	432 187 998	Hala C3
	Obal	KLT 3215	
Regál III	Počet ks/obal	6000	Linka 6



# Standardy ? Praxe

- Značení zakázky
  - řezárna x lisovna (fix na plechu)
  - lisovna x svařovna (průvodní list typ A)
  - svařovna x řezárna (průvodní list typ B)
  - řezárna x brusírna (průvodní list typ A)
  - brusírna x montáž (kanbanová karta)
  - montáž x expedice (kontrolní list zakázky)

## Pomocné otázky

- Jsou někde zbytečné nástroje a stroje?
- Je někde v uličce něco co se nepoužívá?
- Je skladování výrobků plně organizováno
- Jsou vyměnitelné součásti, přípravky a nástroje skladovány v otevřeném systému?
- Je nakresleno více než 80% čar

# SHITSUKE – disciplína

Potřebný je trénink, disciplína a motivace.

Vytvořit čas a bonusy pro naplnění cílů 5S.

Pravidelná opakovaná kontrola každý týden.

**Využíváme** taktiky červených kartiček.

**Známkujeme** úroveň pořádku.

**Vyhodnocujeme** zvolená kritéria.

**Provádíme** příslušná opatření

# Nástroje metody 5S

- Využívat fotografie, videozáznamy a prezentace
- Vyslovovat a přijímat konstruktivní kritiku
- Vystavovat fotografie stavu před a po provedení změn
- Tabule cti pracovníka a patřičná odměna
- Společně formulovat opatření ke zlepšení
- Kontrolovat a vyhodnocovat účinnost celé metody 5S
- Vizuálně informovat okolí



# RYCHLÉ PŘETYPOVÁNÍ VÝROBY



# Historie SMED

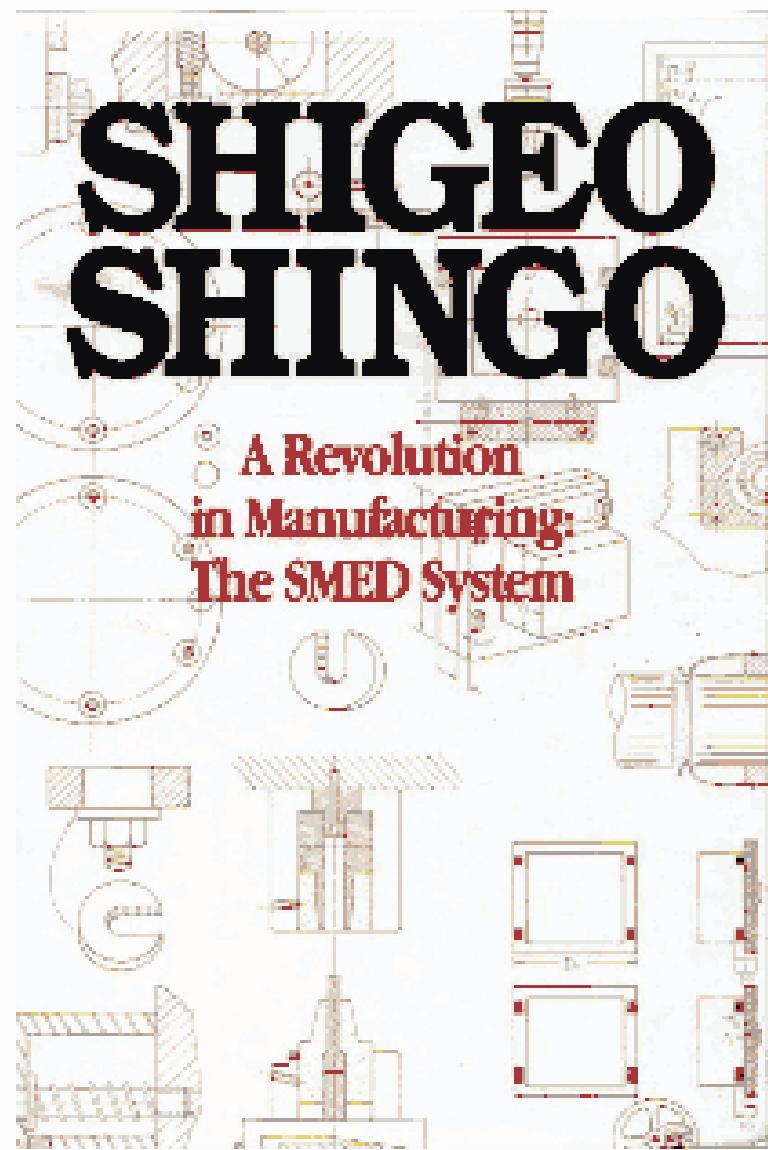
- **SMED** „*Single minute exchange of dies*“  
Jednoduchá výměna v jedné minutě
- **Shigeo Shingo** (Japonec)
- **1950 Mazda** - lisy 250-800t odstranění úzkého místa zkrácením doby výměny
- **1957 Mitsubishi** - zvýšení kapacity o 40% přesun interních časů výměny na externí
- **1969 Toyota** - lis 1000t zkrácení výměny nástroje ze 4 hodin na 9minut vznik SMED

## Historie SMED

Shigeo Shingo, který vytvořil SMED metodu, tvrdí [3], že podle jeho údajů v letech 1975 a 1985, byla průměrná doba nastavení kterými se zabýval, snížena na 2,5% z původně požadované doby.

Tedy průměrně cca 40-ti násobné zlepšení.





# Pomůcky a podpůrné nástroje

- Časoví snímek
- Videozáznam
- Diagram činností
- Jízdní řád
- Počítačová simulace
- Časové standardy
- Záznam možných poruch
  - Procesní FMEA
  - MTM, MOST
  - Simulace
  - TPM
  - 5S, Andon
  - Poka Yoke

# Nevhodný přístup

- Seřizování je nutné zlo
- Proč se tím zatěžovat
- Časy výměny se neměří a nevyhodnocují
- Seřizovat muže jen odborník s praxí
- Operátoři se na výměně nepodílejí

# Plýtvání při přetypování

- Čekání na pokyny
- Hledání nářadí a přípravků
- Častá zbytečná chůze
- Pozorování druhého
- Špatná komunikace
- Nestandardní postup – něco jsem opomněl
- Příprava prostoru po zastavení stroje
- Opravy nástroje až při výměně
- Seřizování bez priorit

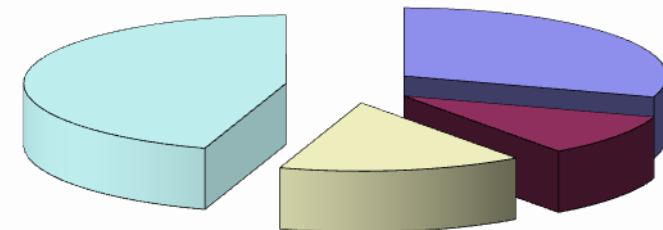
# Co je čas přetypování

- Čas od výrobení posledního kusu předchozího výrobku, po výrobení prvního dobrého kusu připravované výroby.
- Doba od zahájení interní činnosti výměny po výrobení prvního schváleného kusu.
- Celková doba výpadku produkce zařízení mezi produkcí dvou typů výrobku.



# Běžná praxe

- Shromáždění nástrojů a přípravků  
**30%**
- Uvolnění strojů po předchozí výrobě  
**10%**
- Montáž nástrojů a přípravků  
**15%**
- Seřizování a výroba prvního kusu  
**45%**



# Činnosti při přetypování

- **Interní**

Veškerá činnost prováděná při odstaveném stroji

Stroj neprodukuje žádné výrobky

- **Externí**

Veškerá činnost prováděná za chodu stroji

Stroj produkuje standardní výrobky



# SMED – 3 etapy optimalizace

1. Rozdělení činností na **interní** a **externí**
2. **Přesun** činností z **interních** na **externí**
3. **Zlepšování** interních i externích **činností**



# 1. etapa SMED

- Rozdělení činností na interní a externí

**Externí**

Stroj vyrábí

**Interní**

Stroj stojí

**Externí**

Stroj vyrábí

## **2. etapa SMED**

- Přesun činností interních a externí



## 3. etapa SMED

- Zlepšovat všechny činnosti (zkracovat)



Stroj vyrábí



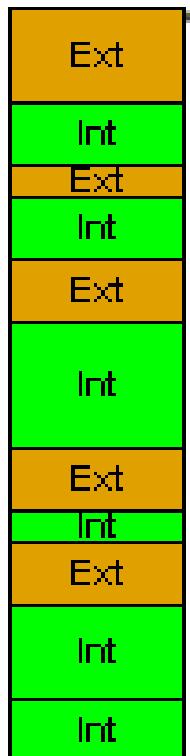
Stroj stojí



Stroj vyrábí

# Ve skutečnosti ne 3, ale 4 kroky

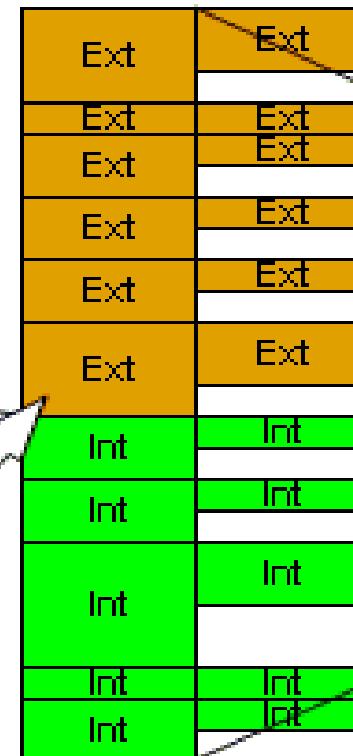
1. Identifikace



2. Separace



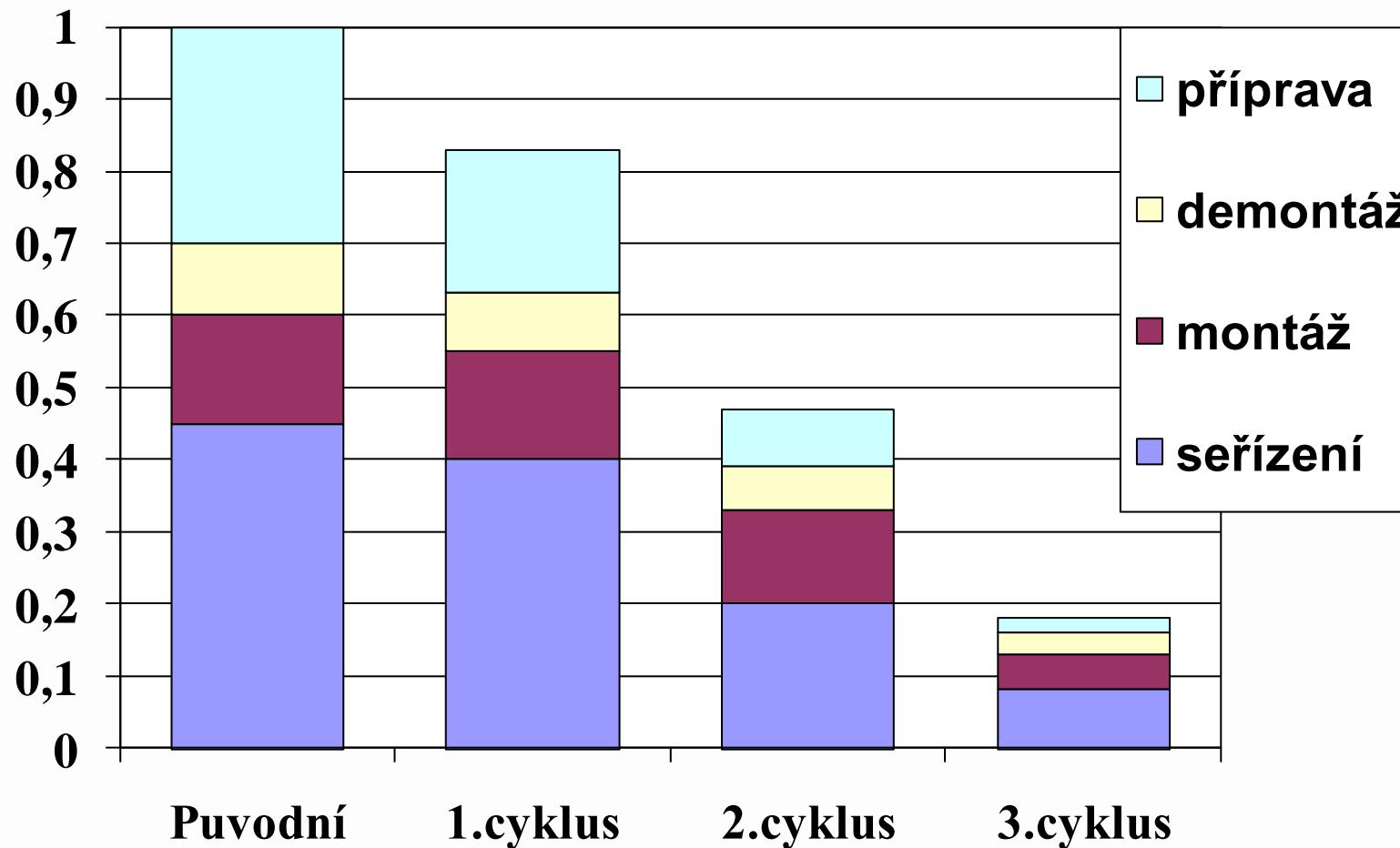
3. Přesun interních na externí a separovat



4. Zkrátit vše



# SMED tři cykly optimalizace



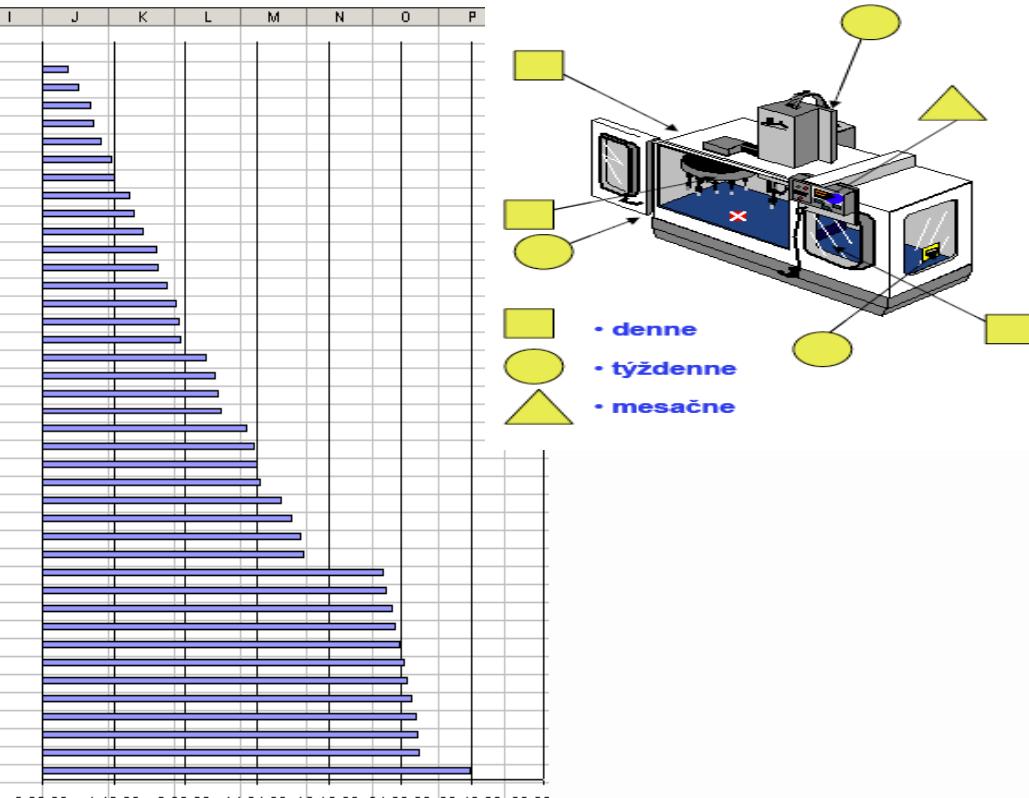
## 7 nul      ideální cíl

### Požadavky na zvládnutí filozofie JIT

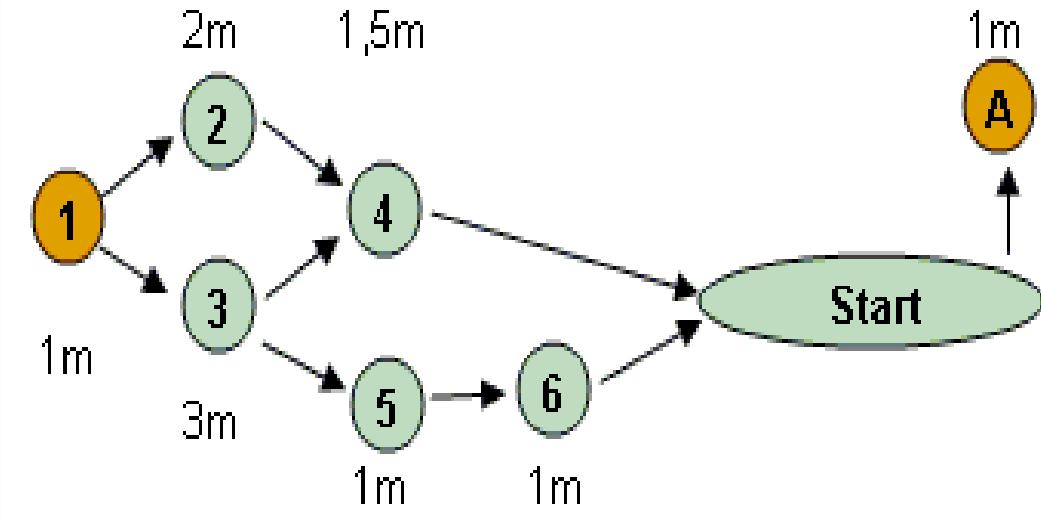
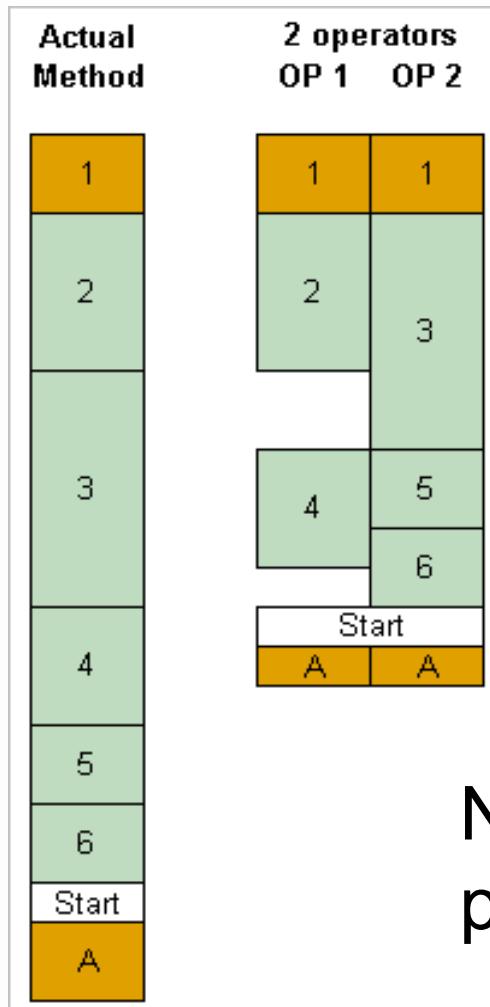
- nulové procento zmetků
- nulové časy na přestavění strojů
- nulové zásoby
- nulové ztráty času při přepravě a manipulaci
- nulové ztráty času při prostojích
- nulové časy dodávky
- výrobní dávka = 1

# Jízdní řád přetypování

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
			op1	op2	kont										
1		Kumulativní graf práce													
2	Ex In	Dokončení posledního kusu			x										
3	1	Uvolnit prostor u stroje	x	x											
4	2	Přepnout lis na seřizování	x	o											
5	3	Spuštit stáčecí tyč	x												
6	4	Obejmít stroj a otevřít kryt	o	x											
7	5	Uvolnit stáčecí tyč	x	x											
8	6	Obejmít stroj	o	x											
9	7	Vysunout tyč z pracovního prostoru 2lidé	x	x											
10	8	Odnést tyč do stojanu 2lidé	x	x											
11	9	Zajistit upínák tyče a zavřít kryt	o	x											
12	10	Obejmít stroj	o	x											
13	11	Přepnout lis na následné stáčení	x	o											
14	12	Uspořádat prostor u stroje	x	x											
15	13	Operace na 1.seřizovacím kusu	x												
16	14	Měření	x	o											
17	15	Zápis do protokolu	x	o											
18	16	Příprava předpínací vložky	x	o											
19	17	Umístění předpínací vložky do lisu	x	o											
20	18	Oprava 1. kusu	x	o											
21	19	Měření	x	o											
22	20	Příprava předpínací vložky	x	o											
23	21	Umístění předpínací vložky do lisu	x	o											
24	22	Oprava 1. kusu	x	o											
25	23	Měření	x	o											
26	24	Příprava předpínací vložky	x	o											
27	25	Umístění předpínací vložky do lisu	x	o											
28	26	Oprava 1. kusu	x	o											
29	27	Měření	x	o											
30	28	Zápis do protokolu	x	o											
31	29	Operace na 2.seřizovacím kusu	x	o											
32	30	Měření	x	o											
33	31	Zápis do protokolu	x	o											
34	32	Výměna předpínací vložky	x	o											
35	33	Oprava předpínací vložky	x	o											
36	34	Umístění předpínací vložky do lisu	x	o											
37	35	Měření	x	o											
38	36	Zápis do protokolu	x	o											
39	37	Operace na 3.seřizovacím kusu	x	o											
40	38	Měření	x	o											
41	39	Zápis do protokolu	x	o											
42	40	Ověření pracovníkem kontroly nebo mistrem	x	x											
43		zahájený výrobky													
44															

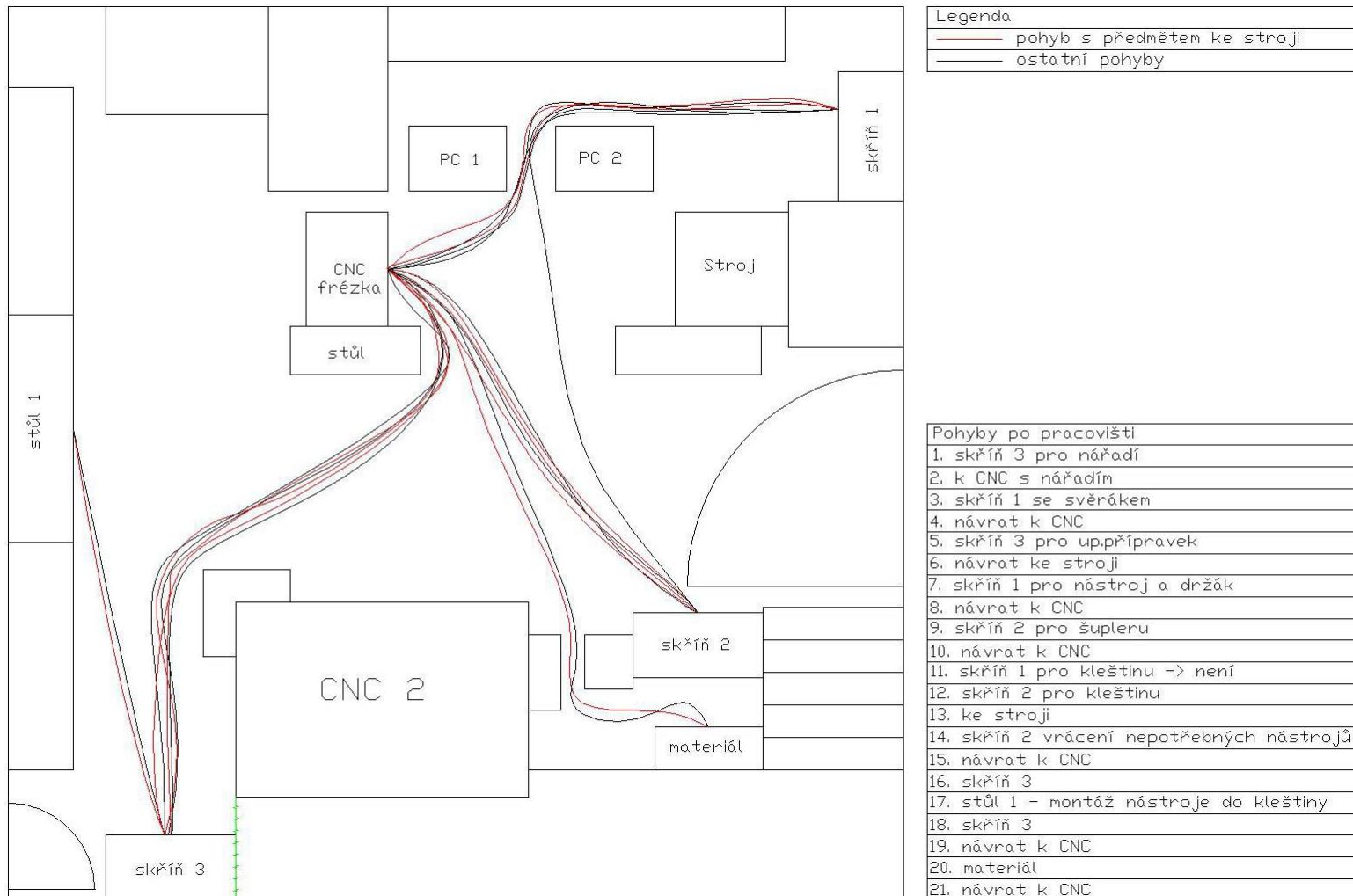


# Paralelní práce seřizovacího týmu

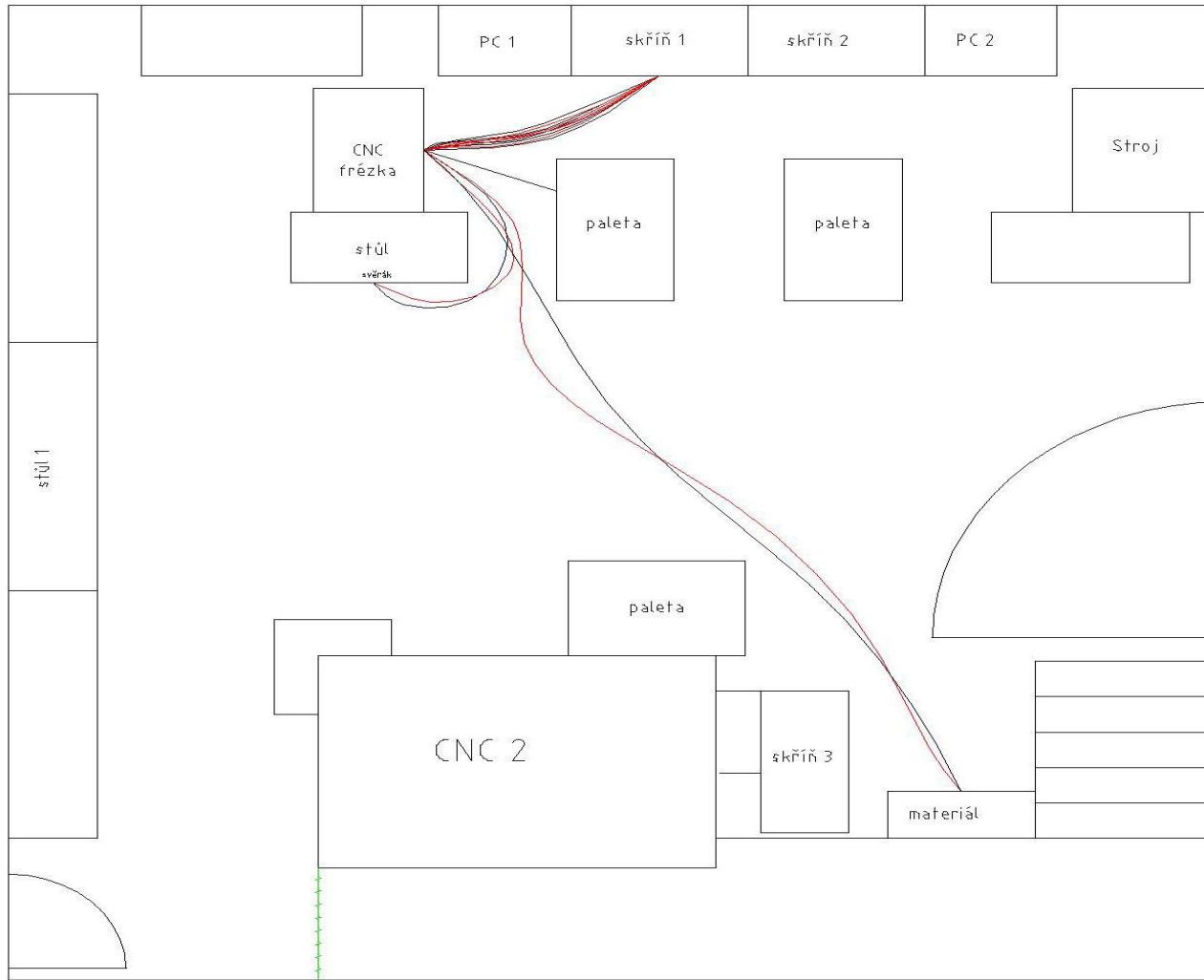


Neseřizuje pouze seřizovač, ale proškolení operátoři pracoviště

## Využití analýzy spaghetti diagramem před optimalizací.

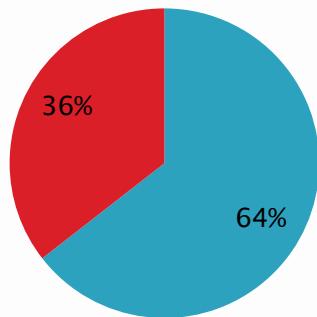


## Optimalizace pracoviště – po využití metodý 5S.



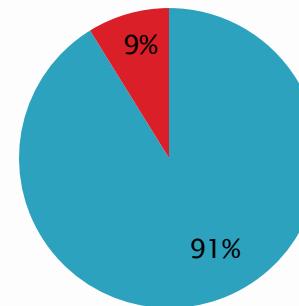
## Využití metody 5S v rámci implementace metody SMED.

### Časový podíl interních činností před optimalizací



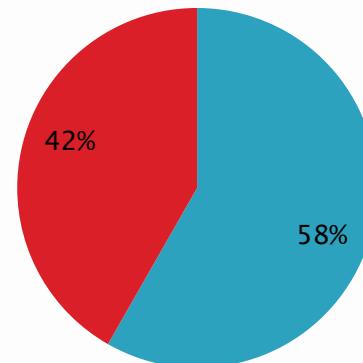
- suma int. činností před optimalizací 433,8 [s]
- suma int. činností po optimalizaci 239,04 [s]

### Časový podíl externích činností po optimalizaci



- suma ext. činností před optimalizací 243,36 [s]
- suma ext. činností po optimalizaci 22,68 [s]

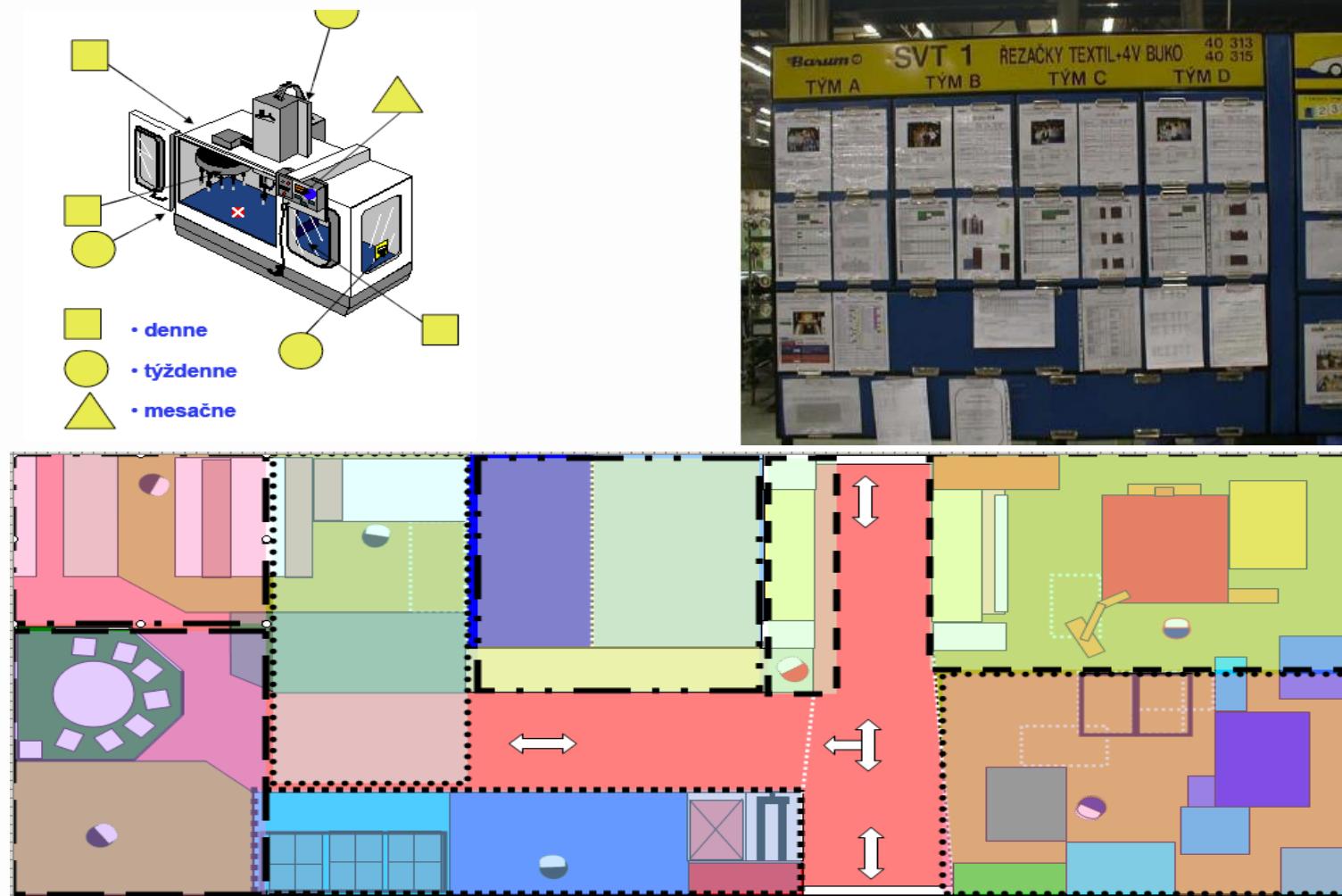
### Časy před a po optimalizaci



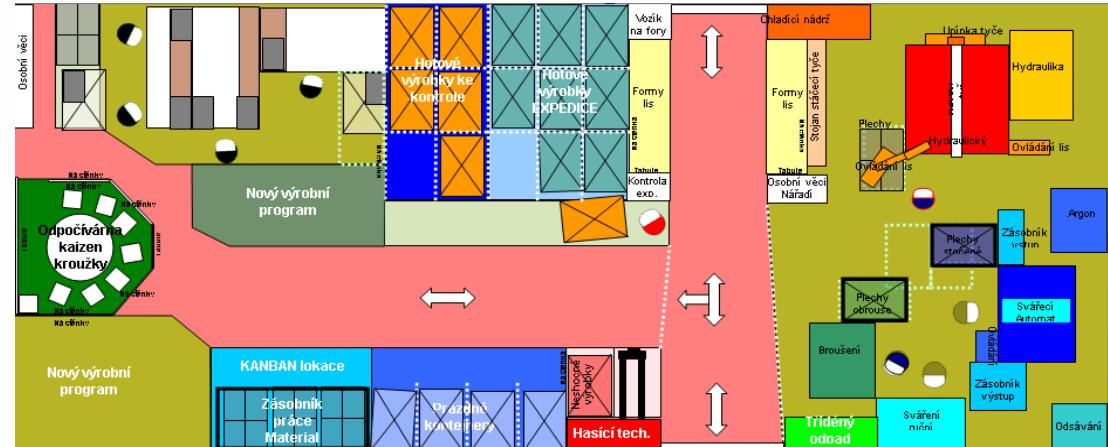
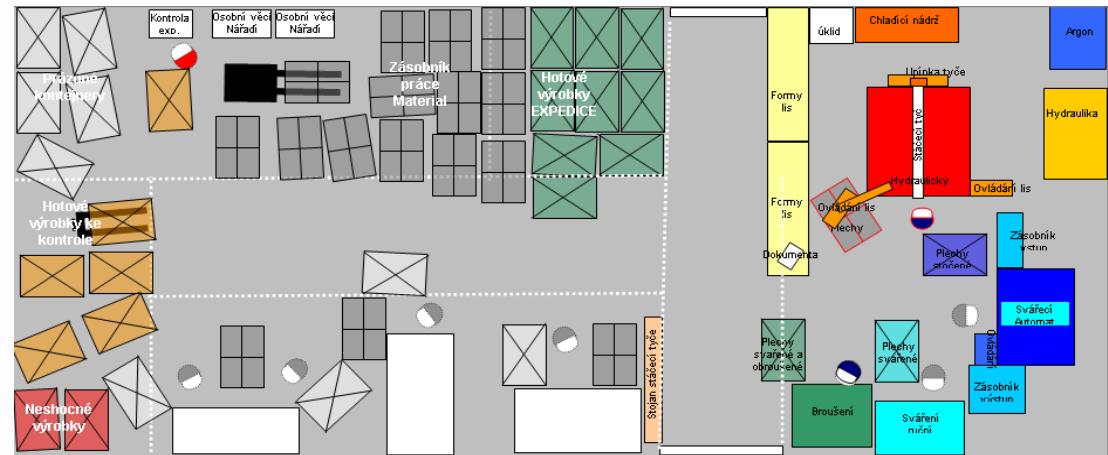
- Čas po optimalizaci
- Časová úspora



# Návodky – vizuální management



# Podlaha – zóny



# Odstranění hledání – vizualizace nářadí



# SMED – Výroba – upínání forem



# SMED – Výroba – upínání formy



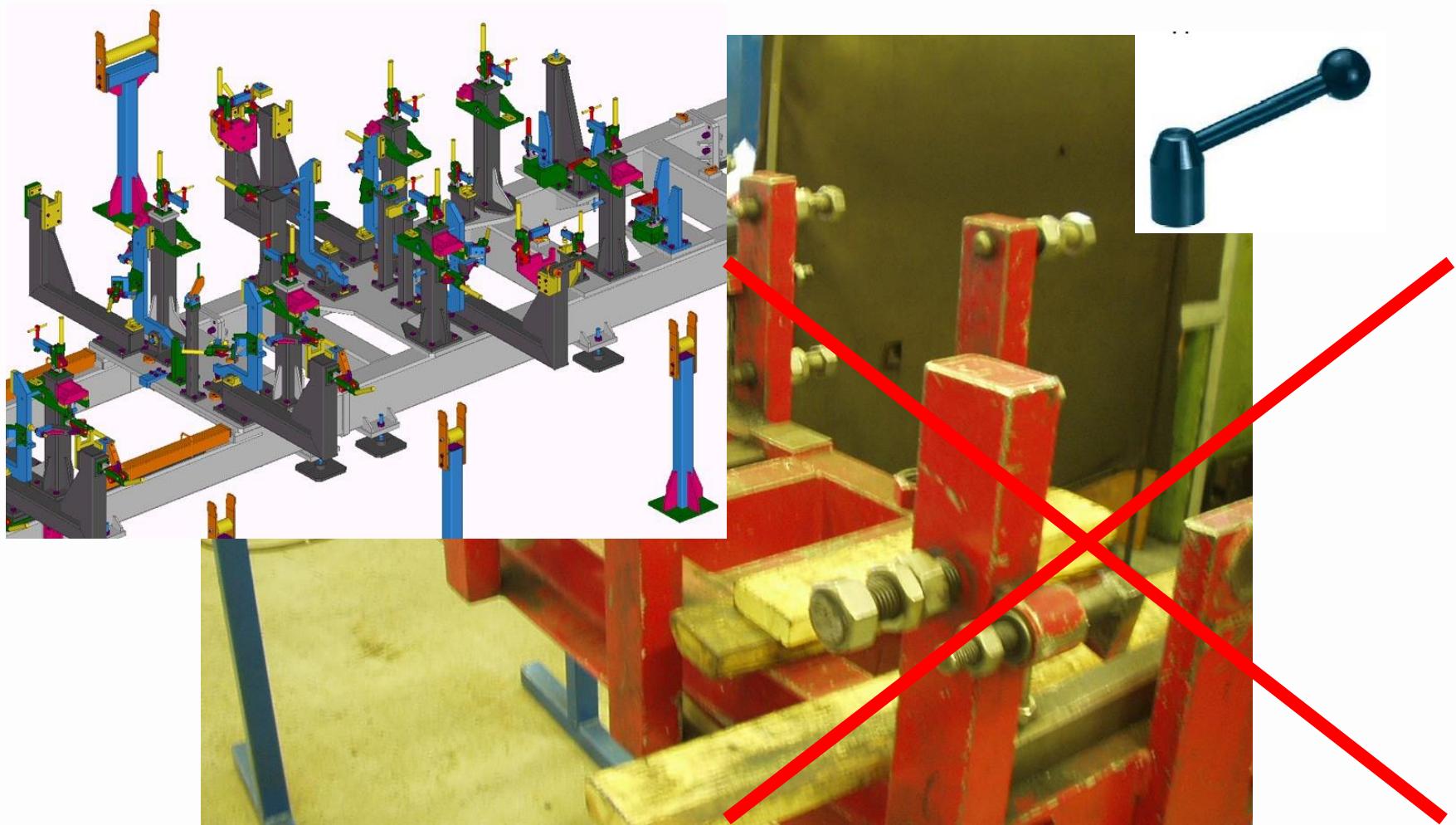
# SMED – Výroba – manipulace s formou



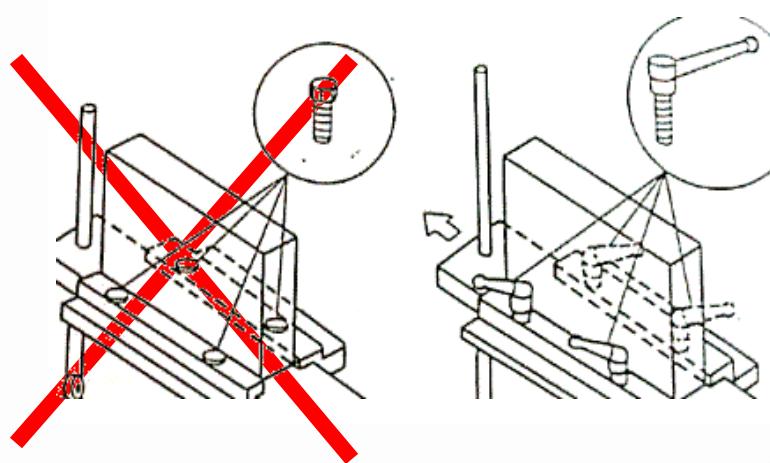
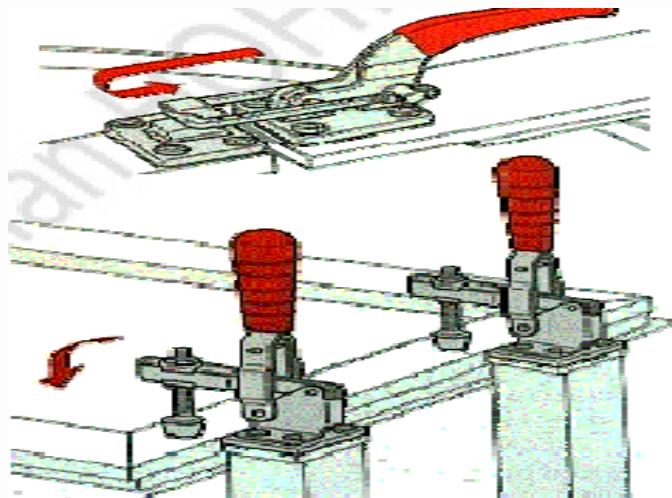
# Výroba - propojování



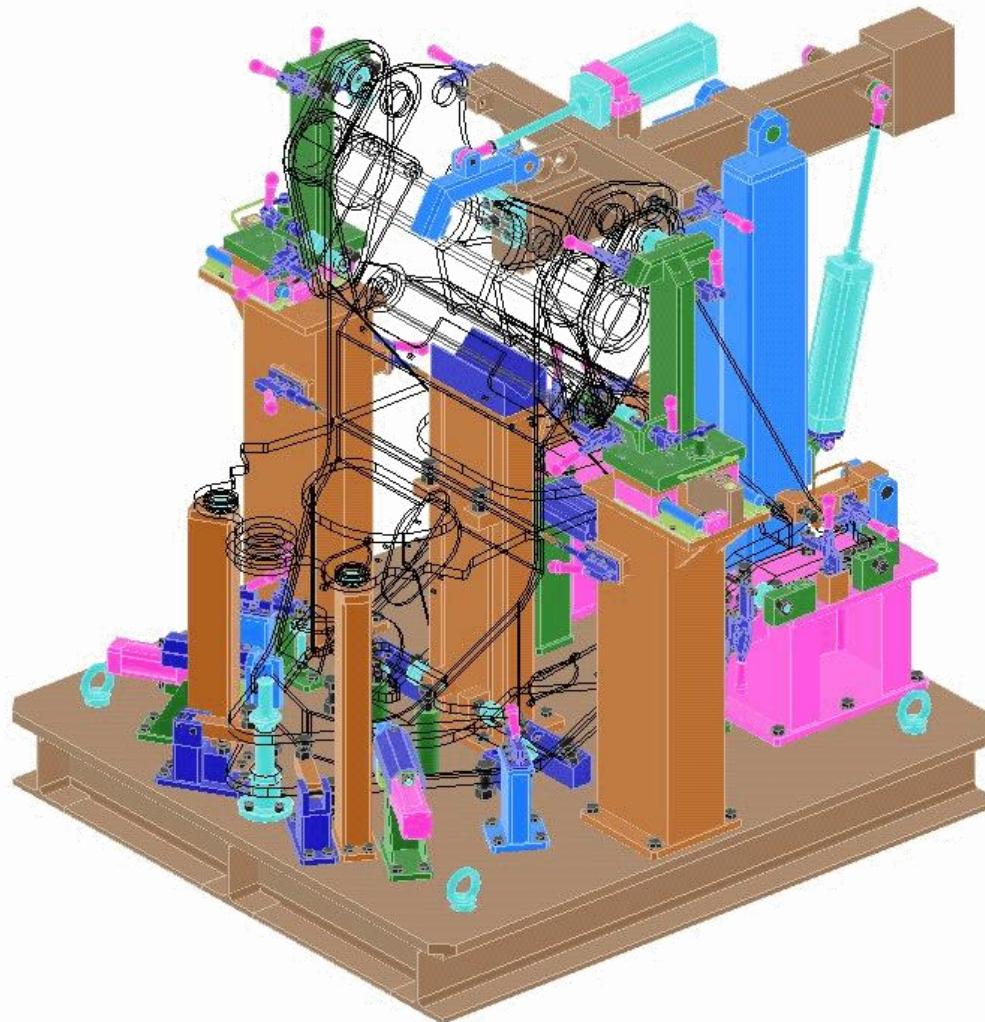
# Výroba - upevňování



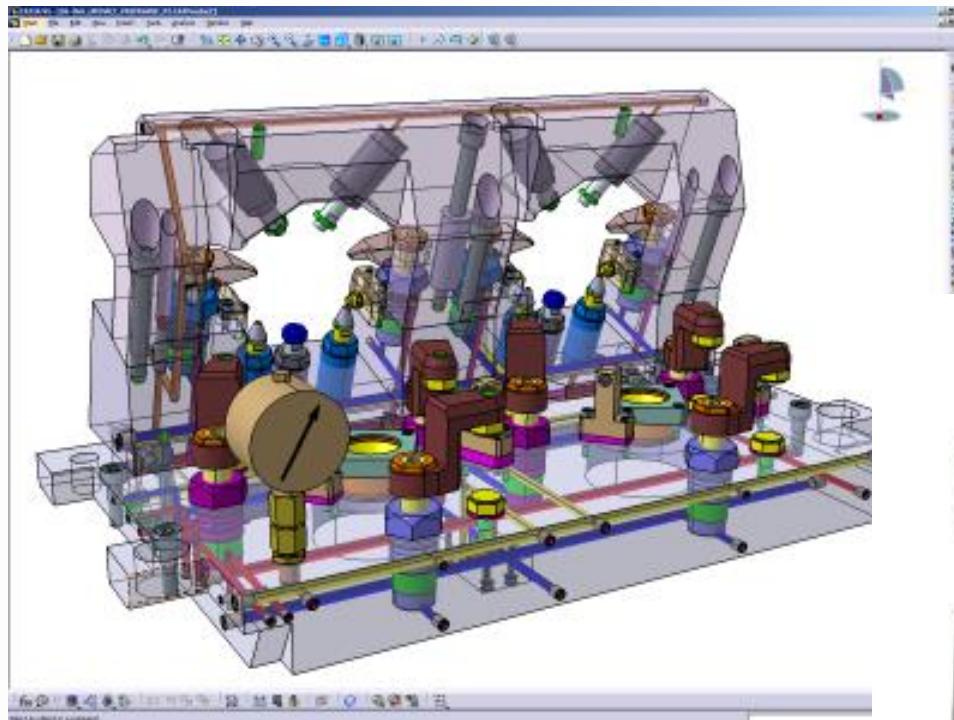
# Výroba - upevňování



# Výroba - upevňování



# Rychloupínací přípravek



# Přetypování

- **Výroby**

Manipulace na malé vzdálenosti méně činností,  
ale časově náročných a specifických

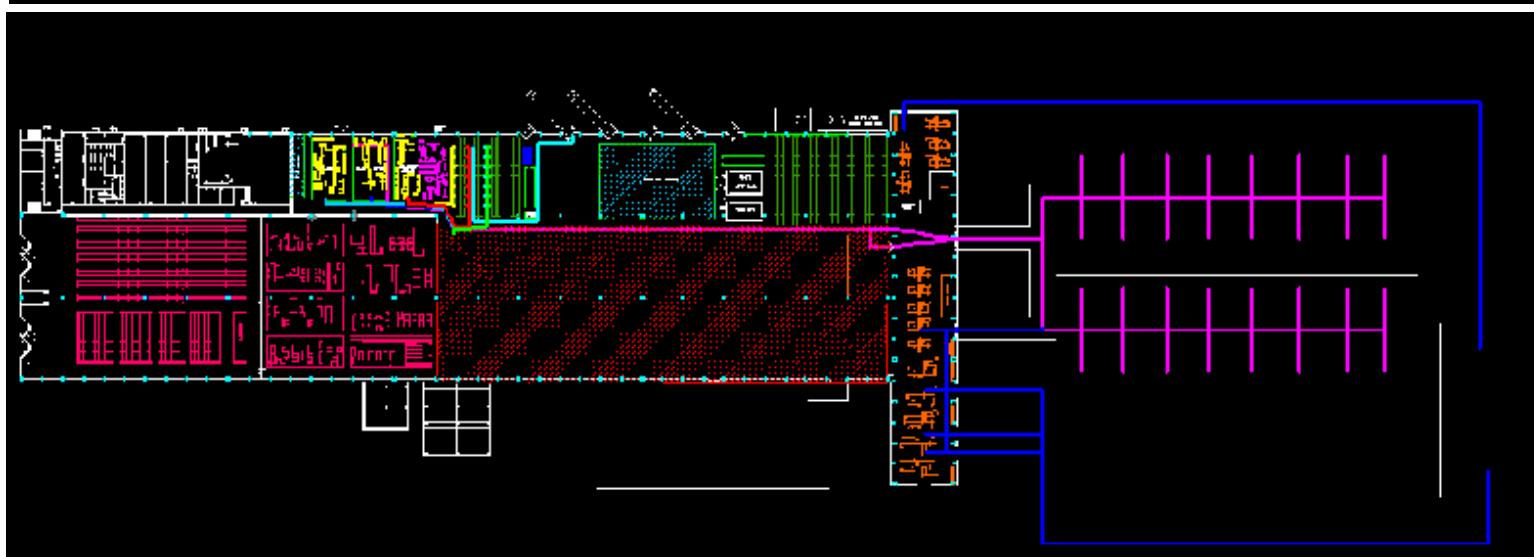
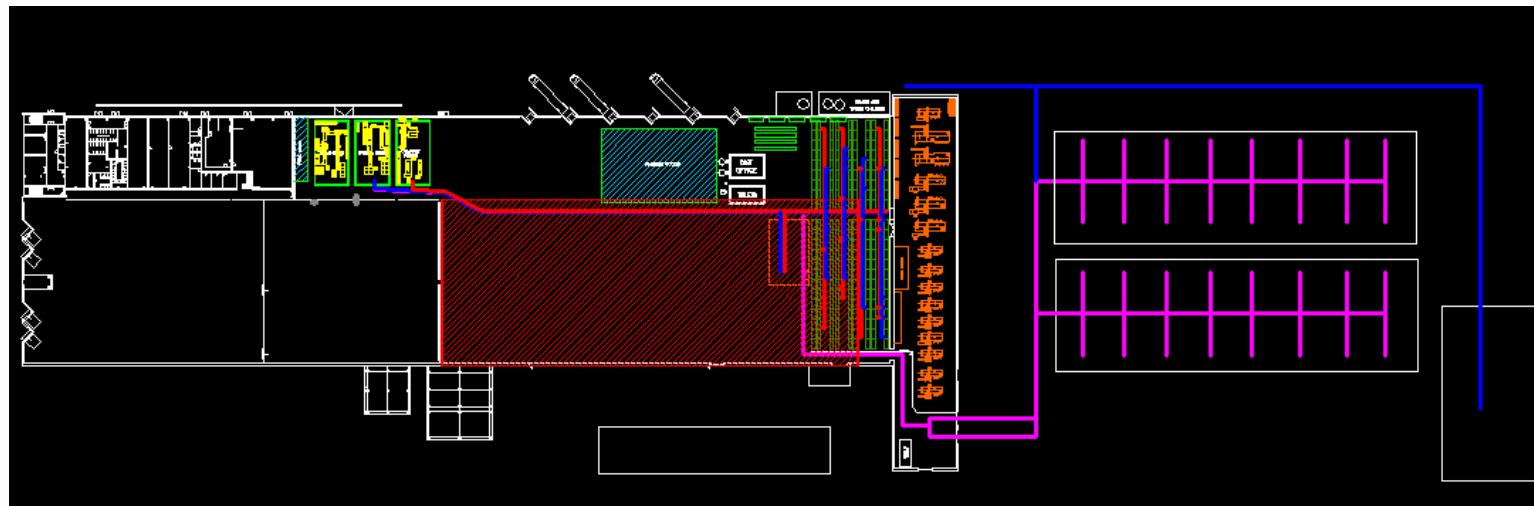
- **Montáže**

Přeprava na velké vzdálenosti. Velké množství  
časově méně náročných a opakovaných činností.

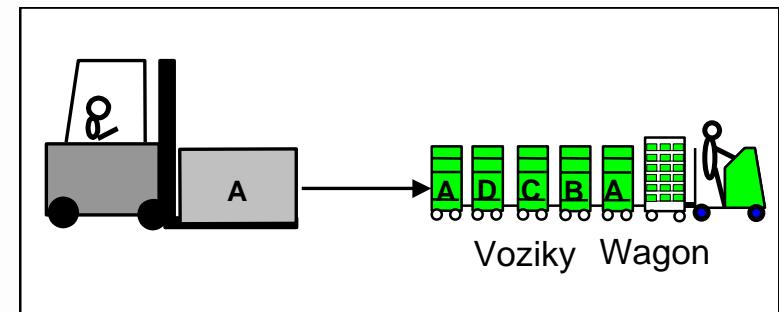
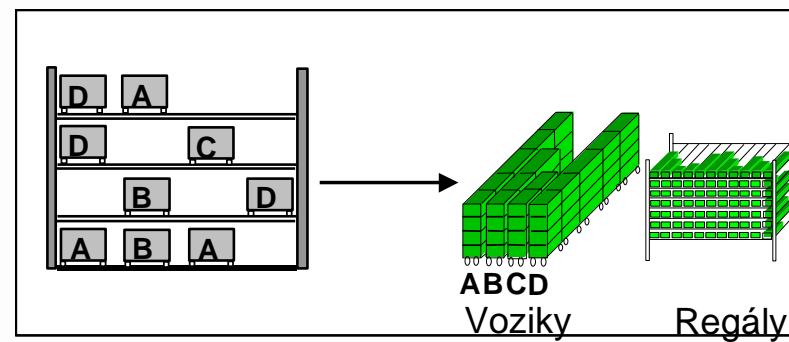
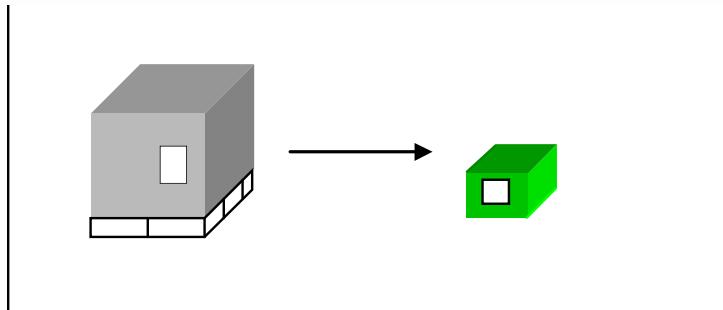
# SMED - Montáž – více dílu současně

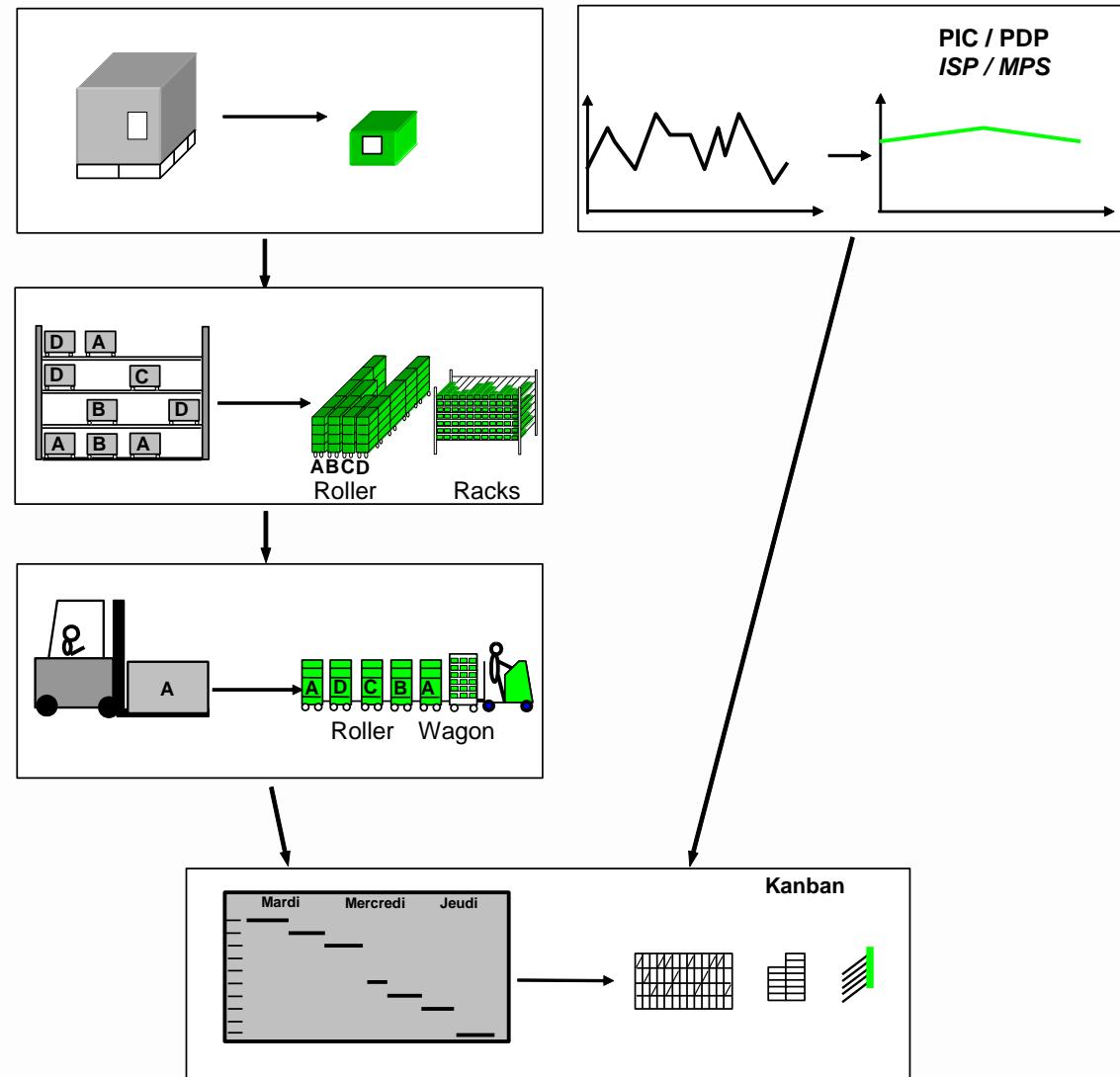
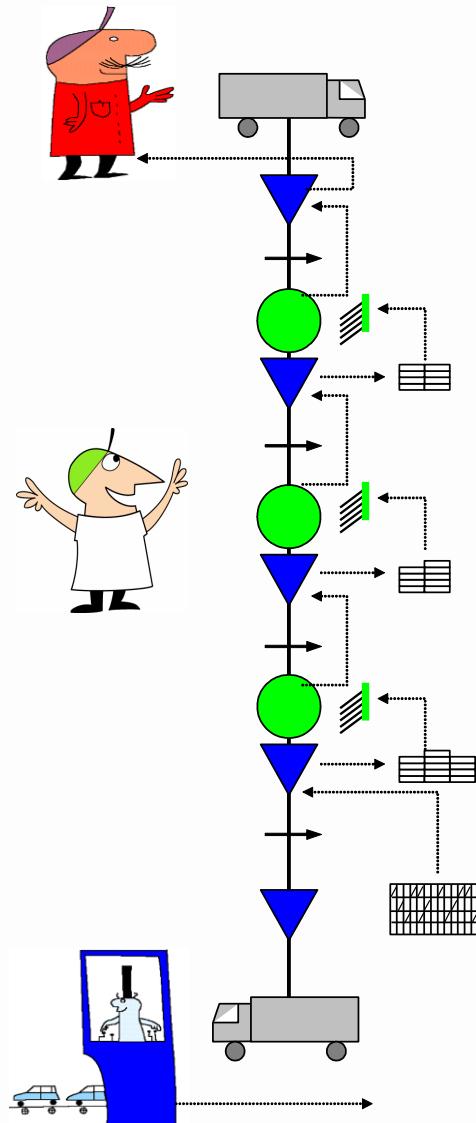


# SMED – manipulační trasy

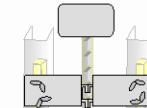
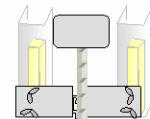
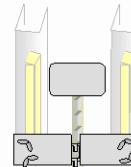


# Trendy manipulace

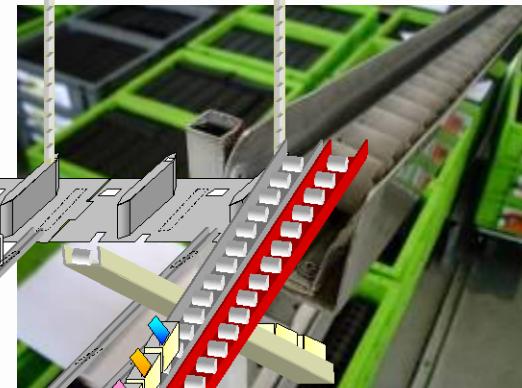
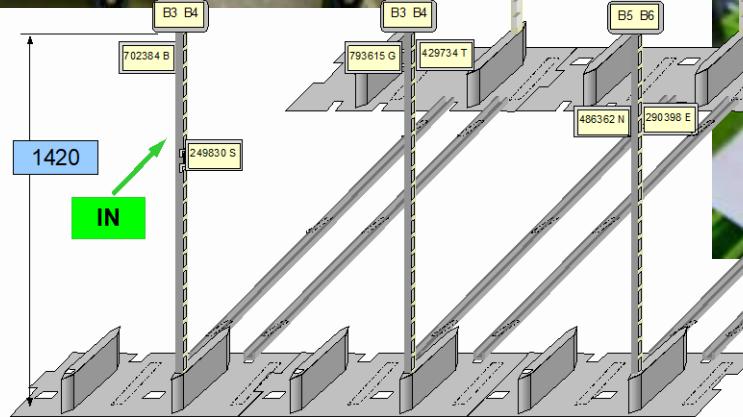




# Předávací místo - jednosznačnost



*Sklad*



*Transport*



# SMED - zásobování

## Před zavedením Kanbanu



Ergonomie práce



Skladování ve výšce



Obtížná manipulace



Po zavedení Kanbanu



# SMED – nakládka vykládka

Před

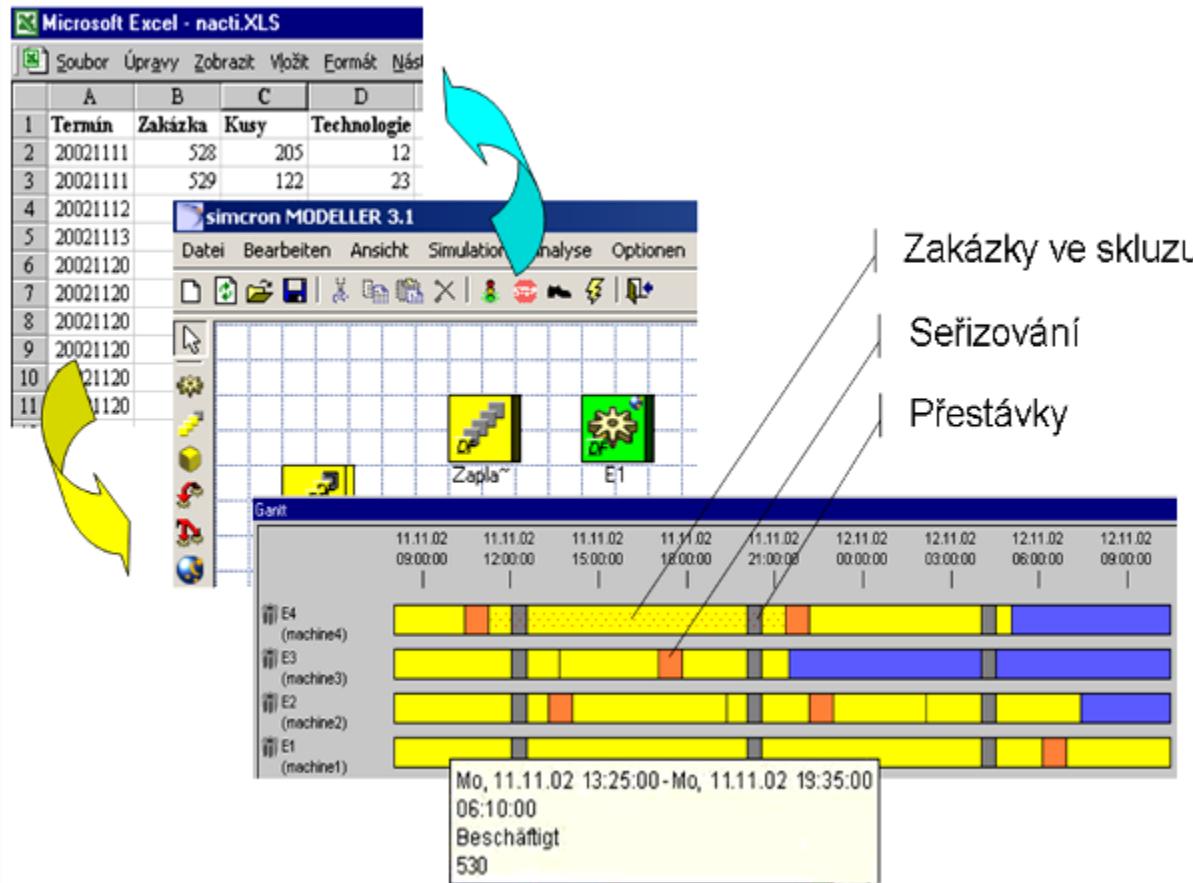


Po



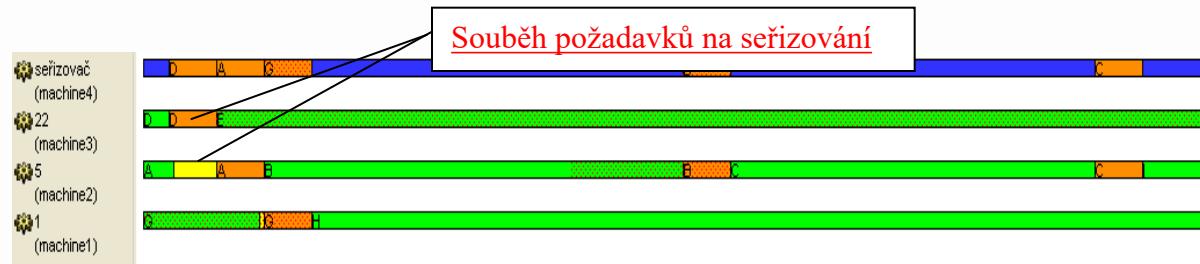
Kamion

# Simulace – nástroj plánování



# Optimalizace pomocí simulace

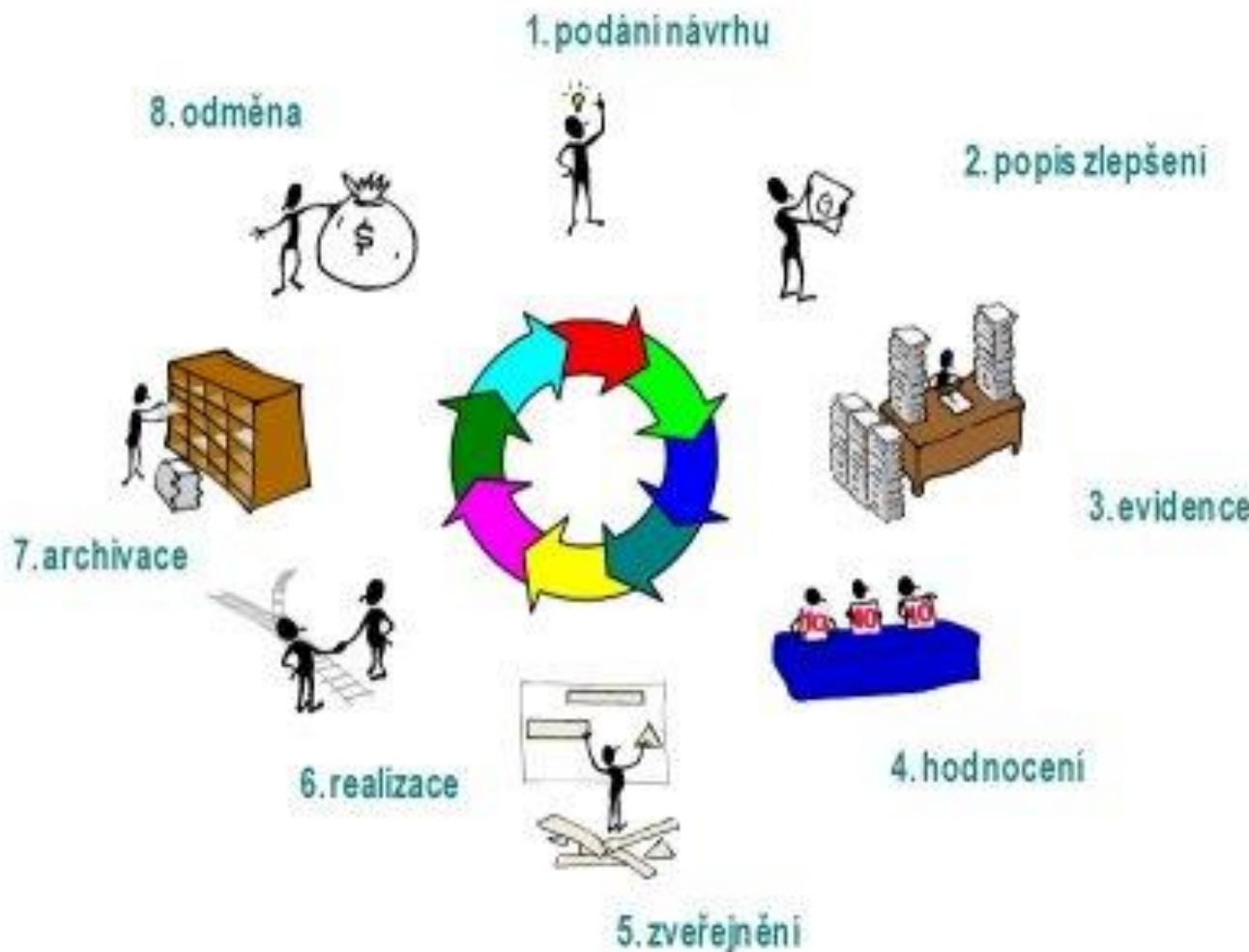
- Odhalení plýtvání čekání na seřízení



- Minimalizace seřizování sloučením VZ



# 8 kroků ke zlepšení



[4]

# Shigeo Shingo uznává dokonce osm techniky

- Oddělit vnitřní nastavovací operace od vnějších.
- Převést interní nastavení na externí.
- Standardizovat funkce, nikoli tvar.
- Využití funkčních svorek nebo odstranění spojů úplně
- Použít střední přípravky
- Přjmout paralelní operace
- Eliminovat úpravy
- Mechanizace

[4]



# Zdroje

- [1] Study of TOYOTA Production System, Shigeo Shingo, 1981, p 70
- [2] Theory of Constraints, Eliyahu Goldratt, North River Press, 1990, p 40
- [3] A revolution in manufacturing: The SMED system, Shigeo Shingo, Productivity Press, 1985, p 113
- [4] A study of the Toyota Production System, Shigeo Shingo, Productivity Press, 1989, p 47
- [5] A revolution in manufacturing: The SMED system, Shigeo Shingo, Productivity Press, 1985, p 27



# Děkuji za pozornost

