

## Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

NPO\_TUL\_MSMT-16598/2022



### SFM Shop floor management



Ing. Jan Vavruška, Ph.D., Ing. Paed. IGIP



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Shop floor management

**Shromažďování a analýza dat souvisejících s výrobou, kvalitou a využitím zdrojů.**

Především se jedná o práci s daty (ukazateli):

- Sběr
- Analýza
- Vizualizace

# Kontrolní otázky

- Jak popisujete procesy ve firmě (v BP a DP)?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

- Jaké máte parametry které sledujete a vyhodnocujete?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

# Význam ukazatelů

- Co lze měřit lze i řídit
- Co lze měřit jde i zlepšovat
- Co jde měřit jde i porovnat
- Co jde změřit je i odměnit / potrestat
- Co lze opakovaně měřit odhalí i trend
- Když porovnávám hledám příležitosti
- Když porovnávám mohu motivovat
- Když porovnávám hlídám maniny

# Shop floor management

- **Shop floor management** je proces dohledu a optimalizace každodenních operací ve výrobě, často označovaném jako „dílna“. V této oblasti probíhá výroba polotovarů a komponent nebo montáž produktu.
- Efektivní řízení dílenského provozu je zásadní pro udržení produktivity, kvality, bezpečnosti a efektivity ve výrobním prostředí.
- Stručně řečeno, řízení dílny je mnohostranná role, která zahrnuje plánování, koordinaci, dohled a optimalizaci různých aspektů výroby ve výrobním závodě.
- Efektivní řízení dílenského provozu může vést ke zvýšení produktivity, zlepšení kvality produktů, snížení nákladů a zvýšení konkurenceschopnosti na trhu.

# Klíčové aspekty řízení dílenského provozu:

- 1. Plánování výroby:** Manažeři dílen jsou zodpovědní za plánování a rozvrhování výrobních činností tak, aby uspokojili poptávku zákazníků a zároveň minimalizovali plýtvání a prostoje. Vytvářejí výrobní plány, přidělují zdroje a zajišťují dostupnost surovin v případě potřeby.
- 2. Přidělování zdrojů:** To zahrnuje přidělování úkolů pracovníkům a strojům, aby bylo zajištěno, že je k dispozici správné vybavení a personál pro splnění výrobních cílů. Zahrnuje také monitorování a úpravu alokace zdrojů podle potřeby.
- 3. Kontrola kvality:** Vedoucí dílen musí zavést a dohlížet na opatření kontroly kvality, aby zajistili, že produkty splňují požadované normy a specifikace. To zahrnuje inspekce, testování a vylepšování procesů za účelem snížení závad.
- 4. Řízení zásob:** Efektivní řízení stavu zásob je nezbytné pro zamezení přeplnění nebo vyprodání zásob. Manažeři dílen musí mít přehled o surovinách, nedokončené výrobě a hotovém zboží.

# Shop floor management

- 5. Údržba a správa zařízení:** Zajištění řádné údržby strojů a zařízení je zásadní pro minimalizaci prostojů. To zahrnuje preventivní údržbu, opravy a správu zásob náhradních dílů.
- 6. Dozor nad pracovníky:** Vedoucí prodejny jsou zodpovědní za dohled a vedení pracovní síly. To zahrnuje zadávání úkolů, poskytování školení, sledování výkonu a zajišťování dodržování bezpečnostních předpisů.
- 7. Neustálé zlepšování:** Implementace metod neustálého zlepšování, jako je štíhlá výroba nebo Six Sigma, může pomoci optimalizovat procesy, snížit plýtvání a zlepšit efektivitu v dílně.
- 8. Analýza dat:** Shromažďování a analýza dat souvisejících s výrobou, kvalitou a využitím zdrojů může pomoci identifikovat úzká místa, neefektivitu a oblasti pro zlepšení.

# Shop floor management

9. **Komunikace:** Efektivní komunikace je nezbytná mezi vedoucími dílen, výrobními týmy, pracovníky údržby a dalšími odděleními v rámci organizace. Zajišťuje, že každý je v souladu s výrobními cíli a záměry.
10. **Bezpečnost:** Zajištění bezpečného pracovního prostředí pro zaměstnance je prvořadé. Manažeři dílen musí prosazovat bezpečnostní protokoly, provádět bezpečnostní školení a okamžitě řešit jakékoli bezpečnostní problémy.
11. **Kontrola nákladů:** Řízení výrobních nákladů je klíčové pro ziskovost organizace. Manažeři dílen musí kontrolovat výdaje související s prací, materiálem, energií a dalšími zdroji.
12. **Adaptabilita:** Výrobní průmysl je dynamický a manažeři dílen se musí přizpůsobit změnám v požadavcích na výrobu, technologii a tržních podmínkách.



# Hlavní typy ukazatelů

- Monitorování a úpravu alokace zdrojů podle potřeby.
- Sledování výkonu a využití zdrojů.
- Odhalování a kvantifikace plýtvání.
- Dohled (real-time) na procesy a kontrola kvality.
- Řízení stavu zásob, přehled o surovinách, nedokončené výrobě a hotovém zboží.
- Preventivní údržbu, opravy a správu zásob náhradních dílů.

# Datové zdroje

- Primární data (číselné údaje)
- Formuláře
- Logy (někdo, někde, něco, udělal)
- Funkcionality
- Ruční data
- Dopočtená data

## Výstupy

- Reporty (grafy, tabulky, symboly)

# Charakter DAT

- Dočasná x Trvalá data
- Reporting x ad hoc výstup
- Datová řada – sekvence
- Datová historie
- Evidenční body

- NOK
- ppm
- DPMO
- M TTR
- M TBF
- CT
- CTT
- Fvs
- $OEE / CEZ = D * Q * R$

$$Q = OK / (OK + NOK) < 1$$

$$D = \frac{\text{výrobní čas}}{\text{plánovaný čas}} = \frac{Fvs - \text{prostoje}}{Fvs} < 1$$

$$R = \frac{CT}{Tac} = \frac{\text{vyrobené ks}}{\text{pánované ks}} < 1 (> 1)$$

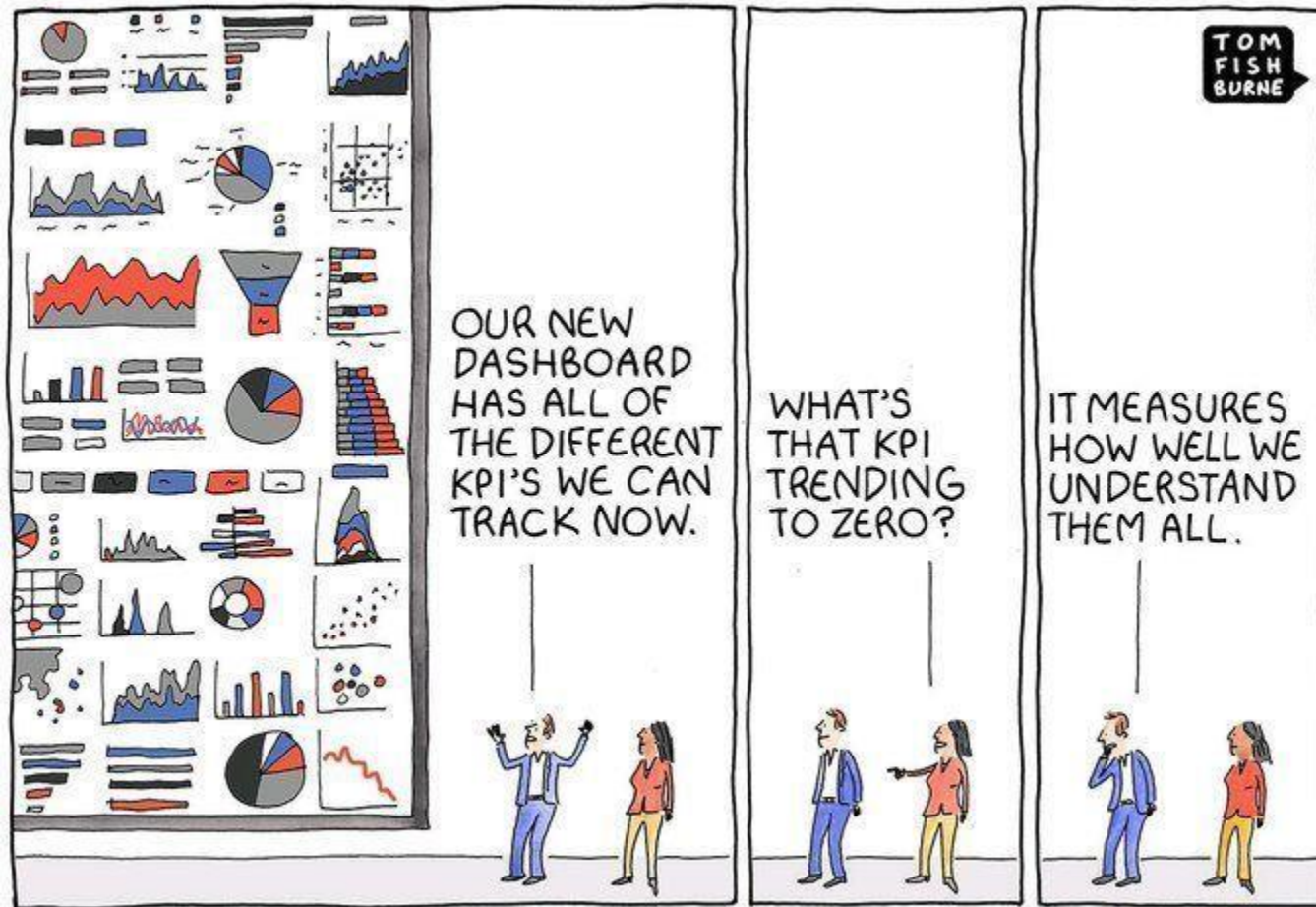
# Vybrané ukazatele VS

- WIP OPF
- LT
- VA /NVA time
- VA index
- OEE Celková efektivita
- ppm, DPMO, FPY
- Dostupnost, disponibilita
- Produktivita, rychlost
- Počet nápadů
- Počet realizací (inovací)
- Počet dokumentu na 1 požadavek
- Počet uzlů (přenos informace)
- Počet křížení
- VA/NVA plocha
- VIP kanály
- KPI – Key Performance Indicator

# Vybrané ukazatele VS

- Propustnost systému
- Výkonnostní norma
- Časová norma
- Customer Takt Time
- Cycle Time
- Setup Time
- Makespan ( $C_{max}$ ,  $L_{max}$ )
- MTTR
- MTBF
- RN (FMEA)
- ROI
- EWAS index
- FPY (First Pass Yield) výnos z průchodu

# KPIs – Key Performance Indicators (Dashboards)



© marketoonist.com

# 6 velkých ztrát na zařízení

Ztráty stojí v cestě vysoké účinnosti zařízení. Kdo chce zvýšit účinnost, musí ztráty, tedy zátěž, odhodit. To, proč zařízení nepracuje může mít více příčin:

- 1. Poruchy**
- 2. Krátkodobé výpadky**
- 3. Seřízení a nastavení**
- 4. Ztráty nekvalitou**
- 5. Ztráty rychlosti**
- 6. Ztráty rozběhem**



# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

- OEE je klíčovým ukazatelem v oblasti výroby a provozu, který se používá k měření efektivity a výkonnosti výrobních zařízení a strojů.
- OEE kombinuje tři hlavní faktory, které ovlivňují efektivitu výroby: dostupnost, výkon a kvalitu.
- Tento koncept byl vyvinut v rámci metody Lean Manufacturing a je často používán k identifikaci a odstranění ztrát v procesu výroby.

# Funkce OEE

- OEE je sdružený ukazatel citlivý na změny dílčích ukazatelů.
- V analogii s člověkem ho můžeme OEE přirovnat k teplotě.
- Pokud dojde ke zvýšení teploty, okamžitě děláme nápravná opatření (návštěva lékaře, ....).
- Podobně bychom měli jednat i při snížení hodnoty ukazatele OEE a to diagnostikovat příčinu.

# Platí Paretovo pravidlo

Podle Paretova pravidla 80:20 můžeme pomocí cílených akcí na 20% příčin ztrát odstranit až 80% všech prostojů.

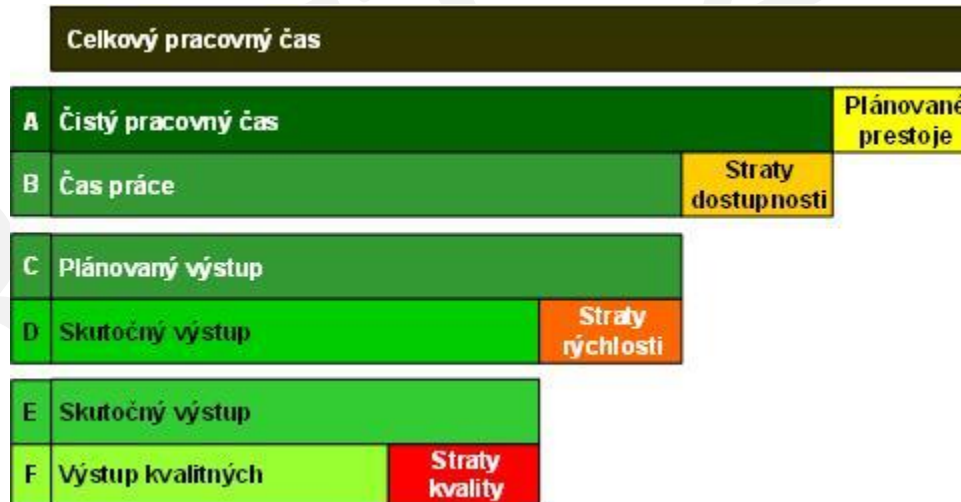
# Úroveň CEZ v ČR

- Úroveň CEZ se v podmínkách ČR ve strojním průmyslu pohybuje na průměrné úrovni **30 až 60%** .
- Mnohé podniky světové třídy dosahují po úspěšné implementaci TPM hodnoty **85%**

# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

CEZ vypočteme jako součin  
D - Disponibilita,  
R – Rychlosti  
(V – výkonnosti) a  
Q - úrovně kvality

$$CEZ = D \times V \times Q$$



# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

***OEE = Availability x Performance x Quality,***

- **Availability** (Disponibilita, dostupnost, využití)  
poměr mezi výrobním časem a teoretickým pracovním fondem zařízení.
- **Performance** (Výkon) – poměr mezi čistým výrobním časem a teoretickým výrobním časem (normou času).
- **Quality** (kvalita) – poměr mezi kvalitní produkcí a celkem vyrobeným množstvím produktů.
- OEE – vyjadřuje se obvykle jako procento.

OEE může být použito k identifikaci oblastí, kde je potřeba zlepšení. Například, pokud je OEE 85%, znamená to, že zařízení je k dispozici, produkuje rychle a s minimálními vadami na úrovni 85% výkonosti plánovaného času.

# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

*OEE = Availability x Performance x Quality,*

- **Dostupnost** (Availability): Tato složka měří, jakou část času je zařízení k dispozici pro výrobu vzhledem k plánovanému výrobnímu času. Poukazuje na plánované a neplánované přestávky, jako jsou údržba, poruchy nebo nastavování stroje.
- **Výkon** (Performance): Tato složka měří, jak rychle stroj nebo zařízení pracuje vzhledem k jeho maximálnímu potenciálu. Zahrnuje rychlost výroby, která může být nižší než maximální kvůli například technickým omezením.
- **Kvalita** (Quality): Tato složka měří, kolik výrobků je vyrobeno bez vad a odpovídá požadovaným standardům kvality.

# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}}$$

- **Operating Time** – skutečná doba běhu zařízení
- **Loading Time** – očekávaná doba běhu zařízení

$$A = \frac{E[\text{uptime}]}{E[\text{uptime}] + E[\text{downtime}]}$$

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$



# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

$$\text{Performance} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Potential Output}}$$

$$\text{Performance} = \frac{(\text{Total Output} * \text{Ideal Cycle Time})}{\text{Operating Time,}}$$

- **Total Output** – celkový počet vyrobených kusů
- Potential Output – plánovaný počet vyrobených kusů
- Ideal Cycle Time – plánovaná délka cyklu (časová norma)
- **Operating Time** – skutečná doba běhu zařízení

# CEZ Celková efektivita zařízení (OEE –Overall Equipment Effectiveness)

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Output}}{\text{Total Output}}$$

- **Good Output** – počet vyrobených kvalitních kusů
- **Total Output** - celkový počet vyrobených kusů

# TEEP - Total Equipment Effectiveness Performance

$$TEEP = \frac{\text{Užitečný čas zařízení}}{\text{Kalendářní čas}}$$

$$TEEP = \text{Loading} \times \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

$$TEEP = \text{Loading} \times \text{OEE}$$

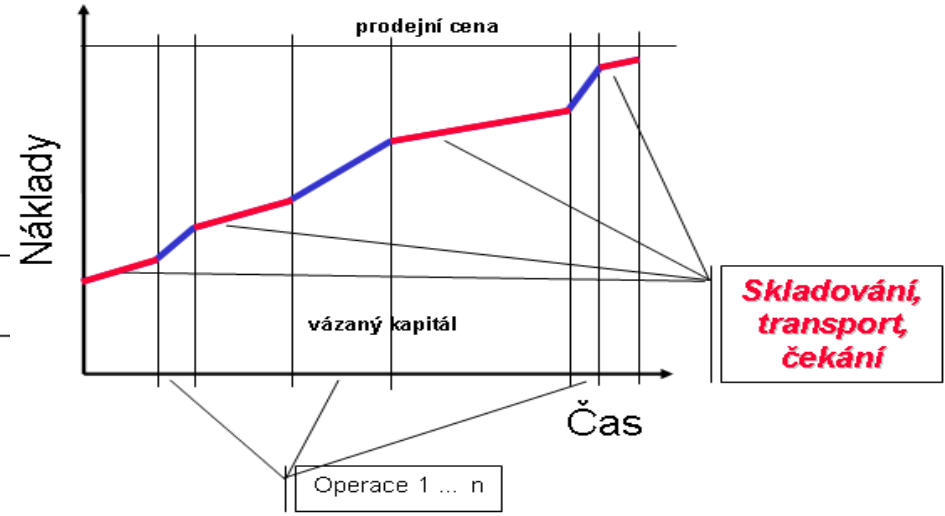
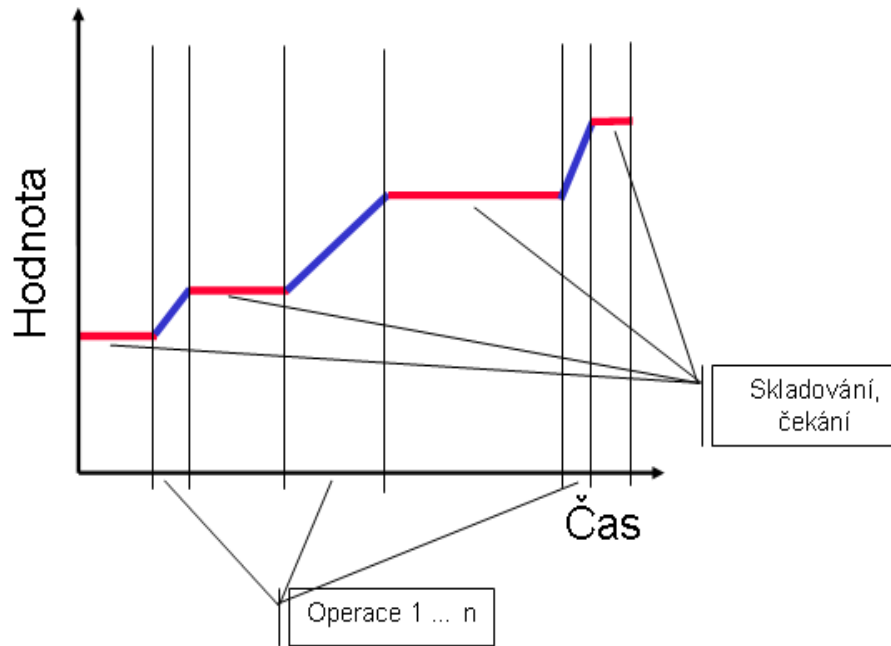
- **Loading** poměr mezi **teoretickým časovým fondem** a kalendářem  
např. (3\*450 min / 1440 min = 3\*7,5 hod / 24 hod)

pozn. **Loading** není **Louding time**

**Louding time** = kalendář - **plánované prostoje**



# LEAN – Value added x Cost



*Křivka nákladů (schematicky)*

*Přidávám hodnotu ? (schematicky)*

VA – Value added activities

NVA – Non Value added activities

BNVA – Business Non Value added activities

# Prostoje

- ***Seřízení a nastavení***  
(výměna přípravku, funkce apod.). - čas od zastavení produkce jednoho typu výrobku až po okamžik, ve kterém zařízení začne produkovat nový výrobek v požadované kvalitě.

# Prostoje

- ***Poruchy vyplývající z chyb na zařízení***  
Při ztrátě schopnosti stroje plnit své funkce, např. vlivem mechanického, elektrického, pneumatického nebo hydraulického defektu, mluvíme o poruše závislé na stroji.

# Prostoje

- ***Poruchy vyplývající z chyb organizačních***  
Ostatní poruchy vznikají tím, že chybí  
např.. materiál, nástroje nebo pomocné  
látky, pracovník mimo pracoviště.

To jsou takzvané poruchy nezávislé na stroji.

# Ztráty rychlosti

- ***Nečinnost, běh naprázdno a malé přestávky***  
(abnormální činnost senzorů, blokování v skluzech a pod.).



# Ztráty rychlosti

- ***Redukce rychlosti***  
(nesoulad mezi navrženou a skutečnou rychlostí zařízení).

DRAFT 2022

# Chyby

- ***Chyby v procesech a opravy***  
(zmetky a nedostatky v kvalitě, které potřebují opravu)
- ***Redukce času***  
mezi startem stroje a stabilní provozem

# Plýtvání

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

# Disponibilita

- **Disponibilita zařízení – D**

$$D = \frac{(\text{Disp.čas.fond} - \text{Seřizování} - \text{Poruchy})}{(\text{Disp.čas.fond} \times 100)}$$

$$D = \frac{((870 - 70 - 50) / 870) \times 100}{1} = 86.2\%$$

Disp.čas.fond – Disponibylní časový fond strojního zařízení.

# Rychlost

- **Rychlost zařízení - R**

**R** = (Teor. čas taktu x počet kusů) / Čistý časový fond

Čistý časový fond = Disp.čas.fond - Seřizování -  
Poruchy = 870 - 70 - 50 = 750

$R = (1,5 \times 290 / 750) \times 100 = 58,0\%$

# Úroveň kvality

Úroveň kvality výroby - Q

$Q = (\text{počet kusů} - \text{počet zmetků}) / (\text{počet kusů} \times 100)$

$$Q = (290 - 6) / 290 = 97,9\%$$

# Celková efektivita zařízení.

Celková efektivita zařízení - CEZ

$$CEZ = D * R * Q$$

$$CEZ = 86,2\% \times 58,0\% \times 97,9\% = 49,0\%$$

- **Stupeň využití zařízení**

Stupeň využití (Loading) =

= (teor. fond - plán. Prostoje) / teor. Fond x 100

Stupeň využití =  $((1440 - 570) \times 100) / 1440 = 60,4\%$

- **Totální efektivnost zařízení**

TEEP = Stupeň využití x CEZ =

= 60,4 % x 49 % = 29,6 %