

# Regulační diagramy (Control charts, Shewhart's diagrams)

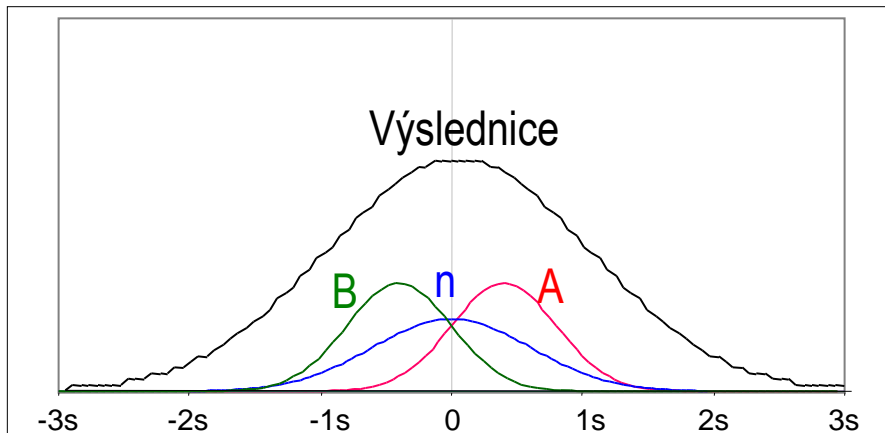
- diagram spolu s horní nebo/a dolní regulační mezí, do kterého se zakreslují hodnoty nějakého statistického ukazatele pro řadu výběrů nebo podskupin, obvykle v časové posloupnosti nebo v pořadí čísel výběrů
- používá se jako grafická pomůcka umožňující oddělit náhodné příčiny variability procesu od systematických příčin

# Představení regulačních diagramů

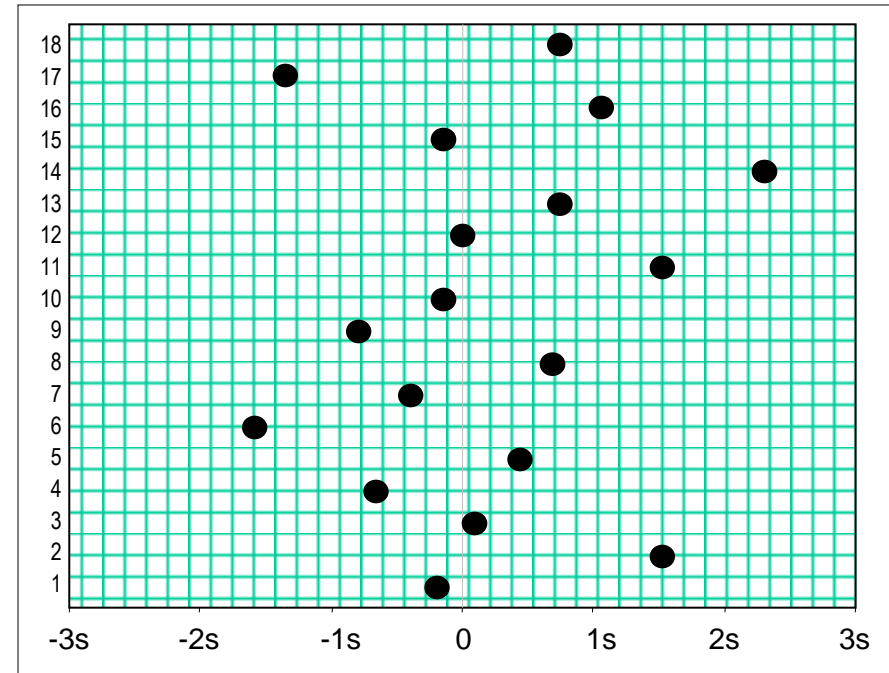
- Když něco produkuje systematickým způsobem - náhodné chyby, které se vyskytnou, vedou k normálnímu (Gaussovskému) rozdělení výsledků

průmyslový výrobek nebo analytický výsledek  
vycházející ze stejného zdroje vlivu nebo variace

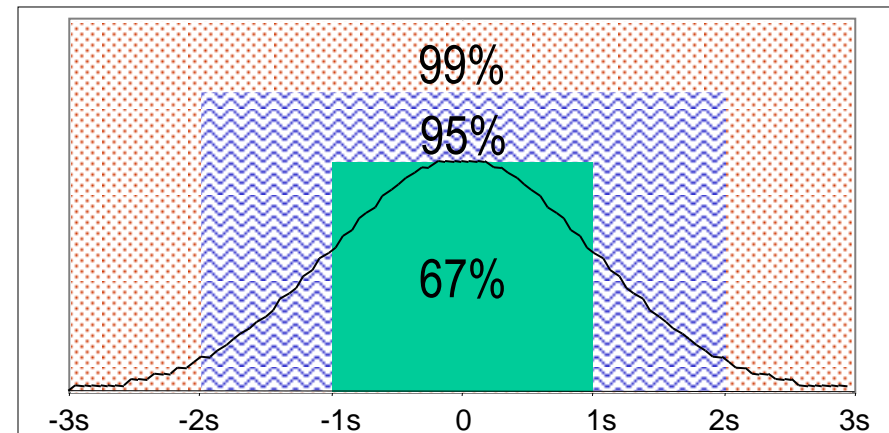
- Například, předpokládejme, že daný proces je závislý na 3 zdrojích variace (3 různé operace), a každý z nich je náhodného charakteru
- Spojme body zdroje A
- Teď body zdroje B
- A body zdroje n
- Výslednice všech zdrojů má normální rozdělení



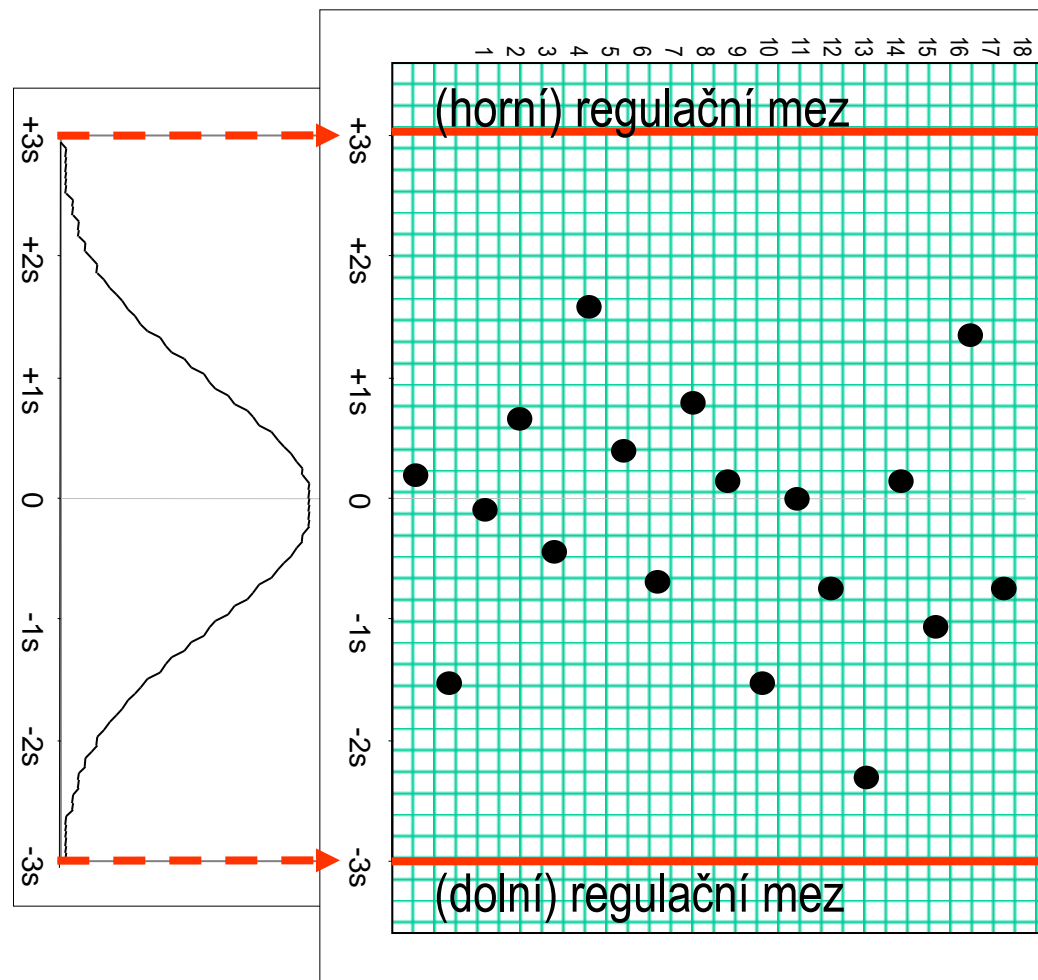
- O výrobě říkáme, že je pod kontrolou, pokud výrobky (výsledky) splňují charakteristické vlastnosti **normálního rozdělení**



- Nyní do grafu zakreslit výsledky v chronologickém pořadí, tj. jeden po druhém, v pořadí, ve kterém jsou získávány ...



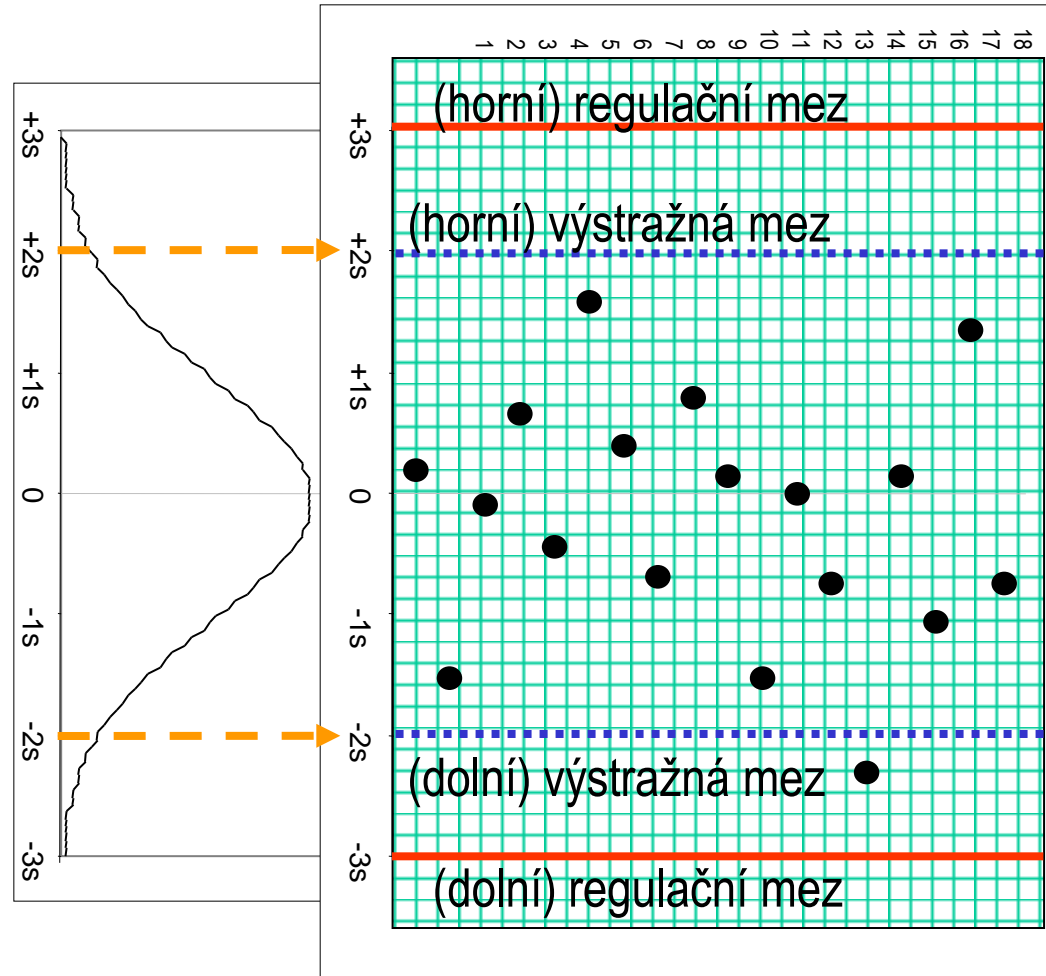
- ▶ Nyní graf a diagram otočme tak, že body jsou vkládány do diagramu z levé strany na pravou
- ▶ (x-ová osa znázorňuje čas)
- ▶ Jelikož předpokládáme, že více než 99% bodů leží na ploše od **-3s** do **+3s**, každý bod spadající mimo tyto hranice s velmi vysokou pravděpodobností nebude zapříčiněn náhodným rozptylem zdrojů ...
- ▶ Tyto čáry se nazývají **akční meze** nebo **regulační čáry**



► Podobně, pravděpodobnost, že jeden bod padne mimo plochy od  $-2s$  do  $+2s$  je 5%, ale pravděpodobnost, že 2 po sobě následující body (nebo 2 z 3 po sobě následujících bodů) padnou mimo této plochy je velice malá

► Je obecně zaužíváno zakreslit čáry podél bodů  $-2s$  a  $+2s$

► Tyto čáry se běžně nazývají **výstražné meze**



# Typy regulačních diagramů (RD)

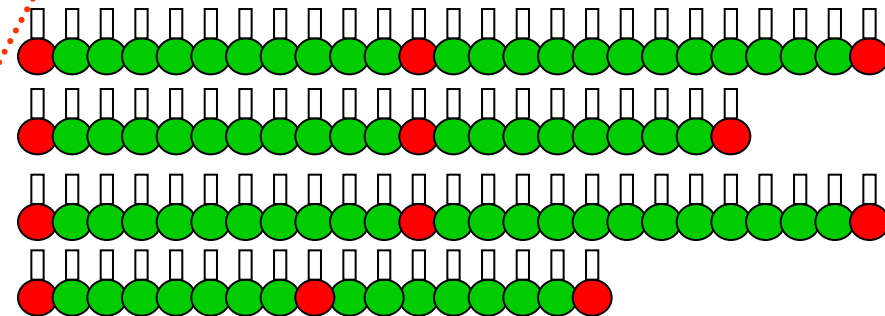
- Existují dva způsoby hodnocení výsledků kontrolních vzorků pomocí regulačních diagramů v závislosti na použitých metodách:

Jestli je systematicky použitý stejný počet (několik) kontrolních vzorků pro skupinu (nebo za den) analýz, pak je na místě zvažovat průměrný kontrolní vzorek a regulovat tento průměr pomocí regulačního diagramu pro průměr

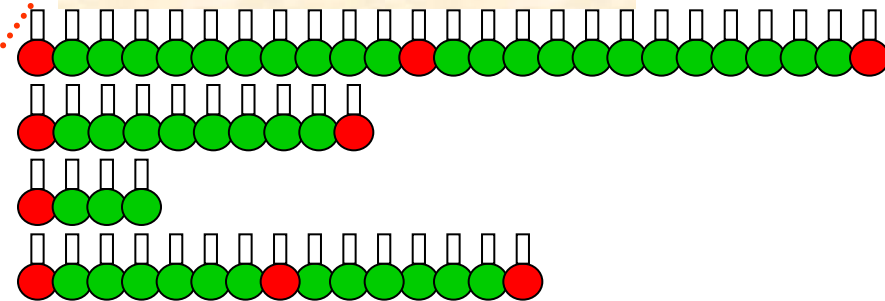
Jestli je použitý jenom jeden kontrolní vzorek (nebo několik, ale počet se mění od série k sérii, nebo ze dne na den), pak je na místě zvažovat každý kontrolní vzorek samostatně. V tomto případě by měl být použitý regulační diagram individuálních hodnot



## Kontrola na základě průměru



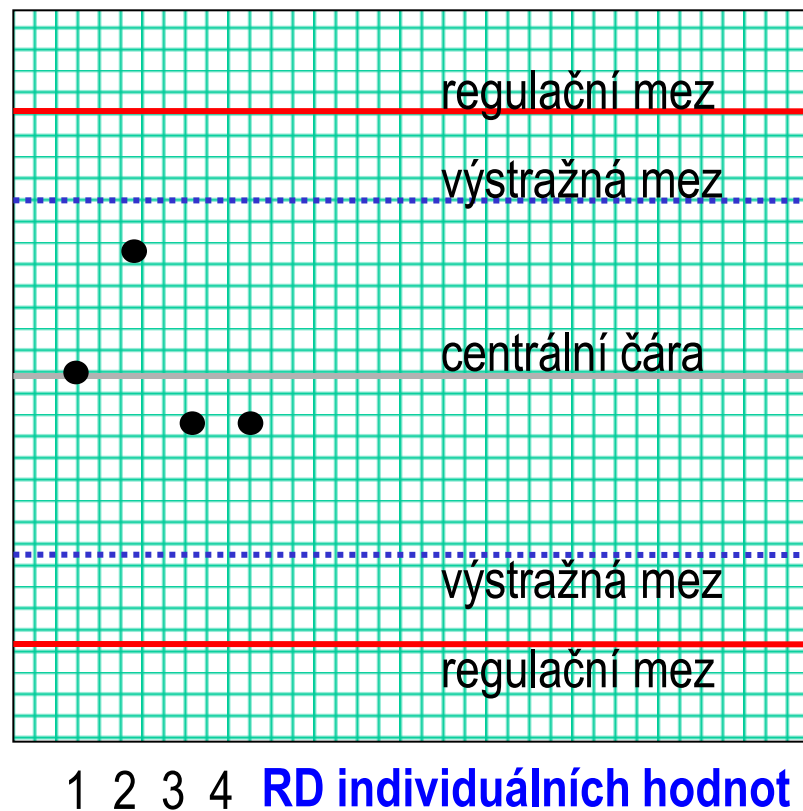
## Individuální kontrola



# Regulační diagramy individuálních hodnot

- Regulační diagramy individuálních hodnot získáme zakreslením **hodnot kontrolních vzorků** (QC) v pořadí, v jakém jsou analyzovány

Číslo	QC hodnota
1	10
2	13
3	9
4	9
N	



# Meze diagramu

- Vzhledem k množství shromážděných údajů by měl být pro stanovení mezí aplikován zvláštní přístup
- Pokud jsme získali **malý počet údajů** ( tj méně než 50 bodů ) , pak můžeme říci , že skutečná hodnota parametrů ( průměr , směrodatná odchylka ) je neznámá, a vzhledem k dané situaci by měla být stanovena tolerance ; korekce jsou vytvářeny pomocí normálního rozdělení a meze by měly být převzaty z **Tabulky neznámých parametrů**
- Když máme **dostatečné množství údajů** , abychom mohli s jistotou říci , že skutečná hodnota parametru je známa ( tj více než 50 bodů ) , pak by měly být meze převzaty z Tabulky známých parametrů založené na normálním rozdělení



# Meze X-R' diagramů

neznámé  
parametry

RD individuálních  
hodnot

známé  
parametry

$$\bar{X} + 2.66 \bar{R}'$$

regulační mez

$$\mu + 3\sigma$$

$$\bar{X} + 1.77 \bar{R}'$$

výstražná mez

$$\mu + 2\sigma$$

$$\bar{X}$$

centrální mez

$$\mu$$

$$\bar{X} - 1.77 \bar{R}'$$

výstražná mez

$$\mu - 2\sigma$$

$$\bar{X} - 2.66 \bar{R}'$$

regulační mez

$$\mu - 3\sigma$$

$\bar{X}$  = průměr bodů

$\mu$  = 'skutečný' průměr

$\sigma$  = 'skutečná' směrodatná odchylka

neznámé  
parametry

RD pro klouzavý  
rozsah

známé  
parametry

$$3.27 \bar{R}'$$

regulační mez

$$3.69 \sigma$$

$$2.51 \bar{R}'$$

výstražná mez

$$2.83 \sigma$$

$$\bar{R}'$$

centrální mez

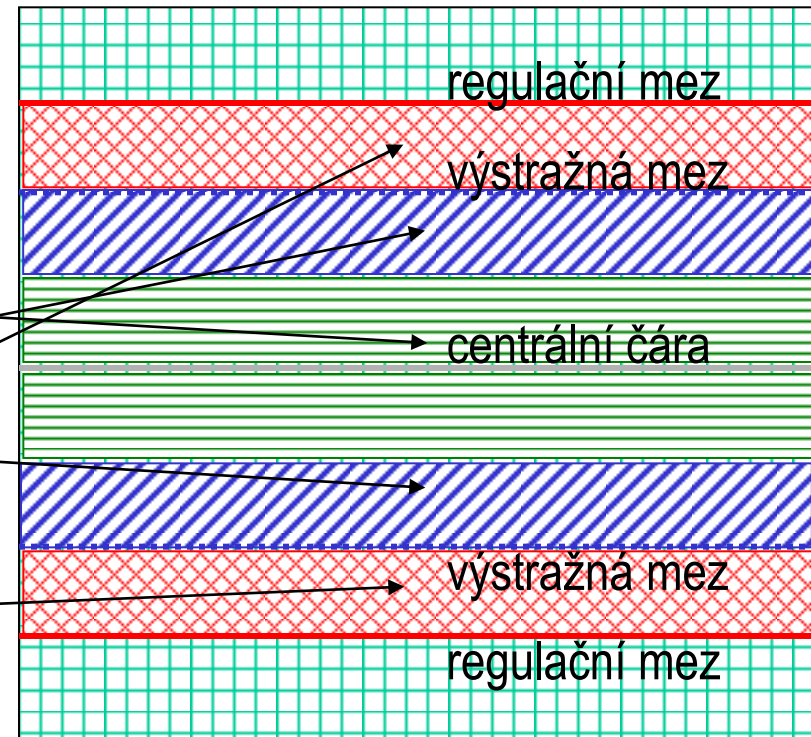
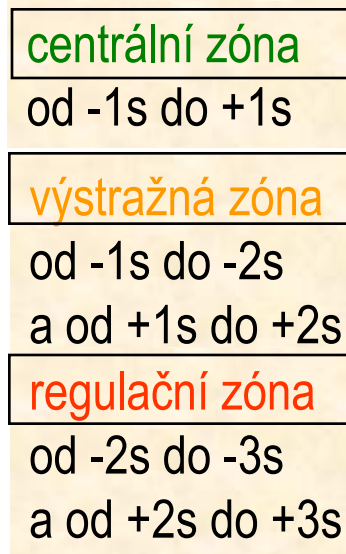
$$1.13 \sigma$$

$\bar{R}'$  = průměrná hodnota klouzavého rozsahu bodů

**POZNÁMKA:** Směrodatná odchylka může  
být stanovena z rozsahu:  $\sigma = R / d_2$

# Pravidla hodnocení (Xm&X diagramy)

- V procesu **hodnocení** je vhodné rozdělit regulační diagram na **3 zóny**:

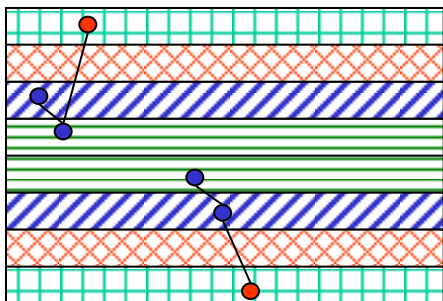


Regulační diagram

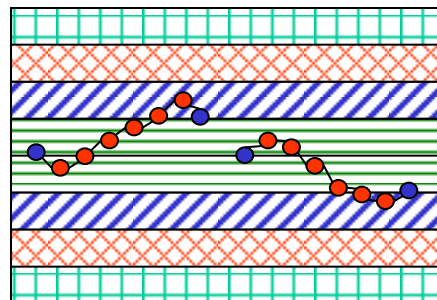
- ▶ Pravidla pro hodnocení popsána na následujících stránkách jsou založena na normálním rozdělení a byla převzata z literatury

# Pravidla hodnocení ( $X_m$ & $X$ diagramy)

- 1 bod mimo regulační zónu

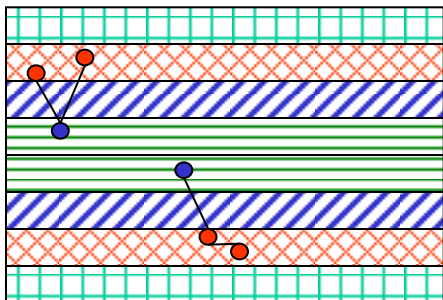


- 6 po sobě následujících bodů stoupá nebo klesá

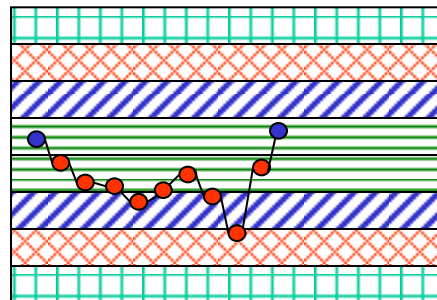


=> trend

- 2 ze 3 po sobě následujících bodů v regulační zóně

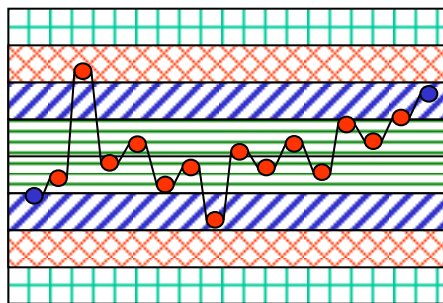


- 9 po sobě následujících bodů na jedné straně regulační čáry



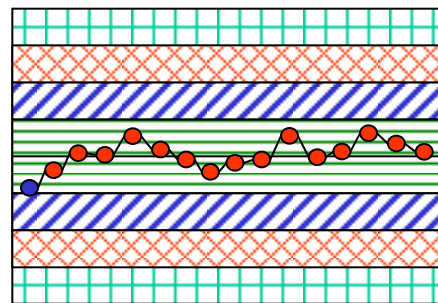
=> posun v průměrné nebo střední hodnotě

- 14 po sobě následujících bodů střídavě stoupá nebo klesá



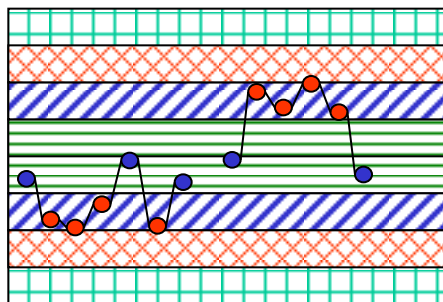
=> cyklický jev  
nebo přechodné série

- 15 po sobě následujících bodů v centrální zóně

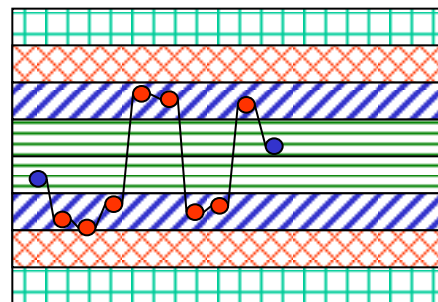


=> zlepšení  
přesnosti = menší  
směrodatná odchylka

- 4 z 5 po sobě následujících bodů ve výstražné zóně nebo mimo ní



- 8 po sobě následujících bodů nad nebo pod centrální zónou



=> 2 různé  
základní soubory