

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

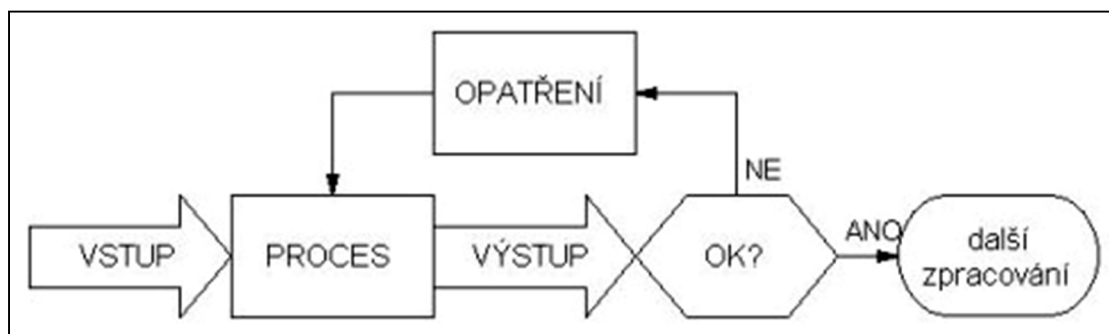
### Statistická měření

#### Statistická regulace procesu - SPC

SPC je zkratka ze slov Statistical Process Control.

Do češtiny tento název překládáme jako Statistická regulace procesu. Je základem **řízení jakosti**.

Regulace obsahuje opatření, které se provede v případě, že kontrola nevychází. Kontrola je pasivní pozorování, regulace je aktivní ovlivňování.



#### Kolísání – náhodné a zvláštní příčiny

Efektivně využívat údaje naměřené při regulaci = pochopit příčiny kolísání.

Dva zásadní prameny kolísání procesu:

- ty, které způsobují krátkodobé rozdíly od jednoho kusu ke druhému,
- ty, které mají dlouhodobý charakter.

Jednotlivé naměřené hodnoty se mohou vzájemně lišit, ale jako celek se chovají statisticky - vytvářejí určité rozdělení.

- Náhodné příčiny se vztahují k mnoha zdrojům kolísání, které jsou zahrnuty v procesu, který má stabilní a opakující se rozdělení v průběhu času. Je-li proces ovlivňován pouze systémem náhodných příčin, má charakter „statisticky zvládnutého procesu“ a je předvídatelný.
- Zvláštní příčiny (také vymežitelné příčiny) se vztahují ke zdrojům kolísání, které v procesu nepůsobí trvale a vyvolávají neočekávané změny.

Zjišťování přítomnosti zvláštních příčin je úloha SPC (úloha regulačních diagramů).

Odstranění zvláštních příčin se děje formou

- lokálních opatření (obsluha, operátor v rozsahu jejich pravomocí),
- opatření v systému (spadají do zodpovědnosti managementu).

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kolísání – náhodné a zvláštní příčiny – obr.

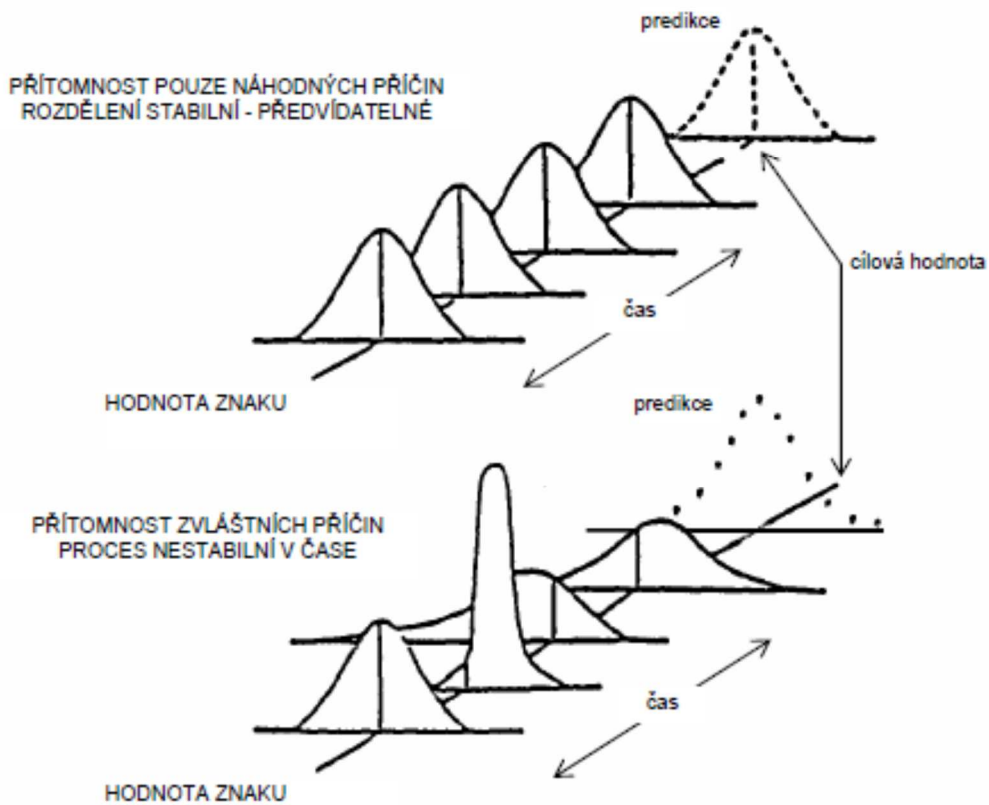
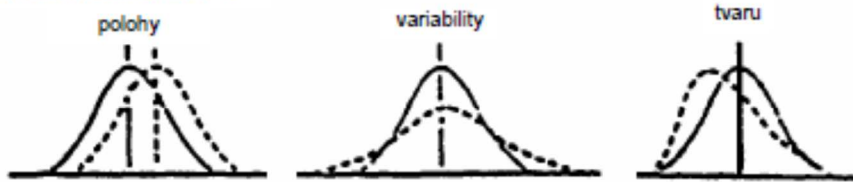
Kusy se mění jeden od druhého



vytvářejí však obrazec, který, je-li stabilní, může být chápán jako rozdělení



Rozdělení se mohou lišit z hlediska





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Regulace procesu a způsobilost procesu

Cílem systému regulace procesu

je učinit ekonomicky podložené rozhodnutí o opatřeních ovlivňujících proces.

Úkolem systému statistické regulace procesu je vyvolat signál, jsou-li přítomny zvláštní příčiny kolísání.

Způsobilost procesu

udává vztah mezi přirozeným kolísáním, které pramení z náhodných příčin a technickým zadáním.

Představuje nejlepší výkon samotného procesu, pracujícího ve stavu statisticky zvládnutém.

Proces může být uveden do stavu statisticky zvládnutého až po zjištění a odstranění zvláštních příčin.

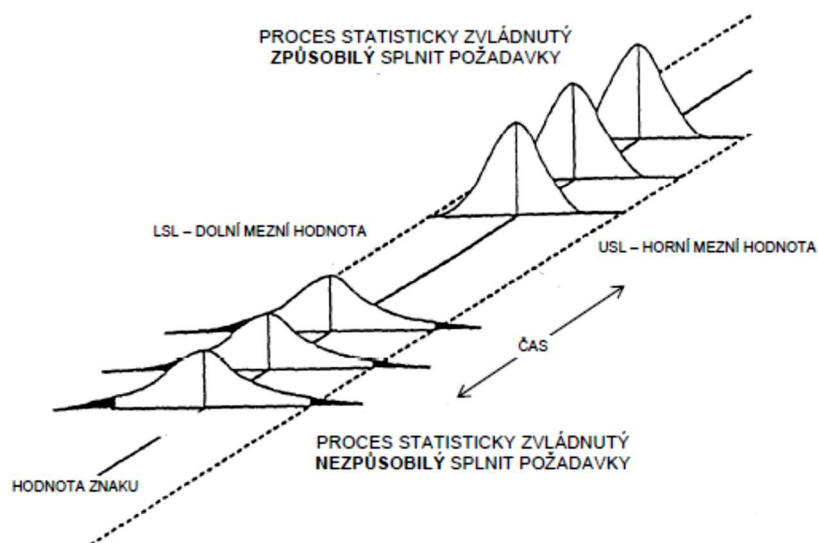
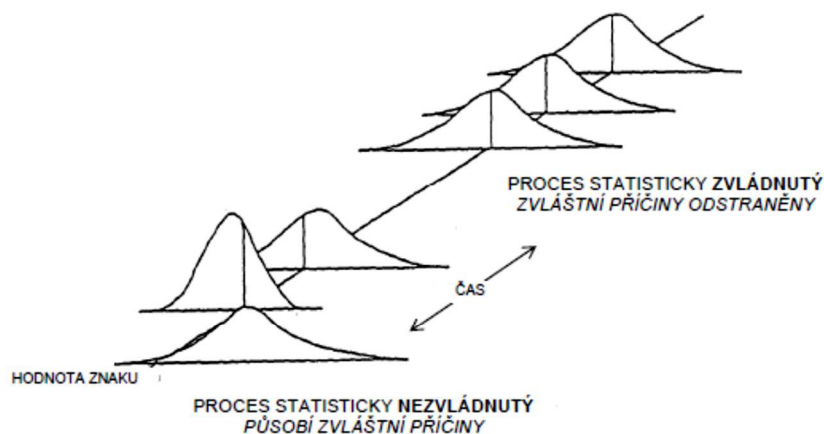
Teprve pak je jeho výkon předvídatelný a má být vyčíslena jeho způsobilost.

Ukazatelé způsobilosti:

- krátkodobé – založené na měřeních získaných z jediného provozního cyklu a určené pouze k ověření, že proces může pracovat ve statisticky zvládnutém stavu;
- dlouhodobé – založené na měřeních uskutečněných po delší časové období a tím zohledňující variabilitu procesu v čase.

### Znázornění procesů statisticky zvládnutých a způsobilých

#### ŘÍZENÍ PROCESU



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Regulační diagramy (Shewhartovy) – nástroj pro regulaci procesu

Zlepšování procesu pomocí regulačních diagramů (RD) je iterativní postup spočívající v opakování následujících kroků:

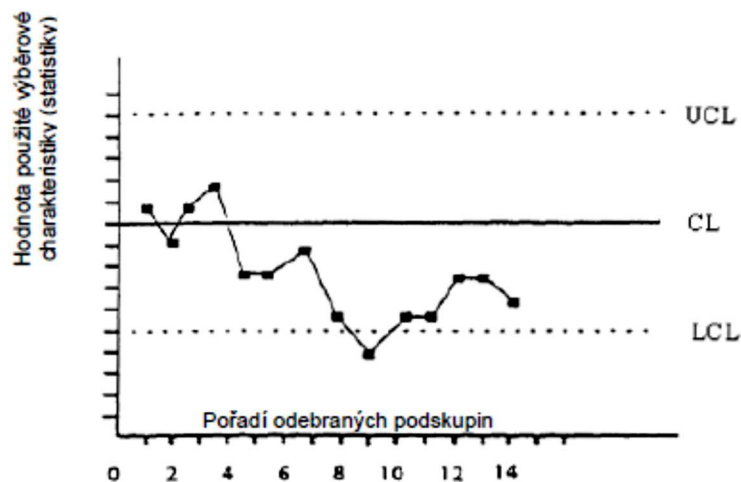
- sběr údajů a jejich zakreslení do diagramu;
- regulace: výpočet pokusných regulačních mezí; identifikace zvláštních příčin; navržení opatření na jejich odstranění a zabezpečení, aby se neopakovaly; prověření jejich účinnosti, opakování sběru údajů a výpočtu nových regulačních mezí;
- analýza a zlepšování: regulační diagramy monitorují proces a umožňují jeho průběžnou analýzu a odhalování prostoru pro snižování variability vyvolané zvláštními příčinami. Přepočítání regulačních mezí se má realizovat jen tak často, jak to vyžaduje proces a znalost jeho chování (technologické zásahy do procesu, změna materiálů, měření atd.).

Přínosy regulačních diagramů

Regulační diagramy

- jsou účinnými nástroji pro poznání kolísání procesu;
- detekují přítomnost zvláštních příčin;
- pomáhají k tomu, aby proces pracoval v souladu s požadavky a byl předvídatelný;
- umožňují, aby proces dosáhl vyšší jakosti při nižších nákladech;
- dávají objektivní zprávu o efektu navrženého opatření;
- poskytují objektivní nástroj pro porovnání výkonů procesů mezi směny, linkami atd.

Náčrtek regulačního diagramu



### Získání údajů, jejich zpracování a zakreslení do RD

Volba rozsahu podskupiny:

Podskupiny mají být voleny tak, aby byly malé možnosti kolísání mezi jednotkami uvnitř podskupiny. Rozsahy výběrů musí zůstat pevné pro všechny podskupiny; obvykle 3 až 5 po sobě vyrobených kusů.

Kontrolní interval:

Časové okamžiky odběrů mají odrážet potenciální možnosti pro změnu v chování procesu. U stabilních procesů může být kontrolní interval delší.

Počet podskupin pro výpočet regulačních mezí:

Tolik podskupin, aby se zaručilo, že většina pramenů kolísání má možnost se projevit. Obecně 25 nebo více, celkem asi 100 kusů nebo více jednotlivých čtení.

Staré podklady by měly být použity jen tehdy, jsou-li z nedávné doby a podmínky procesu byly stejné.

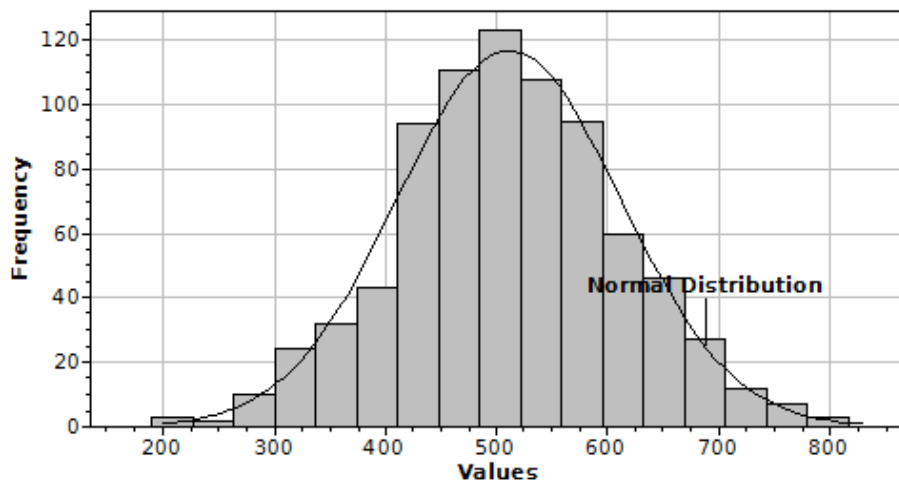
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Parametry regulačního diagramu:

- centrální příčka (CL central line) - příčka charakterizující polohu průměru resp. průměrnou hodnotu; příčka CL se zakresluje plnou (spojitou) čarou;
- regulační meze (UCL upper control limit, LCL Lower control limit) - příčky ohraničující prostor přípustného kolísání hodnot příslušné výběrové charakteristiky. Je-li proces ve statisticky zvládnutém stavu, pak uvnitř pásma ohraničeného UCL a LCL leží 99,73% hodnot výběrové charakteristiky; regulační meze UCL a LCL se zakreslují přerušovanou čarou;

Regulační meze nejsou totožné s mezními hodnotami (USL a LSL) předepsanými specifikací pro jednotlivý kus, ale jsou to meze charakterizující přirozenou variabilitu procesu.

### Histogram



Bez histogramu nemá smysl počítat parametry Gaussovy křivky. Průměr a výběrová směrodatná odchylka se počítají pouze v případě „normálního“ tvaru histogramu.

V histogramu je na vodorovné ose znázorněná naměřená hodnota, na svislé ose četnost, tedy kolikrát byla naměřena. Při normálním rozložení by měl mít histogram zvonovitý tvar Gaussovy křivky.

### Indexy způsobilosti procesu (process capability)

Index způsobilosti procesu nebo také Koefficient způsobilosti procesu je statistický parametr určující způsobilost procesu: schopnost procesu dodávat výstup v rámci tolerovaného rozmezí hodnot a specifikovaného technického standardu.

Pokud horní a dolní hodnota procesu je USL (upper specification limit) a LSL (lower specification limit), cílová hodnota je T (target value), odhad střední hodnoty procesu je  $\bar{x}$  a odhad variability procesu (vyjádřený jako směrodatná odchylka) je  $\sigma$ , pak obecně přijímané indexy způsobilosti procesu zahrnují:

$$C_P = \frac{USL - LSL}{3\sigma} \quad C_{PK} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}$$

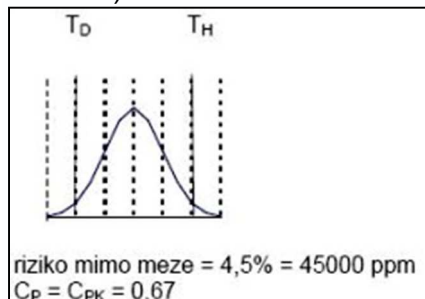
$C_P$  - odhad schopnosti procesu vytvářet požadovaný výstup, pokud by byl vycentrován.

$C_{PK}$  - odhad schopnosti procesu vytvářet požadovaný výstup, pokud je cíl ve středu specifikovaných limitů. Pokud není střední hodnota uprostřed,  $C_P$  nadhodnocuje procesní schopnost.

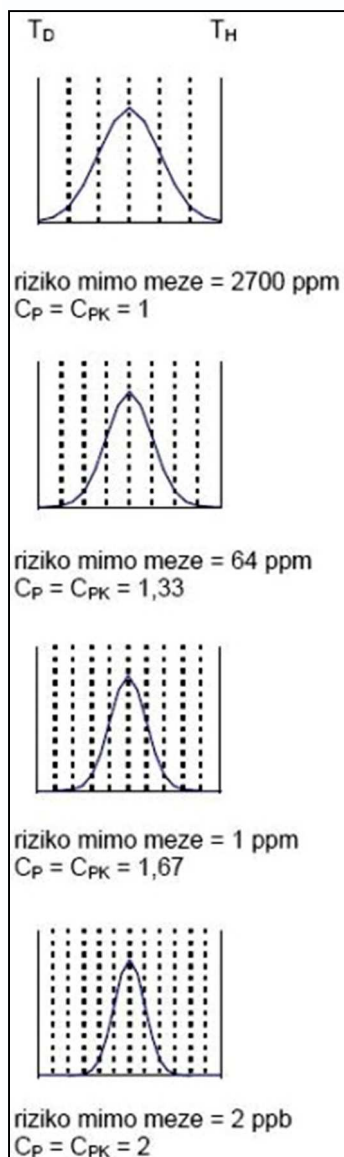
$C_{PK} < 0$  v případě, že střední hodnota se ocitne mimo specifikované limity.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základní přehled záruk a jim odpovídajících  $C_P$  a  $C_{PK}$  ( $1\% = \frac{1}{100} = \frac{10\,000}{1\,000\,000} = 10\,000\text{ ppm}$ , čti 10  
milióntin)



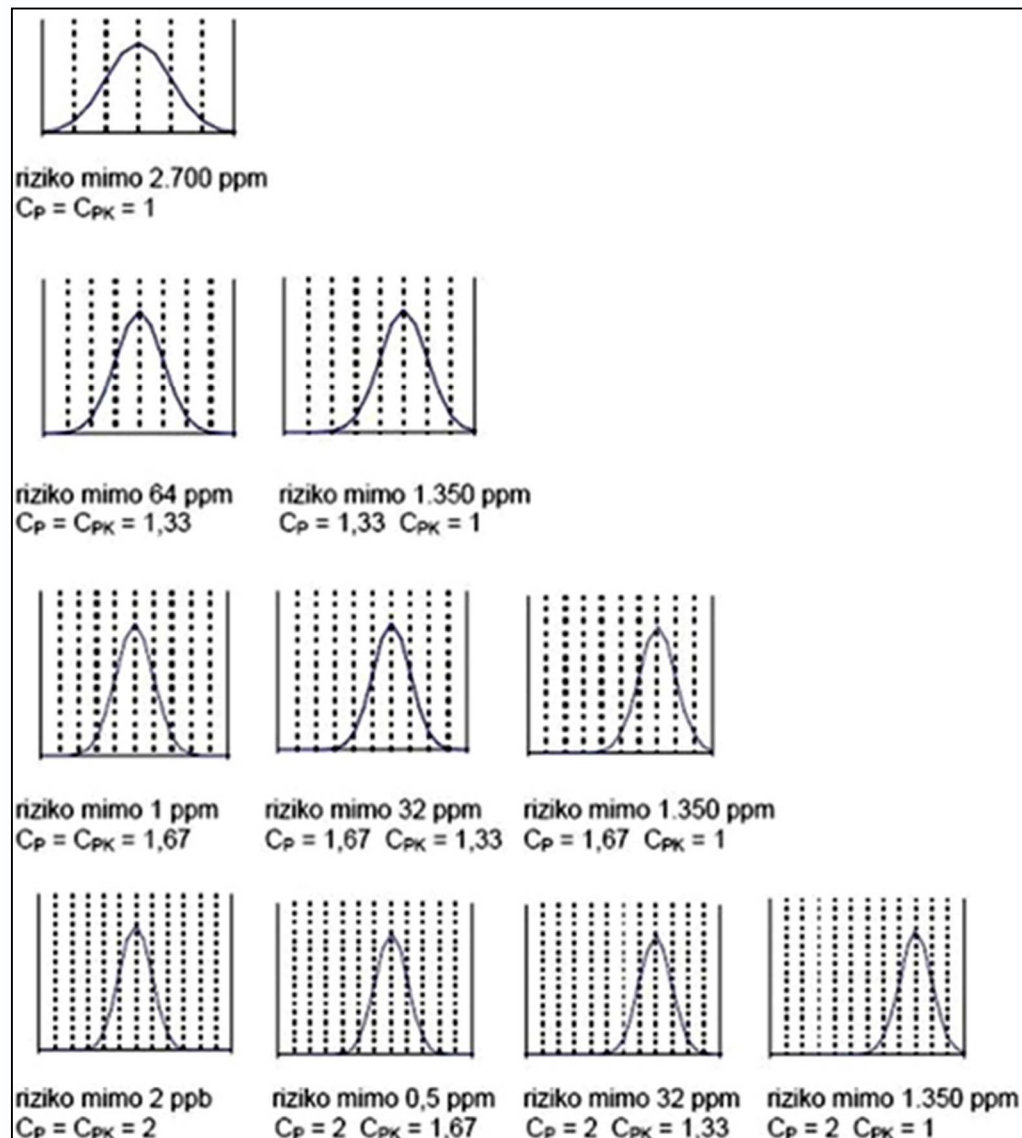
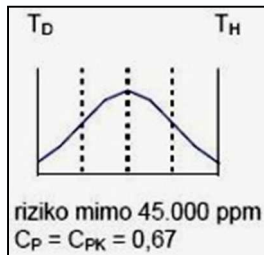
Pod  $C_{PK} = 1$  vyrábíme zmetky a kvalitu musíme „vykontrolovat“. Procenta zmetků jsou „řečí nekvality“.  
Nad  $C_{PK} = 1$  začíná filosofie „vyrobené kvality“.  
 $C_P$  a  $C_{PK}$  jsou „řečí kvality“. Říkají „jak dobře vyrábíme“.





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Záruka 1 ppm se nedává tak, že vyrobíme 2.000.000 kusů, a z nich jsou 2 zmetky. Záruka 1 ppm se dává tak, že vyrábíme s velkou rezervou na střed tolerancí. Jestliže z dávky náhodně provedeme 100 měření, tak 2/10 šířky tolerance nalevo a 2/10 šířky tolerance napravo nesmíme najít jediný výsledek. Všechny výsledky jsou ukryty v prostředních 6/10 šířky tolerance. Pokud je proměnlivost ukryta s takovými rezervami ve středu tolerancí, riziko, že by vykmitla mimo tolerance je pouze 1ppm.





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Indexy způsobilosti procesu

Tento název je matoucí.  $C_P$ ,  $C_{PK}$  se neměří a nepočítá pro parametry procesu (teploty, tlaky atd.), ale pro kritické znaky výrobku. Lepší název by byl Indexy způsobilosti produktu.

$C_P$  bych zjednodušeně nazval MOŽNOSTI

$C_P$  nám říká, jakou záruku bychom dávali, kdybychom proměnlivost vycentrovali ideálně na střed tolerancí.

$C_P$  bych zjednodušeně nazval jako „kvalita předvýroby“

$C_P$  je tak velké, jak máte kvalifikované pracovníky, dobré stroje, kvalitní materiál, pokročilé technologie, vyhovující prostředí a způsobilá měřidla.

$C_{PK}$  bych zjednodušeně nazval VYUŽITÍ MOŽNOSTÍ

$C_{PK}$  nám říká, jakou záruku dáváme!

$C_{PK}$  bych zjednodušeně nazval jako „kvalita výroby“

$C_{PK}$  nikdy nemůže být vyšší než  $C_P$ . Jinými slovy: výroba nemůže nikdy vyrábět lépe, než jí to předvýroba přichystala.

$C_{PK}$  může být mnohem nižší než  $C_P$ . Jinými slovy: výroba může vyrábět mnohem hůře, než jí to předvýroba přichystala.

$C_{PK}$  je otázka regulace.

$C_{PK}$  je důležitější.  $C_{PK}$  bezprostředně vypovídá o aktuální dosažené záruce za kvalitu.

$C_P$  je ideální. Říká, jakou záruku bychom dávali, kdybychom ideálně vycentrovali proces (regulovali).

Záleží na tom, co po vás vyžadují vaši zákazníci. Je nelogické, aby po nás některý zákazník vyžadoval  $C_P$ ,  $C_{PK} < 1$ . To by vědomě vyžadoval výrobu zmetků.

Pouze je-li  $C_P$ ,  $C_{PK} \geq 1,33$  nazýváme proces jako ZPŮSOBILÝ!

### Postup při statistickém měření:

1. Stanovíme horní a dolní meze.
2. Změříme 50 vzorků.
3. Vytvoříme histogram.
4. Vytvoříme regulační diagram.
5. Vypočteme  $\bar{x}$ ,  $\sigma$ ,  $C_P$ ,  $C_{PK}$ .
6. Podle bodů 4 a 5 rozhodneme, zda je proces způsobilý, případně navrheme opatření.

### Použitá literatura a zdroje obrázků:

<http://www.chaloupka-kvalita.cz/>

<http://www.kvalitaprodukcie.info/principy-statistickej-regulacie-procesov-spc/>