

Statystyczne sterowanie procesami SPC

(fragment prezentacji)

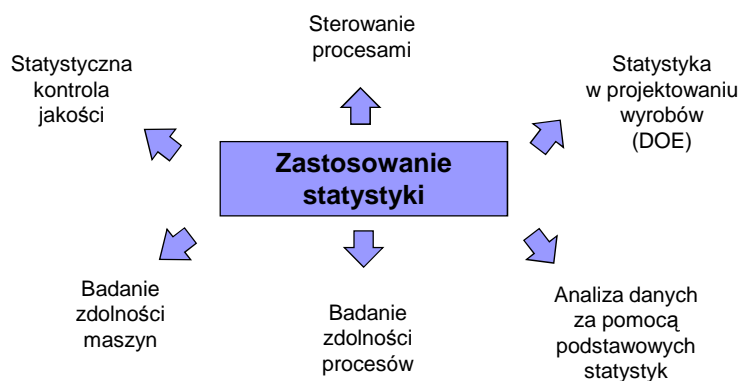


dr inż. Tomasz Greber
tomasz.greber@proqual.pl

□ Oznaczenia

- T_g , USL, UT, GGT – tolerancja górna
- T_d , LSL, LT, DGT – tolerancja dolna
- s , σ – odchylenie standardowe
- \bar{X} , \bar{x} – wartość średnia
- R – rozstęp
- A_2 , d_2 , D_3 itp – stałe statystyczne
- UCL, GGK, GGI – górna granica kontrolna na karcie kontrolnej
- LCL, DGK, DGI – dolna granica kontrolna na karcie kontrolnej
- C_p , C_{pk} – wskaźniki zdolności długoterminowej
- P_p , P_{pk} – wskaźniki zdolności krótkoterminowej
- C_m , C_{mk} – wskaźniki zdolności maszyn
- PPM – liczba części wadliwych na milion

□ Podział metod statystycznych w zarządzaniu jakością



□ Zakres SPC

SPC

SPCとは、Statistical Process Controlの略で、統計的にプロセスを管理することを意味します。データ収集と分析によって、プロセスの監視、問題の発見、プロセス性能の判定などを行います。

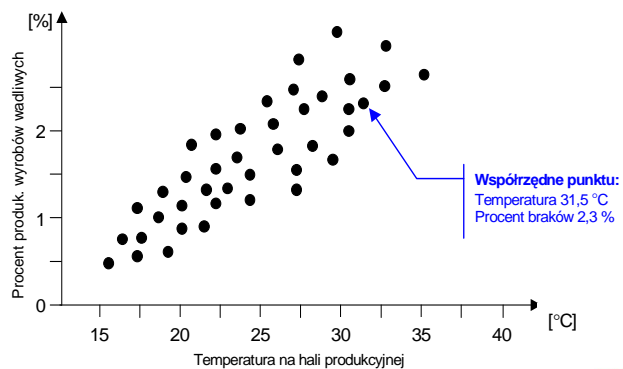
SPC

SPC, statystyczne sterowanie procesami, to zbiór narzędzi służących do oceny stabilności procesu. Narzędzia te dostarczają informacji czy proces przebiega w sposób uporządkowany, bez nietypowych zachowań.

□ Proste narzędzia SPC

□ Diagram rozproszenia

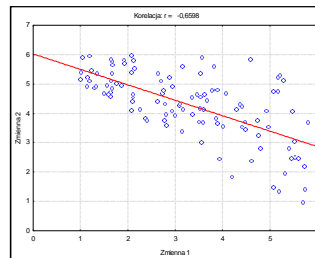
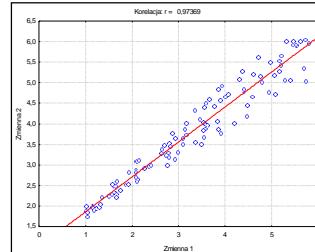
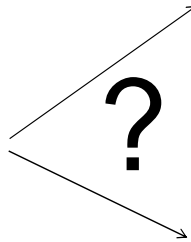
Jest to wykres o osiach poziomej i pionowej, na których opisane są wartości dwóch badanych zmiennych - zmiennej niezależnej A i zależnej B (zależnej od wartości parametru A). Następnie punktami zaznacza się zależności pomiędzy zmiennymi otrzymując „chmurę” punktów



Współczynnik korelacji - istota

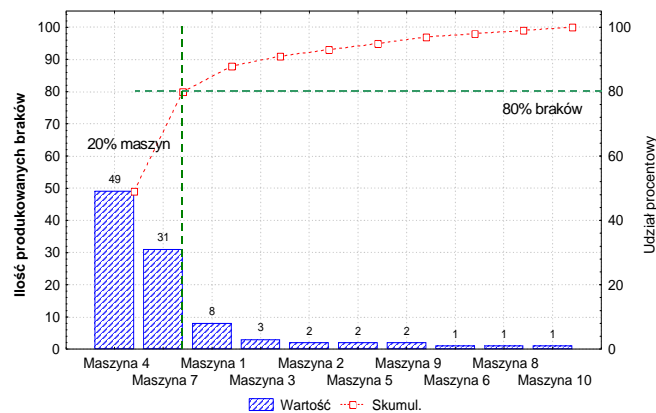
Współczynnik korelacji liniowej „r” wskazuje na związek pomiędzy dwoma zmiennymi

Zmienna 1	Zmienna 2
3,9	4,8
5,5	5,9
1,2	1,9
1,1	2,0
3,5	3,5
3,9	3,9
5,6	6,0
3,4	4,3
5,7	5,0
3,8	4,4
5,1	5,2
4,8	5,0
2,9	3,8
1,6	2,3
1,7	2,2
5,7	6,0
5,5	6,0
1,2	2,0
2,7	3,5
3,9	4,6
5,4	5,1
4,4	5,3

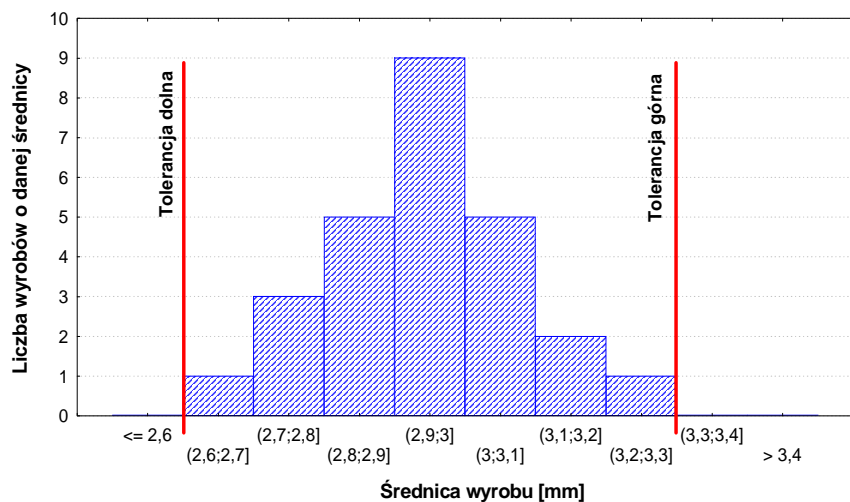


Analiza Pareto

Służy do określenia najpoważniejszych przyczyn analizowanego problemu. Opiera się na zasadzie 20/80, wg której stosunkowo niewiele przyczyn powoduje większość skutków.



Histogram



www.proqual.pl

Tworzenie histogramu

Wartość cechy	Wartość cechy	Wartość cechy	Wartość cechy	Wartość cechy
31,82	33,26	33,86	34,87	35,78
32,01	33,28	33,95	34,87	35,79
32,01	33,30	34,21	34,88	35,86
32,05	33,36	34,22	34,90	36,12
32,23	33,54	34,65	34,92	36,25
32,60	33,56	34,69	34,96	36,56
32,95	33,75	34,69	35,09	36,56
33,03	33,78	34,72	35,12	36,59
33,05	33,79	34,72	35,16	36,75
33,06	33,79	34,81	35,28	36,68
33,10	33,79	34,81	35,29	36,78
33,12	33,82	34,81	35,53	36,85
33,26	33,82	34,86	35,62	38,52

Wynik najmniejszy = 31,82

Wynik największy = 38,52

Przedział (rozstęp) = 38,52 - 31,82 = 6,7

www.proqual.pl

□ Tworzenie histogramu

Liczba pomiarów zebranych w tabeli = 65

Liczba przedziałów = $\sqrt{65}$ = około 8

Rozstęp wyników wynosi 6,7

Szerokość przedziałów = $6,7/8 \approx 1$

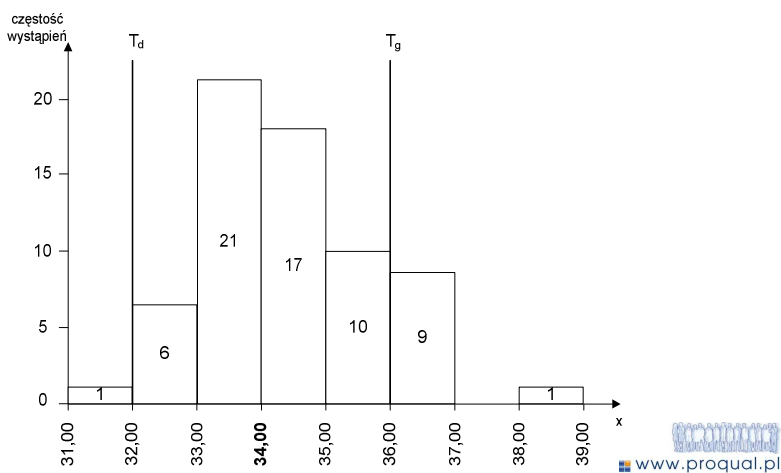
□ Tworzenie histogramu

Dzieli się obszar w jakim występują wyniki na 8 przedziałów o obliczonej szerokości wynoszącej 1 i zlicza ile w każdym z tych przedziałów znajduje się wyników

Przedział	Pomiary	Liczba wyników w przedziale
(31-32>		1
(32-33>	####	6
(33-34>	#### #### #### ####	21
(34-35>	#### #### #### II	17
(35-36>	#### ####	10
(36-37>	#### IIII	9
(37-38>		0
(38-39>		1

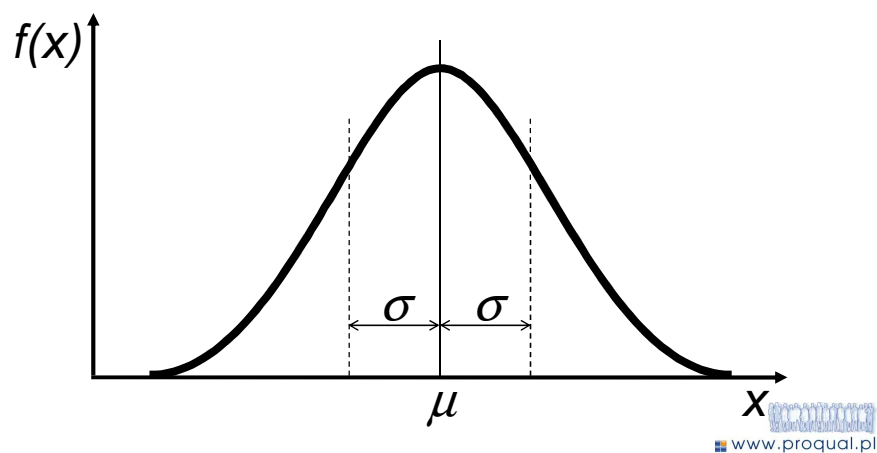
□ Tworzenie histogramu

W zależności od liczby wyników w poszczególnych przedziałach, rysuje się odpowiednio wysokie słupki

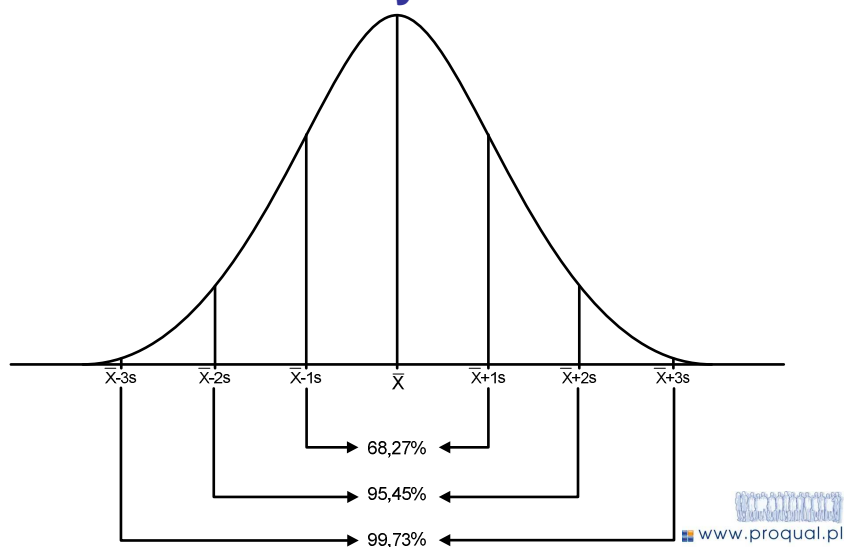


□ Ocena procesów

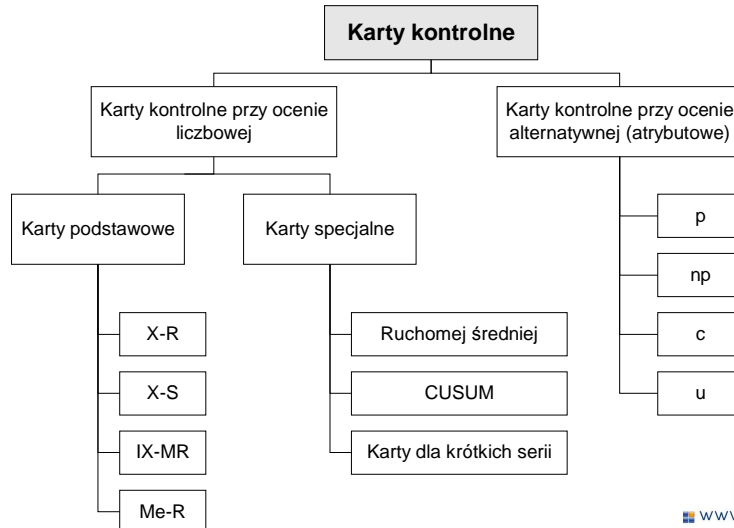
□ Rozkład normalny



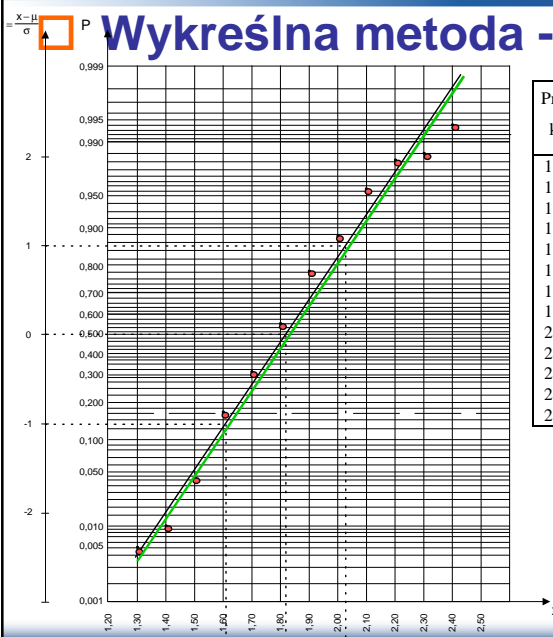
□ Rozkład normalny - zasada 3 s



Podział kart kontrolnych



Wykreślna metoda - przykład



Przedziały klasowe	Liczność	Liczność skumulowana	Dystrybuanta empiryczna
1,20-1,30	1	1	0,005
1,30-1,40	1	2	0,010
1,40-1,50	6	8	0,042
1,50-1,60	17	25	0,131
1,60-1,70	34	59	0,310
1,70-1,80	47	106	0,557
1,80-1,90	45	151	0,794
1,90-2,00	18	169	0,889
2,00-2,10	14	183	0,963
2,10-2,20	3	186	0,978
2,20-2,30	2	188	0,989
2,30-2,40	1	189	0,994
2,40-2,50	1	190	1

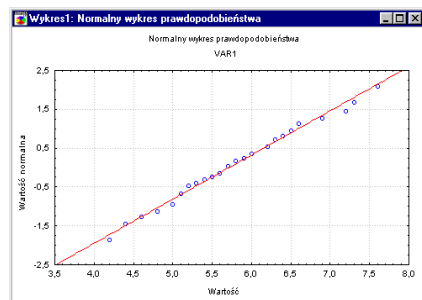
Dystrybuanta empiryczna:

$$S_k = n_{sk}/n$$

gdzie:

n – liczność próby,
 n_{sk} – liczność skumulowana w danej grupie.

Wykres prawdopodobieństwa



Karta X-R - wzory

Górna granica kontrolna $UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

\bar{X} $CL = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{k}$

Dolna granica kontrolna $LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

Punkt



$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Górna granica kontrolna $UCL = D_4 \bar{R}$

R $CL = \bar{R} = \frac{\sum R}{k}$

Dolna granica kontrolna $LCL = D_3 \bar{R}$

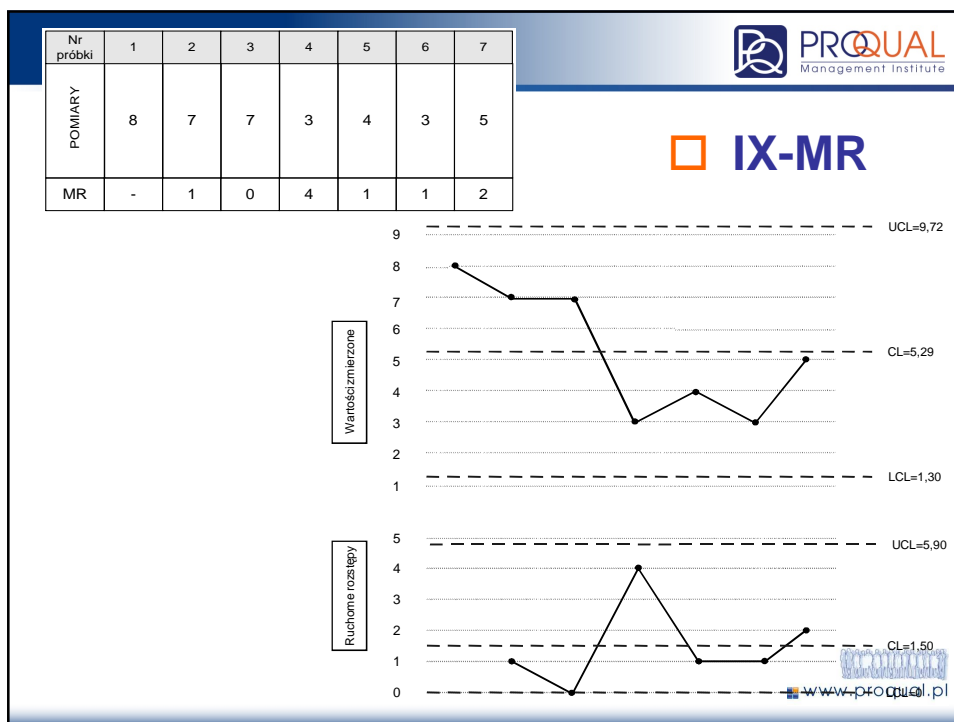
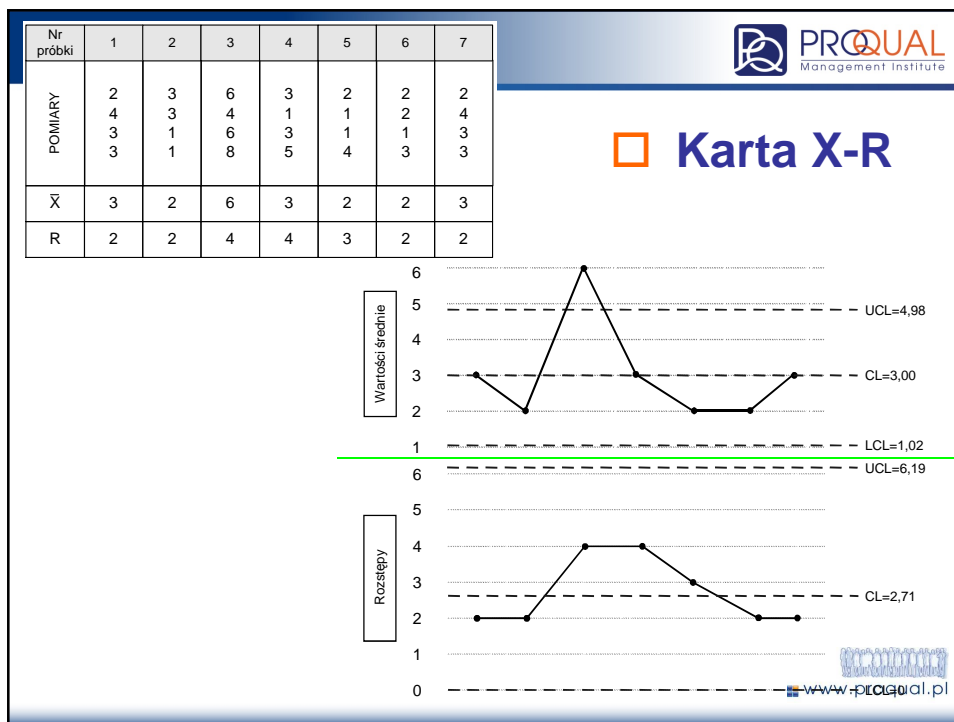
Punkt



$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

- R - rozstęp
- X - wartość mierzonej cechy
- k - liczba próbek
- n - liczba pomiarów w próbce
- A_2, D_3, D_4 - stałe

Statystyczne sterowanie procesami SPC



□ Karta wartości celowej

Karta stosowana przy krótkich seriach produkcyjnych

Wartością monitorowaną jest różnica pomiędzy wartością zakładaną (nominalną) a zmierzoną

Monitorowane jest odchylenie parametrów wyrobu od nominału



prz $\bar{X} = \bar{X} - w.cel$

□ Karta MA (ruchomej średniej)

Karta stosowana do obserwowania przesunięć w procesie, które ciężko zobaczyć na kartach typu X-R

Można regulować „czułość” karty na przesunięcia procesu

□ Karta p (ocena wadliwości)

Górną granicą kontrolną



$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Punkt



p



$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$p = \frac{np}{n}$$

Dolną granicą kontrolną



$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- p - frakcja wyrobów niezgodnych w próbce
- np - liczba wyrobów niezgodnych (wadliwych) w próbce
- n - licznosc próbki (ilość wyrobów w próbce)
- \bar{p} - średnia wadliwość

□ Karta u (analiza niezgodności)

Górną granicą kontrolną



$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Punkt



u



$$CL = \bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$$u = \frac{c}{n}$$

Dolną granicą kontrolną



$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

- u - liczba niezgodności na jednostkę w próbce
- c - liczba niezgodności
- n - licznosc próbki (ilość wyrobów w próbce)
- \bar{u} - średnia liczba niezgodności na jednostkę

□ Wskaźniki zdolności

□ Wskaźniki zdolności jakościowej

Zastosowanie:

- pozwalają badać zdolność (jakość) procesów
- pozwalają badać zdolność maszyn
- na podstawie wskaźnika, określić można m.in. wadliwość produkcji jakiej należy się spodziewać przy danym procesie (lub maszynie)

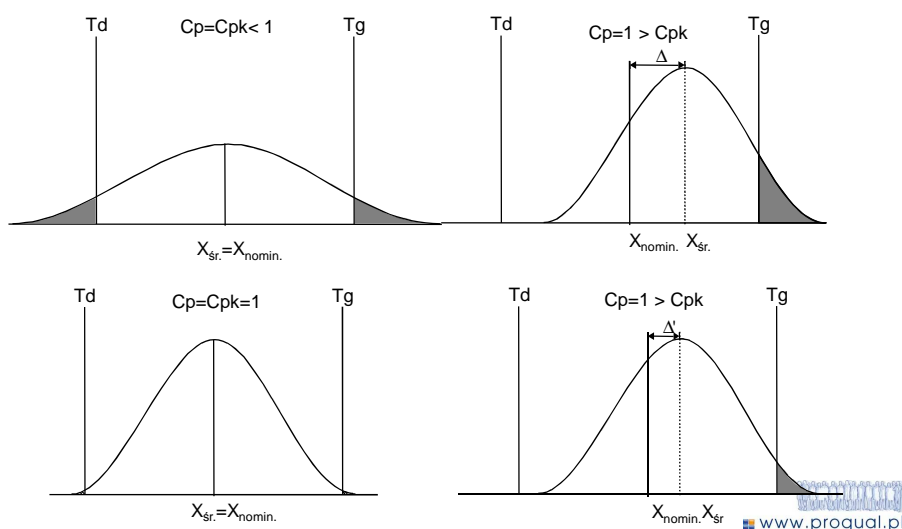
Wskaznik zdolności Cp i Cpk

$$C_p = \frac{T_g - T_d}{6 \cdot s}$$

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{T_g - \bar{x}}{3 \cdot s}; \frac{\bar{x} - T_d}{3 \cdot s} \right\}$$

Tg (Td) - górna (dolna) granica tolerancji
 s - odchylenie standardowe

Wskazniki



□ Badanie zdolności jakościowej maszyn

□ Badanie zdolności

Procesu

- C_p i C_{pk}
- badania systematyczne
- wykorzystanie wyników z kart kontrolnych

Maszyny

- C_m i C_{mk}
- badania krótkotrwałe
- wykorzystanie dużej próbki wyrobów (min. 50)

□ Wskaźniki C_m i C_{mk}

$$C_m = \frac{T_g - T_d}{6 \cdot s} \quad \text{lub} \quad C_m = \frac{T_g - T_d}{8 \cdot s}$$

$$C_{mk} = \min \left\{ \frac{T_g - \bar{x}}{3 \cdot s}, \frac{\bar{x} - T_d}{3 \cdot s} \right\} \quad \text{lub} \quad \dots$$

□ Wskaźniki - podsumowanie

Oznaczenie wskaźnika	Nazwa wskaźnika	Wyznaczenie odchylenia standardowego	Uwagi
C_p, C_{pk}	Wskaźnik zdolności procesu	$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ lub $\sigma = \frac{\bar{s}}{c_4}$	<ul style="list-style-type: none"> - dane pochodzą zwykle z kart kontrolnych, - proces jest ustabilizowany statystycznie.
P_p, P_{pk}	Wskaźnik wykonania procesu	$\sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$	<ul style="list-style-type: none"> - proces nie jest ustabilizowany lub - rozpoczynamy monitorowanie procesu.
C_m, C_{mk}	Wskaźnik zdolności maszyny	$\sigma = s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$	<ul style="list-style-type: none"> - badania są krótkotrwałe, - duża liczba pomiarów, - zapewnione są optymalne warunki pracy maszyny.