Kontrola

Dokładność wykonania części

Dokładność wykonania należy rozumieć jako:

- Dokładność wymiarową – stopień zgodności wymiarów rzeczywistych części z wymiarami nominalnymi
- Dokładność kształtową – stopień zgodności rzeczywistego kształtu części z jej rysunkową bryłą geometryczną
- Dokładność wzajemnego położenia elementów części – stopień zgodności położenia wzajemnego osi i powierzchni poszczególnych elementów (otworów, płaszczyzny) części obrabianej zdanymi rysunkowymi
- Dokładność powierzchni – stopień zgodności struktury geometrycznej z wymaganiami konstrukcyjnymi.

Wymagana dokładność wykonania części jest określana przez umieszczenie na rysunku konstrukcyjnym specjalnych oznaczeń określających wartości dopuszczalnych odchyłek od wartości nominalnych.

Dokładność wykonania części

Dokładność wymiarową najczęściej określa się przez podanie na rysunku:

- ✓ odchyłek (górnej i dolnej) od wymiaru nominalnego,
- ✓ klasy dokładności i rodzaju pasowania,
- ✓ dopuszczalnych wymiarów granicznych (górnego i dolnego),
- ✓ tylko wymiaru nominalnego,

Tolerancja wymiarowa (wykonania wymiaru) jest to dopuszczalny zakres zmienności wymiaru. Może być definiowana jako różnica pomiędzy dopuszczalnym granicznym wymiarem górnym a dopuszczalnym wymiarem granicznym dolnym albo jako różnica algebraiczna odchyłki górnej i dolnej. Ponieważ tolerancja określa obszar pomiędzy wymiarami granicznymi, więc jej wartość jest **zawsze dodatnia**.

Czynniki wpływające na dokładność obróbki

Czynnikami powodującymi powstanie wymienionych błędów i wpływającymi na dokładność obróbki są:

- dokładność obrabiarek,
- dokładność narzędzi,
- sztywność układu technologicznego OUPN,
- odkształcenia cieplne układu technologicznego,
- naprężenia własne,
- drgania,
- dokładność pomiarów,
- dokładność nastawienia obrabiarki.

Zmienność – Dwa rodzaje przyczyn

- **Przyczyny specjalne (błędy systematyczne)**
  - Zatrzymują proces
    - Składają się z jednej lub tylko kilku przyczyn indywidualnych
    - Każda przyczyna wyznaczalna może powodować dużą wartość zmienności
    - Proces nie jest pod statystyczną kontrolą procesu
    - Może być poprawiony przez lokalne działanie
    - Zlicza około 10% problemów procesu

Przykłady przyczyn wyznaczalnych:

- Stępienie narzędzia, zużycie elementów uchwytu obróbkowego, złe ustawienie maszyny
- Różny operator używający różnych metod
- Surowiec (materiał) o złej jakości.

Błędy systematyczne

Ponieważ wartość i znak błędu systematycznego nie zmieniają się, można je wyeliminować. Wartość poprawki odpowiada sumarycznemu błędowi systematycznemu Δs, wziętemu z przeciwnym znakiem:

$$C = -\Delta_s$$

Jeżeli znane są składniki $\Delta s1$, $\Delta s2$, $\Delta s3$,... błędu systematycznego, to jego wartość sumaryczna Δs jest sumą algebraiczną wartości składowych:

$$\Delta_s = \Delta_{s1} + \Delta_{s2} + \Delta_{s3} + \cdots$$

Ponieważ błędy te mogą mieć różne znaki, mogą się więc kompensować. Właściwość ta może być wykorzystana w przypadkach, gdy uniknięcie błędów systematycznych jest trudne.

Zmienność – Dwa rodzaje przyczyn

- **Przyczyny zwykłe (błędy przypadkowe)**
  - Naturalne (nieodłączne) dla procesu
    - Składają się z wielu przyczyn cząstkowych (indywidualnych)
    - Każda jedna przyczyna zwyczajna daje w rezultacie minimalną liczbę zmienności (ale działając razem mogą powodować w ogólnym rozrachunku duże starty)
    - Pojawiają się w okresach czasowych – charakteryzowane przez stabilność
    - Proces pod statystyczną kontrolą
    - Wyjaśnia około 90% problemów
- *Przykłady przyczyn zwykłych :*
  - Konstrukcja maszyny, Limit stanu obecnego technologii (maszyn), niepewność pomiaru systemów pomiarowych

Błędy przypadkowe

Błąd przypadkowy spowodowany jest losowym odchyleniem wyniku pomiaru od wartości rzeczywistej. Wynik kolejnego pomiaru jest inny, lecz **szansa uzyskania wyników tak większych, jak i mniejszych od wartości rzeczywistej jest w przybliżeniu taka sama.**

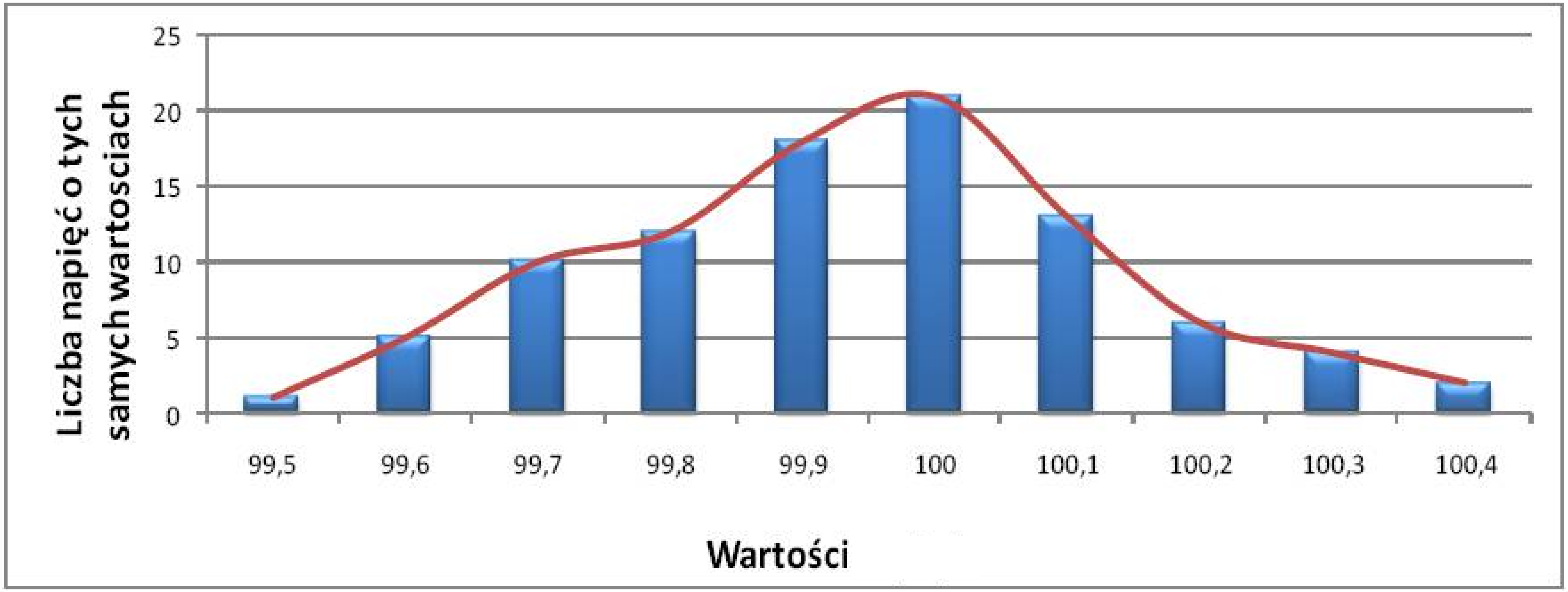
Zmieniając radykalnie sposób analizy danych można dojść do wniosku, że dane takie można usystematyzować, na przykład według następującego algorytmu:

Błędy przypadkowe

1. Wyszukujemy wyniki o tej samej wartości, a następnie je liczymy,

2. Przedstawiamy następnie liczby jednakowych wyników w postaci słupków o odpowiedniej wysokości,

3. Uszeregowujemy następnie słupki w funkcji rosnącej wartości wyników i połączmy linią ciągłą wierzchołki słupków.



Rozkład normalny

Błędów przypadkowych nie można wyeliminować z procesu, lecz można je opisać statystycznie z wykorzystaniem rozkładu normalnego

Rozkład zwany rozkładem **Gaussa-Laplace'a** jest najczęściej spotykanym rozkładem zmiennej losowej ciągłej.

Mówimy, że zmienna losowa ciągła X ma rozkład normalny o wartości oczekiwanej μ i odchyleniu standardowym σ i oznaczamy:

$$X \sim N(\mu, \sigma)$$

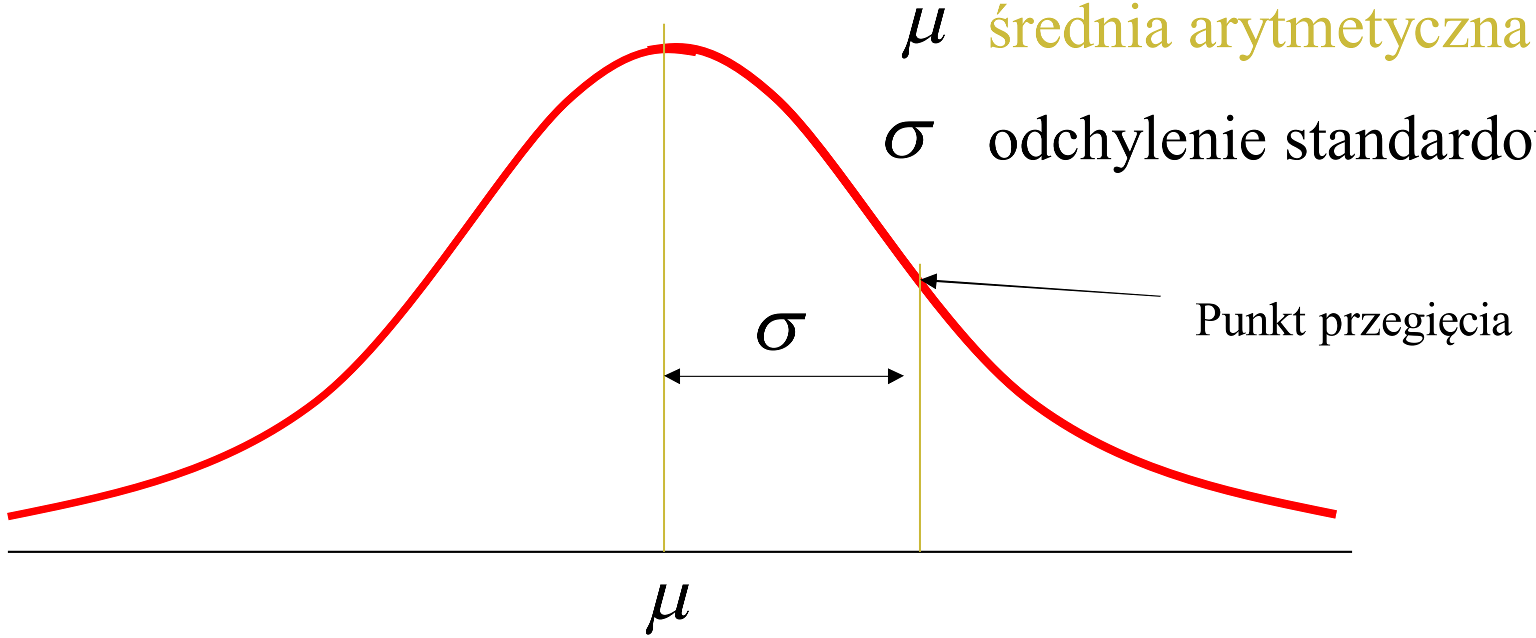
Rozkład normalny

Funkcja gęstości rozkładu Gaussa ma postać:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

μ średnia arytmetyczna

σ odchylenie standardowe



Średnia i odchylenie standardowe całkowicie determinują kształt rozkładu normalnego

Odchylenie standardowe jest odległością pomiędzy średnią a punktem przegięcia krzywej rozkładu

Rozkład normalny

Funkcja gęstości w rozkładzie normalnym:

- jest symetryczna względem prostej $x = \mu$
- w punkcie $x = \mu$ osiąga wartość maksymalną
- ramiona funkcji mają punkty przegięcia dla $x = \mu - \sigma$ oraz $x = \mu + \sigma$
- kształt funkcji gęstości zależy od wartości parametrów: μ i σ. Parametr μ decyduje o przesunięciu krzywej, natomiast parametr σ decyduje o „smukłości" krzywej.

Rozkład normalny

Funkcja gęstości rozkładu normalnego ma zastosowanie do **reguły „trzech sigma"**, którą następnie rozwinięto na **regułę „sześć sigma"** – stosowaną w kontroli jakości, przede wszystkim w USA (np. General Electric, General Motors Company)

Reguła „trzech sigma" - jeżeli zmienna losowa ma rozkład normalny to:

- 68,3 % populacji mieści się w przedziale $(\mu - \sigma; \mu + \sigma)$
- 95,5 % populacji mieści się w przedziale $(\mu - 2\sigma; \mu + 2\sigma)$
- 99,7 % populacji mieści się w przedziale $(\mu - 3\sigma; \mu + 3\sigma)$

Rozkład normalny

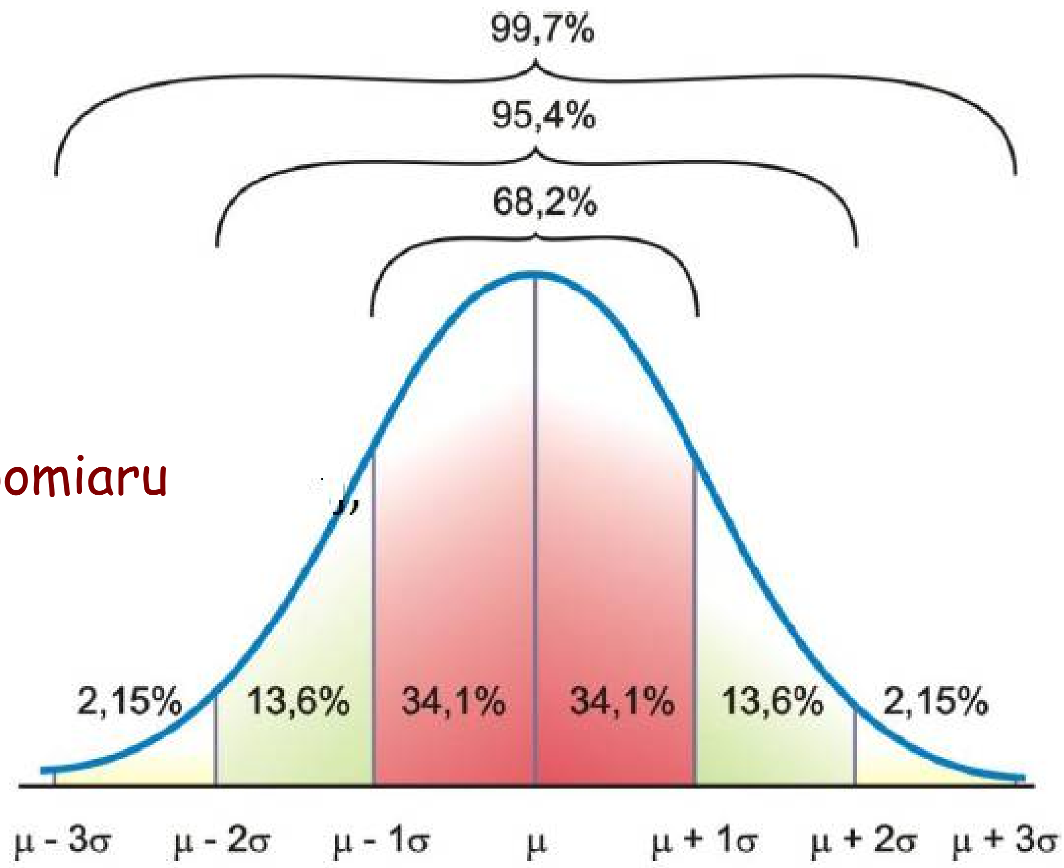
Funkcja gęstości w rozkładzie normalnym ma postać:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

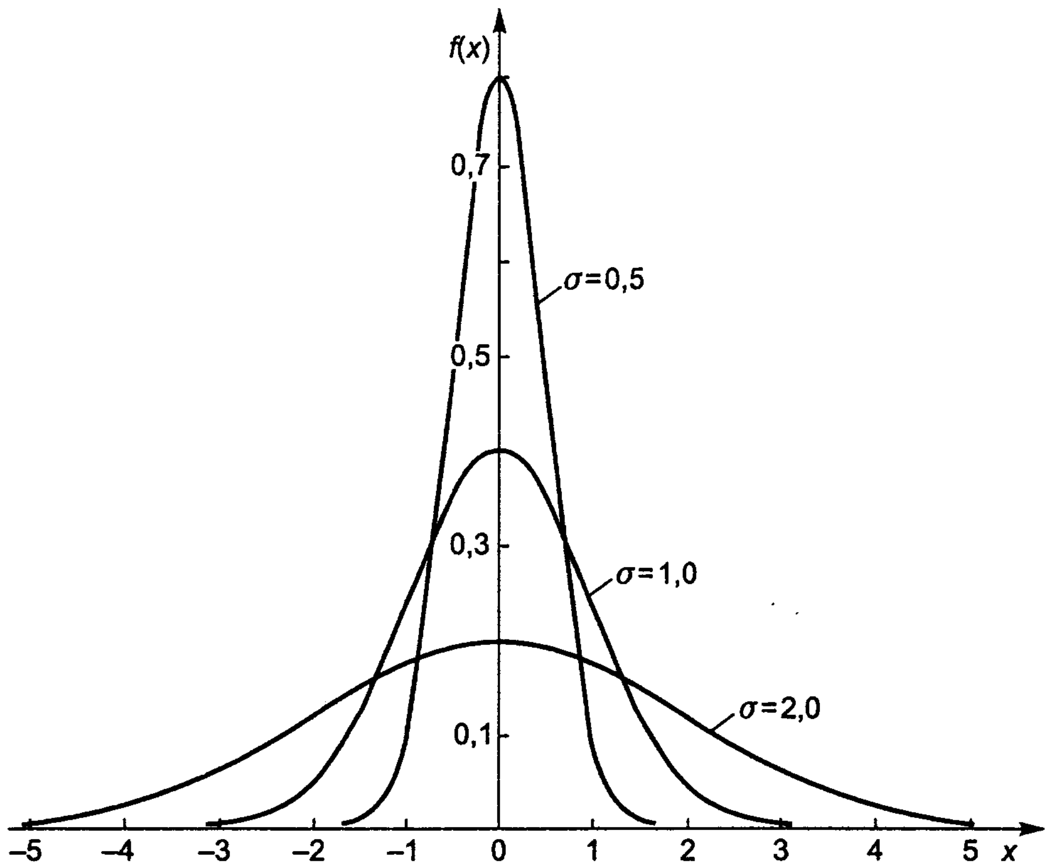
Gdzie:

σ - odchylenie standardowe

μ - wartość średnia wyników pomiaru



Błąd pomiaru i jego rodzaje



Gęstość prawdopodobieństwa rozkładu normalnego dla różnych wartości odchylenia standardowego

Błąd pomiaru i jego rodzaje

Błąd gruby to różnica między wynikiem pomiaru i wartością rzeczywistą, na ogół bardzo duża, powstała wskutek nieumiejętności użycia danego przyrządu, pomyłek przy odczytywaniu i zapisie wyników, itp.

Wyniki obarczone dużą niepewnością powstałą najprawdopodobniej na skutek zaistnienia błędu grubego, powinny zostać wykryte w trakcie opracowywania wyników pomiarów. Błędy te są łatwe do wykrycia i można je usunąć poprzez ponowne wykonanie pomiaru, po wcześniejszym zapoznaniu się z przyrządem i prawidłowym sposobem przeprowadzania pomiaru

Wykluczenie błędu grubego

Zaliczenie błędu do grubego możliwe jest poprzez zastosowanie kryterium **Raita lub Schovenne**

Zgodnie z **kryterium Raita** błędy grube to takie, dla których

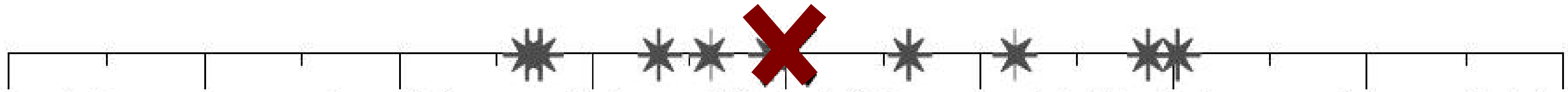
$$|x_i| \geq 3 \cdot \sigma$$

Według **kryterium Schovenne** błędy grube to takie, dla których:

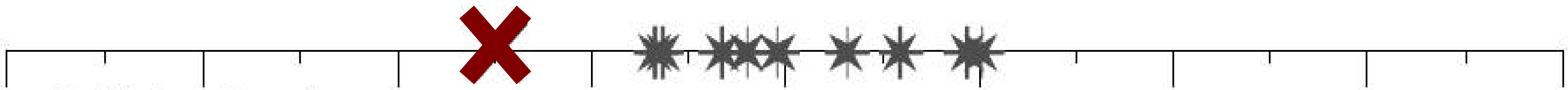
$$|x_i| \geq z \cdot \sigma$$

n	z	n	z	n	z	n	z	n	z	n	z	n	z	n	z
10	1,96	16	2,16	22	2,28	28	2,37	34	2,44	40	2,50	70	2,69	100	2,81
11	2,00	17	2,18	23	2,30	29	2,38	35	2,45	45	2,54	75	2,72	150	2,93
12	2,04	18	2,20	24	2,32	30	2,39	36	2,46	50	2,58	80	2,74	200	3,03
13	2,07	19	2,22	25	2,33	31	2,40	37	2,47	55	2,61	85	2,76	250	3,11
14	2,10	20	2,24	26	2,34	32	2.42	38	2,48	60	2,64	90	2,78	-	-
15	2,13	21	2,26	27	2,35	33	2,43	39	2,49	65	2,66	95	2,80	-	-

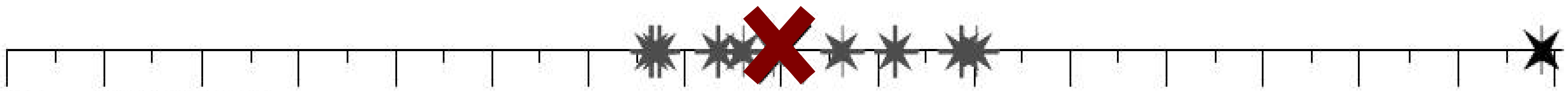
Błąd pomiaru i jego rodzaje



Rys.1. *Losowy rozrzut wyników pomiarów wokół wartości rzeczywistej ilustrujący występowanie błędu przypadkowego.*

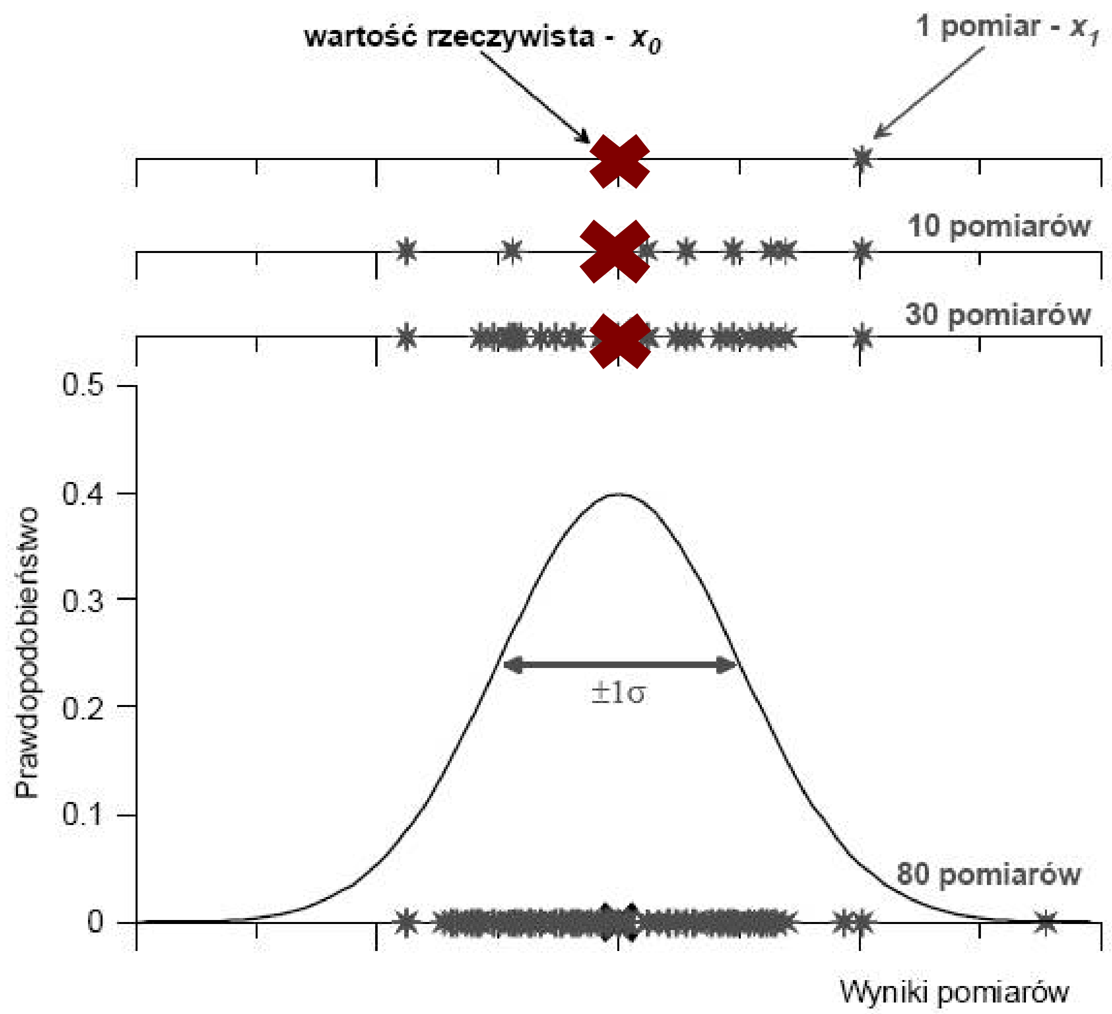


Rys.2. *Błąd systematyczny.*



Rys. 3 *Błąd gruby.*

Błąd pomiaru i jego rodzaje



Rozrzut wyników pomiarów xi wokół wartości nominalnej xo

Rozkład normalny

Standaryzacja polega na sprowadzeniu dowolnego rozkładu normalnego o danych parametrach μ i σ do **rozkładu standaryzowanego** (modelowego) o wartości oczekiwanej $\mu = 0$ i odchyleniu standardowym $\sigma = 1$.

Zmienną losową X zastępujemy **zmienną standaryzowaną U,** która ma **rozkład N(0,1)**

$$u = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Rozkład normalny

Zatem:

$$P(a < X \le b) = P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} < \frac{X-\mu}{\sigma} \le \frac{b-\mu}{\sigma}\right) =$$

$$= P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} < U \le \frac{b-\mu}{\sigma}\right) = \phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)$$

gdzie:

$$\phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right) \qquad \phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right)$$

Wartości dystrybuanty standaryzowanego rozkładu normalnego – wartości te zostały **stablicowane**

Własności dystrybuanty standaryzowanego rozkładu normalnego:

$$P(U \le u) = \phi(u)$$

$$P(U \le -u) = \phi(-u) = 1 - \phi(u)$$

$$P(U > u) = 1 - P(U \le u) = 1 - \phi(u)$$

$$P(U > -u) = \phi(u)$$

Podstawowe pojęcia

Norma ISO 9000 mówi o **kontroli** jako o "**zmierzeniu, zbadaniu, oszacowaniu lub sprawdzeniu jednej lub kilku właściwości obiektu oraz porównaniu wyników z wymaganiami, w celu stwierdzenia, czy w odniesieniu do każdej z tych właściwości osiągnięto zgodność**".

Na różnych etapach powstawania wyrobu tak rozumiana kontrola jakości przybiera odmienne formy

Podstawowe pojęcia

- Na **etapie projektowania** kontrola, a właściwie weryfikacja lub walidacja, odnosi się do oceny zgodności stanu uzyskanego z wymaganiami sformułowanymi przez użytkowników lub przez samych projektantów (badania rynku, badania prototypu)

- Na **etapie projektowania procesu technologicznego** zadanie kontroli (weryfikacji) polega na sprawdzeniu, czy przyjęte lub posiadane metody i środki produkcji, pozwalają na uzyskanie jakości wykonania zgodnej z jakością projektową (**ocena zdolności jakościowej maszyn** i procesów, badania serii pilotażowych)

Podstawowe pojęcia

- Na **etapie produkcji** kontrola służy do określania zgodności uzyskanej jakości cząstkowej wyrobu lub jego części i podzespołów, z wymaganiami zawartymi w dokumentacji konstrukcyjnej albo technologicznej.

Rodzaje kontroli:

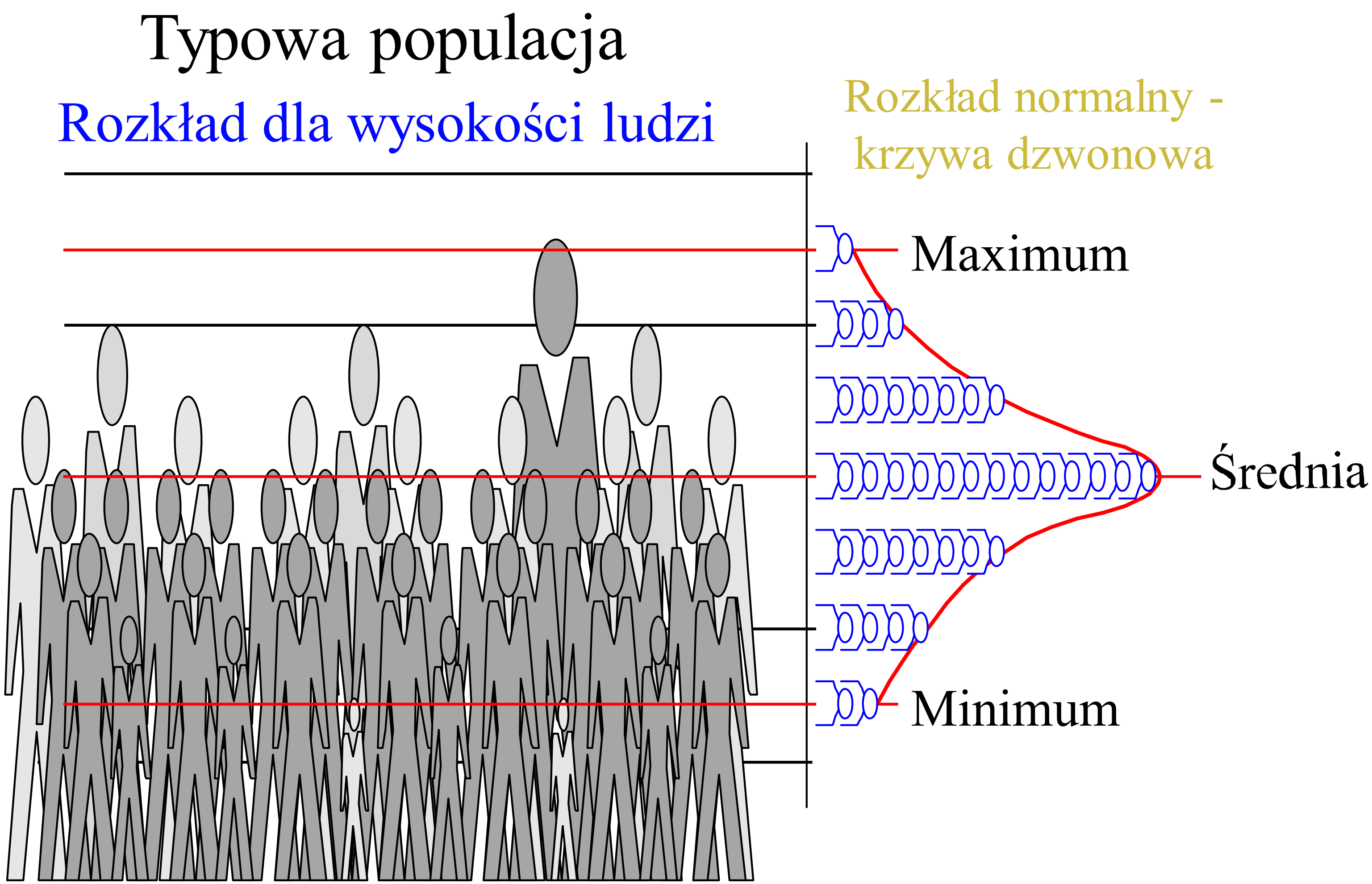
- **kontrola 100-procentowa** - ocenie są poddawane wszystkie wyprodukowane jednostki (należy ją stosować tylko w szczególnie uzasadnionych przypadkach, gdy przekazanie odbiorcy wyrobów niezgodnych z wymaganiami może pociągnąć za sobą poważne następstwa)
- **kontrola statystyczna** - populację (partię) wyrobów ocenia się na podstawie pobranej z niej w sposób losowy (wyrywkowy) próbki

Podstawowe pojęcia

W zależności od wielkości i częstotliwości pobierania próbek oraz sposobu wykorzystania informacji z kontroli do zwrotnego oddziaływania na proces produkcji, kontrola statystyczna może mieć charakter:

- statystycznej kontroli odbiorczej (SKO),
- statystycznej kontroli procesu (SKP), której wyniki stanowią podstawę bieżącej oceny jakości procesu (najczęściej jest związana z prowadzeniem kart kontrolnych Shewharta).

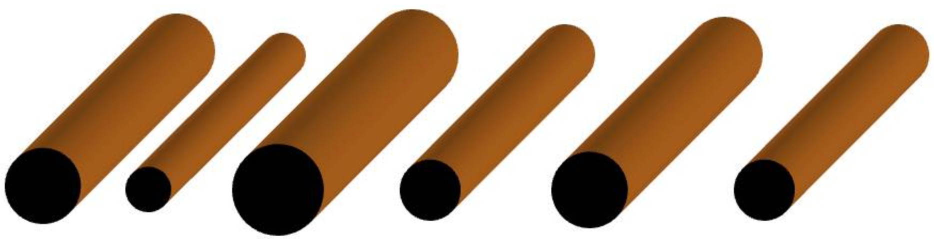
Podstawowe pojęcia

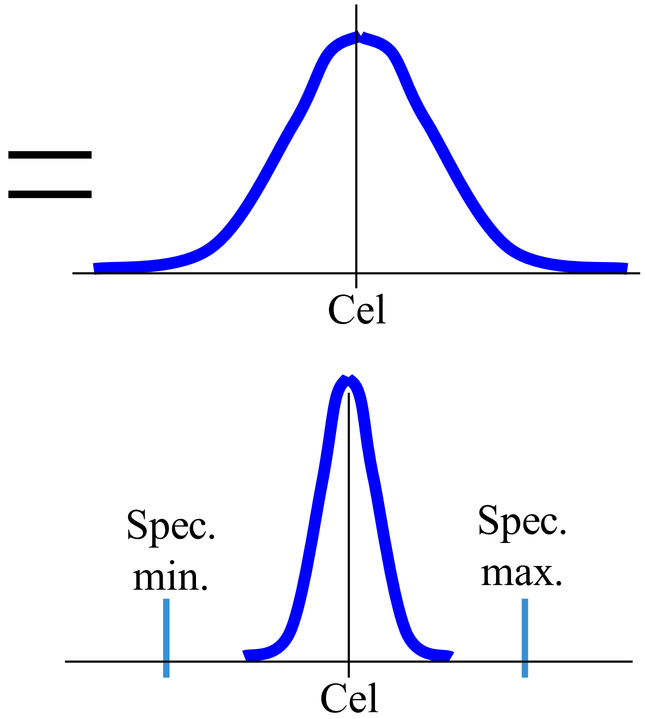


Zmienność

Zmienność **nie może być wyeliminowana** ale...

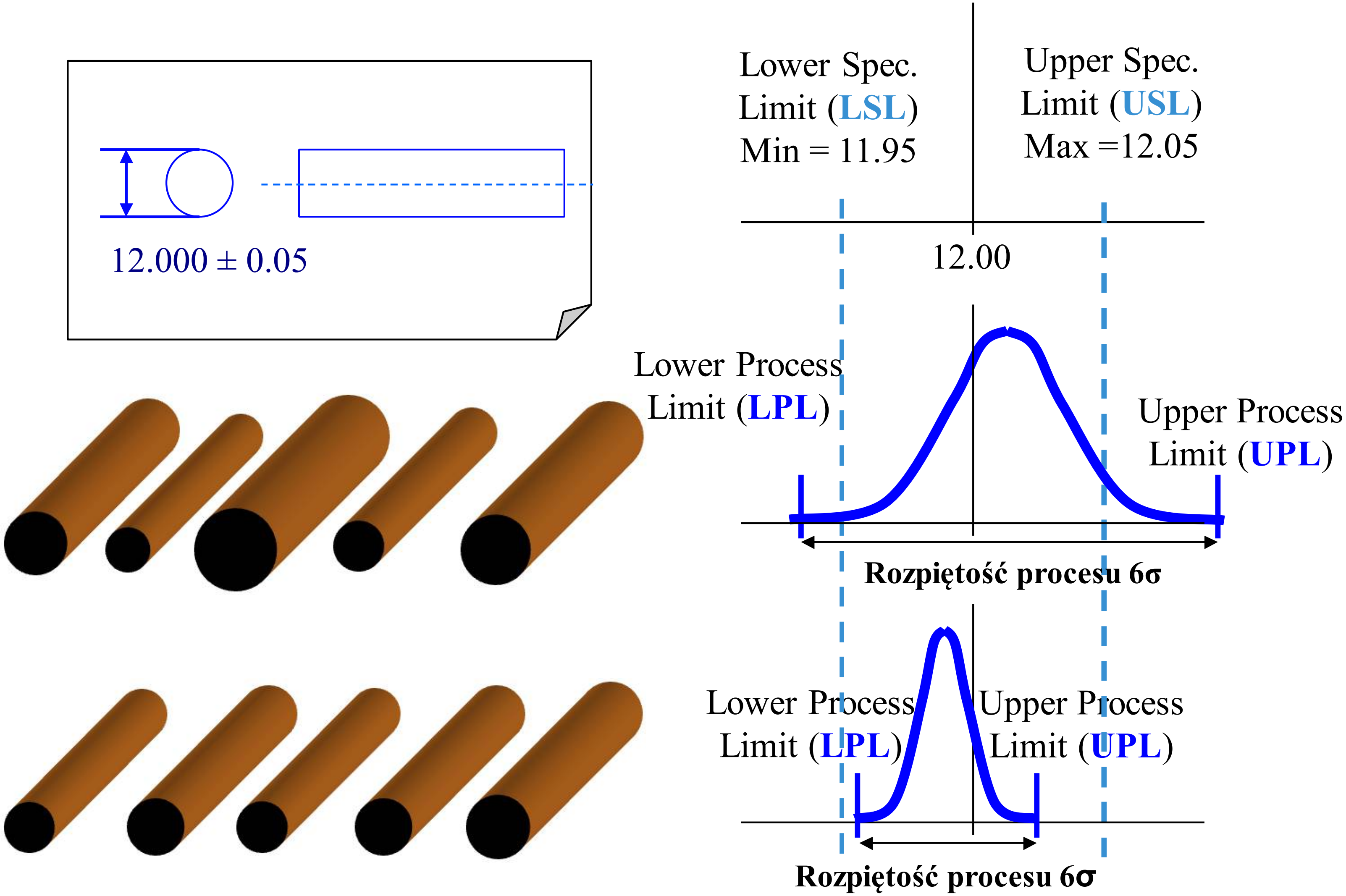
- Może być zrozumiana ...





- I wprowadzona w akceptowalny poziom

Tolerancja vs. Granica procesu

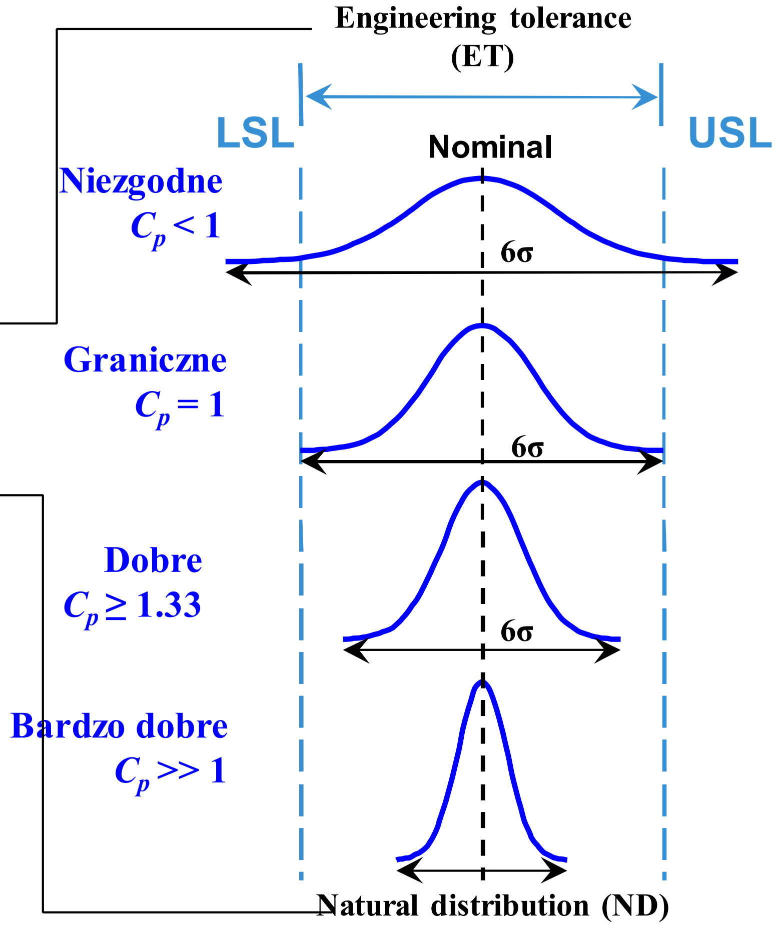


Współczynnik zdolności jakościowej maszyny Cm i procesu C_p

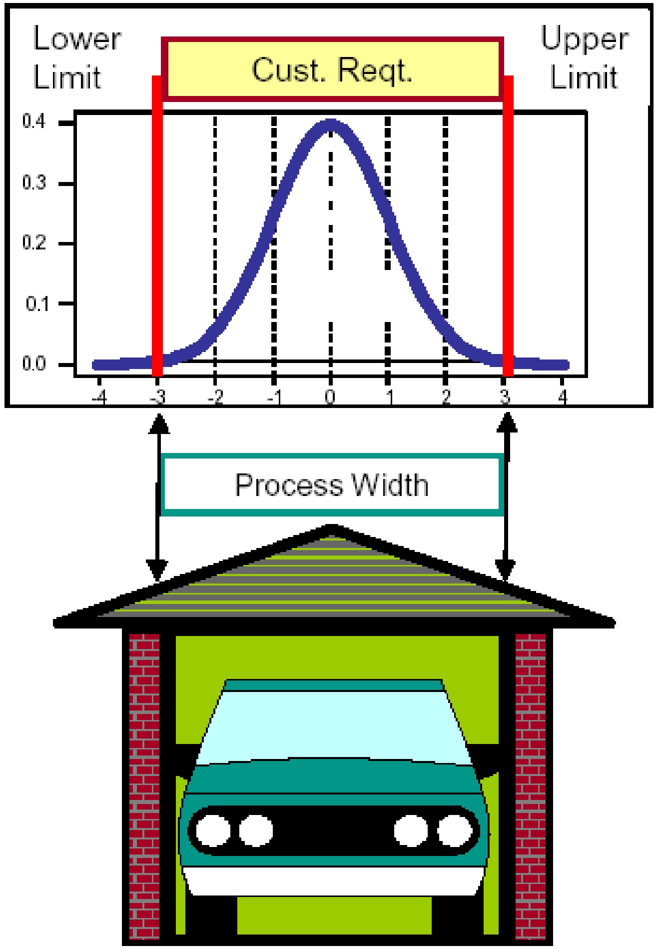
- **Współczynnik zdatności maszyny lub procesu to ($C_{p,m}$):**

$$C_{p,m} = \frac{T}{6\sigma}$$

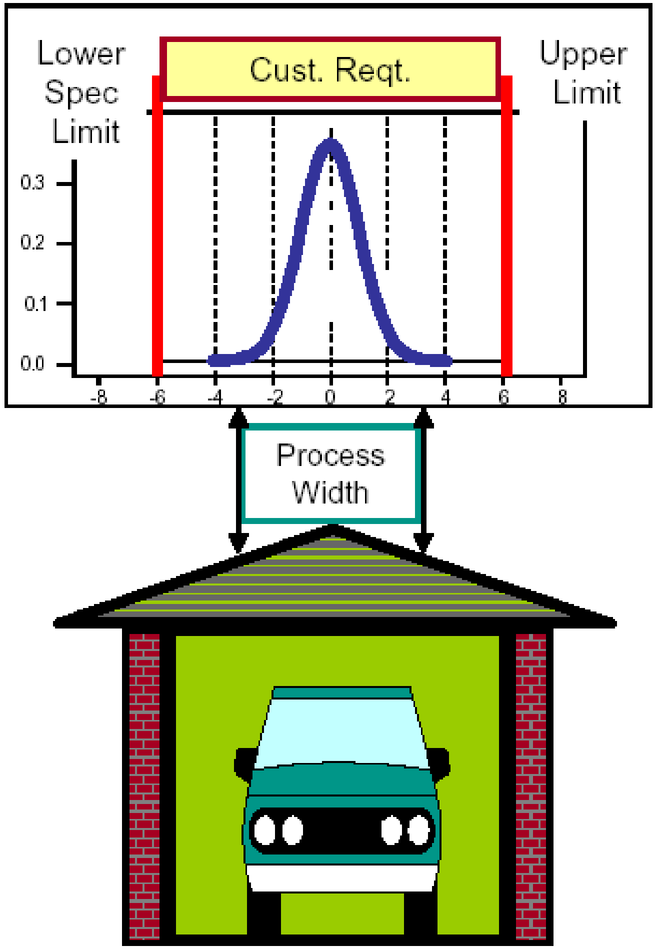
C_p wyznacza **POTENCJALNĄ** zdolność procesu, w stosunku do tolerancji



Współczynnik Cp, Cm



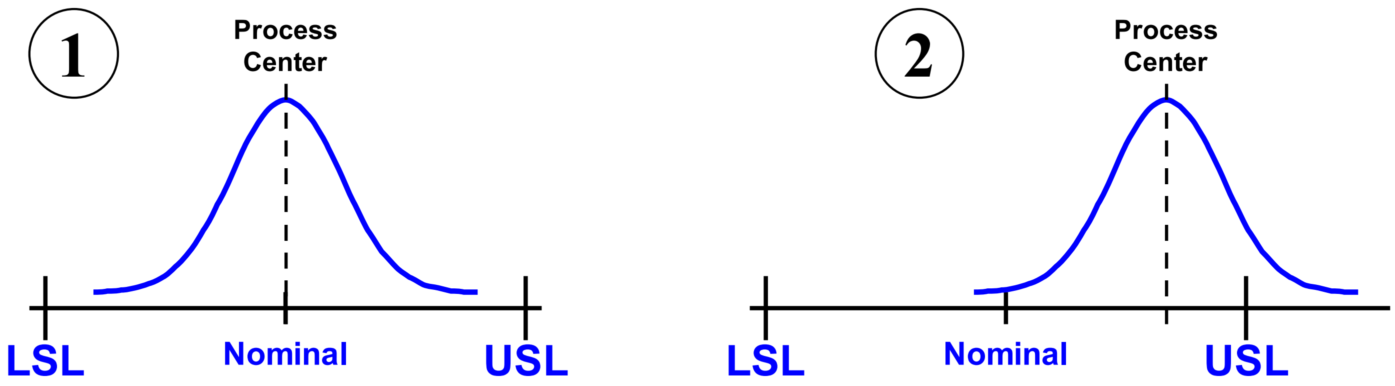
C_p=1



C_p=2

Samo C_p nie jest wystarczające

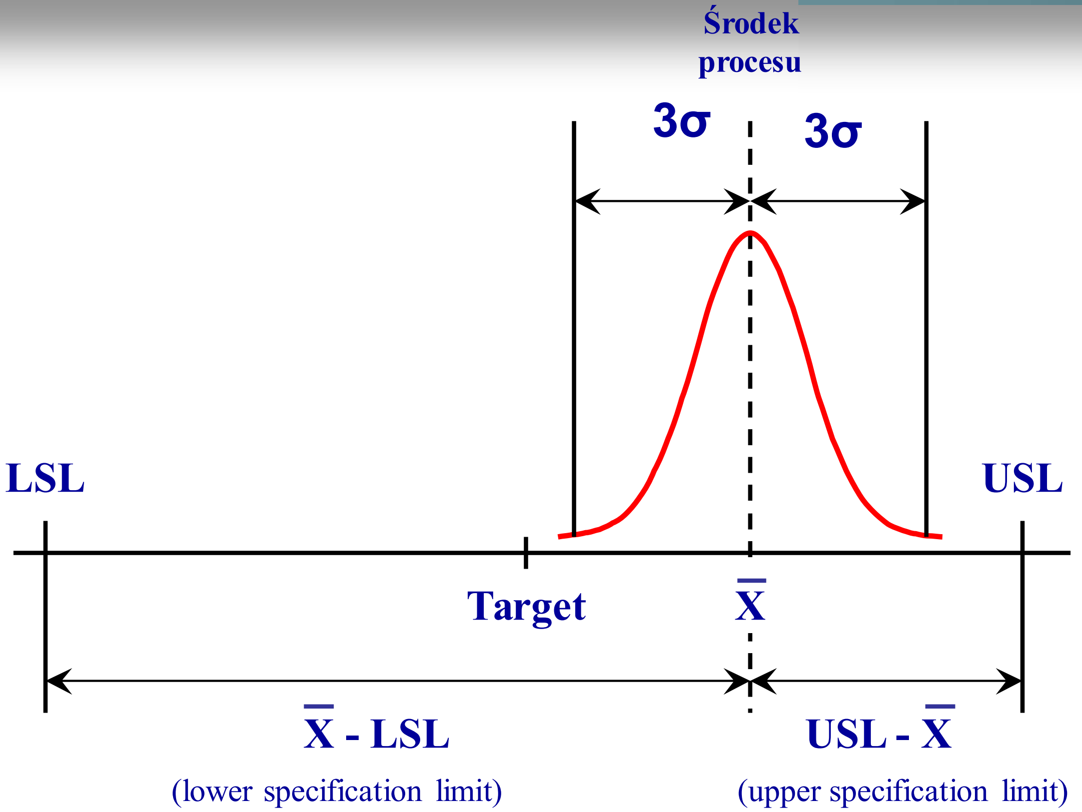
Który z tych dwóch procesów posiada lepsze Cp? – *oba procesy charakteryzują się tą samą wartością Cp*



C_p jest nazywane ***potencjalną zdatnością*** procesu, ponieważ mówi nam jak dobrze może być wykonany proces jeśli byłby wycentrowany na środek pola tolerancji, dlatego…

Kolejny (dodatkowy) pomiar zdatności (zdolności) procesu musi być wykonany!

Współczynnik zdolności jakościowej procesu, C_{pk}



C_{pk} ocenia

AKTUALNĄ zdolność procesu - porównuje różnicę pomiędzy ***środkiem procesu*** a każdą z granic tolerancji w stosunku do połowy naturalnej zmienności procesu

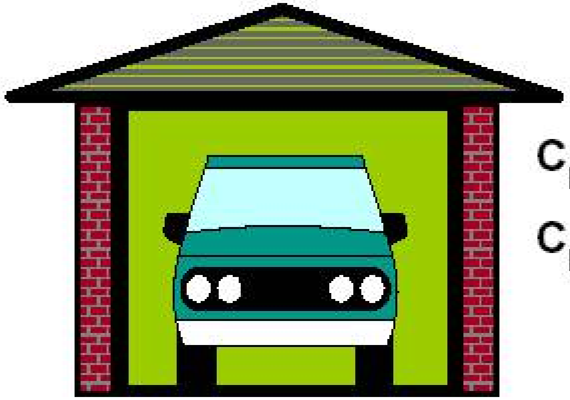
$$C_{pL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \qquad C_{pU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{pk} = \text{minimum}(C_{pL}, C_{pU})$$

Aby proces był zdolny jakościowo musi być spełniony warunek:

$C_p \geq 1.33$

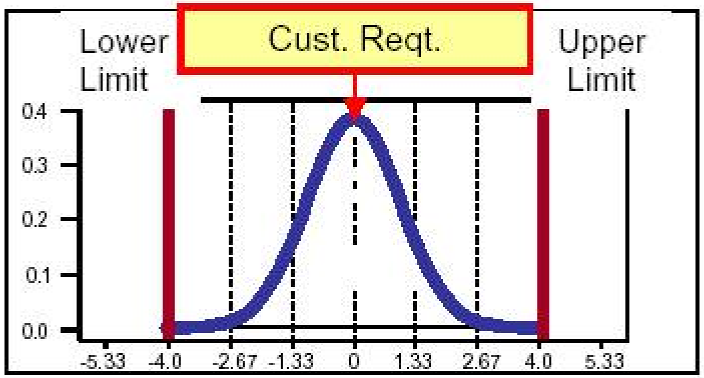
$C_{pk} > 1$

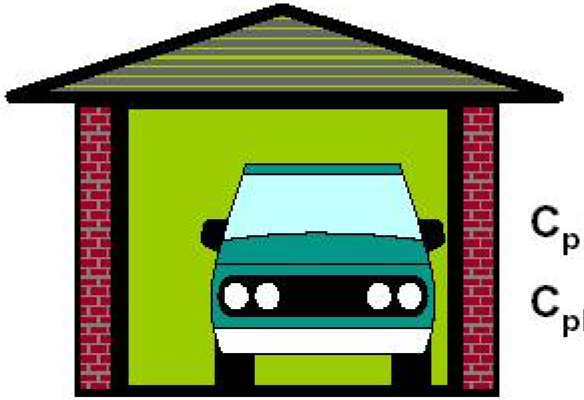
Współczynnik Cpk



$C_p = 1.33$

$C_{pk} = 1.33$





$C_p = 1.33$

$C_{pk} = 0.83$