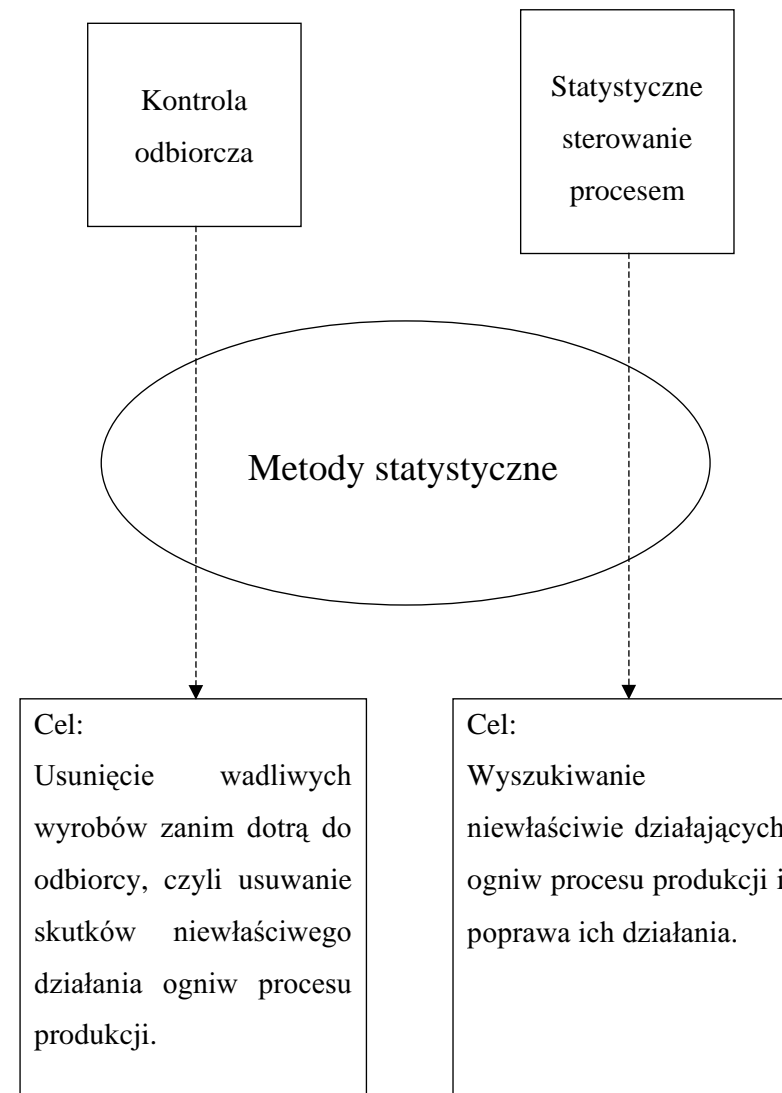


**TQM**



# Statystyczne sterowanie procesem

## SPC

(ang. Statistical Process Control)

### Trzy filary SPC:

1. sporządzenie dokładnego diagramu procesu produkcji;
2. pobieranie losowych próbek (w regularnych odstępach czasu i na wielu etapach procesu produkcji) i dokonywanie pomiarów na tych próbkach;
3. wykorzystanie zaobserwowanych sygnałów rozregulowania procesu do wykrywania przyczyn ich powstania (w celu usunięcia tych przyczyn).

**Statystyczne sterowanie procesem jest strategią systematycznej, etapowej optymalizacji procesu produkcji.**

### Podstawowy cel SPC:

wykrycie rozregulowań, tzn. "wyłowienie" tych próbek wyrobu, które są (pod jakimś względem) istotnie różne od innych próbek

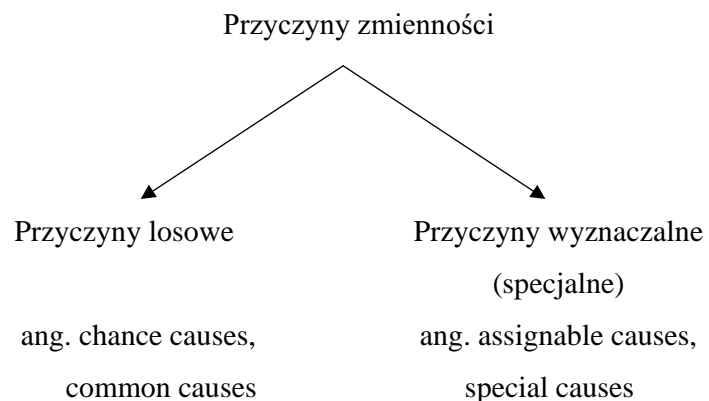
Znalazłszy taką próbkę można zająć się ustaleniem przyczyny owego odbiegania od "normy". W SPC przez "normę" rozumie się typowy (uregulowany) przebieg procesu produkcji, a nie jakąkolwiek, ustaloną wcześniej, wartość nominalną.

### Uwaga!

Może się zdarzyć, że po zaobserwowaniu odstępstwa od normy nie będziemy zainteresowani jego usunięciem (np. w przypadku wykrycia niespodziewanego poprawienia obserwowanego wskaźnika jakości).

### Podstawowe zasady SPC:

1. znajdź sygnał rozregulowania procesu (tzn. nietypową próbkę);
2. wykryj przyczyny zaobserwowanego rozregulowania;
3. użyj uzyskaną informację do poprawy jakości procesu.



Definicje wg normy ISO:

**Przyczyny losowe** - czynniki, występujące zwykle w dużej liczbie, przy czym każdy z nich ma względnie małe znaczenie, prowadzące do zmienności, które nie muszą być konieczne zidentyfikowane.

UWAGA - Przyczyny losowe są czasem przedstawiane jako ogólne przyczyny zmienności.

**Przyczyna wyznaczalna** - czynnik (zwykle systematyczny), który może być wykryty i zidentyfikowany jako powodujący zmiany właściwości jakościowej lub zmiany poziomu procesu.

**Stan statystycznie uregulowany** - stan, w którym zmienność między obserwowanymi wynikami badania próbki może być przypisana zespołowi przyczyn losowych i który nie ulega zmianom w czasie.

(ang. state of statistical control)

**Proces uregulowany** (proces stabilny) - proces, w którym każda z miar jakości (np. wartość średnia i rozrzut lub frakcja jednostek niezgodnych lub średnia liczba niezgodności produktu lub usługi) jest w stanie statystycznie uregulowanym.

(ang. process in control; stable process)

## Karty kontrolne Shewharta

(Dr Walter A. Shewhart - 1924)

Model ogólny karty Shewharta:

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w$$

$$CL = \mu_w$$

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w$$

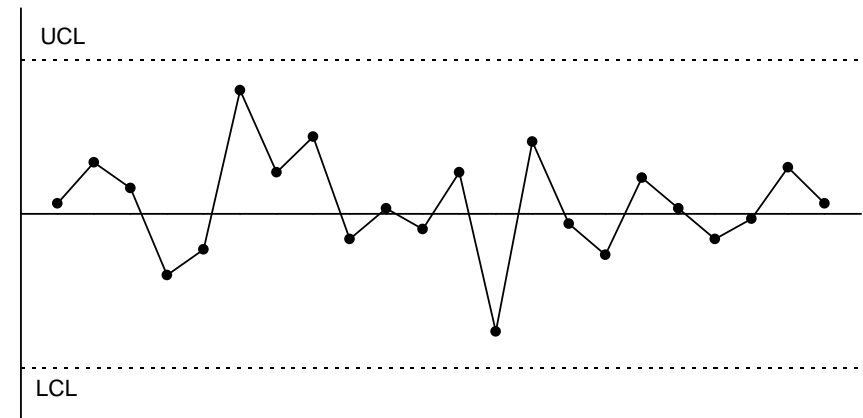
*UCL* (ang. upper control limit) - górna granica (linia) kontrolna

*CL* (ang. center line) - linia centralna

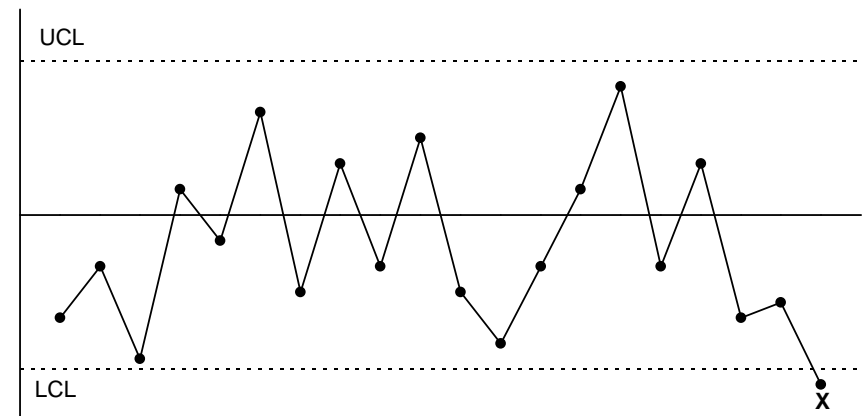
*LCL* (ang. lower control limit) - dolna granica (linia) kontrolna

**Linia centralna** - linia na karcie kontrolnej reprezentująca wartość średnią rejestrowanej miary statystycznej, obliczoną na podstawie serii obserwacji w długim czasie lub reprezentująca założoną z góry wartość tej miary.

**Granice kontrolne** - granice pomiędzy którymi z bardzo dużym prawdopodobieństwem znajduje się wartość rozpatrywanego parametru statystycznego, jeżeli proces jest w stanie statystycznie uregulowanym.



Proces uregulowany



Sygnał alarmowy

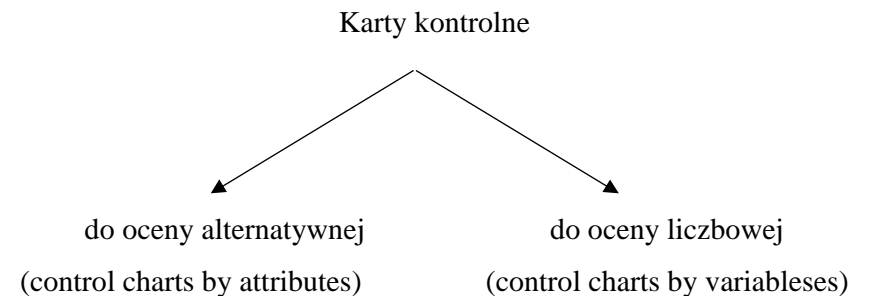
## Najczęściej stosowane w praktyce karty Shewharta

(wg ISO 7870):

- karty  $\bar{X} - R$  (wartości średniej i rozstępu)
- karty  $\bar{X} - s$  (wartości średniej i odchylenia standardowego)
- karty **p** (procentu lub frakcji jednostek niezgodnych)
- karty **np.** (liczby jednostek niezgodnych)
- karty **c** (liczby niezgodności)
- karty **u** (liczby niezgodności w jednostce)
- karty **Q** (ważonych liczb niezgodności)
- karty **D** ("demeritów" - rodzaj kart ważonych liczb niezgodności))
- karty typu "multi-response charts" (stosowane w przypadku kontroli charakterystyk będących funkcjami wielu zmiennych)
- karty trendu
- karty **MA** (przesuwającej się średniej)
- karty **MR** (przesuwającego się rozstępu)
- karty **EWMA** (wykładniczo wygładzanej przesuwającej się średniej)
- karty **CUSUM** (sum skumulowanych).

Procedury SPC służą w praktyce do kontroli trzech wielkości:

- parametru położenia (przede wszystkim średniej)
- parametru rozproszenia (rozstępu lub odchylenia standardowego)
- wadliwości.



### UWAGA

Klasyczne karty do oceny liczbowej skonstruowane są przy założeniu, że badana cecha ma **rozkład normalny**.

W przypadku kart do kontroli wartości średniej dopuszczalne są "nieduże" odstępstwa od tego założenia, przy czym wrażliwość tych kart wzrasta wraz ze wzrostem skośności rozkładu badanej cechy.

Przy "dużych" odstępstwach od normalności rozkładu cechy konieczne jest pobieranie licznych próbek bądź zastosowanie karty kontrolnej uwzględniającej rzeczywistą postać rozkładu prawdopodobieństwa badanej cechy.

Karty odchylenia standardowego są bardzo wrażliwe na odstępstwa od założeń o normalności rozkładu badanej cechy.

### UWAGA (życiowa)

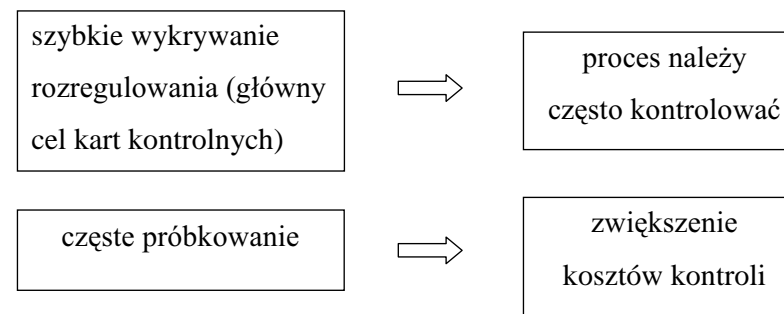
Lepiej stosować karty kontrolne nawet wtedy, gdy pewne założenia o rozkładzie procesu nie są spełnione, aniżeli pozostawić proces bez jakiegokolwiek kontroli.

### Jak często należy pobierać próbki?

Wskazówki zawarte w normach i renomowanych podręcznikach są "dość ogólne":

- raz na dzień w przypadku produkcji nie mającej charakteru masowego;
- co godzinę - w przypadku produkcji masowej.

Problem:



Wybór częstości próbkowania powinien być wynikiem kompromisu między szybkością wykrywania rozregulowań a kosztami kontroli.

proces należy często kontrolować

Przy wyznaczaniu częstości próbkowania najważniejsze jest doświadczenie służb kontroli jakości.