

Posłysz głosu procesu losowego

Andrzej Blikle

11 października 2012

pełna prezentacja i książka „Doktryna jakości”
do pobrania na www.moznainaczej.com.pl



© **Copyright by Andrzej Blikle.** W ramach moich praw autorskich chronionych ustawą z dnia 4 lutego 1994 (z późniejszymi zmianami) *Prawo autorskie i prawa pokrewne* wyrażam zgodę na niekomercyjne rozpowszechnianie niniejszego materiału przez jego zwielokrotnianie bez ograniczeń co do liczby egzemplarzy (w formie elektronicznej), a także umieszczanie go na stronach internetowych, jednakże bez dokonywania jakichkolwiek zmian i skrótów. Wszelkie inne rozpowszechnianie niniejszego materiału, w tym w części, wymaga mojej zgody wyrażonej na piśmie. Dozwolone jest natomiast cytowanie materiału zgodnie z zasadami ustanowionym przez w.w. ustawę.

Niniejszy materiał by Andrzej Blikle is licensed under a [Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Unported License](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).

Część Pierwsza

Trochę ogólnej wiedzy o procesach losowych

Syndrom balonika

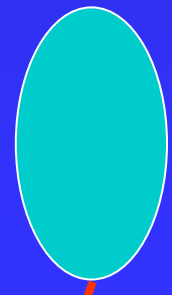
Kurs Euro do złotego
spada z 4,07 do 4,05,
a kurs dolara z 3,31 do 3,28.
Złotówka się umacnia

Procesy losowe nie zachowują
się jak balonik.

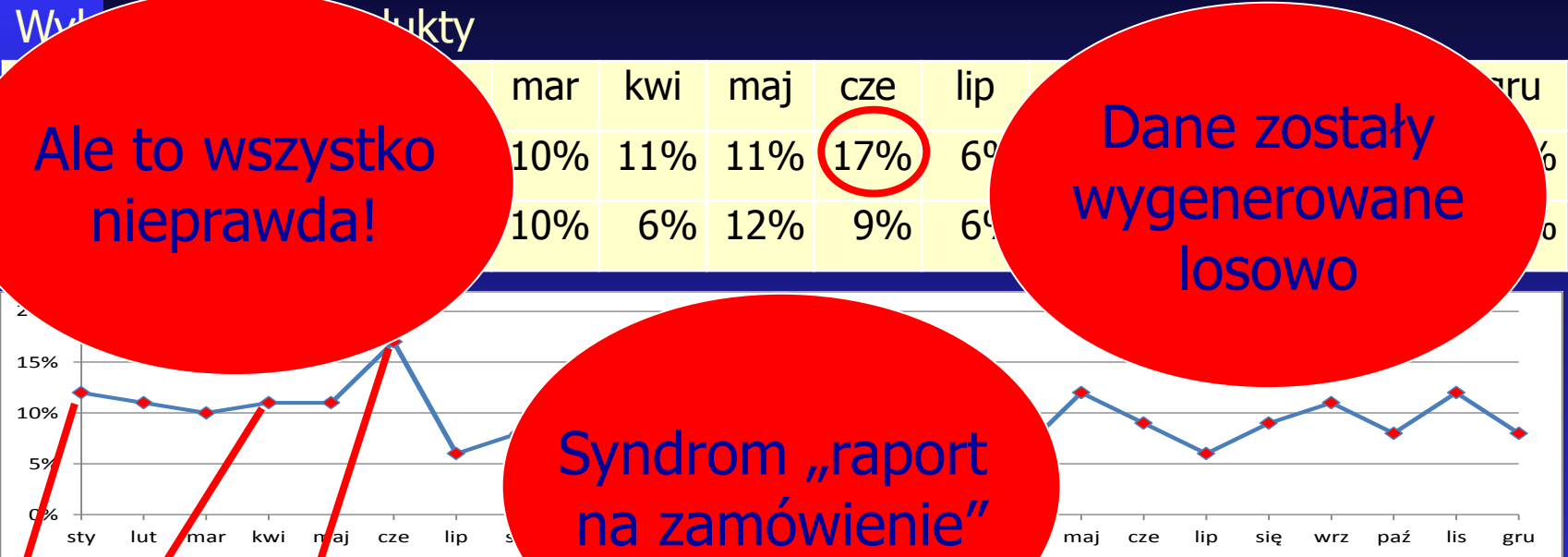


Co jednak nie oznacza, że nie
można przewidywać ich
zachowania.

Ale na pewno nie na podstawie
dwóch pomiarów.



Syndrom „to widzieć gołym okiem” czyli analiza przez osmozę danych



Urlopy i grypy Program „zero braków” zaczyna działać

relacja następstwa w czasie ≠ relacja przyczynowo-skutkowa

Procesy deterministyczne i losowe

proces - każde zjawisko, które można powiązać z ciągiem pomiarów liczbowych zwanym **przebiegiem procesu**

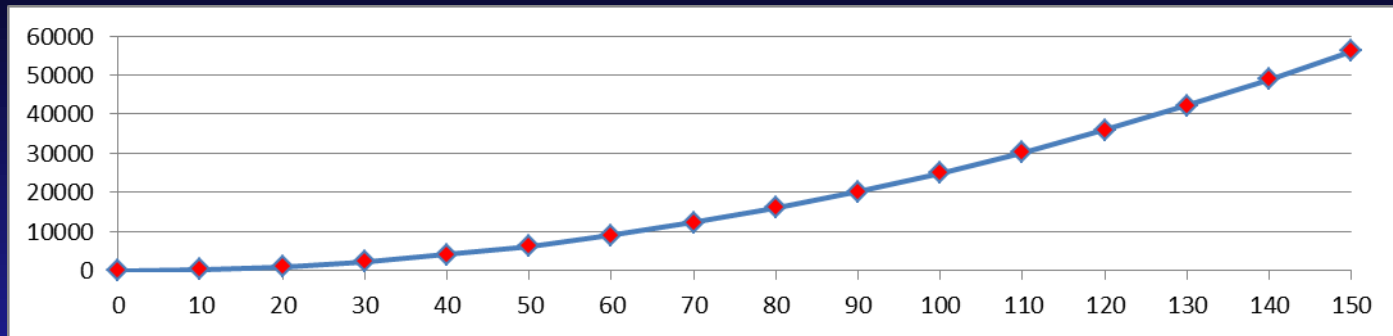
procesy deterministyczne – przebieg da się przewidzieć

- położenie ciała poruszającego się ze stałą prędkością w funkcji czasu
- długość pręta w funkcji jego zmieniającej się temperatury
- ciśnienie gazu w cylindrze w funkcji położenia tłoka

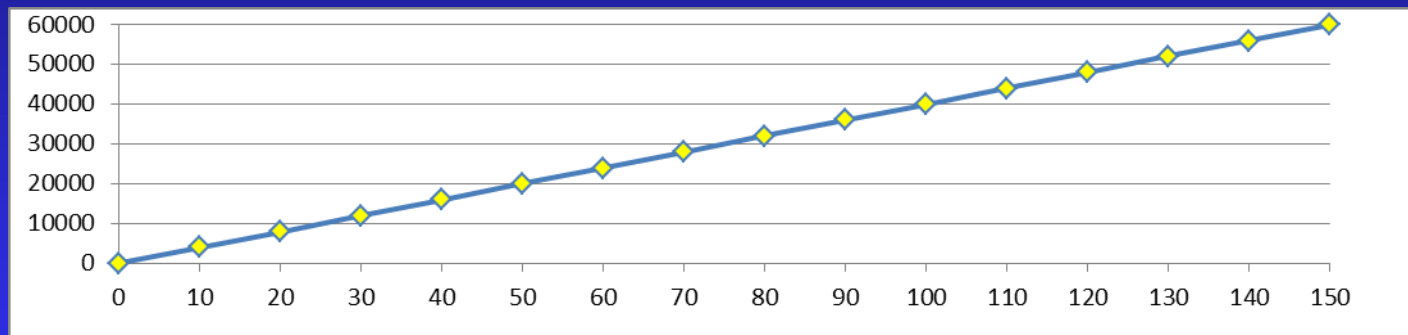
procesy losowe – przebiegu nie da się przewidzieć

- liczby wygrywające w ruletkę w kolejnych grach
- liczby wygrywające w kości w kolejnych rzutach
- liczby czerwonych koralików w kolejnych partiach
- wartości sprzedaży danego sklepu w kolejne dni
- liczba wypadków przy pracy w danej firmie w kolejnych latach

Przebiegi procesów deterministycznych



Ruch przyspieszony $a = 5 \text{ m/sec}^2$ ($S = a/2 \times t^2$)



Ruch jednostajny $V = 400 \text{ m/sec}$ ($S = V \times t$)

**Przebiegi procesów deterministycznych
dają się przewidywać**

Czy procesy losowe są przewidywalne?

Kolejne rzuty kostką do gry

Okoliczności zmienne i nieznane:

1. ułożenie kostki w dłoni,
2. początkowa prędkość kostki,
3. sprężystość kostki i blatu stołu,
4. współczynnik tarcia kostki o stół,
5. ...

Okoliczności stałe i znane:

1. kostka jest sześcianem,
2. na każdej ścianie jest 6 kropek,
3. różne ściany mają różną liczbę kropek,
4. jednorodny materiał kostki,
5. ...

Zasada
nieoznaczoności
handlowca

1. $1 \leq x \leq 6$
2. 1 i 6 są osiągalne
3. $p(x) = 1/6$

Sprzedaż w kolejne dni

Okoliczności zmienne i nieznane:

1. pojawianie się klientów,
2. ich zapotrzebowanie na produkt,
3. opinia klientów o produktach,
4. aktualny stan atmosfery,
5. ...

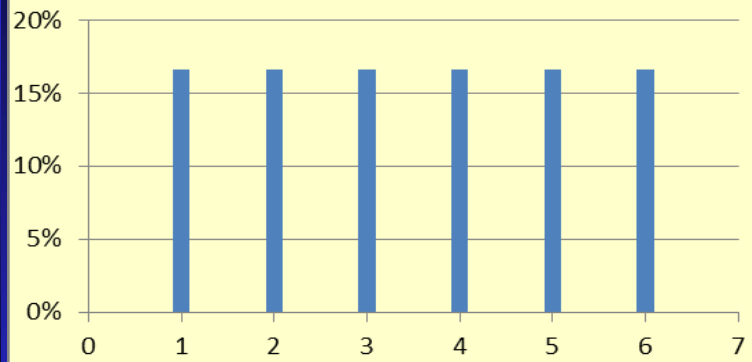
Okoliczności stałe i znane:

1. lokalizacja sklepu,
2. atrakcyjność wyeksponowania towaru,
3. aktualne akcje marketingowe,
4. cena/wartość naszych prod.
5. ...

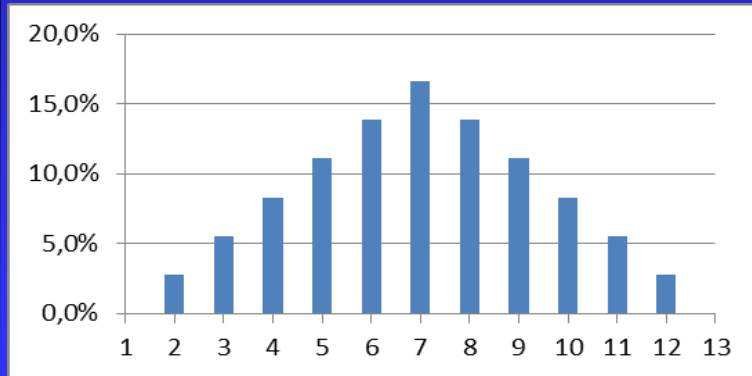
1. $10 \text{ zł} < x < 10.000 \text{ zł}$
2. granice raczej nieosiągalne?
3. $p(x) = \text{Roz.Norm}(x)$?

Histogramy dla kostki i sprzedaży

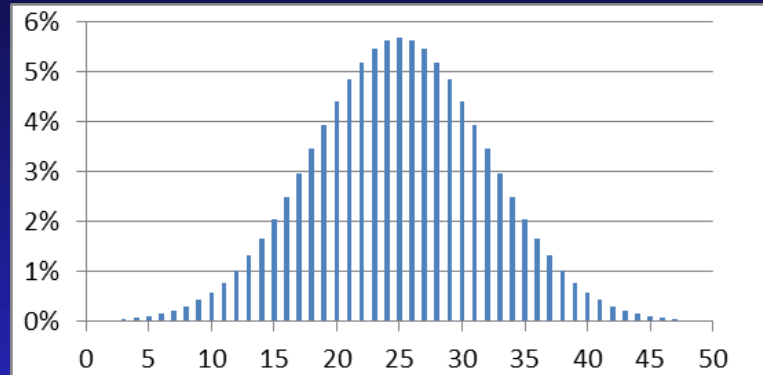
Kolejne rzuty kostką do gry



Rzuty dwiema kostkami



Sprzedaż w kolejne dni; tys. zł



Procesy normalne (Gausa)
Nałożenie się wielu
niezależnych procesów.

$$2 = 1+1$$

$$7 = 1+6 = 2+5 = 3+4 = 4+3 = \dots$$

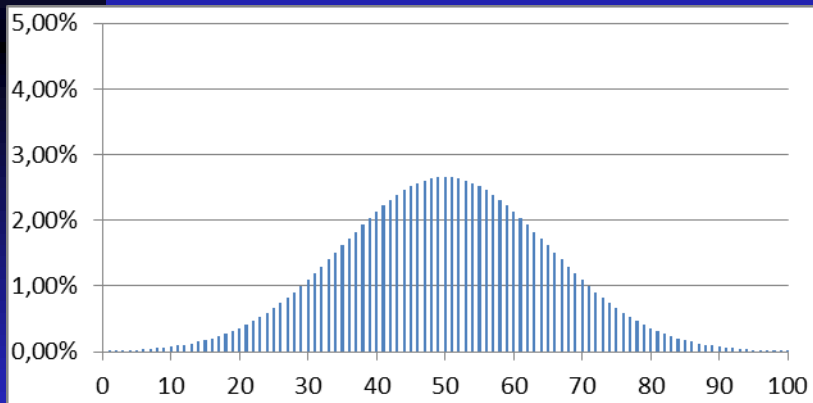
Procesy normalne (Gaussa)

Procesy normalne różnią się między sobą dwoma parametrami:
średnia arytmetyczna z pomiarów (położenie histogramu),

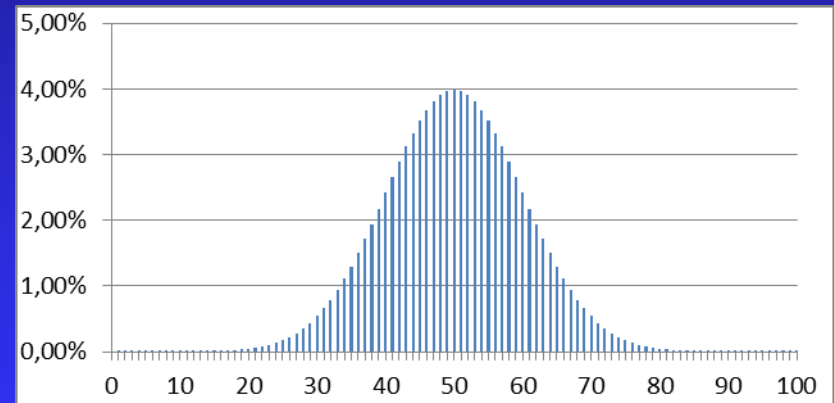
$$\bar{x} = [\sum p(i)] / n$$

odchylenie standardowe (szerokość histogramu)

$$\sigma = \sqrt{\sum [\bar{x} - p(i)]^2 / n}$$

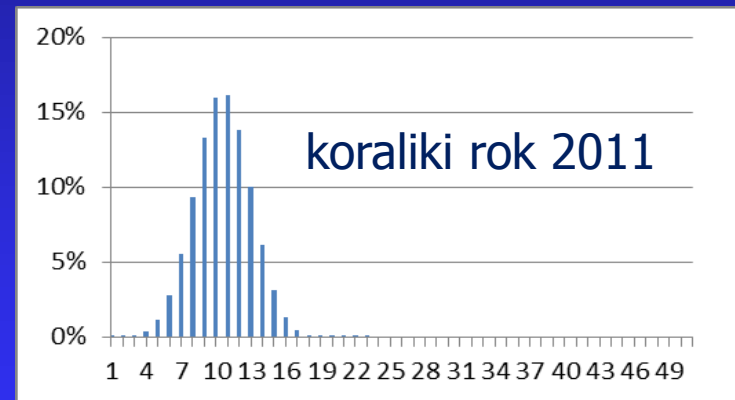
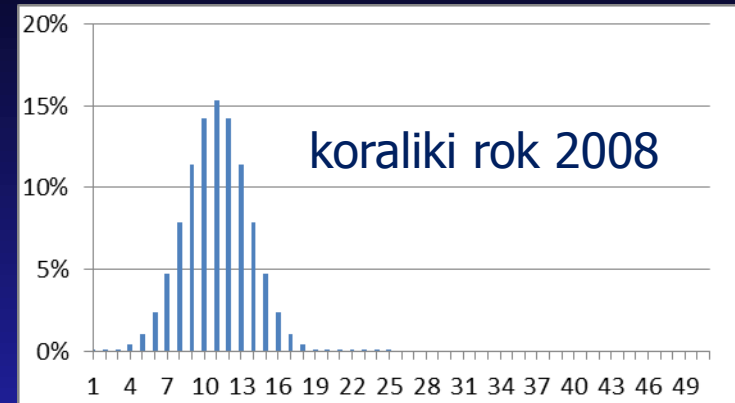
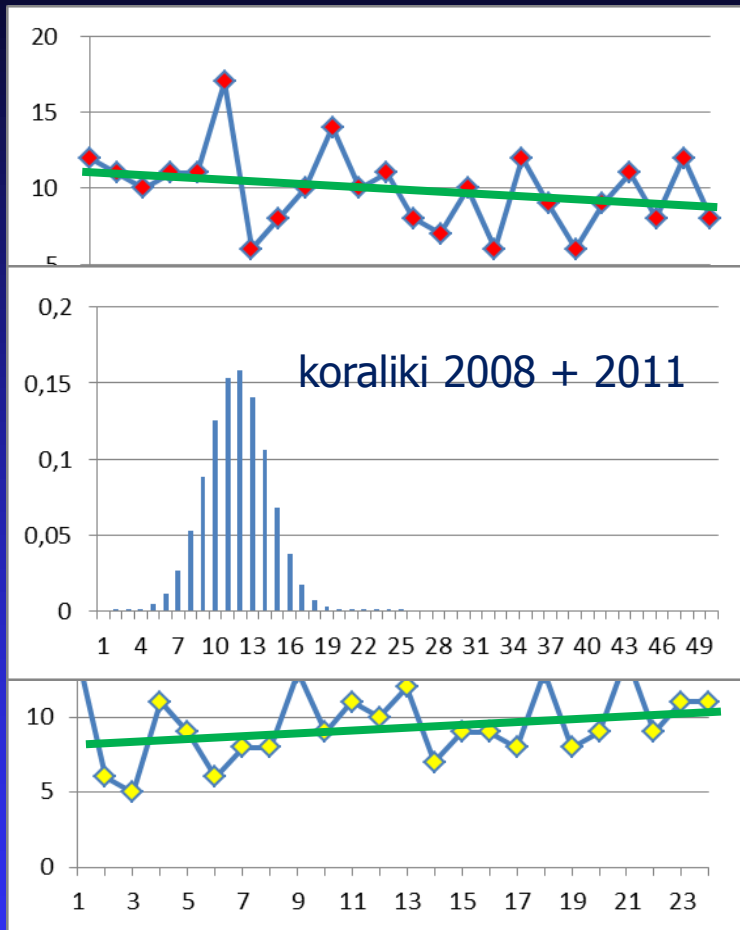


$\bar{x} = 50, \sigma = 15$



$\bar{x} = 50, \sigma = 10$

Przebiegi i histogramy procesów losowych



Histogramy procesów losowych
dają się przewidywać

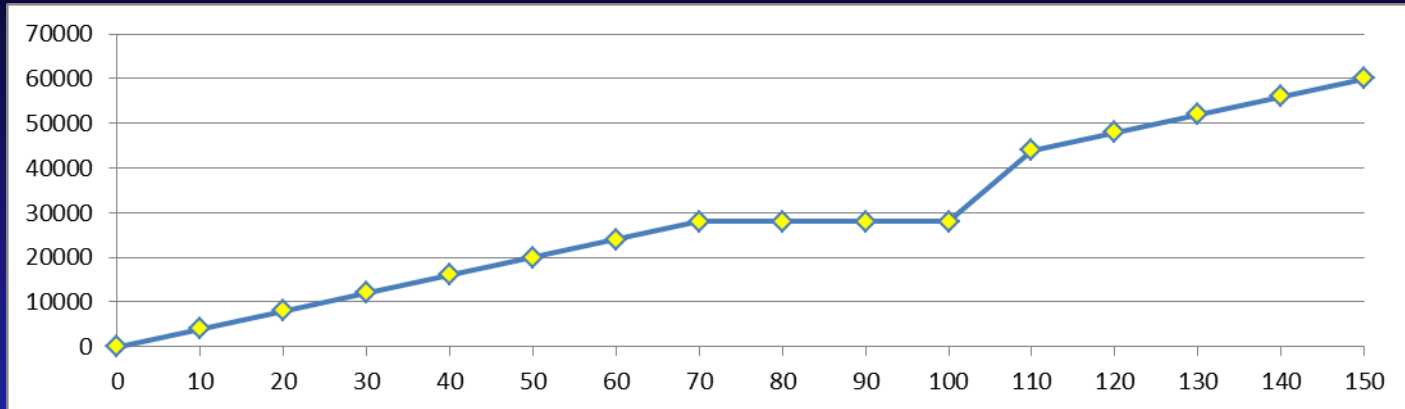
Wizualizacje procesów deterministycznych i losowych

Przebiegi dobrze charakteryzują procesy
deterministyczne

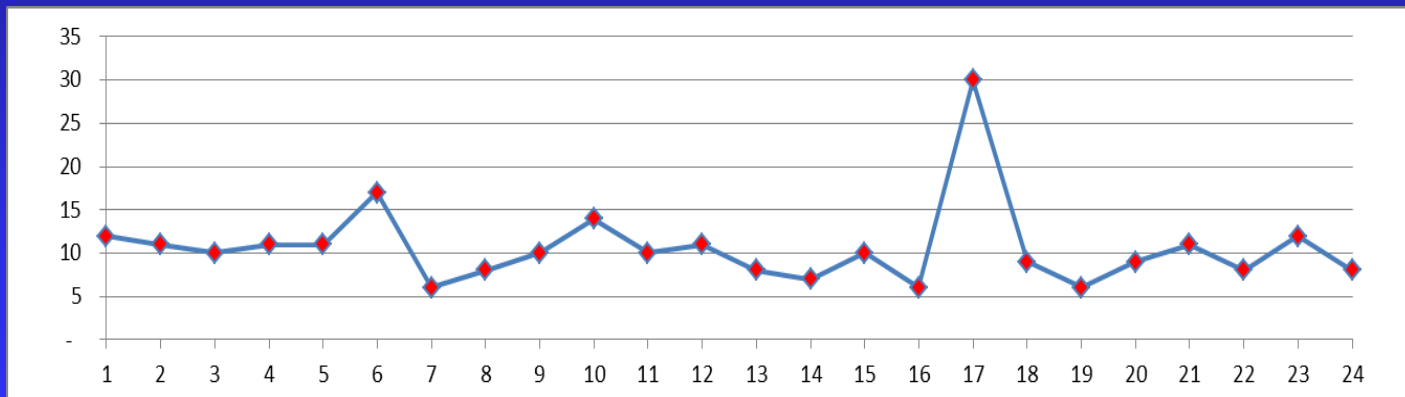
Histogramy dobrze charakteryzują
procesy losowe

Ale najczęściej oglądamy tylko
ich przebiegi!

Zaburzenia przebiegu procesu

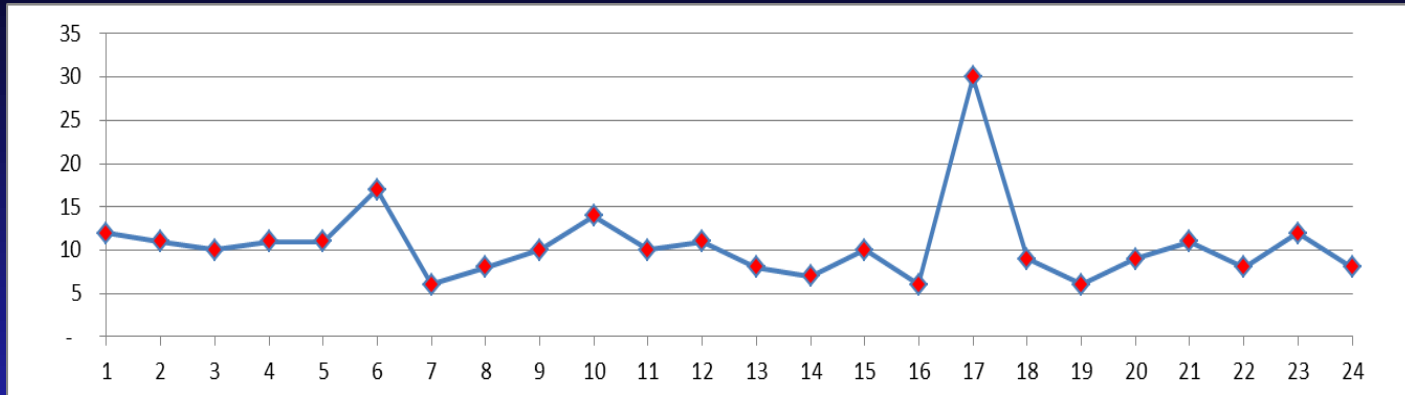


Ruch jednostajny: nastąpiło chwilowe wstrzymanie ruchu.

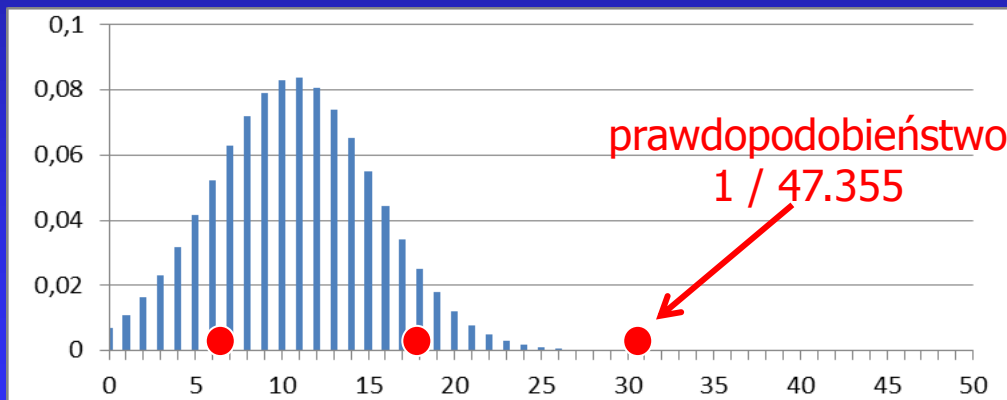


Czerwone paciorki: czy w 6, 7 i 17 coś się wydarzyło?

Czy wynik nr 17 był skutkiem zaburzenia?

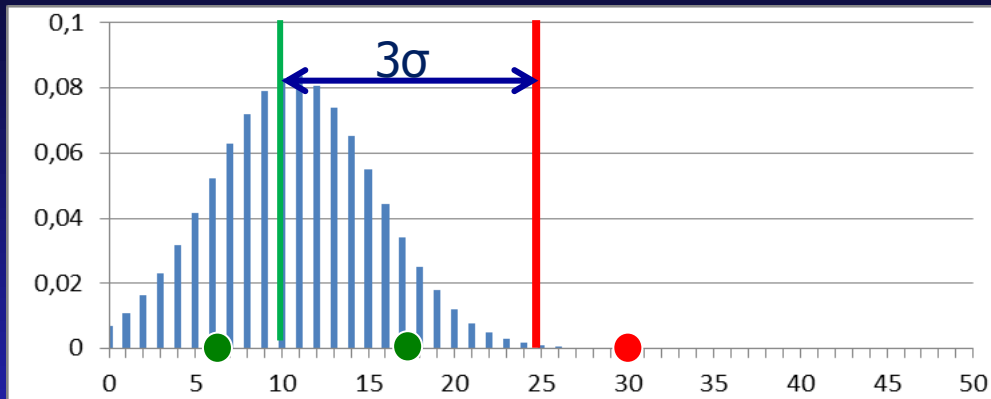


Czy warto poświęcić czas i pieniądze na poszukiwanie przyczyny wyniku nr 17?



- A. Wartość 30 jest wynikiem losowości $p = 0,0000021$
- B. Wartość 30 nie jest wynikiem losowości $p = 0,9999979$

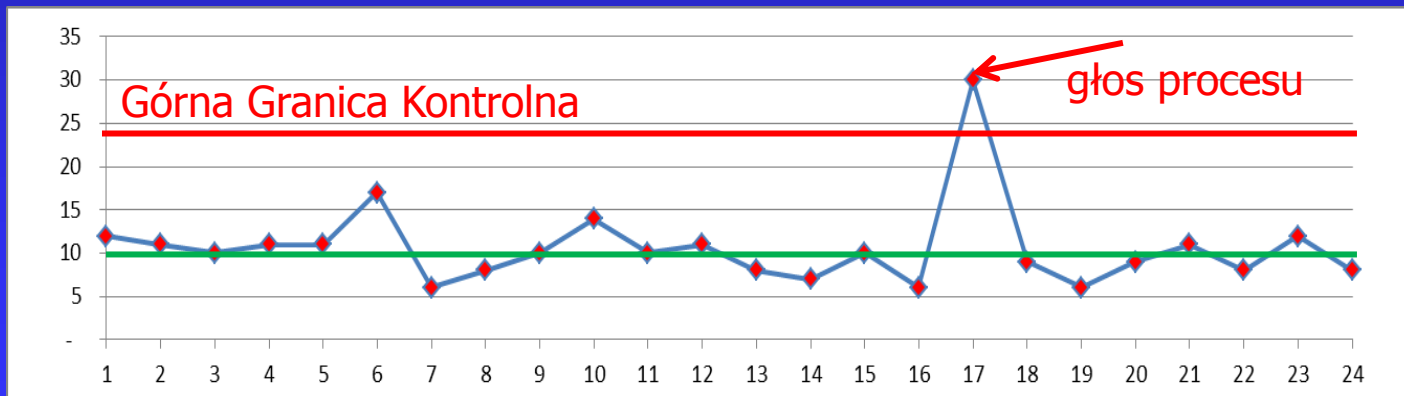
Reguła Waltera Shewharta



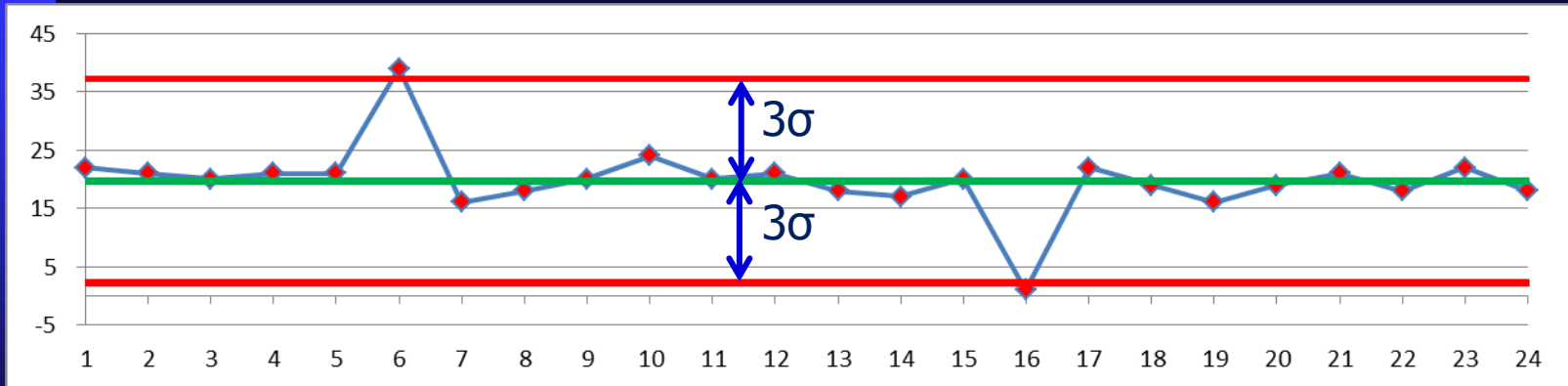
$\bar{x} = 10,6$
 $\sigma = 4,8$
 $\bar{x} + 3\sigma = 24,9$
GGK = $\bar{x} + 3\sigma$
DGK = $\bar{x} - 3\sigma$

Uznajemy, że warto poszukiwać przyczyny pomiaru x , gdy $x < \bar{x} - 3\sigma$ lub $x > \bar{x} + 3\sigma$

$p(x) = 1/370$
 $= 0,0027$



Karty kontrolne Shewharta



Prawdopodobieństwo pojawienia sygnału z przyczyn losowych jest około $1/370 = 0,0027$ (np. 370 mies. > 30 lat)

Sygnały rozregulowania (głos procesu):

1. Przekroczenie którejkolwiek linii granicznej
2. 8 kolejnych wartości po jednej stronie linii centralnej
3. 6 kolejnych wzrostów lub 6 kolejnych spadków
4. 3 z 4 kolejnych wartości bliżej granicy niż średniej

Dwa źródła zmienności procesu

Szum (zawsze obecny) Przyczyny zwykłe	Sygnał (niekiedy obecny) Przyczyny specjalne
Zmienność związana ze statystyczną naturą procesu, wynikająca z przyczyn losowych	Zmienność wynikająca z zaburzeń pochodzących spoza procesu
Jeżeli tylko szum, proces jest przewidywalny i sterowalny	Jeżeli występują sygnały, proces jest nieprzewidywalny i niesterowalny
PROCES STABILNY	PROCES ROZREGULOWANY

Procesy stabilne i rozregulowane

PROCESY STABILNE	PROCESY ROZREGULOWANE
<ol style="list-style-type: none">1. rzuty kostką,2. ciśnienie baryczne przy pogodzie,3. wypadkowość w fabryce w normalnych warunkach.	<ol style="list-style-type: none">1. gra w kości z oszustem,2. ciśnienie baryczne przy nadchodzącym sztormie,3. wypadkowość w fabryce, gdy pojawił się sabotażysta.

Statystyczne sterowanie procesami (SPC: Statistical Process Control)

Trzy podstawowe czynności sterowania:

1. Stabilizowanie procesu: usuwanie rozregulowań
2. Zmiana położenia linii centralnej (średniej)
3. Zmiana odległości pomiędzy granicami kontrolnymi (sigmy)

Pięć podstawowych błędów:

1. Traktowanie przyczyn zwykłych jako specjalne (**majsterkowanie**)
2. Lekceważenie przyczyn specjalnych, tam gdzie są
3. Próby sterowania procesem rozregulowanym
4. Pomylenie granic kontrolnych z oczekiwaniami klienta
5. Stawianie celów niemożliwych do osiągnięcia

Wielu menadżerów jest dumnych ze swojej umiejętności w tym zakresie. (D.J.Wheeler)

Karta kontrolna naszej gry symulacyjnej

3.000 białych koralików

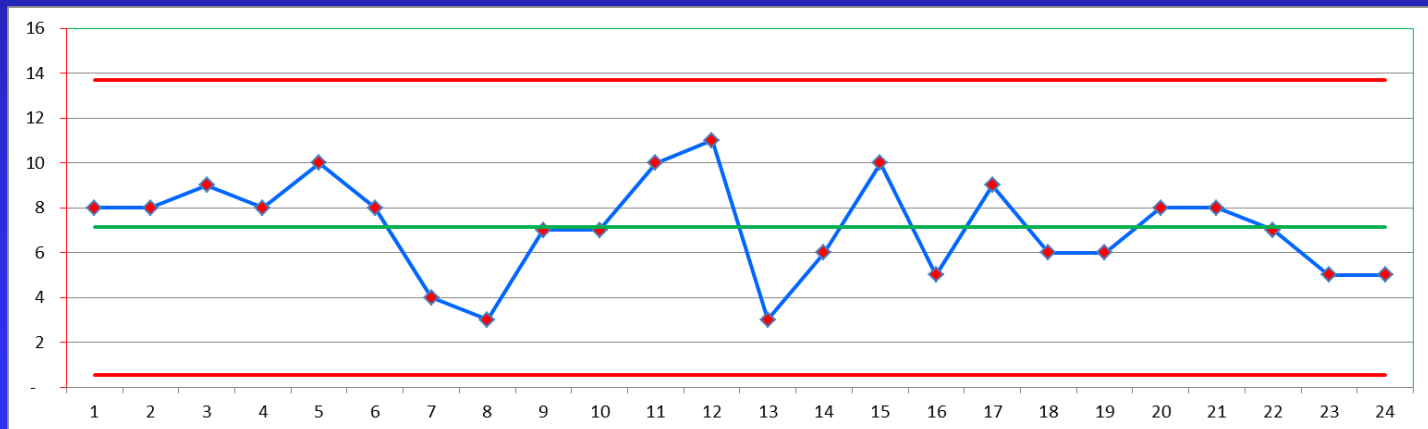
750 czerwonych koralików

$3.750/750 = 20\%$

pojemność szpadla 50 koralików

średnia oczek. l. czerw. w szpadlu $50 \cdot 20\% = 10$

proces całkowicie stabilny, ale o bardzo dużej zmienności (500%)



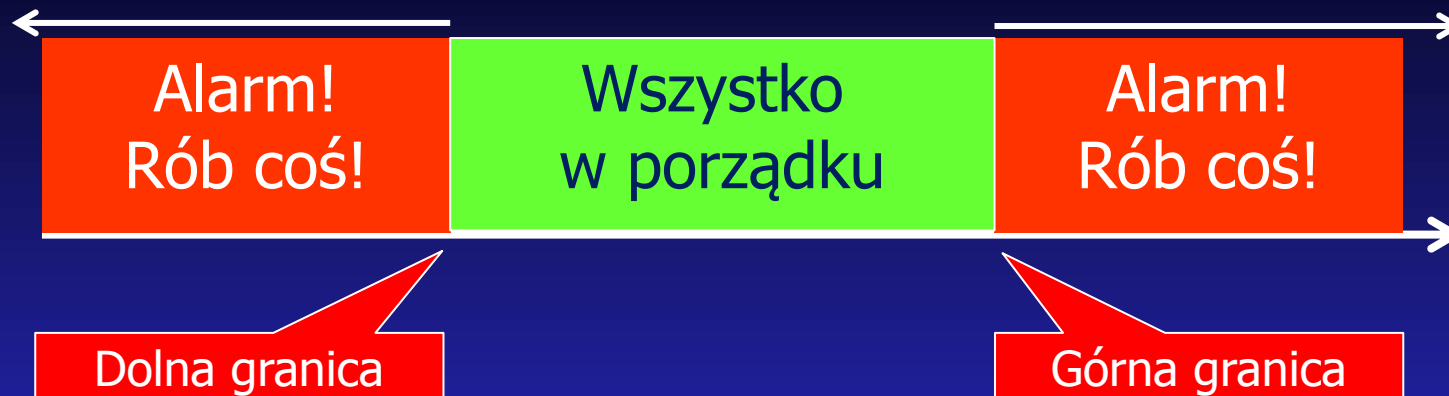
Wnioski z eksperymentu

1. System jest statystycznie stabilny, ale ma bardzo dużą zmienność.
2. Cała zmienność wyników pracy pochodzi od systemu, a mimo to pracownicy starają się poprawić swoje indywidualne wyniki.
3. Wszelkie porównanie pracowników między sobą dokonywane przez dyrekcję było bezrozumne i demoralizujące. Szef nagradzał i karał pracowników za to jaki był system!
4. Ustawienie celu przez dyrekcję (max 5 czerwonych; 10%) nie miało żadnego wpływu na jakość pracy. Osiągnięcie tego celu, bez zmiany procesu, było poza możliwością kogokolwiek.
5. Zawsze część pracowników będzie powyżej średniej, a część poniżej, mimo że nie mają oni na to żadnego wpływu.
6. Kierownictwo często widzi trend, tam gdzie go niema.
7. Każdy wynik pracy lub jego zmianę daje się “uzasadnić”.
8. Obecność, a także jakość procedury, może nie mieć żadnego znaczenia dla sprawy jakości. Ma natomiast znaczenie negatywne, bo stwarza wrażenie, że przedsiębiorstwo dba o jakość w sposób przemyślany i profesjonalny.

Część Druga

Zastosowanie wiedzy o procesach losowych

Stawianie celów (specyfikacje)



Trzy rodzaje danych w specyfikacji:

Dane faktograficzne, np. temperatura kotła
Muszą być bezwzględnie przestrzegane

Dane prognostyczne, np. budżet
Służą do monitoringu, ale nie powinny być traktowane jako cele

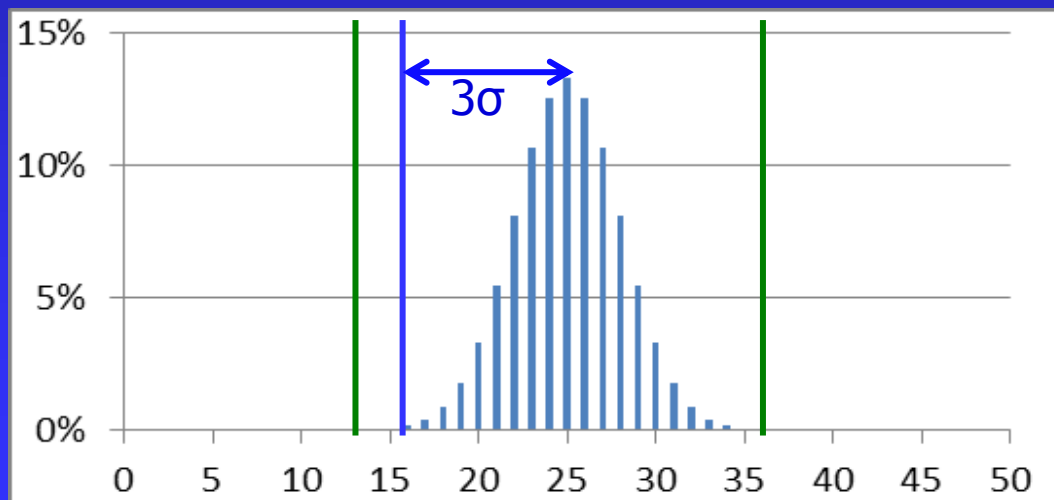
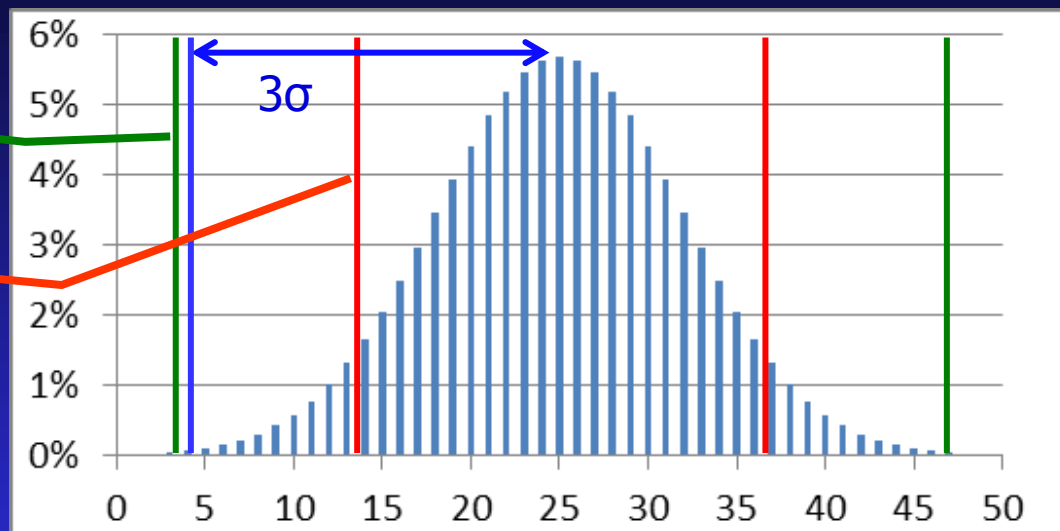
Dane życzeniowe, np. oczekiwania klienta
Mogą być powodem wielu problemów, szczególnie jeżeli nie są osiągalne.

Cele życzeniowe a charakterystyka procesu

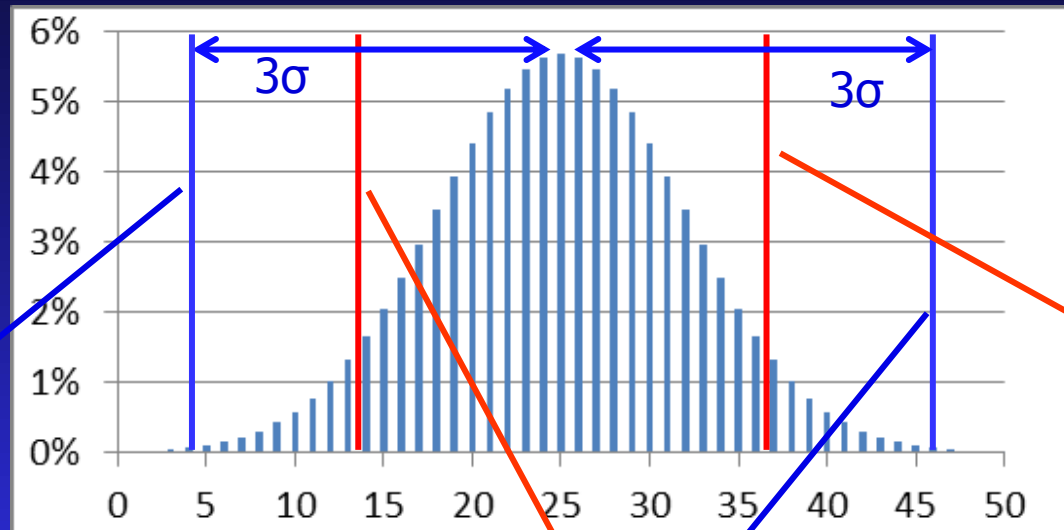
Cel bezpieczny

Cel niebezpieczny

Aby cel niebezpieczny uczynić bezpiecznym, trzeba zmienić proces



Nie mylmy głosu procesu z głosem klienta



Głos procesu

Głos klienta

Syndrom „najlepszy jako cel”

miesiąc	sty	lut	mar	kwi	maj	cze	lip	się	wrz	paź	lis	gru
Braki rok 1	12%	11%	10%	11%	11%	17%	6%	8%	10%	14%	10%	11%
Brak rok 2	8%	7%	10%	6%	12%	9%	6%	9%	11%	8%	12%	8%

Skoro 6% udało się osiągnąć 3 razy, to postawmy sobie ten wynik za cel. Nikt nie może powiedzieć, że jest nieosiągalny!

Dziecięca zabawa „traf w mój kamień”.

Trzy sposoby osiągnięcia celu

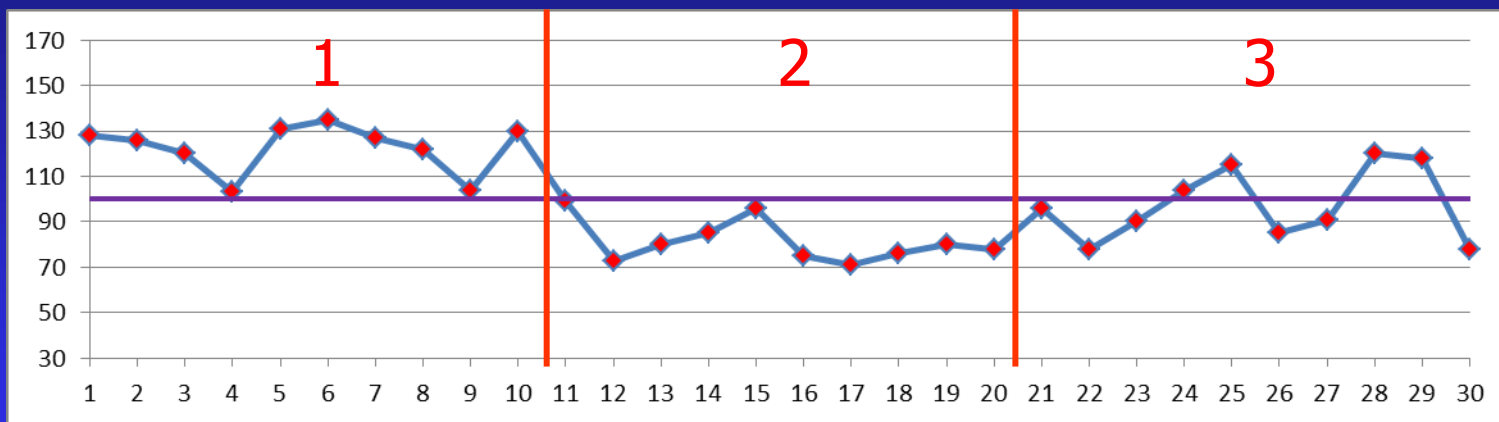
1. Poprawić proces:
 - o tym dalej
2. Oszukać proces:
 - brygadzista,
 - huta szkła,
 - szpitale w Wielkiej Brytanii
3. Oszukać dane
 - fabryka produktów chemicznych

Przykład 1: Trzy zespoły sprzedawców

3 zespoły sprzedawców po 10 osób
plan do wykonania = 100 jdn na każdego sprzedawcę w miesiąc

PLAN MOTYWACYJNY

Dwóch najlepszych sprzedawców otrzyma nagrody
Dwóch najgorszych zostanie zwolnionych

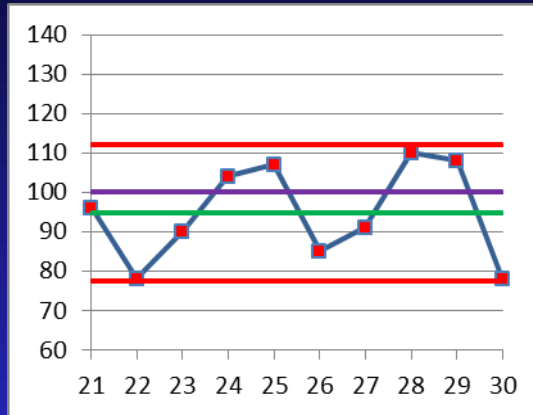
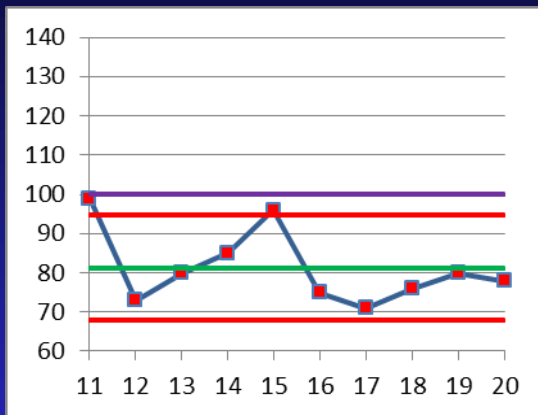
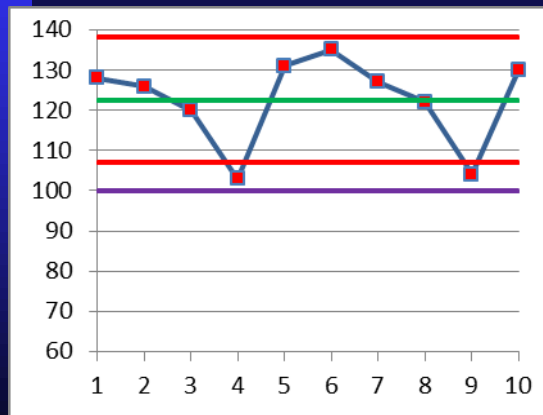


WYNIK

- ❑ 5 i 6 do nagrody; kierownik drużyny nr 1 awansowany
- ❑ 12 i 17 zwolnieni; kierownik drużyny nr 2 zdegradowany

Przykład 1 (cd): trzy zespoły to trzy procesy

(każdy działa na innym rynku)



WNIOSKI Z ANALIZY

Drużyna nr 1: 4 i 9 przekroczenia dolne -- zbadać przyczyny

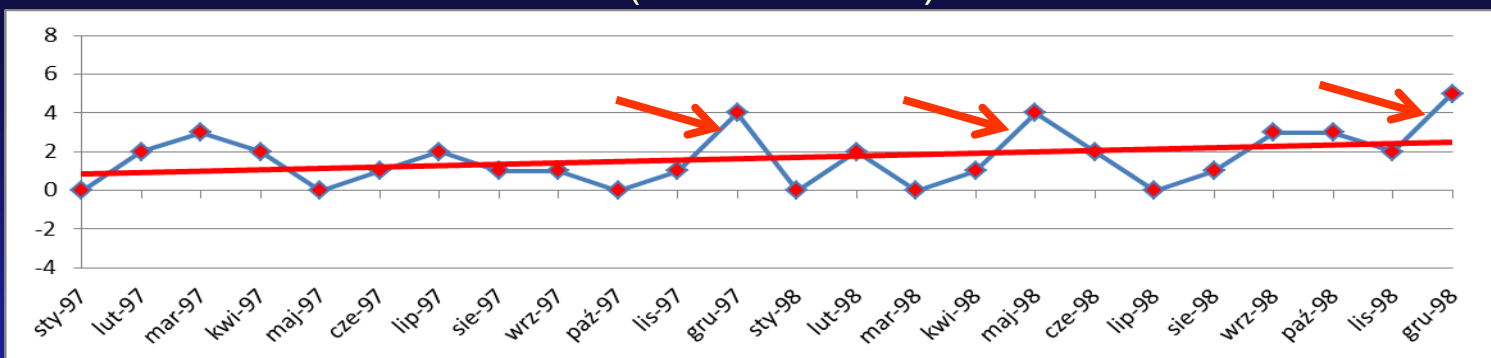
Drużyna nr 2: 11 i 15 przekroczenia górne -- zbadać przyczyny

Drużyna nr 3: proces stabilny

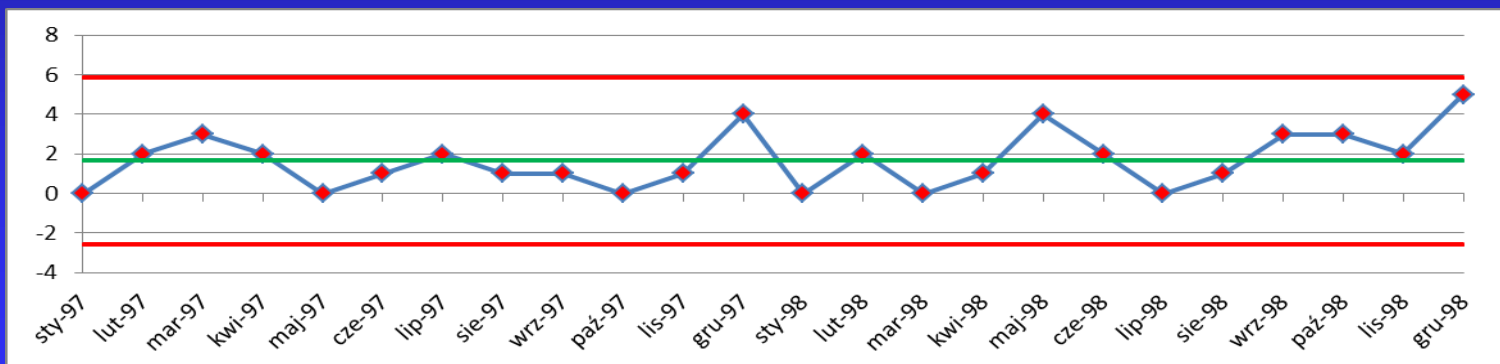
Porównywanie danych z oczekiwaniami klienta jest ważne, ale nie przyczyni się do poprawienia procesu!

Przykład 2: Wypadki w fabryce

(Wheeler s.74)

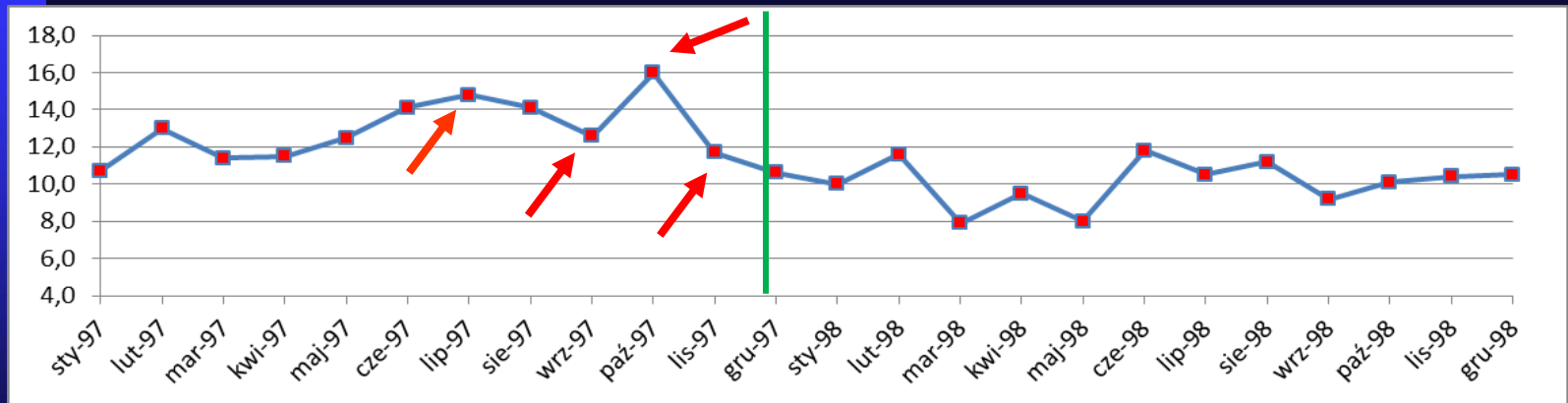


Rada Nadzorcza do Zarządu: W grudniu 97, maju 98 i grudniu 98 szczególnie wysoka wypadkowość. **Wznosząca się linia trendu!** Należy niezwłocznie zbadać przyczyny tej sytuacji.



Linia trendu dotyczy przeszłości, a nie przyszłości!

Przykład 3: Deficyt w handlu zagranicznym USA



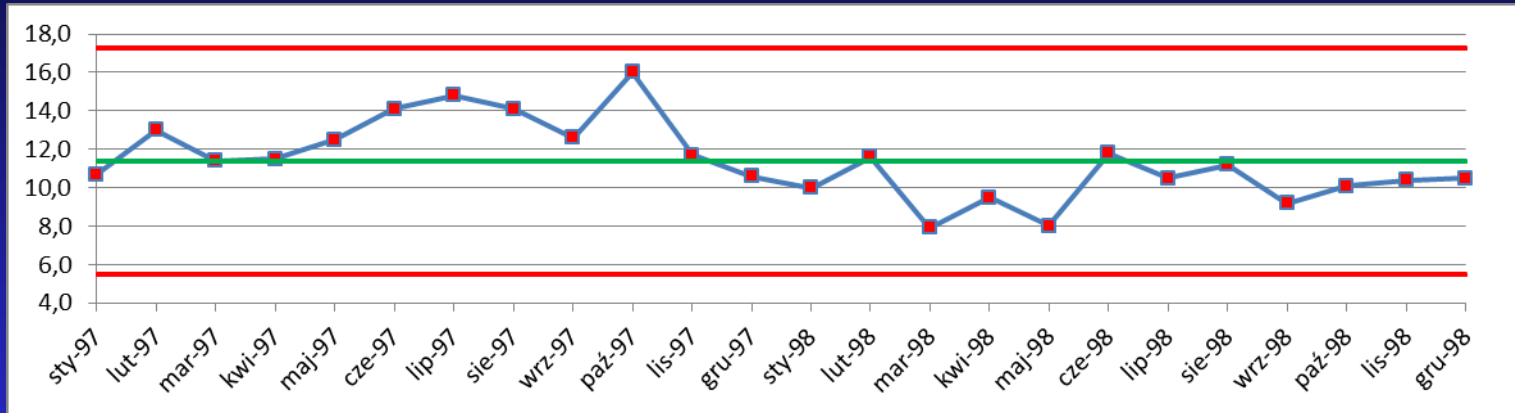
sty - lip 97: Deficyt w handlu zagranicznym rośnie. Winna jest zbyt liberalna polityka celna i ogólna niekonkurencyjność gospodarki amerykańskiej

lip - wrz 97: Podróż prezydenta do Europy, Azji i Japonii ma zapobiec zagrożeniu amerykańskiego deficytu płatniczego. Pytanie na jak długo? Czy nie jest to jedynie mydlenie oczu wyborcom? Prezydent zapewnia, że jest to odwrócenie trendu.

paź 97: Trudno się było spodziewać czegoś innego! Deficyt dramatycznie wzrósł osiągając największą wartość w okresie prezydentury partii X. Oto co są warte puste obietnice przedwyborcze!! Prezydent partii X przegrywa wybory.

lis 97: Prezydent partii Y wygrywa wybory -- my realizujemy obietnice wyborcze!

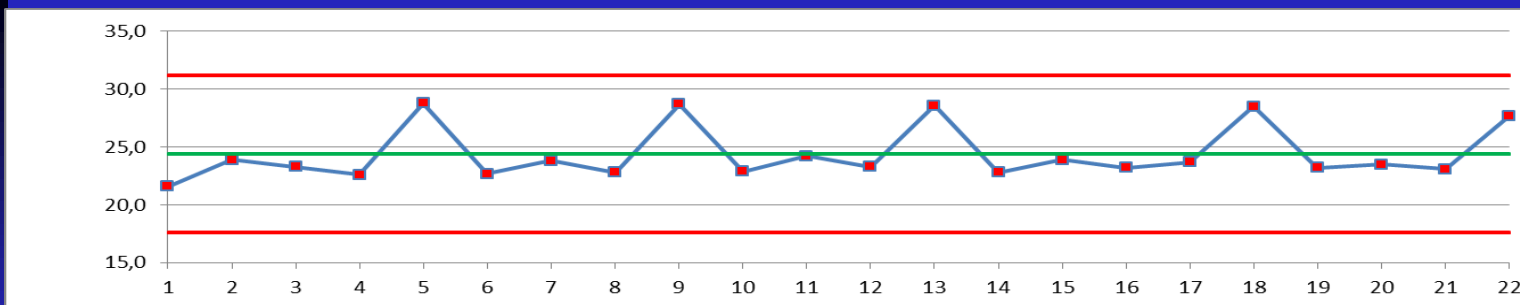
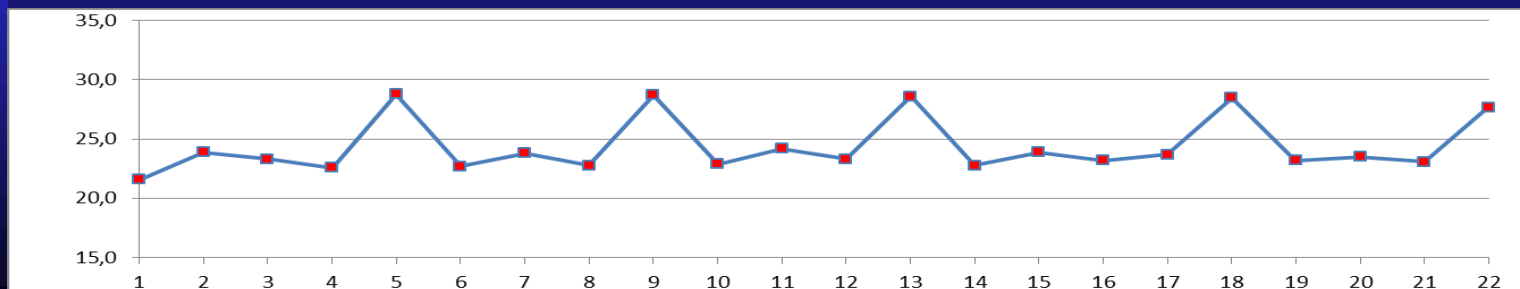
Proces „deficyt w handlu zagranicznym” jest w pełni stabilny



Karta analizuje pomiar, a nie proces

21,6	23,9	23,3	22,6	28,8	22,7	23,8	22,8	28,7	22,9	24,2	23,3
28,6	22,8	23,9	23,2	23,7	28,5	23,2	23,5	23,1	27,7		

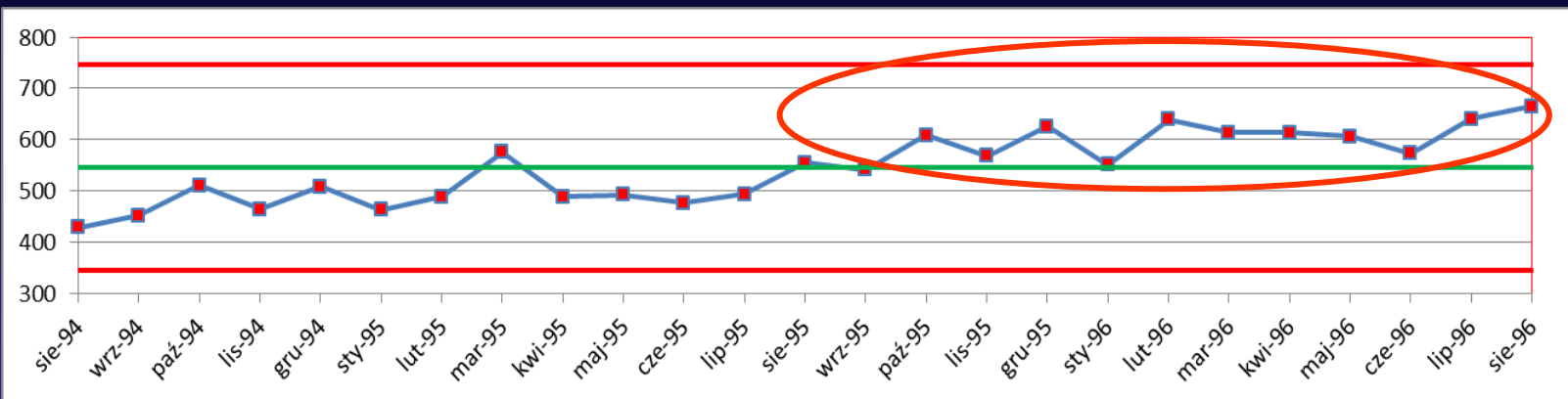
Tygodniowe wartości produkcji chemicznej w tys. USD (Wheeler s. 67)



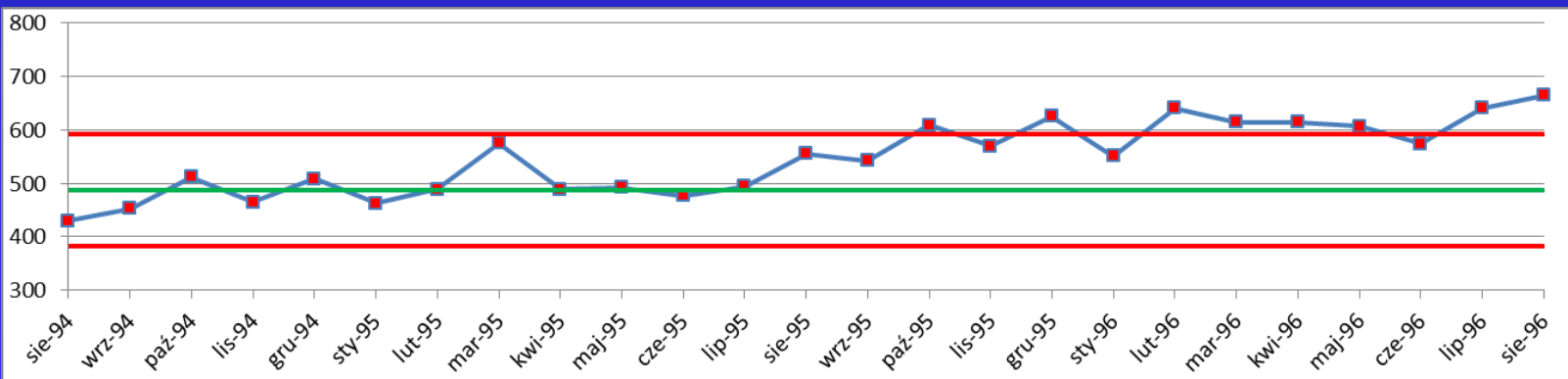
Systematyczne zaburzenie pomiaru stało się
cechą charakterystyczną procesu

Część Trzecia
Karty kontrolne
w analizie finansów
firmy X

Dynamika sprzedaży miesięcznej firmy X



Niestabilność w okresie paź-95 do sie-96 (11 mieś.)
W lecie 95 powstały nowe punkty sprzedaży



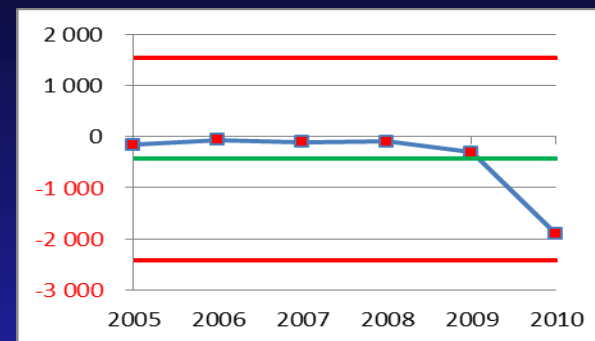
Dynamika zysku netto firmy X (sięganie do historii)

Wg. W.J.Wheelera (s. 60) do wyznaczenia karty wystarczy 5-6 pomiarów.

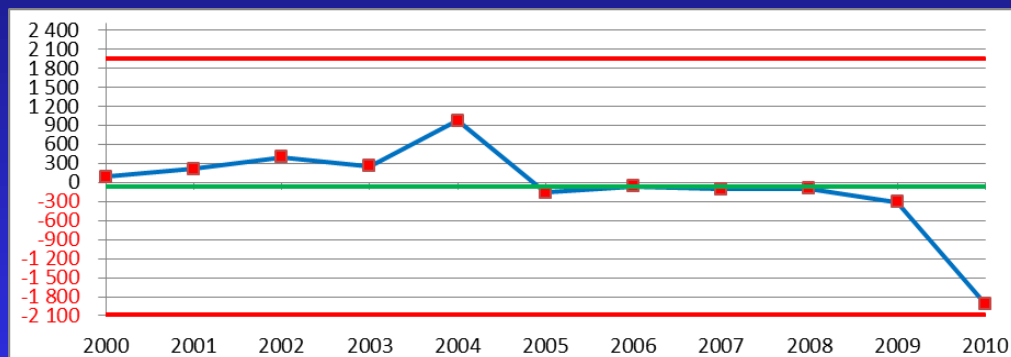
WNIOSKI

1. Czasami 6 pomiarów nie wystarcza do wykrycia rozregulowania
2. Duże zmienności mają większy wpływ na GK niż małe

6 pomiarów (p. stabilny)



11 pomiarów (p. stabilny)

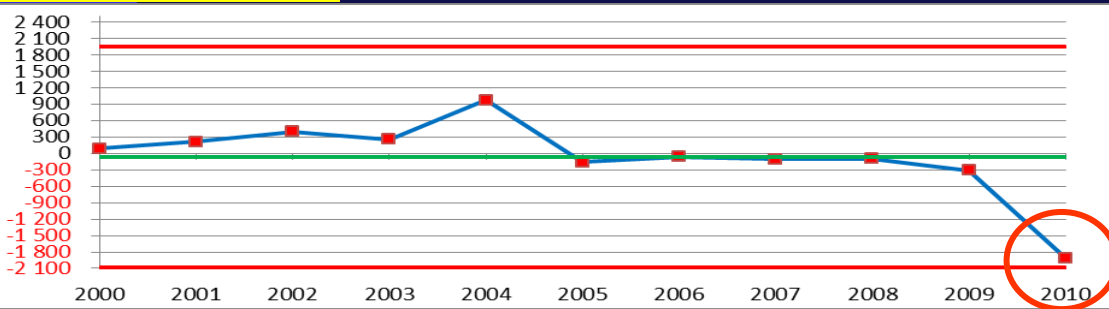


16 pomiarów (sygnał)



Sygnal na tle historii

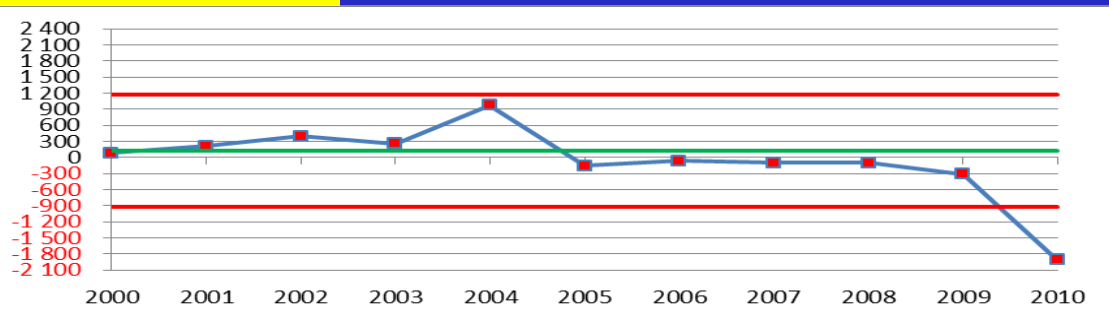
GK 2000-2010



Karta kontrolna dla przyszłości

Skoro raz wydarzył się taki spadek, to szansa na powtórkę wzrosła powyżej 0,0027.

GK 2000-2009



Karta kontrolna na tle przeszłości.

W firmie X 2000-2009 taki spadek zyskowności nie miał prawa się wydarzyć.

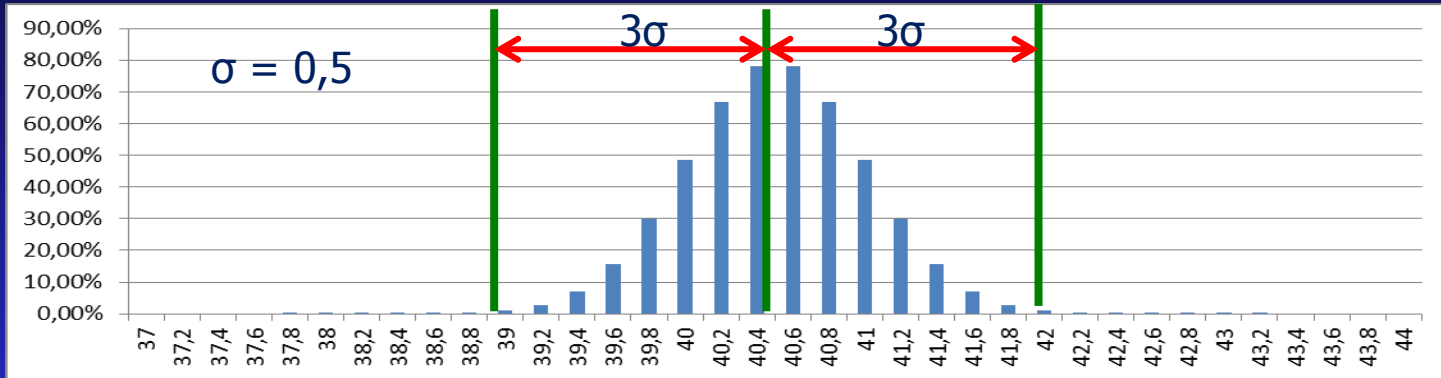
Część Czwarta

Sześć Sigma

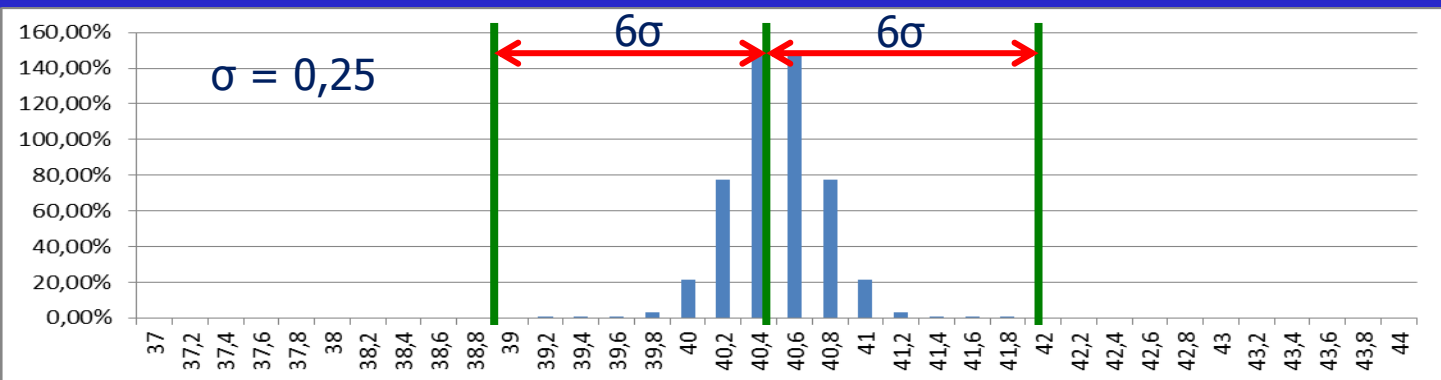
Six Sigma

Sześć sigma

Fabryka farmaceutyków produkuje lek w pastylkach o zawartości substancji czynnej $40,5 \pm 1,5$ mg.



Reżim 3 σ . Prawdopodobieństwo $p(x < 39) = p(x > 42) = 3 / 1000$



Reżim 6 σ . Prawdopodobieństwo $p(x < 39) = p(x > 42) = 3 / 1\ 000\ 000\ 000$

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

LITERATURA PRZEDMIOTU

J. R. Thompson, J. Koronacki, J. Nieckuła

Techniki zarządzania jakością, od Shewharta do metody „Six Sigma”

Akademicka Oficyna Wydawnicza „Exit”, Warszawa 2005, www.exit.pl

J. R. Thompson, J. Koronacki

Statystyczne sterowanie procesem – Metoda Deminga etapowej optymalizacji jakości

Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994

J. R. Thompson, J. Koronacki

Statistical Process Control for Quality Improvement, second edition

Chapman & Hall, New York, London 2002, ISBN 1-58488-242-5

D.Wheeler

Understanding Variation – The Key to Managing Chaos

SPC Press, Inc, Knoxville, Tennessee, ISBN 0-945320-35-2