

# Wprowadzenie do statystycznej kontroli procesów testowych

---

**Autor:** Piotr Piotrowski

## **O autorze:**

Pracownik wiedzy, Inżynier, Badacz, Działacz. Inżynier Testów w Tieto Polska, gdzie zajmuje się czynnościami testowymi w przemyśle motoryzacyjnym oraz okazjonalnie usprawnianiem procesów testowych korporacji Tieto. Działacz w organizacjach non-profit od regionalnych do globalnych w zakresie edukacji oraz nauki i technologii.

Posiada kilkuletnie doświadczenie w branżach: telekomunikacja, badania i rozwój, informatyka oraz liczne certyfikaty z: zarządzania i języka angielskiego.

Ukończył edukację w obszarze zarządzania na nieformalnym opanowaniu treści programowych Doctor of Business Administration, natomiast w obszarze techniki na trzecim roku doktoratu z telekomunikacji na Politechnice Warszawskiej.

Autor ponad 20-tu publikacji oraz dwóch zgłoszeń patentowych.



## **Streszczenie**

Statystyka znajduje zastosowanie w testowaniu oprogramowania na dwóch płaszczyznach [Veen10]:

- statystycznej kontroli procesu testowego, gdzie buduje się i utrzymuje określony model opisujący spodziewaną wydajność procesu
- testowaniu z wykorzystaniem metod statystycznych, takich jak: próbkowanie, posiewanie usterek na podstawie profili działania i wykorzystania.

W artykule przedstawiono pierwszy z powyższych punktów - podstawy tradycyjnej statystycznej kontroli procesów, w tym z zarysowaniem specyfiki związanej z testowaniem oprogramowania.

## **1. Kroki tradycyjnej statystycznej kontroli procesów**

Tradycyjna statystyczna kontrola procesów zakłada badanie procesów pod kątem stabilności (ang. *stability*) i wydolności (ang. *capability*) [SPC11]. W przypadku stabilności, bada się atrybuty, których wariacje wynikają z przyczyn przenoszalnych, zwanych także specyficznymi (ang. *assignable, specific*) – natomiast w wydolności atrybuty naturalne, inaczej ogólne (ang. *natural, common*).

„Proces jest stabilny jeśli zmienia się w przewidywalnych granicach.

Proces jest wydolny jeśli osiąga on założone rezultaty w określonym czasie.”<sup>1</sup>

Podstawą do statystycznego testowania stabilności i wydolności są wybrane oraz zmierzone atrybuty zdefiniowanego procesu. Z kolei określony proces ma za zadanie realizować postawione przed nim cele i elementy strategii biznesowej. Ponadto wszelkie założenia wejściowe statystycznej kontroli procesów ( - cele biznesowe, strategia, rodzaje i sposób dokonywania pomiarów) mogą być modyfikowane. Po jej przeprowadzeniu dokonuje się ewentualnego usprawnienia procesu. Wszystkie płaszczyzny zarządzania procesami przedstawia Rys. 1.

## 2. Najpopularniejsze narzędzia statystycznej kontroli procesów

Przy badaniu procesów pod kątem stabilności zdecydowanie przeważa stosowanie wykresów kontrolnych (ang. *control charts*), co widać między innymi w [CDM03,] [SPC11], [PMW07]. Istnieje wiele rodzajów wykresów kontrolnych [SPC11], lecz najpopularniejsze są wykresy kontrolne typu  $\bar{X}$ . Ten rodzaj wykresu kontrolnego przedstawia Rys. 2, gdzie parametrami statystycznymi jest średnia (ang. *average*) oraz odchylenie standardowe  $\sigma$  (ang. *standard deviation*). Górna granica kontrolna (ang. *upper control limit, UCL*) jest położona w odległości trzykrotnego odchylenia standardowego ze znakiem plus od średniej, natomiast dolna granica kontrolna (ang. *lower control limit, LCL*) – analogicznie, lecz dla niej odchylenie standardowe jest traktowane ze znakiem minus. Położenie granic w odległościach  $\pm 3\sigma$  jest najczęściej wykorzystywaną odległością od średniej [SPC11].

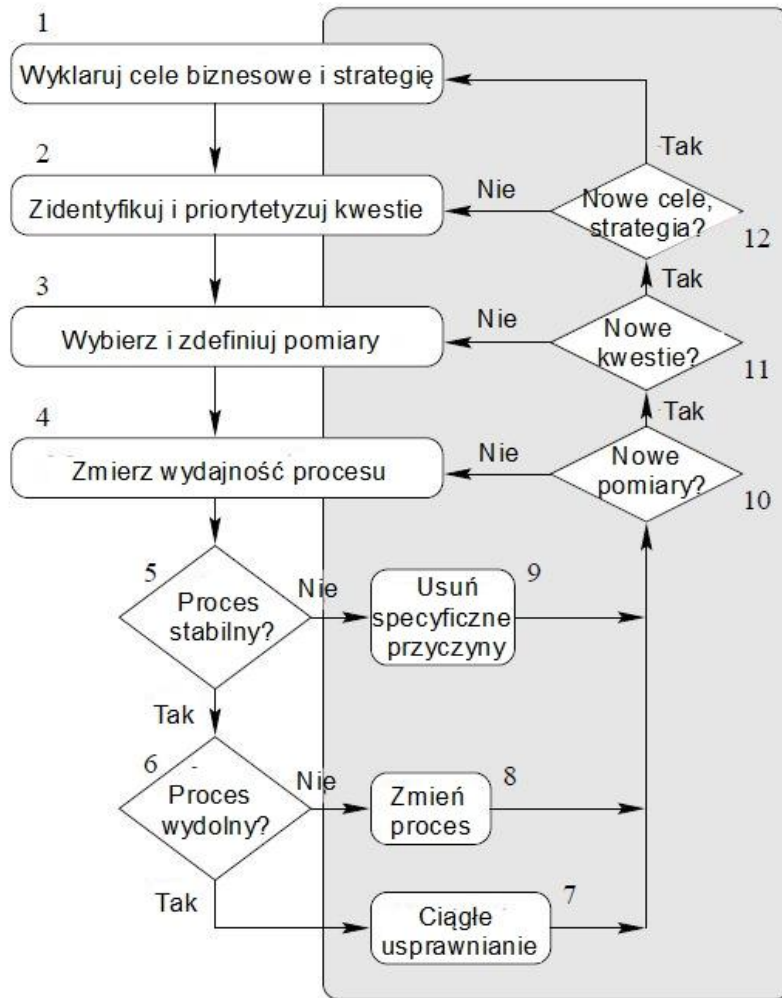
Rys. 2 przedstawia liczbę błędów wykrytych na każde z 10-ciu testów i pokazuje, że proces nie jest stabilny, ponieważ liczba wykrytych błędów dla 6-tej dziesiątki testów wynosi 10 i przekracza  $UCL = 9.856$ . Zgodnie z krokiem 9, widocznym na Rys. 1, należy usunąć specyficzną przyczynę takiego stanu rzeczy. Przyczyna niepowodzenia całej serii testów może wynikać z tego, że dana właściwość produktu nie została zaimplementowana. Problem ten można trwale rozwiązać poprzez ustalenie harmonogramów dla kodowania i testowania. Po zaimplementowaniu właściwości proces został sprowadzony do stabilności – dla 7 – mej serii testów liczba znalezionych błędów wynosi 5 ( $< UCL$ ).

Przy badaniu procesów pod kątem wydolności stosuje się często histogramy (ang. *histogram*) oraz wykresy przebiegu w czasie (ang. *run charts*) z określonymi: górną granicą specyfikacji (ang. *upper specification limit, USL*) i dolną granicą specyfikacji (ang. *lower specification limit, LSL*). Granice te przyjmuje się w zależności od praktyki przemysłowej w danym projekcie.

Na Rys. 3 przyjęto  $USL = 2$  i czysto dla kompletności rozważań  $LSL = 0$  – liczba błędów bowiem nie może być ujemna. Po przyjęciu, że nie bierze się już pod uwagę ostatniego słupka 9-10, ponieważ odpowiadający mu problem został rozwiązany w zakresie stabilności, proces jest i tak niewydolny, gdyż poza  $LSL$  i  $USL$  znajdują się jeszcze dwa słupki. Inaczej rzecz ujmując, istnieją takie serie 10-ciu testów, gdzie wykrywane są więcej niż 2 błędy. Sytuację obrazuje również Rys.4. Zgodnie z Rys. 1 w przypadku niewydolności należy zmienić proces. Jeśli chodzi o słupek 3-4 analiza przyczyny podstawowej (ang. *root cause analysis, RCA*) po stronie testów pokazała np. złe projektowanie testów jako przyczynę błędów. Można to wyeliminować przez wyrobienie nawyku konsultowania wyników testów przez mniej doświadczonych testerów z tymi bardziej doświadczonymi lub nawet z programistami. RCA po stronie programistów odkryła przyczynę za dużej ilości błędów pokazanych przez słupek 5-6, którą były problemy z nową implementacją, rozwiązane przez wprowadzenie przeglądów kodu dla nowych implementacji.

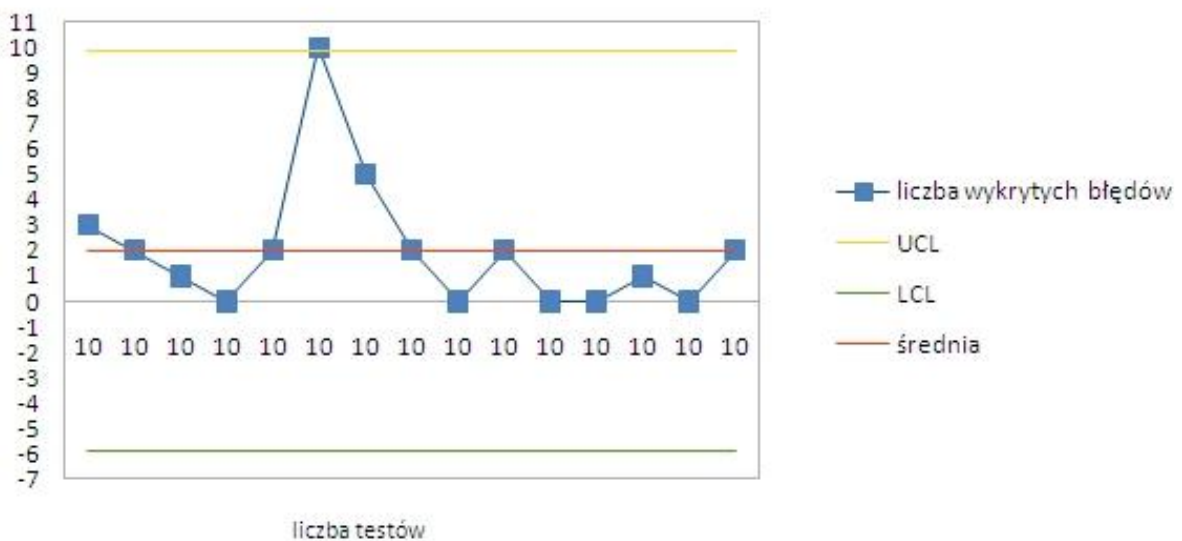
---

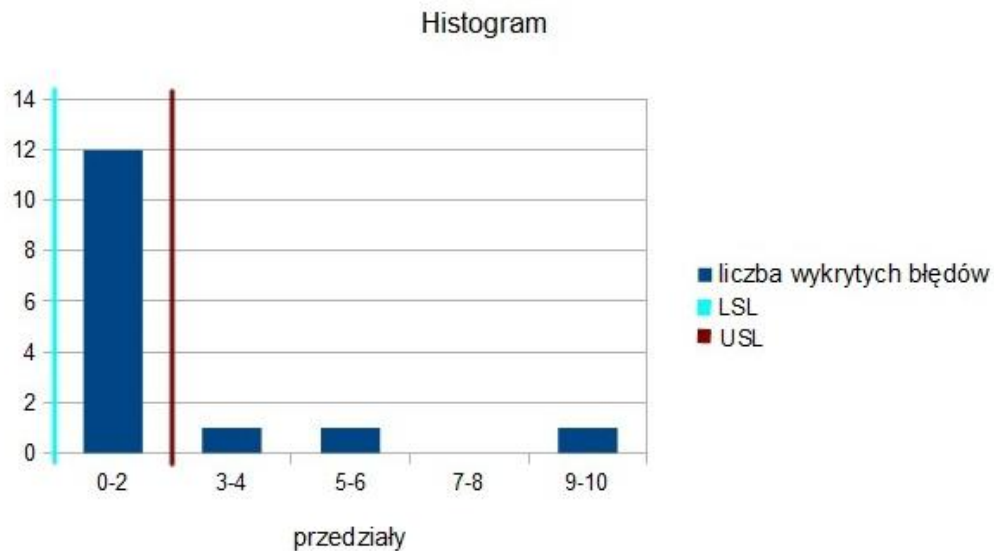
<sup>1</sup> Cytat z [CDM03].



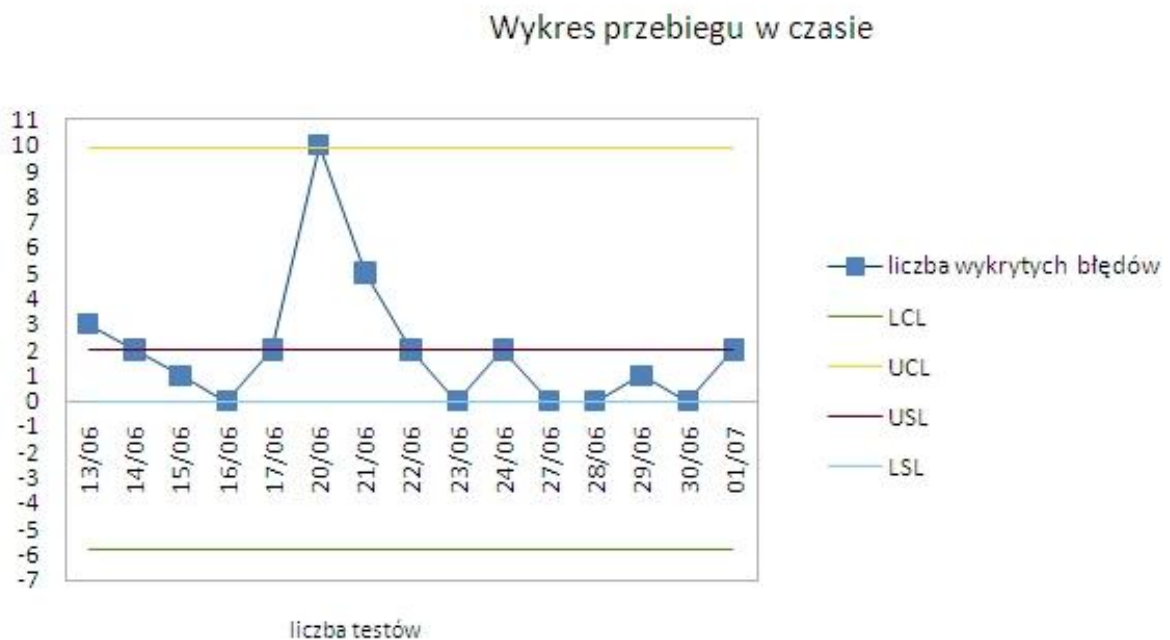
Rys. 1: Kroki zarządzania procesami uwzględniające statystyczną kontrolę procesów (5, 6) [CDM03].

Wykres kontrolny Xbar





Rys. 2: Wykres kontrolny typu Xbar – opracowanie własne.



Rys. 3: Histogram – opracowanie własne.

Rys. 4: Wykres przebiegu w czasie – opracowanie własne.

Oczywiście kolejność eliminacji błędów i związane z nią potencjalne różne inwestycje (np. w pracowników, w narzędzia testowe) zależy nie tylko od ilości błędów (tu dla danej serii testów), ale również od kosztu usunięcia błędu danego rodzaju. Problem kosztów może być dodany do powyższych badań lub uwydatniony przez wykonywanie takich analiz jak poślizg awarii (ang. *fault slippage through, FST*).

### 3. Specyfika statystycznej kontroli procesów testowych

Według [Kom06] w statystycznej kontroli procesów rozwoju oprogramowania, w tym w testowaniu, trudno jest objąć duże zbiory podobnych danych, dlatego lepiej skupić się na indywidualnych danych poprzez zastosowanie wykresów kontrolnych typu XmR, X-bar-S, Z i u-chart, które są lepsze od X-bar-R, ponieważ ten ostatni operuje na podgrupach o stałych rozmiarach i może nie mieć odpowiednio dokładnie dopasowanych granic kontrolnych. Pozostałe postulaty to: stosowanie atrybutów/pomiarów pochodzących nie tylko od

produktu (np. szybkość defektów (ang. *bug rate*)), ale również od procesu (np. efektywność przeglądu (ang. *review efficiency*)), położenie nacisku na stabilność, gdzie rozmiary danych wcale nie muszą być duże, wzięcie pod uwagę czynnika ludzkiego poprzez odpowiednie szkolenia z usprawnień procesów.

Z kolei [CDM03] zauważa, że procesy testowe mogą mieć przebieg wykładniczy (np. pokrycie kodu (ang. *code coverage*), czy liczbę pozostałych błędów (ang. *number of remaining errors*) i proponuje podejście logarytmiczne w ich analizie, co powoduje lepsze jej przystawanie do narzędzi tradycyjnej statystycznej kontroli procesów.

W [BaBo] używa się wykresów kontrolnych typu XmR i X-bar-S dla odstępów od średniej równej  $\pm 3\sigma$ . Jednocześnie nie zaleca się używania XmR dla odstępów wynoszących  $\pm 2\sigma$  i  $\pm \sigma$ , ponieważ w tym przypadku badane procesy z reguły nie wykazują symetrii względem linii określającej średnią. Najgorsza sytuacja dla stosowania obydwóch wspomnianych rodzajów wykresów kontrolnych występuje gdy próbki wykazują wyraźny trend, w tym o charakterze wykładniczym.

## Podsumowanie

Powyższy artykuł realizuje dwa cele – pokazanie najprostszych, najbardziej popularnych elementów statystycznej kontroli procesów oraz zarysowanie specyfiki, pokazanie trendów rozwojowych tej dziedziny w procesach związanych z testowaniem oprogramowania.

Zastosowanie statystyki do badania procesów jest postulowane w najwyższych poziomach dojrzałości modeli TMMi i CMMi, a także obecne w Six Sigma. Przykładowo model TMMi jest stosowany głównie w zakresie pierwszych trzech poziomów dojrzałości w przedsiębiorstwach zajmujących się testowaniem oprogramowania, a tytułowe zagadnienia związane z optymalizacją procesów są zawarte w piątym, najwyższym poziomie, dlatego artykuł opisuje tylko podstawowe narzędzia i metody statystycznej kontroli procesów.

## Literatura

[BaBo04] Baldassarre T., Boffoli N. i inni: Managing Software Process Improvement (SPI) through Statistical Process Control (SPC). University of Bari 2004.

[CDM03] Cangussu J. W., DeCarlo R.A., Mathur A. P.: Monitoring the Software Test Process Using Statistical Process Control: A Logarithmic Approach. ACM 2003.

[Kom06] Komuro M.: Experiences of Applying SPC Techniques to Software Development Processes. ACM 2006.

[PMW07] Poznaj Minitab® 15 dla systemu Windows®. Minitab® Inc 2007. <http://minitab.mgx.com.pl/>

[SPC11] Software Acquisition. Gold Practice. Statistical Process Control. <https://goldpractice.thedacs.com/practices/spc/>

[Veen10] Veenendaal E. i inni, "Test Maturity Model Integration (TMMi). Version 3.1", *TMMi® Foundation* 2010.