

## **ARKUSZ KALKULACYJNY EXCEL W NAUCZANIU STATYSTYCZNEJ KONTROLI JAKOŚCI PROCESU PRODUKCJI**

### **Streszczenie**

Rozważano możliwość wykorzystania narzędzi programu Excel w statystycznej kontroli jakości procesu produkcji oraz w nauczaniu tej metody kontroli jakości. Analizę możliwości programu przeprowadzono zarówno pod kątem wykorzystania jego standardowych funkcji, jak też opracowania makr, szablonów arkuszy dla danych pomiarowych oraz instrukcji.

**Słowa kluczowe:** statystyczna kontrola jakości, arkusze kontrolne, karty kontrolne, przedział tolerancji, odchylenie standardowe, zmienność naturalna, wykres Pareto

### **Wprowadzenie**

Arkusze kalkulacyjne stały się niezbędnym narzędziem dla biznesu, ponieważ pozwalają użytkownikowi na łączenie w jednym dokumencie danych, formuł matematycznych, tekstu i grafiki. Przy użyciu narzędzi programu Excel można, ze względu na szereg wbudowanych funkcji statystycznych, prowadzić statystyczną kontrolę jakości procesu produkcyjnego. Jest to program powszechnie używany w szkołach i na uczelniach i dlatego nauczanie statystycznej kontroli jakości przy wykorzystaniu narzędzi Excel'a nie będzie wymagało od studentów nabycia umiejętności pracy z nowym programem użytkowym. Ponadto uczelnia nie poniesie dodatkowych kosztów związanych z zakupem specjalistycznego oprogramowania.

Excel posiada ponad 80 wbudowanych funkcji statystycznych i około 60 funkcji matematycznych. Programy takie, jak Analysis ToolPak i StatPlus<sup>TM</sup>, służą między innymi do graficznej prezentacji danych, tworzenia wykresów rozkładu prawdopodobieństwa, obliczania statystyk opisowych, generowania danych, weryfikacji hipotez statystycznych i obliczania przedziałów ufności, analizy wariancji, analizy regresji i korelacji, analizy szeregów czasowych a także do statystycznej kontroli jakości [Berk, Carey 2004]. StatPlus<sup>TM</sup> jest programem niezbędnym do tworzenia wykresów kart kontrolnych, dla danych uzyskanych z procesu produkcji. Brak programu

StatPlus™ zmusza do opracowania i wyposażenia aplikacji Excel w szablony formularzy kart kontrolnych dostosowane do potrzeb kontroli jakości. Arkusze takich wykresów mogą być używane, po uprzednim wydrukowaniu, do ręcznego nanoszenia surowych lub przetworzonych danych. Przykładowe szablony formularzy do wpisywania danych oraz kart kontrolnych i dołączono do pracy.

Przeprowadzanie analizy danych za pomocą programu Excel wymaga następującego sprzętu i oprogramowania:

- Komputer osobisty kompatybilny z IBM,
- Windows 98 lub wersja późniejsza,
- Excel 97 lub wersja późniejsza.

### **Zakres pracy**

W pracy zawarta jest analiza możliwości wykorzystania aplikacji Excel w procesie nauczania statystycznej kontroli jakości oraz w procesie produkcji. Zakres rozważań obejmuje zasadnicze etapy procesu statystycznej kontroli jakości, począwszy od gromadzenia wyników pomiarów do określenia ewentualnych przyczyn powstania braków.

### **Statystyczna kontrola jakości**

Statystyczna kontrola procesu produkcji powoduje poprawę jakości, zmniejszenie kosztów kontroli, zmniejszenie ilości odpadów i przeróbek. Każdy przebieg procesu uzależniony jest od szeregu czynników, które powodują zakłócenia krótkotrwałe lub mają tendencje do powstania zmian w dłuższym okresie czasu. Zmiany te wynikać mogą z przyczyn przypadkowych lub nieprzypadkowych.

Przyczyny przypadkowe wpływają na zmienność mieszczącą się w zakresie limitów określonych dla danego procesu produkcji, jest to zmienność dopuszczalna. Przyczyny przypadkowe pozostają poza kontrolą, kontroli podlegają jedynie przyczyny nieprzypadkowe. Przykładem przyczyn nieprzypadkowych mogą być różnice pomiędzy maszynami, różne poziomy umiejętności pracowników, zmiany warunków atmosferycznych.

Celem statystycznej kontroli jakości jest minimalizacja zmienności przypisywanej przyczynom nieprzypadkowym [Deming 1982]. W statystycznej kontroli jakości wyróżnić można kilka etapów działań. Każdy z

tych etapów wymaga przeprowadzenia obliczeń lub wykonania wykresu; działania te mogą być wykonane za pomocą narzędzi programu Excel.

## **Etapy statystycznej kontroli jakości**

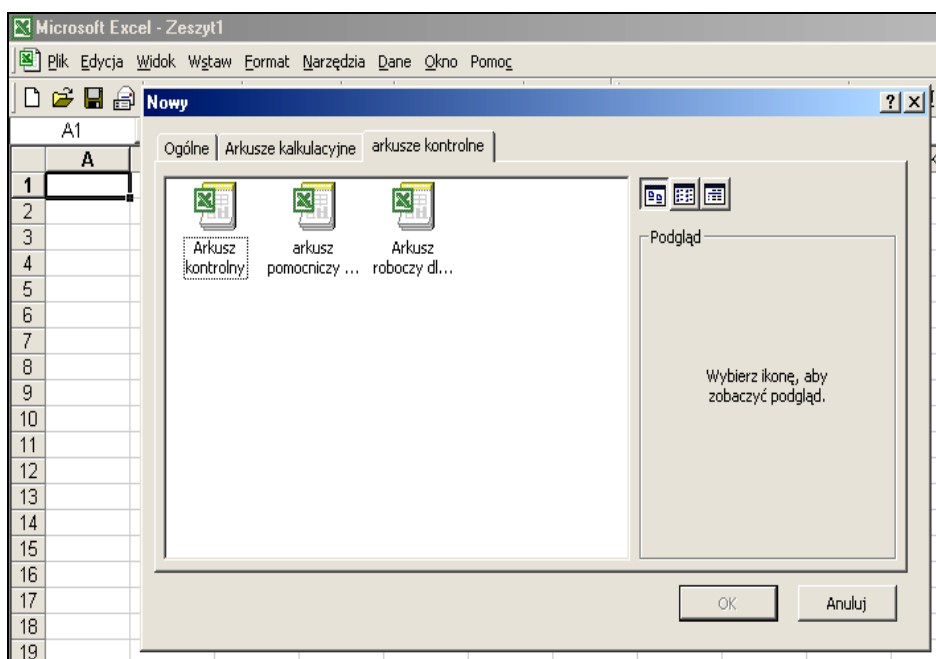
### *1. Zbieranie danych i zestawianie danych*

Dane do statystycznej kontroli jakości mogą być zbierane trzema metodami [Robert, Brewer 1996].

1. Ręczne wpisywanie danych do formularzy tabelarycznych. Formularze powinny zawierać informacje identyfikujące produkt i proces, takie jak: numer identyfikacyjny, nazwę, działanie, specyfikacje, nazwę i numer maszyny, stosowane kryteria, jednostki miary, nazwisko operatora, datę, wydział i zmianę. Analiza statystyczna wyników pomiarów za pomocą programu komputerowego wymaga ręcznego wprowadzenia danych do pamięci komputera.
2. Zapisywanie za pomocą urządzeń przenośnych. Dane są zapisywane w formacie czytany przez komputer, a ponadto dają możliwość wyświetlenia na monitorze oraz wydruku. Wyniki pomiarów mogą być przesłane do komputera w celu dalszej analizy.
3. Zapisywanie danych za pomocą urządzeń zainstalowanych na stałe na stanowisku roboczym, często podłączonych bezpośrednio do komputera. Ten sposób rejestracji danych umożliwia przeprowadzenie analizy statystycznej w czasie rzeczywistym. Należy jednak pamiętać, że gromadzenie danych w komputerze w czasie rzeczywistym bezpośrednio do programu Excel może powodować powstanie przekłamań.

Zapisane informacje mogą być analizowane przy wykorzystaniu dodatkowych programów Excel'a. W przypadku braku programu StatPlus™ analiza taka jest nieco utrudniona ze względu na brak wykresów kart kontrolnych. Problem ten można rozwiązać przez opracowanie odpowiednich makr.

Właściwe zestawienie danych pozwala na szybkie ich użycie i analizowanie, co wymaga opracowania dobrego formularza. Na potrzeby nauczania przedmiotu opracowano: wzór arkusza kontrolnego, wzór arkusza danych powtarzalności i odtwarzalności pomiarów przyrządu pomiarowego, wzór arkusza roboczego do obliczeń miejsc rysowania dla wykresu prawdopodobieństwa oraz wzór arkusza roboczego do tworzenia krzywej dystrybucyjnej (rys.1.)



Rys. 1. Okno szablonów w programie Excel  
 Fig. 1. The patterns window in Excel programme

## II. Zdolność procesu

Zdolność procesu produkcji do wytwarzania podobnych wyrobów, spełniających pewną grupę określonych warunków, mierzona jest za pomocą dwóch wielkości: zmienności naturalnej i zakresu tolerancji. Zmienność naturalna procesu produkcji wyrażana jest jako sześciokrotna wartość odchylenia standardowego ( $6\sigma$ ) i musi być mniejsza niż dopuszczalna tolerancja odchyłeń od normy. Badanie minimalnej zdolności dokonuje się przez obliczenie współczynnika zdolności; współczynnik ten obliczać można za pomocą standardowych funkcji programu Excel.

## III. Analiza procesu pomiarowego

Analiza procesu pomiarowego wymaga określenia oddzielnie błędów powtarzalności i odtwarzalności systemu pomiarowego oraz sporządzenia raportu. Wzór raportu, zawierający funkcje obliczeniowe wskaźników powtarzalności i odtwarzalności, można również umieścić w grupie szablonów Excela. Jest to bardzo przydatne zwłaszcza przy metodzie długiej obliczania takich błędów.

#### *IV. Karty kontrolne*

Prawidłowe sterowanie procesem produkcji wymaga określenia tzw. centrum procesu i sprawdzenia jego stabilności. Ponadto dla badanych produktów należy określić ilość i frakcję wyrobów niezgodnych z wymaganiami. Do tego celu służą karty kontrolne. Stosowane są głównie dwa rodzaje kart: karty zmiennych i karty charakterystyk. W zakresie kart zmiennych można opracować: wykres wyników obserwacji, wykres średnich grupowych, wykres mediany i wykres rozstępu. W zakresie kart charakterystyk : karty frakcji i karty ilości wad. Wzory arkuszy i kart można umieścić w szablonach skoroszytu aplikacji Excel.

Karty kontrolne wymagają obliczenia dla górnego i dolnego przedziału tolerancji, jak też obliczenia średnich dla podgrup. Wyposażenie programu Excel w instrukcje wykonywania tych obliczeń oraz w tabelę stosowanych współczynników pozwala na wyznaczenie limitów bez użycia pakietu StatPlus<sup>TM</sup>.

#### *V. Określenie przyczyny problemu*

Wykres Pareto jest pomocny przy określaniu przyczyny powstałych niezgodności w procesie produkcji. Jest to wykres słupkowy potencjalnych przyczyn problemu w zestawieniu z liczbą usterek uporządkowaną od najmniejszej do największej; aplikacja Excel posiada narzędzia do tworzenia takiego wykresu.

#### **Wnioski**

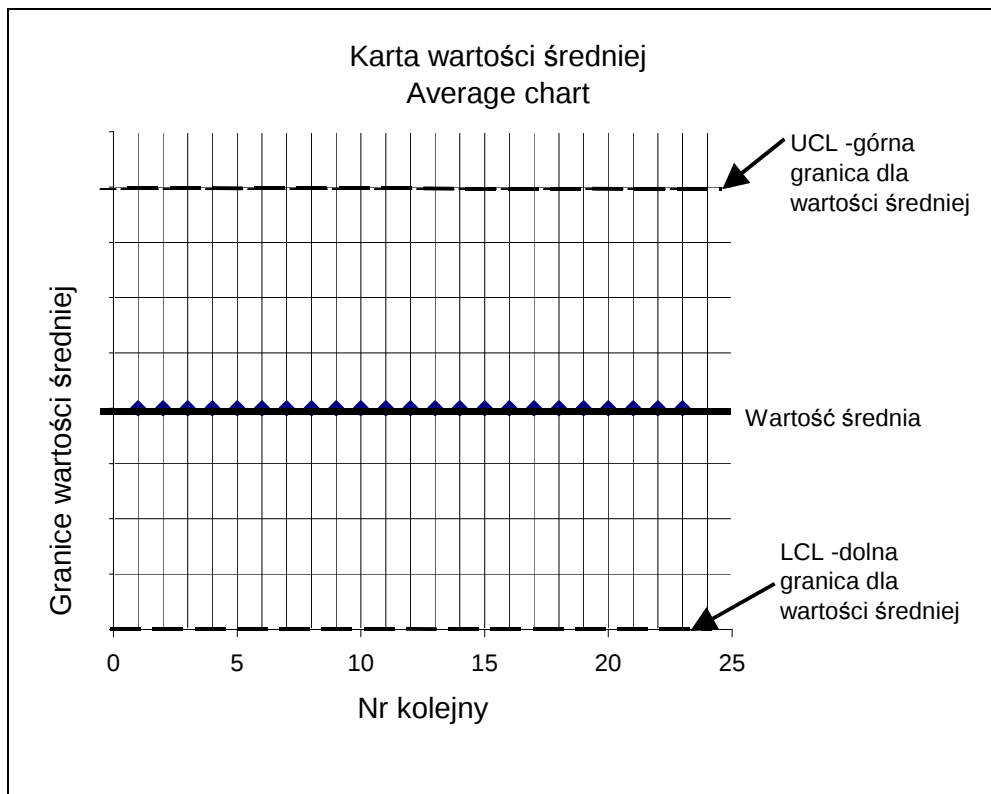
Po przeanalizowaniu kolejnych etapów statystycznej kontroli jakości stwierdzić należy, że aplikacja Excel jest dobrym narzędziem do prowadzenia takiej kontroli, jak też do nauczania tej metody kontroli jakości.

Dodatkowym atutem wykorzystania narzędzi tego programu jest jego powszechna znajomość, co pozwala na przejście w nauczaniu przedmiotu bezpośrednio do zagadnień statystycznej kontroli jakości.

Przykład 1. Arkusz danych do określenia rozkładu częstości  
Example 1. Frequency distribution data sheet

| Arkusz danych dla rozkładu częstości                                                                                                                                                                                                   |     |      |                        |          |                                                      |                      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|------------------------|----------|------------------------------------------------------|----------------------|------|
| Nr części:                      Nazwa części:<br>Tolerancja: 45 – 85        Ustawienie zera:<br>Data sprawdz.:            Producent:<br>Nr partii:                      Wielkość partii:<br>Data otrzym:                Nr zamówienia: |     |      | Punkt środkowy pomiaru | częstość | W pisz częstość z kolumny (2) i skumuluj wg strzałek | Procent skumulowania |      |
| Pomiar                                                                                                                                                                                                                                 |     |      | Zliczanie              | (1)      | (2)                                                  | (3)                  | (4)  |
| Od                                                                                                                                                                                                                                     | Do  |      |                        |          |                                                      |                      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                        |     |      |                        |          |                                                      |                      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                        |     |      |                        |          |                                                      |                      |      |
| 8,5                                                                                                                                                                                                                                    | 9,5 | Duży |                        | 9        | 5                                                    | 5                    | 5%   |
| 7,5                                                                                                                                                                                                                                    | 8,5 | ↓    |                        | 8        | 10                                                   | 20                   | 20%  |
| 6,5                                                                                                                                                                                                                                    | 7,5 | ↓    |                        | 7        | 20                                                   | 50                   | 50%  |
| 5,5                                                                                                                                                                                                                                    | 6,5 | ↓    |                        | 6        | 10                                                   | 80                   | 80%  |
| 4,5                                                                                                                                                                                                                                    | 5,5 | Mały |                        | 5        | 5                                                    | 95                   | 95%  |
|                                                                                                                                                                                                                                        |     |      |                        |          |                                                      | 100                  | 100% |

**Uwagi.** Przesuń pierwszy odczyt z kolumny (2) do kolumny(3); następnie zsumuj wg strzałek. Suma końcowa powinna równać się podwojonej liczebności próby. Wartości w kolumnie (4) oblicz dzieląc poszczególne pozycje kolumny (3) przez podwojoną wartość próby (suma końcowa w kolumnie (3))



Wykres 1. Karta wartości średniej  
Plot 1. Average value chart

Wskazówki praktyczne do karty wartości średniej świadczące o niestabilności procesu pomiarowego:

1. Jeden punkt pomiarowy poza  $3\sigma$
2. Dziewięć kolejnych punktów po jednej stronie linii centralnej
3. Sześć kolejnych punktów regularnie wznoszących się lub opadających
4. Czternaście punktów zmieniających się na przemian w górę i w dół
5. Dwa z trzech kolejnych punktów poza  $2\sigma$
6. Cztery z pięciu kolejnych punktów poza  $1\sigma$
7. Piętnaście kolejnych punktów w pasie  $1\sigma$  od linii centralnej
8. Ośiem kolejnych punktów po obu stronach linii centralnej wszystkie poza  $1\sigma$

$\sigma$  – wartość odchylenia standardowego

## **Bibliografia**

*Berk K.,N., Carey P. 2004. Data analysis with Microsoft Excel. Thomson Books/Cole, Canada, 2*

*Deming W. E. 1982. Quality, Productivity and Competitive position. Cambridge, MA: M.I.T. Center for Advanced Engineering Study*

*Robert F., Brewer P. E. 1996. Design of experiments for process improvement and quality assurance. Engineering & Management Press Institute of Industrial Engineers, Norcross, Georgia, USA*

## **EXCEL CALCULATION SHEET IN TEACHING OF STATISTICAL QUALITY CONTROL IN PRODUCTION PROCESS**

### **Summary**

Paper considered the possibilities of applying the Excel programme to statistical control of production process quality as well as in teaching of this quality control method. The programme was analyzed in respect of its standard functions as well as of the macros' elaboration, data collection sheet patterns and instructions.

**Key words:** statistical process control, data collection sheets, control charts, tolerance limits, standard deviation, natural variability, Pareto chart

*Recenzent – Jerzy Dąbkowski*