# Metody Statystyczne

kierunek: INF SSI

rok akademicki: 2021/2022

rok studiów: 2

semestr: 4

## Projekt

prowadzący zajęcia: prof. dr hab. inż. Katarzyna Stąpor

sekcja 4-1


skład sekcji:

Wojciech Ptaś

Wojciech Siudy

Jan Kocurek

Tomasz Zawadzki

Bartosz Orlof

Paweł Skorupa


Gliwice, 31 maja 2022

Tematem projektu była analiza wyników finansowych firm handlowych zatrudniających do 5 pracowników funkcjonujących na terenie Wrocławia w 1997 r.

## 1. **Analiza struktury kosztów i obrotów**

Obliczono następujące miary położenia:

- Średnia $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$
- Moda (najczęściej występująca wartość)
- Mediana $Q2$
- Kwartyl rzędu ¼ $Q1$
- Kwartyl rzędu ¾ $Q3$

Obliczono również miary zróżnicowania:

- Wariancja $s^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$
- Odchylenie standardowe $s = \sqrt{s^2}$
- Średnie odchylenie bezwzględne $D = \frac{\sum_{i=1}^{n}|x_i - \bar{x}|}{n}$
- Współczynnik zmienności $v = \frac{s}{\bar{x}}$
- Rozstęp $x_{max} - x_{min}$
- Rozstęp ćwiartkowy $IQR = Q_3 - Q_1$

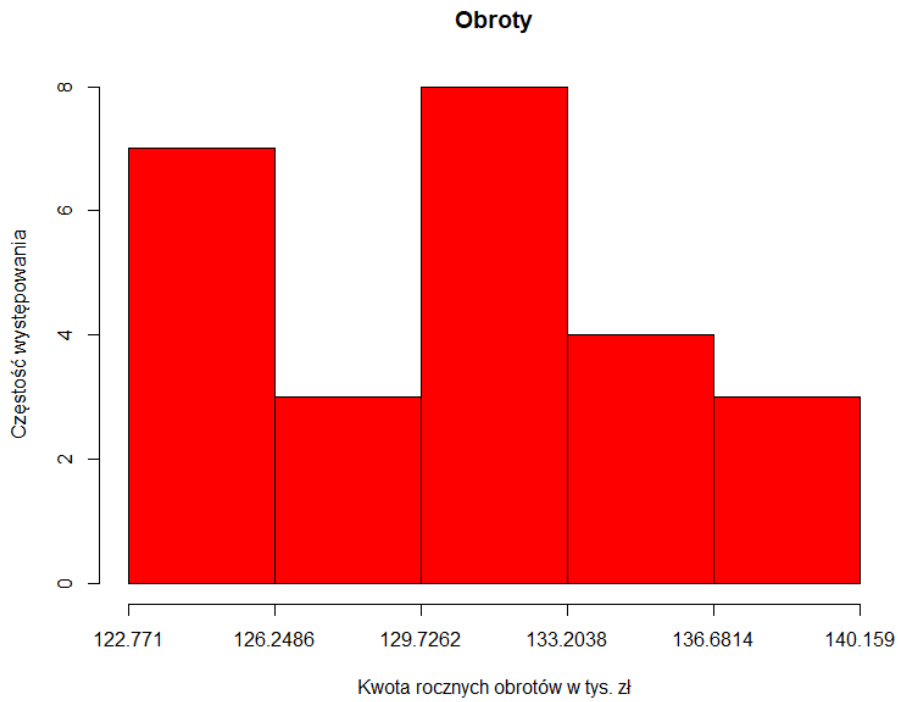
Następnie obliczono wybrane miary asymetrii:

- Współczynnik asymetrii (skośność) $A = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|x_i - \bar{x}|^3}{s^3}$

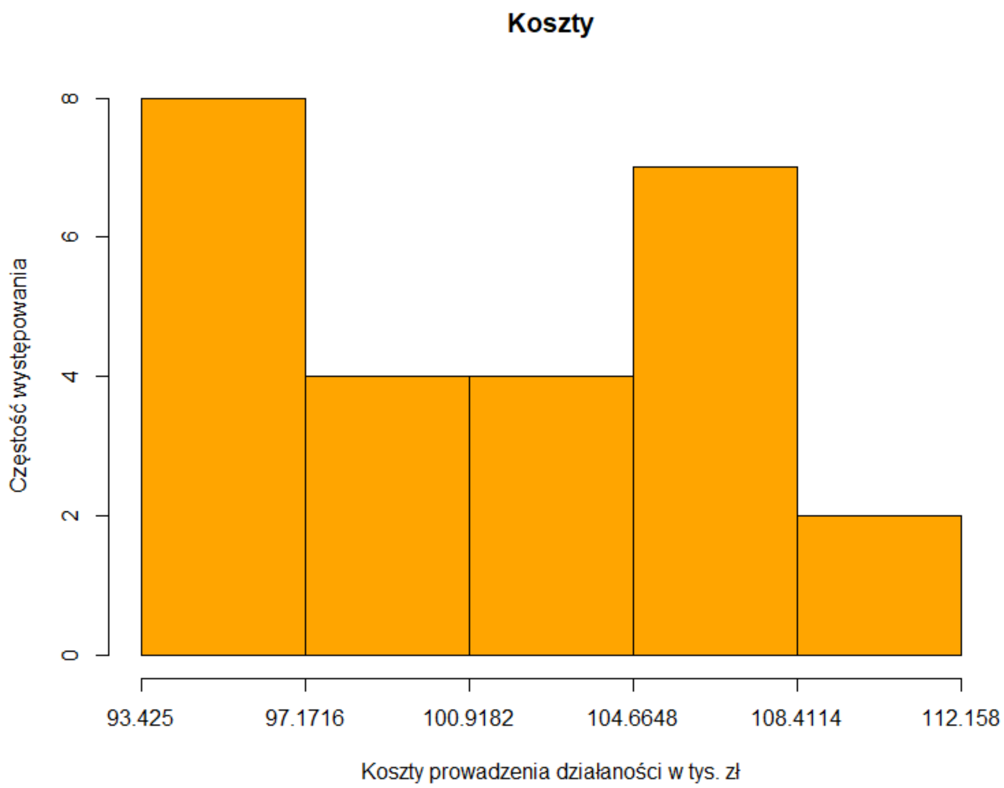
Obliczono również miary skupienia:

- Kurtoza $Kurt = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|x_i - \bar{x}|^4}{s^4}$

Rozkład obrotów wykazuje lekką prawostronną asymetrię (skośność jest równa 0,05) oraz spłaszczenie (kurtoza wynosi 2,1 < 3).




Rozkład kosztów również wykazuje prawostronną asymetrię (skośność jest w tym przypadku równa 0,18) oraz cechuje go spłaszczenie (kurtoza jest równa 1,93 < 3).



## 2. Sprawdzenie rozkładów kosztów i obrotów

W celu sprawdzenia czy koszty i obroty mają rozkład normalny, przeprowadzono test rozkładu Kołmogorowa. W tym celu wykorzystano gotową funkcjonalność języka **R,** funkcję **ks.test()**. Jako oszacowane parametry rozkładu podano estymator wartości oczekiwanej i odchylenia standardowego.

Dla kosztów, otrzymano wartość $p - value = 0.7676$, ponieważ poziom istotności jest mniejszy niż uzyskana wartość, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że koszty mają rozkład normalny.

Dla obrotów, otrzymano wartość $p - value = 0.7661$, ponieważ poziom istotności jest mniejszy niż uzyskana wartość, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że obroty mają rozkład normalny.

## 3. Szacunek przedziałowy kosztów

Próba jest niewielka, a wariancja populacji nie jest znana. Z tego powodu skorzystano z poniższego wzoru:

$$\left(\overline{x} - t\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-1\right)\frac{s}{\sqrt{n-1}}, \overline{x} + t\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-1\right)\frac{s}{\sqrt{n-1}}\right)$$

Obliczono również względną precyzję szacunku, korzystając ze wzoru:

$prec = \frac{d(\hat{a}_n)}{\hat{a}_n} * 100\%$, gdzie $d(\hat{a}_n) = \frac{l_n}{2}$

$l_n = a_g(X_1, \dots, X_n) - a_d(X_1, \dots, X_n)$

Otrzymano wartość $prec = 2{,}64\%$. Ponieważ wartość precyzji wynosi mniej niż 5%, oznacza to, że nasze wnioskowanie statystyczne jest całkowicie bezpieczne, więc mamy podstawy do uogólnienia wyników na całą populację małych firm.

## 4. Szacunek przedziałowy wariancji kosztów

Zważywszy na małą wielkość próby, skorzystano z rozkładu chi-kwadrat. Wykorzystany, w celu estymacji przedziałowej wariancji kosztów, wzór jest następujący:

$$\left(\frac{n * s^2}{\chi^2(1-\frac{\alpha}{2}, n-1)}, \frac{n * s^2}{\chi^2(\frac{\alpha}{2}, n-1)}\right)$$

Oszacowano przedziałowo wariancję kosztów, dla zadanego współczynnika ufności, a następnie obliczono względną precyzję szacunku, korzystając z tego samego wzoru, co w zadaniu 3. Ponieważ otrzymano wartość powyżej 10% (dokładnie $prec = 86{,}06\%$ ), wynik należy określić jako całkowicie niepewny, nie ma podstaw do uogólnienia go na całą populację.

## 5. Weryfikacja hipotezy o dochodowości branży

W celu dowiedzenia, czy branża jest dochodowa, przeprowadzono test istotności. Postawiono hipotezę zerową o równości wartości przeciętnych kosztów i obrotów:

$$H_0: m_o = m_k$$

którą spodziewano się odrzucić na rzecz następującej hipotezy alternatywnej:

$$H_1: m_o > m_k$$

Ponieważ nie posiadano informacji o tym, czy wariancje dwóch populacji są równe, przeprowadzono test, z tym samym współczynnikiem istotności.

Hipoteza zerowa: wariancje obu populacji są równe.

$$H_0: \sigma_o^2 = \sigma_k^2$$

Hipoteza alternatywna: wariancje obu populacji są różne

$$H_1: \sigma_o^2 \neq \sigma_k^2$$

Wartość statystyki testowej obliczono ze wzoru:

$$F = \frac{s_o^2}{s_k^2}$$

A krawędź rozkładu odczytano z tablicy kwantyli rozkładu F Snedecora:

$$F(1-\alpha, n_o - 1, n_1 - 1)$$

Test wykazał brak podstaw do odrzucenia hipotezy mówiącej, że wariancje dwóch populacji są równe.

Następnie zbudowano statystykę testową testu dotyczącego równości wartości oczekiwanych. Wartość statystyki testowej obliczono ze wzoru:

$$T = \frac{\overline{X_o} - \overline{X_k}}{\sqrt{\frac{n_o S_o^2 + n_k S_k^2}{n_o + n_k - 2} * \frac{n_o + n_k}{n_o * n_k}}}$$

Wartość lewej krawędzi zbioru krytycznego odczytano z rozkładu kwantyli t-Studenta:

$$t(1-\alpha, n_o + n_k - 2)$$

Wartość statystyki testowej należała do przedziału krytycznego, co zadecydowało o odrzuceniu hipotezy zerowej i zaakceptowania hipotezy alternatywnej. To oznacza, że tezę mówiącą o tym, że branża jest dochodowa, można dla zadanego współczynnika ufności przyjąć za prawdziwą.