**Politechnika Wrocławska**
**Wydział Matematyki**



| | |
|---|---|
| Skład grupy: | Agata Sobczak 268873 |
| | Katarzyna Kudełko 268762 |
| Prowadzący laboratorium: | dr inż. Rafał Połoczański |
| Prowadzący wykład: | dr hab. inż. Krzysztof Burnecki |


# Statystyka stosowana

# Raport 2.

# Lista 8.


WROCŁAW 20.6.2023

# Spis treści


**1 Wstęp** **3**
1.1 Definicje . . . 3

**2 Zadanie 1.** **3**
2.1 Cel zadania . . . 3
2.2 Statystyka testowa . . . 3
2.3 $\mu \neq 1.5$ . . . 4
2.4 $\mu > 1.5$ . . . 5
2.5 $\mu < 1.5$ . . . 6

**3 Zadanie 2.** **7**
3.1 Cel zadania . . . 7
3.2 Statystyka testowa . . . 7
3.3 $\sigma^2 \neq 1.5$ . . . 8
3.4 $\sigma^2 > 1.5$ . . . 9
3.5 $\sigma^2 < 1.5$ . . . 10

**4 Zadanie 3.** **11**
4.1 Cel zadania . . . 11
4.2 Błąd I rodzaju . . . 11
4.2.1 Zadanie 1., $\mu$ . . . 11
4.2.2 Zadanie 2., $\sigma^2$ . . . 13
4.3 Błąd II rodzaju . . . 15
4.3.1 Zadanie 1., $\mu$ . . . 15
4.3.2 Zadanie 2., $\sigma$ . . . 17

**5 Interpretacja wyników** **18**

**6 Wnioski** **18**
6.1 Zadanie 1. i 2. . . . 18
6.2 Zadanie 3. . . . 18

**7 Literatura** **19**

# 1 Wstęp

## 1.1 Definicje

- Błąd I rodzaju - odrzucenie prawdziwej hipotezy zerowej $H_0$.
- Poziom istotności testu - oznaczany jako $\alpha$, to prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju.
- Przedział ufności - przedział, który informuje o tym, że poszukiwana wartość mieści się w pewnym przedziale.
- Błąd II rodzaju - przyjęcie nieprawdziwej hipotezy zerowej $H_0$.
- P-wartość - najmniejsza wartość poziomu istotności $\alpha$, przy któyrym wartość statystyki prowadzi do odrzucenia hipotezy zerowej $H_0$.
- Zbiór krytyczny- zbiór wartości statystyki prowadzący do odrzucenia hipotezy zerowej $H_0$ na rzecz hipotezy alternatywnej.
- Hipoteza zerowa $H_0$- hipoteza, któa poddana testom sprawdzającym, czy róznica między analizowanymi parametrami wynosi 0.
- Hipoteza alternatywna- hipoteza przeciwstawna do weryfikowanej.

# 2 Zadanie 1.

## 2.1 Cel zadania

Celem zadania jest zweryfikowanie następujących hipotez alternatywnych:

- $\mu \neq 1.5$,
- $\mu > 1.5$,
- $\mu < 1.5$,

na poziomie istotności $\alpha = 0.05$, przeciw hipotezie zerowej $H_0 : \mu = 1.5$, na podstawie próby pochodzącej z populacji generalnej o rozkładzie normalnym $N(\mu, 0.2)$. Należy również narysować odpowiednie obszary kytyczne oraz wyznaczyć p-wartości dla każdej z hipotez.

## 2.2 Statystyka testowa

W przypadku testowania hipotez w rodzinie rozkładów normalnych w celu zbadania wartości średniej, statystykę $T$ oblicza się przy użyciu następującego wzoru:

$$T = \frac{\overline{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

gdzie:

- $\overline{x}$ - średnia z próby
- $\mu_0$ - wartość średniej w hipotezie zerowej,
- $\sigma$ - znane odchylenie standardowe,
- $n$ - liczność próby.

Podstawiając liczność próby $n = 1000$, można estymować średnią:

$$\overline{x} = 1.4554659542499997 \approx 1.4555.$$

Następnie, po podstawieniu liczności próby $n = 1000$, wartości hipotezy zerowej $\mu = 1.5$ oraz $\overline{x} = 1.4555$, otrzymana jest wartość statystyki testowej $T$:

$$T = -7.04145089960709 \approx -7.0414$$

Gdy $H_0$ jest prawdziwa, to $T$ powinna przyjmować małe wartości (rozbieżność między średnią z próbki $\overline{x}$, a wartością hipotezy zerowej $\mu_0$, która jest testowana).

## 2.3 $\mu \neq 1.5$

Gdy $\mu \neq \mu_0$, zbiór krytyczny ma postać $\left(-\infty\ ;\ -z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right] \cup \left[z_{1-\frac{\alpha}{2}}\ ;\ \infty\right)$,gdzie $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ jest kwantylem rzędu $1 - \frac{\alpha}{2}$ rozkładu $\mathcal{N}(0, 1)$. Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

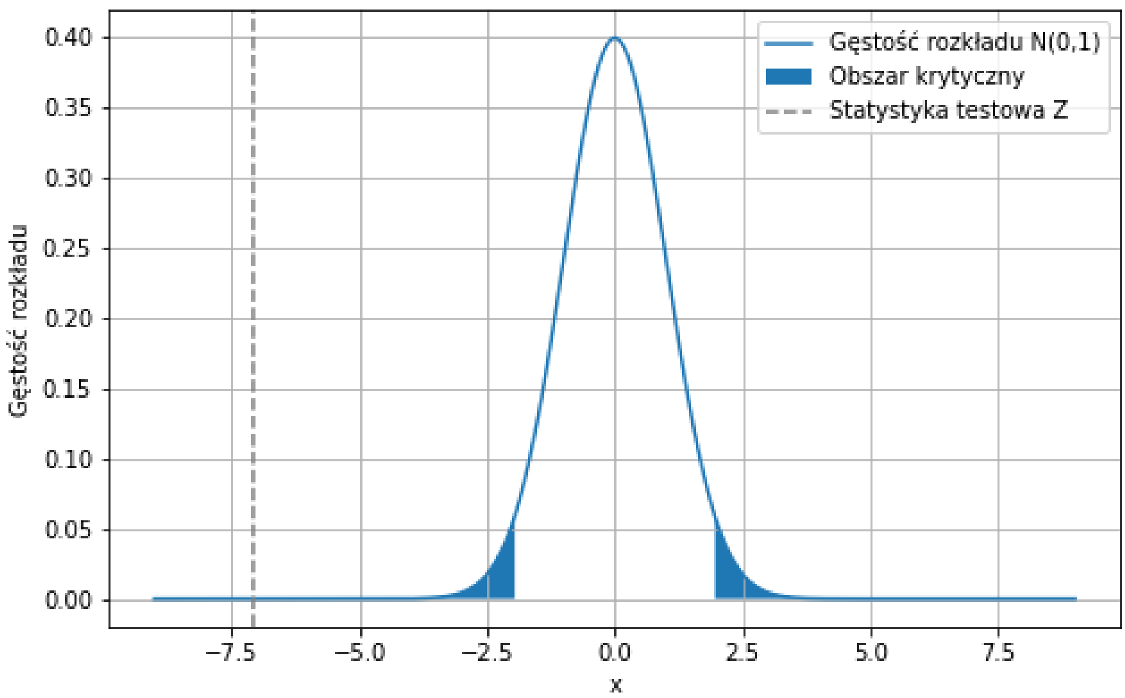
$$(-\infty\ ;\ -1.96] \cup [1.96\ ;\ \infty)$$

Jako iż, wartość statystyki $T$ mieści się w tym przedziale krytycznym, to odrzucona zostaje hipoteza zerowa.

Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$2P_{H_0}(T > |t|) = 2(1 - P_{H_0}(T \leq |t|)) = 2(1 - F_T(|t|) = 2 - 2\Phi(|T|)$$

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $1.9024 \cdot 10^{-12}$.




Rysunek 1: Wykres gęstości rozkładu $N(0, 1)$ z zaznaczoną wartością statystyki $T$ i obszarem krytycznym

### 2.4 $\mu > 1.5$

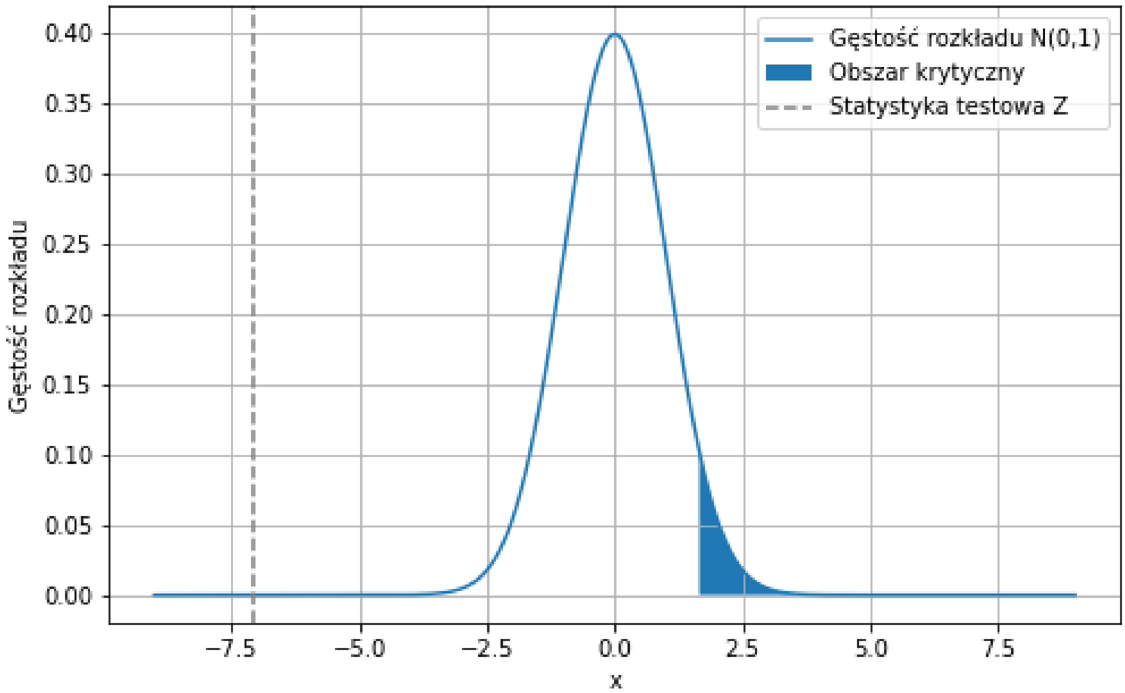
Gdy $\mu > \mu_0$, zbiór krytyczny ma postać $[z_{1-\alpha}; \infty)$,gdzie $z_{1-\alpha}$ jest kwantylem rzędu $1 - \alpha$ rozkładu $\mathcal{N}(0,1)$. Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

$$[1.64\ ; \infty)$$

Jako iż, Wartość statystyki nie należy do przedziału krytycznego, zatem należy przyjąć hipotezę zerową. Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$2P_{H_0}(T > t) = 1 - P_{H_0}(T \leq t)) = 1 - F_T(t)$$

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $0.9999999999990488 \approx 1$.




Rysunek 2: Wykres gęstości rozkładu $N(0,1)$ z zaznaczoną wartością statystyki $T$ i obszarem krytycznym

### 2.5 $\mu < 1.5$

Gdy $\mu < \mu_0$, zbiór krytyczny ma postać $(-\infty\ ;\ -z_{1-\alpha}]$,gdzie $z_{1-\alpha}$ jest kwantylem rzędu $1-\alpha$ rozkładu $\mathcal{N}(0,1)$. Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

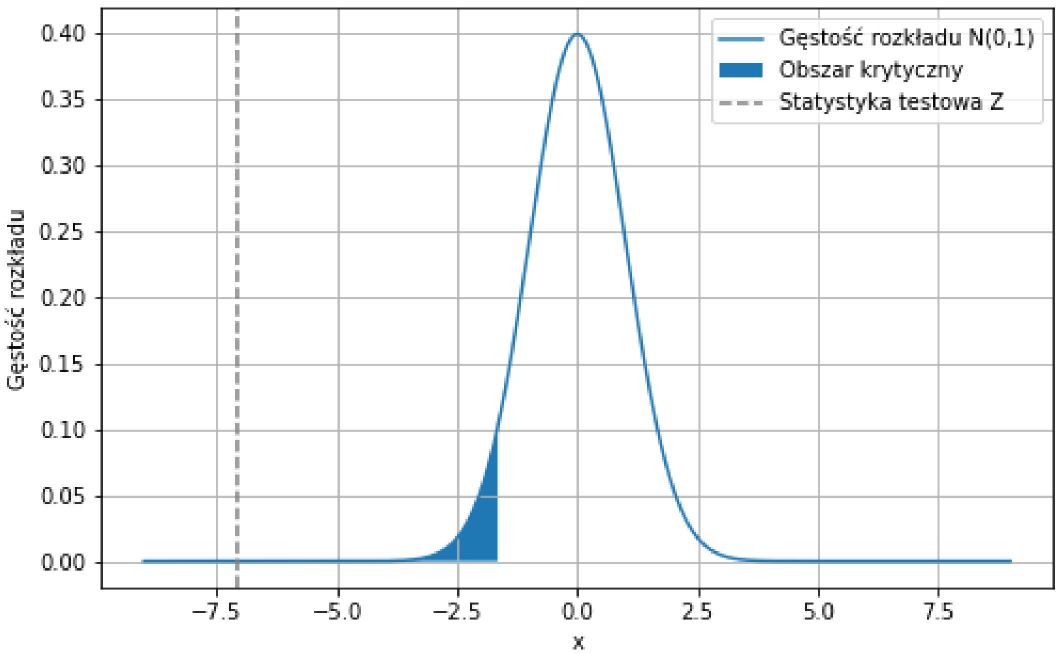
$$(-\infty\ ;\ -1.64]$$

Jako iż, wartość statystyki $T$ mieści się w tym przedziale krytycznym, to odrzucona zostaje hipoteza zerowa.

Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$P_{H_0}(T \leq t) = F_T(t)$$

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $5124129124134 \cdot 10^{-13} \approx 9.512 \cdot 10^{-13}$.




Rysunek 3: Wykres gęstości rozkładu $N(0,1)$ z zaznaczoną wartością statystyki $T$ i obszarem krytycznym

# 3 Zadanie 2.

## 3.1 Cel zadania

Celem zadania jest zweryfikowanie następujących hipotez alternatywnych:

- $\sigma^2 \neq 1.5$,
- $\sigma^2 > 1.5$,
- $\sigma^2 < 1.5$,

na poziomie istotności $\alpha = 0.05$, przeciw hipotezie zerowej $H_0 : \sigma^2 = 1.5$, na podstawie próby pochodzącej z populacji generalnej o rozkładzie normalnym $N(0.2, \sigma^2)$. Należy również narysować odpowiednie obszary kytyczne oraz wyznaczyć p-wartości dla każdej z hipotez.

## 3.2 Statystyka testowa

W przypadku testowania hipotez w rodzinie rozkładów normalnych w celu zbadania wariancji, statystykę $\chi^2$ oblicza się przy użyciu następującego wzoru:

$$\chi^2 = \frac{(n-1)S^2}{{\sigma^2}_0},$$

gdzie:

- n - liczność próby,
- $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\bar{X}-x_i)^2}{n-1}$ - estymator wariancji,
- ${\sigma_0}^2$ - wartość wariancji w hipotezie zerowej.

Podstawiając liczność próby $n = 1000$, można estymować wariancję:

$$S^2 = 1.6681207941464067 \approx 1.6681.$$

Następnie, po podstawieniu liczności próby $n = 1000$, wartości hipotezy zerowej ${\sigma_0}^2 = 1.5$ oraz $S^2 = 1.6681$, otrzymana jest wartość statystyki testowej $\chi^2$:

$$\chi^2 = 1110.968448901507 \approx 1110.9684$$

Gdy hipoteza zerowa jest prawdziwa, statystyka ma rozkład $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody. Następnie sprawdza się, czy wartość danej statystyki znajduje się w obszarze krytycznym. Jeśli tak, hipoteza zerowa jest odrzucana. Prawdopodobieństwo, że statystyka $\chi^2$ przyjmuje wartość spoza rozkładu $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody, wynosi $1 - \alpha$.

### 3.3 $\sigma^2 \neq 1.5$

Gdy $\sigma^2 \neq {\sigma_0}^2$, zbiór krytyczny ma postać $(-\infty, {\chi^2}_{\frac{\alpha}{2},n-1}] \cup [{\chi^2}_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}, \infty)$, a przedział akceptacji hipotezy to $({\chi^2}_{\frac{\alpha}{2},n-1}; {\chi^2}_{1-\frac{\alpha}{2},n-1})$, gdzie ${\chi^2}_{\alpha,\, n-1}$ - kwantyl rzędu $\alpha$ rozkładu $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody.

Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

$$({\chi^2}_{0.025,\, 999}; {\chi^2}_{0.975,\, 999}) = (913.3009983021134; 1088.4870677259353) \approx (913.3010; 1088.4871)$$

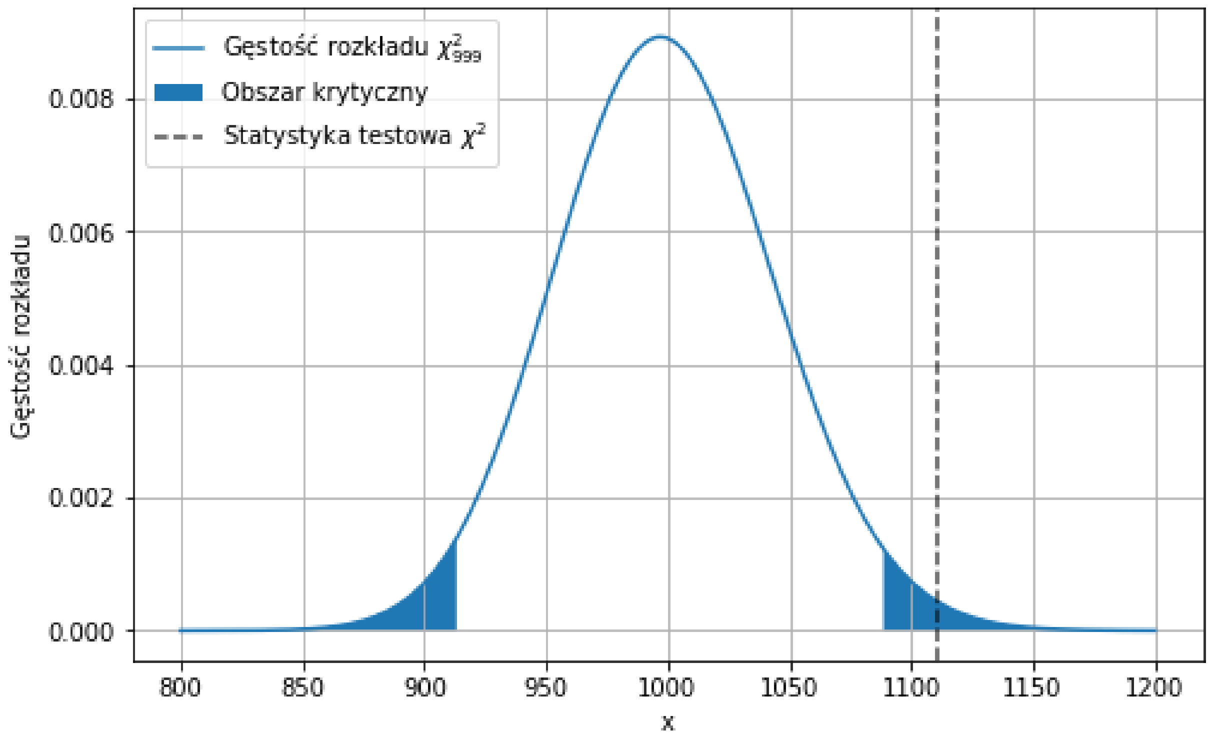
Oznacza to, że statystyka $\chi^2 = 1110.9684$ jest poza zbiorem akceptacji hipotezy zerowej, więc należy ją odrzucić.

Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$2P_{H_0}(\chi^2 > |\chi|) = 2(1 - P_{H_0}(Z \leq |\chi|)) = 2(1 - F_{\chi^2}(|\chi|),$$

gdzie $F_{\chi^2}(|\chi|)$ - dystrybuanta rozkładu $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody w punkcie $|\chi|$.

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $0.015023252487834649 \approx 0.015$, co oznacza, że dla $\alpha < 0.015$ hipoteza zerowa zostanie przyjęta, a dla $\alpha > 0.015$ - odrzucona.




Rysunek 4: Rozkład statystyki $\chi^2$ pod warunkiem hipotezy zerowej, z zaznaczonym obszarem krytycznym oraz statystyką testową $\chi^2$.

### 3.4 $\sigma^2 > 1.5$

Gdy $\sigma^2 > {\sigma_0}^2$, zbiór krytyczny ma postać $[{\chi^2}_{1-\alpha;n-1}, \infty)$, a przedział akceptacji hipotezy to $(-\infty; {\chi^2}_{1-\alpha,n-1})$, gdzie ${\chi^2}_{\alpha,\,n-1}$ - kwantyl rzędu $\alpha$ rozkładu $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody.

Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

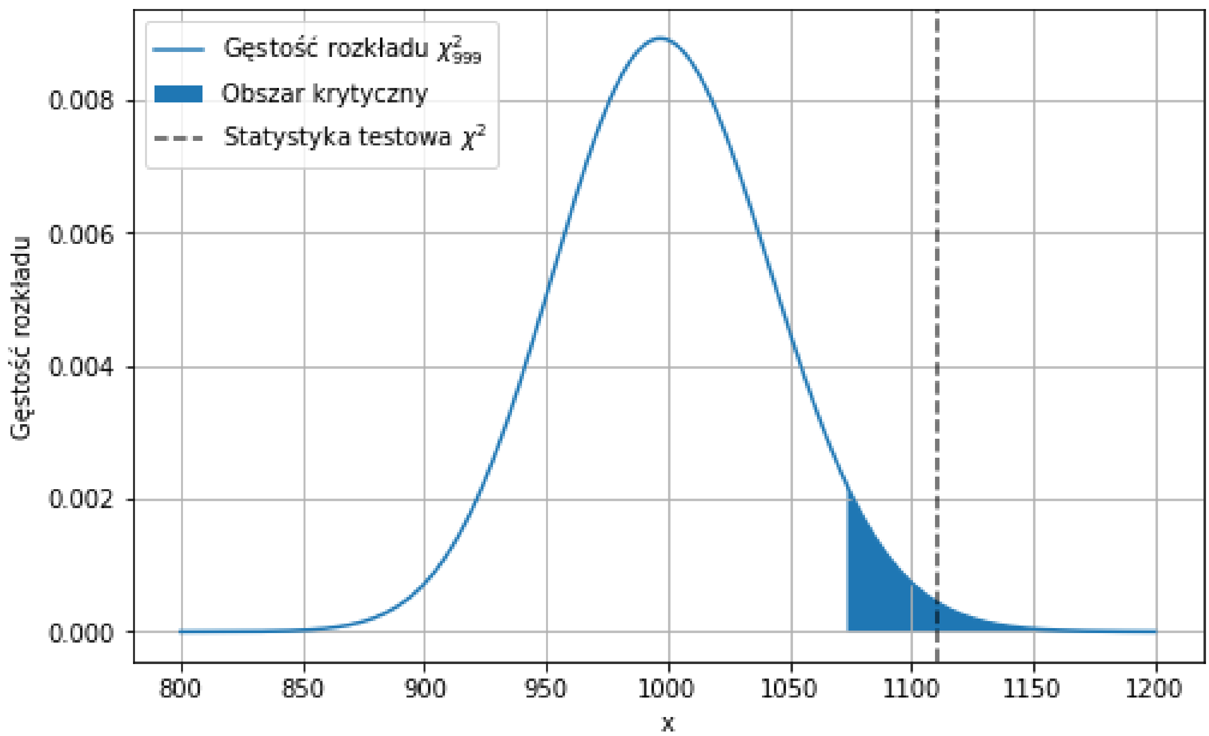
$$(-\infty; 1073.6426506574246) \approx (-\infty; 1073.6427)$$

Oznacza to, że statystyka $\chi^2 = 1110.9684$ znajduje się w zbiorze krytycznym, zatem zostaje odrzucona.

Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$P_{H_0}(\chi^2 > |\chi|) = 1 - P_{H_0}(\chi^2 \leq |\chi|) = 1 - F_{\chi^2}(|\chi|),$$

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $0.007511626243917324 \approx 0.0075$, co oznacza, że dla $\alpha < 0.0075$ hipoteza zerowa zostanie przyjęta, a dla $\alpha > 0.0075$ - odrzucona.




Rysunek 5: Rozkład statystyki $\chi^2$ pod warunkiem hipotezy zerowej, z zaznaczonym obszarem krytycznym oraz statystyką testową $\chi^2$.

### 3.5 $\sigma^2 < 1.5$

Gdy $\sigma^2 < {\sigma_0}^2$, zbiór krytyczny ma postać $(-\infty; {\chi^2}_{\alpha,n-1}]$, a przedział akceptacji hipotezy zerowej to $({\chi^2}_{\alpha,n-1}, \infty)$, gdzie ${\chi^2}_{\alpha,\, n-1}$ - kwantyl rzędu $\alpha$ rozkładu $\chi^2$ z $(n-1)$ stopniami swobody.

Zatem szukany przedział akceptacji hipotezy zerowej, podstawiając $\alpha = 0.05$, ma postać

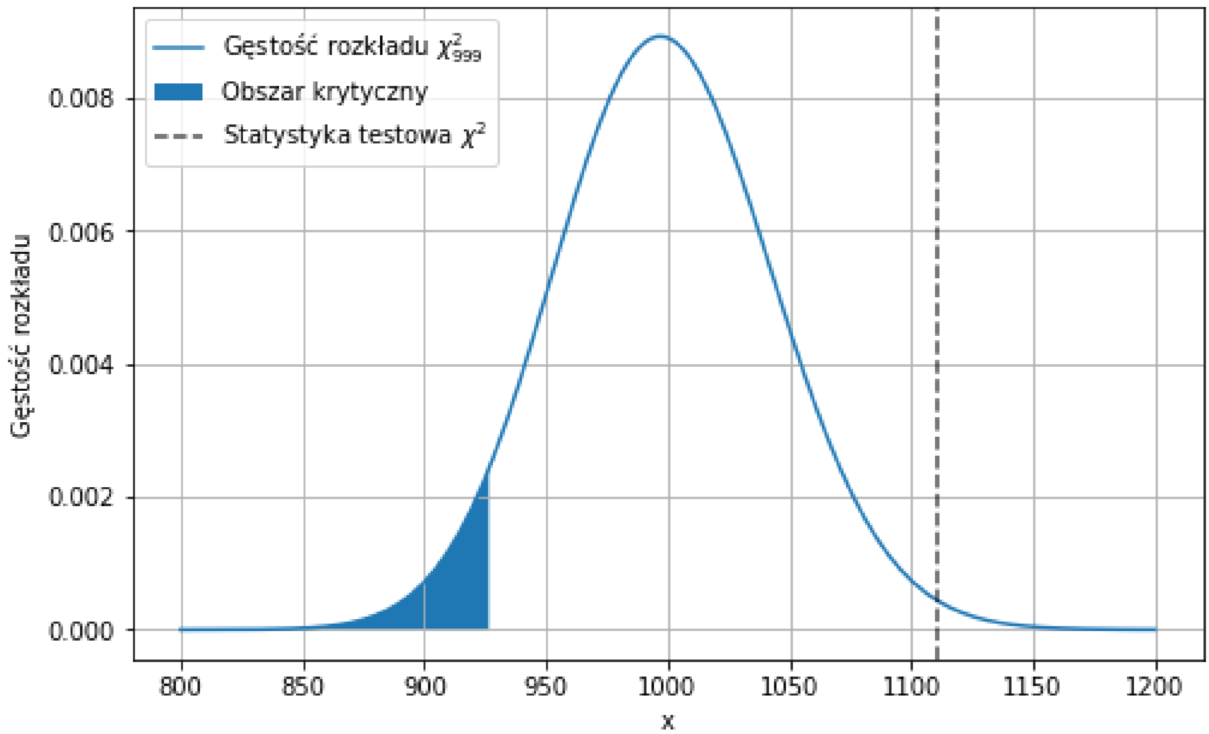
$$(926.6311609204329; \infty) \approx (926.6312; \infty)$$

Oznacza to, że statystyka $\chi^2 = 1110.9684$ znajduje się w zbiorze akceptacji hipotezy zerowej, zatem zostaje przyjęta.

Następnie obliczono p-wartość według wzoru:

$$P_{H_0}(\chi^2 > |\chi|) = F_{\chi^2}(|\chi|),$$

W analizowanej próbie p-wartość wynosi $0.9924883737560827 \approx 0.9925$, co oznacza, że dla $\alpha > 0.9925$ hipoteza zerowa zostanie przyjęta, a dla $\alpha < 0.9925$ - odrzucona.




Rysunek 6: Rozkład statystyki $\chi^2$ pod warunkiem hipotezy zerowej, z zaznaczonym obszarem krytycznym oraz statystyką testową $\chi^2$.

# 4 Zadanie 3.

## 4.1 Cel zadania

Celem zadania jest symulacyjne wyznaczenie błędu I rodzaju oraz błędu II rodzaju, a także wyznaczenie mocy testu.

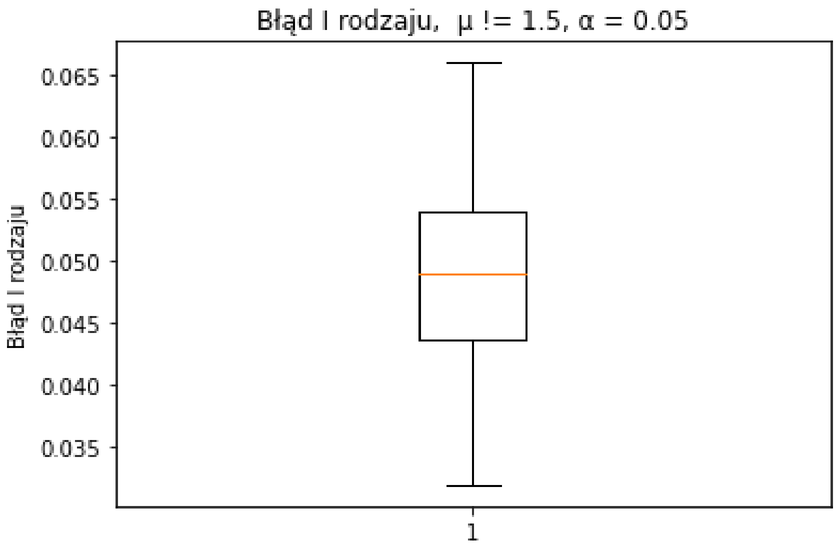
## 4.2 Błąd I rodzaju

Algorytm wyznaczania symulacyjnie błędu I rodzaju:

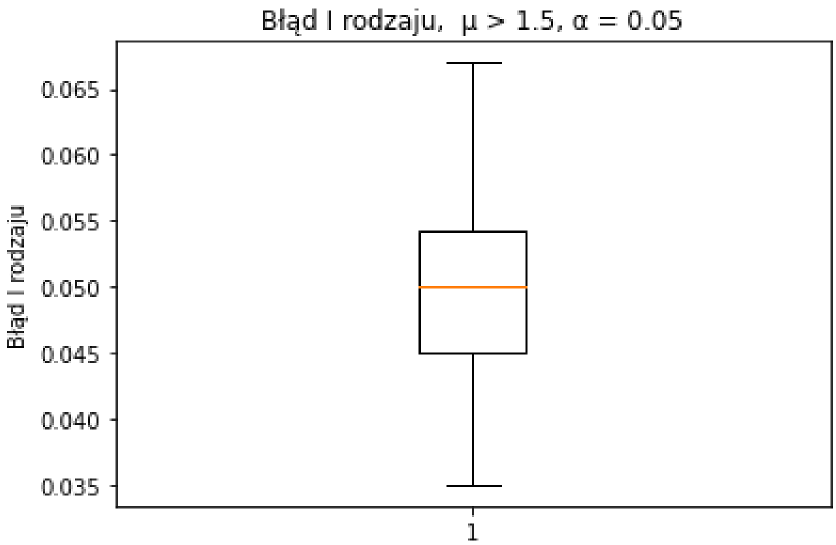
- 1. Ustalić wartość $\alpha$ na poziomie 0.05 oraz liczbę powtórzeń $N$ na 1000.
- 2. Wygenerować próbkę $X_1, X_2, ..., X_n$ o rozmiarze $n = 1000$ z rozkładu normalnego $N(\mu, \sigma^2)$, gdzie $\mu = 1.5$ i $\sigma = 0.2$ (parametry zgodne z $H_0$).
- 3. Wyznaczyć wartość statystyki testowej Z lub $X^2$, w zależności od zadania.
- 4. Określić obszar krytyczny na podstawie hipotezy alternatywnej dla danego zadania.
- 5. Jeżeli wartość statystyki testowej znajduje się w obszarze krytycznym, zwiększyć licznik odrzuconych hipotez zerowych o 1.
- 6. Powtórzyć N razy kroki numer 2.-5.
- 7. Obliczyć stosunek liczby odrzuconych hipotez zerowych do liczby powtórzeń N. Ten stosunek daje przybliżoną wartość błędu I rodzaju.

### 4.2.1 Zadanie 1., $\mu$

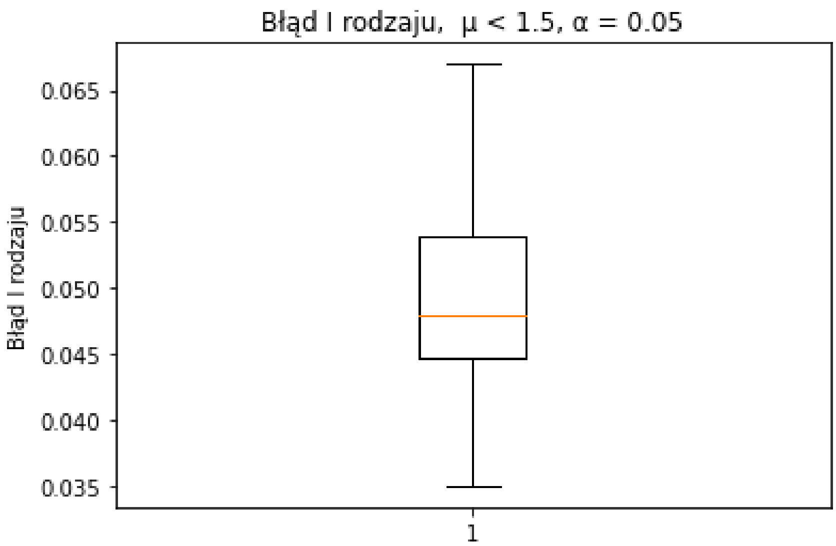
Dla poziomu istotności $\alpha = 0.05$, algorytm zostaje powtórzony $M = 100$ razy. Otrzymane rezultaty są prezentowane na wykresie pudełkowym, obrazującym rozkład liczby odrzuconych hipotez zerowych.




Rysunek 7: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\mu \neq 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 8: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\mu > 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 9: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\mu < 1.5$ i $\alpha = 0.05$

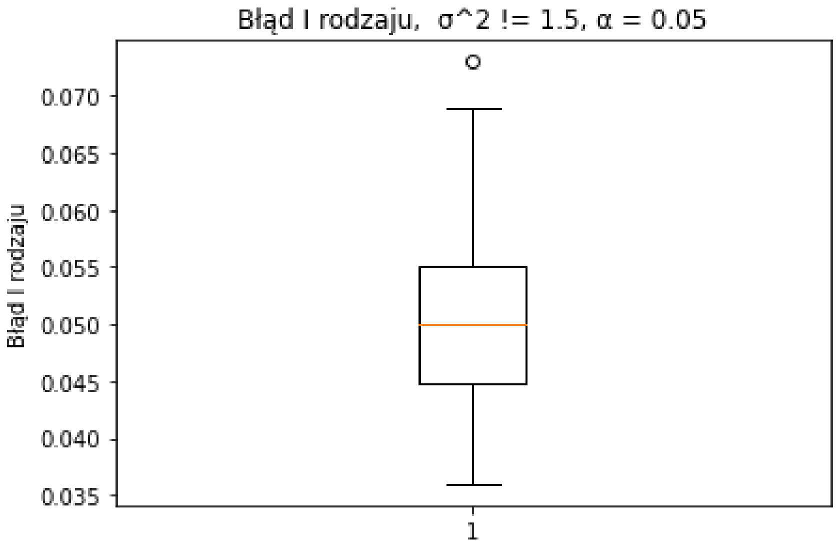
W tabeli zamieszczono wartości liczb odrzuconych hipotez zerowych dla różnych, dodatkowo rozważonych poziomów istotności, takich jak $\alpha = 0.01$, $\alpha = 0.05$ oraz $\alpha = 0.1$. Poziomy istotności są przedstawione w kolumnach, a wiersze odpowiadają różnym powtórzeniom. W poszczególnych komórkach tabeli znajdują się wartości liczby odrzuconych hipotez zerowych.

| | $\mu \neq 1.5$ | $\mu > 1.5$ | $\mu < 1.5$ |
|---|---|---|---|
| $\alpha$=0.01 | 0.01 | 0.011 | 0.01 |
| $\alpha$=0.05 | 0.050 | 0.050 | 0.049 |
| $\alpha$=0.1 | 0.099 | 0.099 | 0.1 |

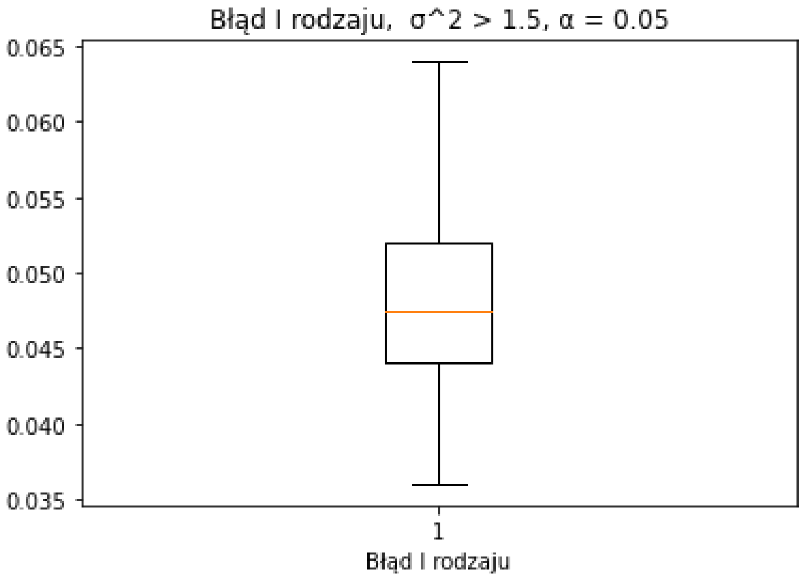
Tabela 1: Wartości błędu I rodzaju dla $\mu$ dla różnych $\alpha$ w zależności od hipotezy alternatywnej.

### 4.2.2 Zadanie 2., $\sigma^2$

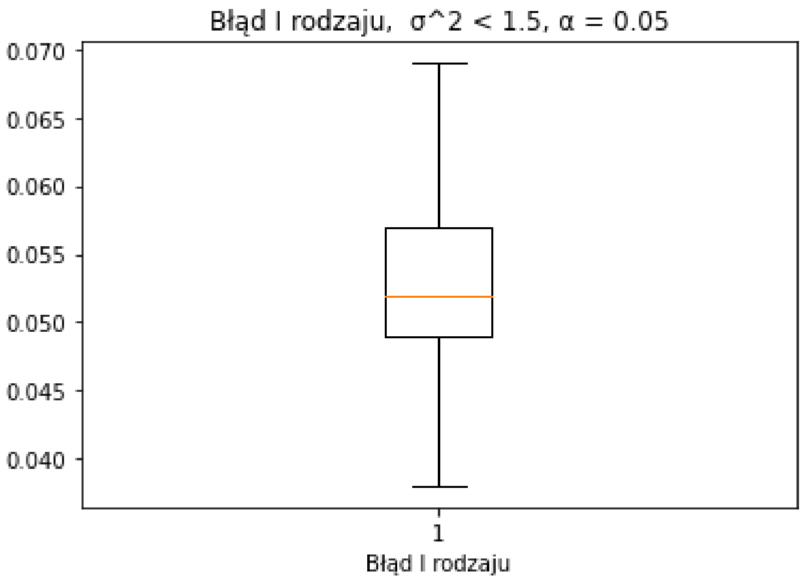
Te same działania zostały wykonane dla Zadania 2., poniżej przedstawione zostały wyniki.




Rysunek 10: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\sigma^2 \neq 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 11: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\sigma^2 > 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 12: Wykres pudełkowy przedstawiający wartość błędu I rodzaju dla wartości średniej dla hipotezy $\sigma^2 < 1.5$ i $\alpha = 0.05$

| | $\sigma^2 \neq 1.5$ | $\sigma^2 > 1.5$ | $\sigma^2 < 1.5$ |
|---|---|---|---|
| $\alpha$=0.01 | 0.01 | 0.008 | 0.01 |
| $\alpha$=0.05 | 0.05 | 0.049 | 0.052 |
| $\alpha$=0.1 | 0.1 | 0.096 | 0.103 |

Tabela 2: Wartości błędu I rodzaju dla $\sigma^2$ dla różnych $\alpha$ w zależności od hipotezy alternatywnej.

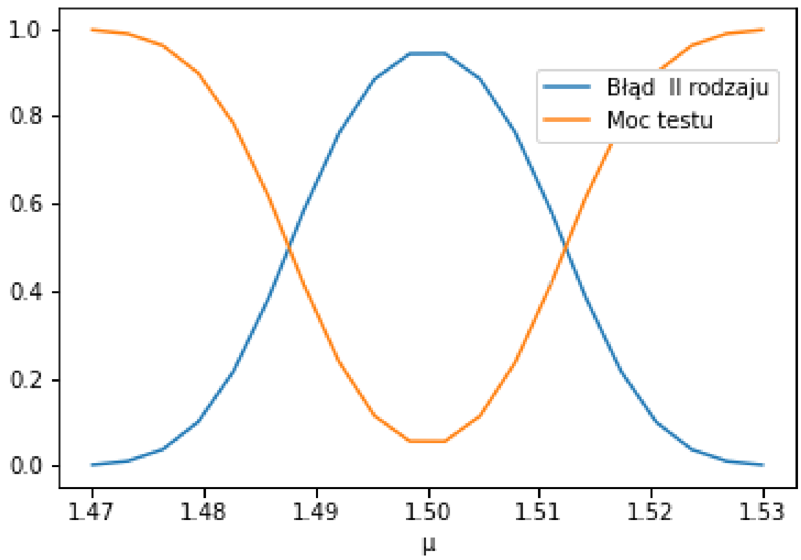
## 4.3 Błąd II rodzaju

Algorytm wyznaczania symulacyjnie błędu II rodzaju:

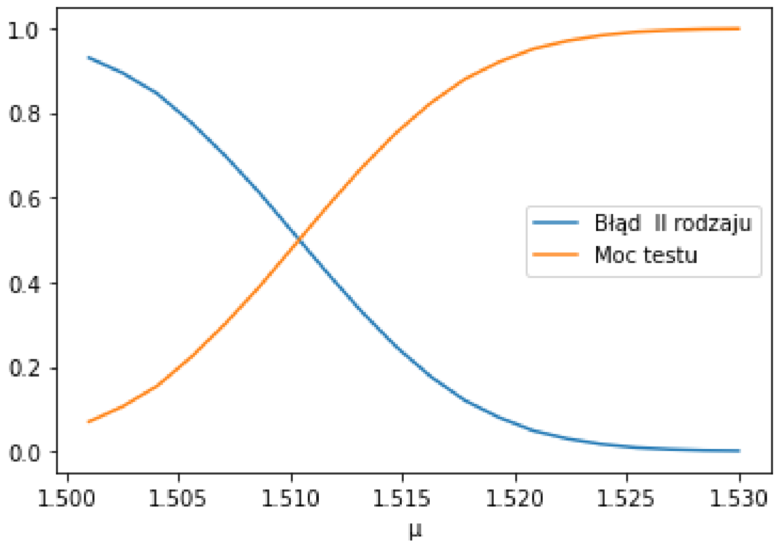
- 1. Ustalić poziom istotności $\alpha$ na 0.05, wartość średnią $\mu$ na wartość zgodną z hipotezą alternatywną (bliską wartości z hipotezy zerowej $H_0$), $\sigma^2$ na 0.2 i rozmiar próbki $n$ na 1000.
- 2. Wygenerować próbkę $X_1, X_2, ..., X_n$ o rozmiarze $n = 1000$ z rozkładu normalnego $N(\mu, \sigma^2)$.
- 3. Wyznaczyć wartość statystyki testowej $Z$ albo $X^2$.
- 4. Wyznaczyć obszar krytyczny na podstawie hipotezy alternatywnej dla danego zadania.
- 5. Sprawdzić, czy wartość statystyki testowej znajduje się poza obszarem krytycznym.
- 6. Powtórzyć $N = 1000$ razy kroki numer 2.- 5. i zliczyć, ile razy wartość statystyki testowej jest poza obszarem krytycznym.
- 7. Obliczyć stosunek liczby przypadków, gdy wartość statystyki testowej jest poza obszarem krytycznym, do liczby powtórzeń N. Ten stosunek daje przybliżoną wartość błędu II rodzaju.

### 4.3.1 Zadanie 1., $\mu$

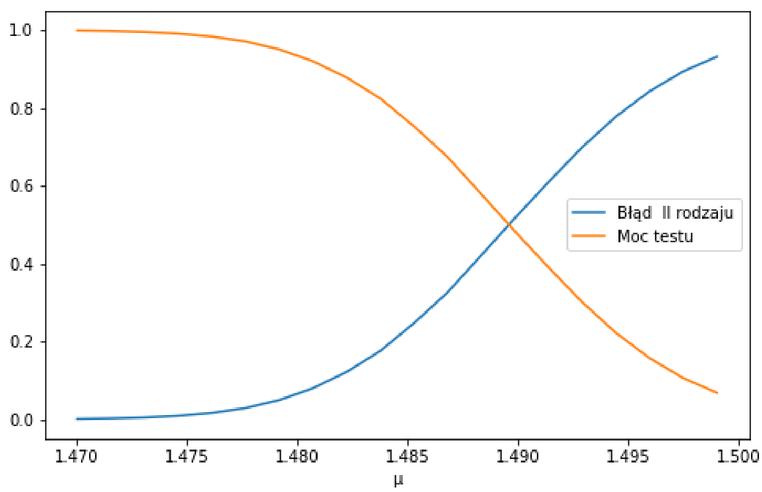
Dla przedstawienia wyników błędu II rodzaju dla testów średniej, rozważono różne wartości $\mu$ i stworzono wykres, gdzie oś $OX$ reprezentuje wartość $\mu$, a oś $OY$ przedstawia wartość błędu II rodzaju. Dodatkowo na wykresach umieszczono moc testu.




Rysunek 13: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\mu \neq 1.5$ i $\alpha = 0.05$



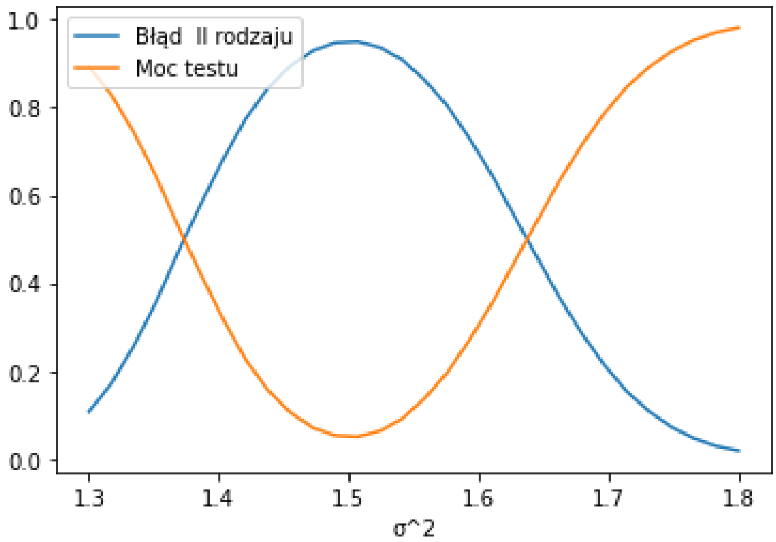

Rysunek 14: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\mu > 1.5$ i $\alpha = 0.05$



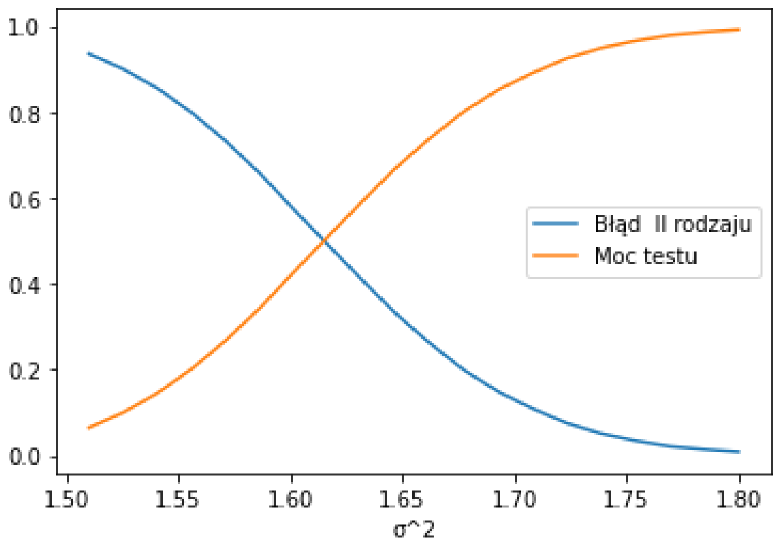

Rysunek 15: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\mu < 1.5$ i $\alpha = 0.05$

### 4.3.2 Zadanie 2., $\sigma$

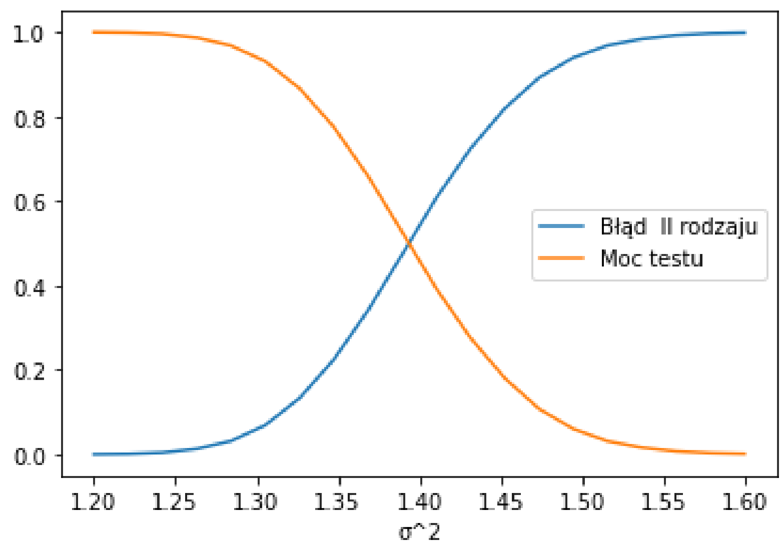
Te same działania zostały wykonane dla Zadania 2., poniżej przedstawione zostały wyniki.




Rysunek 16: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\sigma^2 \neq 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 17: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\sigma^2 > 1.5$ i $\alpha = 0.05$




Rysunek 18: Błąd II rodzaju i moc testu dla $\sigma^2 < 1.5$ i $\alpha = 0.05$

# 5 Interpretacja wyników

Wartości statystyki porównano z wartościami krytycznymi testu. Należało odrzucić hipotezę zerową dla $\mu \neq 1.5$ i $\mu < 1.5$, ponieważ ta wartość znajduje się w zbiorze krytycznym. Dla $\mu > 1.5$ wartość statystyki nie znajduje się w zbiorze krytycznym, więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wartości statystyki porównano z wartościami krytycznymi testu. Należało odrzucić hipotezę zerową dla $\sigma^2 \neq 1.5$ i $\sigma^2 > 1.5$, ponieważ ta wartość znajduje się w zbiorze krytycznym. Dla $\sigma^2 < 1.5$ wartość statystyki nie znajduje się w zbiorze krytycznym, więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

# 6 Wnioski

## 6.1 Zadanie 1. i 2.

Zmieniając poziom ufności, wpływamy na próg, który decyduje o statystycznej istotności wyniku badania. Jeśli zwiększymy poziom ufności, oznacza to, że zmniejszamy poziom istotności. To prowadzi do rozszerzenia przedziału ufności i zmniejszenia prawdopodobieństwa popełnienia błędu pierwszego rodzaju, ale jednocześnie zwiększa moc testu. Z drugiej strony, zwiększenie poziomu istotności prowadzi do zawężenia przedziałów ufności, co zwiększa prawdopodobieństwo popełnienia błędu drugiego rodzaju i zwiększa moc testu.

Na podstawie otrzymanych wyników w obu zadaniach można stwierdzić, że wyznaczenie błędu pierwszego rodzaju zostało wykonane poprawnie. Wartości tych błędów są bardzo zbliżone do przyjętej wartości poziomu istotności $\alpha$. Aby estymować błąd drugiego rodzaju oraz moc testu, widoczne jest, że im bardziej oddalamy się od hipotezy zerowej, tym mniejszy jest błąd drugiego rodzaju.

## 6.2 Zadanie 3.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że skutecznie wyznaczono błąd I rodzaju dla testów dotyczących zarówno wartości średniej, jak i wariancji. Dla jednego, jak i drugiego przypadku, wyniki są zbliżone do przyjętego poziomu istotności $\alpha$. Z analizy Tabeli 1. i Tabeli 2. wynika, że wraz ze wzrostem parametru $\alpha$ rośnie również błąd I rodzaju. Oznacza to, że istnieje większe prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy zerowej $H_0$, gdy jest ona właściwa.

# 7 Literatura

[1] Wykłady dr hab. inż. Krzysztofa Burneckiego