

---

## Kolor na budowie

---

**Autor sprawozdania:** Michał Dziedziak 263901

**Imię i Nazwisko prowadzącego kurs:** dr inż. Agata Migalska

**Dzień i godzina zajęć:** Środa P, 17:05 - 18:45

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uczestnicy badania</b>	<b>4</b>
2.1	Analiza deskryptywna zmiennych demograficznych . . . . .	4
2.2	Czas noszenia gogli . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Analiza całkowitego czasu skupienia na żółtej torbie (TFX-Y bag)</b>	<b>10</b>
3.1	Hipotezy . . . . .	10
3.2	Analiza deskryptywna zmiennej . . . . .	11
3.3	Równoliczność grup . . . . .	12
3.4	Normalność zmiennej w grupach . . . . .	12
3.5	Równość wariancji w grupach . . . . .	16
3.6	Równość średnich w grupach . . . . .	16
3.6.1	Uzasadnienie wyboru testu . . . . .	16
3.6.2	Przeprowadzenie testu - wynik i wnioski . . . . .	16
3.7	Wpływ doświadczenia zawodowego na zmienną TFD-Y bag . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Wnioski i podsumowanie</b>	<b>18</b>

# Spis tabel

1	Opis deskryptywny wieku (w latach) uczestników badania. . . . .	4
2	Opis deskryptywny doświadczenia zawodowego uczestników badania. . . . .	5
3	Opis deskryptywny wyników testu <i>"health and safety"</i> (H&S) uczestników badania. . . . .	6
4	Opis deskryptywny płci uczestników badania. . . . .	8
5	Opis deskryptywny czasu noszenia gogli (w sekundach) uczestników badania. . . . .	9
6	Opis deskryptywny zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag). . . . .	11
7	Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (bez przekształceń). . . . .	12
8	Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek z X). . . . .	13
9	Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek kwadratowy z X). . . . .	14
10	Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (logarytm z X). . . . .	14

11	Wyniki testu post-hoc Tukeya . . . . .	16
12	Opis deskryptywny czasu skupienia na żółtej torbie w grupach z doświadczeniem i bez doświadczenia. . . . .	17

## Spis rysunków

1	Histogram dla wieku (w latach) uczestników badania. . . . .	4
2	Wykres pudełkowy dla wieku (w latach) uczestników badania. . . . .	5
3	Histogram dla doświadczenia zawodowego uczestników badania. . . . .	6
4	Histogram dla wyników testu <i>"health and safety"</i> (H&S) uczestników badania. . . . .	7
5	Wykres pudełkowy dla wyników testu <i>"health and safety"</i> (H&S) uczestników badania. . . . .	7
6	Histogram dla płci uczestników badania. . . . .	8
7	Histogram dla czasu noszenia gogli (w sekundach) uczestników badania. . . . .	9
8	Wykres pudełkowy dla czasu noszenia (w sekundach) gogli uczestników badania. . . . .	10
9	Histogram dla zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag). . . . .	11
10	Wykres pudełkowy dla zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag). . . . .	12
11	Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (bez przekształceń). . . . .	13
12	Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek z X). . . . .	13
13	Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek kwadratowy z X). . . . .	14
14	Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (logarytm z X). . . . .	15
15	Wykres kwartył-kwartył dla czasu skupienia na żółtej torbie . . . . .	15

# 1 Wprowadzenie

Niniejszy raport analizuje wybrane aspekty zbioru danych *"Recording visual behaviors of individuals wearing goggles with yellow, red, and transparent frames during H&S inspections of situations presented in videos"* [1] opracowanego w 2024 roku w laboratorium LET's GO LAB Politechniki Wrocławskiej. Badanie miało na celu ustalić, czy barwa opravek okularów ochronnych wpływa na widoczność obiektów o różnych kolorach.

Badanie składało się z kilku etapów:

1. Pierwszy krok polegał na wypełnieniu kwestionariuszy z danymi demograficznymi.
2. Następnie badany był wzrok uczestników - umiejętność rozróżniania kolorów.
3. Kolejno uczestnicy wypełniali test składający się z 10 pytań o zdrowiu i bezpieczeństwie (*"Health and Safety"*). Uczestnicy byli poinformowani, że badana będzie umiejętność wykrywania niebezpiecznych sytuacji w filmach.
4. W następnym kroku uczestnicy oglądali dwa filmy, w których mieli wykrywać niebezpieczne sytuacje. Każdy uczestnik miał założone okulary z oprawkami w kolorze żółtym, czerwonym lub przezroczystym. Podczas drugiego filmu rejestrowany był ruch gałek ocznych uczestników.
5. Na koniec uczestnikom zdradzany był prawdziwy cel badania.

W nagraniu pojawiało się 6 kolorowych obiektów:

- czerwone wiadro,
- czerwony hełm,
- czerwona kurtka,
- żółta torba,
- żółte wiadro,
- żółty hełm

Dla każdego obiektu rejestrowane były dwie zmienne:

- TFD - (*Total Fixation Duration*) - całkowity czas fiksacji wzroku na obiekcie.
- TTFF - (*Time to First Fixation*) - czas do pierwszej fiksacji wzroku na obiekcie.

W ramach niniejszego raportu skoncentrowano się na jednym, wyodrębnionym aspekcie badania: wpływie koloru gogli na długość obserwacji żółtej torby (*TFD-Y bag*) przez uczestników badania.

## 2 Uczestnicy badania

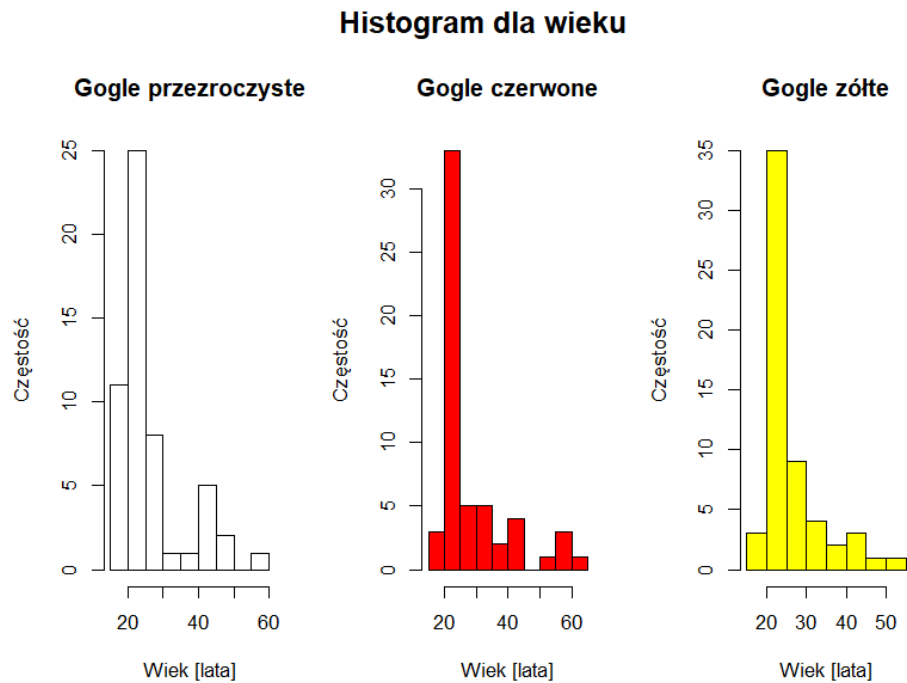
### 2.1 Analiza deskryptywna zmiennych demograficznych

Wiek

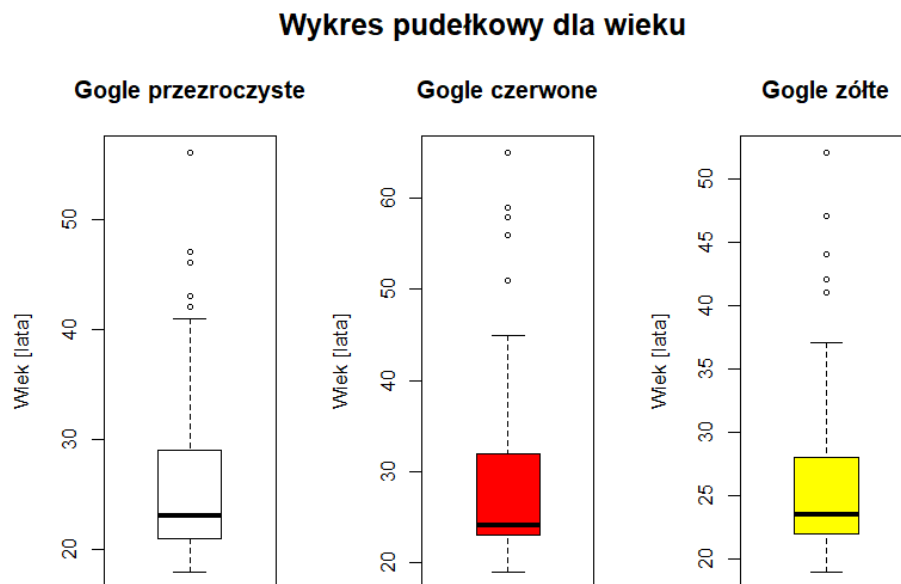
Tabela 1: Opis deskryptywny wieku (w latach) uczestników badania.

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	26.57	29.07	26.24
odchylenie std.	8.73	11.16	7.05
mediana	23.00	24.00	23.50
1. kwartyl	21.25	23.00	22.00
3. kwartyl	28.50	32.00	28.00
minimum	18.00	19.00	19.00
maksimum	56.00	65.00	52.00

Rysunek 1: Histogram dla wieku (w latach) uczestników badania.



Rysunek 2: Wykres pudełkowy dla wieku (w latach) uczestników badania.

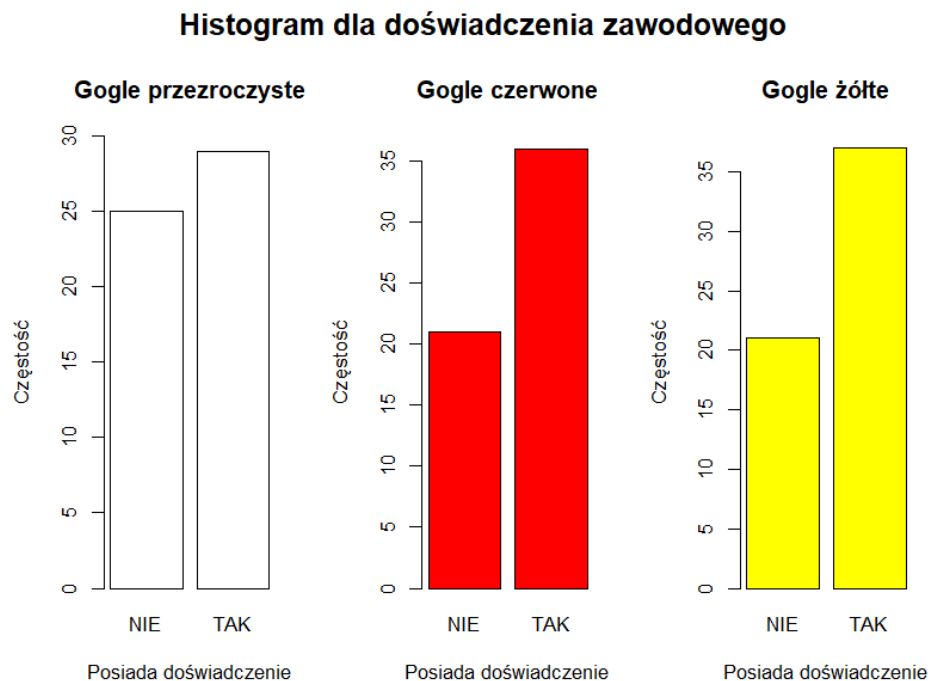


## Doświadczenie zawodowe

Tabela 2: Opis deskryptywny doświadczenia zawodowego uczestników badania.

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	0.54	0.63	0.64
odchylenie std.	0.50	0.49	0.48
mediana	1.00	1.00	1.00
1. kwartyl	0.00	0.00	0.00
3. kwartyl	1.00	1.00	1.00
minimum	0.00	0.00	0.00
maksimum	1.00	1.00	1.00

Rysunek 3: Histogram dla doświadczenia zawodowego uczestników badania.

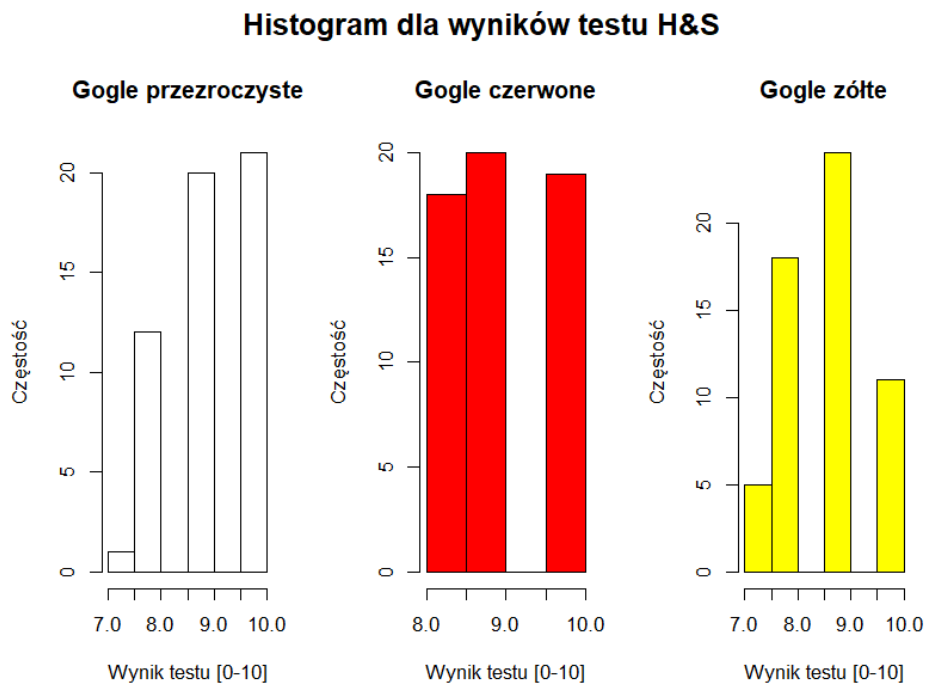


### Wyniki testu *"health and safety"* (H&S)

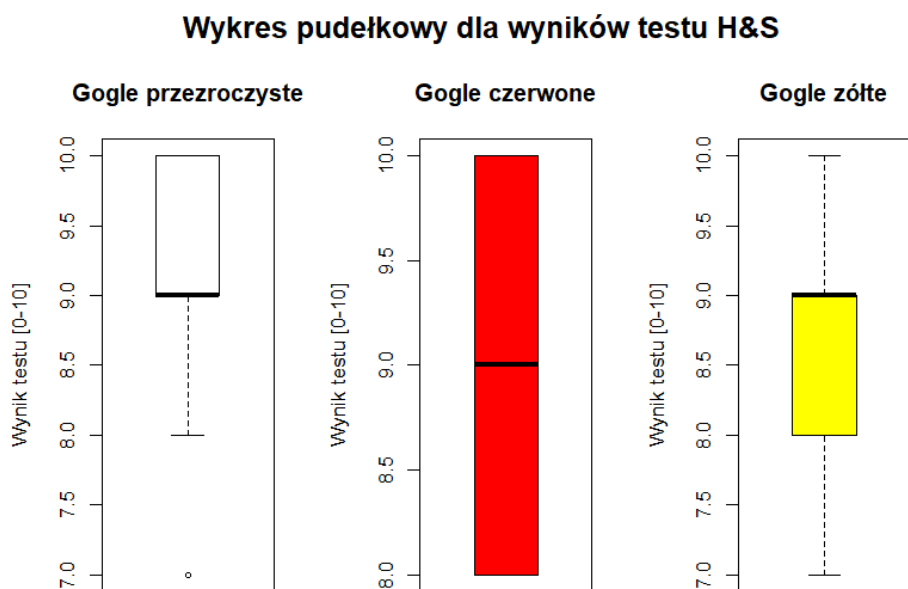
Tabela 3: Opis deskryptywny wyników testu *"health and safety"* (H&S) uczestników badania.

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	9.13	9.02	8.71
odchylenie std.	0.83	0.81	0.88
mediana	9.00	9.00	9.00
1. kwartyl	9.00	8.00	8.00
3. kwartyl	10.00	10.00	9.00
minimum	7.00	8.00	7.00
maksimum	10.00	10.00	10.00

Rysunek 4: Histogram dla wyników testu *"health and safety"* (H&S) uczestników badania.



Rysunek 5: Wykres pudełkowy dla wyników testu *"health and safety"* (H&S) uczestników badania.



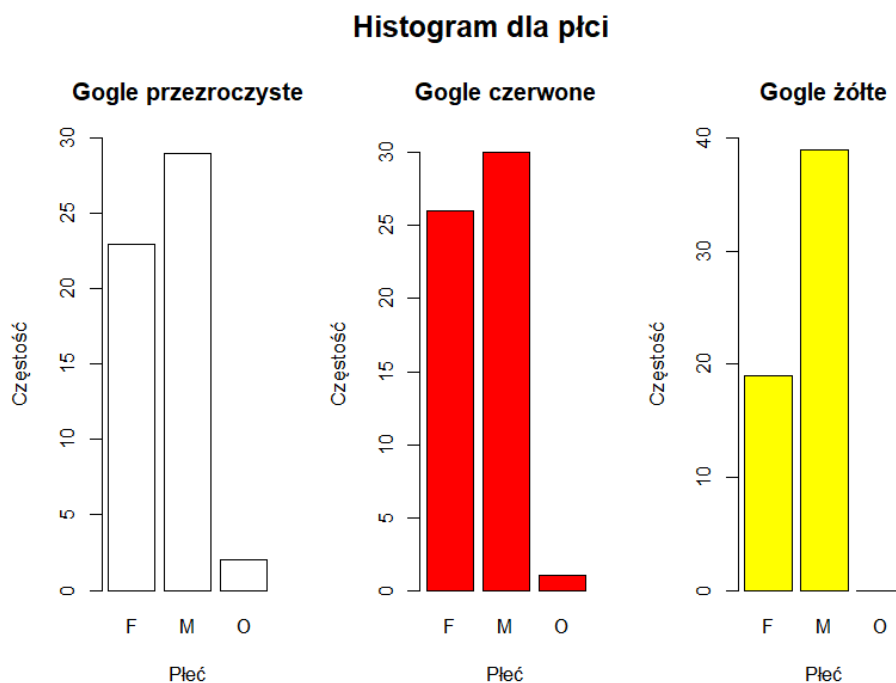


## Płeć

Tabela 4: Opis deskryptywny płci uczestników badania.

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	1.61	1.56	1.67
odchylenie std.	0.56	0.54	0.47
mediana	2.00	2.00	2.00
1. kwartyl	1.00	1.00	1.00
3. kwartyl	2.00	2.00	2.00
minimum	1.00	1.00	1.00
maksimum	3.00	3.00	2.00

Rysunek 6: Histogram dla płci uczestników badania.



Na podstawie danych demograficznych uczestników badania można zauważyć, że:

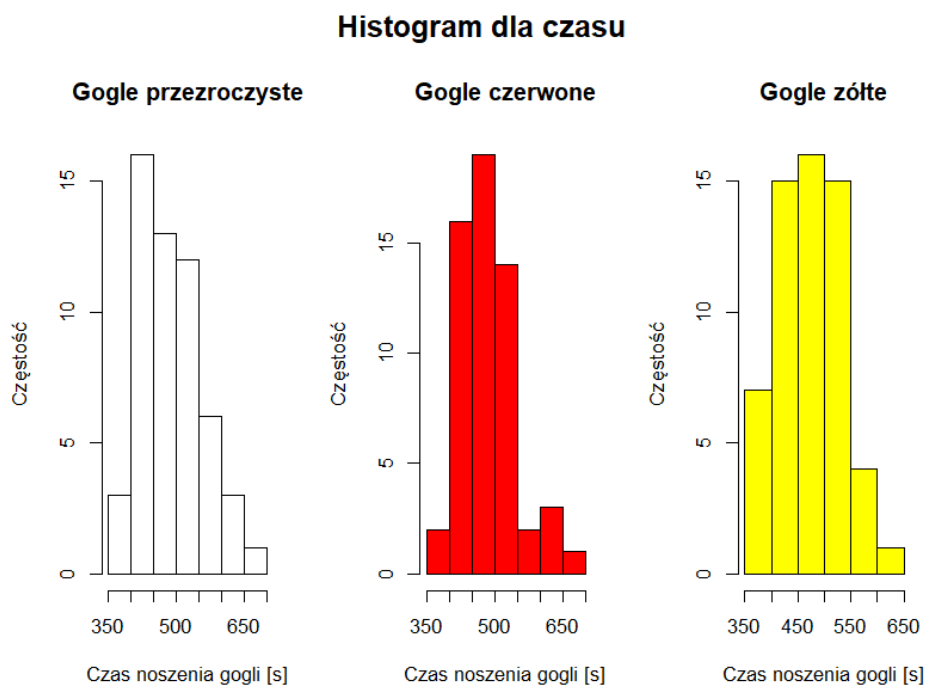
- Wiek uczestników badania wahał się od 18 do 65 lat, przy czym większość uczestników była w przedziale wiekowym 20-25 lat (tabela [1], rysunek [1, 2]).
- Liczba osób deklarujących doświadczenie zawodowe jest porównywalna z liczbą osób bez doświadczenia dla grupy przezroczystej. W pozostałych stosunek uczestników z doświadczeniem do tych bez doświadczenia wynosi około 2:1 (tabela [2], rysunek [3]).
- Żaden z uczestników nie otrzymał mniej niż 7 punktów w teście H&S, co sugeruje, że wszyscy uczestnicy badania mieli przynajmniej podstawową wiedzę na temat zasad BHP (tabela [3], rysunek [4, 5]).
- W badaniu wzięło udział więcej mężczyzn niż kobiet (tabela [4], rysunek [6]).

## 2.2 Czas noszenia gogli

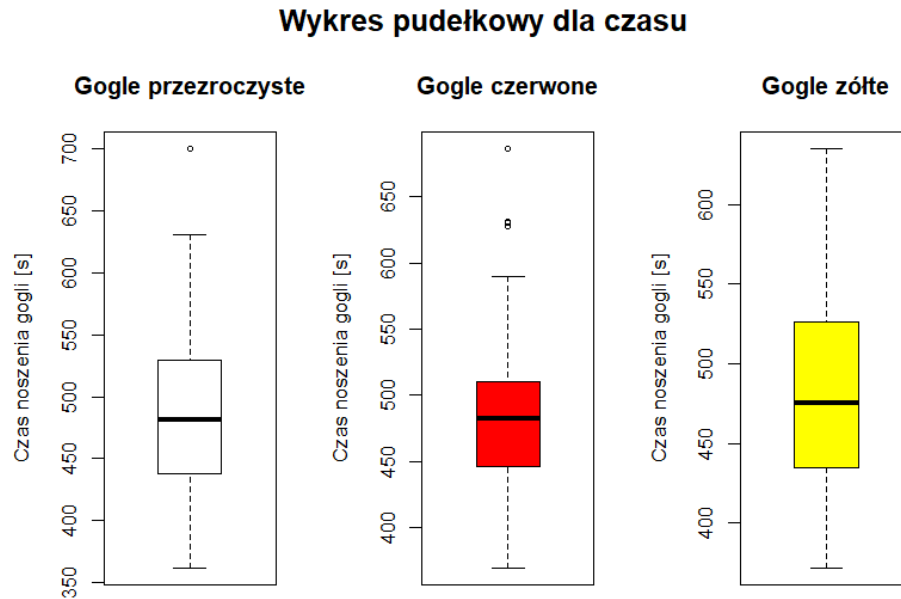
Tabela 5: Opis deskryptywny czasu noszenia gogli (w sekundach) uczestników badania.

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	490.43	485.84	474.91
odchylenie std.	67.75	62.62	56.17
mediana	481.50	482.00	475.00
1. kwartyl	438.50	446.00	435.25
3. kwartyl	528.00	510.00	522.50
minimum	362.00	370.00	372.00
maksimum	700.00	686.00	635.00

Rysunek 7: Histogram dla czasu noszenia gogli (w sekundach) uczestników badania.



Rysunek 8: Wykres pudełkowy dla czasu noszenia (w sekundach) gogli uczestników badania.



Wszystkie grupy uczestników badania nosiły gogle przez minimum 6 minut a średni czas wynosił około 8 minut. Większość uczestników (I kwartył) nosiła gogle przez około 7.5 minuty (tabela [5], rysunek [7, 8]).

### 3 Analiza całkowitego czasu skupienia na żółtej torbie (TFX-Y bag)

#### 3.1 Hipotezy

Głównym celem badania było sprawdzenie, czy kolor okularów wpływa na czas skupienia (fiksacji) na żółtej torbie. W ramach tego celu sformułowano następujące hipotezy:

- $H_0$ : Średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe dla wszystkich grup kolorów okularów.
- $H_1$ : Nie dla wszystkich grup kolorów okularów średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe.

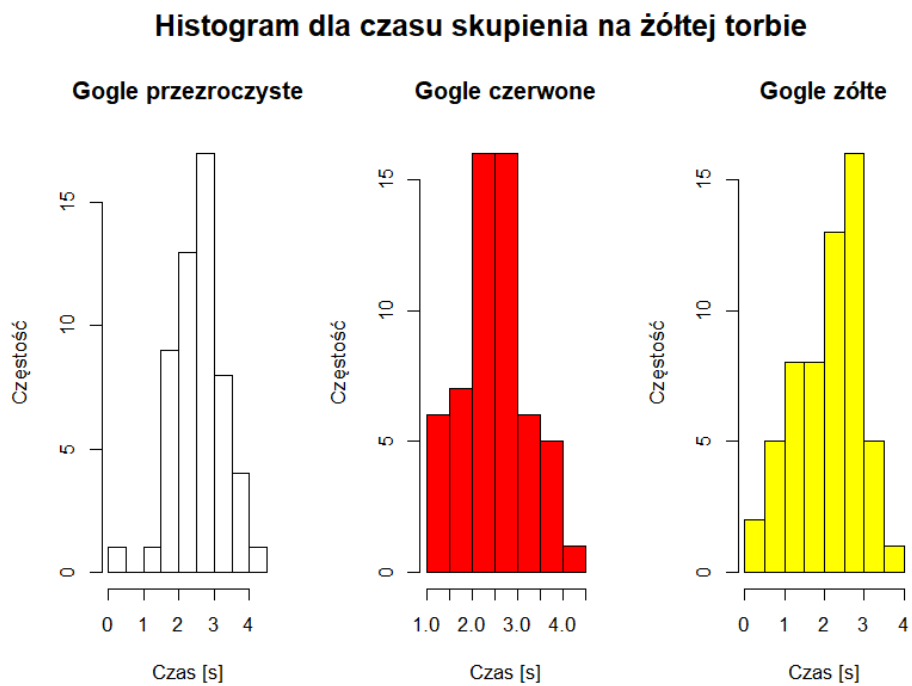
Dodatkowo, w ramach badania, sprawdzono wpływ doświadczenia zawodowego na czas skupienia na żółtej torbie. W tym celu sformułowano następujące hipotezy:

- $H_0$ : Nie ma różnicy w czasie skupienia na żółtej torbie pomiędzy grupami z doświadczeniem i bez doświadczenia.
- $H_1$ : Grupa z doświadczeniem ma dłuższy czas skupienia na żółtej torbie niż grupa bez doświadczenia.

### 3.2 Analiza deskryptywna zmiennej

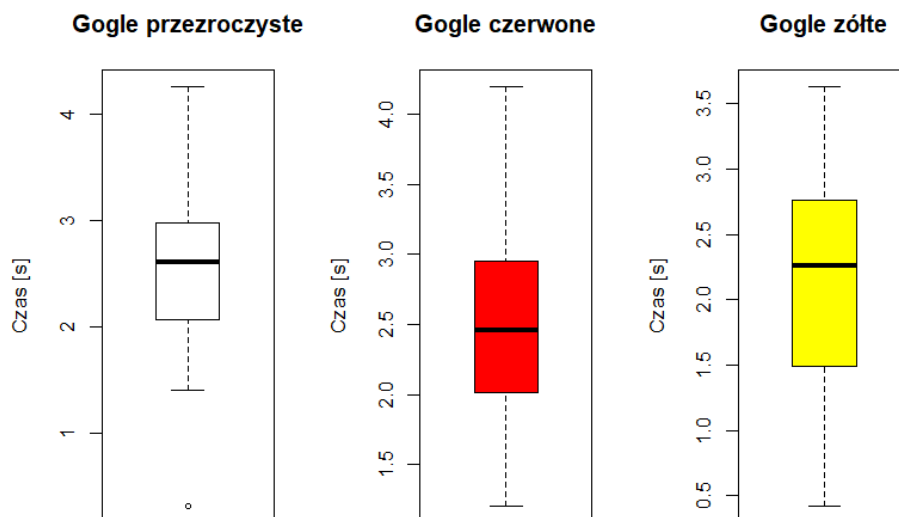
Tabela 6: Opis deskryptywny zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag).

Miara	Gogle przezroczyste	Gogle czerwone	Gogle żółte
średnia	2.57	2.49	2.10
odchylenie std.	0.68	0.72	0.81
mediana	2.60	2.46	2.26
1. kwartyl	2.07	2.01	1.50
3. kwartyl	2.97	2.95	2.75
minimum	0.32	1.21	0.43
maksimum	4.25	4.19	3.63



Rysunek 9: Histogram dla zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag).

### Wykres pudełkowy dla czasu skupienia na żółtej torbie



Rysunek 10: Wykres pudełkowy dla zmiennej TFD dla obiektu żółta torba (yellow bag).

### 3.3 Równoliczność grup

Dla sprawdzenia równoliczności grup wykonano test  $\chi^2$  z następującymi hipotezami:

- $H_0$ : liczebności grup są równe.
- $H_1$ : liczebności grup są różne.

Otrzymana wartość wynosi  $p = 0.926$ , co oznacza, że na poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Na tej podstawie można stwierdzić, że **liczebności grup są równe**.

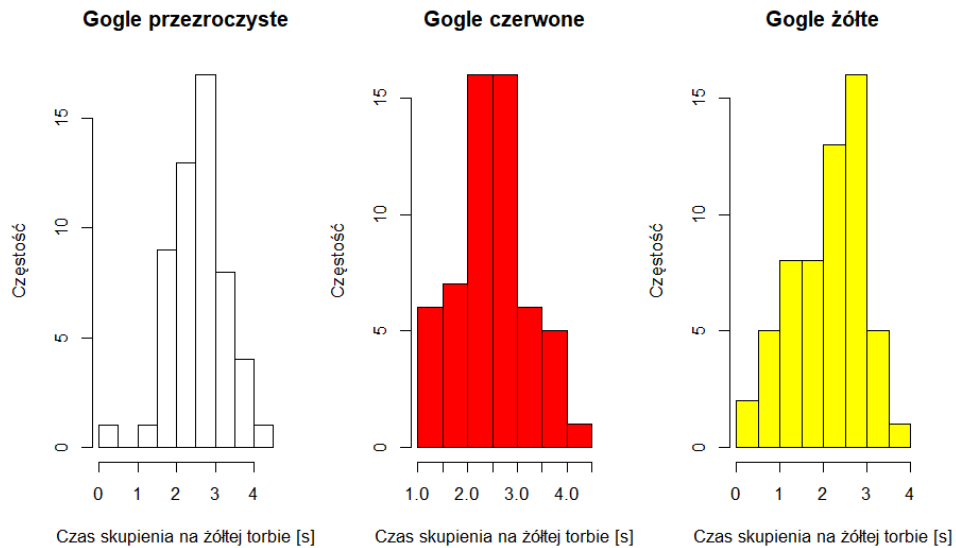
### 3.4 Normalność zmiennej w grupach

Do analizy normalności rozkładu zastosowane zostały histogramy oraz test Shapiro-Wilka. Oprócz analizy standardowych wartości zmiennej TFD-Y bag, przeprowadzono również analizy dla ich przekształceń: pierwiastek z X, pierwiastek kwadratowy z X oraz logarytm z X.

Tabela 7: Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (bez przekształceń).

Kolor okularów	Wartość p	Czy rozkład normalny
przezroczysty	0.34	normalny
czerwony	0.64	normalny
żółty	0.04	nienormalny

### Histogramy czasu skupienia na żółtej torbie (bez przekształceń)

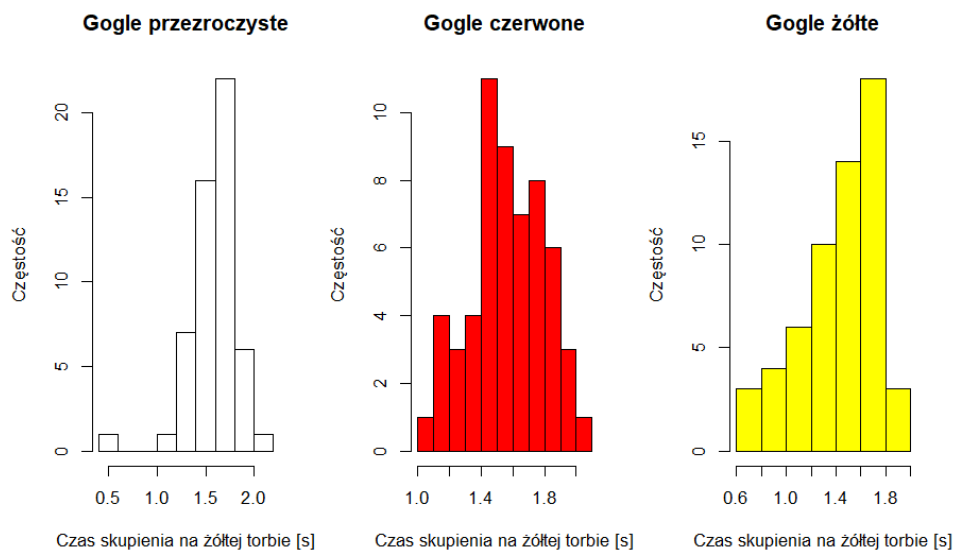


Rysunek 11: Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (bez przekształceń).

Tabela 8: Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek z X).

Kolor okularów	Wartość p	Czy rozkład normalny
przezroczysty	0.00	nienormalny
czerwony	0.71	normalny
żółty	0.00	nienormalny

### Histogramy czasu skupienia na żółtej torbie (przekształcenie $x^{0.5}$ )

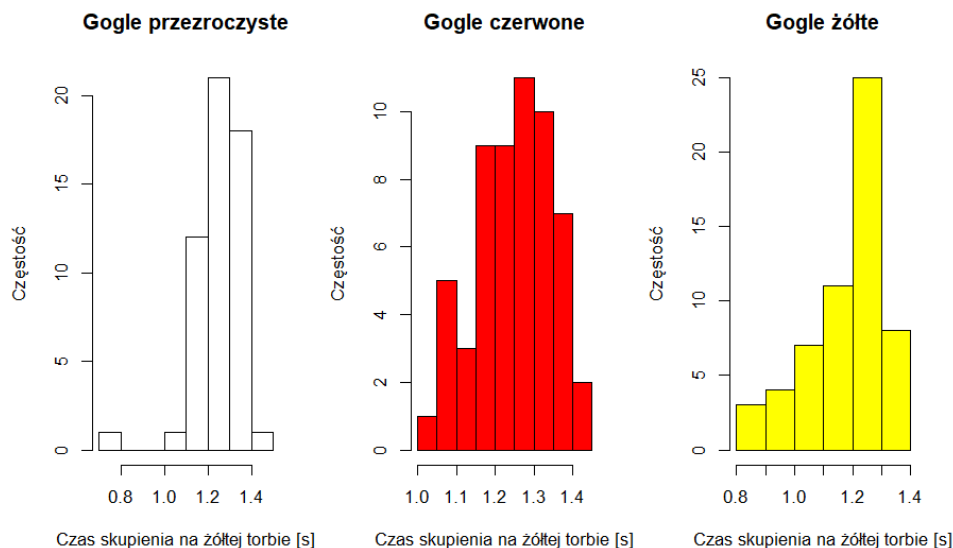


Rysunek 12: Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek z X).

Tabela 9: Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek kwadratowy z X).

Kolor okularów	Wartość p	Czy rozkład normalny
przezroczysty	$3.61 \times 10^{-6}$	nienormalny
czerwony	0.50	normalny
żółty	0.00	nienormalny

### Histogramy czasu skupienia na żółtej torbie (przekształcenie $x^{0.25}$ )

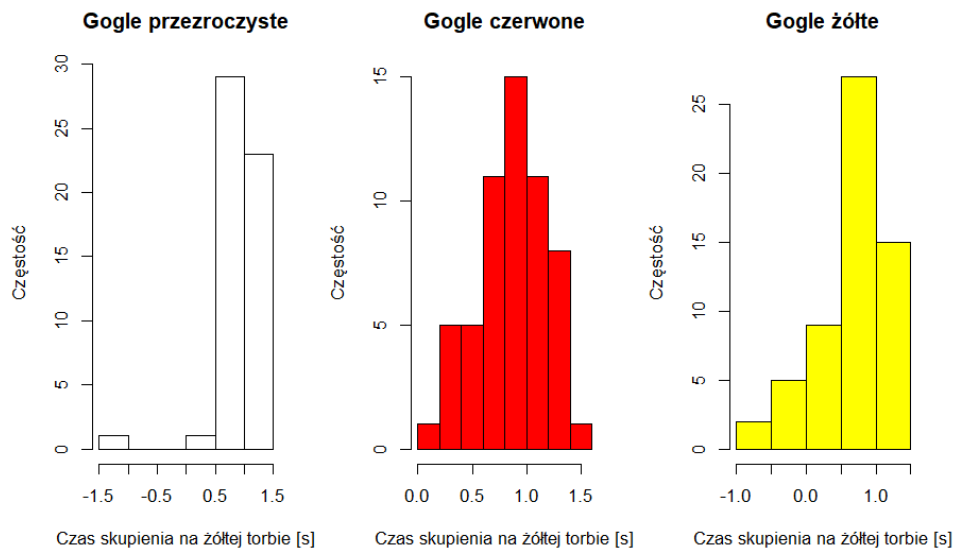


Rysunek 13: Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (pierwiastek kwadratowy z X).

Tabela 10: Wyniki testu Shapiro-Wilka dla czasu skupienia na żółtej torbie (logarytm z X).

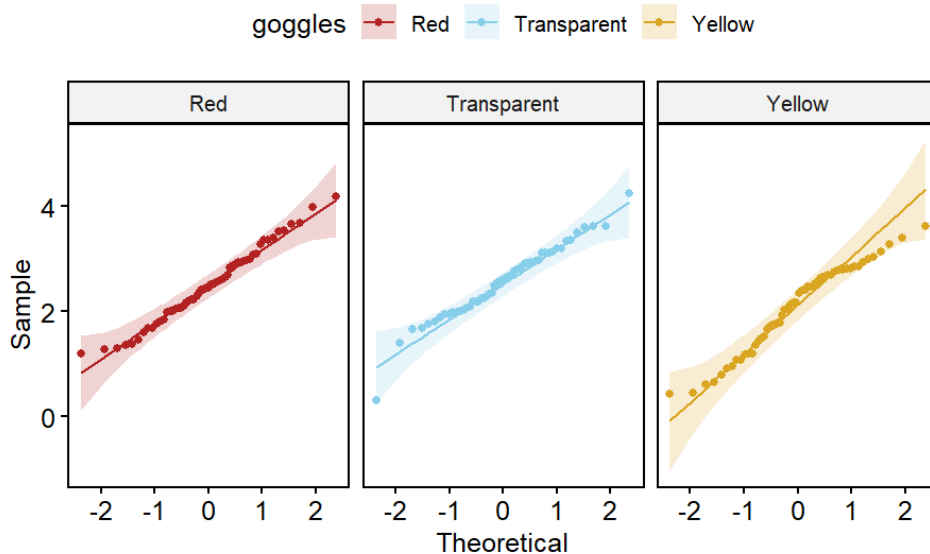
Kolor okularów	Wartość p	Czy rozkład normalny
przezroczysty	$2.13 \times 10^{-8}$	nienormalny
czerwony	0.22	normalny
żółty	$1.58 \times 10^{-5}$	nienormalny

### Histogramy czasu skupienia na żółtej torbie (przekształcenie logx)



Rysunek 14: Histogram dla czasu skupienia na żółtej torbie (logarytm z X).

### TFD dla obiektu Y bag



Rysunek 15: Wykres kwartył-kwartył dla czasu skupienia na żółtej torbie

Na podstawie otrzymanych histogramów [11 - 14] i wyników testu Shapiro-Wilka [7 - 10] można stwierdzić, że **rozkłady są najbliższe normalności dla danych bez przekształceń**. Dla grupy czerwonej i przezroczystej wykonane testy wskazują na normalność rozkładu zmiennej TFD-Y bag. Dla grupy żółtej testy Shapiro-Wilka [7] nie pozwala na przyjęcie  $H_0$  świadczącej o normalności rozkładu, niemniej otrzymana wartość p jest bliska granicy istotności  $\alpha = 0.05$  oraz wykresy histogramu [11] i wykresy kwartył-kwartył [15] sugerują, że rozkład jest zbliżony do normalnego. Dlatego przyjęto, że **rozkład zmiennej TFD-Y bag jest normalny we wszystkich grupach**.



### 3.5 Równość wariancji w grupach

Na podstawie wyników z sekcji "*Normalność zmiennej w grupach*" stwierdzono, normalność rozkładu zmiennej TFD-Y bag. Mając jednak na uwadze, że rozkład w grupie żółtej nie jest idealnie normalny, przeprowadzono test Levene'a wycentrowanego na podstawie średniej, który jest bardziej odporny na odchylenia od normalności.

Hipotezy:

- $H_0$ : wariancje we wszystkich grupach są równe.
- $H_1$ : co najmniej jedna grupa ma inną wariancję.

Otrzymana wartość wynosi  $p = 0.240$ , co oznacza, że na poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Na tej podstawie można stwierdzić, że **wariancje są równe**.

### 3.6 Równość średnich w grupach

#### 3.6.1 Uzasadnienie wyboru testu

Na podstawie testów wykonanych w rozdziałach: "*Równoliczność grup*", "*Normalność zmiennej w grupach*" oraz "*Równość wariancji w grupach*" ustalono, że rozkłady zmiennej TFD-Y bag w grupach są normalne, a liczebności i wariancje są równe. W związku z powyższym do porównania średnich w grupach zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji testem **ANOVA**. Dodatkowo w analizę uzupełniono testem **post-hoc Tukeya** w celu określenia, które grupy różnią się od siebie.

#### 3.6.2 Przeprowadzenie testu - wynik i wniosek

Hipotezy dla jednoczynnikowego testu ANOVA:

- $H_0$ : średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe dla wszystkich grup kolorów okularów.
- $H_1$ : przynajmniej jedna para średnich czasów skupienia na żółtej torbie jest istotnie różna.

Hipotezy dla testu Tukeya (dla każdej pary grup):

- $H_0$ : średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe dla danej pary grup kolorów okularów.
- $H_1$ : średnie czasy skupienia na żółtej torbie są różne dla danej pary grup kolorów okularów.

Dla przeprowadzonego testu ANOVA otrzymano wartość  $p = 0.002$ , co oznacza, że na poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  można odrzucić hipotezę zerową. Na tej podstawie można stwierdzić, że **średnie czasy skupienia na żółtej torbie są różne dla przynajmniej jednej pary grup kolorów okularów**.

Dla przeprowadzonego testu Tukeya otrzymano następujące wyniki:

Tabela 11: Wyniki testu post-hoc Tukeya

Kolor okularów		Wartość p	Rezultat
Grupa 1	Grupa 2		
czerwony	przezroczysty	0.868	H0 przyjęte
czerwony	żółty	0.013	H0 odrzucone
przezroczysty	żółty	0.003	H0 odrzucone

Na podstawie tabeli [11] można stwierdzić, że średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe dla grupy czerwonej i przezroczystej, natomiast różnią się dla grupy czerwonej i żółtej oraz grupy przezroczystej i żółtej. Dodając do tego wyniki zawarte w tabeli [6] można założyć, że **grupa żółta ma najkrótszy czas skupienia na żółtej torbie**.

### 3.7 Wpływ doświadczenia zawodowego na zmienną TFD-Y bag

Dodatkowo, w ramach badania, sprawdzono wpływ doświadczenia na czas skupienia na żółtej torbie. W przeprowadzonym badaniu doświadczenie jest binarne, uczestnik może mieć doświadczenie lub nie.

Tabela 12: Opis deskryptywny czasu skupienia na żółtej torbie w grupach z doświadczeniem i bez doświadczenia.

Miara	Z doświadczeniem	Bez doświadczenia
średnia	2.42	2.32
odchylenie std.	0.76	0.77
mediana	2.51	2.35
1. kwartył	1.97	1.87
3. kwartył	2.94	2.75
minimum	0.43	0.32
maksimum	4.25	4.19

Dla każdej z grup w pierwszym kroku przeprowadzono test Shapiro-Wilka w celu sprawdzenia normalności rozkładu zmiennej TFD-Y bag. Przyjęte hipotezy:

- $H_0$ : rozkład zmiennej TFD-Y bag jest normalny.
- $H_1$ : rozkład zmiennej TFD-Y bag jest inny niż normalny.

Dla grupy z doświadczeniem otrzymano wartość  $p = 0.302$ , z kolei dla grupy bez doświadczenia  $p = 0.910$ . Dla obu grup nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Na tej podstawie można stwierdzić, że **rozkład zmiennej TFD-Y bag jest normalny w obu grupach**.

W związku ze ściśle normalnym rozkładem zmiennej w obu grupach do sprawdzenia jednorodności wariancji zastosowano test **Test F (Fishera)**. Przyjęte hipotezy:

- $H_0$ : wariancje w grupach są równe.
- $H_1$ : wariancje w grupach są różne.

Otrzymana wartość  $p = 0.868$  oznacza, że na poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Na tej podstawie można stwierdzić, że **wariancje są równe w obu grupach**.

Z racji normalności rozkładów zmiennej oraz równością wariancji do porównania średnich w grupach zastosowano test **t-Studenta**. Przyjęte hipotezy:

- $H_0$ : średnie czasy skupienia na żółtej torbie są równe dla grupy z doświadczeniem i bez doświadczenia.
- $H_1$ : średnie czasy skupienia na żółtej torbie są większe dla grupy z doświadczeniem niż dla grupy bez doświadczenia.

Otrzymana wartość  $p = 0.185$  oznacza, że na poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Na tej podstawie można stwierdzić, że **nie ma różnicy w długości czasu skupienia na żółtej torbie pomiędzy grupą z doświadczeniem i bez doświadczenia**.

## 4 Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że barwa oprawek okularów ochronnych ma istotne znaczenie na czas skupienia wzroku na żółtej torbie. Uczestnicy badania, którzy nosili okulary z oprawkami w kolorze żółtym, spędzali średnio 0.47 sekundy krócej na obserwacji żółtej torby niż uczestnicy, którzy nosili okulary z oprawkami przezroczystymi i 0.39 sekundy krócej niż uczestnicy, którzy nosili okulary z oprawkami czerwonymi (tabela [6]). Otrzymane wyniki sugerują, że kolor oprawek okularów ochronnych może wpływać na zdolność do dostrzegania obiektów o podobnym kolorze. Wyniki te mogą mieć istotne znaczenie w kontekście bezpieczeństwa pracy.

Dodatkowa hipoteza zakładająca, że doświadczenie zawodowe uczestników ma wpływ na czas skupienia wzroku na żółtej torbie, nie została potwierdzona. Nie stwierdzono istotnych różnic w czasie skupienia wzroku na żółtej torbie pomiędzy uczestnikami z doświadczeniem zawodowym a tymi bez doświadczenia (tabela [12]).

## Literatura

- [1] Rusnak, M., Piątek, F., Komorowska, K., Kilijańska, B., Biegańska, M., Wojciechowska, G., Dobrasiak, D., Nowobilski, T., Woźniak, Z.: Recording visual behaviors of individuals wearing goggles with yellow, red, and transparent frames during H&S inspections of situations presented in videos (2025). <https://doi.org/10.18150/4W6TIW>, <https://doi.org/10.18150/4W6TIW>