

# Statystyczne opracowanie wyników projektu

Adam Misztal i Marcei Jędryka

1. Problematyka raportu oraz środowisko

2. Wybrane algorytmy oraz ich działanie

3. Opracowanie wyników pomiarów dla dwóch, dziesięciu oraz dwudziestu wymiarów za pomocą funkcji Alpine01

a. 2d

b. 10d

c. 20d

4. Opracowanie wyników pomiarów dla dwóch, dziesięciu oraz dwudziestu wymiarów za pomocą funkcji Rosenbrock'a

a. 2d

b. 10d

c. 20d

5. Podsumowanie

## 1. Problematyka raportu oraz środowisko

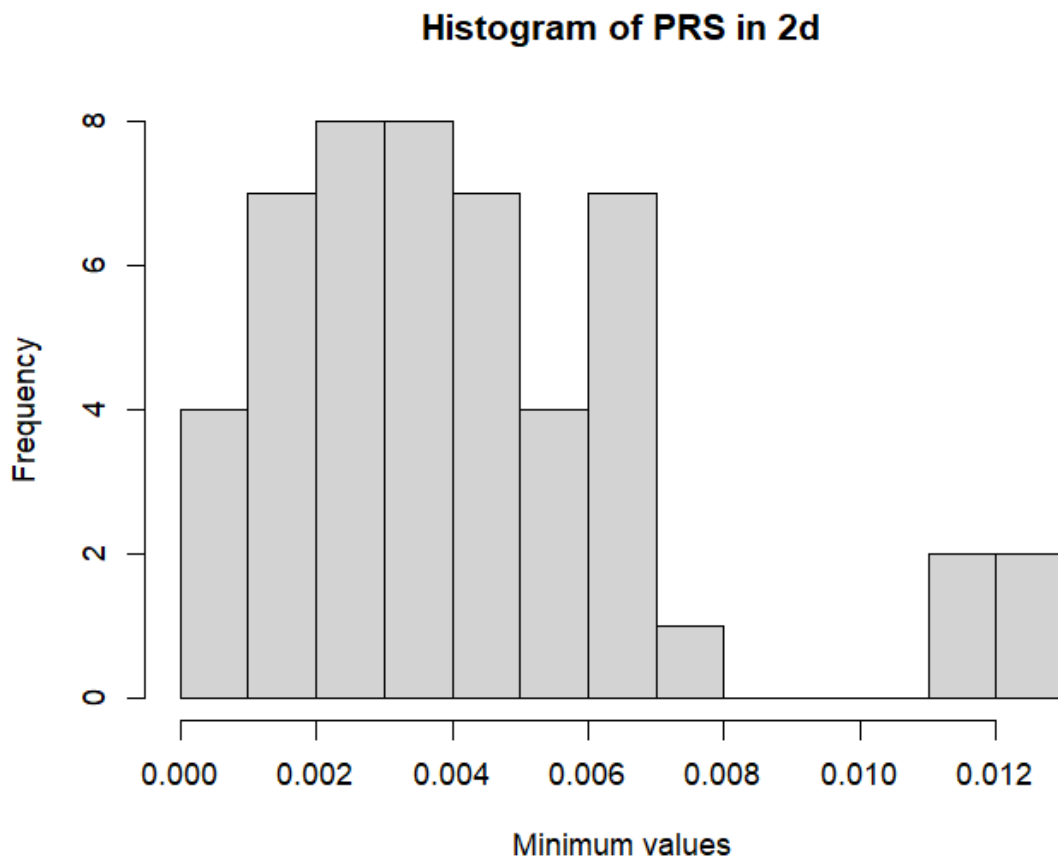
Poniższy raport przedstawia statystyczne opracowanie wyników pomiarów dwóch algorytmów minimalizacji stochastycznej. Funkcje oraz obliczenia zostały zaimplementowane z użyciem języka R.

## 2. Wybrane algorytmy oraz ich działanie

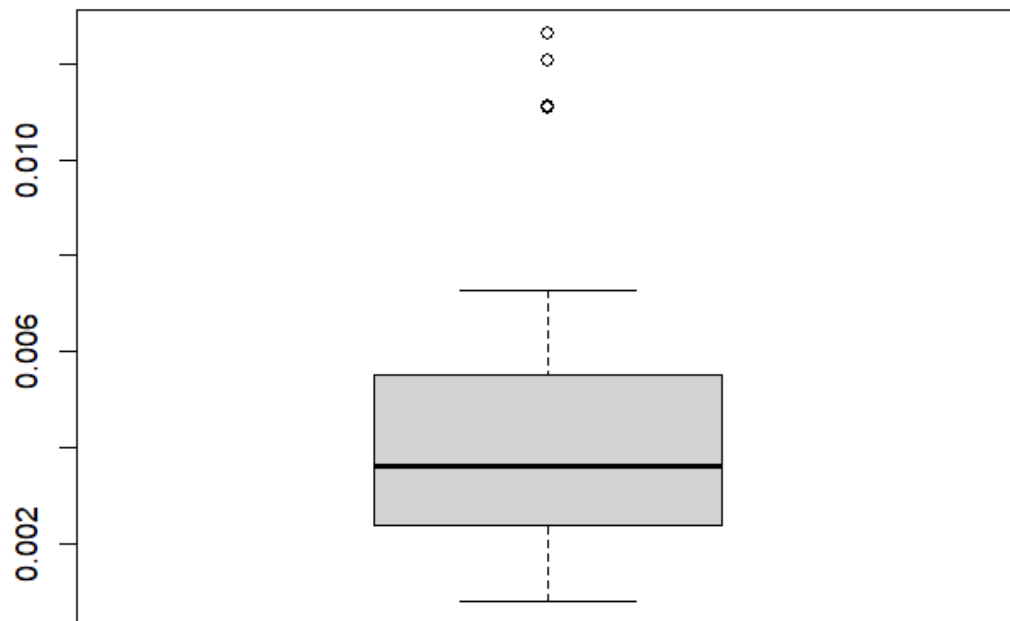
Zdecydowaliśmy się na wybranie algorytmu PRS (Pure Random Search) oraz GA (Genetic algorithm). Pierwszy został zaimplementowany własnoręcznie w oparciu o opis w konspekcie zadania, natomiast drugi zaimportowany z biblioteki GA. Do porównania powyższych algorytmów użyte zostały funkcje Alpine01 oraz Rosenbrock'a znajdujące się w pakiecie smoof. Budżet wykonań obu algorytmów został ustawiony na 1000, a każdy z nich wywoływalismy 50 razy dla każdego z wybranych wymiarów i każdej funkcji z osobna (łącznie 600 wywołań). Dziedzina poszukiwań w obu przypadkach były przedziały wartości od -5 do 10. Dziedzina poszukiwań dla każdego wymiaru jest przedziałem  $[0,1]$ .

## 3. Opracowanie wyników pomiarów dla dwóch, dziesięciu oraz dwudziestu wymiarów za pomocą funkcji Alpine01

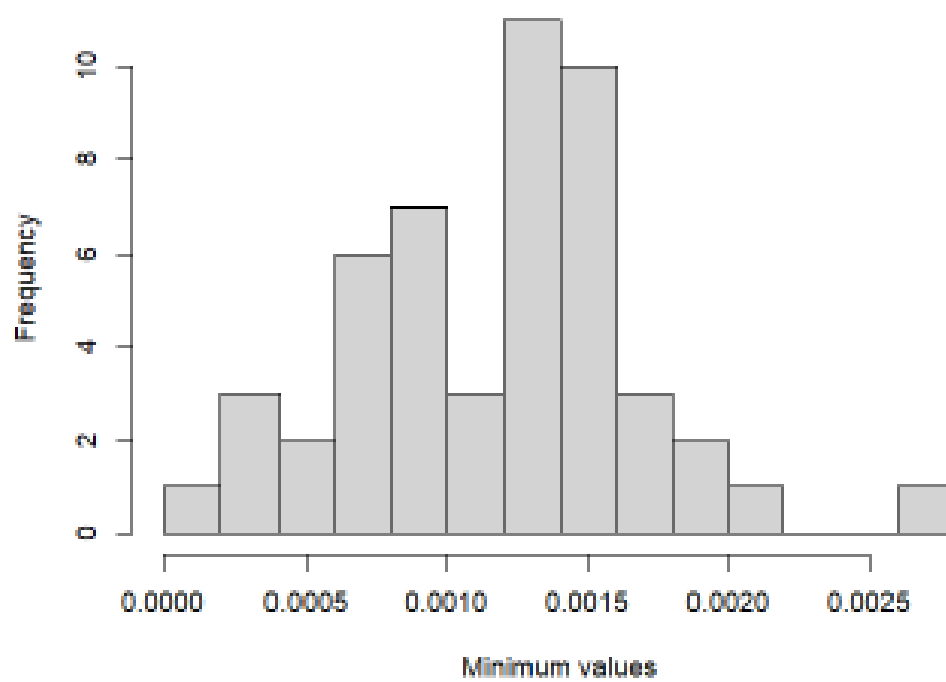
### a. 2d



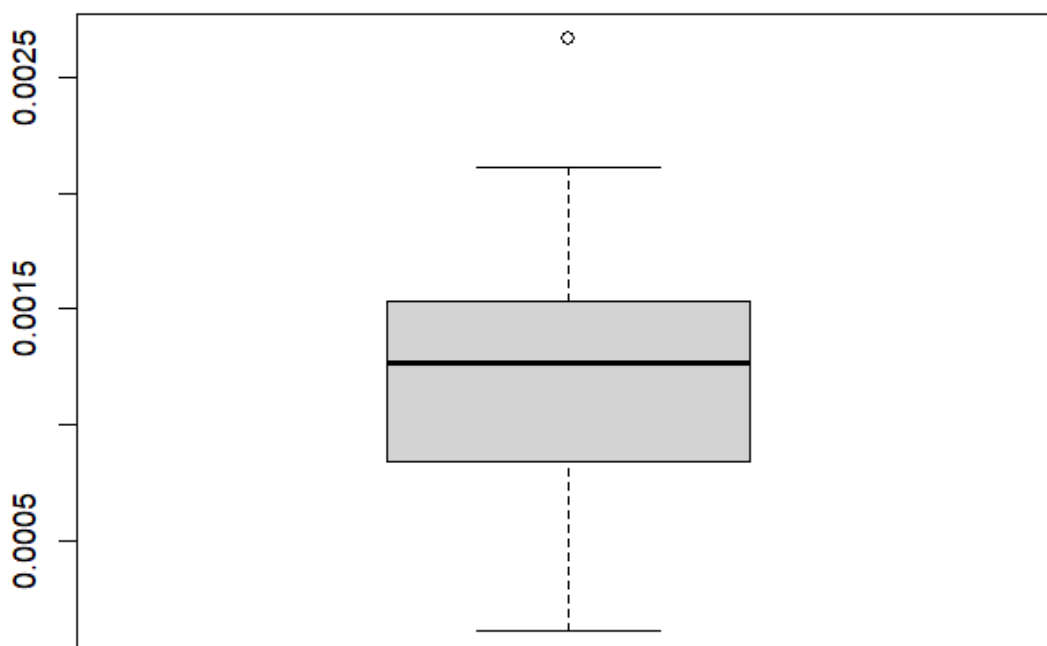
**Boxplot of PRS in 2d**



**Histogram of GA in 2d**



### Boxplot of GA in 2d



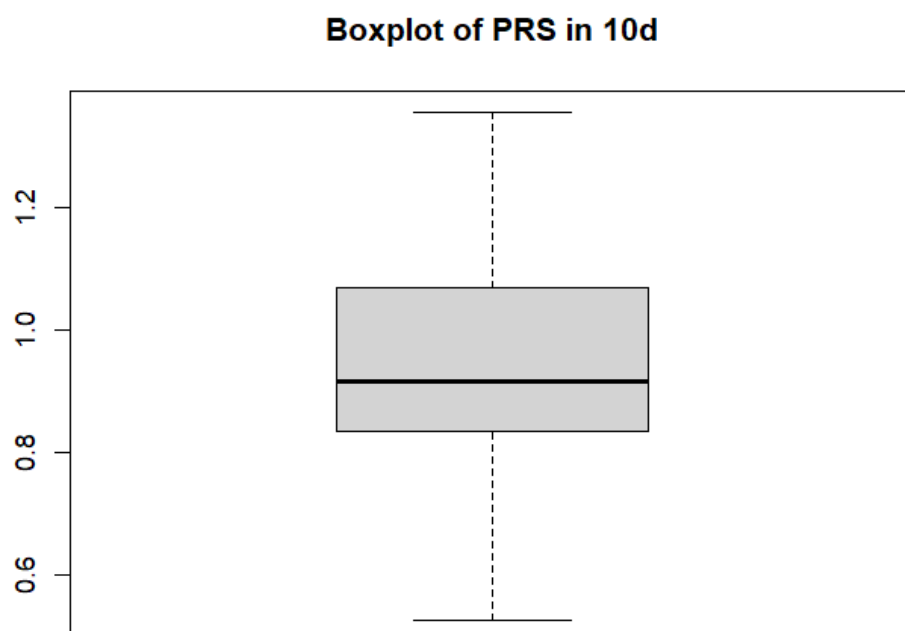
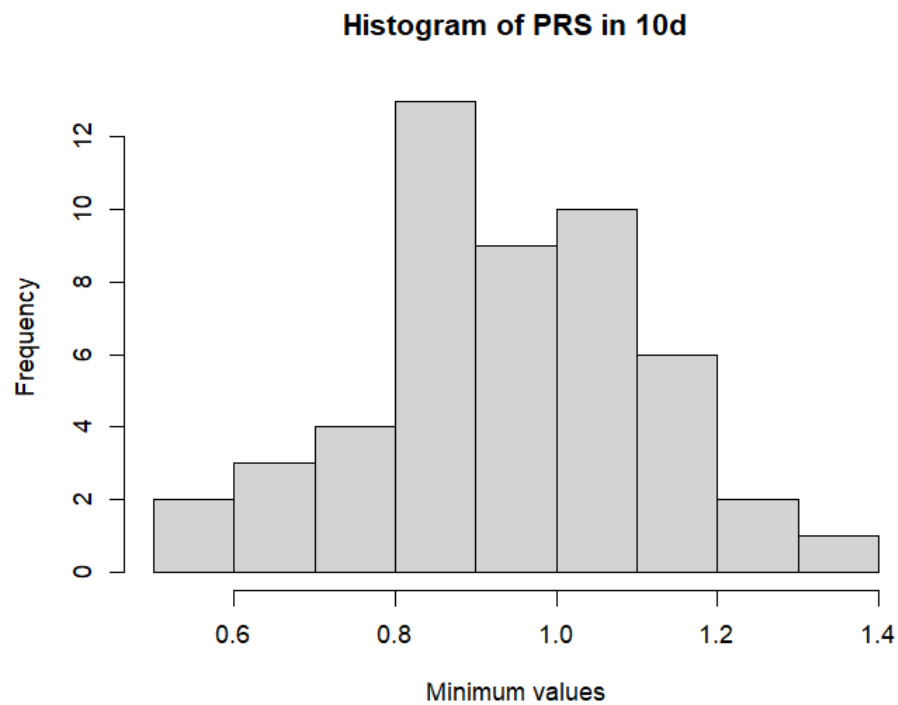
Welch Two Sample t-test

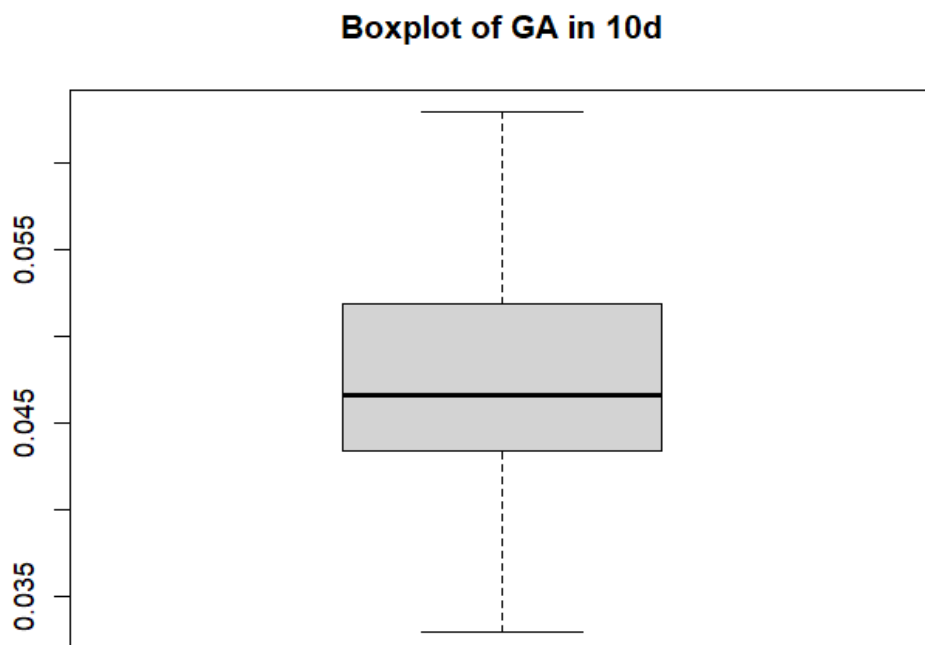
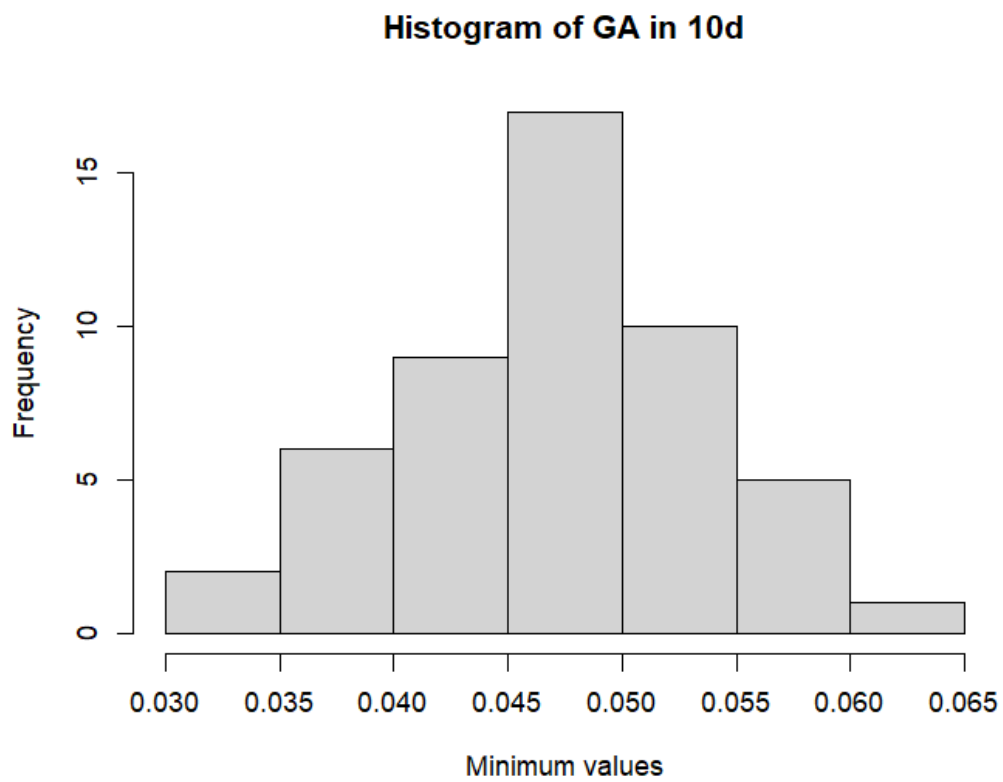
```
data: prsVal and gaVal
t = 7.5915, df = 52.051, p-value = 5.62e-10
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.002300553 0.003953682
sample estimates:
 mean of x   mean of y 
0.004310113 0.001182996
```

Analizując powyższe wykresy oraz dane uzyskane za pomocą funkcji `t.test` możemy zauważyć, że większość danych jest skupiona w niewielkim obszarze, poza pojedynczymi wartościami, które dość znacznie odbiegają od uśrednionej wartości. Spowodowane jest to losowym wybieraniem wartości przez algorytm. Zapewne gdyby budżet wywołań był większy, wartości byłyby bardziej uśrednione. Algorytm ga w tym wypadku okazuje się być dużo dokładniejszy i znajduje mniejsze, mniej rozproszone wartości, podczas gdy prs zwraca większe wartości na większym przedziale. Z tego powodu żadna ze średnich algorytmu nie wpasowuje się w 95% procentowy przedział ufności. Możemy zaobserwować, że w przypadku algorytmu prs mediana jest bardziej zbliżona do

dolnego kwartyla, a dodatkowo znajdują się ona dużo bliżej dolnej granicy wartości, które były losowane przez algorytm, niż w przypadku ga. Dla algorytmu ga mediana jest bardziej zbliżona do górnego kwartyla i leży w środkowym zakresie losowanych wartości.

## **b. 10d**



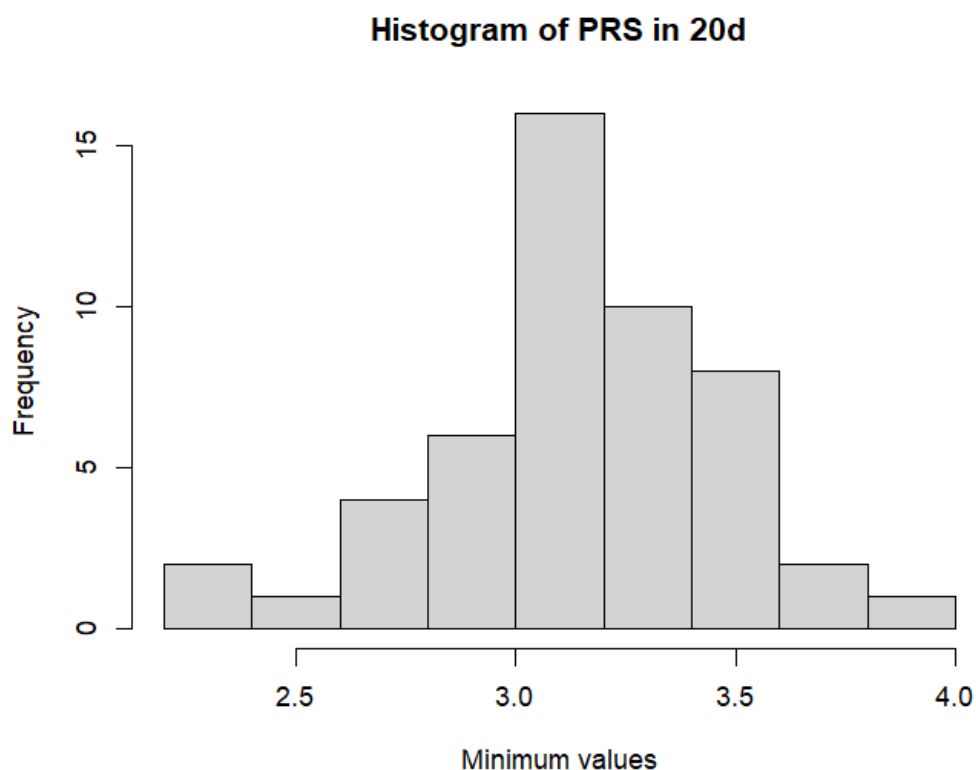


### Welch Two Sample t-test

```
data: prsVal and gaVal  
t = 35.51, df = 49.14, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
 0.8421554 0.9431836  
sample estimates:  
 mean of x  mean of y  
0.93950878 0.04683925
```

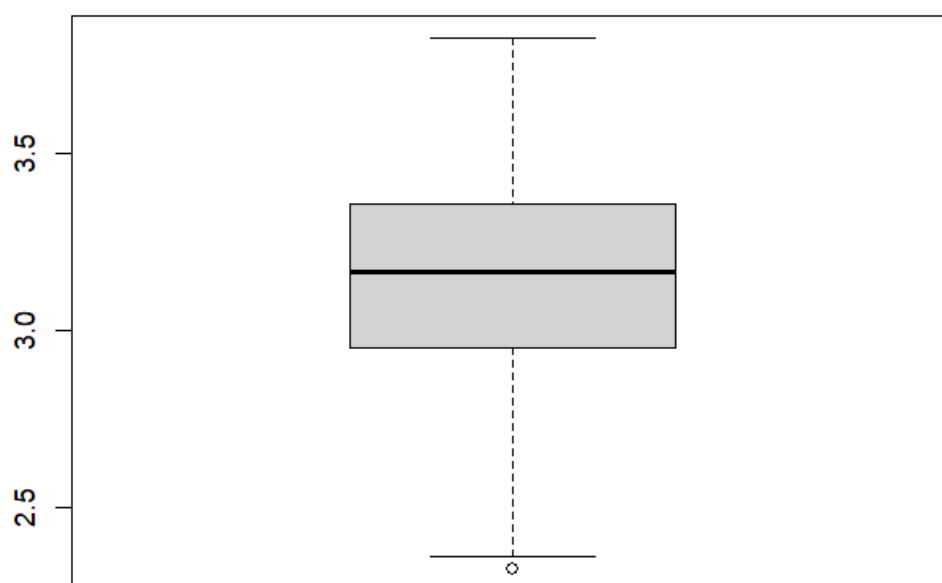
Tym razem nie występowały wartości znacząco odchylone od średniej. Minima otrzymane z algorytmu prs rozrzucone są na znacznie większym przedziale, niż te otrzymane za pomocą algorytmu ga. Jedynie średnia wyników algorytmu prs wpasowuje się w 95% przedział ufności. W tym przypadku mediany wyników leżą zauważalnie bliżej dolnego kwartyła.

### c. 20d

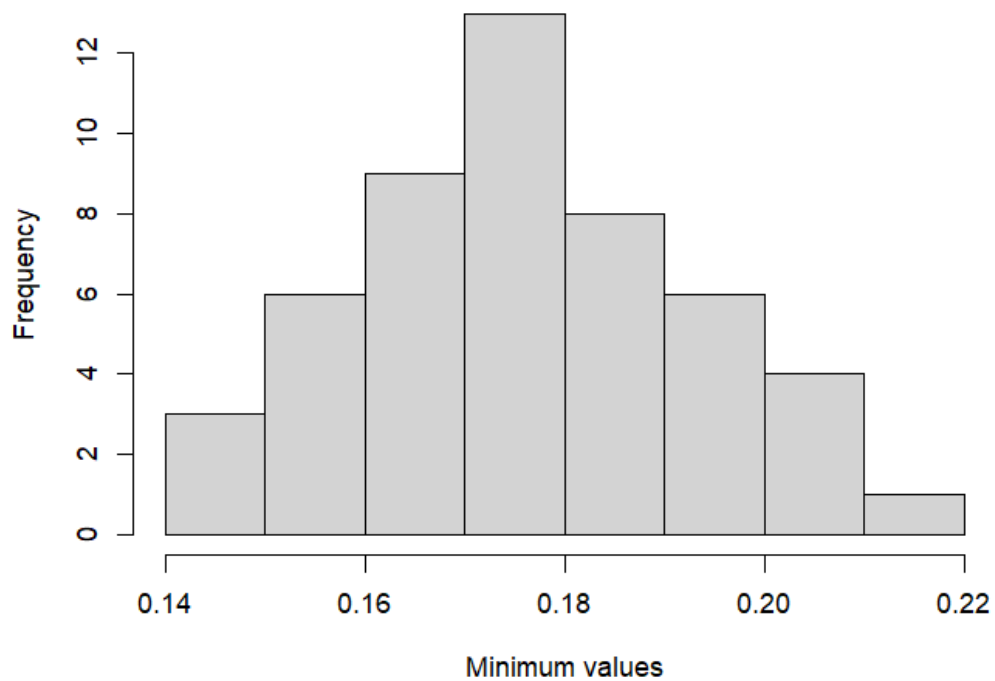




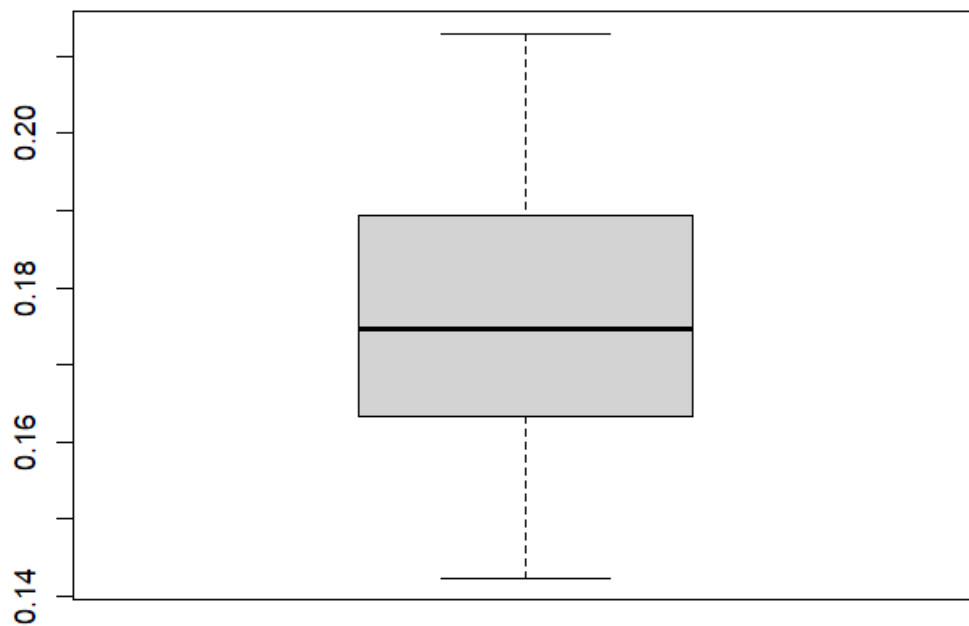
**Boxplot of PRS in 20d**



**Histogram of GA in 20d**



**Boxplot of GA in 20d**



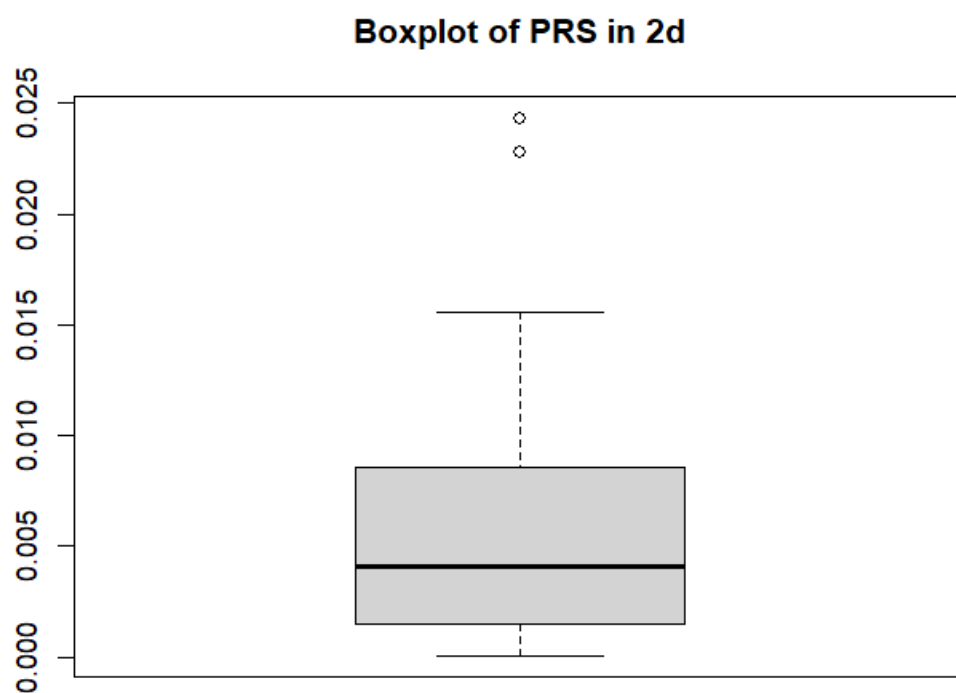
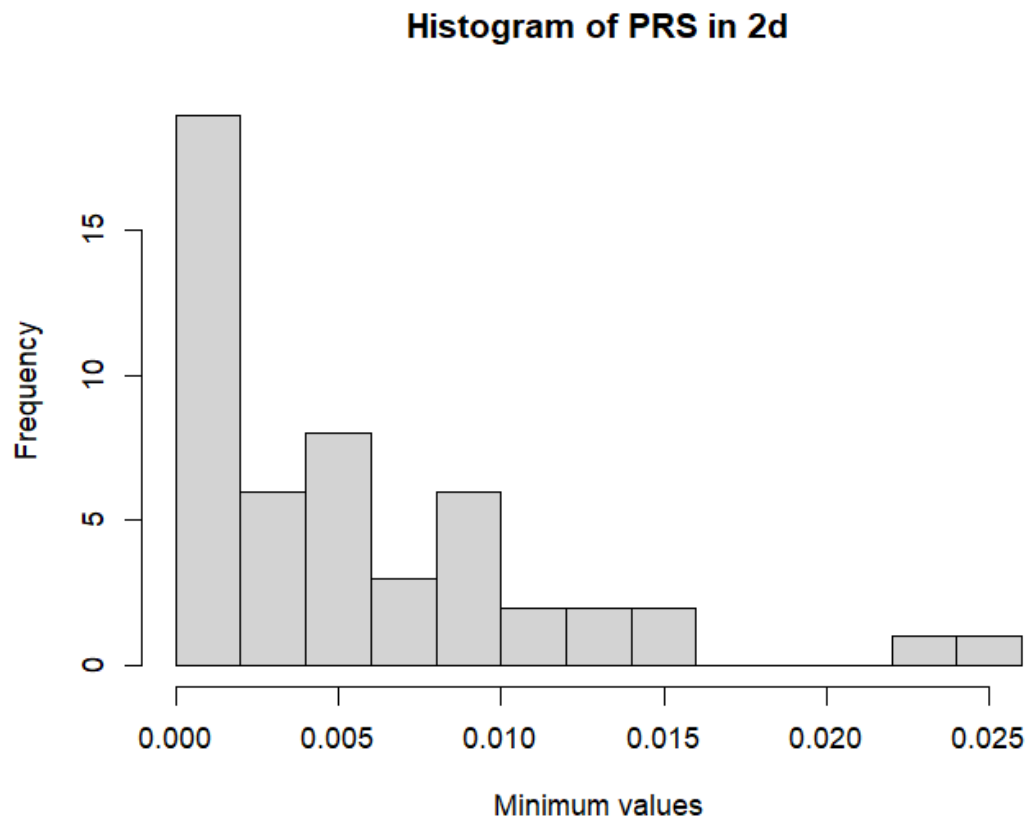
Welch Two Sample t-test

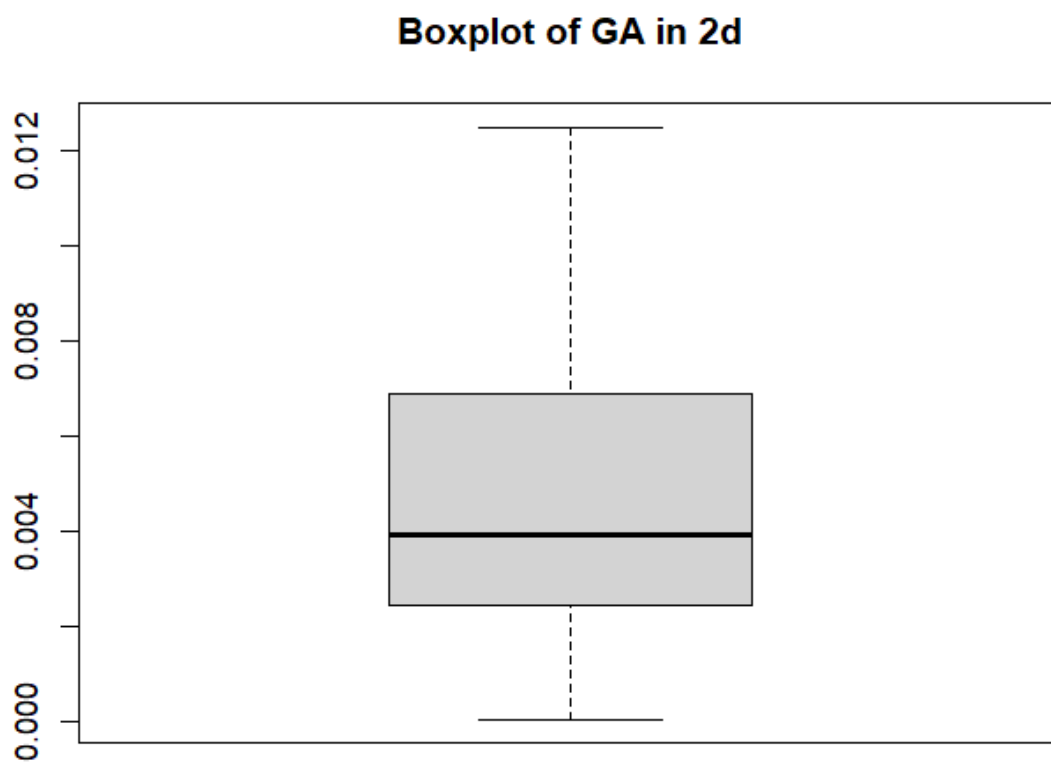
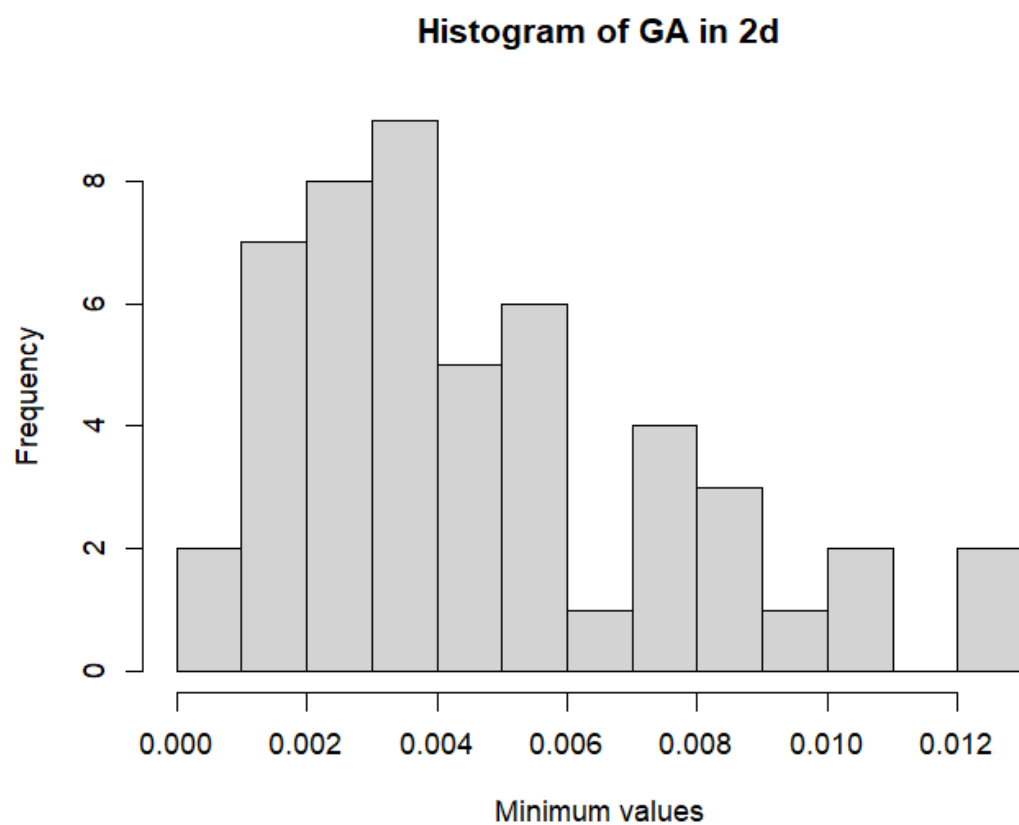
```
data: prsVal and gaVal
t = 65.069, df = 49.29, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 2.873575 3.056697
sample estimates:
mean of x mean of y
3.1409955 0.1758594
```

Możemy zaobserwować, że przedział minimów dla algorytmu prs znacząco się zwiększył, a mediana znowu zbliżona jest do górnego kwartyła. W przypadku algorytmu ga rozproszenie wyników było nieznaczne.

#### 4. Opracowanie wyników pomiarów dla dwóch, dziesięciu oraz dwudziestu wymiarów za pomocą funkcji Rosenbrock'a

##### a. 2d



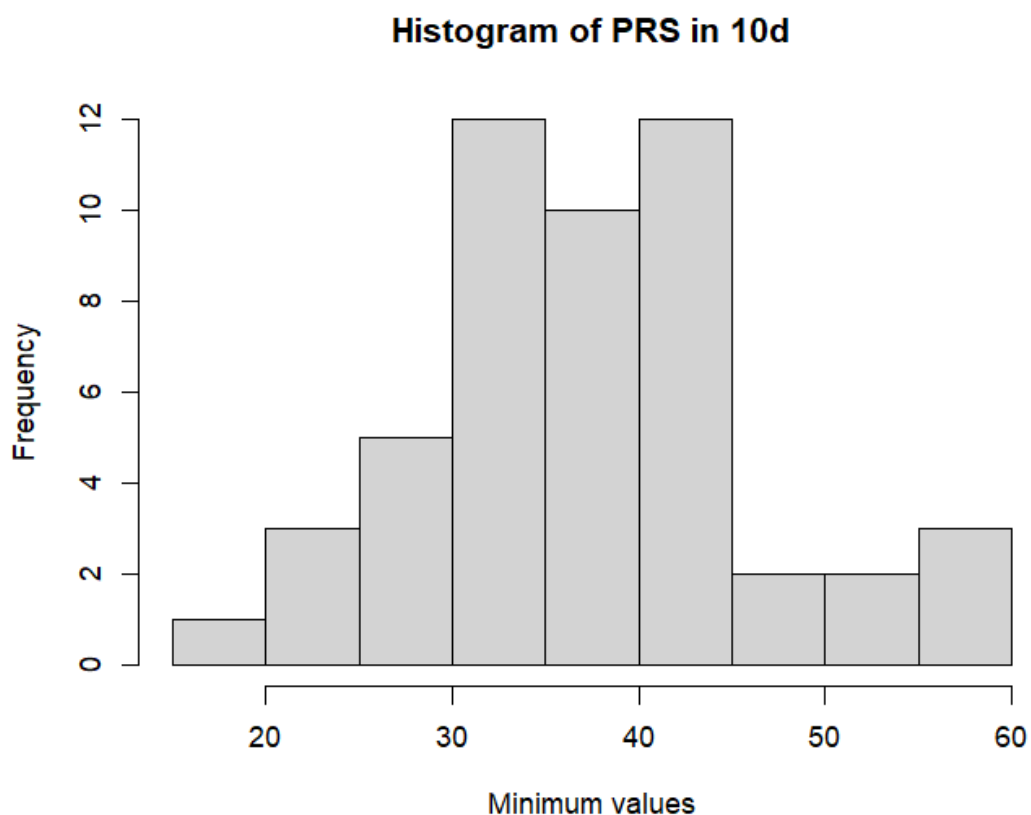


### Welch Two Sample t-test

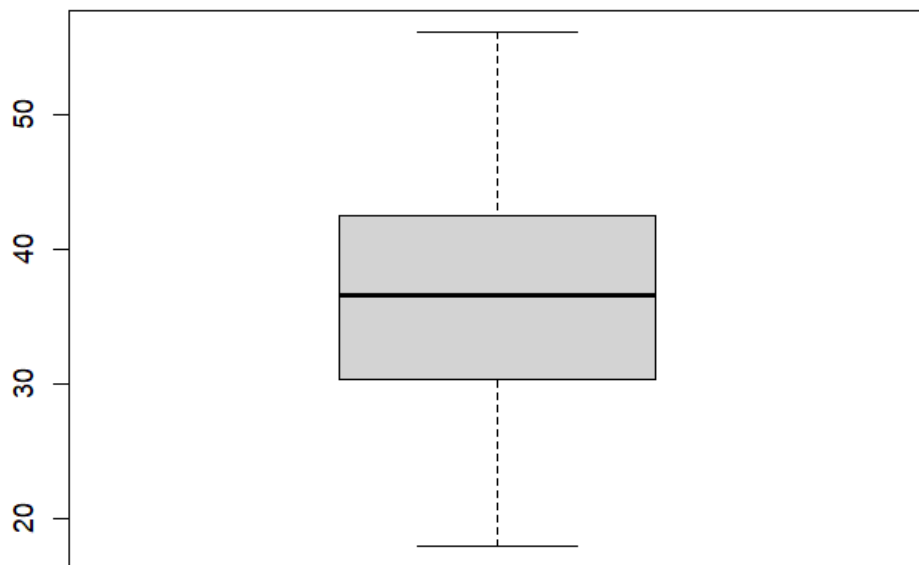
```
data: prsVal and gaVal
t = 0.84609, df = 75.404, p-value = 0.4002
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.001022944  0.002533642
sample estimates:
 mean of x   mean of y 
0.005534376 0.004779027
```

W tym przypadku większość wyników algorytmu prs znajdowała się znacznie bliżej dolnej granicy losowanych wartości. Występują jednak wartości znacząco oddalone od średniej. Wyniki algorytmu ga były bardziej spójne. Mediany obu wyników znajdowały się bliżej dolnego kwartyła.

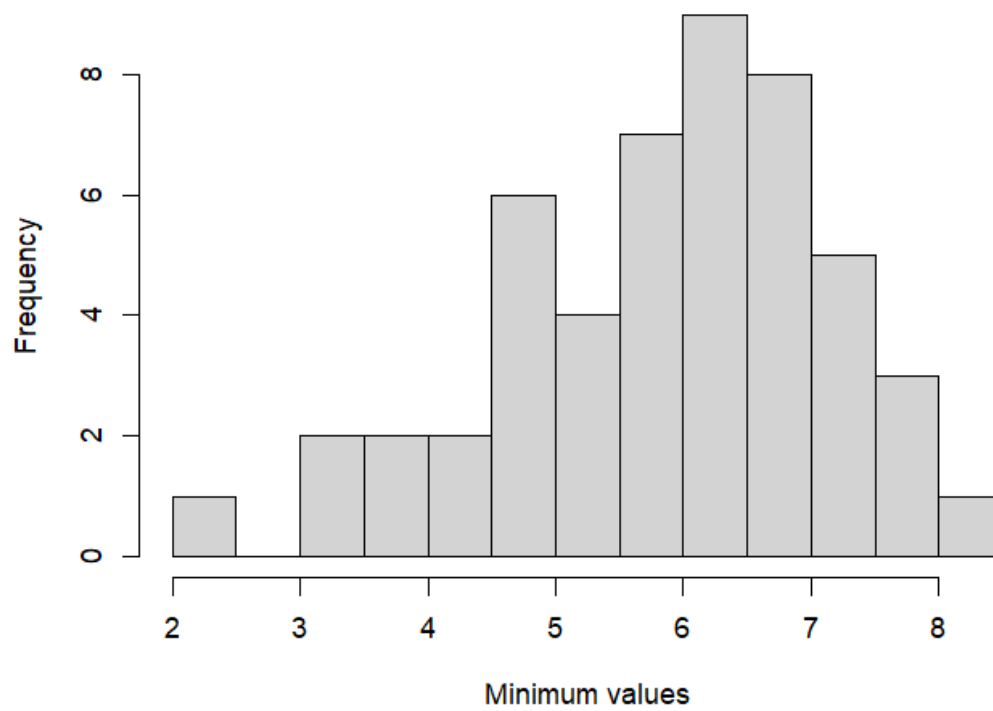
### b. 10d



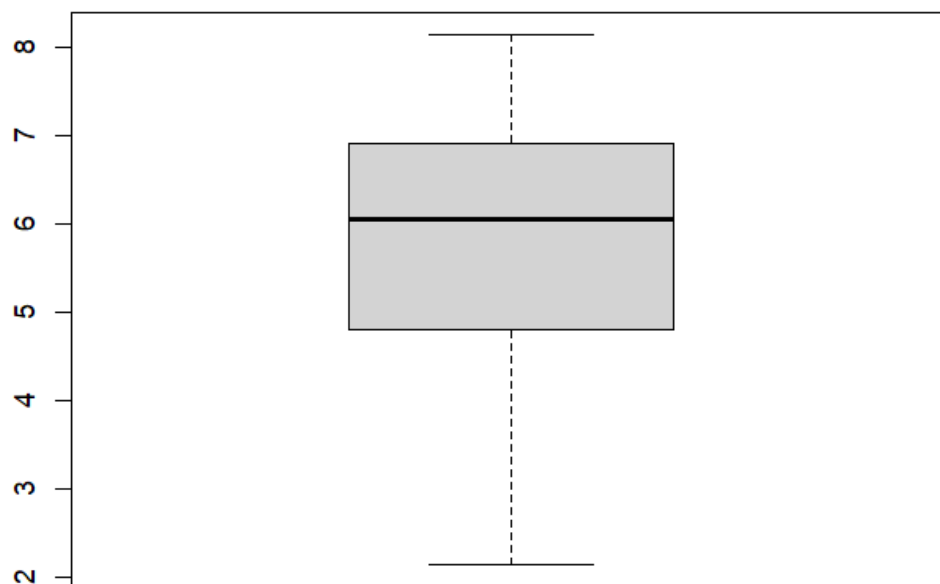
**Boxplot of PRS in 10d**



**Histogram of GA in 10d**



**Boxplot of GA in 10d**



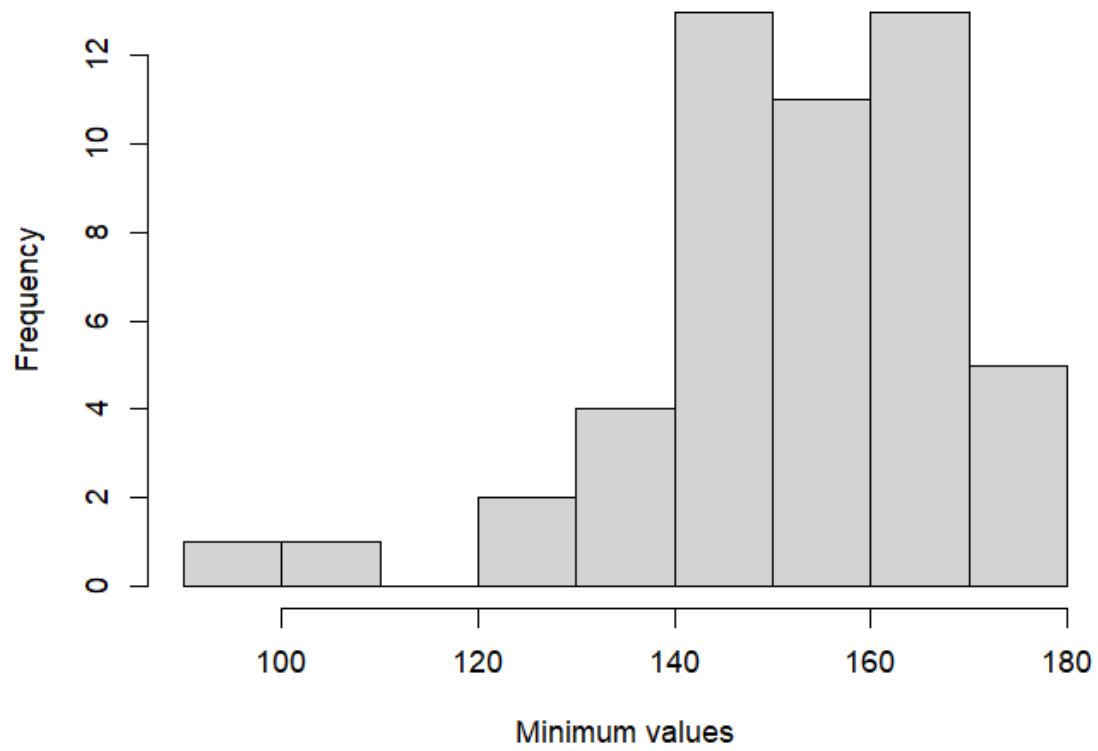
Welch Two Sample t-test

```
data: prsVal and gaVal
t = 24.79, df = 51.187, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 28.68143 33.73566
sample estimates:
mean of x mean of y
37.064669  5.856125
```

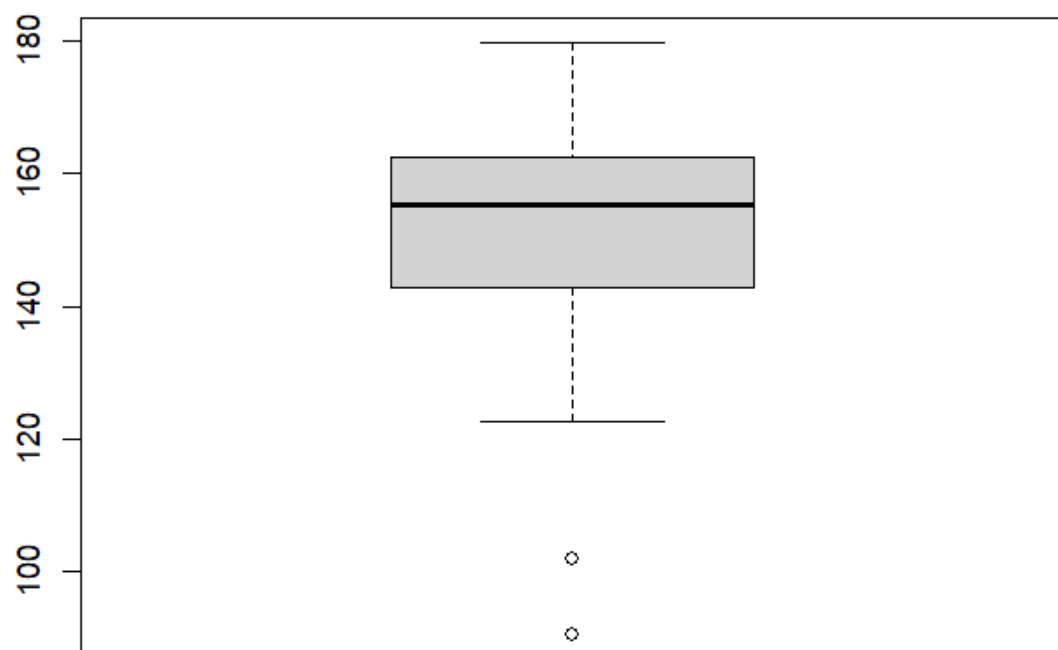
Zakres wartości w przypadku obu algorytmów jest znacznie większy. Wartości znacząco oddalone nie występują. Mediana wyników algorytmu ga znajduje się nieco bliżej górnego kwartyła.

c. 20d

**Histogram of PRS in 20d**

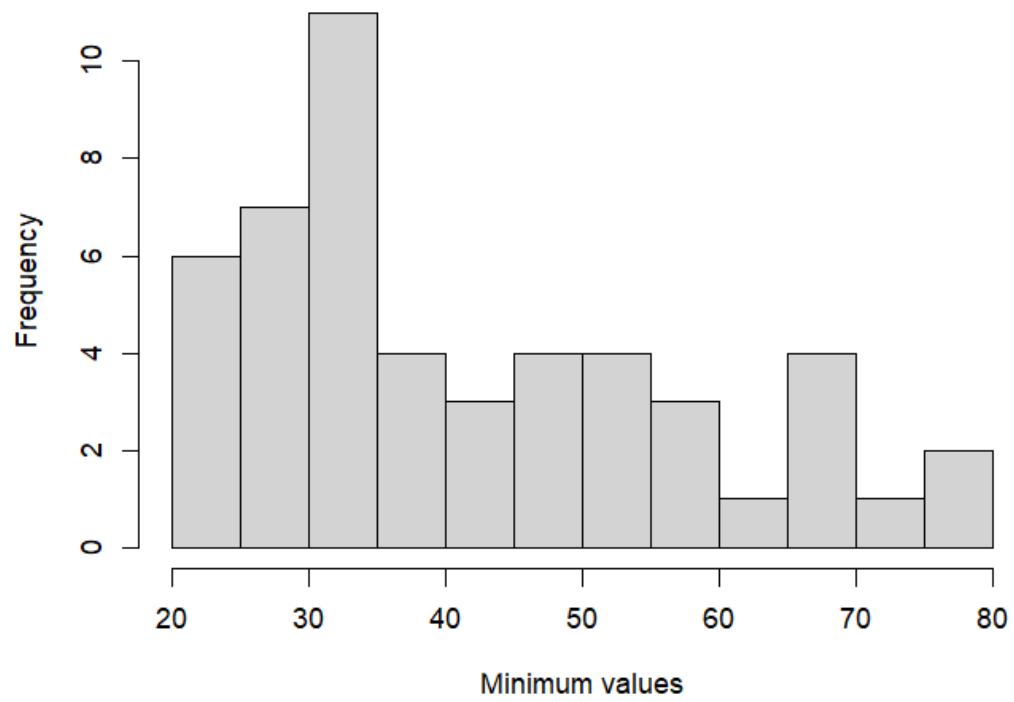


**Boxplot of PRS in 20d**

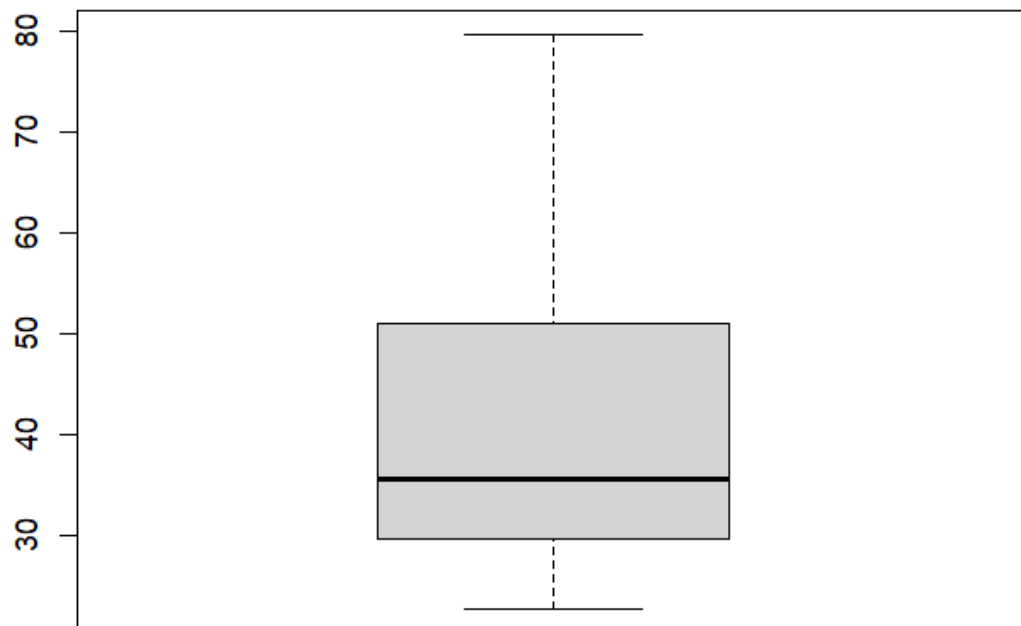




**Histogram of GA in 20d**



**Boxplot of GA in 20d**



### Welch Two Sample t-test

```
data: prsVal and gaVal
t = 32.832, df = 97.289, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 102.6754 115.8872
sample estimates:
mean of x mean of y
151.43048  42.14917
```

W tym wypadku możemy zauważyć, że algorytm prs skoncentrował się na znacznie większych wartościach (mediana skierowana w stronę górnego kwartyła, dolny kwartył powyżej połowy wszystkich wylosowanych wartości). Tutaj również znajdują się pojedyncze wartości znacznie oddalone od średniej, tym razem jednak są to wartości mniejsze niż średnia. W przypadku mniejszej ilości wymiarów pojawiające się znacznie oddalone wartości, były większe. Algorytm ga zwrócił wartości skoncentrowane bliżej dolnej części przedziału wynikowego (mediana w stronę dolnego kwartyła, górny kwartył poniżej połowy przedziału wszystkich wylosowanych wartości). Obie średnie nie mieszczą się w przedziale ufności.

## 5. Podsumowanie

Na podstawie powyższych obliczeń i analizy możemy stwierdzić, że algorytm genetyczny znajdował znacznie mniejsze minima niż Pure Random Search. Dodatkowo zakres zbiorów wyjściowych poszczególnych algorytmów znacząco się od siebie różnił. Rozrzut wyników PRS był znacznie większy niż w przypadku algorytmu genetycznego.

Analizując wykresy oraz testy nietrudno zauważyć, że algorytm genetyczny wypadł znacznie lepiej niż Pure Random Search

