

# Projekt Zaliczeniowy

Jan Sarba, Seweryn Tasior

## Wstęp

Projekt ten ma na celu proste opracowanie statystyczne wyników porównania działania wybranych algorytmów minimalizacji stochastycznej.

Do porównania wybraliśmy algorytmy:

- \* Poszukiwanie przypadkowe (Pure Random Search, PRS)
- \* Metoda wielokrotnego startu (multi-start, MS)

Do porównań użyliśmy funkcji:

- \* Ackley'a
- \* Schwefela

## WYNIKI

### Funkcja Ackleya 2D

#### MS

- Średnia: 3.3727394
- Wartość najmniejsza:  $4.4408921 \times 10^{-16}$
- Wartość największa: 15.3326967
- Mediana: 2.5799276
- Dolny kwartył:  $1.3766766 \times 10^{-14}$
- Górny kwartył: 5.2574145

#### PRS

- Średnia: 4.6542636
- Wartość najmniejsza: 1.2409956
- Wartość największa: 8.59722
- Mediana: 4.5691378
- Dolny kwartył: 3.8883666
- Górny kwartył: 5.3660795

## Funkcja Ackleya, 10D

MS

- Średnia: 18.0677154
- Wartość najmniejsza: 15.7646698
- Wartość największa: 18.9708115
- Mediana: 18.2171477
- Dolny kwartyl: 17.8974125
- Górny kwartyl: 18.5266127

PRS

- Średnia: 18.4831441
- Wartość najmniejsza: 16.1629334
- Wartość największa: 19.4854404
- Mediana: 18.5951064
- Dolny kwartyl: 18.1021262
- Górny kwartyl: 18.951603

## Funkcja Ackleya, 20D

MS

- Średnia: 18.8197922
- Wartość najmniejsza: 17.782012
- Wartość największa: 19.1899607
- Mediana: 18.9013854
- Dolny kwartyl: 18.7345928
- Górny kwartyl: 19.0107667

PRS

- Średnia: 19.9768604
- Wartość najmniejsza: 19.3730475
- Wartość największa: 20.39055
- Mediana: 19.9847201
- Dolny kwartyl: 19.8209804
- Górny kwartyl: 20.1225461

## Funkcja schwefela, 2D

MS

- Średnia: -826.1219411
- Wartość najmniejsza: -837.9657745
- Wartość największa: -719.5274399
- Mediana: -837.9657745
- Dolny kwartyl: -837.9657745
- Górny kwartyl: -837.9657745

PRS

- Średnia: -778.1201185
- Wartość najmniejsza: -837.236544
- Wartość największa: -654.4458215
- Mediana: -793.8545003
- Dolny kwartyl: -826.0390502
- Górny kwartyl: -736.9730538

## Funkcja schwefela, 10D

MS

- Średnia: -3156.0063654
- Wartość najmniejsza: -3495.9017459
- Wartość największa: -2845.8723078
- Mediana: -3142.8514541
- Dolny kwartyl: -3275.7241509
- Górny kwartyl: -3023.6353522

PRS

- Średnia: -1886.3098329
- Wartość najmniejsza: -2592.6591224
- Wartość największa: -1486.2413141
- Mediana: -1843.4512597
- Dolny kwartyl: -1984.377835
- Górny kwartyl: -1724.8315969

## Funkcja schwefela, 20D

### MS

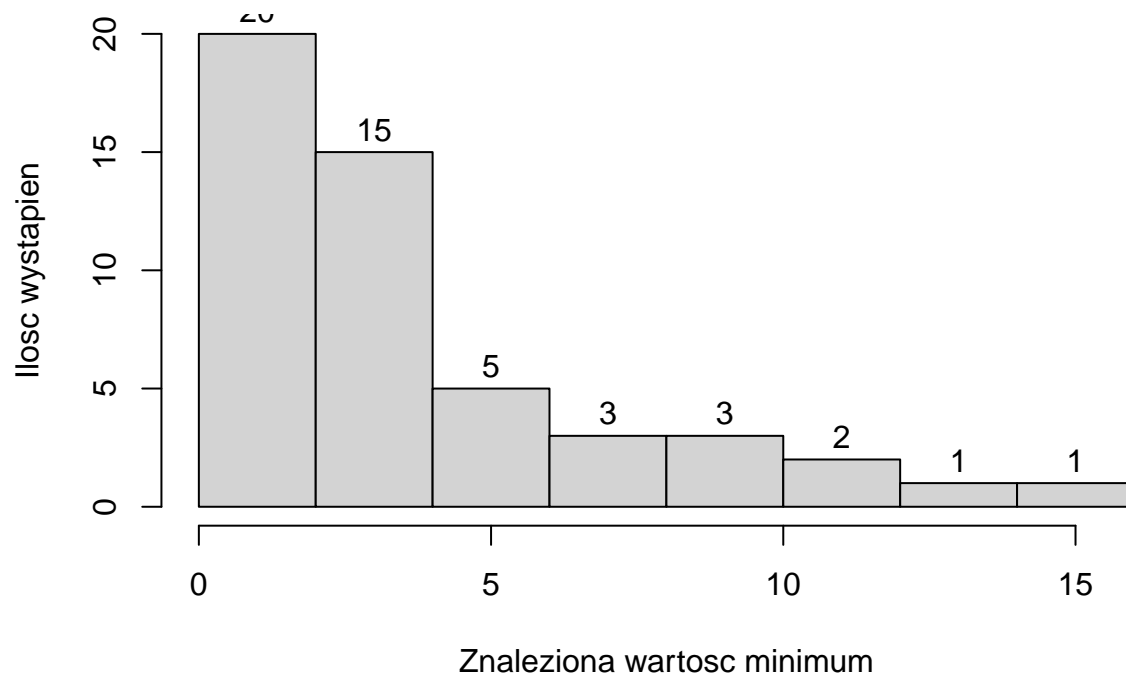
- Średnia: -5799.4410587
- Wartość najmniejsza: -6580.2006838
- Wartość największa: -5240.9132515
- Mediana: -5760.308217
- Dolny kwartyl: -5984.2496431
- Górny kwartyl: -5592.4123178

### PRS

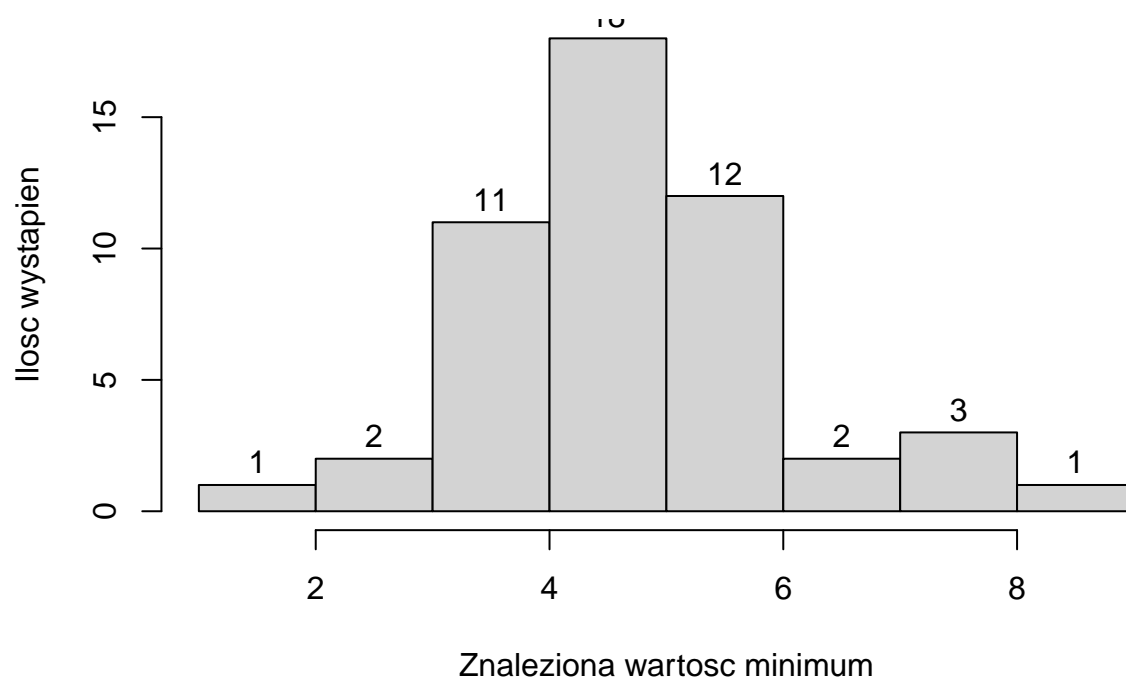
- Średnia: -2706.8342921
- Wartość najmniejsza: -3650.2614244
- Wartość największa: -2161.9569025
- Mediana: -2670.5847145
- Dolny kwartyl: -2910.4670599
- Górny kwartyl: -2477.4847162

## Kolejne histogramy

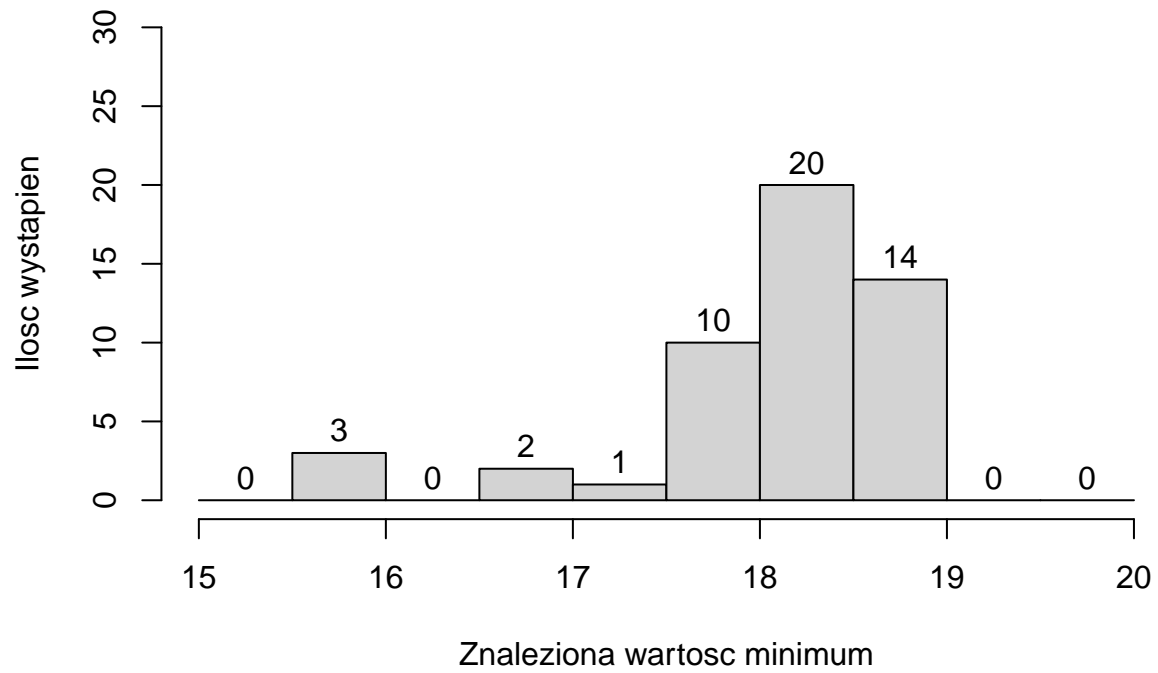
### Funkcja Ackleya 2D, MS



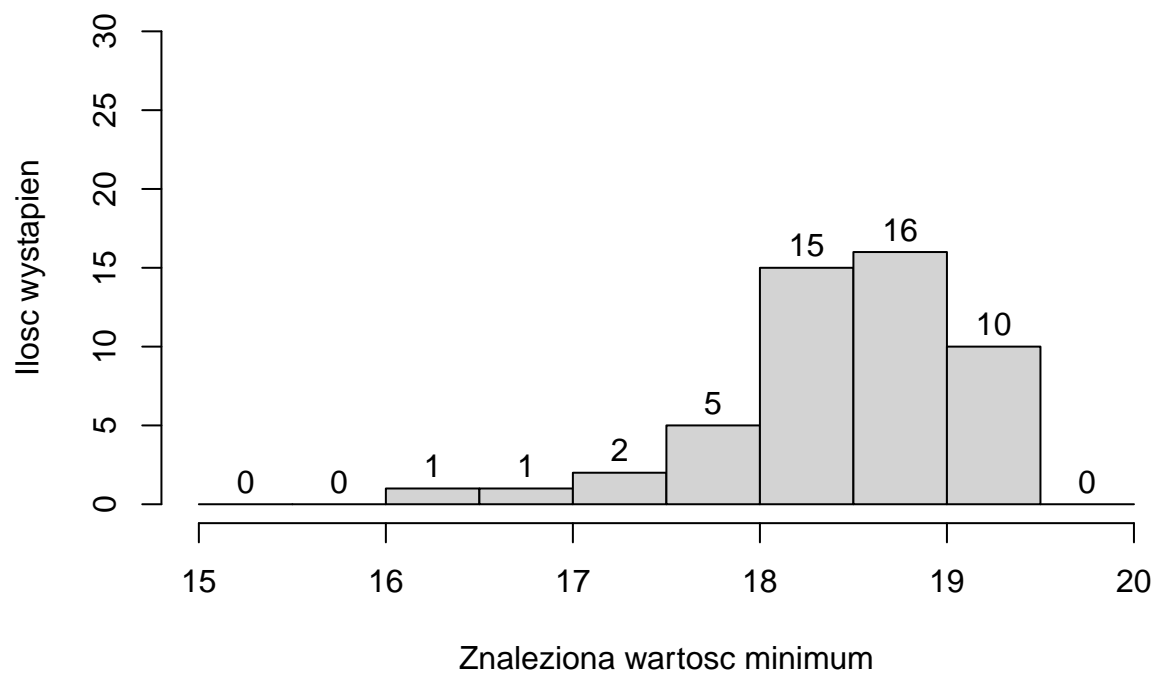
## Funkcja Ackleya 2D, PRS



## Funkcja Ackleya 10D, MS

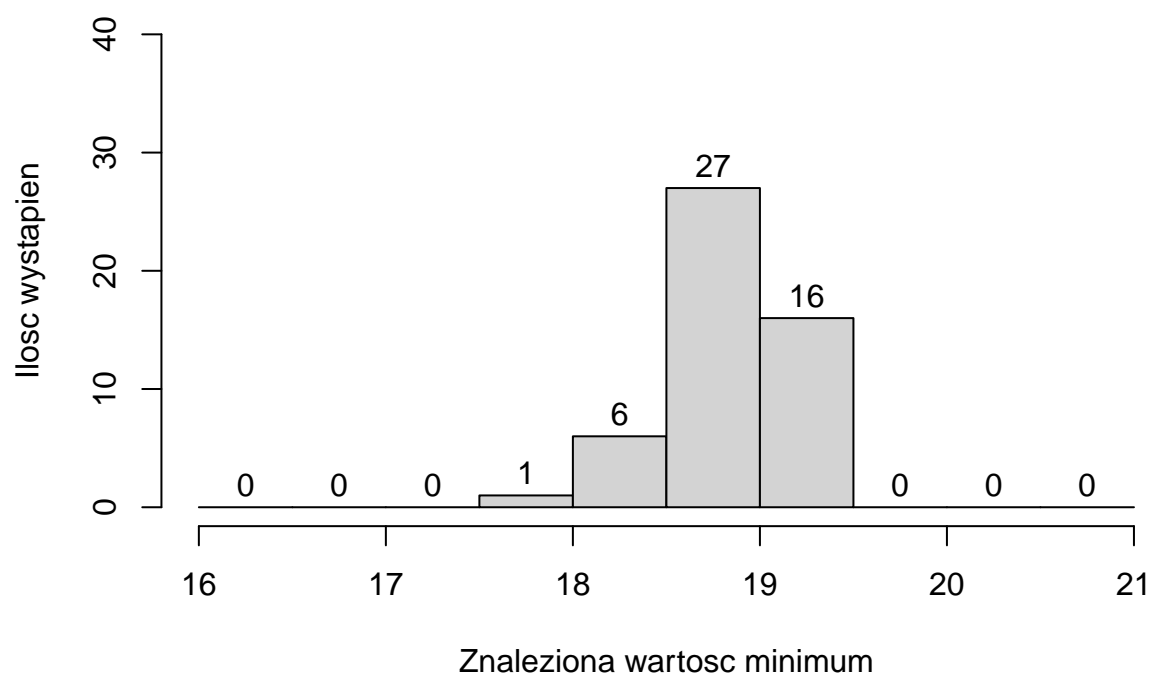


## Funkcja Ackleya 10D, PRS

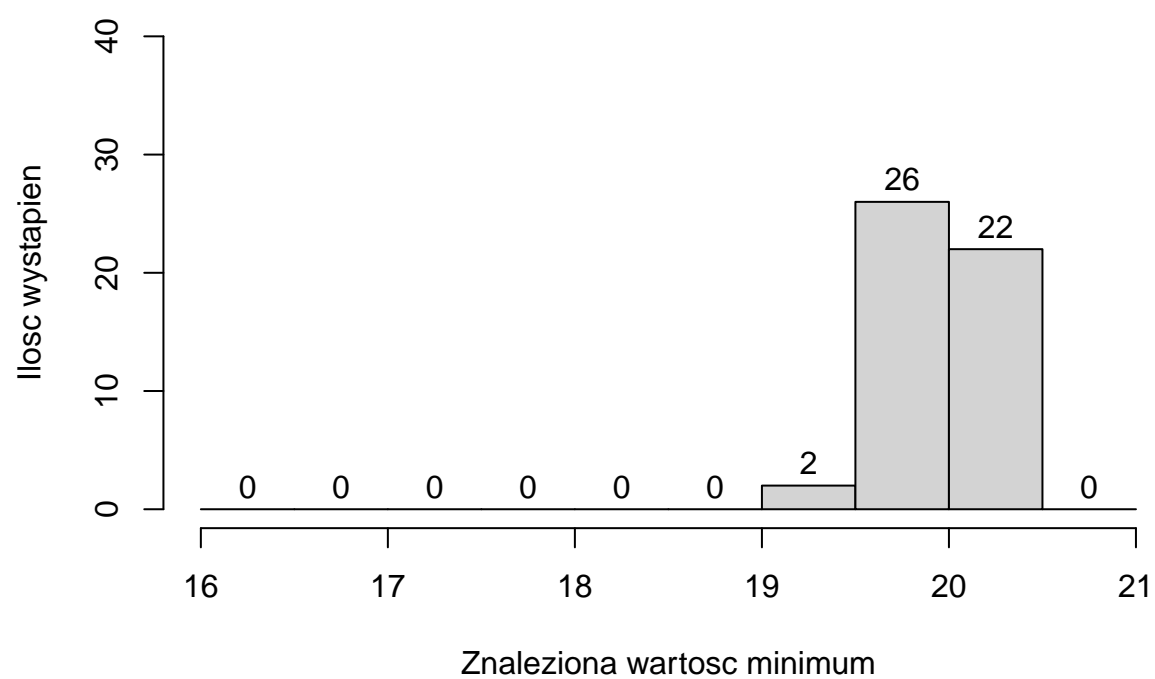




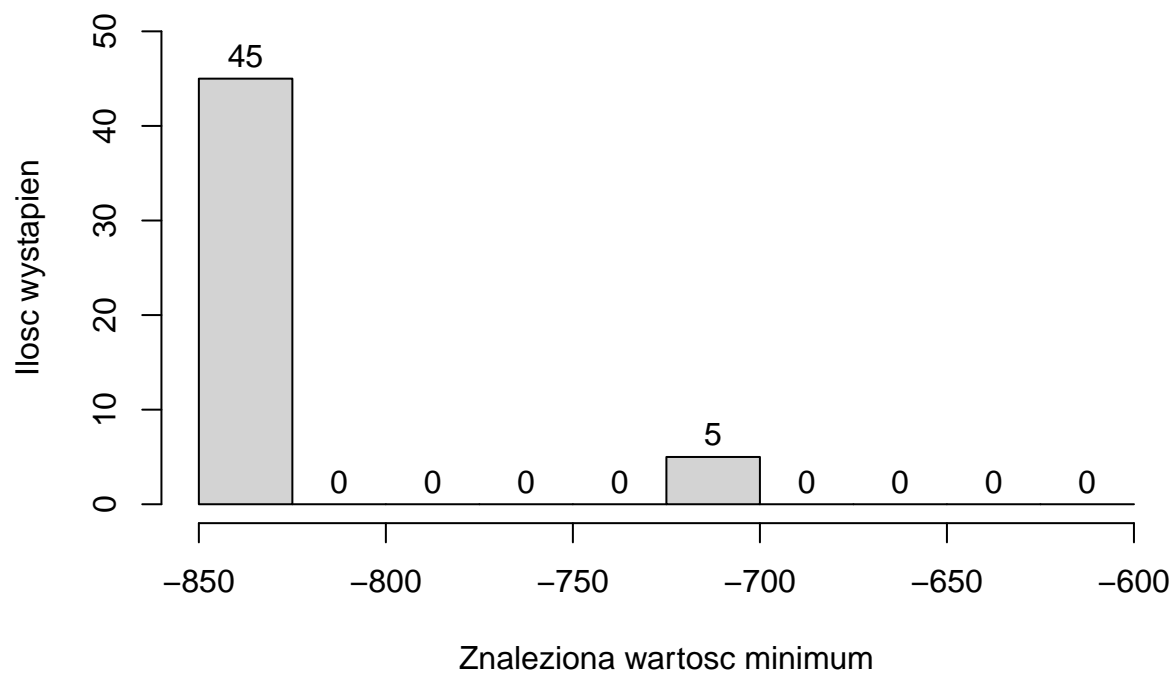
## Funkcja Ackleya 20D, MS



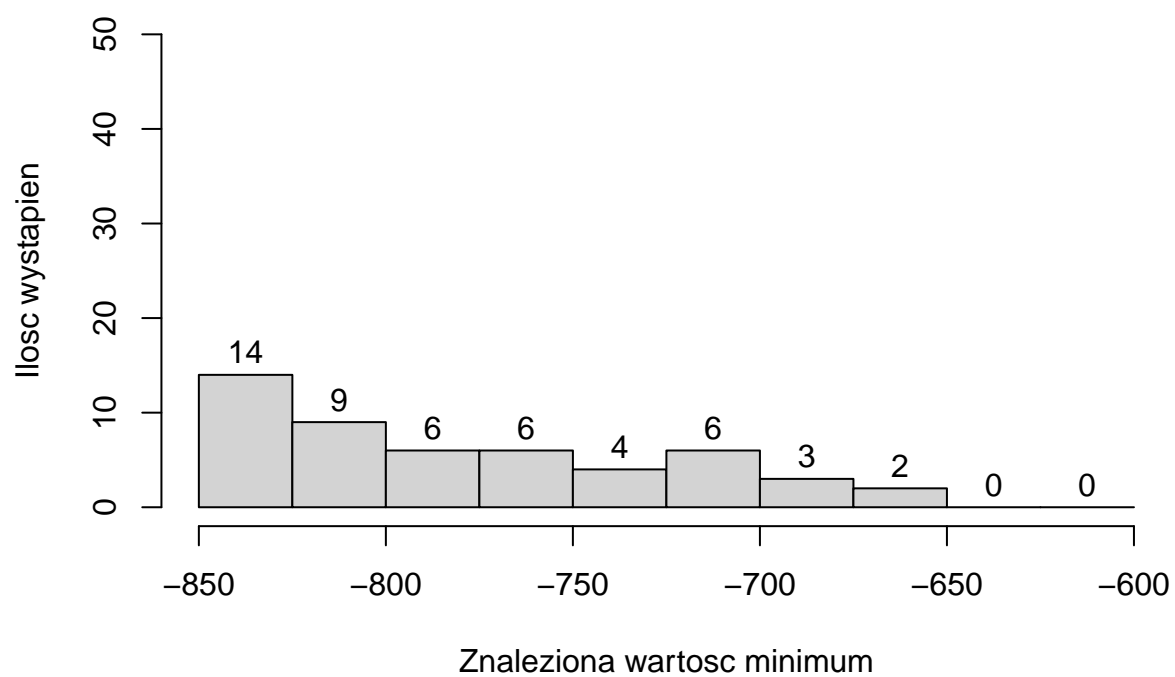
### Funkcja Ackleya 20D, PRS



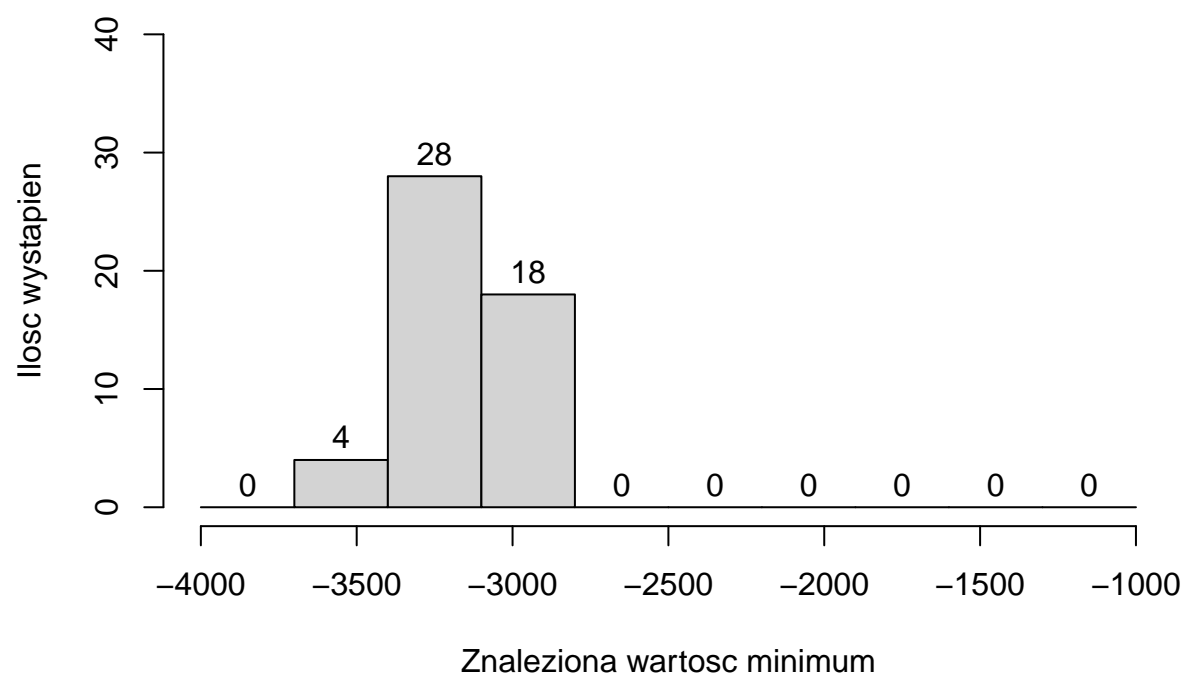
## Funkcja Schwefela 2D, MS



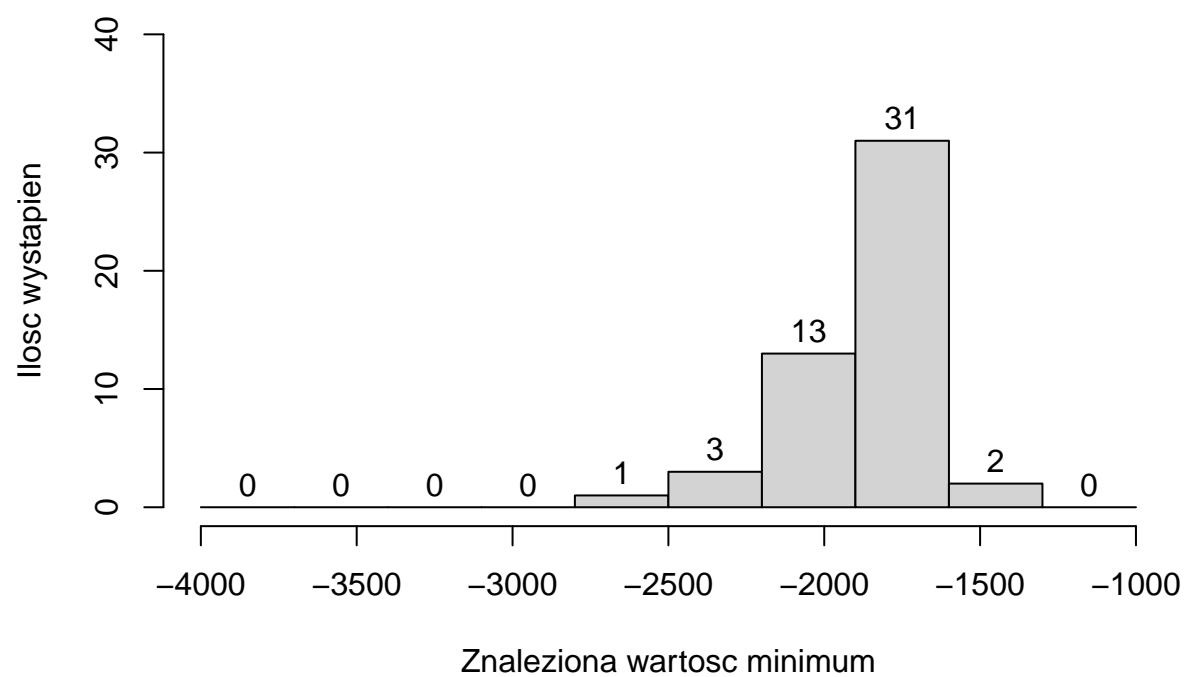
## Funkcja Schwefela 2D, PRS



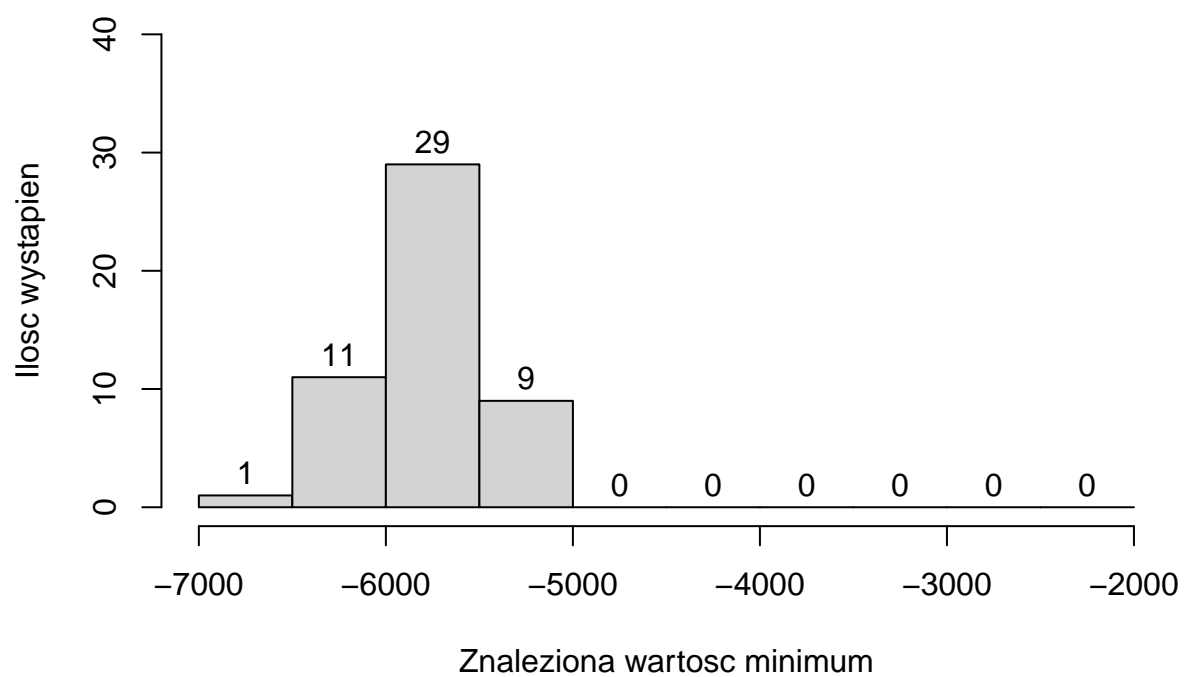
### Funkcja schwefela 10D, MS



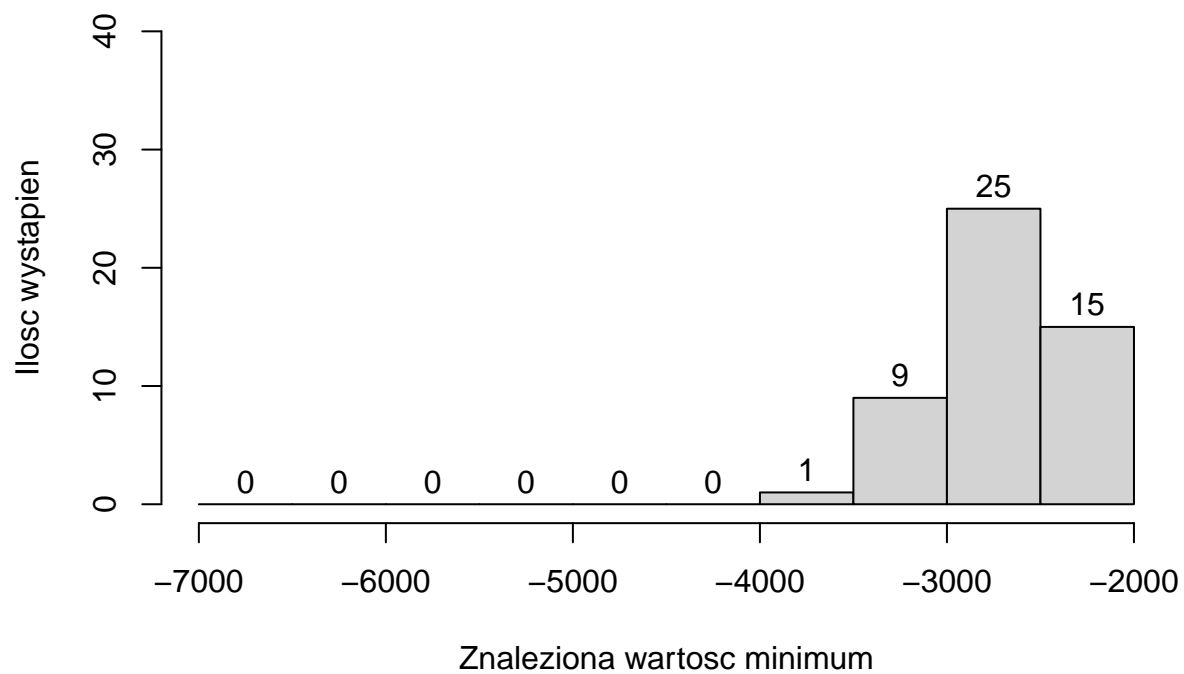
## Funkcja Schwefela 10D, PRS



### Funkcja Schwefela 20D, MS



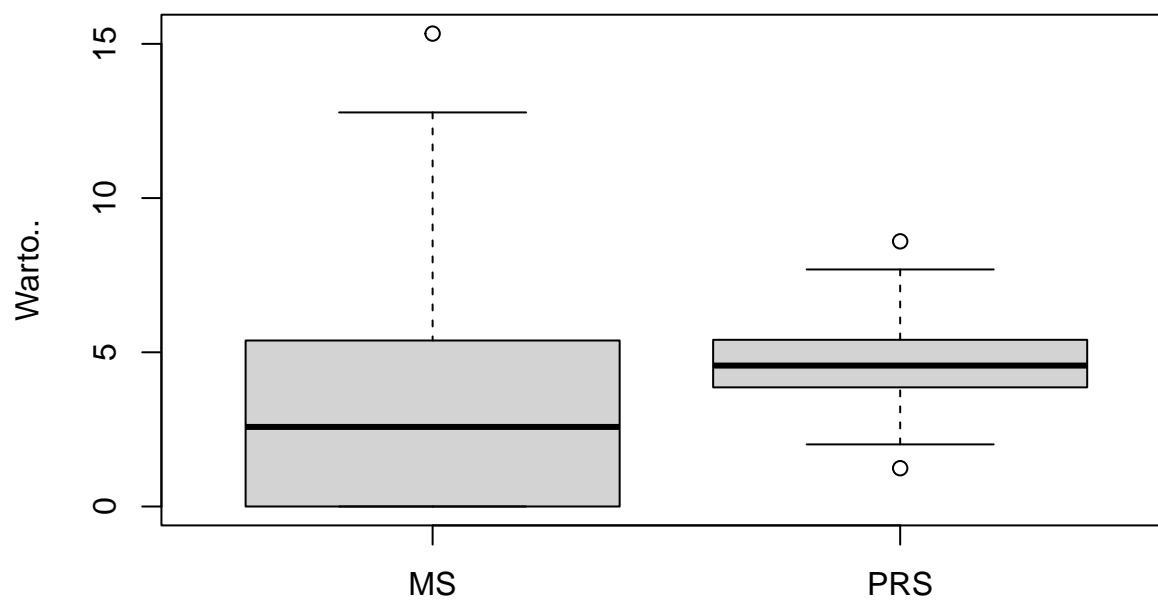
## Funkcja Schwefela 20D, PRS



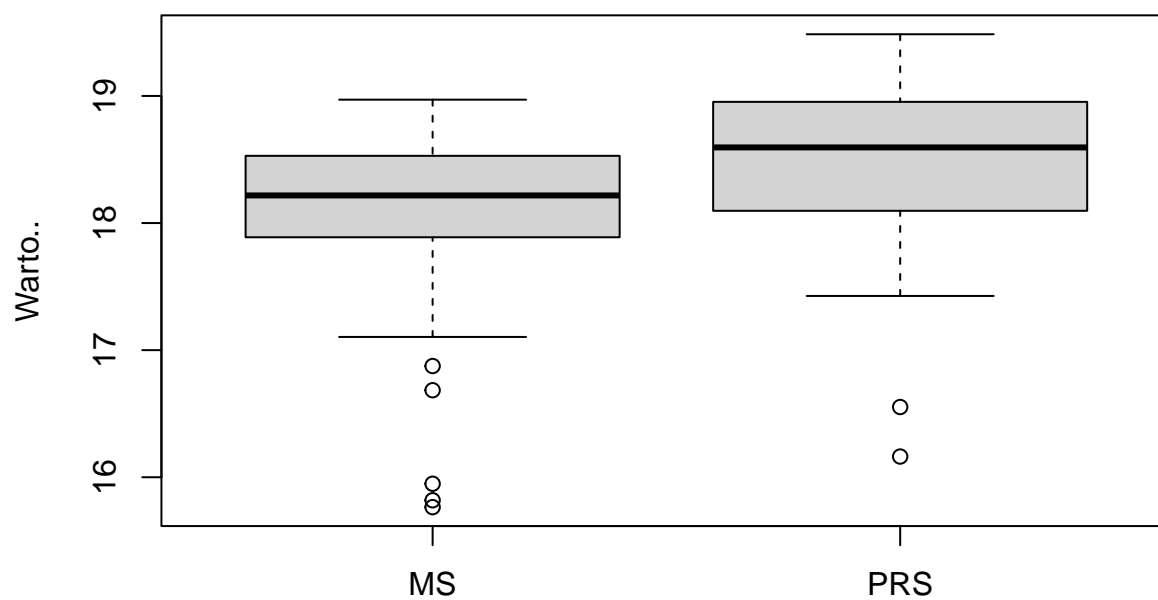


## Wykresy pudełkowe

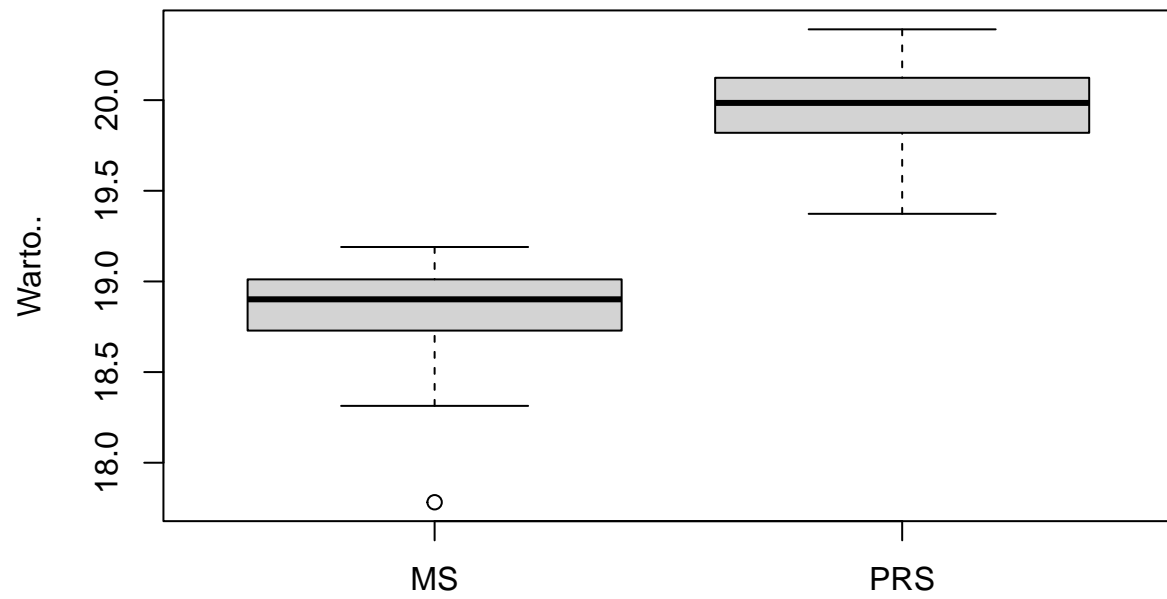
### Funkcja Ackleya, 2D

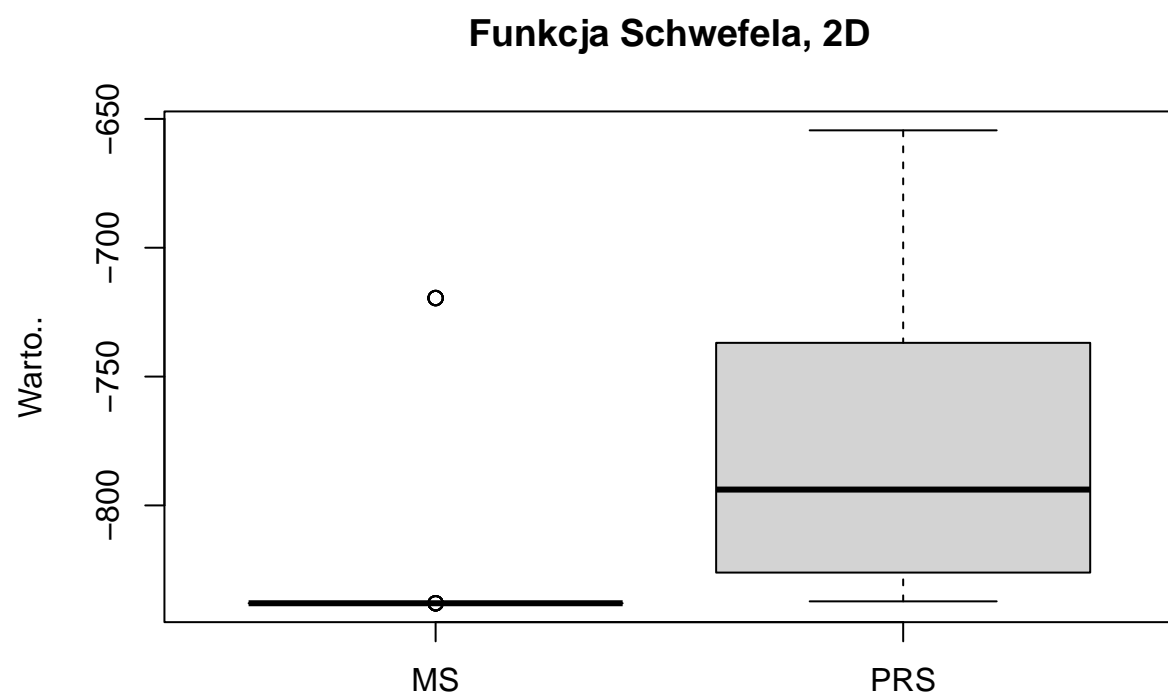


### Funkcja Ackleya, 10D

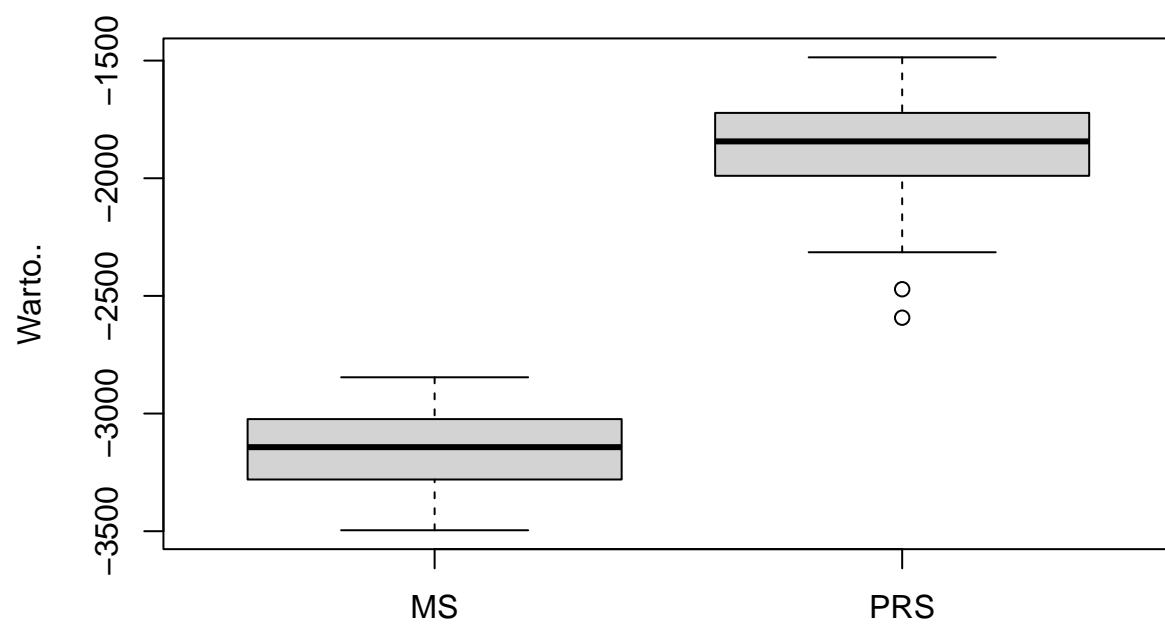


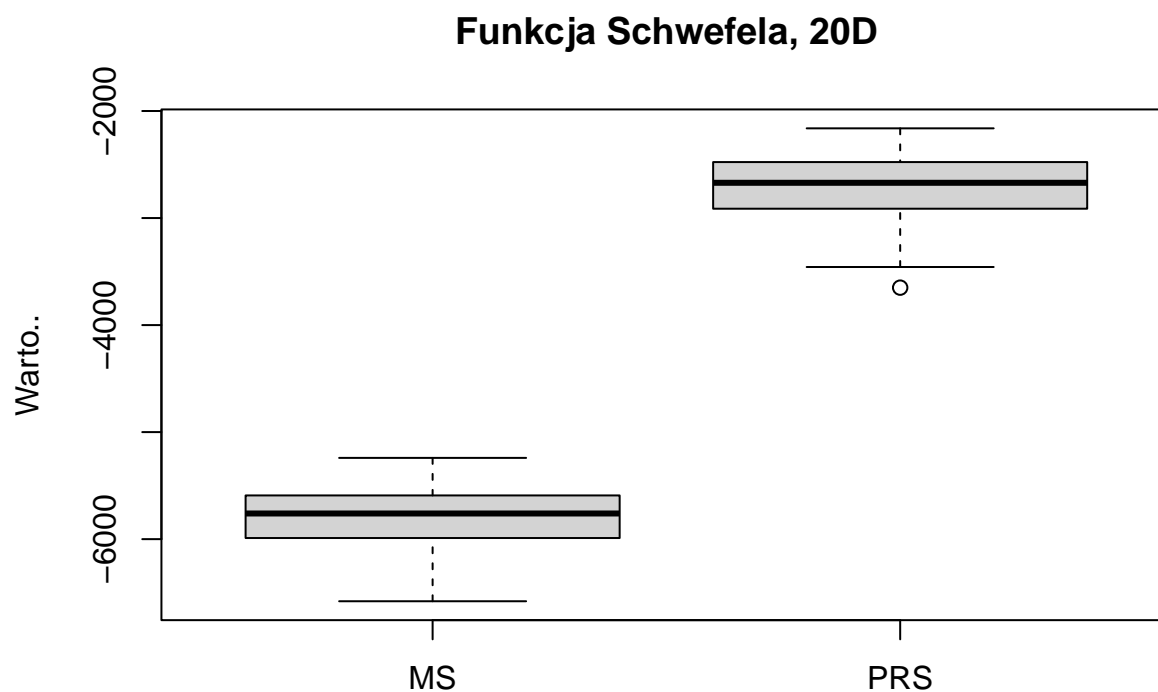
## Funkcja Ackleya, 20D





## Funkcja Schwefela, 10D





## T-testy

```
## Loading required package: ParamHelpers
```

```
## Loading required package: checkmate
```

```
## [1] "MS:"
```

```
## [1] "Wartość średnia: 2.97383545162838"
```

```
## [1] "PRS:"
```

```
## [1] "Wartość średnia: 4.61416235785195"
```

```
## [1] "Test t-Studenta:"
```

```
##
```

```
## Welch Two Sample t-test
```

```
##
```

```
## data: res_ms and res_prs
```

```
## t = -2.903, df = 71.292, p-value = 0.004915
```

```
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
## 95 percent confidence interval:
```

```
## -2.7669094 -0.5137444
```

```
## sample estimates:
```

```
## mean of x mean of y
```

```
## 2.973835 4.614162
```

```
##
```

```
## [1] "-----"
```

```

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -2.903, df = 71.292, p-value = 0.004915
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -2.7669094 -0.5137444
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 2.973835 4.614162

## [1] "MS:"
## [1] "Wartość średnia: 18.0195162851362"
## [1] "PRS:"
## [1] "Wartość średnia: 18.4337414962917"
## [1] "Test t-Studenta:"
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -2.7951, df = 91.64, p-value = 0.00632
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -0.7085730 -0.1198774
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 18.01952 18.43374
##
## [1] "-----"

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -2.7951, df = 91.64, p-value = 0.00632
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -0.7085730 -0.1198774
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 18.01952 18.43374

## [1] "MS:"
## [1] "Wartość średnia: 18.78051661654"
## [1] "PRS:"
## [1] "Wartość średnia: 19.9077006544744"
## [1] "Test t-Studenta:"
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -18.847, df = 84.869, p-value < 2.2e-16

```

```

## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -1.246101 -1.008267
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 18.78052 19.90770
##
## [1] "-----"

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -18.847, df = 84.869, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -1.246101 -1.008267
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 18.78052 19.90770

## [1] "MS:"
## [1] "Wartość średnia: -816.646874314079"
## [1] "PRS:"
## [1] "Wartość średnia: -775.50843165263"
## [1] "Test t-Studenta:"
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -4.4782, df = 98, p-value = 2.038e-05
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -59.36859 -22.90830
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -816.6469 -775.5084
##
## [1] "-----"

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -4.4782, df = 98, p-value = 2.038e-05
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -59.36859 -22.90830
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -816.6469 -775.5084

## [1] "MS:"

```

```

## [1] "Wartość średnia: -3163.51858287481"
## [1] "PRS:"
## [1] "Wartość średnia: -1910.24210441514"
## [1] "Test t-Studenta:"
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -32.613, df = 89.601, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -1329.627 -1176.926
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -3163.519 -1910.242
##
## [1] "-----"

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -32.613, df = 89.601, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -1329.627 -1176.926
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -3163.519 -1910.242

## [1] "MS:"
## [1] "Wartość średnia: -5734.7562859589"
## [1] "PRS:"
## [1] "Wartość średnia: -2783.40526816628"
## [1] "Test t-Studenta:"
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs
## t = -48.009, df = 94.286, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -3073.406 -2829.296
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -5734.756 -2783.405
##
## [1] "-----"

##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: res_ms and res_prs

```



```
## t = -48.009, df = 94.286, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -3073.406 -2829.296
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## -5734.756 -2783.405
```

## Wnioski

- **Porównanie średnich wyników:**
  - W każdej analizowanej parze MRS i PRS wartości średnie różnią się istotnie.
  - PRS uzyskuje wyższe wartości średnie w większości przypadków.
- **Testy istotności statystycznej:**
  - Wszystkie testy t-Studenta dają bardzo niskie wartości  $p$  ( $< 0.0005$ ), co oznacza, że różnice są istotne statystycznie.
  - 95-procentowe przedziały ufności nie obejmują zera, co dodatkowo potwierdza istotność różnic.
- **Interpretacja wyników:**
  - Hipoteza zerowa, zakładająca brak różnicy między średnimi wynikami MRS i PRS, jest odrzucana we wszystkich przypadkach.
  - PRS osiąga lepsze wyniki od MRS dla wszystkich testowanych przypadków.
  - W niektórych przypadkach różnice są bardzo duże, co może sugerować lepszą efektywność PRS.