

# WSI - laboratorium 2

---

Zadanie: "Algorytmy ewolucyjne i genetyczne"

Autor: Jakub Mazurkiewicz (300226)

## Uruchamianie programu

---

W celu uruchomienia eksperymentu należy wykonać plik `main.py` z następującymi argumentami:

```
1 python main.py <prob_1> <pop_size> <crossover_prob> <mut_prob> <iter_limit>
```

Podawane argumenty są hiperparametrami określającymi następujące właściwości algorytmu:

- `prob_1` - szansa na wystąpienie wartości 1 w osobniku w początkowej populacji,
- `pop_size` - rozmiar populacji,
- `crossover_prob` - szansa na wystąpienie krzyżowania jednopunktowego,
- `mut_prob` - szansa na wystąpienie mutacji,
- `iter_limit` - numer ostatniego pokolenia.

## Przyjęte założenia

---

Każdy osobnik jest wektorem zer i jedynek, które określają czy silnik rakiety jest włączony czy nie.

Funkcje tworzące "lot rakiety" oraz obliczające zysk znajdują się w module `rocket_flight.py`.

## Przeprowadzanie eksperymentów

---

Program testujący `main.py` wykorzystuje klasę `GeneticAlgorithm` pochodzącą z modułu `genetic.py`. Odpowiada ona za przeprowadzenie procesu ewolucji oraz zabranie statystyk na temat działania algorytmu. Sam algorytm jest uruchamiany 30 razy dla podanego zestawu hiperparametrów w celu uzyskania uśrednionego wyniku.

Zapisywane statystyki:

- Średni zysk w zależności od pokolenia i uruchomienia (plik `avg_for_each_generation.log`),
- Najlepszy osobnik w zależności od pokolenia i uruchomienia (plik `best_for_each_generation.log`),
- Najgorszy osobnik w zależności od pokolenia i uruchomienia (plik `worst_for_each_generation.log`).

W powyższych plikach program `main.py` zapisuje w kolejnych rzędach wyniki dla kolejnych uruchomień algorytmu. Na ich podstawie program `plotting.py` tworzy wykresy przedstawiające:

- Średni zysk ze wszystkich uruchomień w zależności od generacji
- Średni zysk z najlepszych osobników ze wszystkich uruchomień w zależności od generacji
- Średni zysk z najgorszych osobników ze wszystkich uruchomień w zależności od generacji

## Eksperymenty

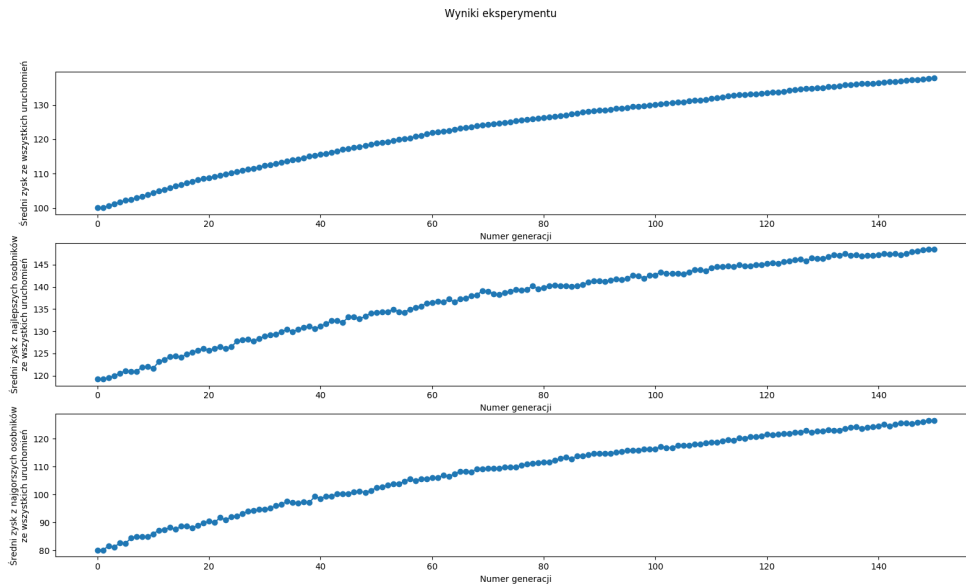
---

# Oznaczenia

- $\tilde{x}_n$  - średni zysk z osobników z ostatniej generacji (ze wszystkich uruchomień)
- $\tilde{x}_{best,n}$  - średni zysk z najlepszych osobników ostatnich generacji każdego uruchomienia
- $\tilde{x}_{worst,n}$  - średni zysk z najgorszych osobników ostatnich generacji każdego uruchomienia

## Eksperyment 1

Uruchomienie: prob\_1=0.5; pop\_size=200; crossover\_prob=0.95; mut\_prob=0.02;  
iter\_limit=150

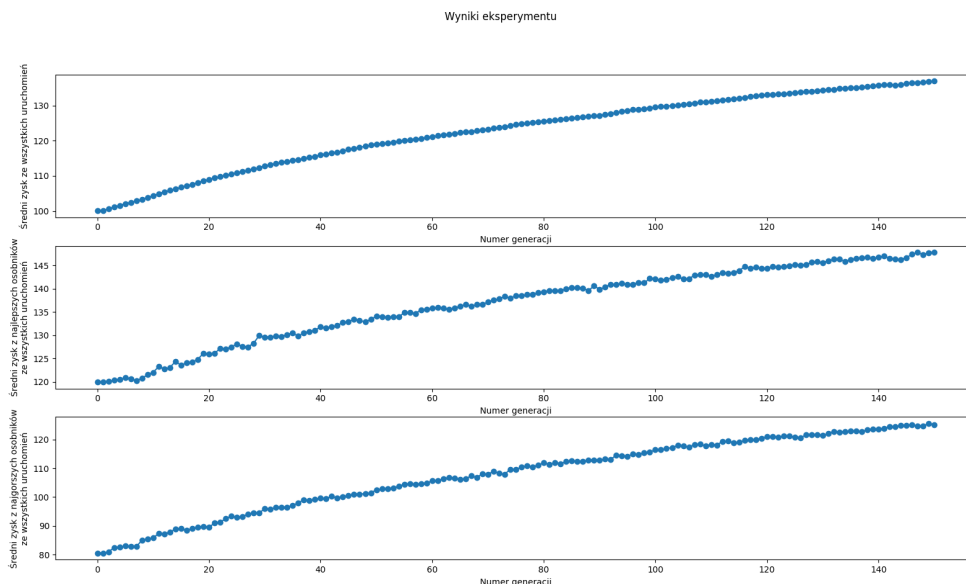


Uzyskane wyniki są zadowalającej jakości, najlepsze osobniki przynosiły zysk o wartości  $\tilde{x}_{best,1} \approx 148$ , podczas gdy średni zysk z całej populacji wyniósł  $\tilde{x}_1 \approx 137$ .

## Eksperyment 2

W kolejnym eksperymencie sprawdzimy wpływ zwiększenia prawdopodobieństwa mutacji wśród osobników.

Uruchomienie: prob\_1=0.5; pop\_size=200; crossover\_prob=0.95; mut\_prob=0.09;  
iter\_limit=150

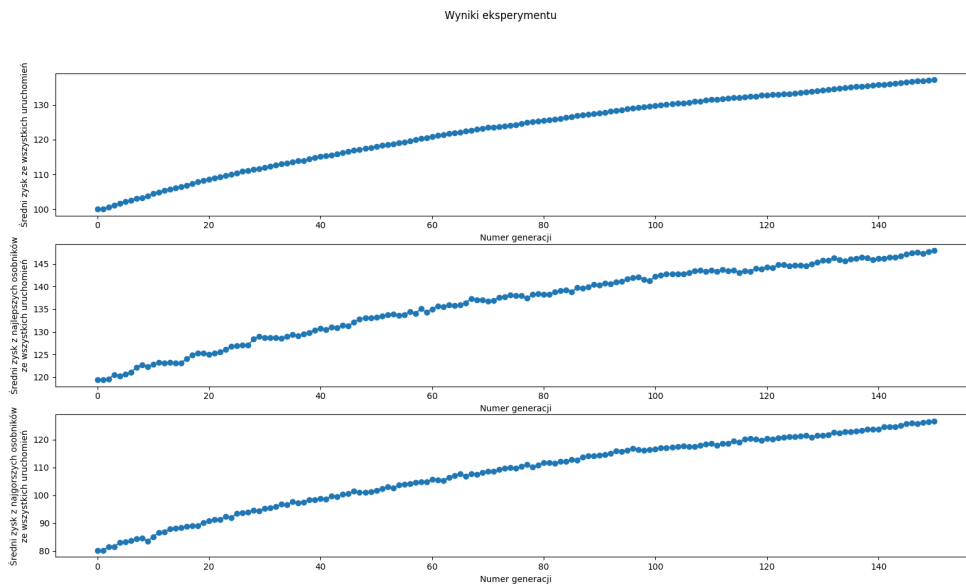


Zmiana prawdopodobieństwa mutacji o 7 punktów procentowych wpłynęła nieznacznie (ale pozytywnie) na wynik działania algorytmu - przykładowo, średni zysk  $\tilde{x}_n$  wzrósł o około 0.1.

## Eksperyment 3

W kolejnym eksperymencie sprawdzimy wpływ zwiększenia prawdopodobieństwa krzyżowania wśród osobników.

Uruchomienie: `prob_1=0.5; pop_size=200; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.09;`  
`iter_limit=150`

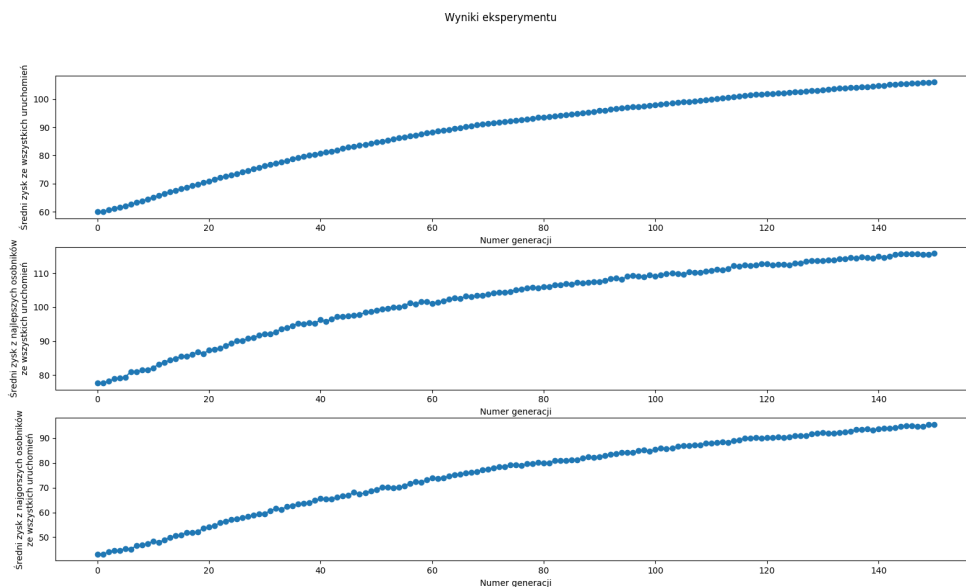


Częstsze krzyżowanie nie wpłynęło na uzyskane wyniki.

## Eksperyment 4

W kolejnym eksperymencie zwiększymy parametr wpływający na jakość populacji początkowej, czyli `prob_1` (prawdopodobieństwo wystąpienia wartości 1 w osobniku).

Uruchomienie: `prob_1=0.7; pop_size=200; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.09;`  
`iter_limit=150`

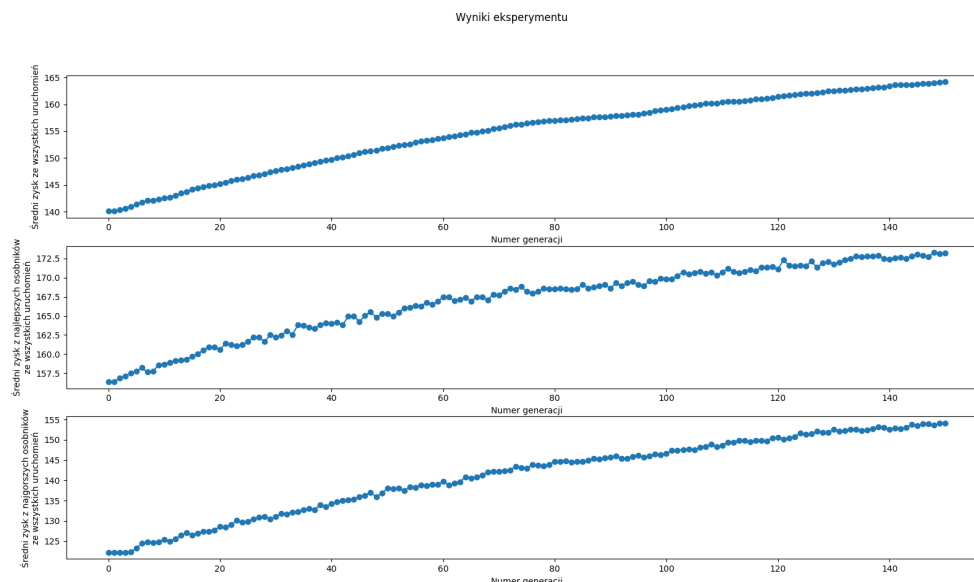


Przy większym prawdopodobieństwie wystąpienia wartości 1 w osobniku znacząco spadły wszystkie wskaźniki (np. średni zysk wyniósł  $\tilde{x}_4 \approx 106$ ). Ma to związek z większym zużyciem paliwa, a co za tym idzie - mniejszym zyskiem.

## Eksperyment 5

W piątym eksperymencie postąpimy odwrotnie niż w czwartym - zmniejszymy prawdopodobieństwo wystąpienia wartości 1 w osobniku.

Uruchomienie: `prob_1=0.3; pop_size=200; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.09; iter_limit=150`

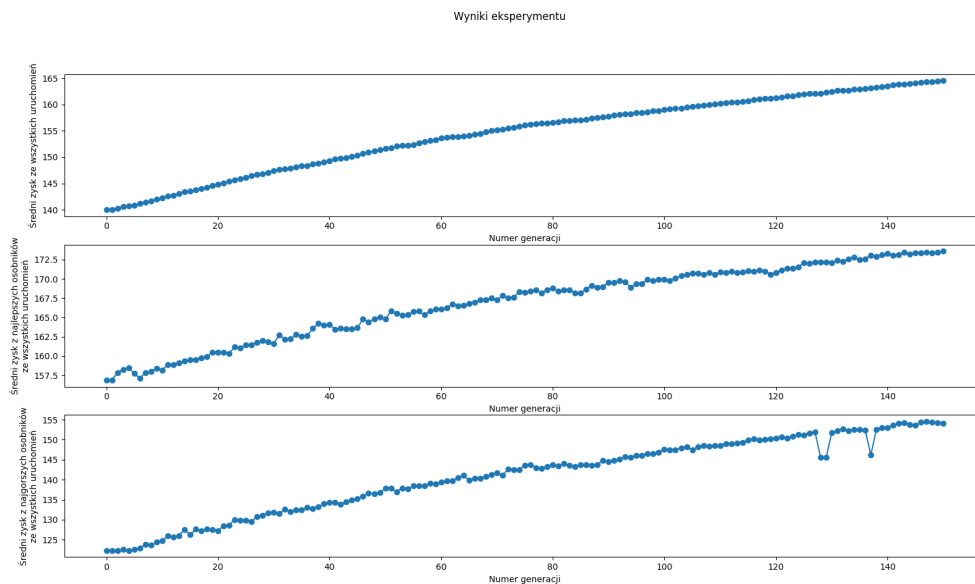


Jakość wyników znacząco się poprawiła - średni zysk z najlepszych osobników wyniósł około  $\tilde{x}_{best,5} \approx 173$ , a z całej populacji  $\tilde{x}_5 \approx 164$ . Wynika to z obecności w populacji początkowej osobników, które zużywają mniej paliwa, a co za tym idzie - osiągają większy zysk.

## Eksperyment 6

W szóstym eksperymencie, w celu poprawy wyników z eksperymentu piątego, znacznie zmniejszymy prawdopodobieństwo mutacji.

Uruchomienie: `prob_1=0.3; pop_size=200; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.005; iter_limit=150`

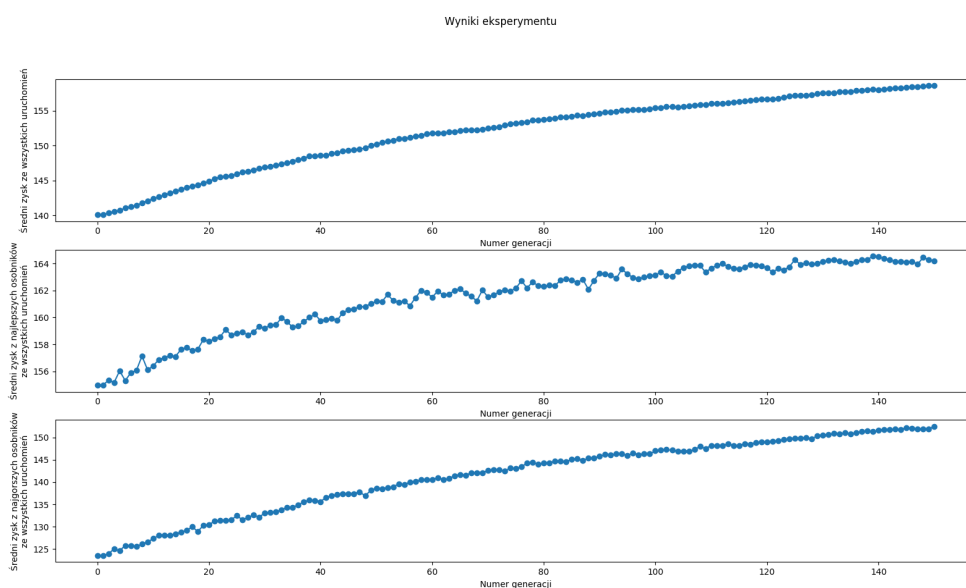


Zmniejszenie prawdopodobieństwa mutacji nie wpłynęło na wyniki końcowe.

## Eksperyment 7

Eksperyment siódmy zweryfikuje wpływ dwukrotnego zmniejszenia rozmiaru populacji na jakość uzyskanych wyników.

Uruchomienie: `prob_1=0.3; pop_size=100; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.005; iter_limit=150`

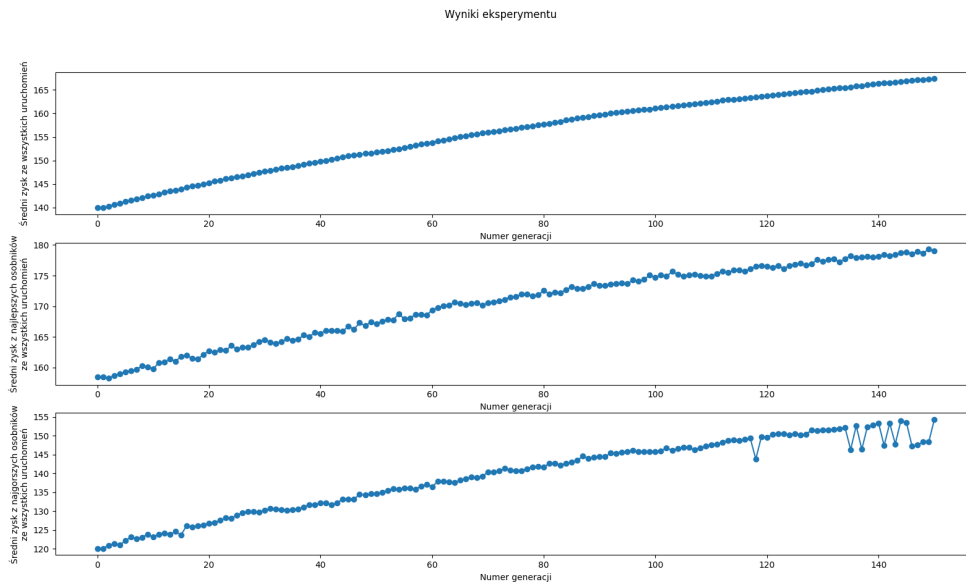


Średni zysk we wszystkich trzech przypadkach spadł w porównaniu z poprzednim eksperymentem. Widać jednak, że parametr `prob_1=0.3` i tak utrzymał te wyniki na znacznie wyższym poziomie niż parametr `prob_1=0.5` używany w pierwszych eksperymentach.

## Eksperyment 8

Eksperyment ósmy zweryfikuje wpływ dwukrotnego zwiększenia rozmiaru (w porównaniu z eksperymentem nr 6) populacji na jakość uzyskanych wyników.

Uruchomienie: `prob_1=0.3; pop_size=400; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.005; iter_limit=150`



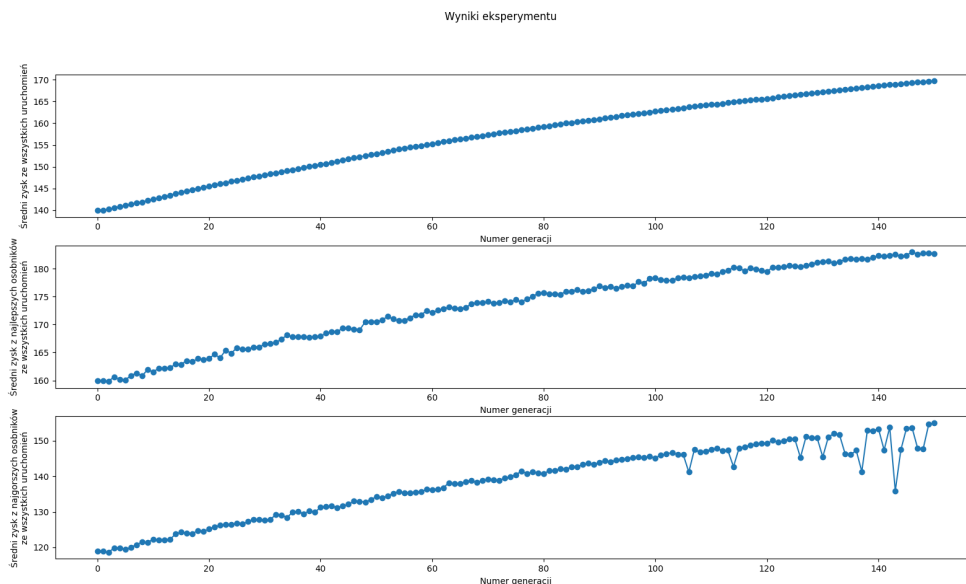
Zwiększenie populacji dwukrotnie wpłynęło bardzo pozytywnie na jakość uzyskanych wyników:

- $\tilde{x}_8 \approx 167$
- $\tilde{x}_{best,8} \approx 179$
- $\tilde{x}_{worst,8} \approx 154$

## Eksperyment 9

W eksperymencie dziewiątym ponownie zwiększymy rozmiar populacji dwukrotnie w celu uzyskania jak najlepszego wyniku.

Uruchomienie: `prob_1=0.3; pop_size=800; crossover_prob=0.99; mut_prob=0.005; iter_limit=150`



Ponowne zwiększenie populacji dwukrotnie wpłynęło pozytywnie na jakość uzyskanych wyników:

- $\tilde{x}_9 \approx 169$
- $\tilde{x}_{best,9} \approx 182$
- $\tilde{x}_{worst,9} \approx 155$

## Podsumowanie

Największy wpływ na jakość wyników miał dobór populacji początkowej - osobniki zawierające większą ilość zer zużywają mniej paliwa, a co za tym idzie - przynoszą większy zysk. Ważny jest także rozmiar populacji - przy małej liczbie osobników mamy mniejszą różnorodność, co przekłada się negatywnie na jakość wyników.