# IMO – LAB 5 Hybrydowy Algorytm Ewolucyjny

Jan Bróździak 141142

## Opis zadania

W ramach niniejszego zadania implementowany jest Hybrydowy Algorytm Ewolucyjny (HAE), który łączy mechanizmy algorytmów ewolucyjnych z lokalnym przeszukiwaniem, w celu znalezienia lepszych rozwiązań dla problemów optymalizacji kombinatorycznej. Celem eksperymentu jest porównanie efektywności HAE z wcześniej zaimplementowanymi metodami, takimi jak Multiple Start Local Search (MSLS) oraz Iterated Local Search (ILS), co pozwoli na ocenę skuteczności hybrydyzacji technik ewolucyjnych i lokalnego przeszukiwania.

## Opis algorytmów w pseudokodzie

### Inicjalizacja populacji

```
Function initialize_population(population_size, distance_matrix)
    Initialize empty population list
    Initialize empty solutions_set to track unique scores

    While population size is less than population_size
        Generate random cycles (cycle1, cycle2) from distance_matrix
        Perform local search on the random cycles
        (cycle1, cycle2, score) =
steepest_ascent_local_search(cycle1, cycle2, distance_matrix,
generate_combined_moves_list_2)

        If score not in solutions_set
            Add (cycle1, cycle2, score) to population
            Add score to solutions_set
        End If
    End While

    Return population
End Function
```

## Naprawa rozwiązania

```
Function repair_solution(cycle1, cycle2, remaining_vertices,
distance_matrix)
    Initialize visited set with vertices in cycle1 and cycle2
    While remaining_vertices is not empty
        Insert a vertex into cycle1 using 2-regret heuristic
        Update remaining_vertices
        If remaining_vertices is not empty
            Insert a vertex into cycle2 using 2-regret heuristic
            Update remaining_vertices
    End While

    Return cycle1, cycle2
End Function
```

## Rekombinacja

```
Function recombination(parent1, parent2, distance_matrix)
    Extract cycle1 and cycle2 from parent1 and parent2

    Initialize offspring_cycle1 and offspring_cycle2 as empty lists

    For each edge in cycle1 of parent1
        If the edge exists in parent2, add the vertex to
offspring_cycle1
    End For

    For each edge in cycle2 of parent1
        If the edge exists in parent2, add the vertex to
offspring_cycle2
    End For

    Remove free-floating vertices from offspring_cycle1 and
offspring_cycle2

    Determine remaining vertices not in the offspring cycles

    Repair offspring cycles using the regret heuristic
    (repaired_cycle1, repaired_cycle2) =
repair_solution(offspring_cycle1, offspring_cycle2,
remaining_vertices, distance_matrix)

    Return repaired_cycle1, repaired_cycle2
End Function
```

## Steady state

```
Function steady_state_selection(population, distance_matrix,
max_iterations, time_limit)
    Set population_size to the length of population
    Set iteration to 0
    Record start_time

    While iteration < max_iterations and time has not exceeded
time_limit
        Select two parents randomly from the population

        Generate offspring by recombination of parent1 and parent2
        (offspring_cycle1, offspring_cycle2) = recombination(parent1,
parent2, distance_matrix)

        Perform local search on the offspring
        (offspring_cycle1, offspring_cycle2, offspring_score) =
steepest_ascent_local_search(
            offspring_cycle1, offspring_cycle2, distance_matrix,
generate_combined_moves_list_2
        )

        If offspring_score is not already in the population
            Find the worst solution in the population
            If offspring_score is better than the worst solution
                Replace the worst solution with the offspring
            End If
        End If

        Increment iteration
    End While

    Return the best solution from the population
```

## HAE

```
Function hybrid_evolutionary_algorithm(distance_matrix,
population_size, max_iterations, time_limit)
    Initialize the population
    population = initialize_population(population_size,
distance_matrix)

    Perform steady-state selection to evolve the population
    best_solution = steady_state_selection(population,
distance_matrix, max_iterations, time_limit)

    Return best_solution
End Function
```

## Parametry uruchomienia HAE

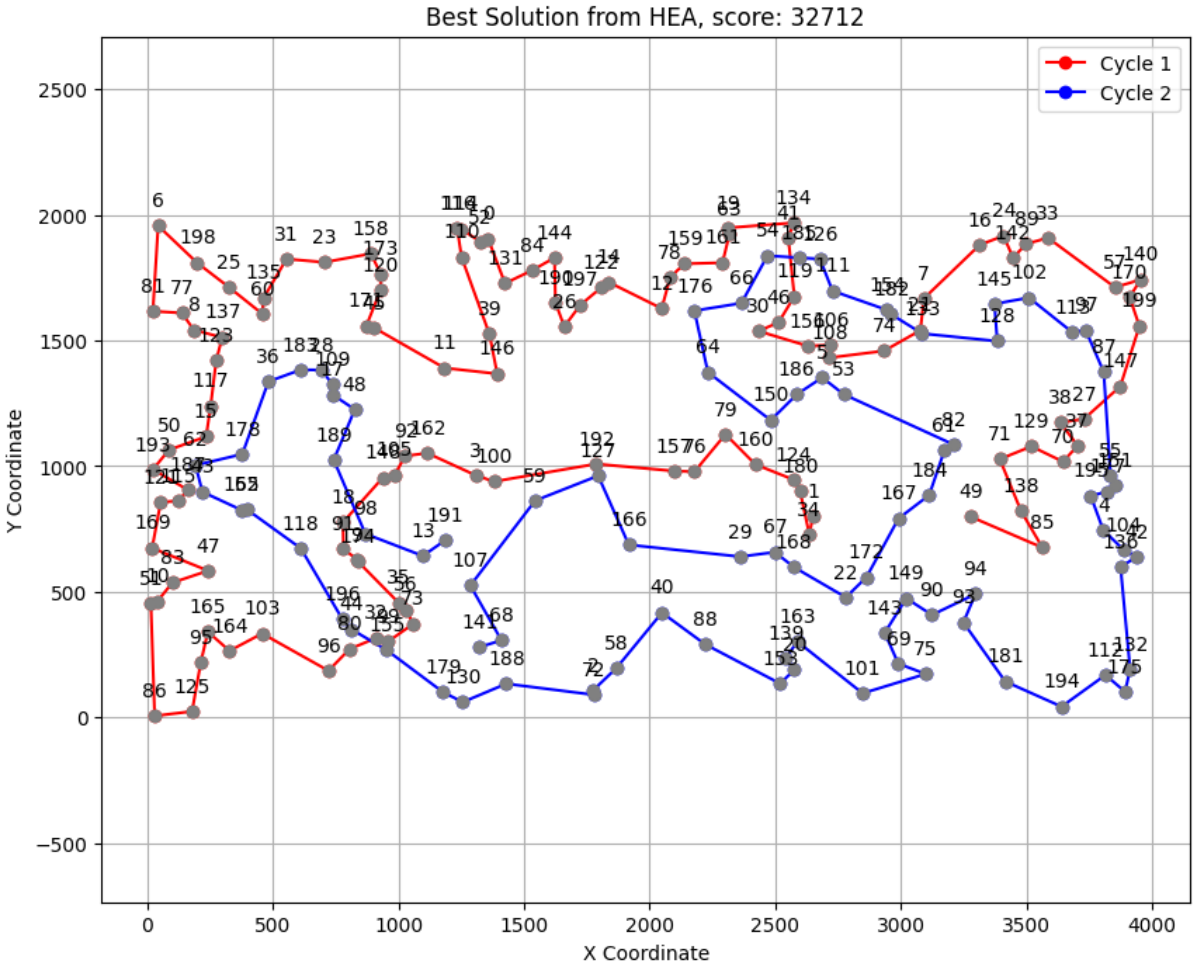
**Populacja elitarna:** 20

**Max limit czasu:** 600 (potem zmniejszony do 60)

**Max ilość iteracji:** 3000 (potem zmniejszona do 1000)

## Wizualizacje, wnioski, przemyślenia

Byłem bardzo pozytywnie zaskoczony, jak szybko algorytm działa. Początkowo, nauczony poprzednimi metodami, ustawiłem limit czasu na 600 sekund, i ilość iteracji na 3000, jednak algorytm zbiegał na tyle szybko, że można było spokojnie zmniejszyć te wartości. Poniżej wizualizacja zbiegania dla instancji KRO200B, oraz znalezione najlepsze rozwiązanie:


Best Solution from HEA, score: 32712
Cycle 1
Cycle 2
Y Coordinate
X Coordinate
2500
2000
1500
1000
500
0
−500
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000