



**Projekt** (Capacitated Vehicle Routing Problem). Rozważ problem optymalnego trasowania pojazdów/problem marszrutyzacji (CVRP - Capacitated Vehicle Routing Problem), w którym dana jest liczba klientów, zapotrzebowania klientów, pojemność pojazdu oraz współrzędne lokalizacji. Celem jest minimalizacja całkowitej długości tras, przy jednoczesnym zapewnieniu, że każdy klient zostanie obsłużony dokładnie raz, a suma zapotrzebowania na każdej trasie nie przekroczy pojemności pojazdu, jednakowej dla każdego z nich.

**Dane wejściowe.** Wejście zapisane jest w formacie '.vrp' zgodnym z konwencją strony link. Przykładowy plik (komentarze nie są zawarte w danych, a jedynie w treści zadania poniżej):

```
NAME : A-n7-k3
# w komentarzu podana jest optymalna wartość o ile jest znana
COMMENT : (Augerat et al, No of trucks: 3, Optimal value: 475)
TYPE : CVRP
DIMENSION : 7 # wymiar danych
EDGE_WEIGHT_TYPE : EUC_2D #typ danych - płaszczyzna z metryką euklidesową
CAPACITY : 35 # pojemność pojedynczego pojazdu
NODE_COORD_SECTION # współrzędne klientów i stacji
0 82 76
1 96 44
2 50 5
3 49 8
4 13 7
5 29 89
6 58 30
DEMAND_SECTION #zapotrzebowanie klienta
0 0
1 19
2 21
3 6
4 19
5 7
6 12
DEPOT_SECTION #numery odpowiadające stacjom, -1 kończy listę
0
-1

EOF #koniec pliku
```

**Dane wyjściowe.** Oto jak może wyglądać przykładowy format danych wyjściowych. Macie tutaj pewną swobodę.

Minimal tour: 475

Routes: [[0, 1, 0], [0, 2, 6, 0], [0, 5, 4, 3, 0]]



1. Sformułuj problem jako ILP - problem programowania całkowitoliczbowego.
2. Użyj PuLP i przetestuj działanie solvera CBC, który jest standardowym solverem w PuLP. Porównaj jakość rozwiązania (dla większych instancji wasze rozwiązania będą raczej przybliżone) do czasu wykonania.
3. Zrelaksuj model ILP do LP i zaproponuj dwie heurystyki przybliżone. Porównaj jego wyniki do tych otrzymanych w punkcie 2. jak również z optymalnymi, o ile były one podane na stronie.
4. Przygotuj stosowny raport podsumowujący osiągnięte rezultaty i opis zastosowanych metod.
5. Jeżeli macie dodatkowe/inne pomysły na to jak rozwiązać problem, niekoniecznie stosując metody sugerowane wyżej, to możecie również to uwzględnić, a nawet skupić się wyłącznie na nich. Jednak w tej sytuacji proszę o konsultację ze mną.