



Politechnika
Wroclawska

Przemysł 4.0

Logistyka 4.0 w kontekście Przemysłu 4.0

Dr inż. Radosław Idzikowski

Katedra Automatyki, Mechatroniki i Systemów Sterowania
Wydział Informatyki i Teleinformatyki

2023/2024



Logistyka 4.0

podstawowe problemy

- ▶ niedobór kierowców,
- ▶ rosnące koszty przestojów,
- ▶ awaryjność i wypadki,
- ▶ kradzieże,
- ▶ niska efektywność,
- ▶ brak informacji o stanie transportu.

Logistyka 4.0

podstawowe problemy

- ▶ niedobór kierowców,
- ▶ rosnące koszty przestojów,
- ▶ awaryjność i wypadki,
- ▶ kradzieże,
- ▶ niska efektywność,
- ▶ brak informacji o stanie transportu.

Rozwiązaniem jest:

- ▶ Internet Rzeczy
- ▶ Automatyzacja procesów

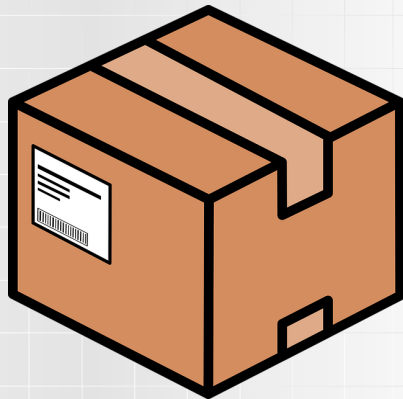


Lean Cart

wózki AGV



<https://lean-tech.pl/wozki-samojezdne-agv/>



- ▶ elastyczność,
- ▶ wydajność,

- ▶ niezawodność,
- ▶ bezpieczeństwo.



Airvein

transport dronami



<https://www.pentacomp.pl/pl/product/transport-dronami/>

- ▶ elektromobilność,
- ▶ stała gotowość do misji,
- ▶ optymalizacja kosztów.



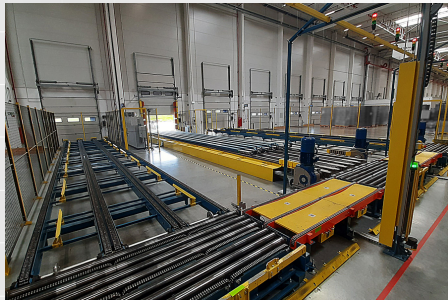
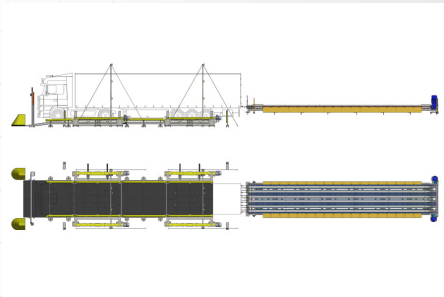
- ▶ bezpieczeństwo,
- ▶ monitorowanie,
- ▶ komunikacja,
- ▶ elastyczność.

<https://wozki-crown.pl/wozki-widlowe/wysokiego-skladowania/reach-truck-esr1000>



Q-loader

system automatycznego załadunku



<https://wdx.pl/oferta/q-loader/>



WDX

Warehouse Development eXperts

Warehouse Development eXperts



ROZKŁADY LOGISTYCZNE



REGALY MAGAZYNOWE



TRANSPORT PRZEMYSŁOWY



WISZĄCA MAGAZYNOWA



WÓZKI WISZĄCE



AUTOMATYZACJA MAGAZYNOWA



APLIKACJE MAGAZYNOWE

WDX S.A.
ul. Taśmowa 7
02-677 Warszawa

 info@wdx.pl  +48 801 332 629

wdx.pl wozkirown.pl wozkiombilift.pl wozkiidoosan.pl

Q-WMS
Magazynowy system
informatyczny



Planowanie trasy

route planner

- ▶ Google Maps,
- ▶ Badger Maps,
- ▶ RouteSavvy,
- ▶ MapQuest,
- ▶ SpeedyRoute,
- ▶ OptimoRoute,
- ▶ OnFleet,
- ▶ Circuit,
- ▶ BatchGeo,
- ▶ MyRoute Online.



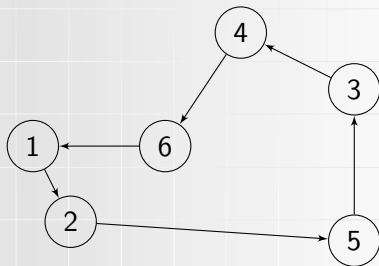
Problem komiwojażera

traveling salesman problem

Przez $\mathcal{N} = \{1, 2, \dots, n\}$ oznaczymy zbiór miast o rozmiarze n . Odległości między miastami możemy opisać za pomocą macierzy sąsiedztwa sąsiedztwa:

$$\mathcal{D} = \begin{bmatrix} d_{00} & d_{01} & d_{02} & \dots & d_{0n} \\ d_{10} & d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m0} & d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

dla $i, j \in 1, 2, \dots, n$,
gdzie dla $i = j$ $d_{ij} = 0$.



Rysunek 1: Instancja o rozmiarze 6



Problem komiwojażera

model matematyczny

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jeśli krawędź jest odwiedzona,} \\ 0 & \text{w p. p.} \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad (3)$$

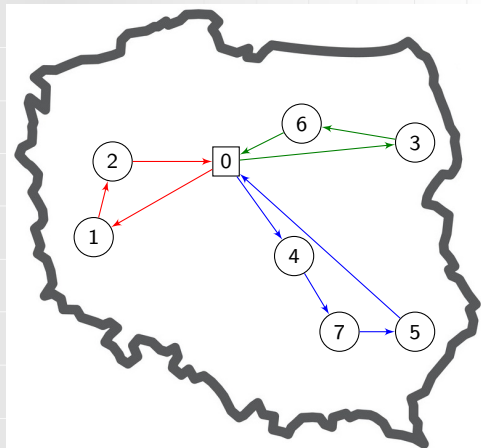
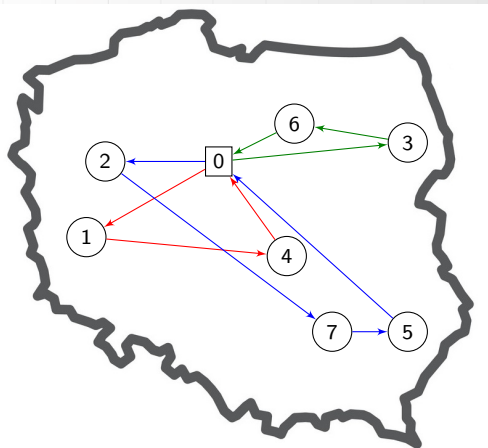
$$\sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \quad (4)$$

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i, j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (5)$$

$$(6)$$

Problem marszrutyzacji pojazdów

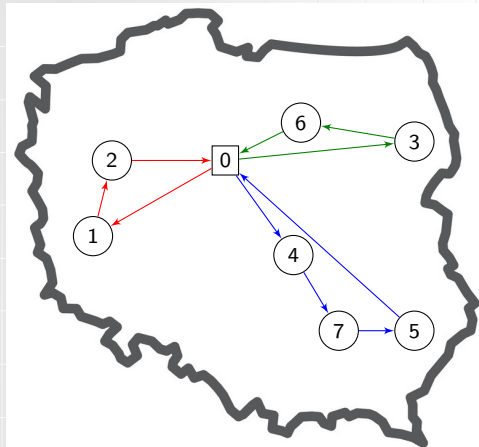
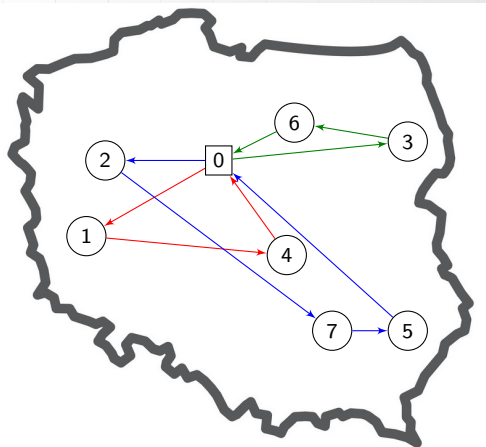
vehicle routing problem



Rysunek 2: Minimalizacja sumy kilometrów przejechanych przez wszystkie pojazdy

Problem marszrutyzacji pojazdów

Reprezentacja wielkiej trasy GTR



(a)

0	1	4	0	2	7	5	0	3	6	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 (b)

0	1	2	0	4	7	5	0	3	6	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



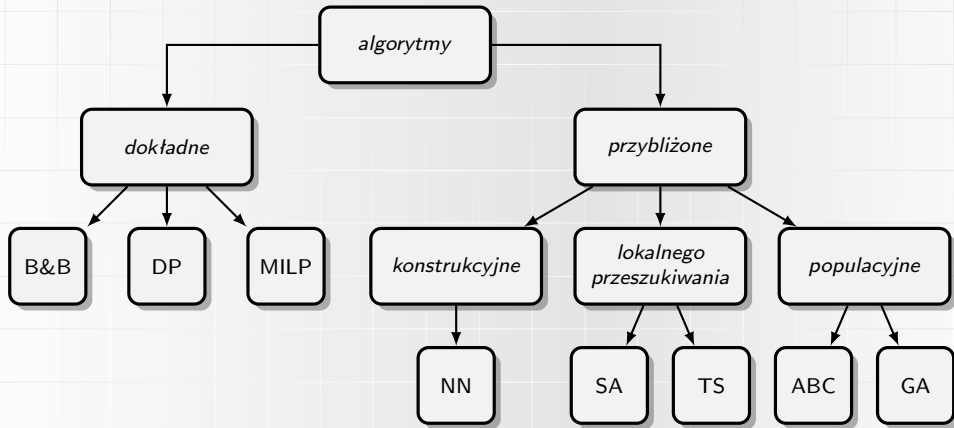
Problem marszrutyzacji pojazdów

klasyfikacja

- ▶ otwarty problem marszrutyzacji pojazdów (*OVRP*),
- ▶ problem marszrutyzacji pojazdów z ograniczoną ładownością pojazdów (*CVRP*),
- ▶ problem marszrutyzacji pojazdów z oknami czasowymi (*VRPTM*),
- ▶ problem marszrutyzacji pojazdów z wieloma magazynami (*MDVRP*),
- ▶ problem marszrutyzacji pojazdów z odbiorem i dostawą (*VRPPD*),
- ▶ inne nietypowe ograniczenia:
 - ▶ dzienny limit pracy kierowcy,
 - ▶ wynikające z przepisów ruchu drogowego,
 - ▶ problem pakowania,
 - ▶ związane z obsługą pojazdu.



Klasyfikacja algorytmów



Rysunek 4: Klasyfikacja algorytmów.



Google Colab