



Politechnika
Śląska

DYSCYPLINA NAUKOWA
INŻYNIERIA LĄDOWA,
GEODEZJA I TRANSPORT

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Mariusz Wala

**Zastosowanie wybranych algorytmów sztucznej inteligencji
do poprawy efektywności procesów transportu i zbiórki
odpadów komunalnych**

Application of selected artificial intelligence algorithms to
improve the efficiency of transport and collection
of municipal solid waste

Promotor:

dr hab. inż. Piotr Nowakowski, prof. Politechniki Śląskiej

GLIWICE 2023

Streszczenie

Rosnące koszty wydobycia surowców naturalnych oraz negatywny wpływ ich pozyskania na środowisko naturalne wpłynęły na wprowadzenie modelu gospodarki o obiegu zamkniętym. Główne założenia tej koncepcji przyjmują, że obieg surowców odbywa się w zamkniętej pętli. Bardzo ważnym elementem GOZ jest również problematyka transportu i zbiórki odpadów. Dokonany przegląd literatury zarówno światowej jak i krajowej potwierdza ważność podnoszonej w niniejszej dysertacji problematyki związanej z optymalizacją procesów transportu i zbiórki odpadów. W ramach pracy opracowany model matematyczny zbiórek i transportu odpadów opisany przez wskaźnik efektywności ekonomicznej oraz mierniki masy zebranych odpadów i mierniki emisji – jako czynniki oddziaływania na środowisko naturalne. W pracy zastosowano algorytmy sztucznej inteligencji – przeszukiwania tabu oraz mrówkowy do optymalizacji tras pojazdów uczestniczących w zbiórkach. Studium przypadku oraz dane do modelu były pobrane ze zbiórek odpadów segregowanych – tworzyw sztucznych i wielkogabarytowych odbywających się w gminach miejskich i wiejskich województwa śląskiego. Do badań wybrano 18 tras zbiórki odpadów - 7 tras zbiórki odpadów z tworzyw sztucznych realizowanych na terenie zabudowy wielorodzinnej zwartej, oraz 11 tras zbiórki odpadów wielkogabarytowych realizowanych na terenie rozproszonej zabudowy jednorodzinnej. Wyznaczono mierniki ekonomiczne (miernik masy zebranych odpadów, efektywność ekonomiczną zbiórki) oraz mierniki oddziaływania na środowisko (miernik emisji NO_x, PM, CO₂).

Wybrane trasy zrealizowano ponownie w oparciu o zoptymalizowany plan trasy wyznaczony wg algorytmu mrówkowego. Dzięki zastosowaniu algorytmów sztucznej inteligencji – przeszukiwania tabu i mrówkowego uzyskano wymierne efekty poprawy efektywności transportu i zbiórki odpadów. Dla odpadów tworzyw sztucznych i odpadów wielkogabarytowych znacząco ograniczono czas przejazdu i długość tras, które wyniosły od 11-21% dla czasu wykonywanych tras oraz od 21-22% dla długości wykonywanych tras. W wyniku realizacji tras rzeczywistych na podstawie zoptymalizowanych planów sekwencji punktów odbioru odpadów uzyskano bardzo zbliżone wyniki do wyznaczonych modelowo parametrów tras z zastosowaniem algorytmów sztucznej inteligencji. Wyniki badań poprawy efektywności transportu i zbiórki odpadów z gospodarstw domowych, a także opracowany model i metoda obliczeniowa mogą zostać wykorzystane w przedsiębiorstwach transportowych.