



Wrocław University  
of Science and Technology

---

## Projektowanie efektywnych algorytmów

---

### Projekt 2

Wydział Elektroniki  
Kierunek: Informatyka  
Paweł SZYNAL 226026

Prowadzący:  
mgr inż. Antoni Sterna

Wrocław 2020 r.

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Symulowane wyżarzanie</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Pomiary</b>	<b>2</b>
3.1	Pomiary SW dla instancji z pierwszego projektu . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Wnioski</b>	<b>3</b>

# 1 Wstęp

Zadaniem projektowym była implementacja dla problemu komiwojażera algorytmu Symulowanego Wyżarzania (ang. Simulated Annealing) sprawdzenie efektywności algorytmu, a także wyznaczenie błędu względnego (porównując z najlepszym znanym rozwiązaniem).

## 2 Symulowane wyżarzanie

Algorytm Symulowanego Wyżarzania jest szczególnym przypadkiem algorytmu genetycznego. Nawiązuje do zjawiska fizycznego - zastygania cieczy tworzącej uporządkowaną, krystaliczną strukturę. W wysokiej temperaturze cząsteczki cieczy poruszają się swobodnie, ale wraz ze spadkiem temperatury możliwości ruchowe oraz prędkość poruszania się cząsteczek spada. Operacja powolnego schładzania ma na celu doprowadzenie metalu do równowagi termodynamicznej w stosunku do stanu wyjściowego oraz osiągnięcie pożądaných cech. Cały proces jest sterowany przez parametr zwany temperaturą.

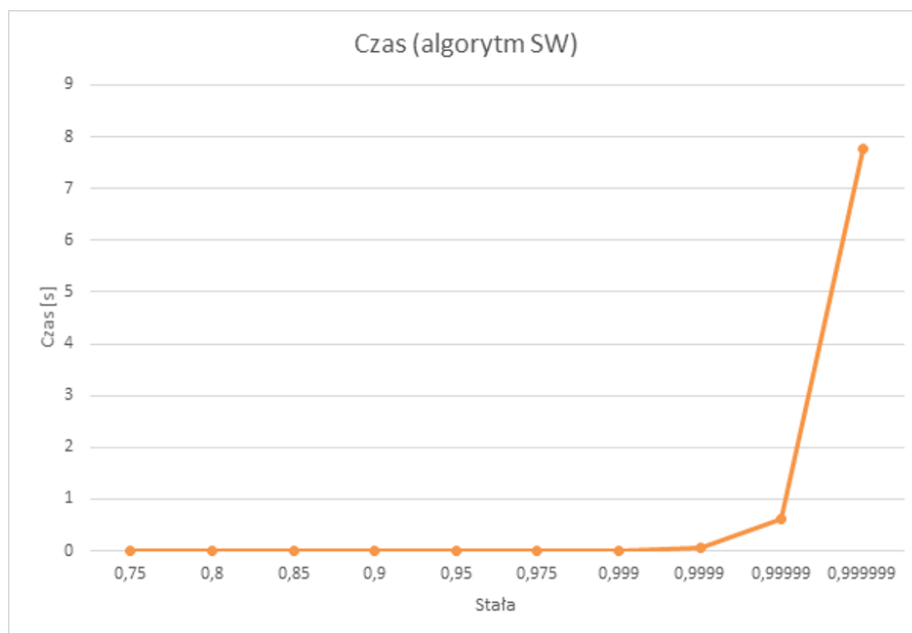
Dla każdej iteracji wyznaczana jest nowa temperatura, która jest wyliczana wzorem  $T = T^* \cdot s$ , gdzie  $s$  to sztywno zadana przez nas stała. Jest to sposób geometryczny wyznaczania temperatury. Iteracje wykonują się dopóki wyliczona temperatura jest większa od sztywno zadanej w kodzie temperatury końcowej (w programie użyta wartość temperatury końcowej  $T_k = 0.01$ ). Taka niska temperatura końcowa sprawia, że niemal niemożliwa jest zmiana rozwiązania na gorsze. Wielkość stałej  $s$  wpływa na szybkość schładzania jak i na długość wykonywania algorytmu.

## 3 Pomiary

### 3.1 Pomiary SW dla instancji z pierwszego projektu

Rozmiar	Uzyskane średnie rozwiązanie	Czas [ms]	Błąd względny [%]
tsp_10	215	190	1%
tsp_15	307	242	5,49%
tsp_17	41	261	5%

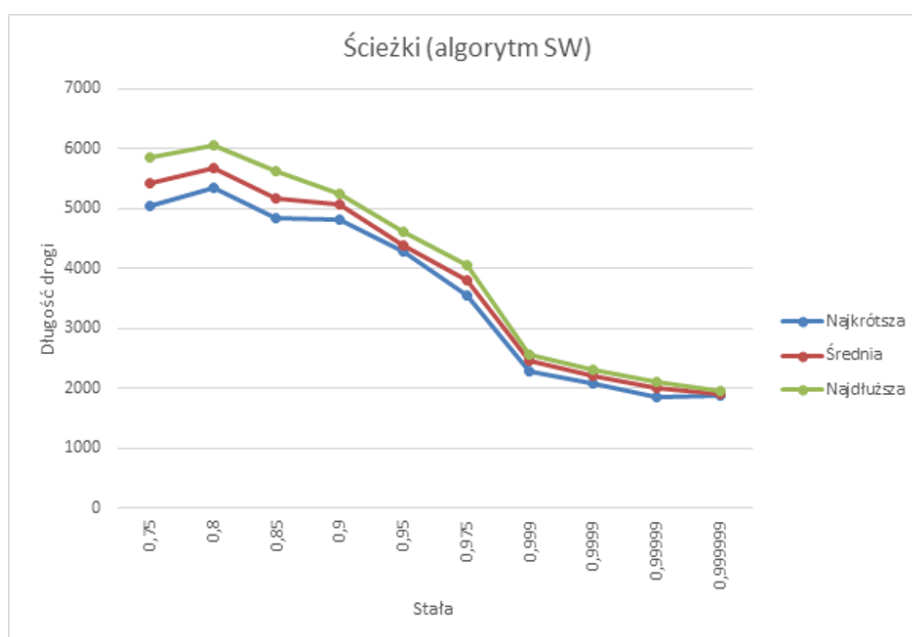
Tabela 1: Pomiary SW dla instancji z pierwszego projektu



Rysunek 1: Pomiary dla instancji ftv47

## 4 Wnioski

Algorytm nie gwarantuje uzyskania najlepszej drogi. Jego Ich wadą jest mała losowość - mimo tych samych parametrów jest możliwe uzyskanie różnych wyników - zależy to między innymi od początkowej permutacji drogi. Dużym plusem tych algorytmów metaheurystycznych jest możliwe uzyskanie przybliżonej odpowiedzi na zadany problem w akceptowalnym czasie. Porównując je do rozwiązań problemu komiwożażera z projektu pierwszego tego przedmiotu można łatwo zauważyć, że błąd względny wynosi maksymalnie 10% (przy instancji 17 miast, czas wykonywania algorytmów poniżej 1s). Czasu wykonania algorytmu jest proporcjonalny do ilości miast. Jest to związane choćby z najprostszą operacją obliczania długości drogi, która podczas jednej iteracji jest wykonywana wielokrotnie. Algorytm po znalezieniu lokalnego minimum (które może być minimum globalnym), stara się szukać innej, bardziej optymalnej drogi. Mechanizm ten ma za zadanie zapobiec utknięciu w lokalnym minimum. Zaletą algorytmu symulowanego wyżarzania jest mała złożoność pamięciowa.



Rysunek 2: Pomiary dla instancji ftv47