Prowadzący: Dr inż. Łukasz Jeleń	Projektowanie Algorytmów i Metody Sztucznej Inteligencji	Termin zajęć: Śr 7:30
Wojciech Gołębiowski 241477	**„Porównanie algorytmów sortowania”**	Data oddania sprawozdania: 3.04.2019 r.

1. Wprowadzenie

Program ma za zadanie porównać ze sobą czasy sortowania 100 tablic o różnych wymiarach za pomocą trzech algorytmów. Tablice do posortowania będą zawierały losowe elementy, częściowo posortowane lub posortowane odwrotnie. Na podstawie czasu wykonywania algorytmu będzie można wybrać najbardziej efektywny obliczeniowo.

2. Opis badanych algorytmów

a. Sortowanie Shella (Shellsort)
Jest to uogólnienie sortowania przez wstawianie, sortuje on elementy tablicy położone od siebie o odległość równą n/2 , a następnie podwójnie zmniejsza odstęp miedzy sortowanymi elementami aż do uzyskania odległości mniejszej lub równej 1 Algorytm ten pracuje najefektywniej gdy tablica jest już częściowo posortowana. Jego złożoność obliczeniowa zależy od wybranych ciągów odstępów, w tym przypadku wynosi ona $O(n^2)$.

b. Sortowanie przez scalanie (merge sort)
Jest to algorytm stosujący metodę dziel i zwyciężaj, czyli dzieli on tablice rekurencyjnie na dwie podtablice, sortuje je oddzielnie przez scalanie chyba że pozostał już tylko jeden element, a następnie łączy posortowane podtablice w jedną posortowaną. Złożoność obliczeniowa tego algorytmu wynosi O(nlogn).

c. Sortowanie szybkie (quicksort)
Jest to jeden z najpopularniejszych algorytmów sortowania. Działa na zasadzie dziel i zwyciężaj. Na początku wybiera się element osiowy (w tym przypadku środek tablicy), po czym pierwszy element od początku tablicy większy od element osiowego zamienia się miejscami z pierwszym elementem od końca tablicy mniejszym od elementu osiowego. następnie sortuje się osobno lewą i prawą część tablicy. Złożoność obliczeniowa tego algorytmu wynosi O(nlogn), a w pesymistycznym przypadku $O(n^2)$.

3. Omówienie przebiegu eksperymentów

W poniższych tabelach zaprezentowano czasy w jakich dany algorytm w danym przypadku wykonał sortowanie.

wszystkie elementy tablicy losowe			
Il. El.	Shell	Quick	Merge
10000	0,21	0,546	3,351
50000	0,457	3,217	71,134
100000	0,981	6,794	337,465
500000	5,526	39,619	
1000000	11,506	84,66	

95% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell [s]	Quick [s]	Merge [s]
10000	0,055	0,118	3,248
50000	0,324	0,672	76,139
100000	0,696	1,37	329,442
500000	3,977	6,011	
1000000	8,644	12,231	

25% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell	Quick	Merge
10000	0,055	0,117	3,293
50000	0,323	0,67	71,688
100000	0,699	1,386	337,038
500000	4,101	6,04	
1000000	8,499	12,196	

99% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell [s]	Quick [s]	Merge [s]
10000	0,055	0,118	3,246
50000	0,331	0,673	76,157
100000	0,703	1,36	346,98
500000	3,983	5,99	
1000000	8,453	12,228	

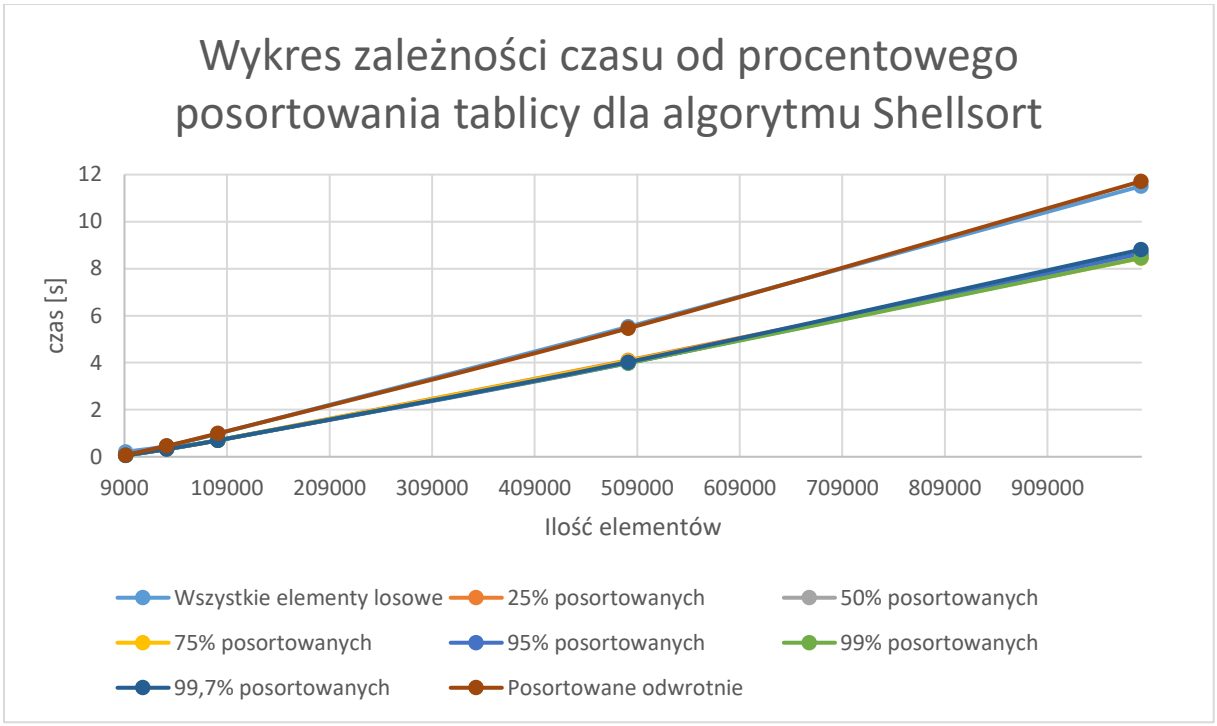
50% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell	Quick	Merge
10000	0,055	0,117	3,375
50000	0,326	0,671	70,644
100000	0,697	1,368	333,544
500000	3,997	5,996	
1000000	8,484	12,2	

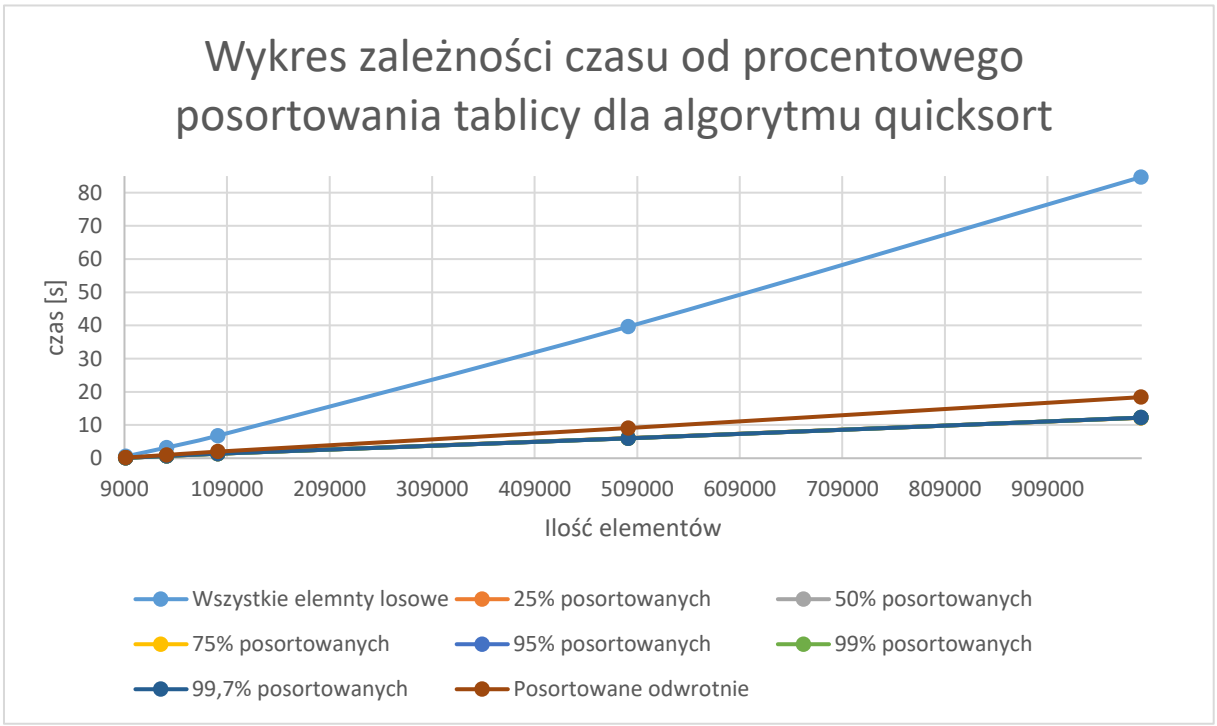
99,7% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell [s]	Quick [s]	Merge [s]
10000	0,055	0,117	3,255
50000	0,324	0,67	69,513
100000	0,695	1,372	329,81
500000	4,025	5,987	
1000000	8,808	12,226	

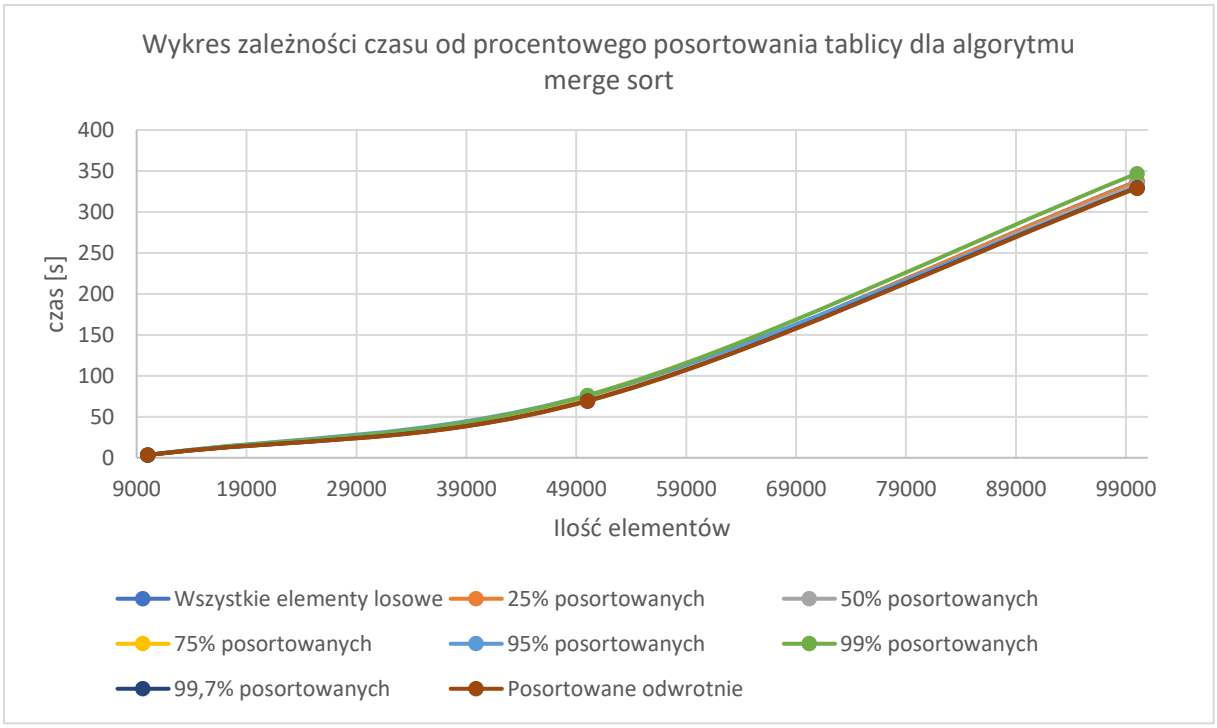
75% początkowych elementów tablicy jest już posortowanych,			
Il. El.	Shell [s]	Quick [s]	Merge [s]
10000	0,055	0,117	3,261
50000	0,326	0,67	70,234
100000	0,695	1,366	329,899
500000	4,072	6,03	
1000000	8,442	12,203	

Posortowane odwrotnie [s]			
Il. El.	Shell [s]	Quick [s]	Merge [s]
10000	0,077	0,179	3,256
50000	0,46	0,981	69,028
100000	0,991	1,993	329,052
500000	5,459	9,093	
1000000	11,711	18,399	

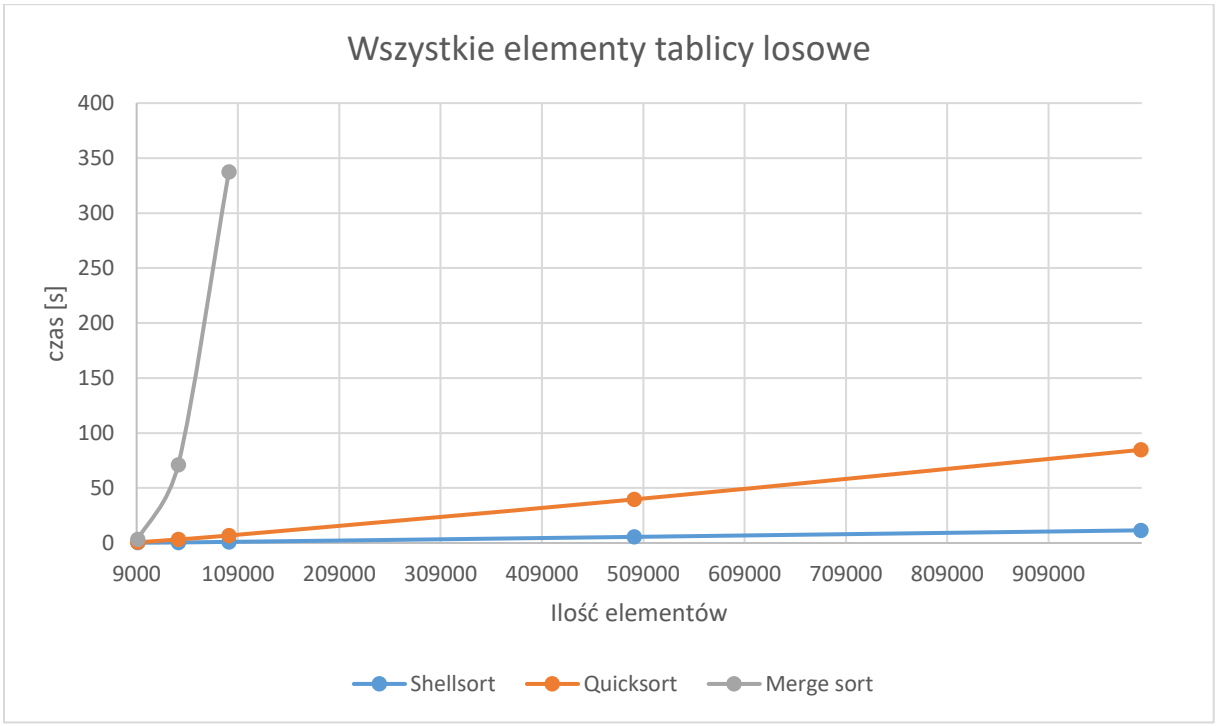
Na poniższych wykresach zaprezentowano w jakim czasie dany algorytm posortował tablice w zależności od przypadku.

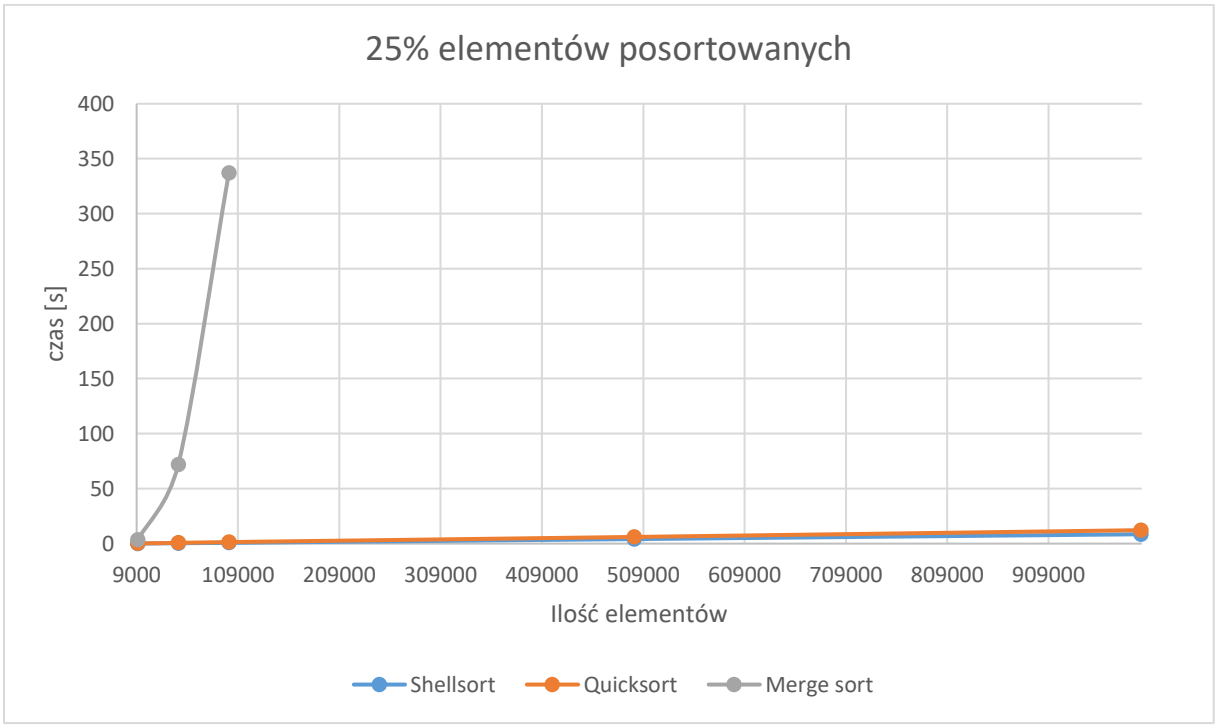


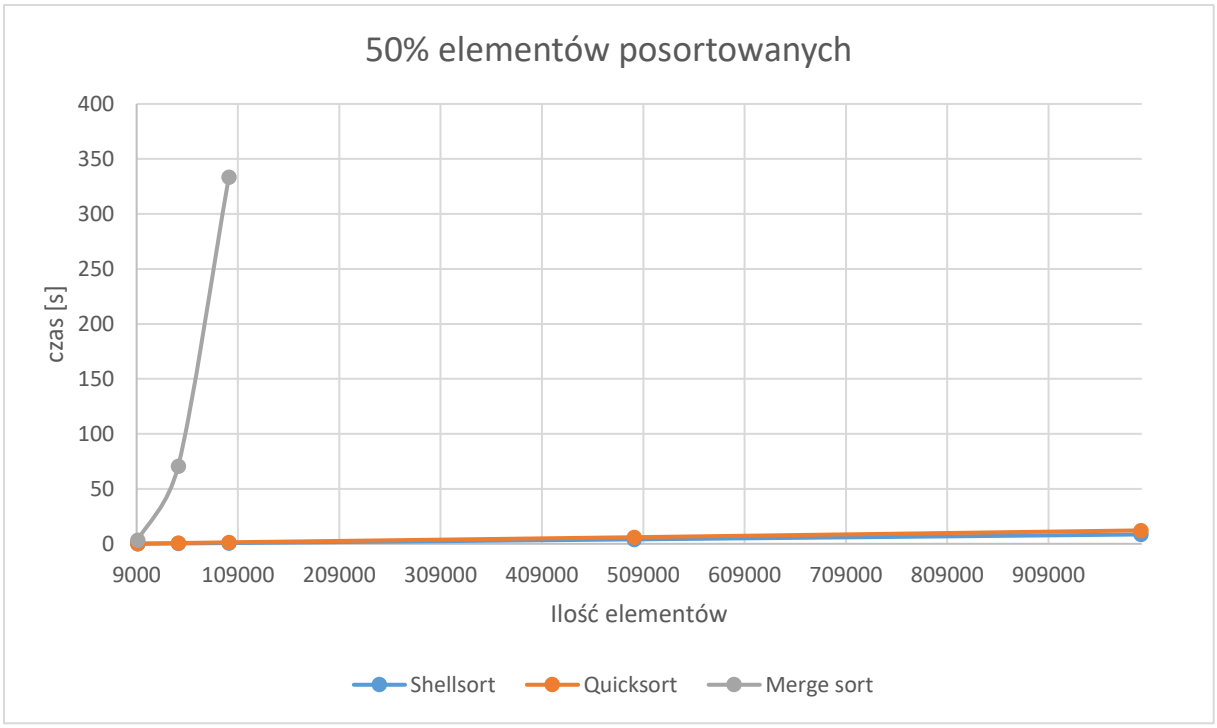


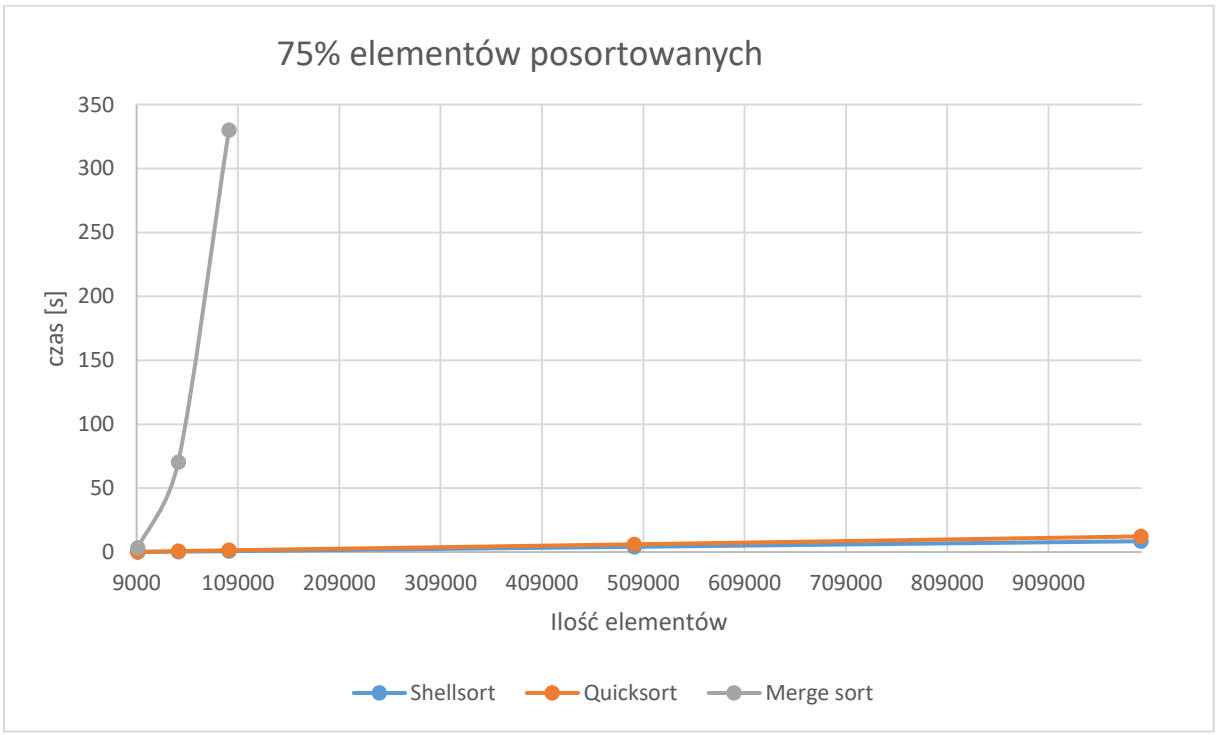

Wykres zależności czasu od procentowego posortowania tablicy dla algorytmu merge sort
400
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
19000
29000
39000
49000
59000
69000
79000
89000
99000
Ilość elementów
Wszystkie elementy losowe
25% posortowanych
50% posortowanych
75% posortowanych
95% posortowanych
99% posortowanych
99,7% posortowanych
Posortowane odwrotnie

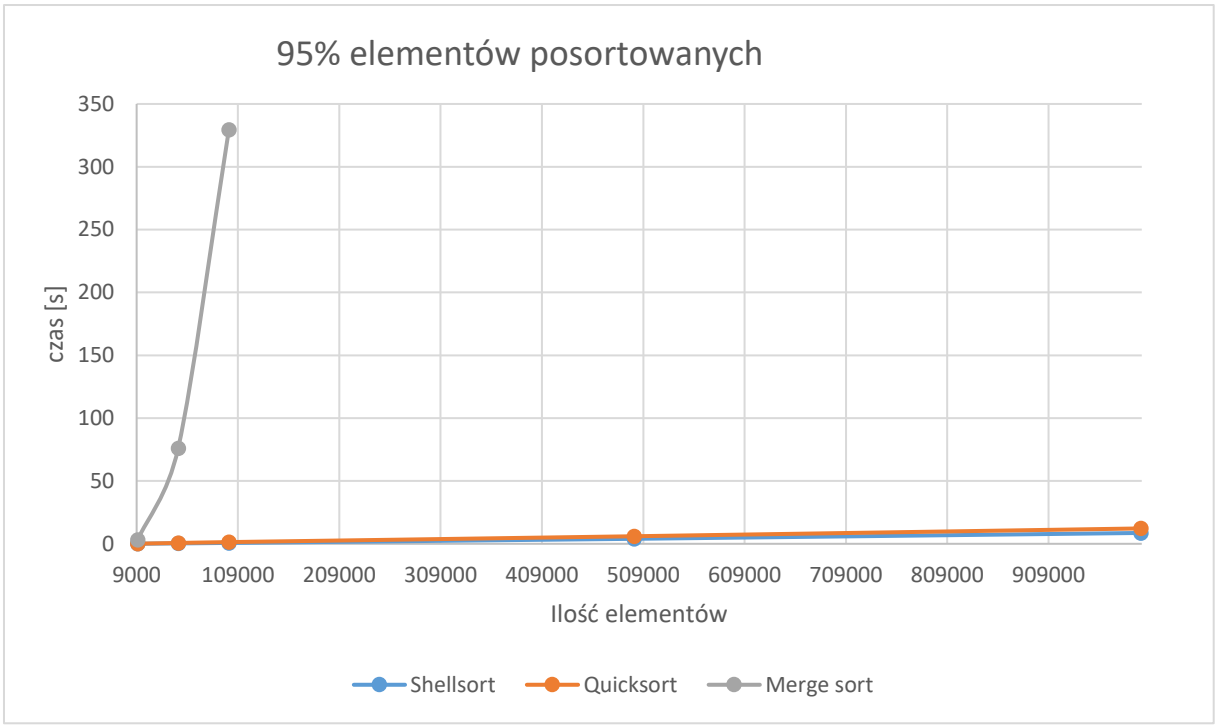
Na poniższych wykresach pokazano zależności czasu od ilości elementów.

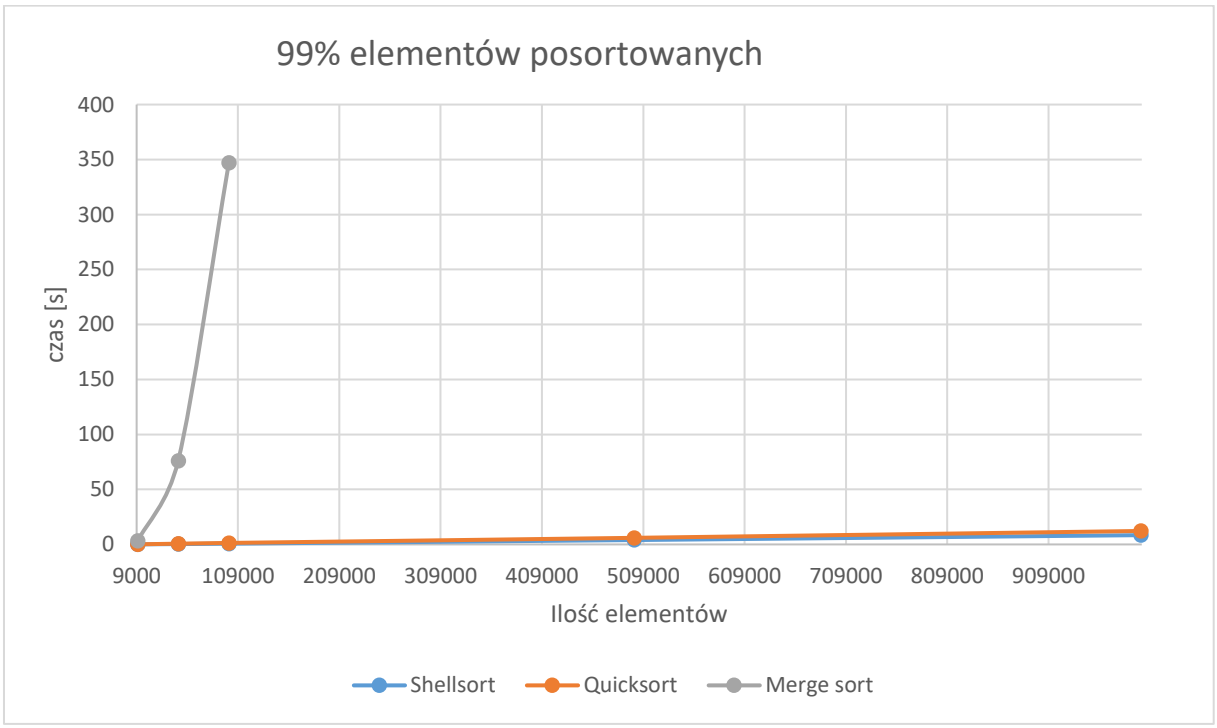


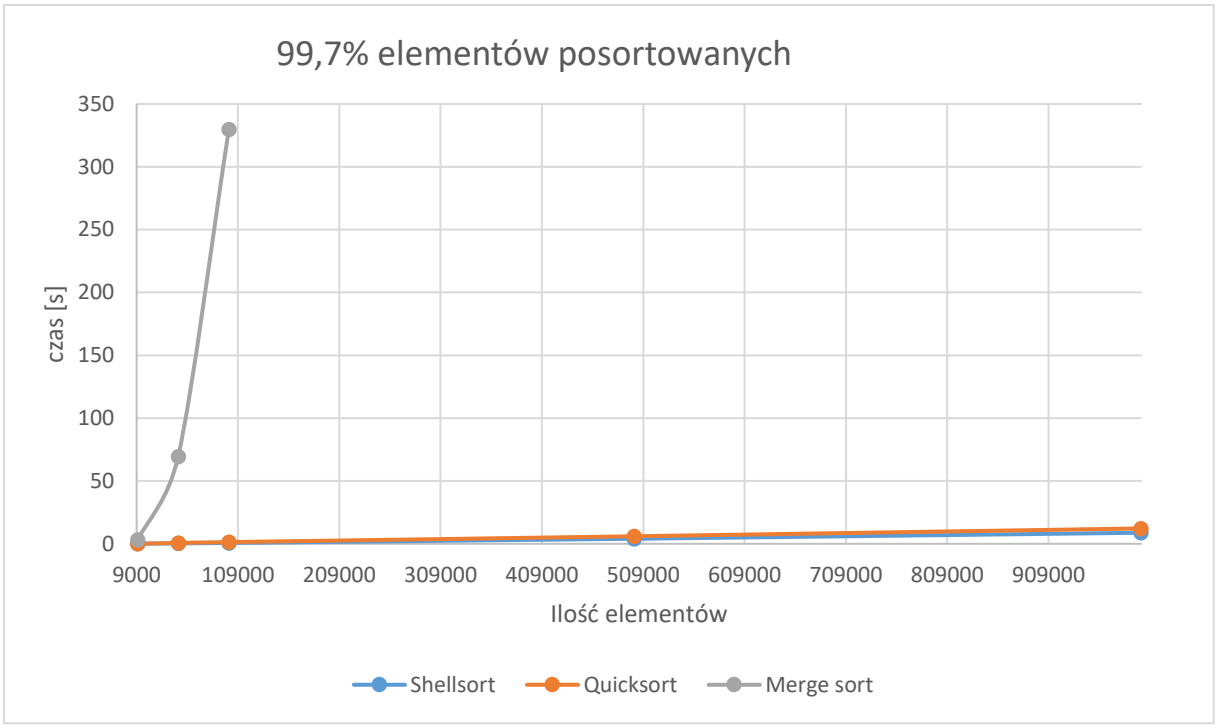


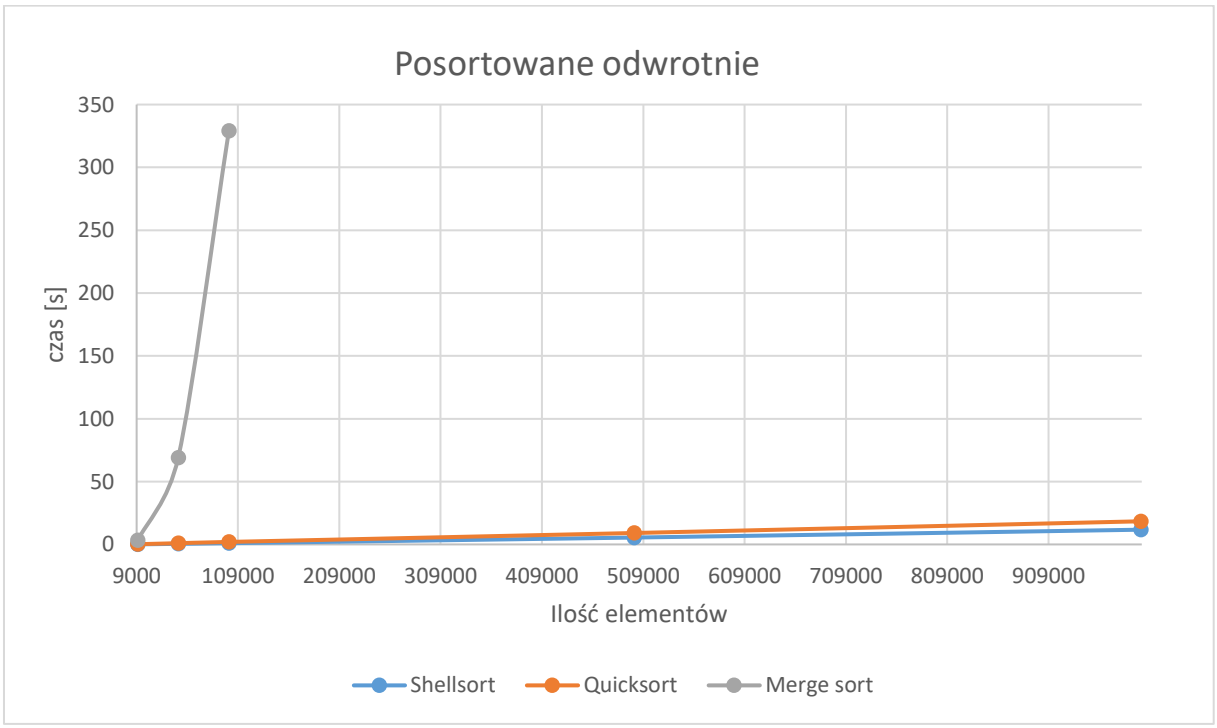

50% elementów posortowanych
400
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort


75% elementów posortowanych
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort


95% elementów posortowanych
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort


99% elementów posortowanych
400
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort


99,7% elementów posortowanych
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort


Posortowane odwrotnie
350
300
250
200
150
100
50
0
czas [s]
9000
109000
209000
309000
409000
509000
609000
709000
809000
909000
Ilość elementów
Shellsort
Quicksort
Merge sort

4. **Wnioski**
    a. Z wykresu zależności czasu od posortowanych elementów widać, że najszybciej działającymi w każdej sytuacji algorytmami są Quicksort i Shellsort
    b. Algorytm Shella sortuje najszybciej ze wszystkich tablice częściowo posortowane, dzieje się tak dlatego, że stosujemy odstęp między sortowanymi elementami tablicy.
    c. Algorytm sortowania przez scalanie w tym przypadku wykonuje się najdłużej, na tyle długo, że nie udało się przeprowadzić pomiarów dla tablic większych niż 100000
5. **Literatura**

- https://www.geeksforgeeks.org/shellsort/
- http://www.algorytm.org/algorytmy-sortowania/sortowanie-przez-scalanie-mergesort/merge-c.html
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_przez_scalanie
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_Shella
- https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_szybkie
- http://www.algorytm.org/algorytmy-sortowania/sortowanie-szybkie-quicksort/quick-1-c.html