Projekt 2 - sortowanie

Aleksander Dygon - 151856

Wstęp

Celem tego projektu jest implementacja, przetestowanie i porównanie różnych metod sortowania tablic. W ramach projektu zostaną zbadane dwie grupy metod sortowania: I grupa metod - metody podstawowe (przez wstawianie, przez selekcję, sortowanie bąbelkowe) oraz II grupa metod - bardziej zaawansowane techniki sortowania (Quicksort, Sortowanie Shella, Sortowanie przez kopcowanie). Testy zostaną przeprowadzone na tablicach zawierających liczby całkowite z przedziału od -100 do 100.

Metody sortowania

I grupa metod

- Przez wstawianie
  Pseudokod:

```
INSERTION-SORT(A)
    for j = 2 to A.length
        key = A[j]
        i = j - 1
        while i > 0 and A[i] > key
            A[i + 1] = A[i]
            i = i - 1
        A[i + 1] = key
```

- Przez selekcję
  Pseudokod:

```
SELECTION-SORT(A)
    for i = 1 to A.length - 1
        minIndex = i
        for j = i + 1 to A.length
            if A[j] < A[minIndex]
                minIndex = j
        swap A[i] with A[minIndex]
```

- Sortowanie bąbelkowe
  Pseudokod:

```
BUBBLE-SORT(A)
    for i = 1 to A.length - 1
        for j = A.length downto i + 1
            if A[j] < A[j - 1]
                swap A[j] with A[j - 1]
```

II grupa metod

- Quicksort
  Pseudokod:

```
QUICKSORT(A, p, r)
    if p < r
        q = PARTITION(A, p, r)
        QUICKSORT(A, p, q - 1)
        QUICKSORT(A, q + 1, r)

PARTITION(A, p, r)
    x = A[r]
    i = p - 1
    for j = p to r - 1
        if A[j] <= x
            i = i + 1
            swap A[i] with A[j]
    swap A[i + 1] with A[r]
    return i + 1
```

- Sortowanie Shella
  Pseudokod:

```
SHELL-SORT(A)
    n = A.length
    gap = n / 2
    while gap > 0
        for i = gap to n - 1
            temp = A[i]
            j = i
            while j >= gap and A[j - gap] > temp
                A[j] = A[j - gap]
                j = j - gap
            A[j] = temp
        gap = gap / 2
```

- Sortowanie przez kopcowanie
  Pseudokod:

```
HEAPSORT(A)
    BUILD-MAX-HEAP(A)
    for i = A.length downto 2
        swap A[1] with A[i]
        A.heapSize = A.heapSize - 1
        MAX-HEAPIFY(A, 1)

BUILD-MAX-HEAP(A)
    A.heapSize = A.length
    for i = floor(A.length / 2) downto 1
        MAX-HEAPIFY(A, i)

MAX-HEAPIFY(A, i)
    left = 2i
    right = 2i + 1
    if left <= A.heapSize and A[left] > A[i]
        largest = left
    else largest = i
```

```
if right <= A.heapSize and A[right] > A[largest]
    largest = right
if largest != i
    swap A[i] with A[largest]
    MAX-HEAPIFY(A, largest)
```

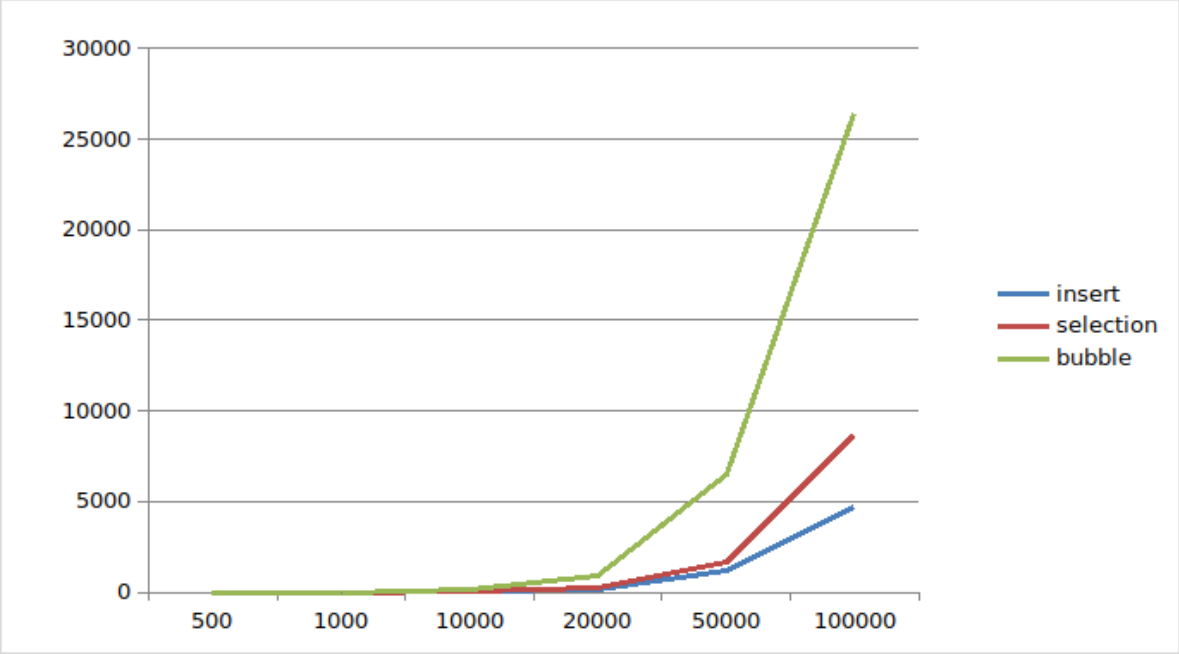
Testy sortowania

Sortowanie będzie testowane na trzech rodzajach danych wejściowych:

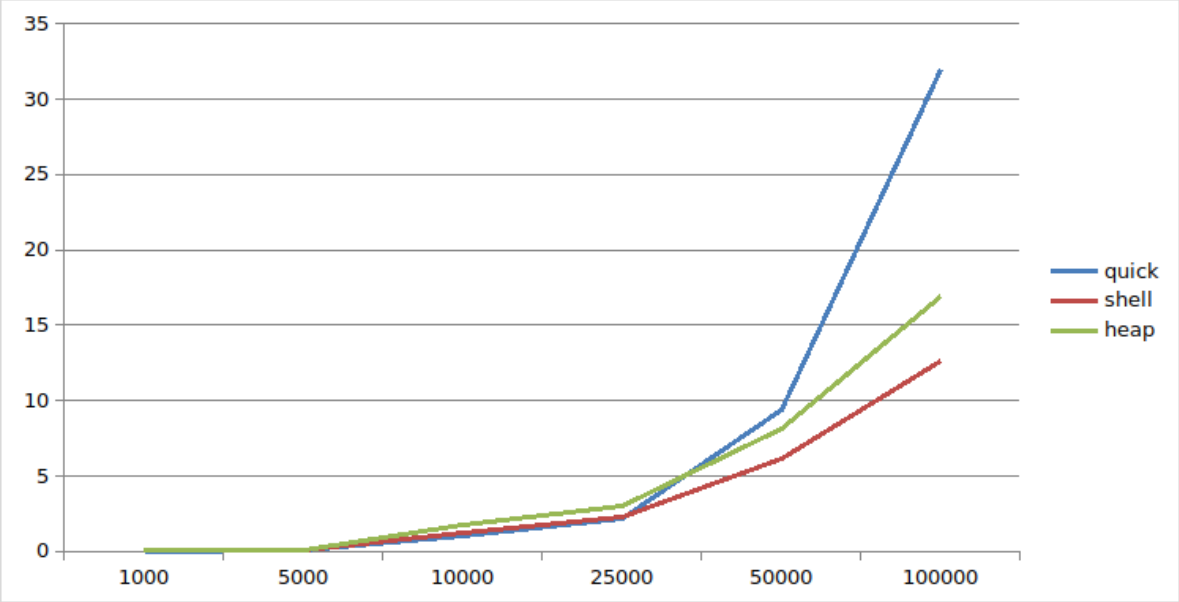
1. Dla danych wygenerowanych losowo
2. Dla danych posortowanych w kolejności odwrotnej (malejąco)
3. Dla danych posortowanych właściwie (rosnąco)

Dane wygenerowane losowo

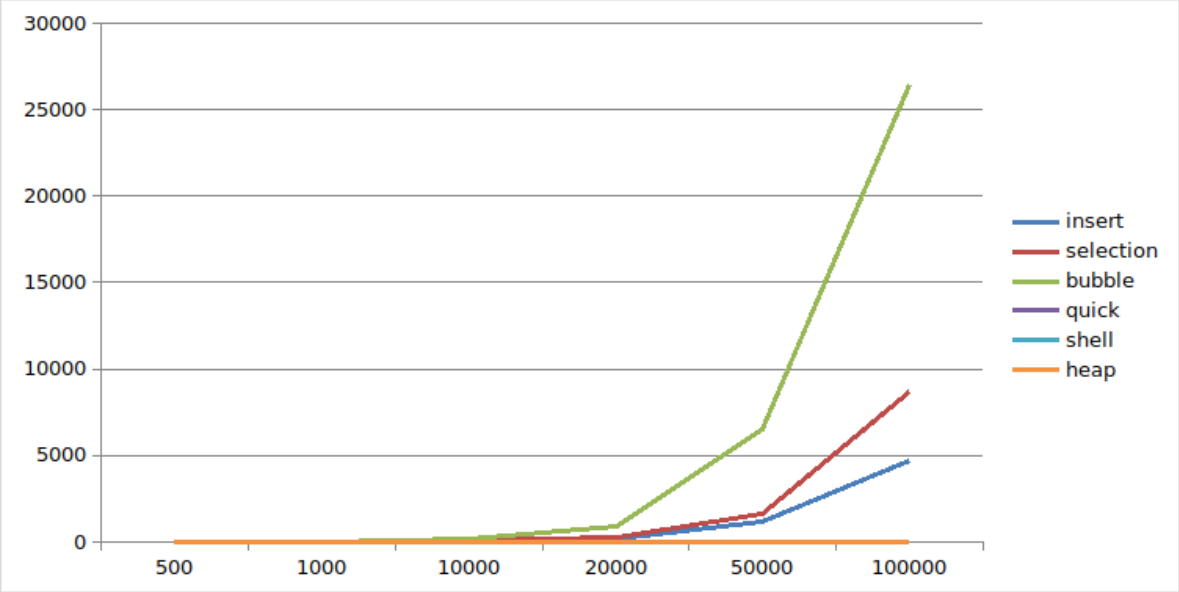
Wykres metod z grupy pierwszej:



Wykres metod z grupy drugiej:

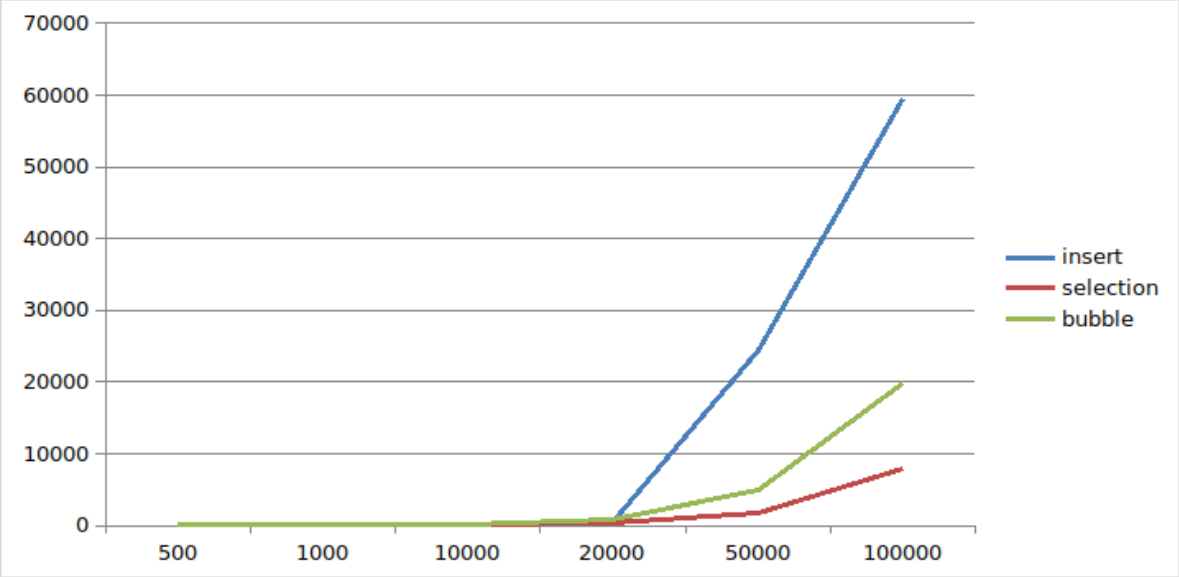


Wspólny wykres

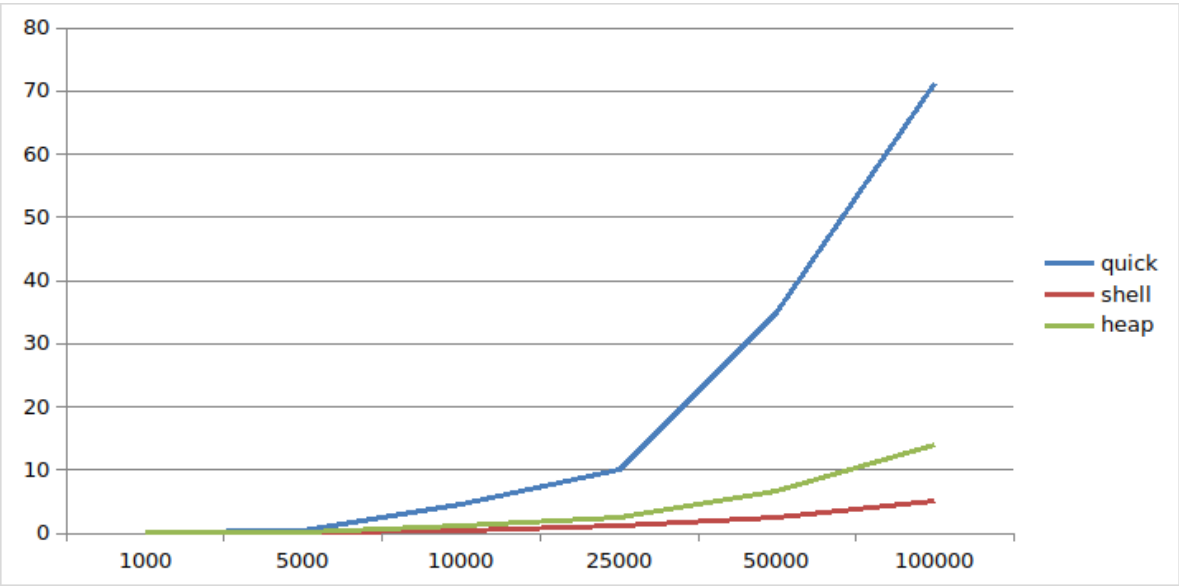


Dla danych posortowanych w kolejności odwrotnej (malejąco)

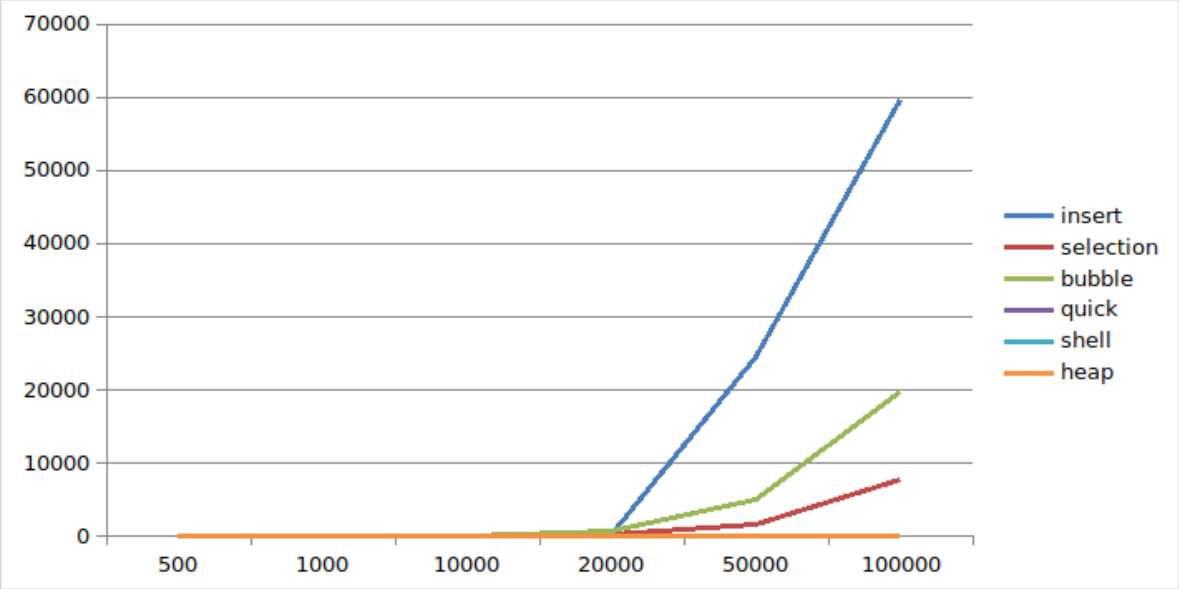
Wykres metod z grupy pierwszej:



Wykres metod z grupy drugiej:

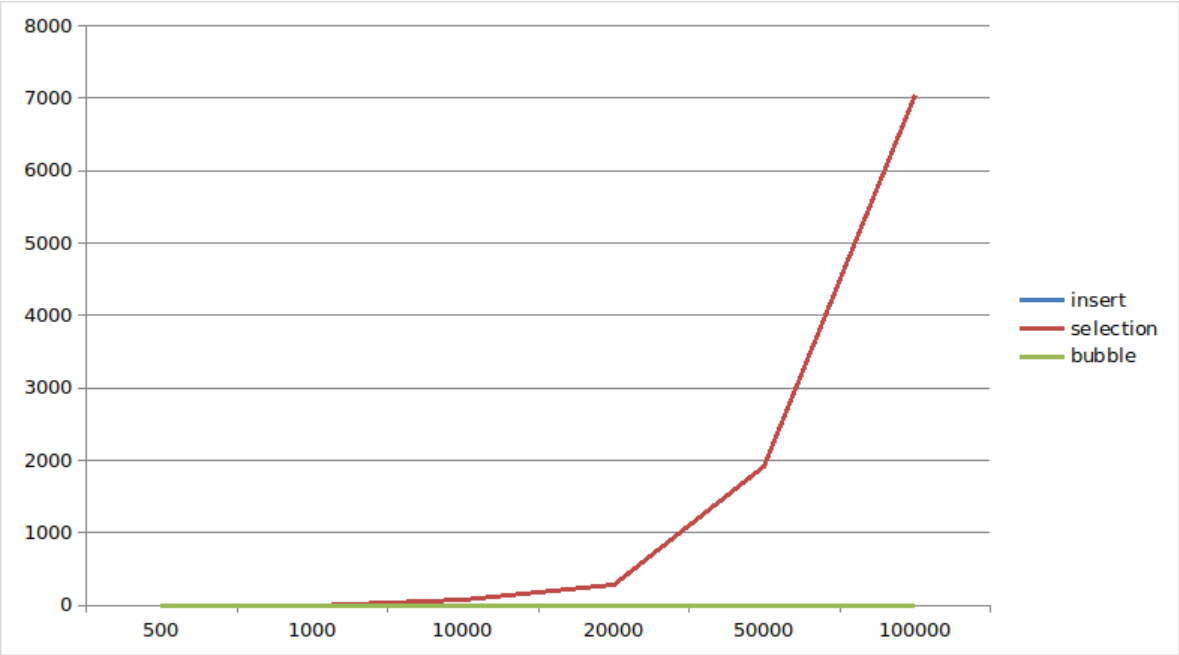


Wspólny wykres

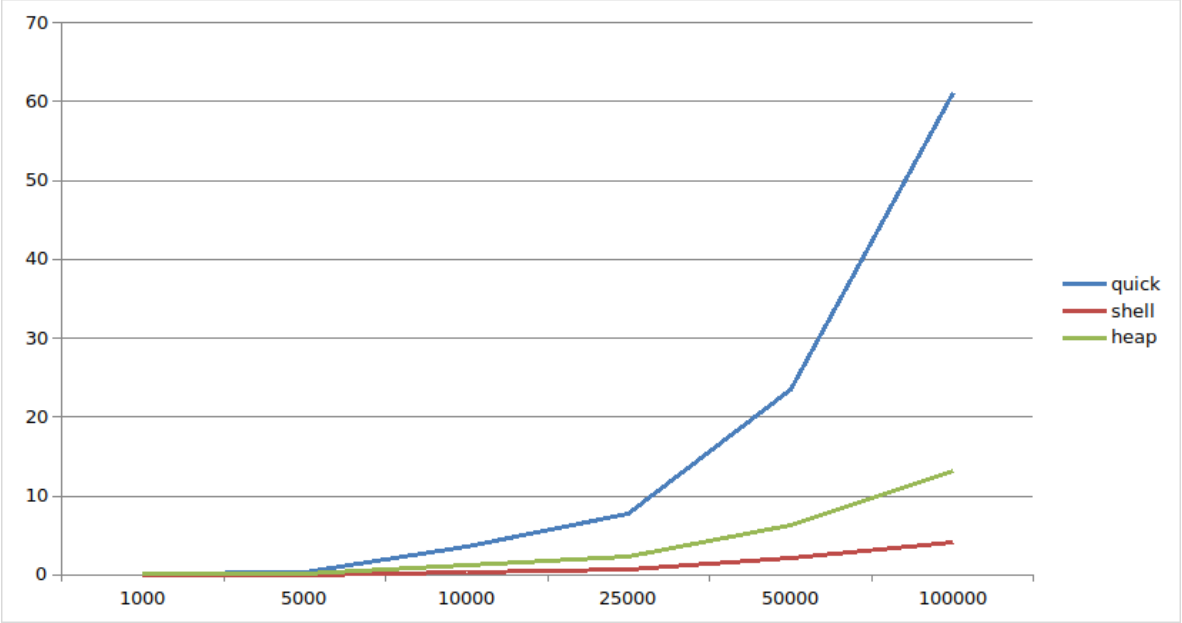


Dla danych posortowanych właściwie (rosnąco)

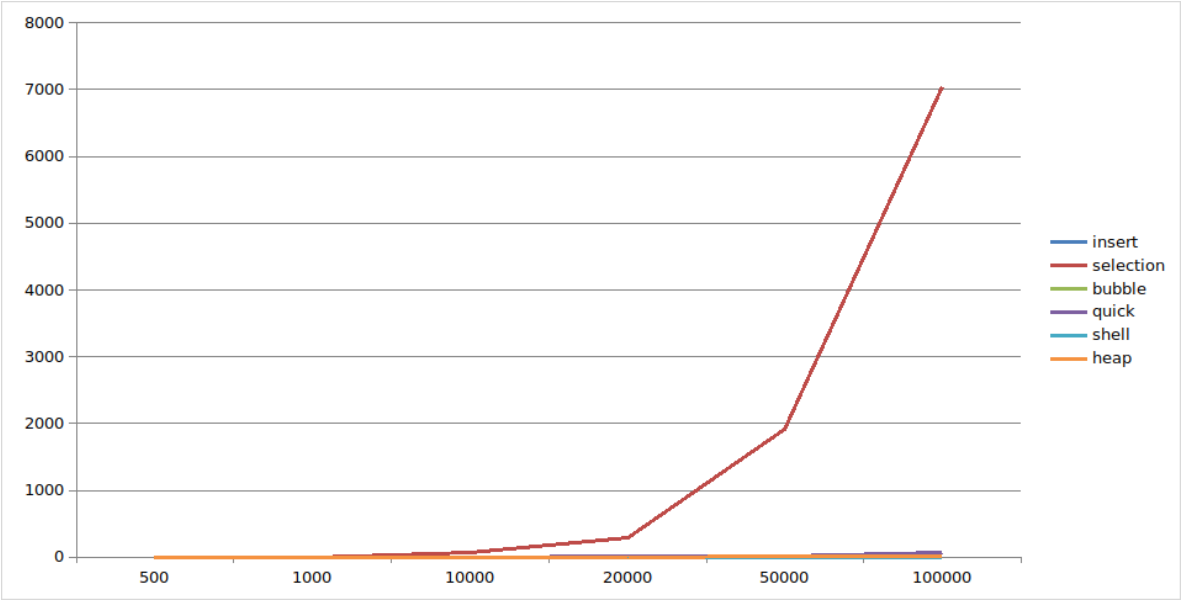
Wykres metod z grupy pierwszej:



Wykres metod z grupy drugiej:



Wspólny wykres



Tabelki Porównawcze

Złozonosc obliczenia podanych metod sortowania

n = 1000[ns]	Bubble	Selection	Insertion	Quicksort	Heap	Shell
Grupa I	O(n^2)	O(n^2)	O(n^2)	O(nlogn)	O(nlogn)	O(n^1.14)
Grupa II	O(n^2)	O(n^2)	O(n^2)	O(n^2)	O(nlogn)	O(n^1.14)
Grupa III	O(n^2)	O(n)	O(n)	O(n^2)	O(nlogn)	O(n^1.14)

BUBBLE

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,25	0.432	1	1.646	100	191.672	400	895.818	2500	6507.360	10000	26426.420
Grupa II	0,25	0.501	1	2.218	100	205.695	400	807.169	2500	4985.443	10000	19911.799
Grupa III	0,5	0.003	0,001	0.003	0,01	0.022	0,02	0.045	0,05	0.114	0,1	0.223

SELECTION

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,25	0.166	1	0.873	100	66.493	400	292.711	2500	1640.540	10000	8725.437
Grupa II	0,25	0.198	1	0.958	100	73.905	400	326.040	2500	1672.928	10000	7869.311
Grupa III	0,25	0.167	1	0.659	100	73.139	400	294.170	2500	1911.621	10000	7048.667

INSERTION

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,25	0.254	1	0.525	100	91.392	400	180.952	2500	1199.758	10000	4684.442
Grupa II	0,25	0.501	1	0.898	100	205.695	400	381.383	2500	24540.28	10000	9633.041
Grupa III	0,5	0.004	0,001	0.004	0,01	0.038	0,02	0.059	0,05	0.134	0,1	0.268

QUICKSORT

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,0013	0.029	0,003	0.070	0,04	0.981	0,0860	2.169	0,2349	9.433	0,5	31.967
Grupa II	0,25	0.198	1	0.958	100	73.905	400	326.040	2500	1672.928	10000	7869.311
Grupa III	0,25	0.167	1	0.659	100	73.139	400	294.170	2500	1911.621	10000	7048.667

HEAP

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,0013	0.050	0,003	0.110	0,04	1.797	0,0860	3.028	0,2349	8.091	0,5	16.917
Grupa II	0,0013	0.046	0,003	0.103	0,04	1.170	0,0860	2.461	0,2349	6.660	0,5	14.030
Grupa III	0,0013	0.069	0,003	0.098	0,04	1.144	0,0860	2.359	0,2349	6.387	0,5	13.261

SHELL

	500		1000		10000		20000		50000		100000	
	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real	Exp	Real
Grupa I	0,0012	0.038	0,0026	0.083	0,0363	1.292	0,0800	2.322	0,2274	6.168	0,5012	12.660
Grupa II	0,0012	0.019	0,0026	0.038	0,0363	0.471	0,0800	1.118	0,2274	2.472	0,5012	5.127
Grupa III	0,0012	0.012	0,0026	0.024	0,0363	0.340	0,0800	0.731	0,2274	2.095	0,5012	4.215

Podsumowanie

Algorytmy o złożoności $O(n^2)$ (INSERT, SELECTION, BUBBLE) są wyraźnie nieefektywne dla dużych zbiorów danych, co widać po gwałtownym wzroście czasu wykonania.
Quick Sort i Heap Sort są najbardziej efektywnymi algorytmami w analizie, szczególnie przy dużych zbiorach danych.
Shell Sort oferuje dobrą wydajność i może być preferowanym wyborem w przypadkach, gdzie stabilność czasu wykonania jest istotna, choć nie dorównuje efektywnością Quick Sort i Heap Sort.
Bubble Sort należy unikać w przypadku jakichkolwiek większych zbiorów danych z uwagi na ekstremalnie wysokie czasy wykonania.