

Struktury danych	
Kierunek <i>Informatyczne Systemy Automatyki</i>	Termin <i>środa TP 15¹⁵ – 16⁵⁵</i>
Imię, nazwisko, numer albumu <i>Mikołaj Nowak 280082, Nathan Smyrek 280166</i>	Data <i>16.04.2025</i>
Link do projektu https://github.com/Vexmeritmen/Struktury-Danych-Projekt1	



SPRAWOZDANIE – MINIPROJEKT 1

Spis treści

1	Wstęp	2
1.1	Tablica Dynamiczna	2
1.1.1	Opis Struktury	2
1.1.2	Złożoność Obliczeniowa	2
1.1.3	Przykładowe zastosowania	2
1.2	Lista Jednokierunkowa	2
1.2.1	Opis Struktury	2
1.2.2	Złożoność Obliczeniowa	2
1.2.3	Przykładowe zastosowania	2
1.3	Lista Dwukierunkowa	3
1.3.1	Opis Struktury	3
1.3.2	Złożoność Obliczeniowa	3
1.3.3	Przykładowe zastosowania	3
2	Założenia Projektowe	3
2.1	Parametry użytego sprzętu	3
2.2	Plan eksperymentu	3
3	Badania	4
3.1	Dodanie elementu na początku struktury	4
3.2	Dodanie elementu na końcu struktury	5
3.3	Dodanie elementu w losowym miejscu struktury	6
3.4	Usunięcie elementu z początku	7
3.5	Usunięcie elemntu z końca	8
3.6	Usunięcie elemntu z losowego indeksu	9
3.7	Wyszukanie elementu w strukturze	10
3.8	Czas dla wszystkich operacji dla Tablicy Dynamicznej	11
3.9	Czas dla wszystkich operacji dla Listy Jednokierunkowej	12
3.10	Czas dla wszystkich operacji dla Listy Dwukierunkowej	12
4	Wnioski	13

1 Wstęp

1.1 Tablica Dynamiczna

1.1.1 Opis Struktury

Tablica dynamiczna to struktura o zmiennym rozmiarze, jej wielkość zwiększana jest za każdym razem, gdy przy dodawaniu elementów ich ilość przekroczy rozmiar tablicy.

1.1.2 Złożoność Obliczeniowa

Operacja	Optymistycznie	Średnio	Pesymistycznie
Dodanie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Dodanie na początku	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Dodanie na końcu	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Usunięcie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Usunięcie na początku	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Usunięcie na końcu	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Szukanie	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$

Tabela 1: Klasyczna analiza złożoności operacji na tablicy dynamicznej

1.1.3 Przykładowe zastosowania

- Implementacja stosu lub kolejki
- Przechowywanie danych ze względu na możliwość wyszukiwania po indeksie

1.2 Lista Jednokierunkowa

1.2.1 Opis Struktury

Lista jednokierunkowa to dynamiczna struktura danych, w której każdy węzeł zawiera dane oraz wskaźnik na następny element.

1.2.2 Złożoność Obliczeniowa

Operacja	Optymistycznie	Średnio	Pesymistycznie
Dodanie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Dodanie na początku	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Dodanie na końcu	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Usunięcie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Usunięcie na początku	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Usunięcie na końcu	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Szukanie	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$

Tabela 2: Złożoność obliczeniowa listy związanej jednokierunkowej

1.2.3 Przykładowe zastosowania

- Kolejki
- Proste systemy pamięci np. zarządzanie blokami
- Implementacje stosu

1.3 Lista Dwukierunkowa

1.3.1 Opis Struktury

Lista dwukierunkowa to dynamiczna struktura danych, w której każdy węzeł zawiera dane oraz wskaźnik na następny i poprzedni element.

1.3.2 Złożoność Obliczeniowa

Operacja	Optymistycznie	Średnio	Pesymistycznie
Dodanie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Dodanie na początku	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Dodanie na końcu	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Usunięcie na dowolnej pozycji	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$
Usunięcie na początku	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Usunięcie na końcu	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$
Szukanie	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$

Tabela 3: Złożoność obliczeniowa listy wiązanej dwunokierunkowej

1.3.3 Przykładowe zastosowania

- Edytory tekstu (np. cofnij/przywróć)
- Nawigacja (np. przód/wstecz w przeglądarce)
- Systemy operacyjne (zarządzanie procesami, pamięcią)

2 Założenia Projektowe

2.1 Parametry użytego sprzętu

- System operacyjny : Linux Mint 21.1 Cinnamon
- Processor : Intel i7-1260P 12-generacji (12 rdzeni, 16 wątków, 3.40-4.70 GHz, 18MB cache)
- Pamięć RAM : 32GB
- Środowisko : Clion 2024.1.3
- Kompiler : g++ 11.4.0

2.2 Plan eksperymentu

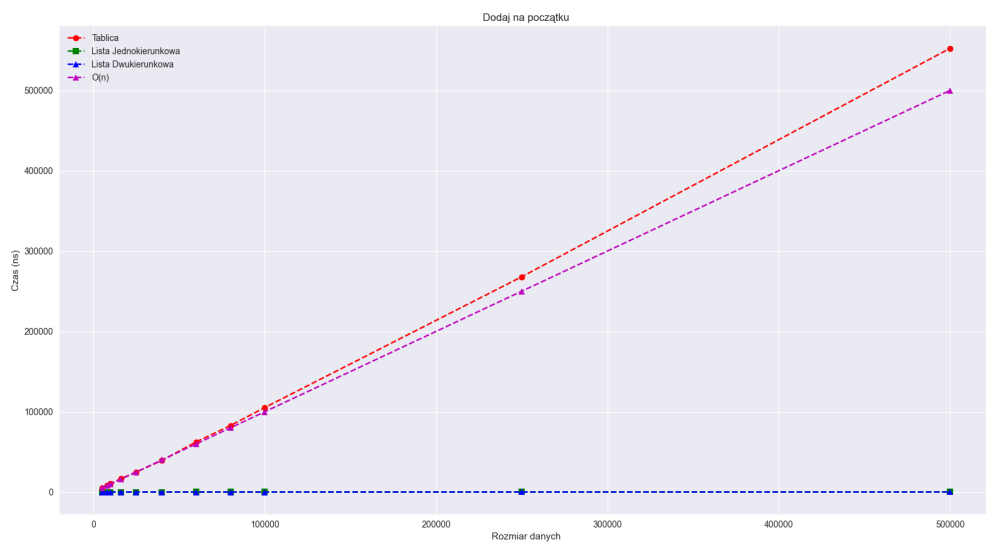
Przeprowadzona badania dla 11 różnych rozmiar struktur : 5000, 8000, 10000, 16000, 25000, 40000, 60000, 80000, 100000, 250000, 500000. Zostały one wypełnione losowymi liczbami z zakresu 0 do 4,294,967,295. Dla każdej operacji zostało wykonane 1000 prób, po czym wyniki zostały uśrednione. Wszystkie pomiary zostały zmierzone w nanosekundach

3 Badania

3.1 Dodanie elementu na początku struktury

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	5205.25	40.131	29.201
8000	8484.07	41.728	32.927
10000	10546.6	39.011	36.624
16000	16721.5	60.079	34.949
25000	24828.6	49.211	42.528
40000	39369.7	50.999	47.024
60000	62458.4	107.366	41.461
80000	82869.8	82.851	51.845
100000	105166	168.536	56.006
250000	267989	188.248	111.995
500000	552347	246.370	128.672

Tabela 4: Dodanie elementu na początek struktury

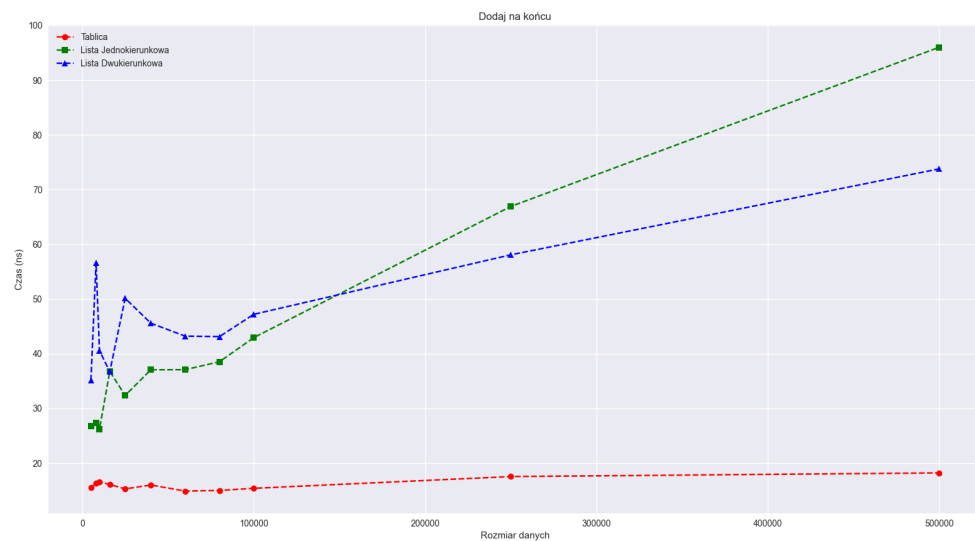


Rysunek 1: Dodanie elementu na początek struktury

3.2 Dodanie elementu na końcu struktury

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	15.550	26.777	35.116
8000	16.318	27.378	56.641
10000	16.607	26.180	40.563
16000	16.099	36.767	36.723
25000	15.285	32.381	50.128
40000	16.005	37.071	45.573
60000	14.893	37.088	43.216
80000	15.010	38.531	43.125
100000	15.396	42.941	47.199
250000	17.545	66.918	58.079
500000	18.212	96.022	73.792

Tabela 5: Dodanie elementu na końcu struktury

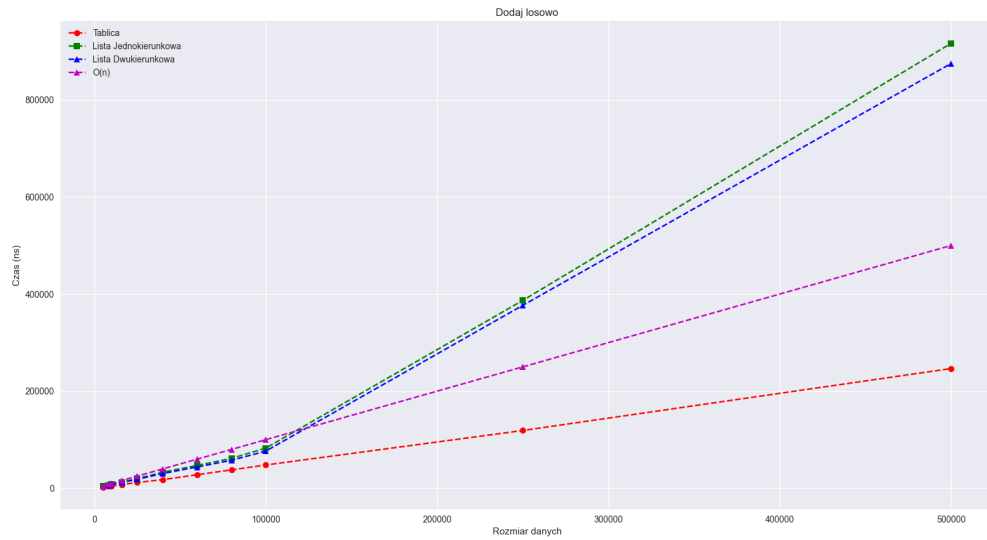


Rysunek 2: Dodanie elementu na koniec

3.3 Dodanie elementu w losowym miejscu struktury

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	2495.86	4283.16	4405.94
8000	4013.40	6148.44	6340.32
10000	4777.88	7911.84	8068.64
16000	7718.81	12373.5	12117.0
25000	12000.3	19970.6	18471.1
40000	17777.2	33229.5	30440.4
60000	28000.0	47052.9	43910.6
80000	37837.9	61595.5	57601.6
100000	47959.7	82586.5	76470.1
250000	118978	386819	376650
500000	246591	916349	874820

Tabela 6: Dodanie elementu w losowym miejscu struktury

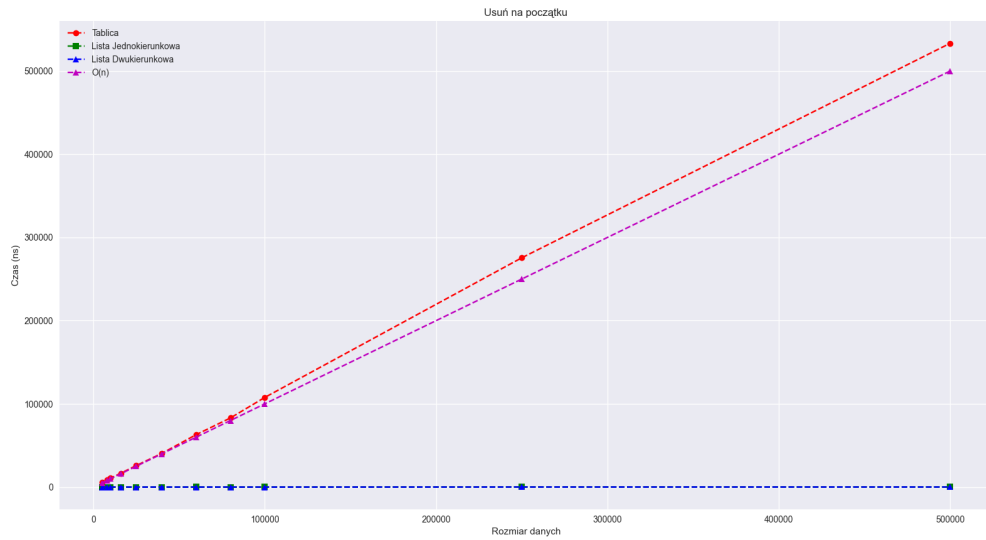


Rysunek 3: Dodanie elementu w losowym miejscu struktury

3.4 Usunięcie elementu z początku

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	5471.75	24.624	23.456
8000	8633.48	27.736	21.845
10000	10690.9	31.976	22.033
16000	16639.9	30.656	22.542
25000	25850.5	36.072	23.881
40000	40533.4	31.360	23.537
60000	63019.5	61.819	26.926
80000	83085.9	43.198	25.371
100000	107692	66.192	25.895
250000	275544	173.064	84.430
500000	533330	138.692	97.816

Tabela 7: Usunięcie elementu z początku

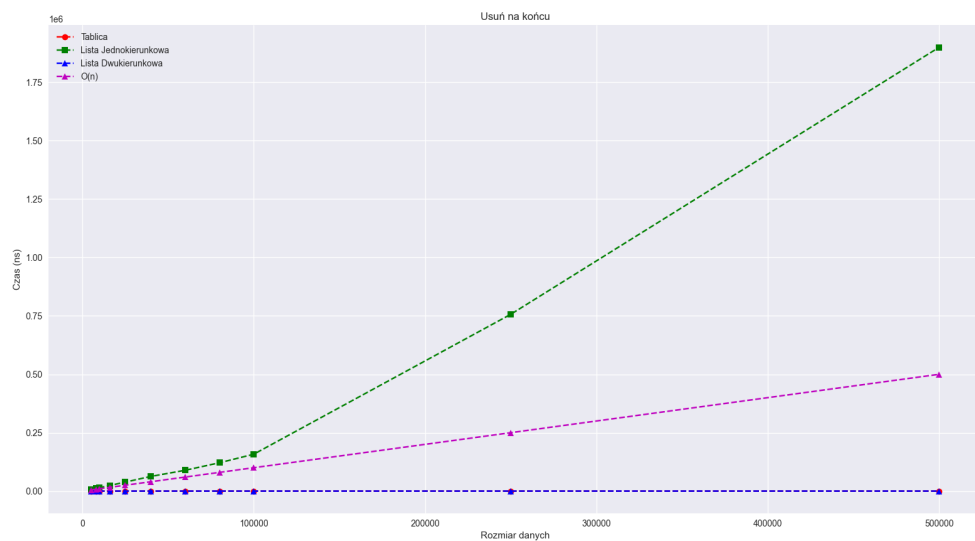


Rysunek 4: Usunięcie elementu z początku struktury

3.5 Usunięcie elemntu z końca

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	15.687	7644.46	21.627
8000	16.402	11692.9	21.994
10000	17.666	14451.1	22.673
16000	18.321	23873.2	23.851
25000	19.434	38446.5	27.725
40000	18.615	62841.7	25.050
60000	19.891	89034.4	27.959
80000	21.292	121168	27.748
100000	55.454	157733	29.434
250000	37.039	756851	56.600
500000	34.824	1.90E+06	68.547

Tabela 8: Usunięcie elementu z końca struktury

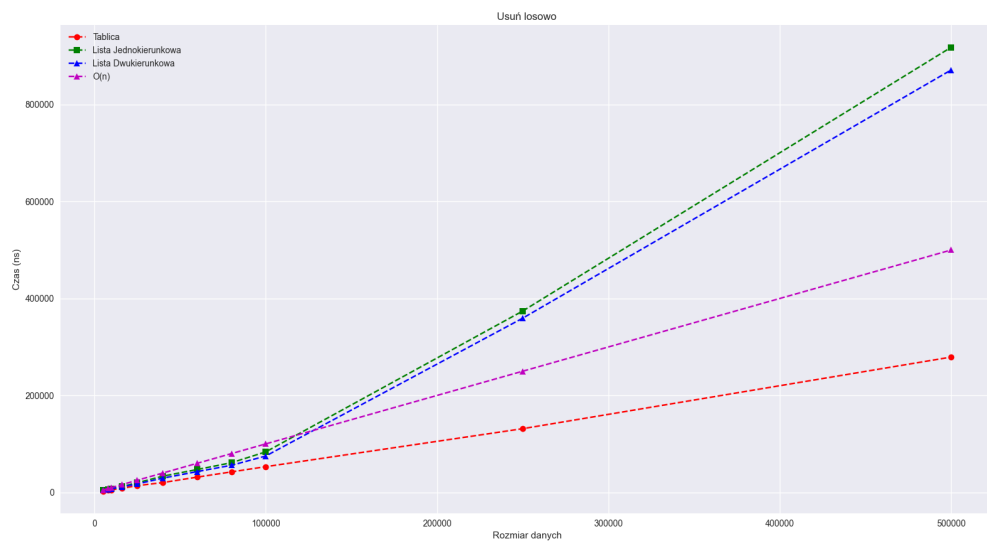


Rysunek 5: Usunięcie elementu z końca struktury

3.6 Usunięcie elemntu z losowego indeksu

Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	2716.85	4187.77	4168.72
8000	4373.56	5924.86	5933.78
10000	5228.23	7675.73	7540.24
16000	8424.14	12096.2	11437.3
25000	13858.6	19763.1	17394.1
40000	20278.7	33514.3	29379.0
60000	31493.7	47170.3	42887.3
80000	42302.0	61227.2	55901.3
100000	53042.4	83508.3	74983.3
250000	131443.0	374148.0	359430.0
500000	279134.0	918161.0	871364.0

Tabela 9: Usunięcie elementu z losowego miejsca struktury



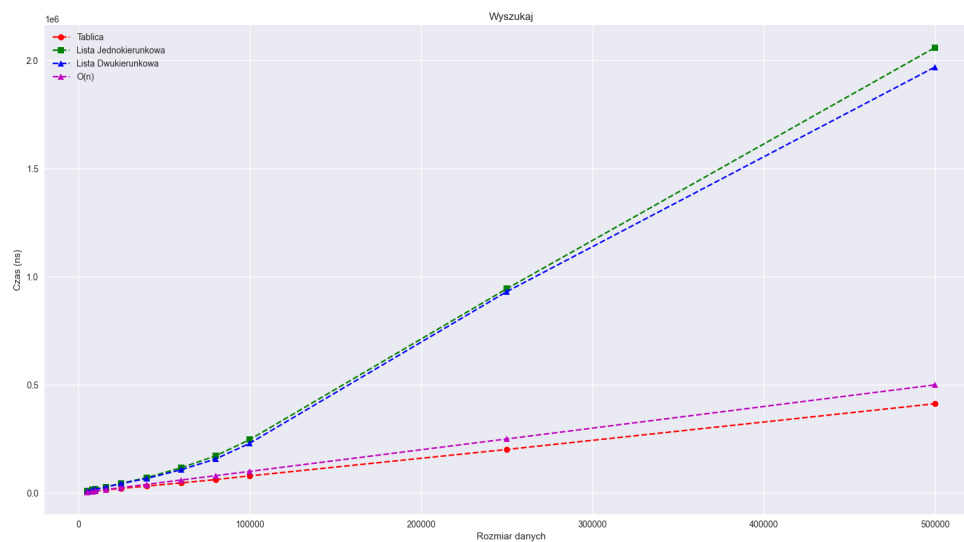
Rysunek 6: Usunięcie elementu z losowego miejsca struktury

3.7 Wyszukanie elementu w strukturze

Wyszukanie elementu w strukturze zmierzone dla najgorszego przypadku jakim jest obecność tego elementu na ostatnim indeksie struktury.

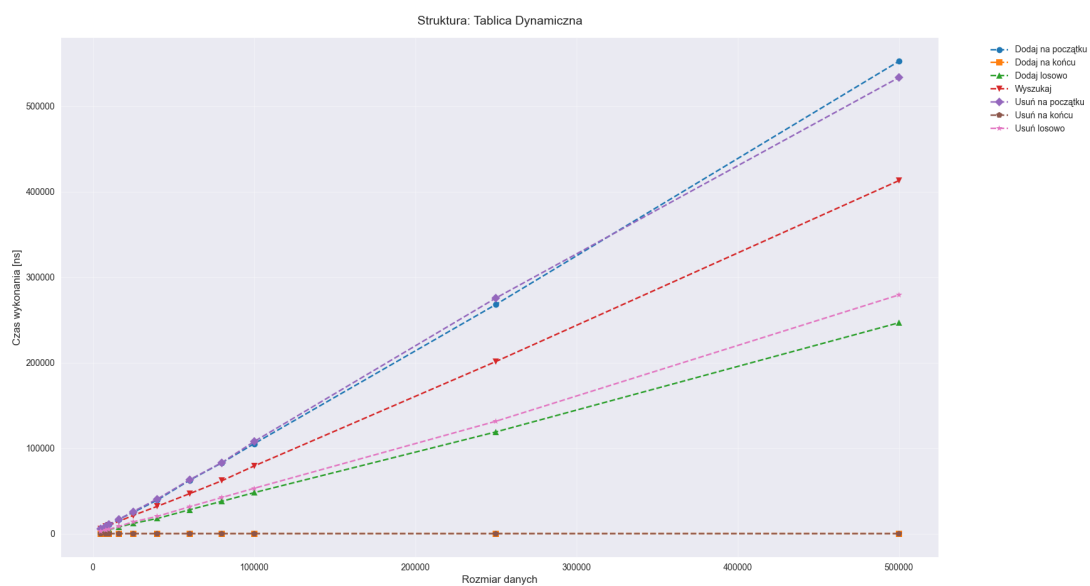
Rozmiar	Tablica Dynamiczna	Lista Jednokierunkowa	Lista Dwukierunkowa
5000	5645.39	10045.4	10268.8
8000	8576.76	14759.1	14751.3
10000	9995.00	17739.1	17747.4
16000	14332.9	28080.7	27323.5
25000	21377.3	45008.8	43174.3
40000	31997.9	71265.2	67231.8
60000	46798.8	116737	107487
80000	61896.1	171239	157006
100000	79118.8	246850	229834
250000	201298	944427	931001
500000	412839	2.06E+06	1.97E+06

Tabela 10: Wyszukanie elementu w strukturze



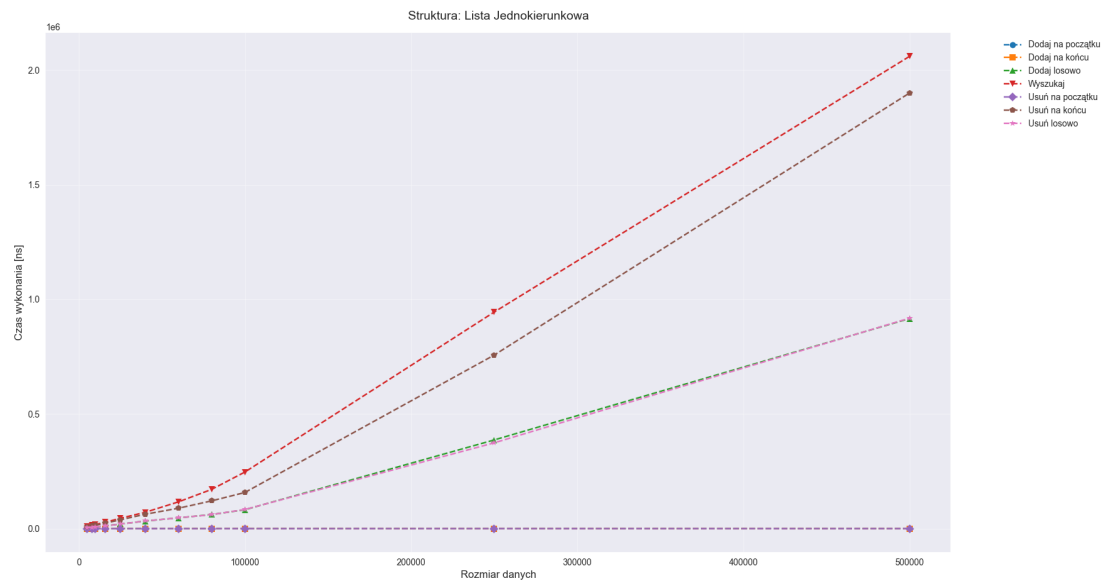
Rysunek 7: Wyszukanie elementu w strukturze

3.8 Czas dla wszystkich operacji dla Tablicy Dynamicznej



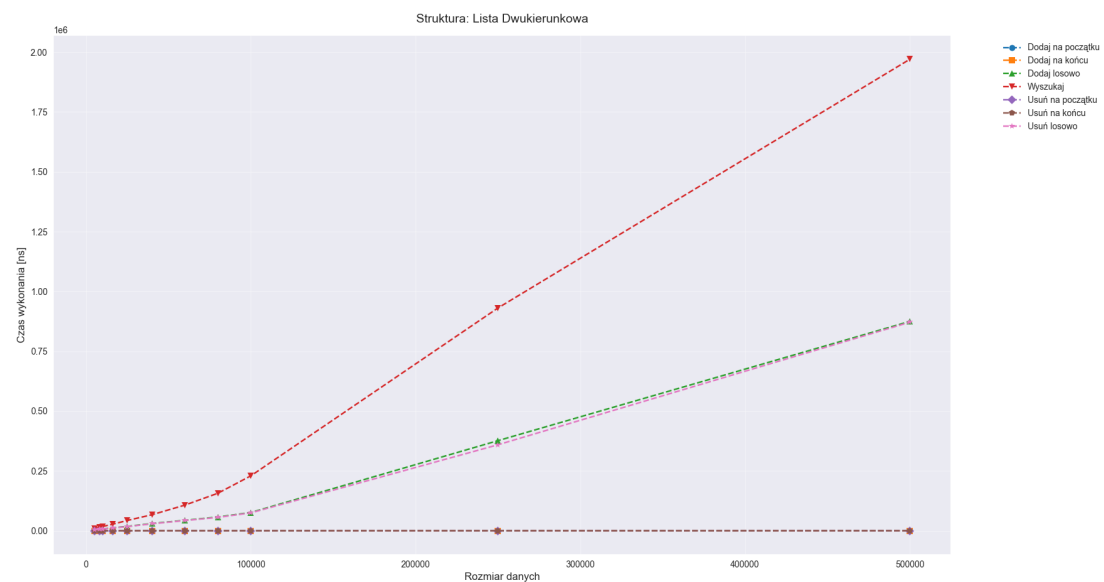
Rysunek 8: Czas wykonania wszystkich operacji dla Tablicy Dynamicznej

3.9 Czas dla wszystkich operacji dla Listy Jednokierunkowej



Rysunek 9: Czas wykonania wszystkich operacji dla Listy Jednokierunkowej

3.10 Czas dla wszystkich operacji dla Listy Dwukierunkowej



Rysunek 10: Czas wykonania wszystkich operacji dla Listy Dwukierunkowej

4 Wnioski

- Struktury zachowują się zgodnie z złożonościami teoretycznymi.
- Tablica dynamiczna ma przewagę w operacjach wiązanych z ostatnimi elementami struktury, takimi jak dodanie elementu na koniec, usunięcie elementu z końca, oraz wyszukaniem elementu (w najgorszym scenariuszu, kiedy to ten element znajduje się na końcu struktury).
- Listy jedno i dwukierunkowa natomiast mają przewagę jeśli chodzi o operacje związane z początkiem struktury ze względu na brak potrzeby relokacji pamięci.
- Lista dwukierunkowa ma przewagę nad listą jednokierunkową jeśli chodzi o usuwanie elementu z końca poprzez posiadanie do niego stałego dostępu.

5 Źródła

Źródła wykorzystane do złożoności teoretycznej

- <https://kam.pwr.edu.pl/jaroslav-rudypwr-edu-pl/files/sd/w3.pdf>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_array
- https://en.wikipedia.org/wiki/Linked_list
- <https://www.bigocheatsheet.com>