

Sztuczna inteligencja i inżynieria wiedzy – laboratorium

Sprawozdanie: Problemy spełniania ograniczeń

Kajetan Pynka, 254495

Spis treści

Wstęp.....	3
Binary - wszystkie	4
Heurystyka NN.....	4
Heurystyka NR	5
Heurystyka RN	6
Heurystyka RR.....	7
Binary – do pierwszego	8
Heurystyka NN.....	8
Heurystyka NR	9
Heurystyka RN	10
Heurystyka RR.....	11
Futoshiki - wszystkie	12
Heurystyka NN.....	12
Heurystyka NR	13
Heurystyka RN	14
Heurystyka RR.....	15
Futoshiki – do pierwszego.....	16
Heurystyka NN.....	16
Heurystyka NR	17
Heurystyka RN	18
Heurystyka RR.....	19

Wstęp

Problem spełniania ograniczeń został w ramach tego zadania zdefiniowany jako dwie zagadki logiczne: zagadka Binary oraz zagadka Futoshiki. Zagadce Binary odpowiadają trzy pliki: „6x6”, „8x8”, „10x10” gdzie liczba oznacza szerokość i wysokość planszy. Dla zagadki Futoshiki przygotowane zostały natomiast trzy pliki: „4x4”, „5x5”, „6x6” gdzie znowu liczba określa szerokość i wysokość planszy. Każdy plik zawiera planszę odpowiadającą zagadki w jakimś stanie początkowym a celem tegoż zadania będzie zaimplementowanie dwóch algorytmów, które pozwolą rozwiązać taką planszę. Tymi algorytmami są: Backtracking oraz Forward checking.

Dokument podzielony jest na następujące sekcje:

- Względem zagadki: „Binary” lub „Futoshiki”
- Względem oczekiwanego rezultatu: „wszystkie” – algorytm musi znaleźć wszystkie możliwe rozwiązania, „do pierwszego” – algorytm kończy działanie po znalezieniu pierwszego rozwiązania
- Względem heurystyki wyboru pola oraz wyboru wartości:
 - NN – Wybieramy pola po kolei od lewego górnego, wartość również po kolei od najmniejszej z dziedziny
 - NR – Wybieramy pola po kolei od lewego górnego, wartość losowa z dziedziny
 - RN – Wybieramy losowe dostępne pole na planszy, wartość po kolei od najmniejszej z dziedziny
 - RR – Wybieramy losowe dostępne pole na planszy, wartość losowa z dziedziny

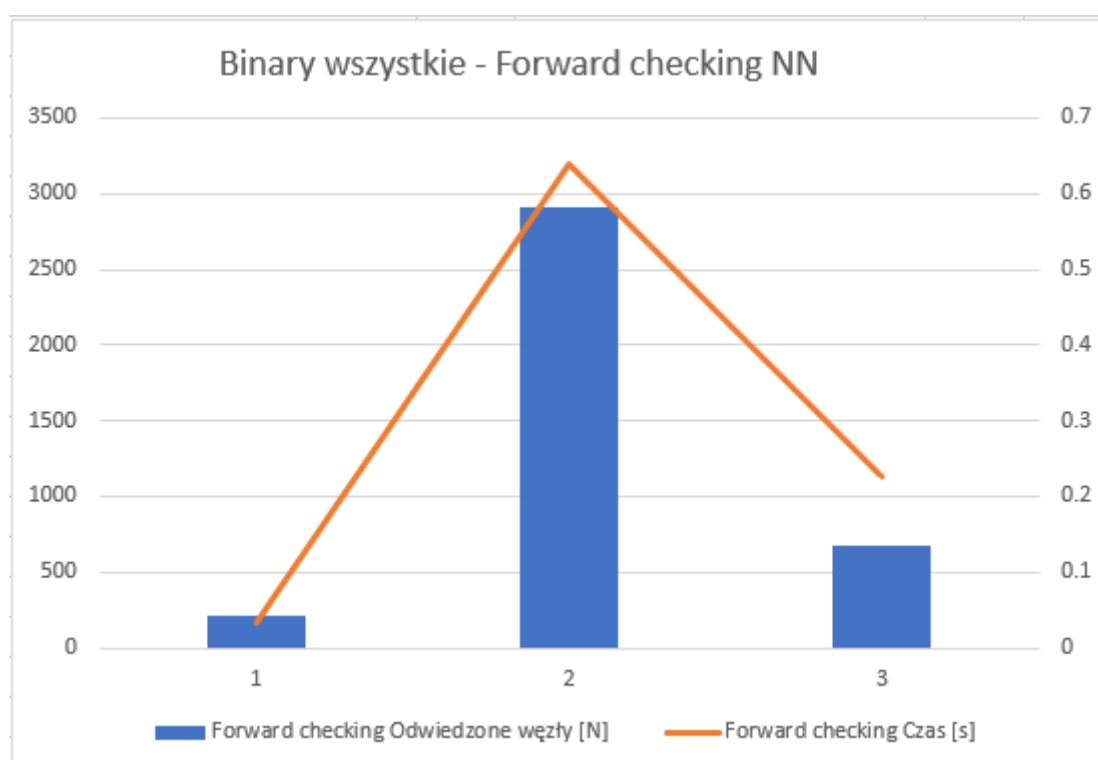
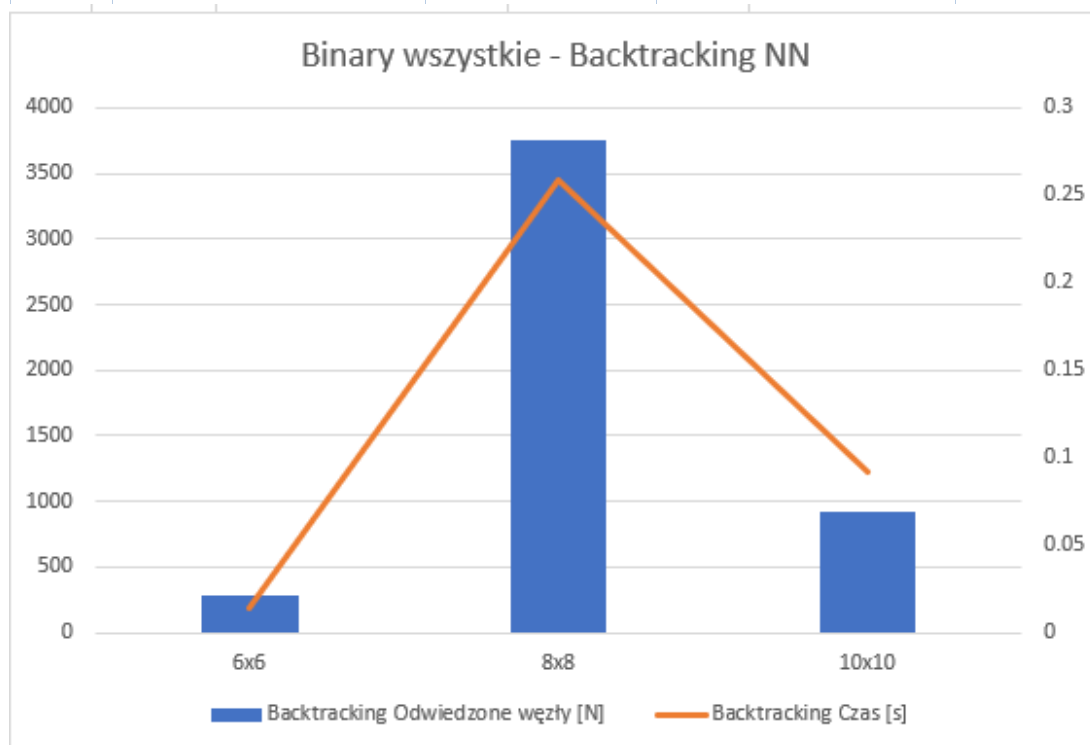
Wyjaśnienia:

- Na wykresach Forward checking’u etykiety kolumn (1, 2 oraz 3) po kolei odpowiadają plikom „4x4”, „5x5”, „6x6” dla Futoshiki oraz „6x6”, „8x8”, „10x10” dla Binary.
- DNF oznacza Did Not Finish – algorytm przekroczył godzinę pracy

Binary - wszystkie

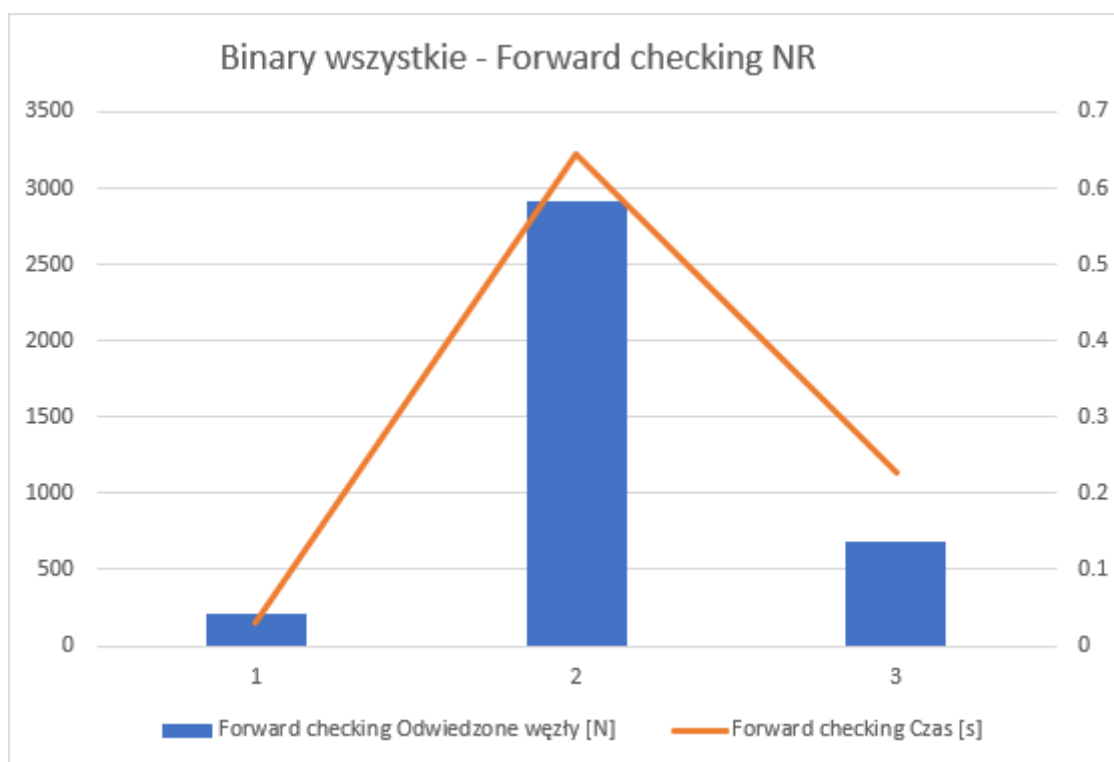
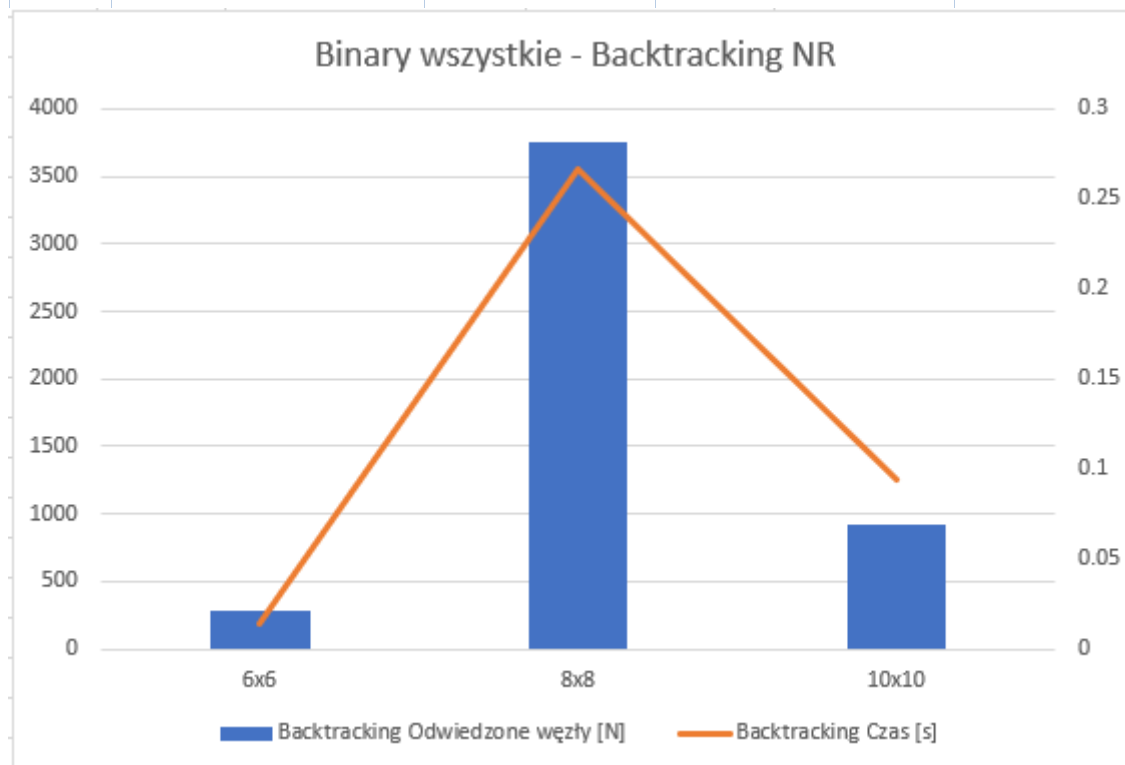
Heurystyka NN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	285	0.0138	211	0.0337
8x8	3749	0.2593	2913	0.6393
10x10	919	0.0921	677	0.2275



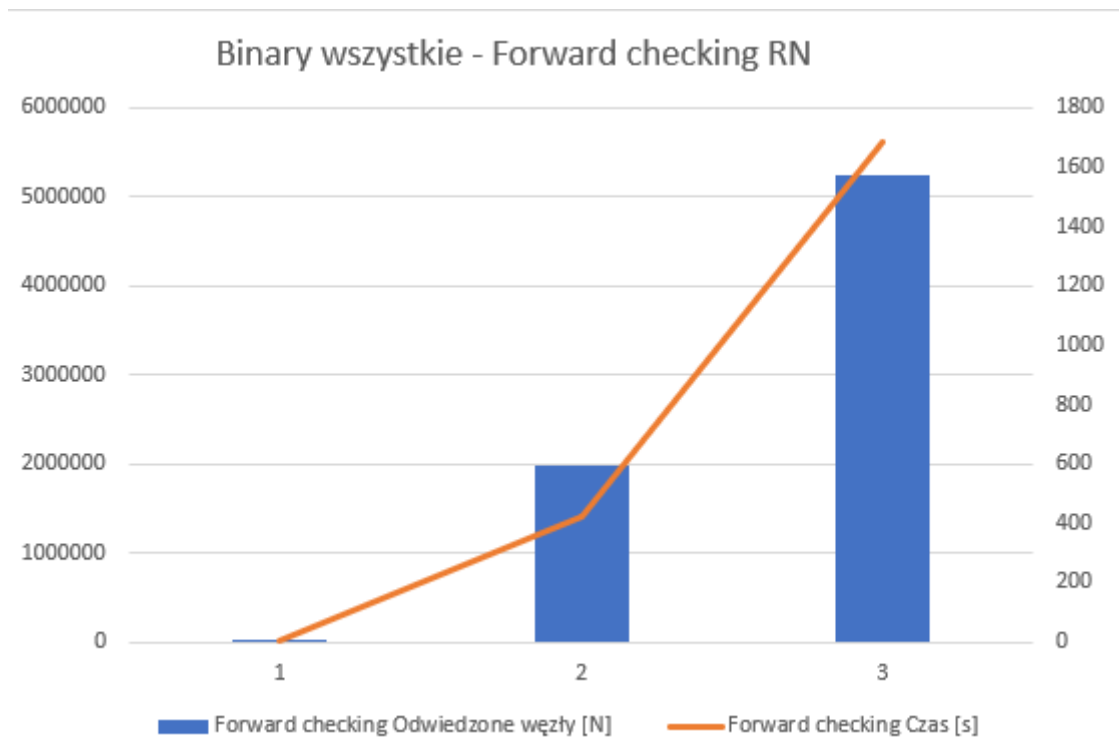
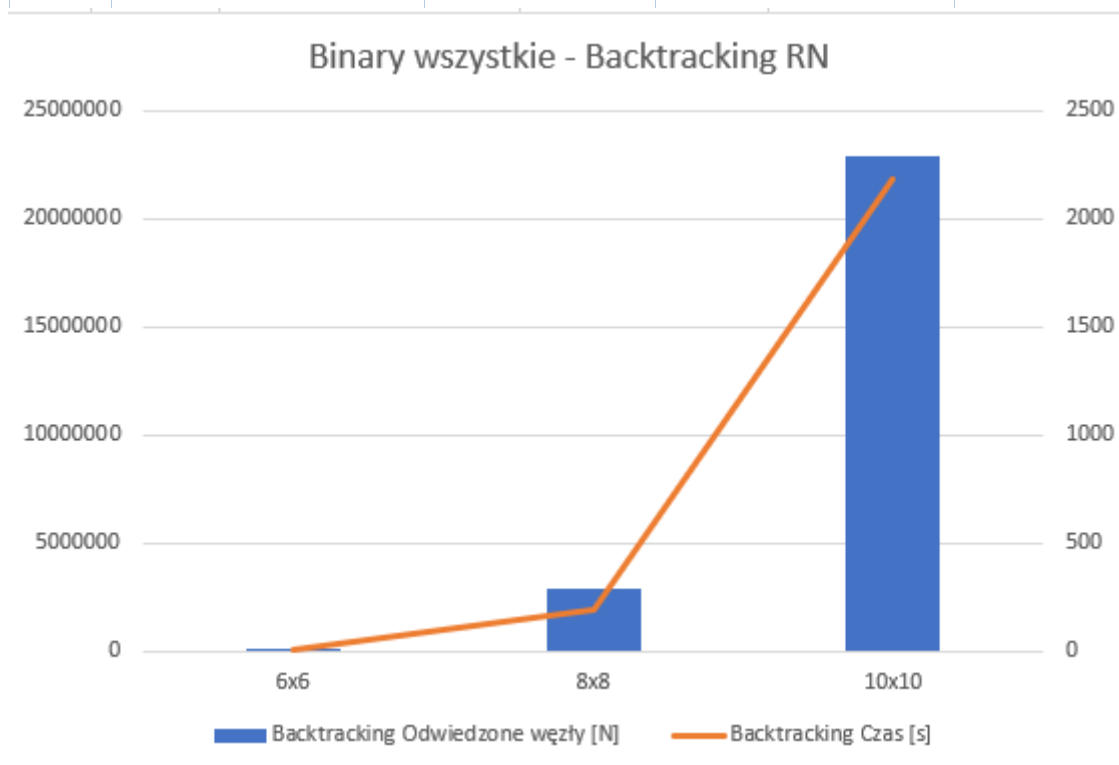
Heurystyka NR

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	285	0.0145	211	0.0299
8x8	3749	0.2668	2913	0.6448
10x10	919	0.0946	677	0.2270



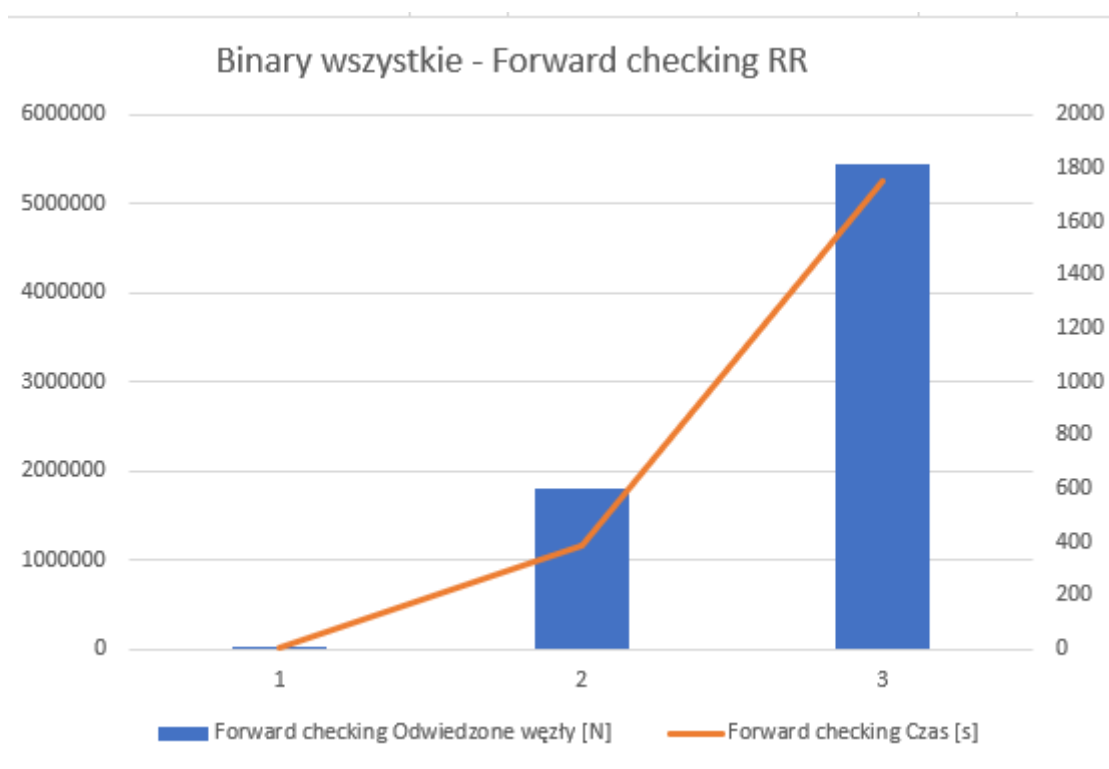
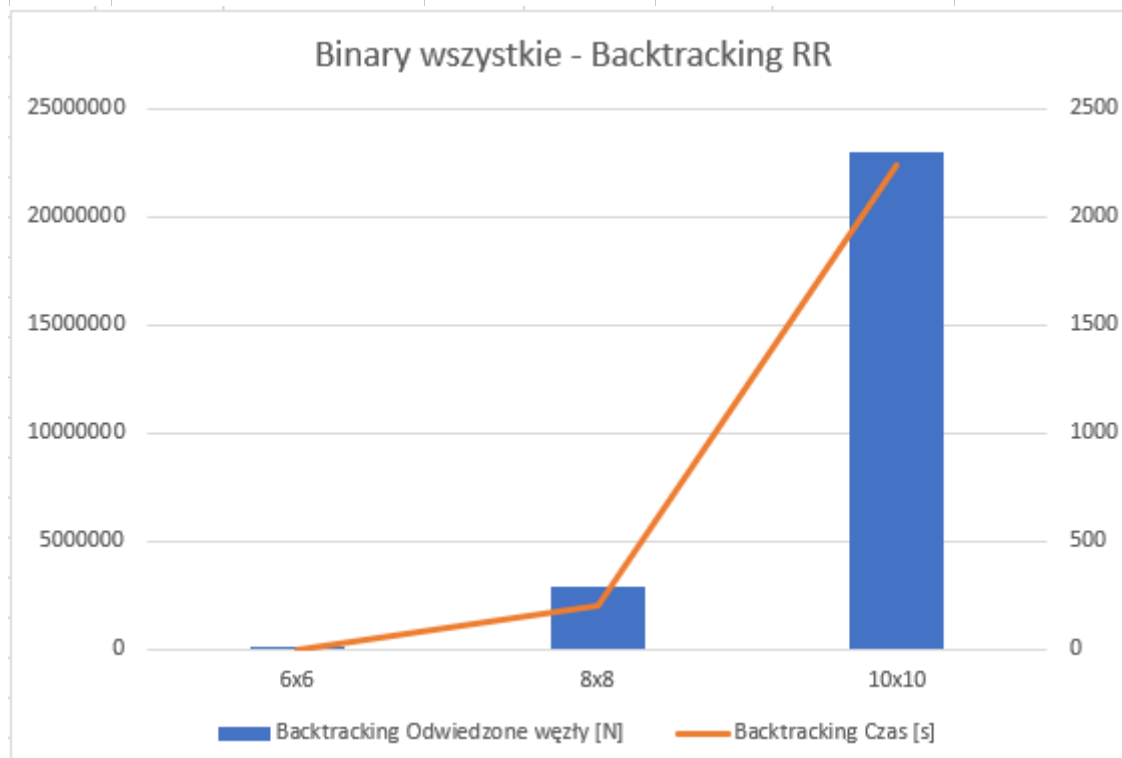
Heurystyka RN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	15469	0.6918	8529	1.1030
8x8	2846667	191.7068	1970844	422.2141
10x10	22888781	2186.1054	5239420	1685.9760



Heurystyka RR

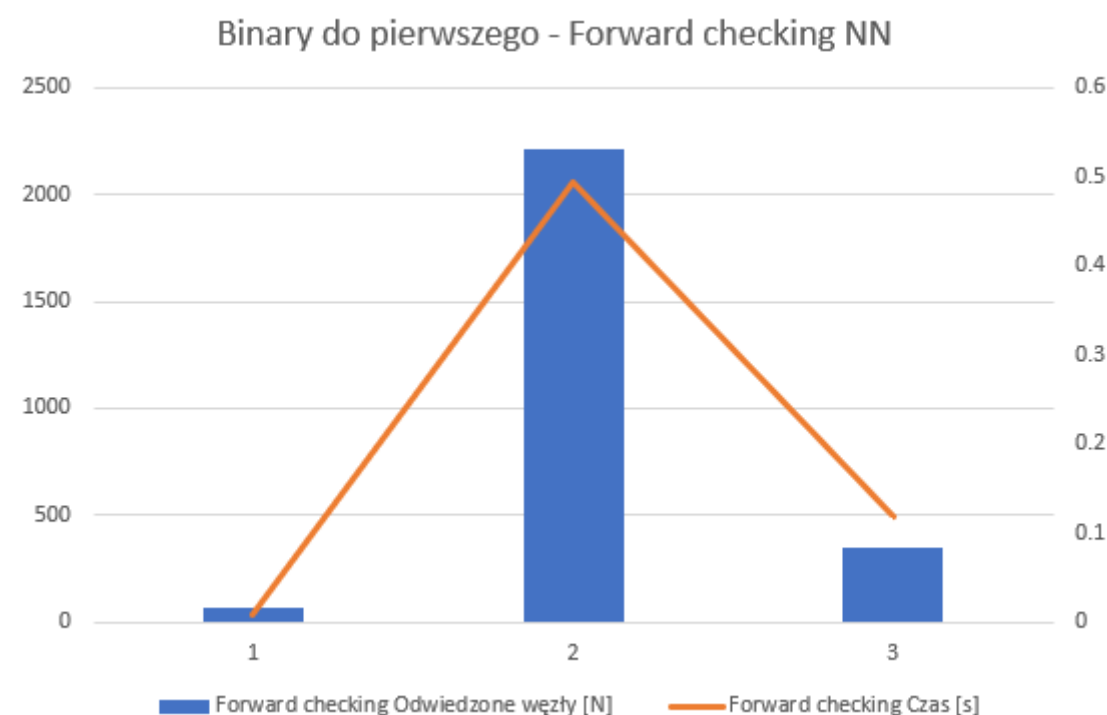
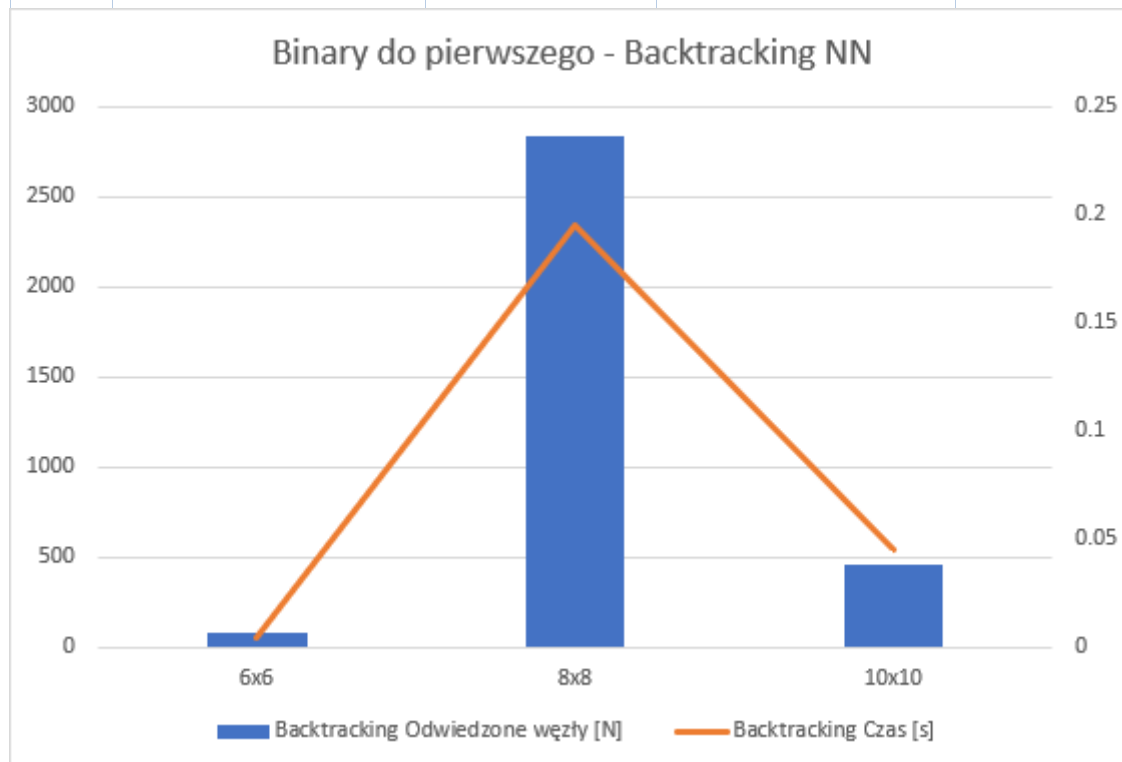
	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	13305	0.6165	11474	1.4905
8x8	2875949	195.5818	1790851	389.7615
10x10	22962579	2241.8834	5446180	1754.3639



Binary – do pierwszego

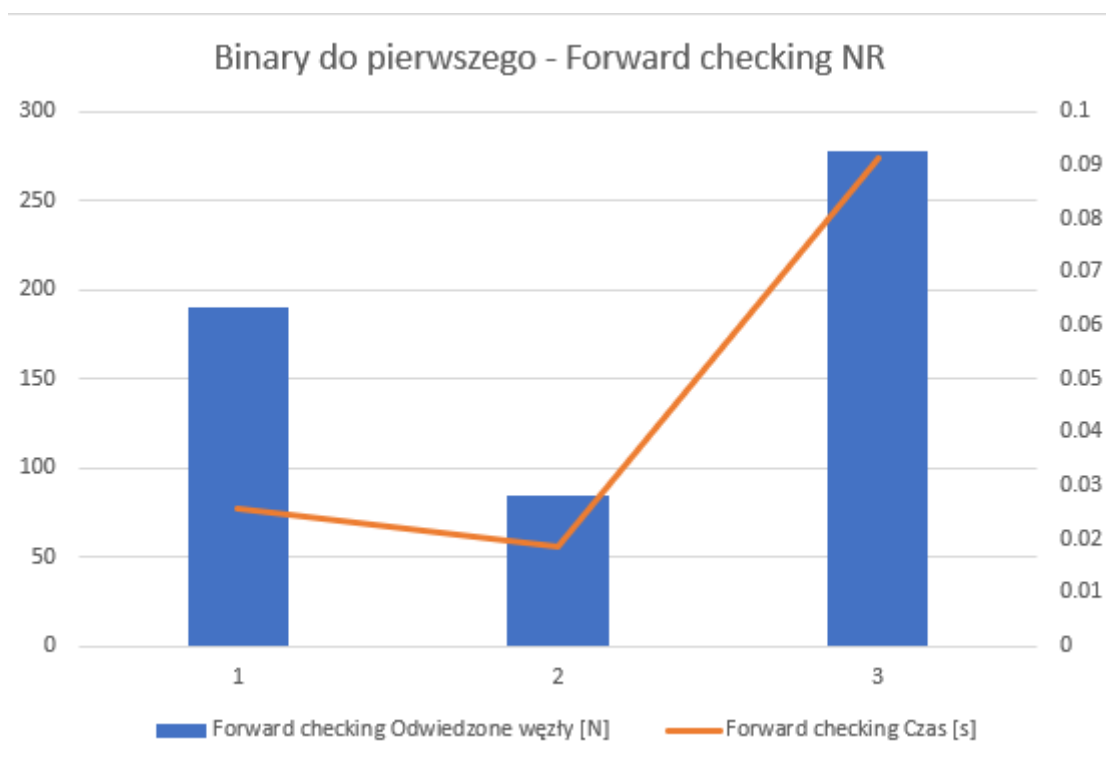
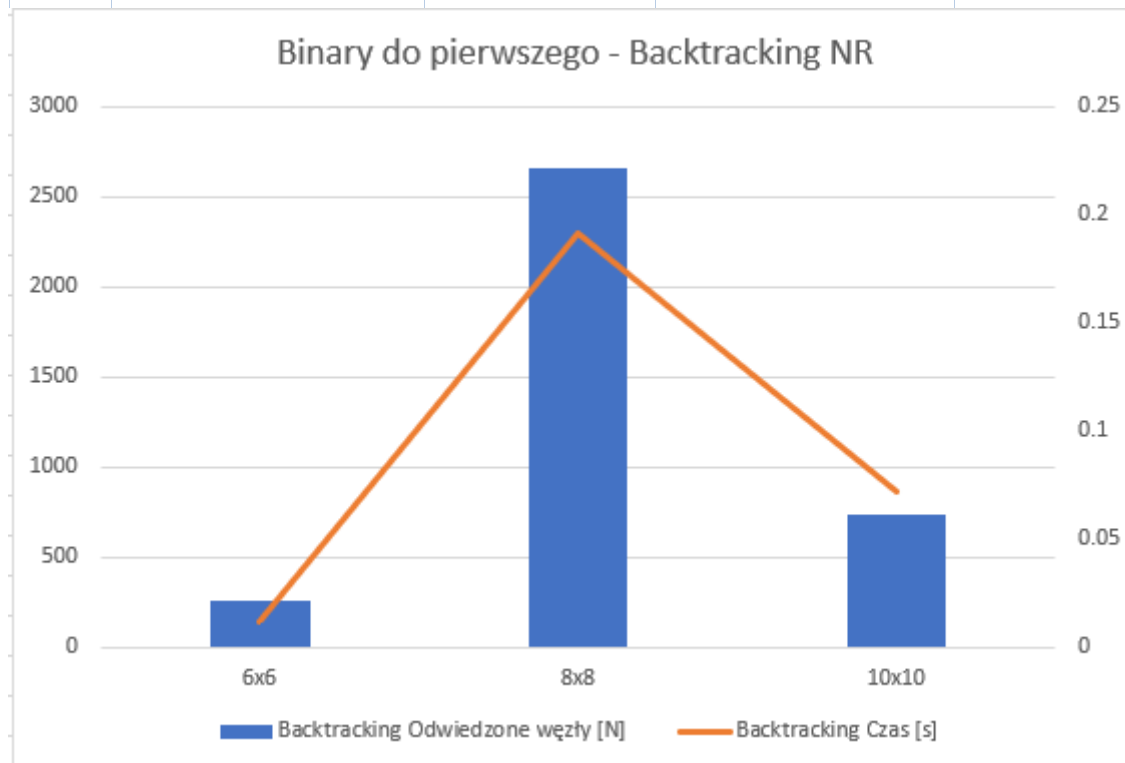
Heurystyka NN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	83	0.0041	67	0.0091
8x8	2842	0.1953	2211	0.4931
10x10	457	0.0446	351	0.1180



Heurystyka NR

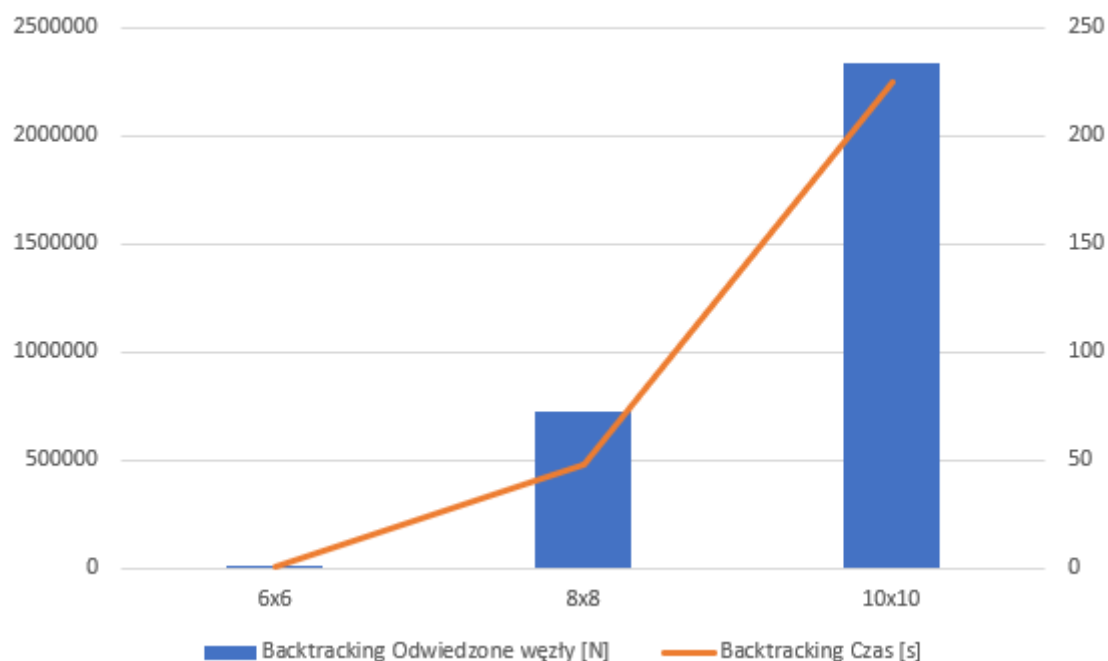
	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	255	0.0119	190	0.0259
8x8	2660	0.1916	84	0.0187
10x10	731	0.0717	278	0.0915



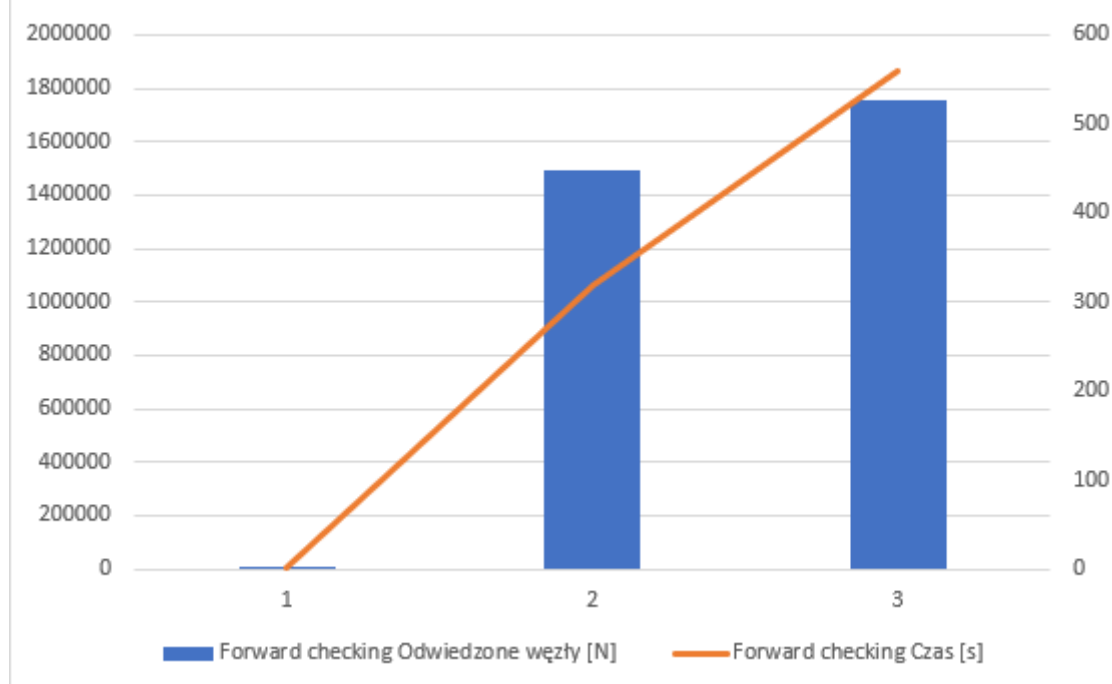
Heurystyka RN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	8385	0.3786	2703	0.3546
8x8	719660	47.6711	1491450	318.6790
10x10	2339881	225.0983	1759078	560.3275

Binary do pierwszego - Backtracking RN

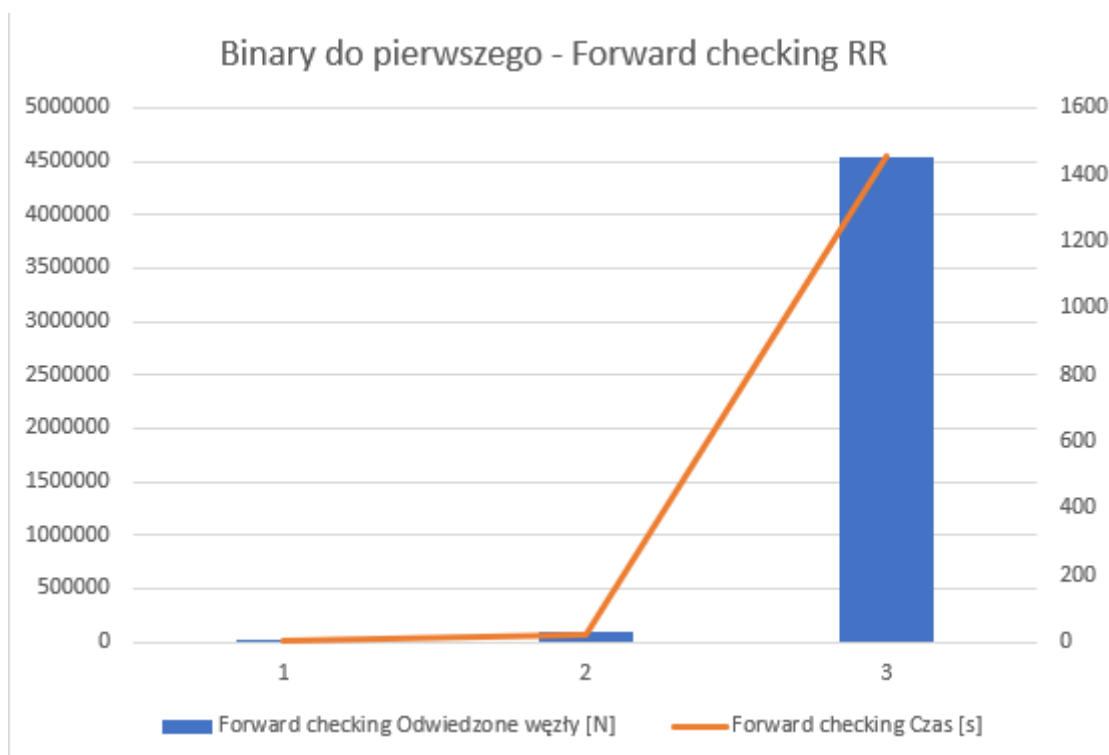
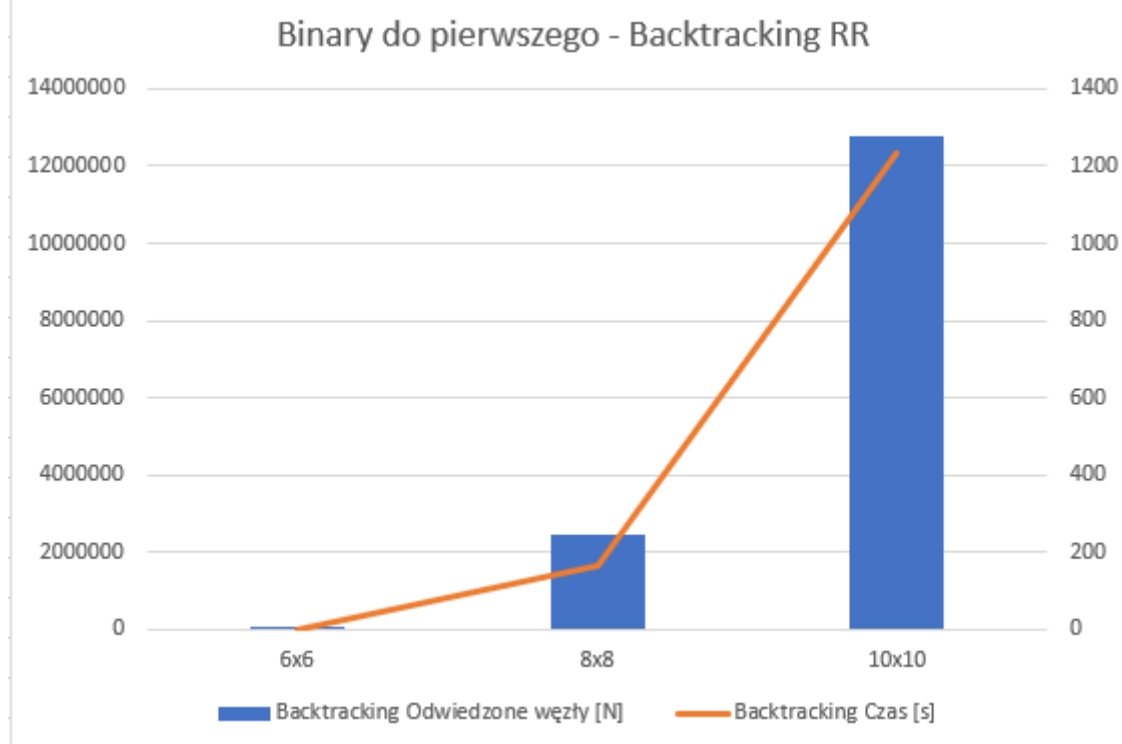


Binary do pierwszego - Forward checking RN



Heurystyka RR

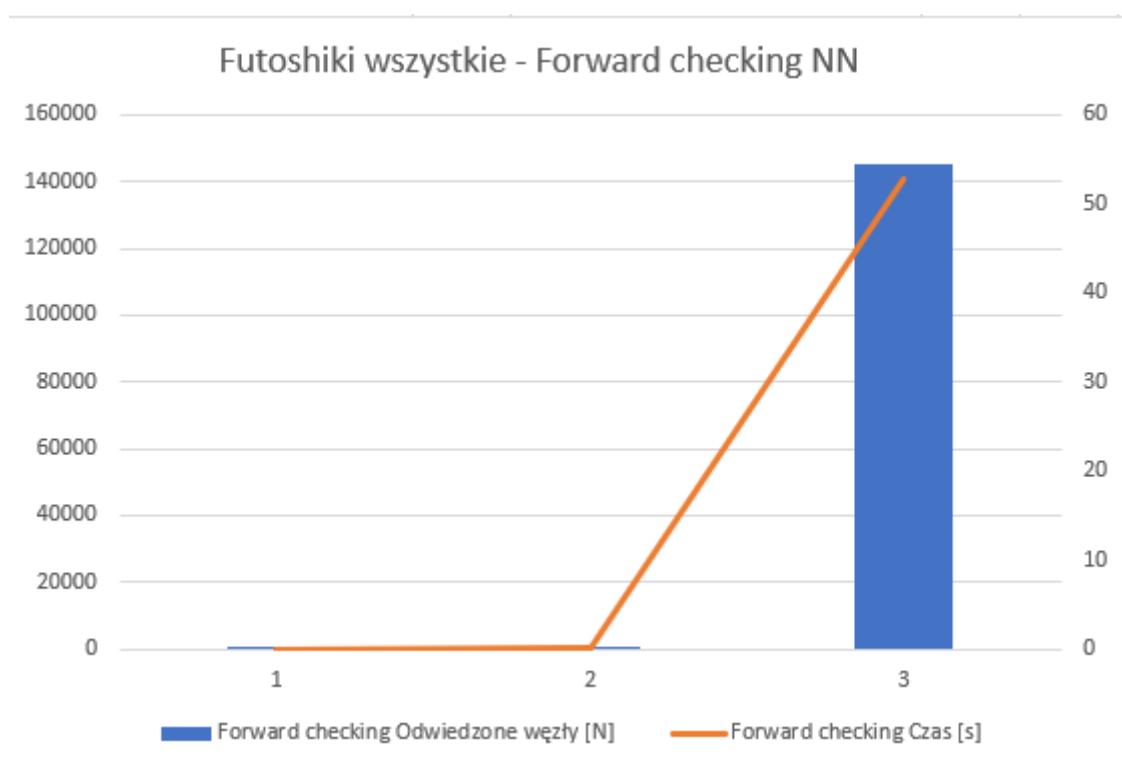
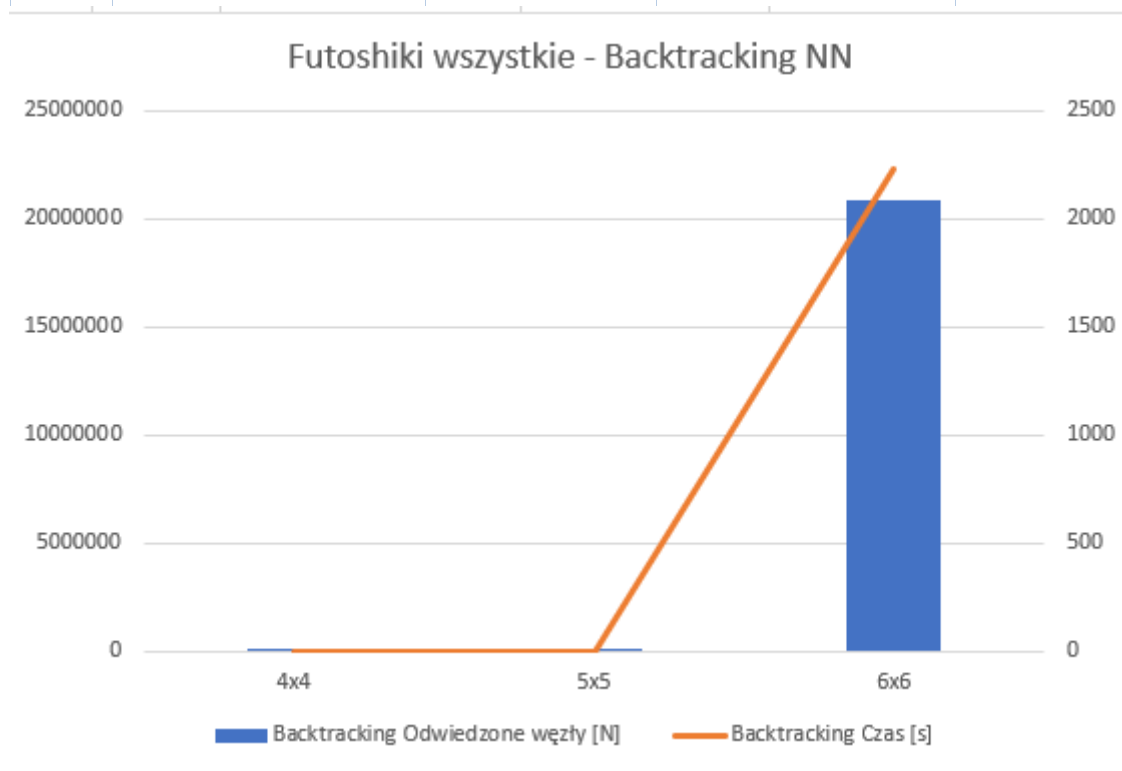
	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
6x6	2218	0.1072	4542	0.5926
8x8	2443110	165.0583	101760	21.8458
10x10	12758630	1234.2590	4546143	1453.8679



Futoshiki - wszystkie

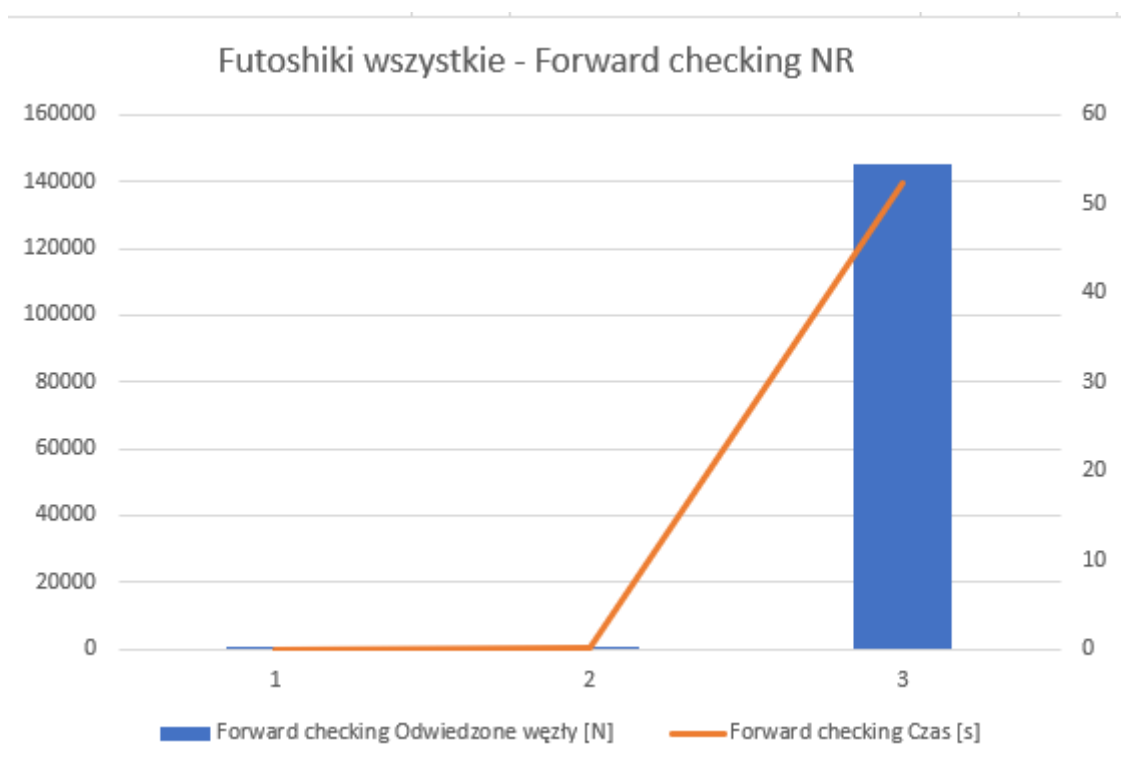
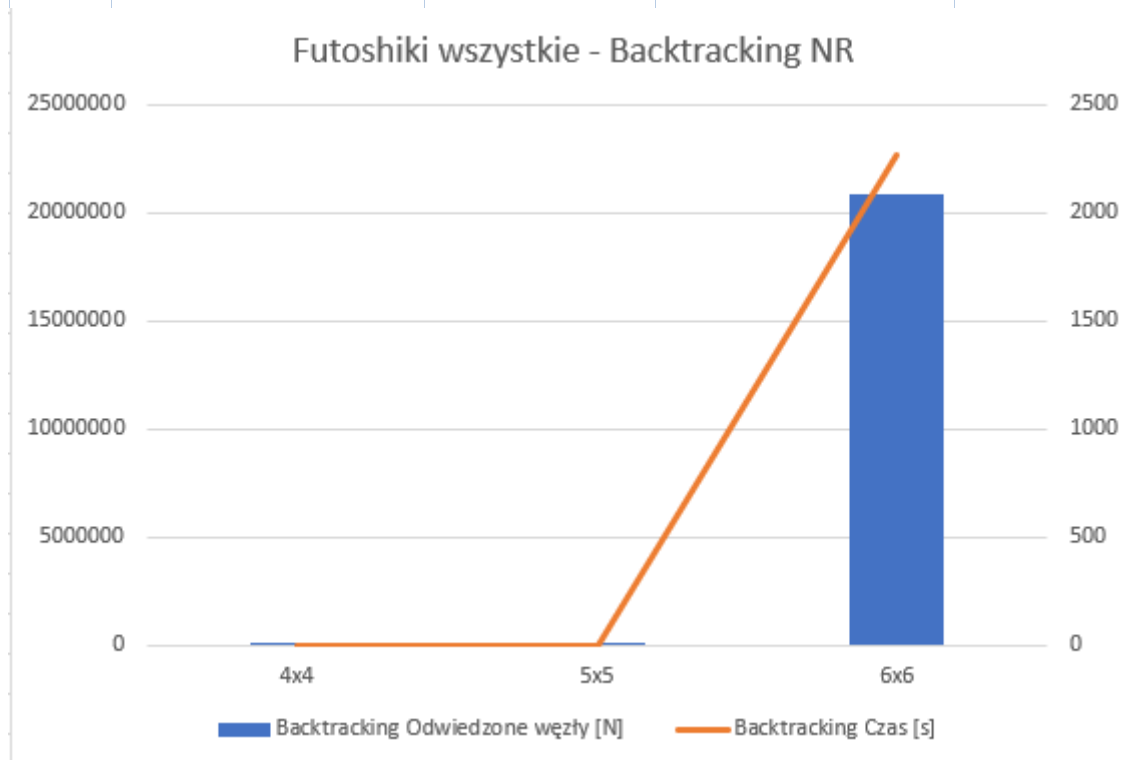
Heurystyka NN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	865	0.0518	84	0.0129
5x5	1191	0.0951	71	0.0172
6x6	20837935	2232.3779	145327	52.7487



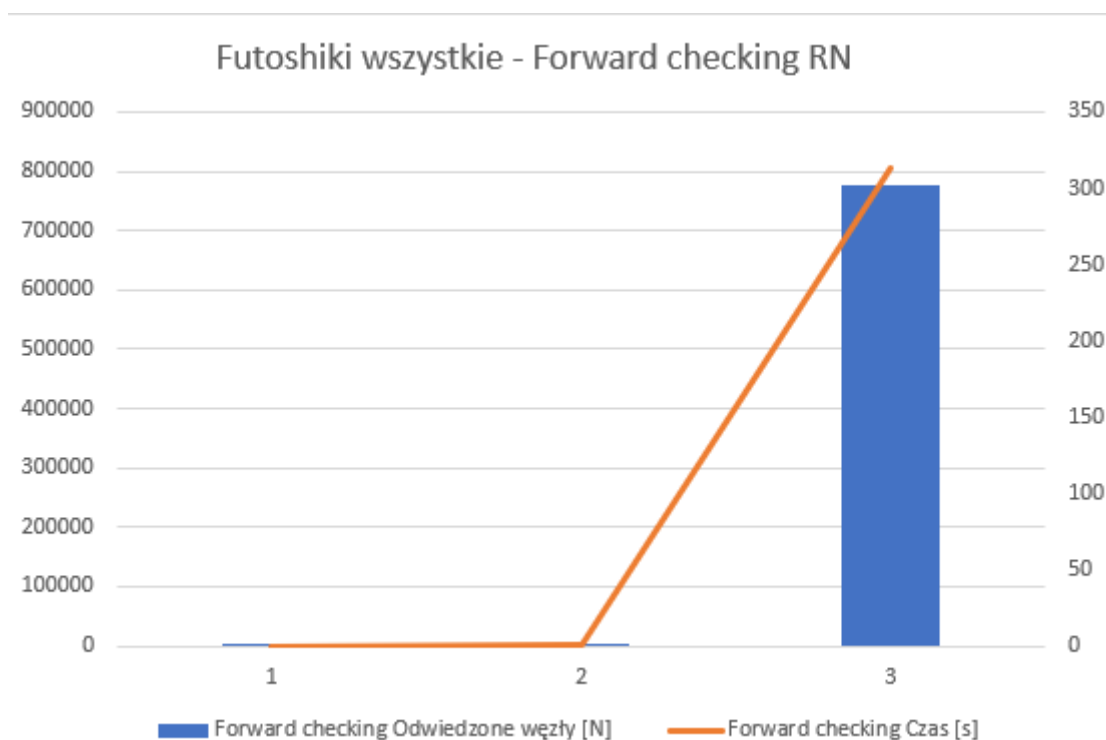
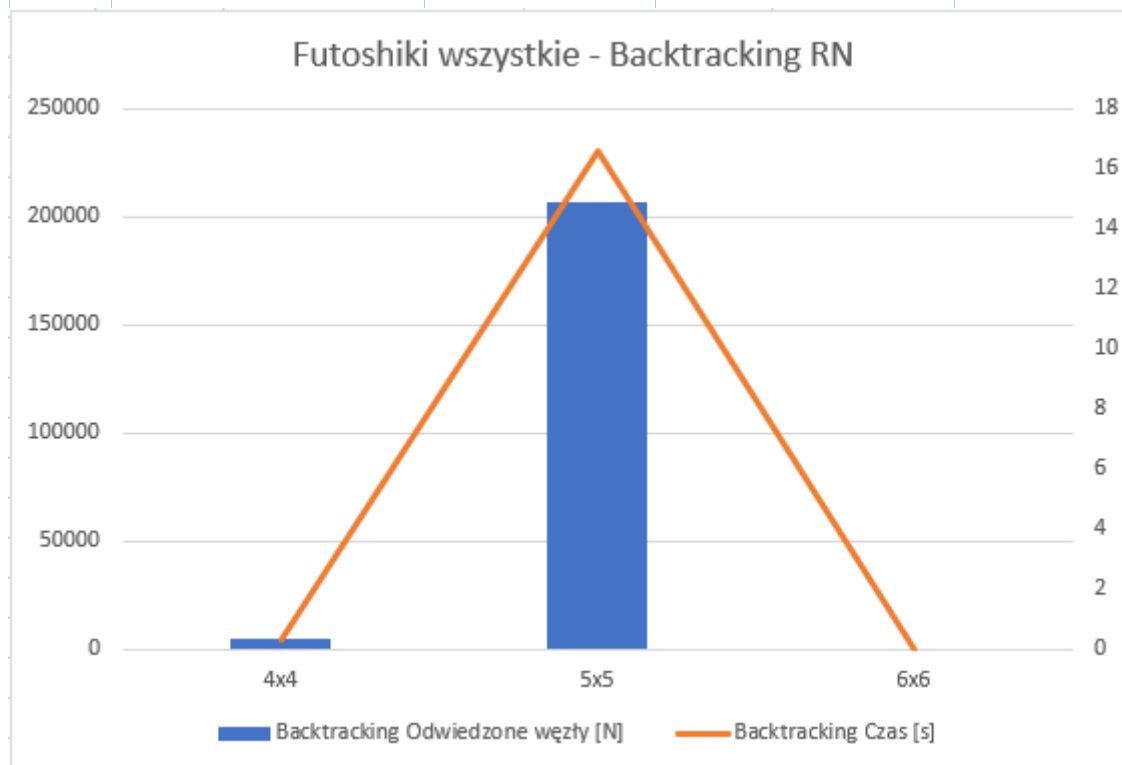
Heurystyka NR

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	865	0.0520	84	0.0133
5x5	1191	0.0982	71	0.0177
6x6	20837935	2263.7277	145327	52.4476



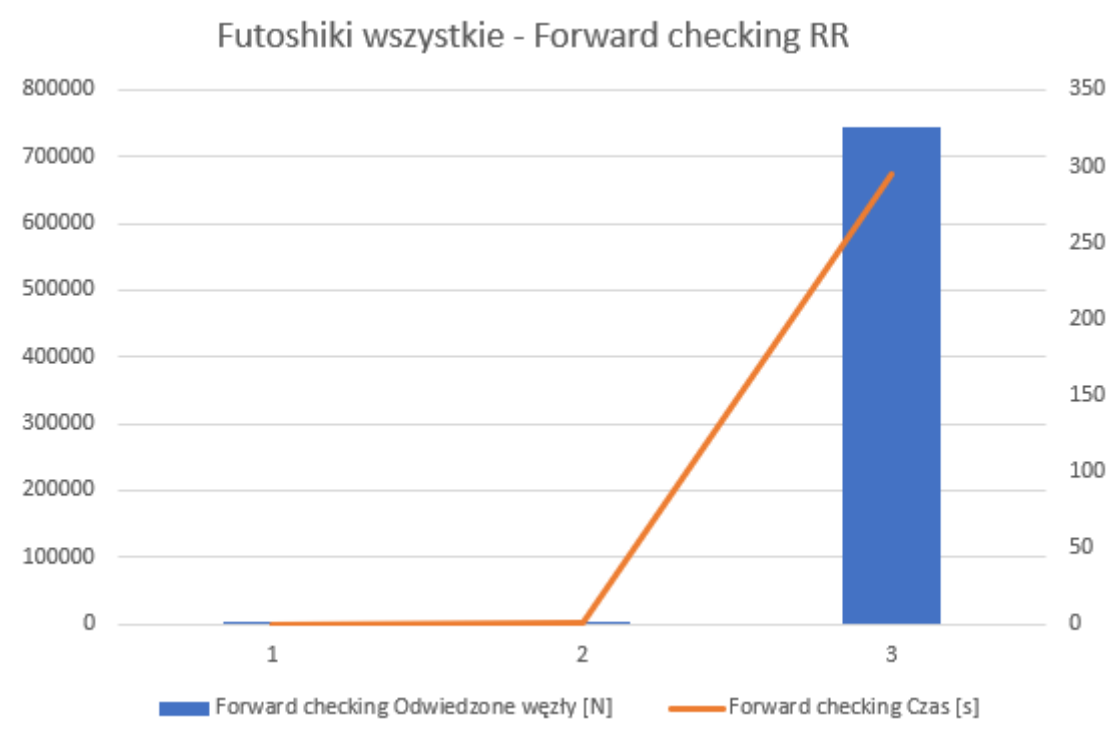
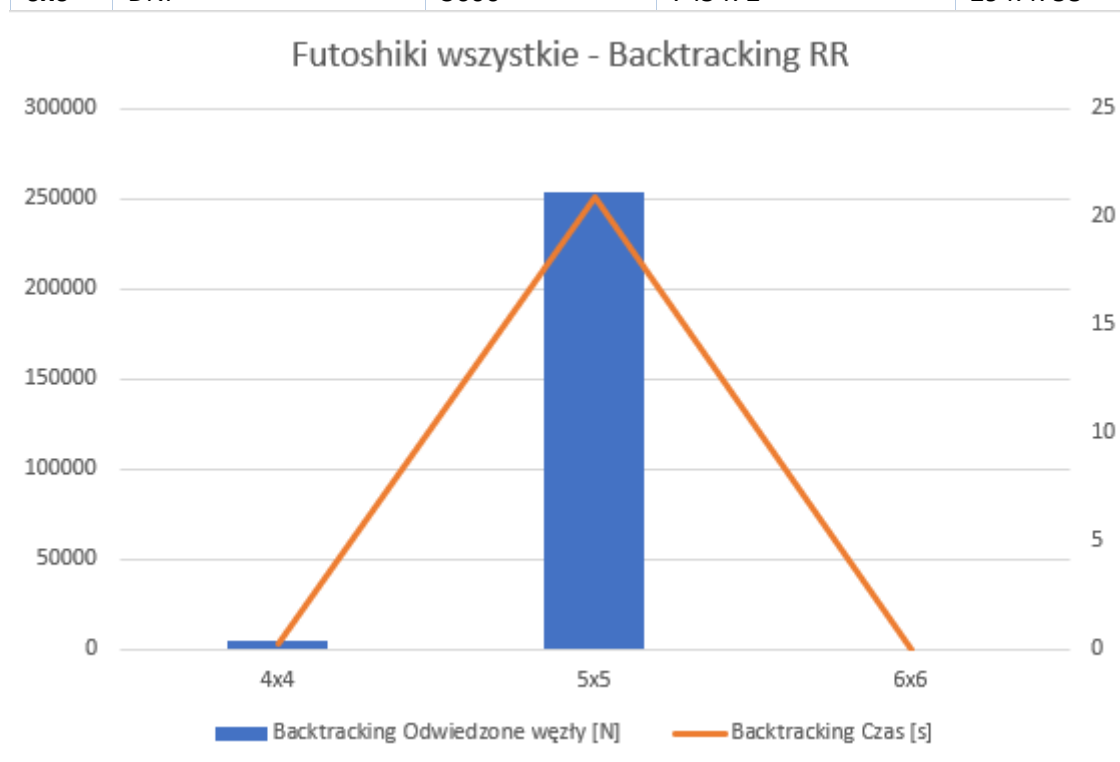
Heurystyka RN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	4941	0.2870	125	0.0225
5x5	206881	16.5861	508	0.1383
6x6	DNF	3600+	775415	313.7369



Heurystyka RR

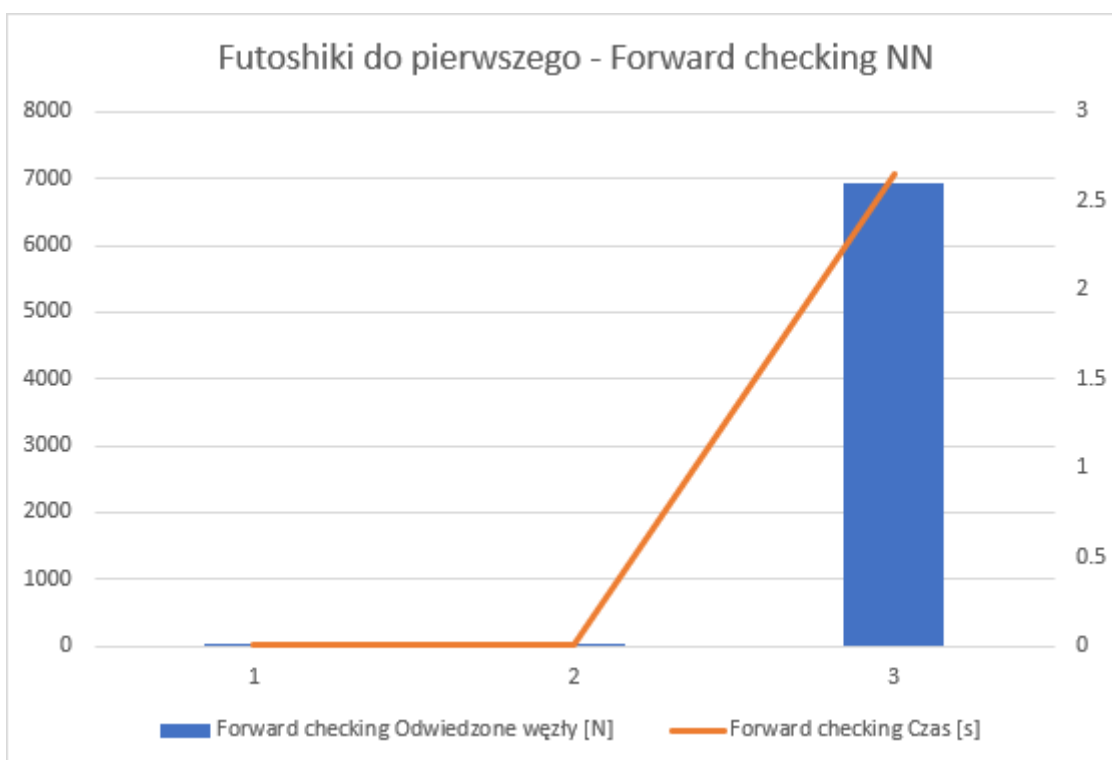
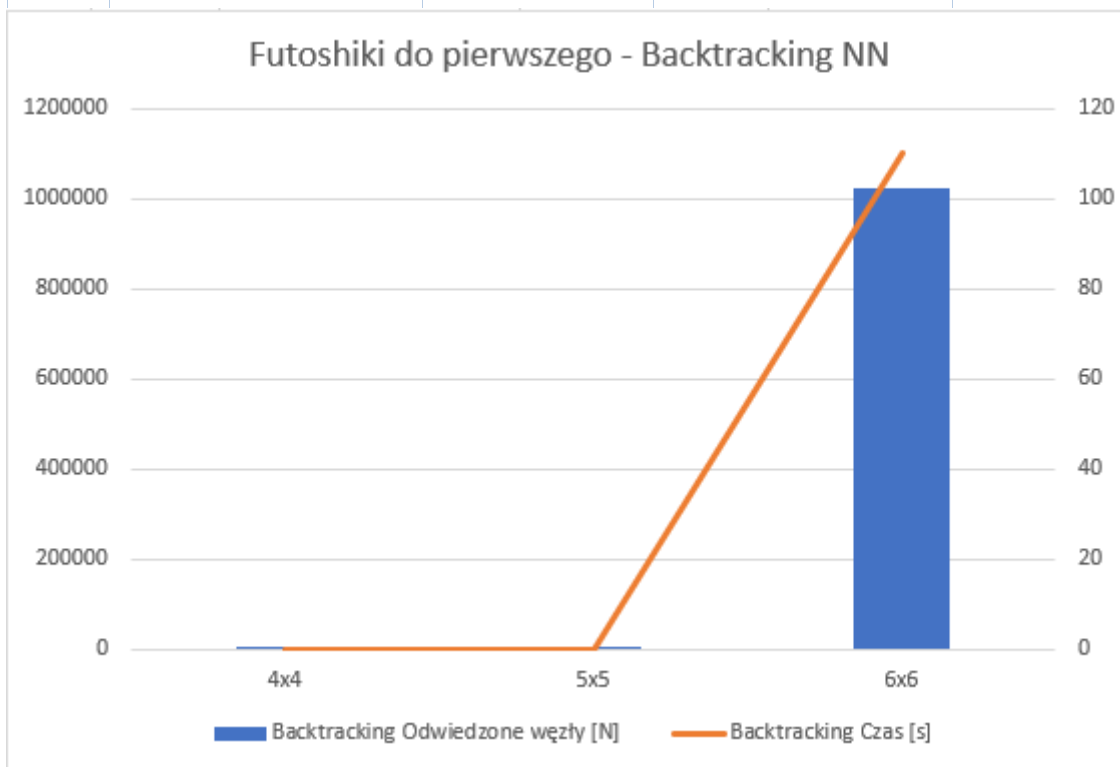
	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	4525	0.2665	91	0.0170
5x5	253581	20.9116	912	0.2409
6x6	DNF	3600+	745472	294.4758



Futoshiki – do pierwszego

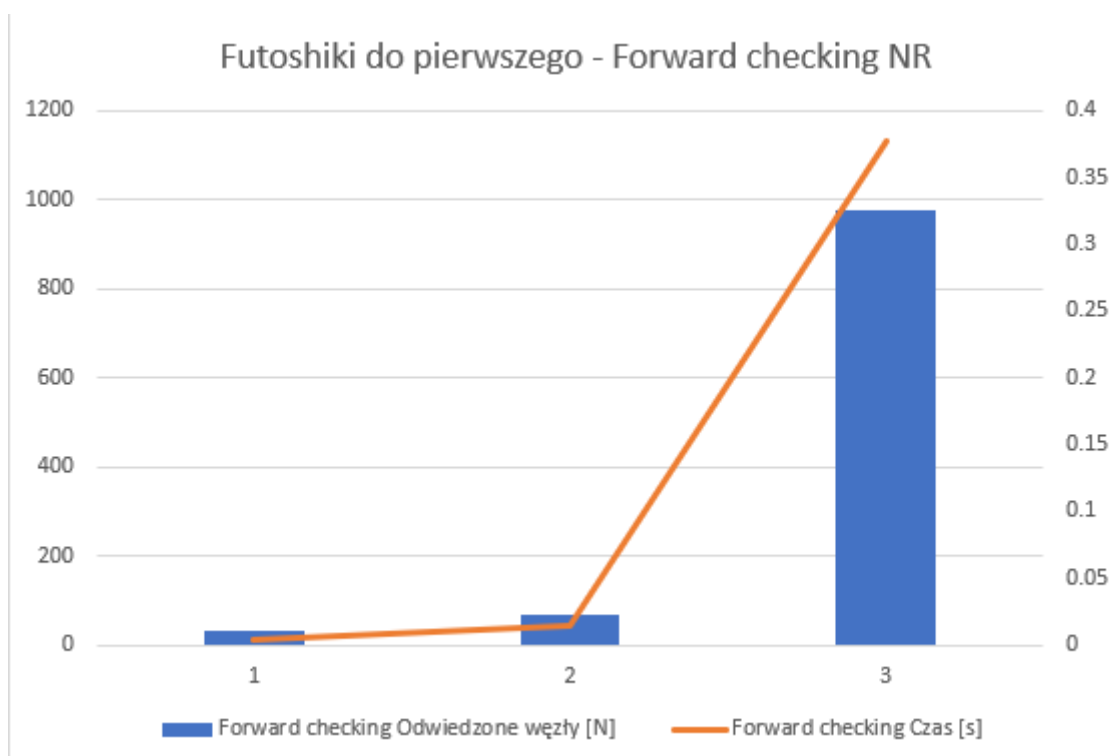
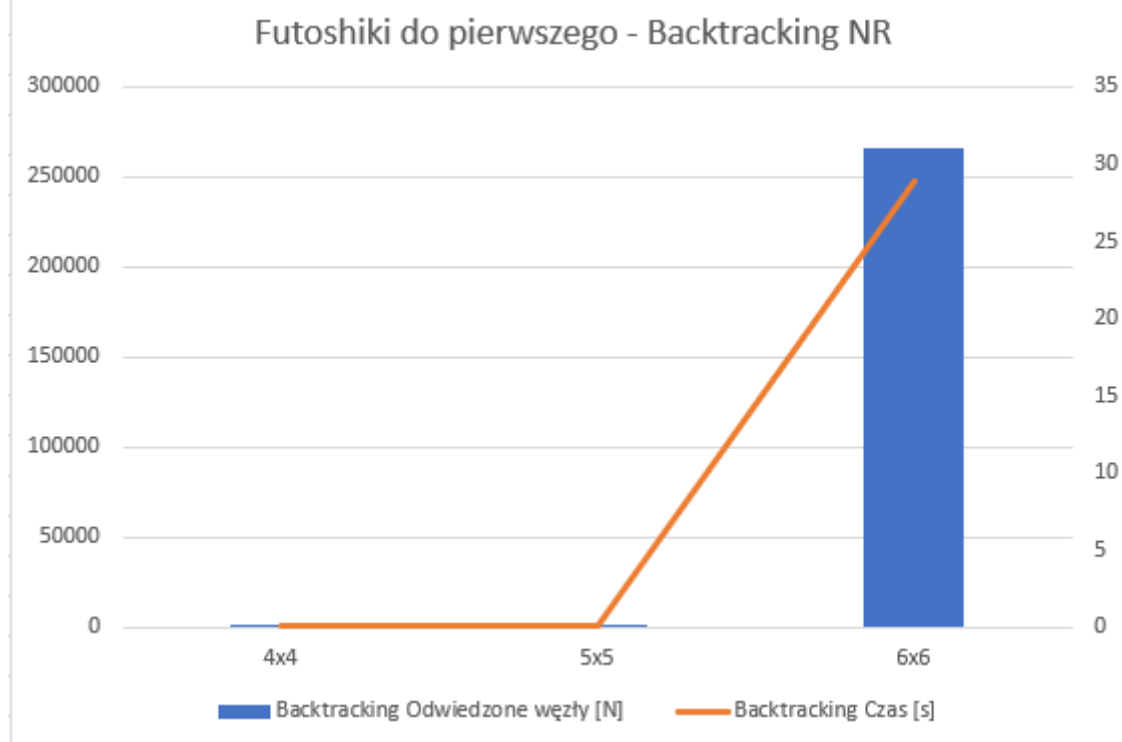
Heurystyka NN

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	266	0.0150	36	0.0049
5x5	297	0.0235	28	0.0059
6x6	1025185	110.1632	6932	2.6523



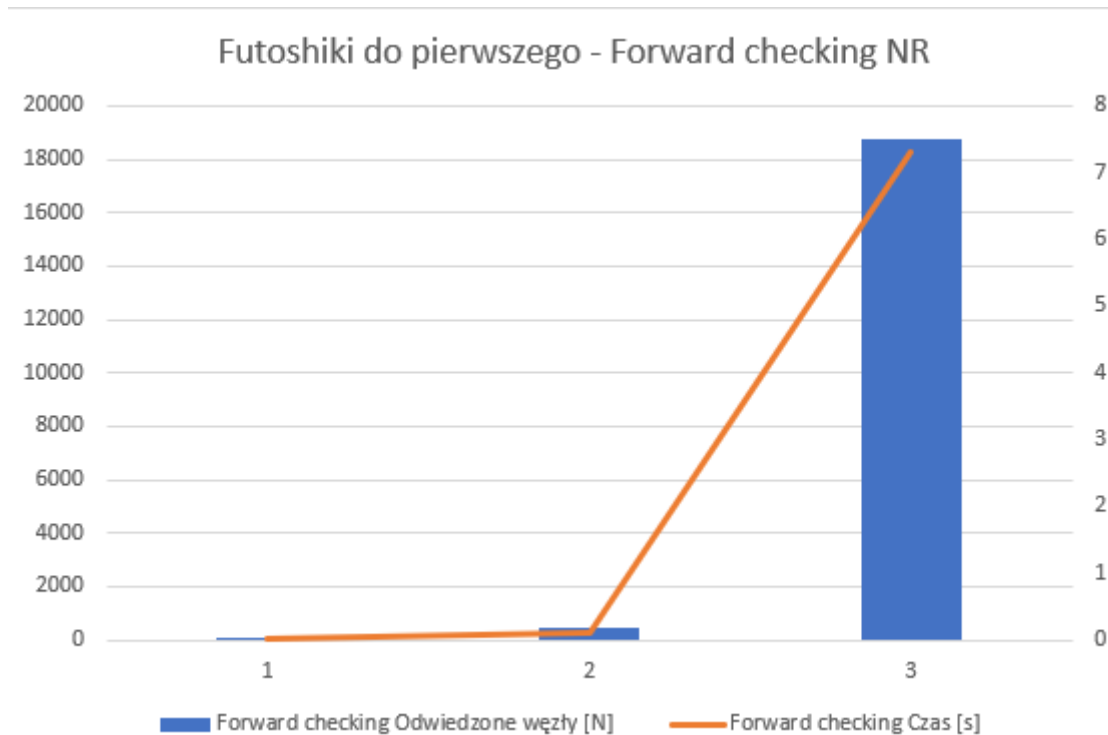
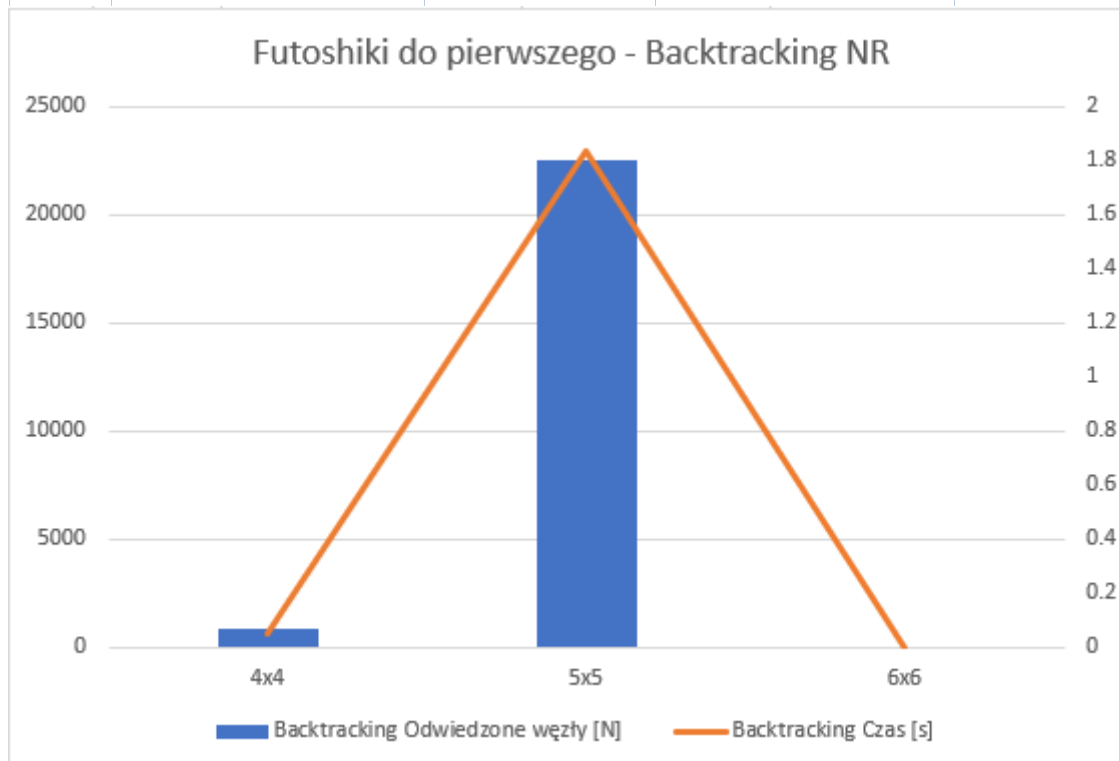
Heurystyka NR

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	616	0.0362	32	0.0044
5x5	918	0.0782	67	0.0145
6x6	265999	28.8747	978	0.3769



Heurystyka RN

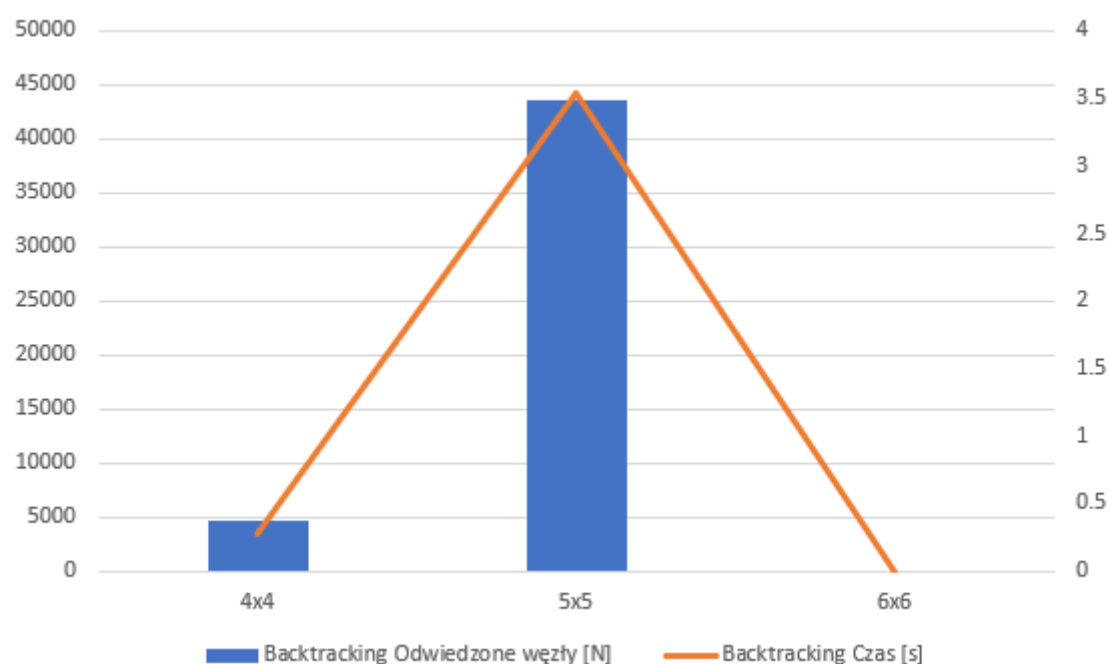
	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	842	0.0499	57	0.0093
5x5	22527	1.8345	450	0.1179
6x6	DNF	3600+	18730	7.3055



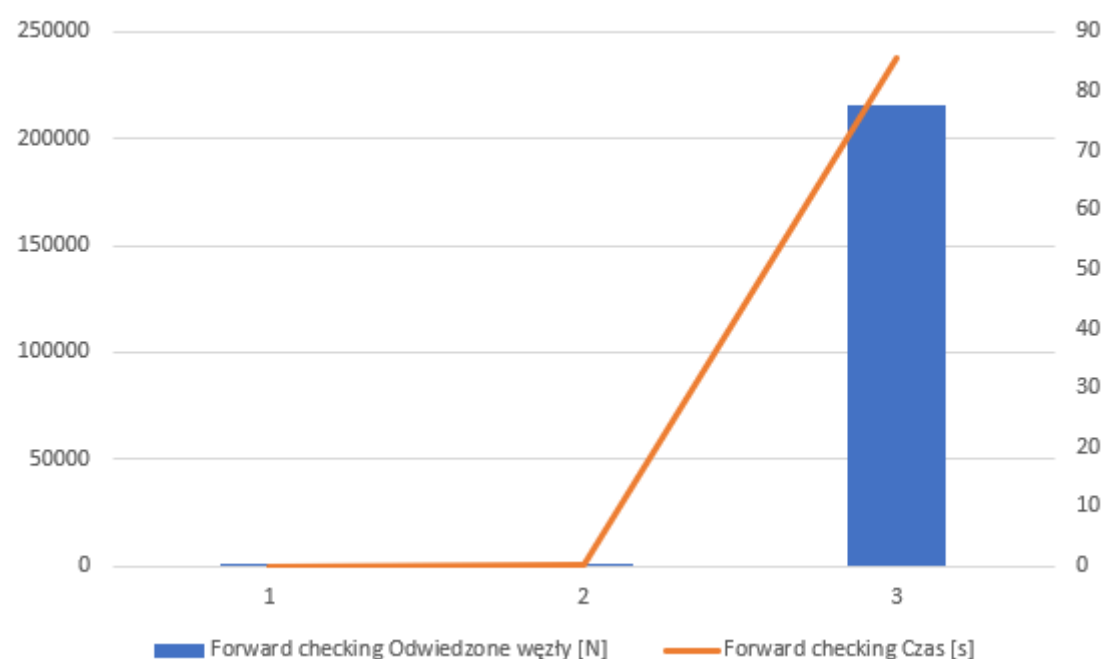
Heurystyka RR

	Backtracking		Forward checking	
	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]	Odwiedzone węzły [N]	Czas [s]
4x4	4648	0.2755	92	0.0158
5x5	43625	3.5332	598	0.1541
6x6	DNF	3600+	215623	85.4604

Futoshiki do pierwszego - Backtracking RR



Futoshiki do pierwszego - Forward checking RR



Wnioski

Porównując sam Backtracking i Forward checking można dojść do następującego wniosku: ogólnie rzecz biorąc Forward checking potrzebuje dużo mniej iteracji do znalezienia czy to wszystkich czy pojedynczych rozwiązań. Dodatkowo zajmuje mu to zdecydowanie mniej czasu niż w przypadku backtracking'u. Trend ten można zaobserwować w zasadzie dla wszystkich wyników dotyczących zagadki Futoshiki. W przypadku zagadki Binary występują sytuacje gdzie pomimo znacznie większej liczby odwiedzonych węzłów, Backtracking osiąga lepszy czas od Forward checking'u. Wynika to najprawdopodobniej z samej struktury zagadki tzn. im mniejsze są zbiory dziedzin (dla Binary tylko zera albo jedynki) oraz im mniej ograniczeń (lub ograniczenia są mniej złożone) tym szybsze będzie „próbowanie” wartości jak w backtracking'u oraz zwracanie niż sprawdzanie w przód.

Co do heurystyk:

- Losowanie wartości nie wydawało się mieć żadnego znaczącego wpływu na czas potrzebny do znalezienia wszystkich lub pojedynczego rozwiązania (czas dodawało trochę czasu a czasem odejmowało)
- Niesamowicie istotna okazuje się heurystyka wyboru kolejnego pola. Jeśli chcemy odnaleźć wszystkie możliwe rozwiązania to zdecydowanie lepiej wypadło branie kolejnych pól po kolei (szybciej możemy eliminować złe gałęzie). Jeśli chcemy odnaleźć tylko jedno rozwiązanie zagadki to pomocne może się okazać podejście losowe: jeśli występuje wiele możliwych rozwiązań danej planszy to losując kolejne pola możemy liczyć na to, że szybko znajdziemy się w „dobrej” gałęzi i po stosunkowo niewielkiej liczbie węzłów odnajdziemy jakieś rozwiązanie. Nie jest to jednak podejście pewne i w dużej mierze zależy od „szczęścia”.