

# Sztuczna inteligencja i inżynieria wiedzy – laboratorium

## Sprawozdanie: Algorytmy rozwiązywania gier

Kajetan Pynka, 254495

## Spis treści

Wstęp.....	3
Min-max.....	4
Głębokość 2 .....	4
Głębokość 3 .....	5
Głębokość 4 .....	6
Głębokość 5 .....	7
Alpha-beta.....	8
Głębokość 2 .....	8
Głębokość 3 .....	9
Głębokość 4 .....	10
Głębokość 5 .....	11
Min-max vs alpha-beta .....	12
Wnioski.....	13

## Wstęp

Problemem rozważanym w ramach tego zadania jest „rozwiązywanie” czy też innymi słowy skuteczne wygrywanie partii gry w warcaby przez jeden z dwóch algorytmów: min-max oraz alpha-beta. Gra w warcaby została zaimplementowana zgodnie z obowiązującymi zasadami w ramach turniejów pod nadzorem Polskiego Związku Warcabowego. Zmodyfikowane zostały jednak reguły remisów. Remis jest osiągnięty gdy:

- sumarycznie przez 300 ruchów żadna ze stron nie doprowadzi do wygranej
- którakolwiek ze stron posiadająca jedynie damki nie wygra w ciągu 15 ruchów

Dokument podzielony jest na następujące sekcje:

- Względem algorytmu: „Min-max” lub „Alpha-beta” lub porównanie obu algorytmów
- Względem głębokości używanej do przeglądania drzewa stanów gry przez powyższe algorytmy

Wyniki przedstawiane w tabelach i wykresach są średnią 10 uruchomień dla każdego ustawienia: algorytmu, głębokości, heurystyki grającego białymi, heurystyki grającego czarnymi. Dokładniej średnia liczba tur (Avg Turns) oraz średni czas (Avg Time) to średnia arytmetyczna 10 wyników, natomiast wynik (Score) to rezultaty osiągnięte w ramach tych rozgrywek (w formie W/B/T gdzie W – wygrana białych, B – wygrana czarnych, T – remis). Dla porównania alpha-beta i min-maxa „średnia liczb tur” oraz „średni czas” to średnia 16 tur i czasów w ramach każdej kombinacji heurystyk dla danej głębokości. Czas mierzony w sekundach. Na wykresach górne HX oznacza heurystykę grającego czarnymi a dolne HX heurystykę grającego białymi.

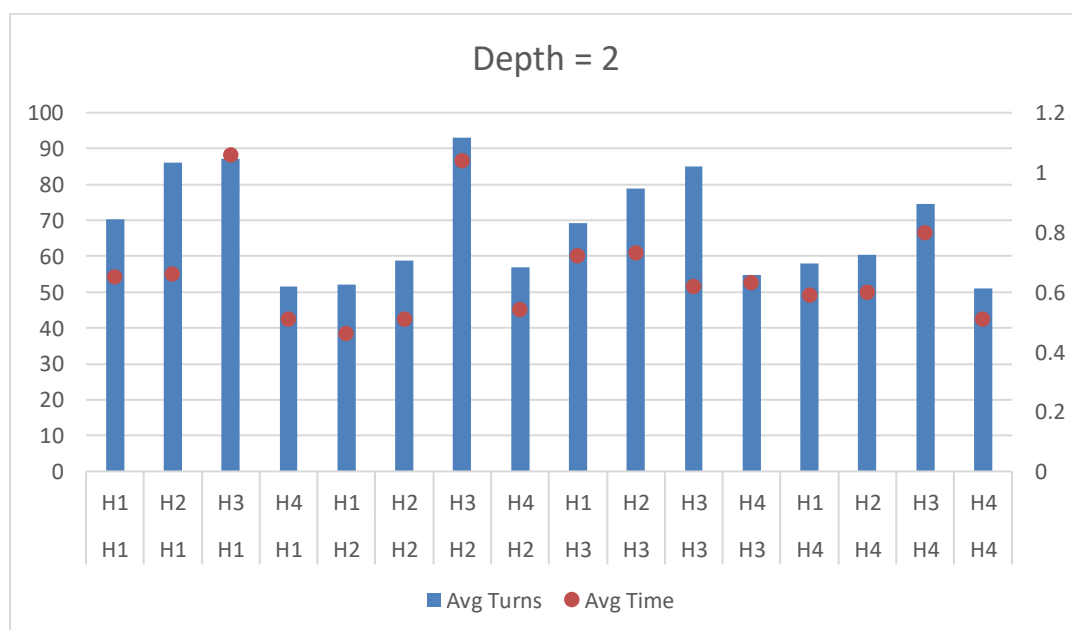
Mówiąc o heurystyce grającego białymi (White Heur) czy czarnymi (Black Heur) mam na myśli heurystykę oceny stanu planszy, którą przyjął odpowiednio grający białymi czy czarnymi. Oznacza to de facto w jaki sposób dany gracz postrzega aktualny stan planszy (w sensie liczbowym, im większy wynik tym lepiej). Do przeprowadzenia badań zaimplementowałem 4 heurystyki:

- H1 – Wartością jest różnica między liczbą pionków gracza a liczbą pionków przeciwnika (niezależnie od tego czy pionki są damkami czy nie)
- H2 – Wartością jest różnica wyników gracza oraz przeciwnika, gdzie na wynik składa się: po 1 pkt za każdego pionka na polach krawędziowych planszy, po 2 pkt za każdego pionka na polach o jeden rząd lub kolumnę bliżej środka, po 3 pkt za każdego pionka na środkowych polach planszy (bez rozróżniania damek)
- H3 – odwrotnie do poprzedniej heurystyki: 3pkt za krawędź, 2pkt za bliżej środka, 1pkt za środek planszy (bez rozróżniania damek)
- H4 – Wartością jest różnica wyników gracza oraz przeciwnika, gdzie na wynik składa się: po 1 pkt za każdego pionka oraz po 5 pkt za każdą damkę

## Min-max

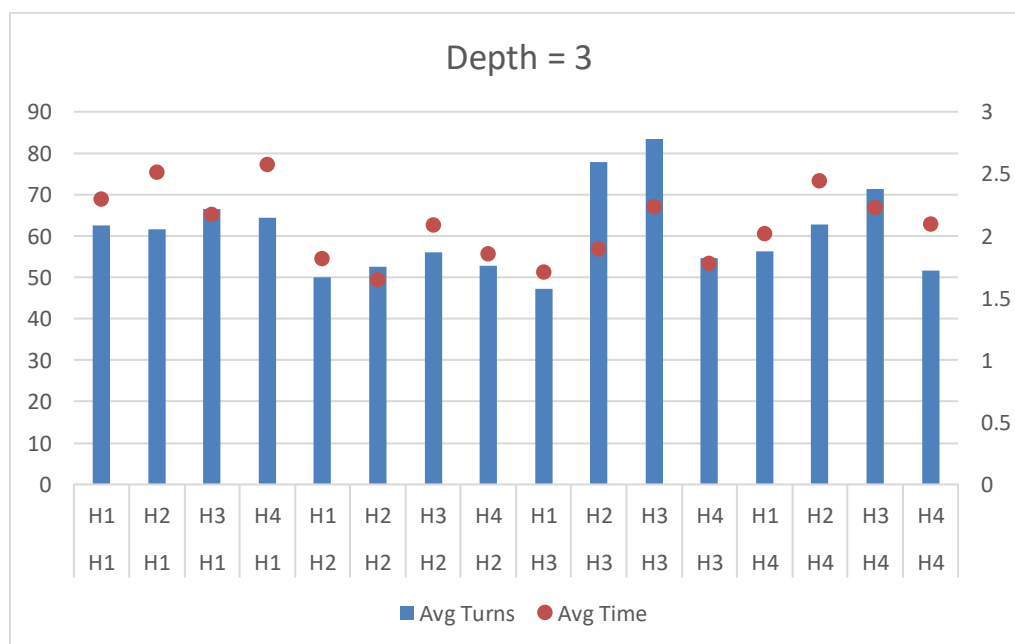
### Głębokość 2

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	70.3	0.65	"7/3/0"
H1	H2	86	0.66	"6/0/4"
H1	H3	87.1	1.06	"2/2/6"
H1	H4	51.5	0.51	"9/1/0"
H2	H1	52	0.46	"0/10/0"
H2	H2	58.8	0.51	"6/3/1"
H2	H3	93.1	1.04	"1/1/8"
H2	H4	56.8	0.54	"0/10/0"
H3	H1	69.2	0.72	"0/8/2"
H3	H2	78.9	0.73	"5/0/5"
H3	H3	84.9	0.62	"0/3/7"
H3	H4	54.8	0.63	"0/10/0"
H4	H1	57.9	0.59	"7/3/0"
H4	H2	60.4	0.6	"10/0/0"
H4	H3	74.7	0.8	"2/3/5"
H4	H4	51.1	0.51	"9/1/0"



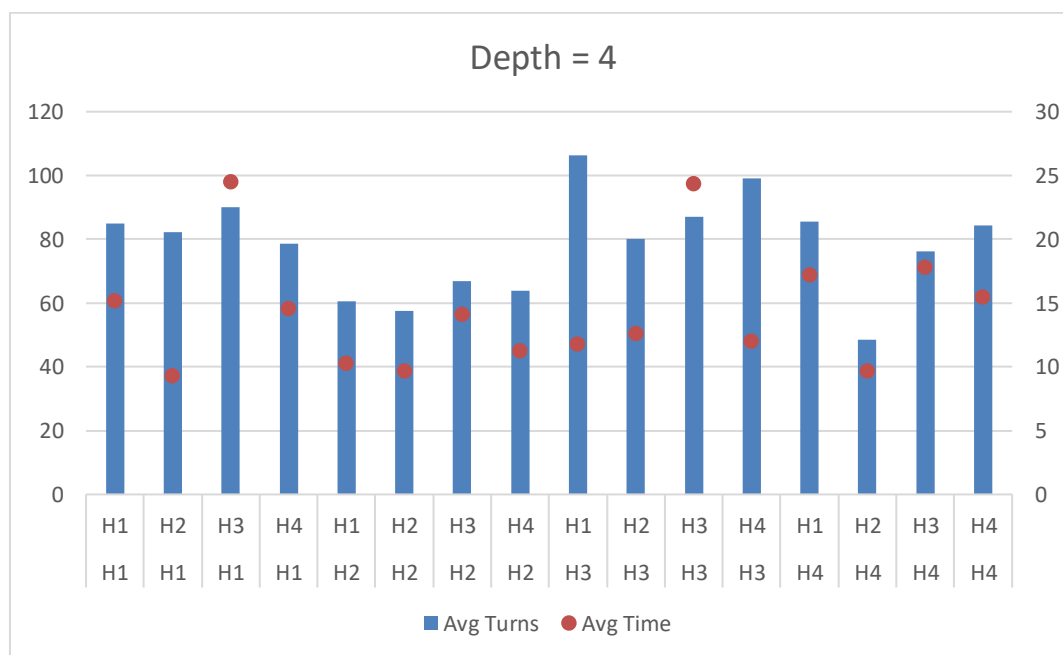
## Głębokość 3

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	62.5	2.3	"1/1/8"
H1	H2	61.7	2.52	"2/1/7"
H1	H3	66.4	2.18	"5/0/5"
H1	H4	64.5	2.58	"0/0/10"
H2	H1	50.1	1.82	"3/3/4"
H2	H2	52.6	1.65	"6/0/4"
H2	H3	56	2.09	"0/3/7"
H2	H4	52.8	1.86	"2/5/3"
H3	H1	47.3	1.71	"0/1/9"
H3	H2	77.9	1.9	"0/0/10"
H3	H3	83.5	2.24	"2/1/7"
H3	H4	54.7	1.78	"0/0/10"
H4	H1	56.2	2.02	"0/5/5"
H4	H2	62.7	2.45	"0/1/9"
H4	H3	71.3	2.23	"0/0/10"
H4	H4	51.7	2.1	"0/5/5"



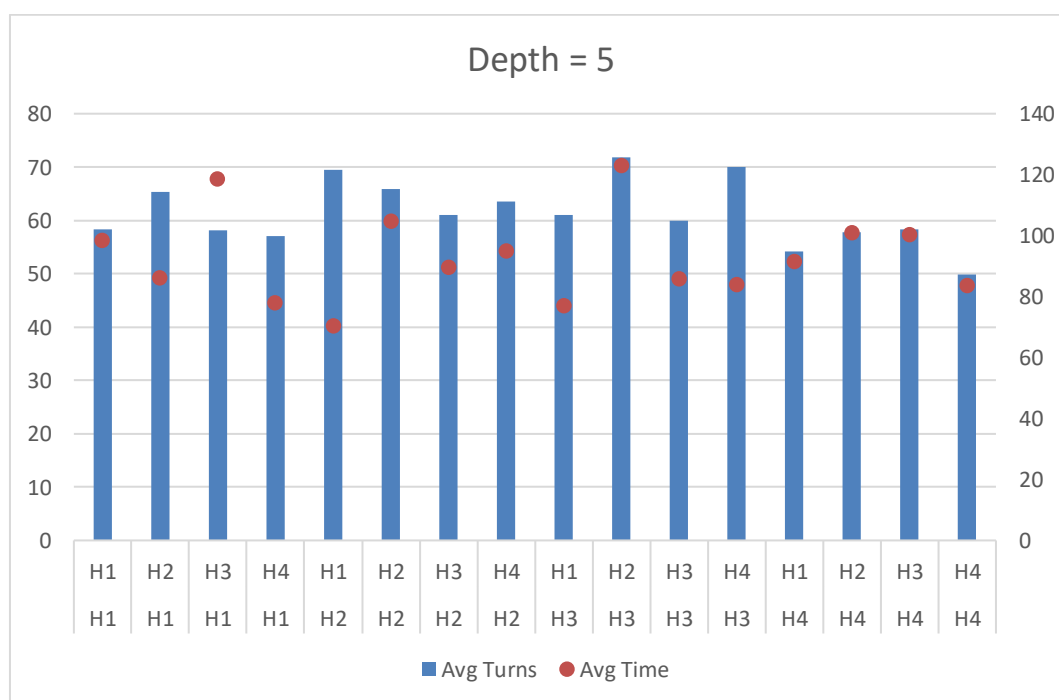
## Głębokość 4

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	84.8	15.19	"0/5/5"
H1	H2	82.2	9.37	"6/0/4"
H1	H3	90	24.55	"6/0/4"
H1	H4	78.5	14.63	"3/4/3"
H2	H1	60.4	10.31	"0/0/10"
H2	H2	57.4	9.75	"0/10/0"
H2	H3	66.9	14.19	"0/8/2"
H2	H4	64	11.27	"0/0/10"
H3	H1	106.4	11.8	"0/3/7"
H3	H2	80.1	12.65	"0/0/10"
H3	H3	87	24.37	"2/1/7"
H3	H4	99	12.08	"0/4/6"
H4	H1	85.5	17.25	"0/0/10"
H4	H2	48.6	9.72	"10/0/0"
H4	H3	76.2	17.84	"4/2/4"
H4	H4	84.3	15.48	"1/0/9"



## Głębokość 5

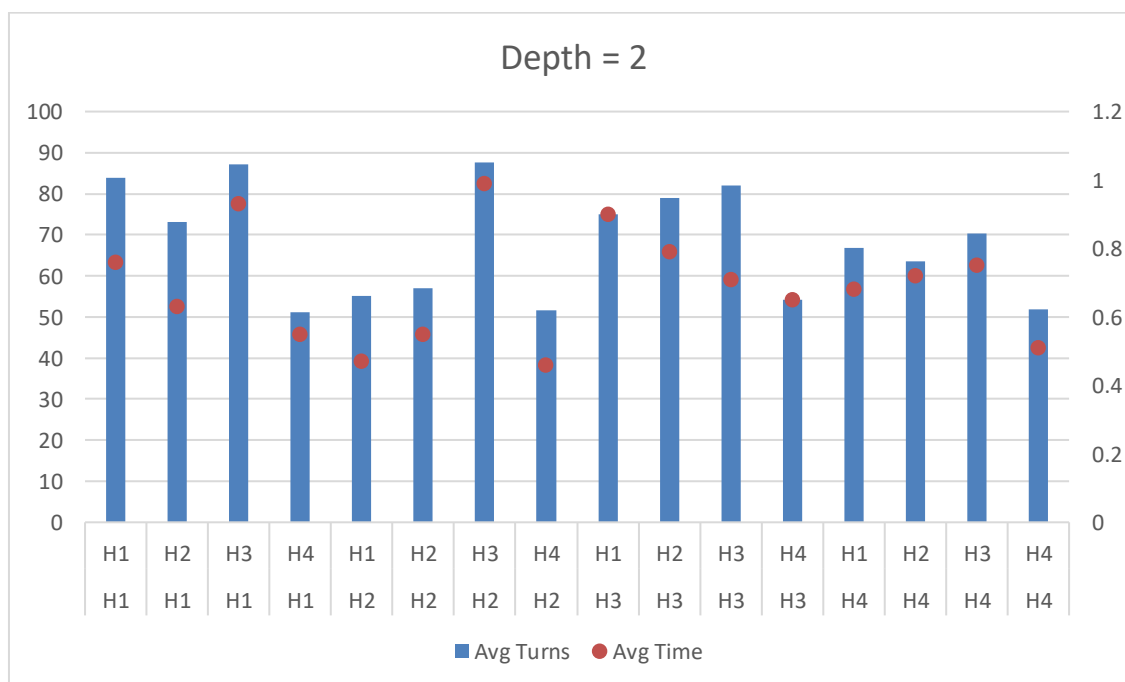
White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	58.4	98.45	"0/0/10"
H1	H2	65.4	86.16	"2/0/8"
H1	H3	58.2	118.89	"1/0/9"
H1	H4	57	77.99	"3/0/7"
H2	H1	69.5	70.5	"3/0/7"
H2	H2	65.9	105.02	"0/0/10"
H2	H3	61	89.9	"2/0/8"
H2	H4	63.5	95.21	"0/2/8"
H3	H1	61	77.06	"0/0/10"
H3	H2	71.8	123.2	"3/0/7"
H3	H3	60	86.01	"0/0/10"
H3	H4	70.1	84.07	"1/5/4"
H4	H1	54.1	91.5	"1/2/7"
H4	H2	57.8	101.16	"2/0/8"
H4	H3	58.3	100.62	"3/0/7"
H4	H4	49.9	83.65	"0/0/10"



# Alpha-beta

## Głębokość 2

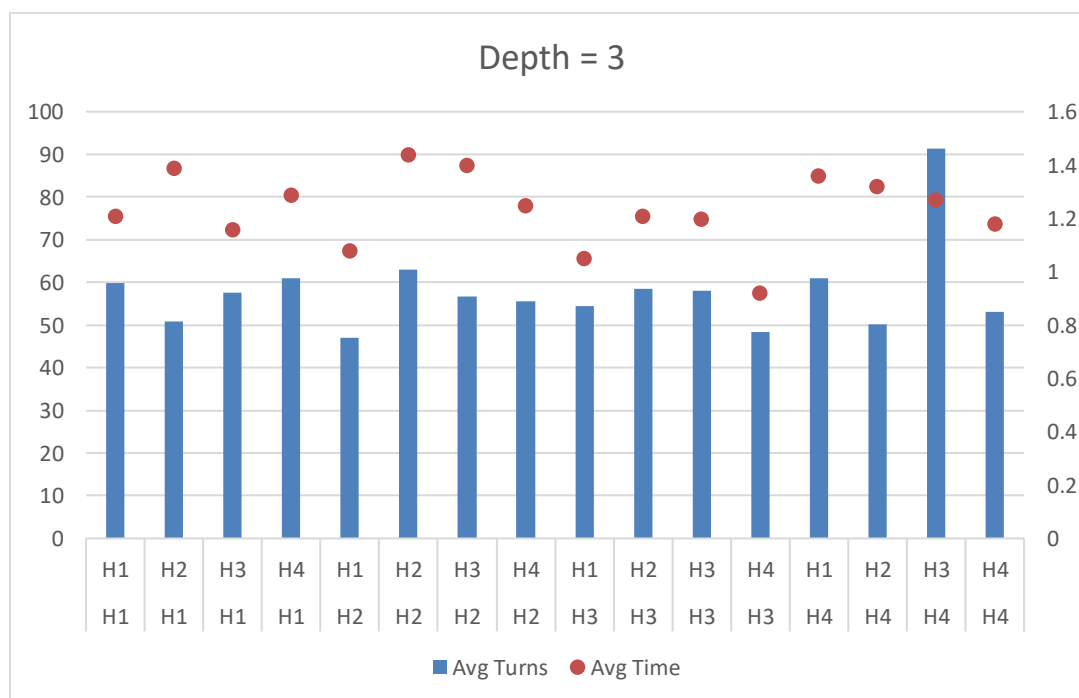
White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	83.8	0.76	"7/0/3"
H1	H2	73	0.63	"8/0/2"
H1	H3	87.2	0.93	"1/3/6"
H1	H4	51.2	0.55	"10/0/0"
H2	H1	55.2	0.47	"0/10/0"
H2	H2	57	0.55	"6/3/1"
H2	H3	87.6	0.99	"0/4/6"
H2	H4	51.6	0.46	"0/10/0"
H3	H1	75	0.9	"0/6/4"
H3	H2	78.9	0.79	"5/0/5"
H3	H3	82.1	0.71	"0/2/8"
H3	H4	54.2	0.65	"0/10/0"
H4	H1	66.9	0.68	"7/1/2"
H4	H2	63.6	0.72	"10/0/0"
H4	H3	70.2	0.75	"6/1/3"
H4	H4	51.9	0.51	"9/1/0"





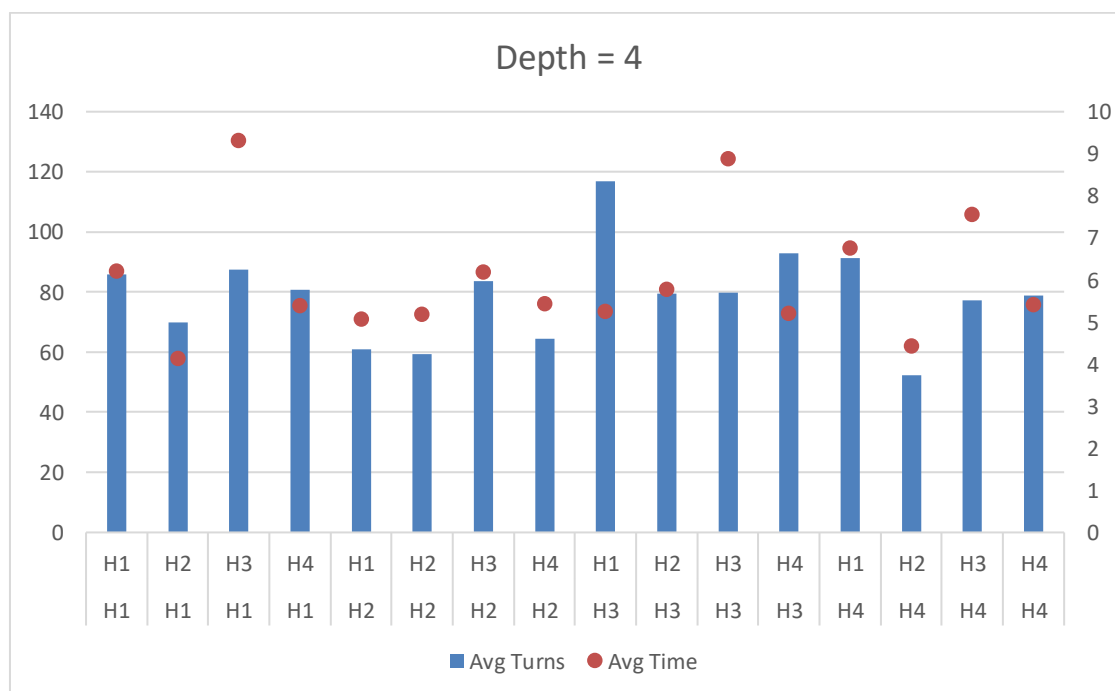
## Głębokość 3

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	59.9	1.21	"1/1/8"
H1	H2	50.9	1.39	"3/4/3"
H1	H3	57.7	1.16	"2/2/6"
H1	H4	60.9	1.29	"0/0/10"
H2	H1	47.1	1.08	"4/1/5"
H2	H2	63.1	1.44	"0/0/10"
H2	H3	56.6	1.4	"0/3/7"
H2	H4	55.6	1.25	"1/3/6"
H3	H1	54.5	1.05	"0/2/8"
H3	H2	58.5	1.21	"0/0/10"
H3	H3	58.1	1.2	"1/5/4"
H3	H4	48.3	0.92	"0/0/10"
H4	H1	61	1.36	"0/6/4"
H4	H2	50.2	1.32	"0/5/5"
H4	H3	91.3	1.27	"0/0/10"
H4	H4	53.1	1.18	"0/6/4"



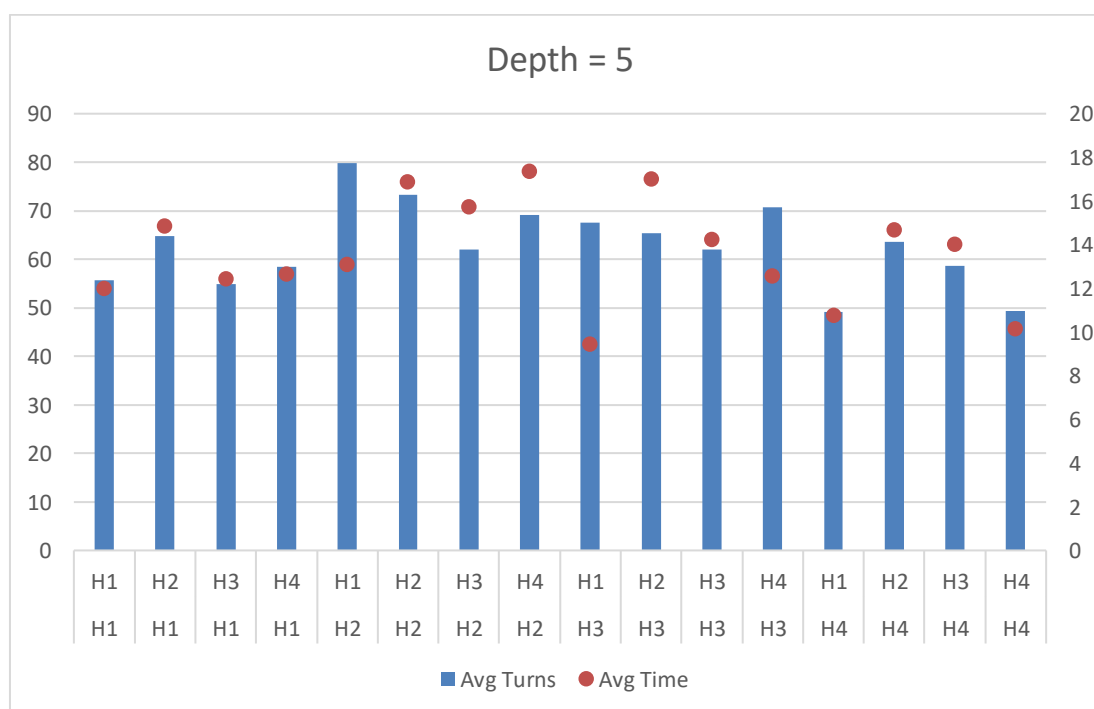
## Głębokość 4

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	85.8	6.23	"0/1/9"
H1	H2	69.8	4.14	"8/0/2"
H1	H3	87.5	9.32	"5/1/4"
H1	H4	80.8	5.4	"2/4/4"
H2	H1	61	5.08	"0/0/10"
H2	H2	59.2	5.19	"0/10/0"
H2	H3	83.7	6.19	"0/2/8"
H2	H4	64.4	5.44	"0/2/8"
H3	H1	116.7	5.26	"0/1/9"
H3	H2	79.4	5.79	"0/0/10"
H3	H3	79.8	8.89	"5/1/4"
H3	H4	92.8	5.23	"0/5/5"
H4	H1	91.2	6.78	"0/0/10"
H4	H2	52.4	4.44	"6/0/4"
H4	H3	77.1	7.57	"3/3/4"
H4	H4	78.7	5.42	"3/0/7"



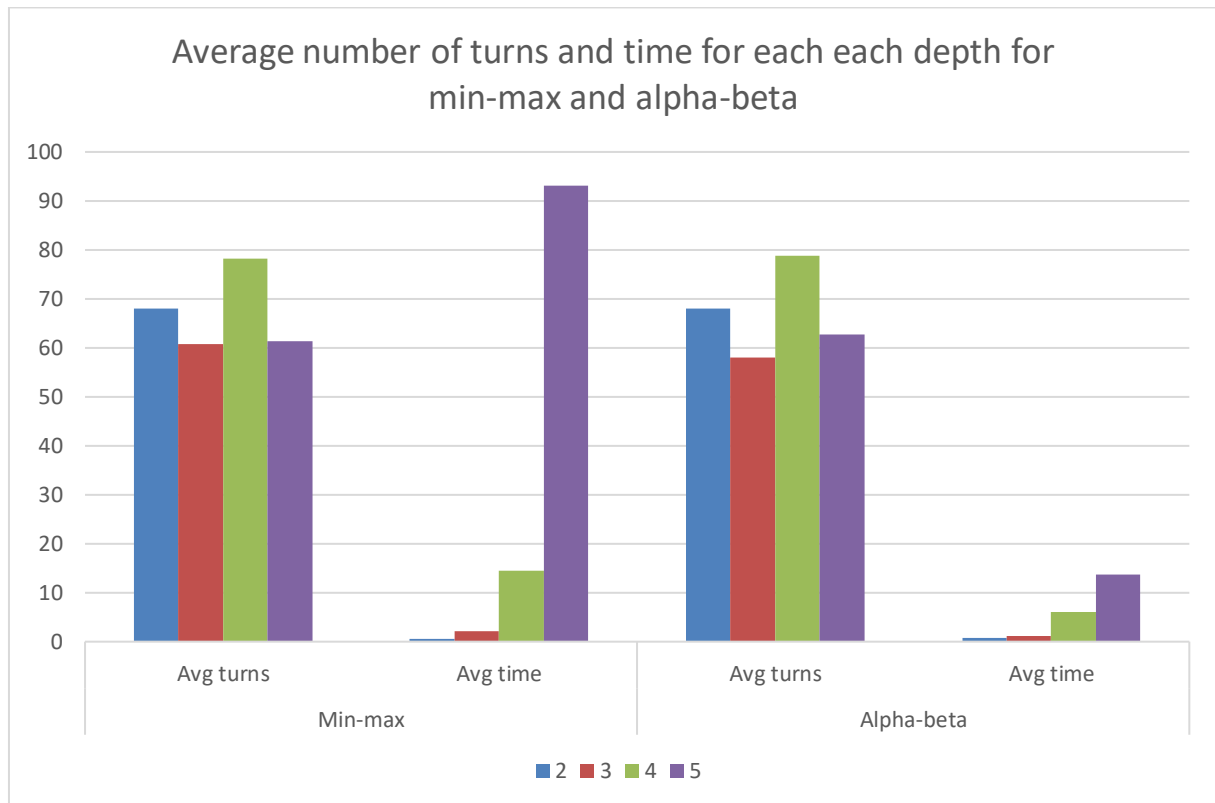
## Głębokość 5

White Heur	Black Heur	Avg Turns	Avg Time [s]	Score
H1	H1	55.7	12	"0/0/10"
H1	H2	64.8	14.87	"2/0/8"
H1	H3	54.8	12.46	"4/0/6"
H1	H4	58.4	12.68	"1/0/9"
H2	H1	79.9	13.1	"1/0/9"
H2	H2	73.2	16.92	"2/0/8"
H2	H3	62	15.76	"0/0/10"
H2	H4	69.1	17.38	"2/2/6"
H3	H1	67.5	9.48	"0/0/10"
H3	H2	65.4	17.02	"1/0/9"
H3	H3	62	14.25	"0/0/10"
H3	H4	70.7	12.57	"2/2/6"
H4	H1	49.2	10.77	"0/0/10"
H4	H2	63.5	14.72	"2/0/8"
H4	H3	58.6	14.04	"3/0/7"
H4	H4	49.4	10.19	"1/0/9"



## Min-max vs alpha-beta

Depth	Min-max		Alpha-beta	
	Avg turns [n]	Avg time [s]	Avg turns [n]	Avg time [s]
2	67.96875	0.664375	68.0875	0.690625
3	60.74375	2.089375	57.925	1.233125
4	78.20625	14.403125	78.76875	6.023125
5	61.36875	93.086875	62.7625	13.638125



## Wnioski

Coś tam coś tam

Co do heurystyk:

- Coś tam coś tam