

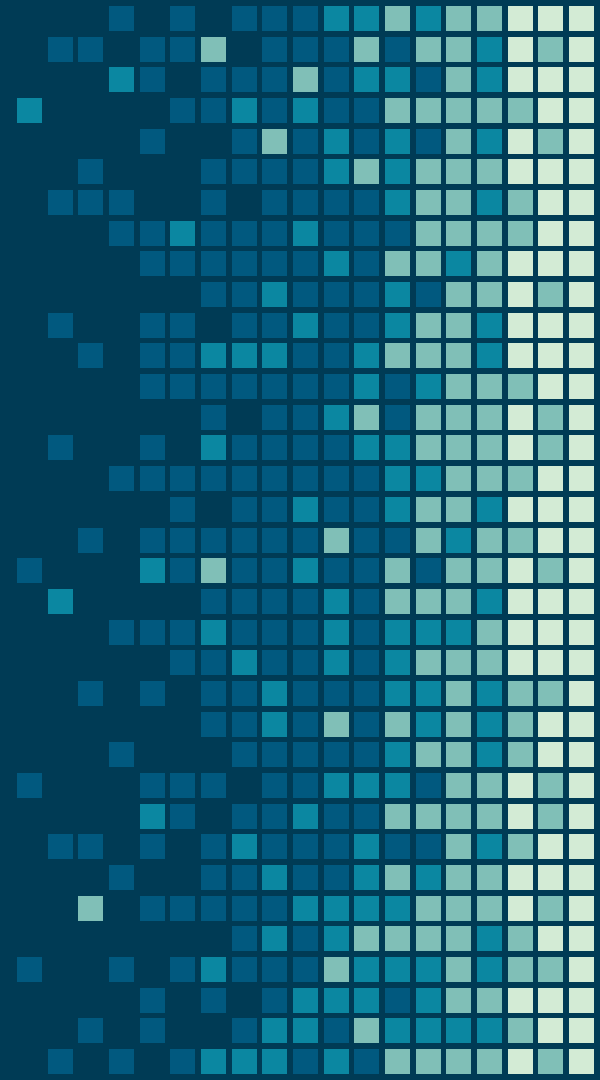
# Rush Hour

ProgrAmsterdam

Kevin Vuong

Michael Berend

Jelle Roebroek

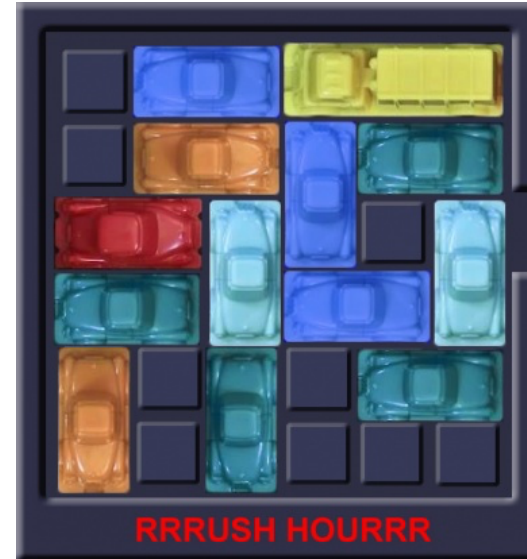


# 1. Inleiding opdracht



# Inleiding Opdracht Rush Hour

- Rode auto geblokkeerd door andere auto's
- In zo min mogelijk stappen naar buiten
- Auto's mogen alleen vooruit en achteruit
- 7 grids

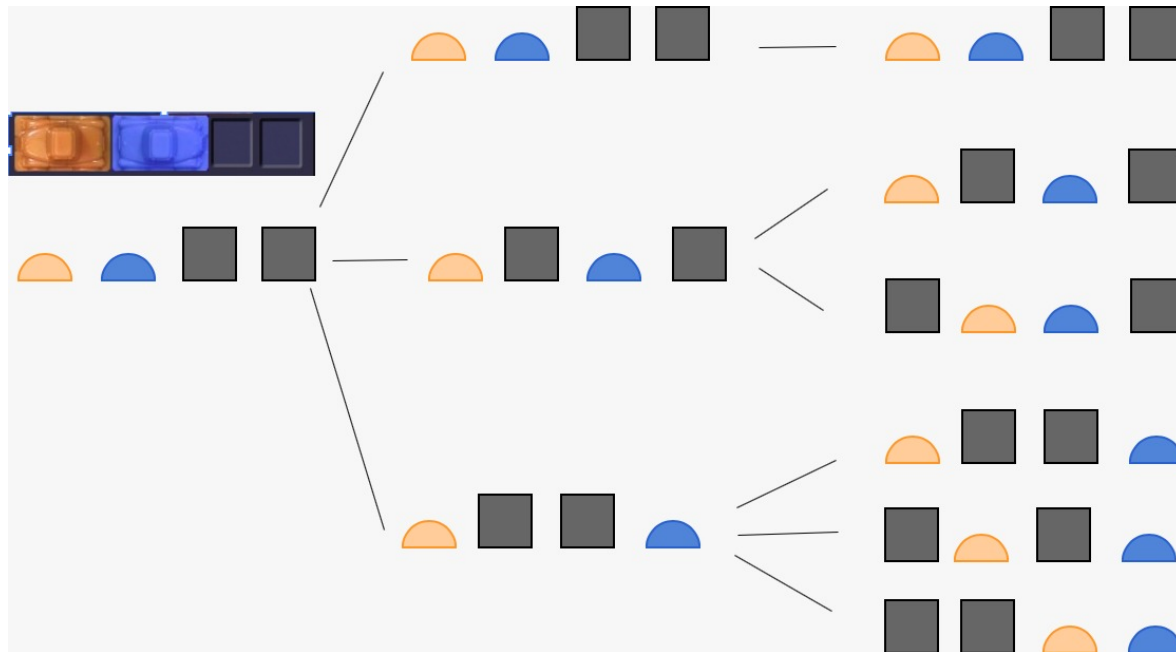


## 2. Borden en State Spaces



# State Space

- Hoe berekend?



# State Spaces

## Game 1

Upperbound:  
1.000.000 states



## Game 2

Upperbound:  
13.500.000 states



## Game 3

Upperbound:  
2.025.000 states



# State Spaces

## Game 4

Upperbound:  
 $6.776 \cdot 10^{12}$  states



## Game 5

Upperbound:  
 $1.26467 \cdot 10^{17}$  states



## Game 6

Upperbound:  
 $5.16408 \cdot 10^{17}$  states

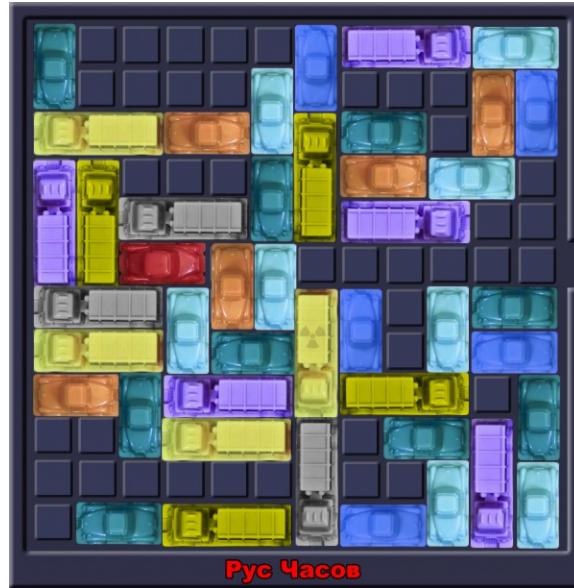


# State Spaces

## Game 7

Upperbound:

$1.197 \cdot 10^{27}$  states





## 2. Algoritmes



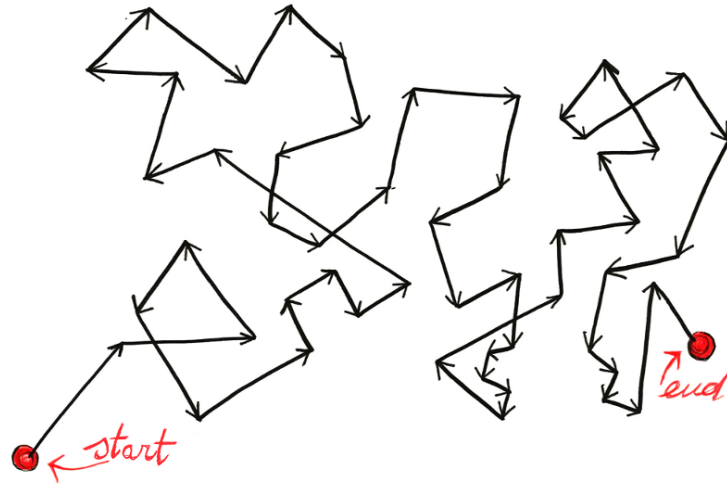
# Algoritmes

- Random
- Breadth-first search
- Depth-first search
- Beam search
- A-Star



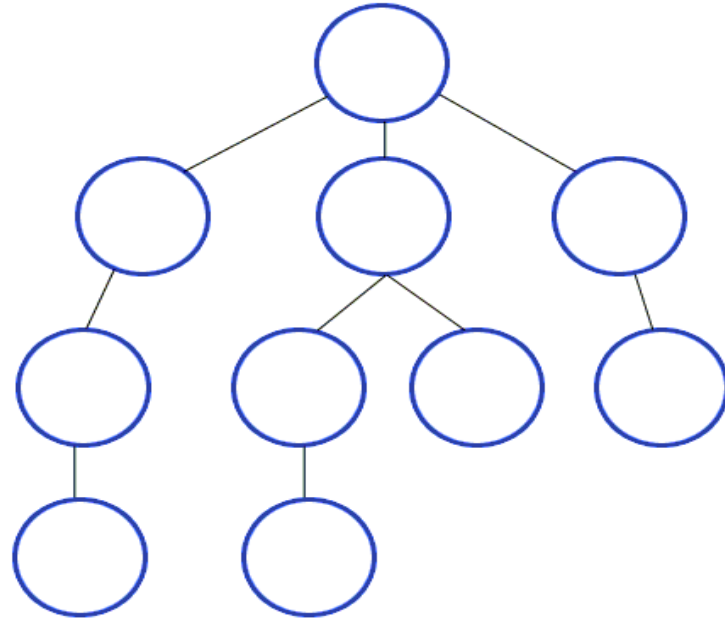
# Random Algoritme

- Waarom
  - Alvast een indicatie van oplossing



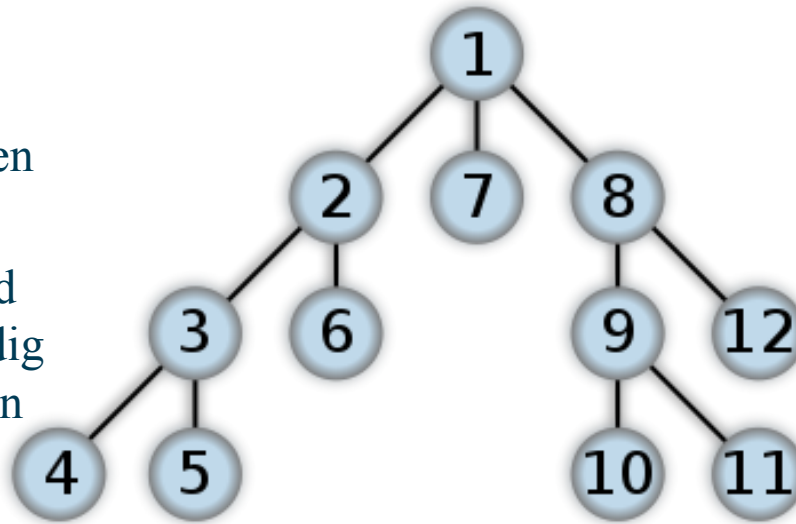
# Breadth-First Search

- Waarom
  - Altijd kortste pad
- Nadelen
  - Veel geheugen



# Depth-First Search

- Waarom
  - Kost minder geheugen
- Nadelen
  - Niet altijd kortste pad
  - Maximale diepte nodig
  - States meerdere keren bezocht



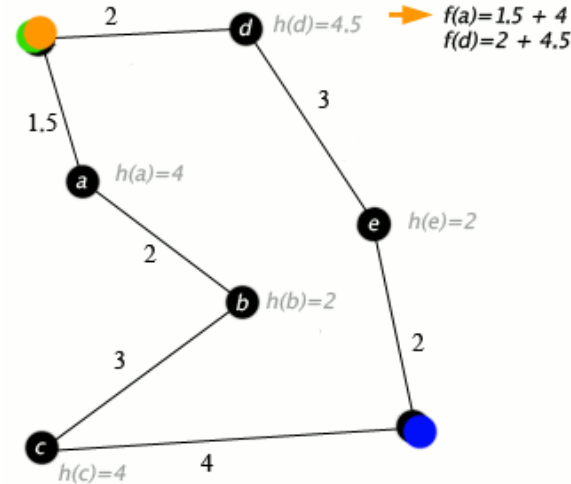
# Beam Search

- Waarom
  - Minder geheugen
- Nadelen
  - Pruning nodig
  - Heuristiek nodig
  - Een eindoplossing nodig
- Heuristiek
  - $X_i$ : veranderbare positie van auto i op bekeken configuratie
  - $Y_i$ : veranderbare positie van auto i op eind configuratie
  - $$\text{Score} = \sum_i |X_i - Y_i|$$



# A-Star Algoritme

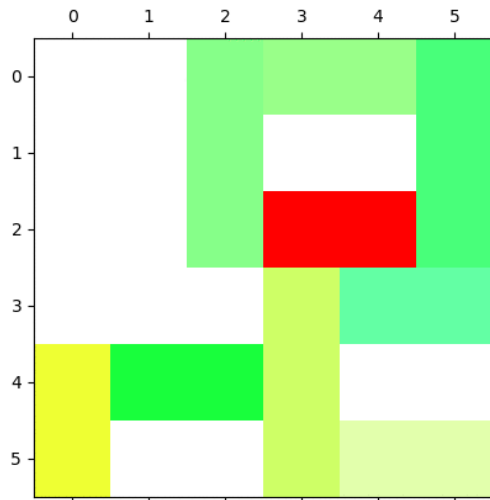
- Waarom
  - Altijd kortste pad
- Nadelen
  - Eindbord nodig
  - Heuristiek nodig, die moet onderschatten
- Heuristiek
  - $X_i$ : veranderbare positie van auto i op bekeken configuratie
  - $Y_i$ : veranderbare positie van auto i op eind configuratie
  - $$\text{Score} = \sum_i 1_{|X_i - Y_i| > 0}$$



# Beste oplossingen

## Game 1

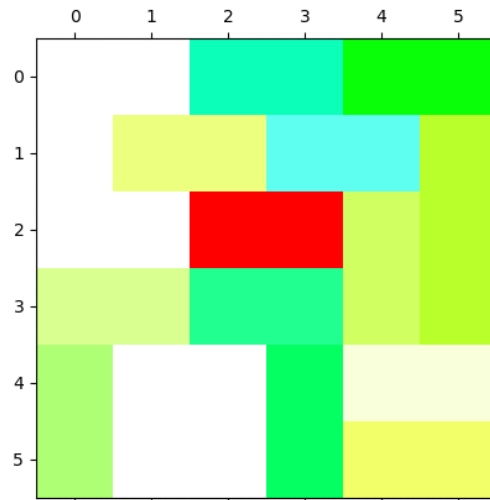
■ 33 zetten



Alle algoritmes

## Game 2

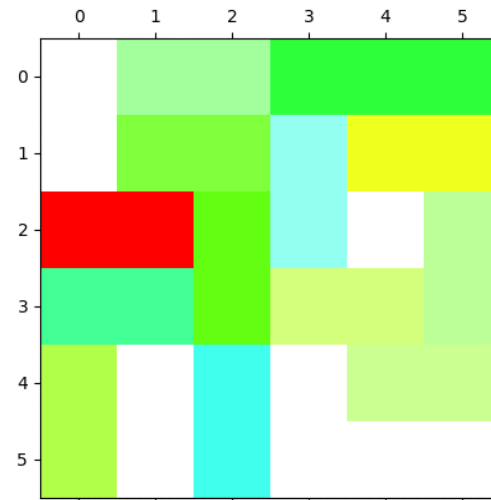
■ 15 zetten



Alle algoritmes

## Game 3

■ 21 zetten



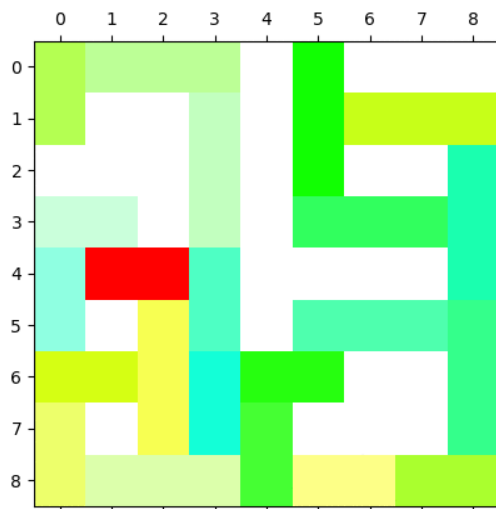
Alle algoritmes



# Beste oplossingen

## Game 4

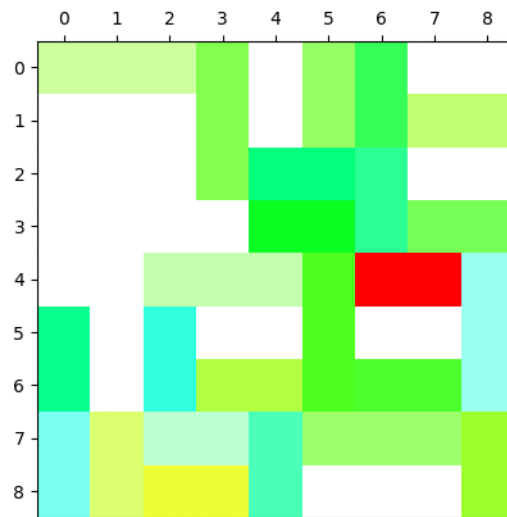
■ 27 zetten



Alle algoritmes

## Game 5

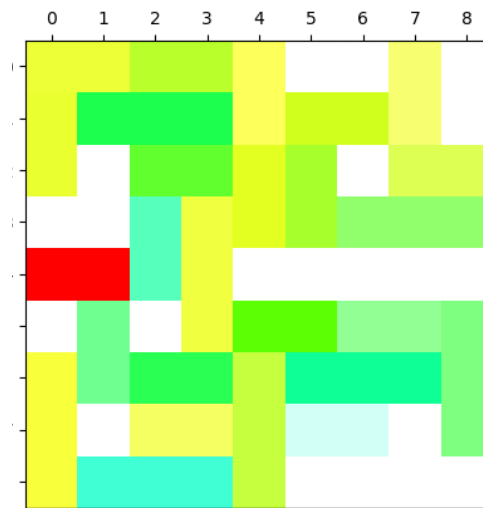
■ 22 zetten



A Star, Beam Search

## Game 6

■ 18 zetten

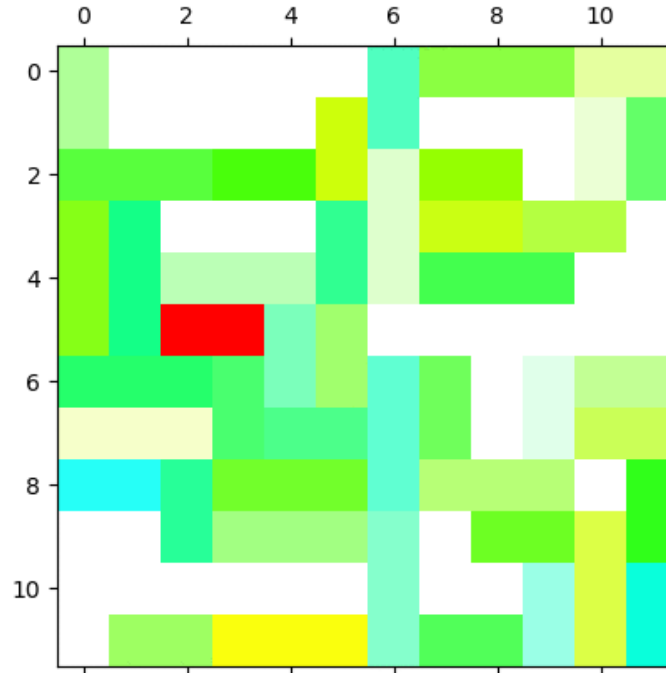


A Star, Beam Search

# Beste oplossingen

## Game 7

■ 25 zetten



A Star, Beam Search

# 4. Experimenteren



# Experimenten

- Verdeling van random gevonden oplossingen
- Beam search experiment

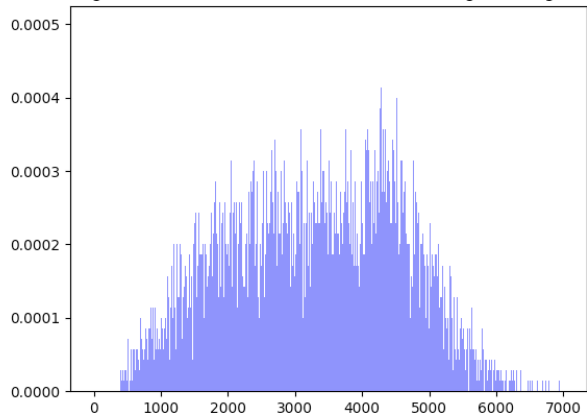


# Verdeling Random Oplossingen

Statesp. 1.000.000

33 zetten

Histogram of nr of moves for solution random algorithm: game

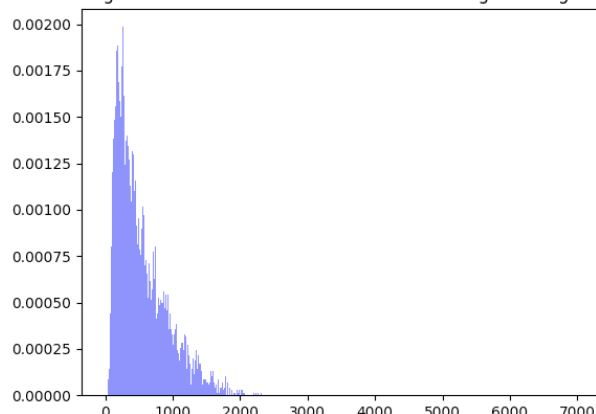


Aantal zetten

Statesp. 13.500.000

15 zetten

Histogram of nr of moves for solution random algorithm: game

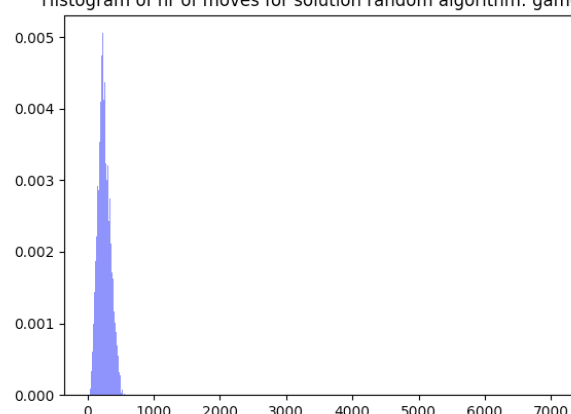


Aantal zetten

Statesp. 2.025.000

21 zetten

Histogram of nr of moves for solution random algorithm: game 3



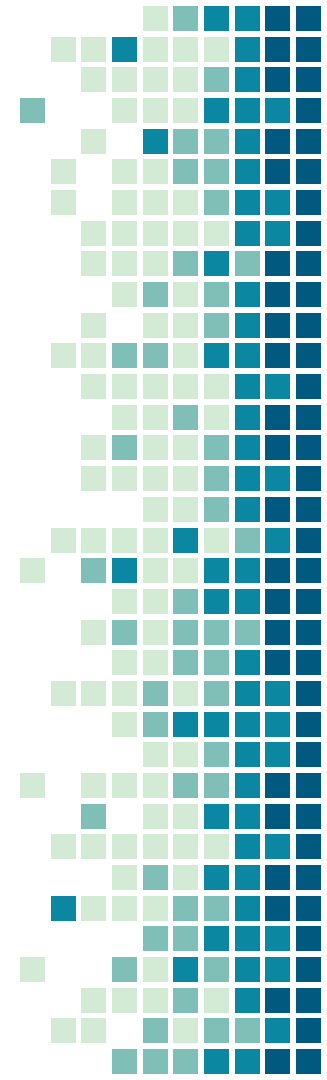
Aantal zetten

# Beam Search Experiment

## Spellen

	1	2	3	4	5	6	7
10	48, < 1 sec	16, < 1 sec	26, < 1 sec	37, 4 sec	22, < 1 sec	22, 2 sec	geen oplossing
50	45, < 1 sec	15, < 1 sec	21, < 1 sec	33, 8 sec	-	18, 2 sec	geen oplossing
100	40, 1 sec	-	-	31, 9 sec	-	-	geen oplossing
150	39, 2 sec	-	-	32, 13 sec	-	-	25, 25 sec
200	37, 2 sec	-	-	27, 14 sec	-	-	-
250	35, 2 sec	-	-	-	-	-	-
400	34, 3 sec	-	-	-	-	-	-
500	33, 3 sec	-	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	-	-	-	-	-
10000	-	-	-	-	-	-	-
20000	-	-	-	-	-	-	-

Breedte



# 6. Conclusie & vervolg onderzoek



# Conclusie

- Voorkeur altijd naar klassieke BF search
- Bij borden waar BFS niet mogelijk is, voorkeur naar A-star
- Voorkeur gaat uit naar A-Star ipv Beam Search





# Vervolg onderzoek

- Experimenten verder onderzoeken
- Meer heuristieken
- Daarmee meer experimenteren



# Hartelijk dank!

## Vragen?

Kevin Vuong  
Michael Berend  
Jelle Roebroek