

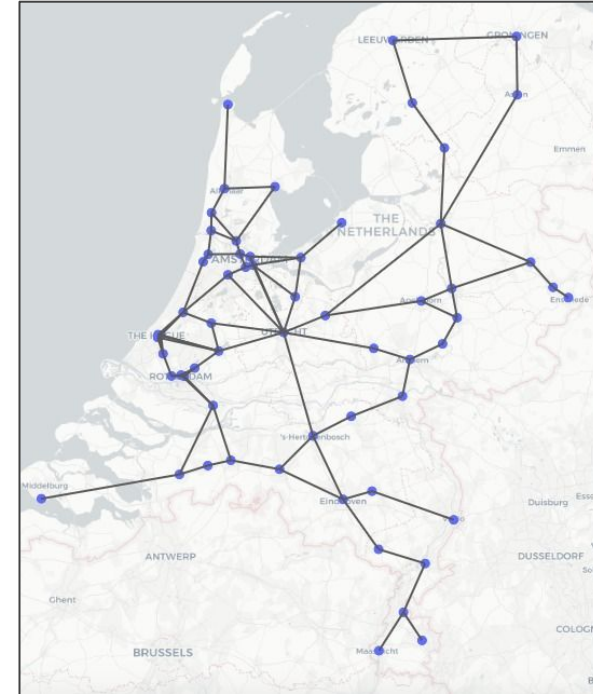
RailNL: lijnvoering van Intercitytreinen

Olivier van Heck, Lex Poon en Annejet Robijn / OLA
31-01-2020



Cases: Noord- en Zuid-Holland en Nederland

	Noord- en Zuid-Holland	Nederland
<i>Stations (Nodes)</i>	22	62
<i>Verbindingen (Edges)</i>	28	89



Cases: Noord- en Zuid-Holland en Nederland

	Noord- en Zuid-Holland	Nederland
<i>Stations (Nodes)</i>	22	62
<i>Verbindingen (Edges)</i>	28	89



Cases: Noord- en Zuid-Holland en Nederland

	Noord- en Zuid-Holland	Nederland
<i>Stations (Nodes)</i>	22	62
<i>Verbindingen (Edges)</i>	28	89



Cases: Noord- en Zuid-Holland en Nederland

	Noord- en Zuid-Holland	Nederland
<i>Stations (Nodes)</i>	22	62
<i>Verbindingen (Edges)</i>	28	89
<i>Traject</i>	7	20
<i>Max. duur traject</i>	120 min.	180 min.



$$K = p * 10000 - (T * 100 + \text{min})$$

K = kwaliteit lijnvoering

p = fractie van bereden verbindingen (tussen 0 en 1)

T = aantal trajecten

min = aantal minuten

$$K = p * 10000 - (T * 100 + \text{min})$$

└──────────┘

max

└──────────────────────────┘

min

	Upper Bound	Lower Bound	State Space
Noord- en Zuid-Holland	9219	-595	5.27×10^{19}
Nationaal	7549	-3148	1.16×10^{97}

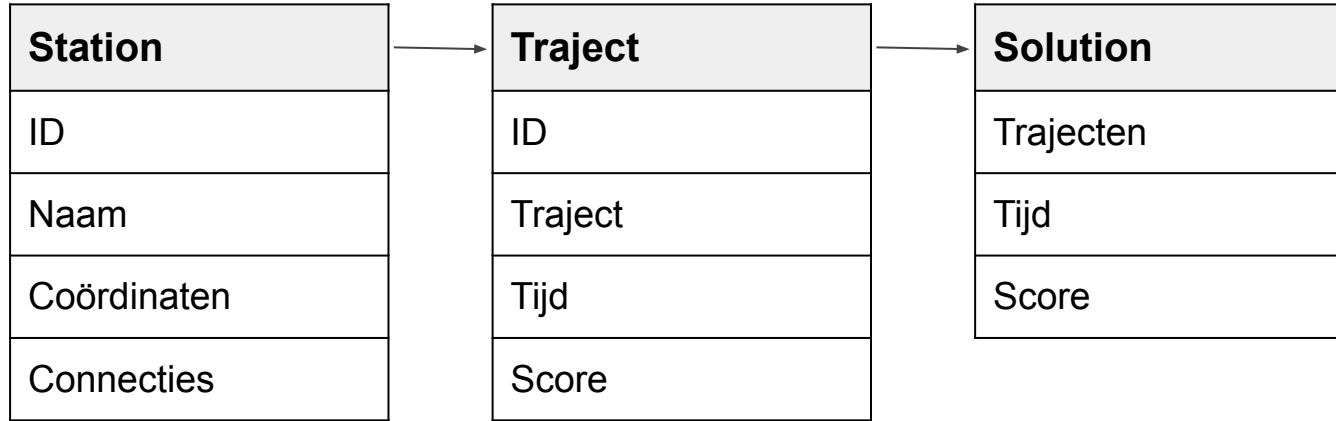
$$K = \underbrace{p * 10000}_{\text{min}} - \underbrace{(T * 100 + \text{min})}_{\text{max}}$$

	Upper Bound	Lower Bound	State Space
Noord- en Zuid-Holland	9219	-595	5.27×10^{19}
Nationaal	7549	-3148	1.16×10^{97}

$$K = p * 10000 - (T * 100 + \text{min})$$

	Upper Bound	Lower Bound	State Space
Noord- en Zuid-Holland	9219	-595	5.27×10^{19}
Nationaal	7549	-3148	1.16×10^{97}

Classes



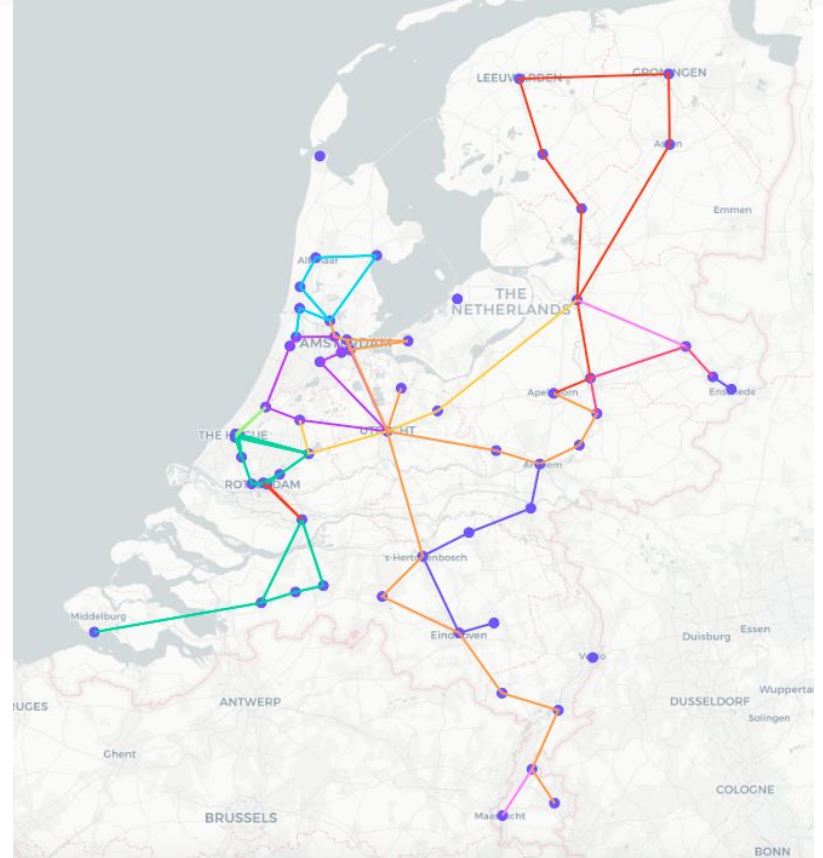
Solution (6649):

```
[
  Traject 1 (100 min.): [Venlo, Helmond, Eindhoven, Weert, Roermond, Sittard, Maastricht],
  Traject 2 (163 min.): [Enschede, Hengelo, Almelo, Deventer, Apeldoorn, Zutphen, Dieren]
]
```

- Randomize
- Greedy
 - Tijd, aantal verbindingen, K score
- Depth-first
- Breadth-first
- Short Route Swap
- Hillclimber
- Simulated Annealing

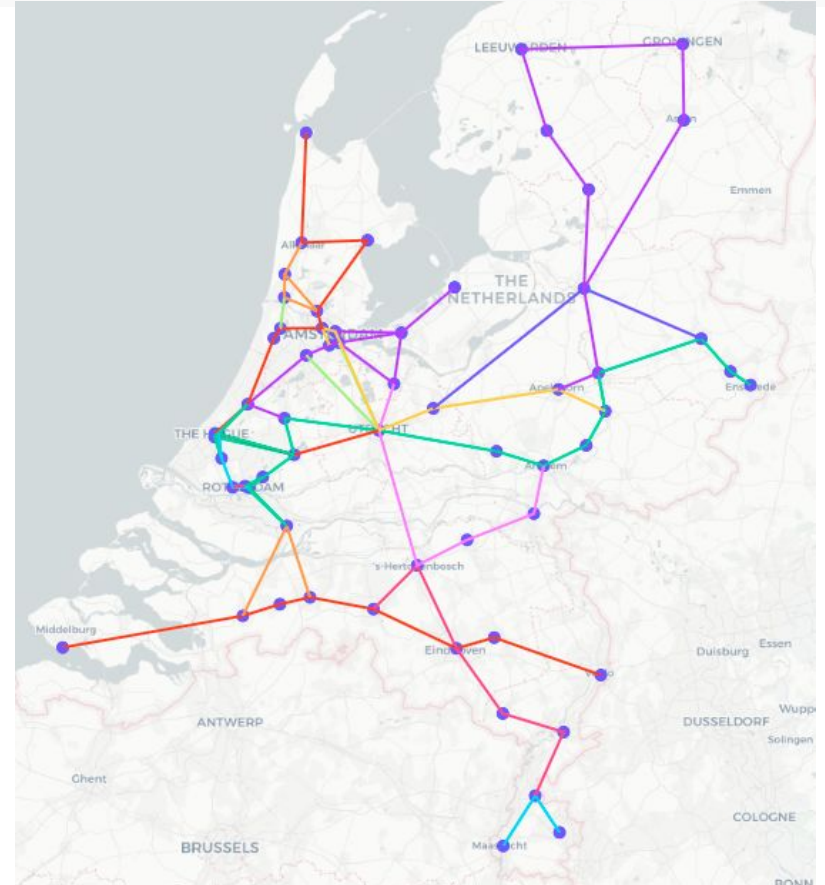
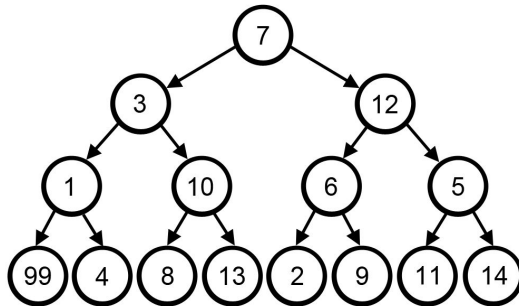
Algoritme: Randomize

- **Stappen**
 - Start station random gekozen
 - Voeg random stations toe aan route



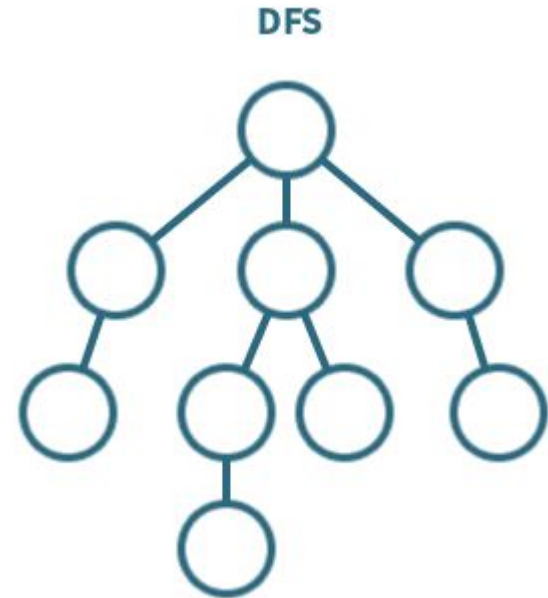
Algoritme: Greedy

- Run algoritme op basis van:
 - Minste aantal verbindingen
 - Tijd of score
- Stappen:
 - Start met een station met het minst aantal connecties
 - Voeg stations toe met minste verbindingen/tijd of hoogste score



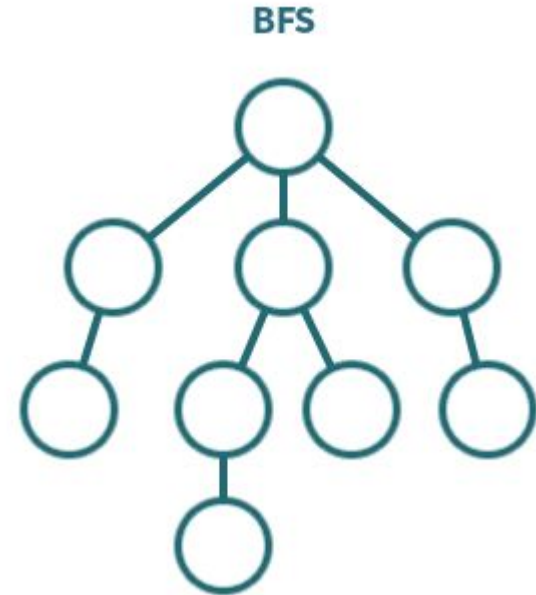
Constructief Algoritme: Depth-First

- Alle verbindingen vanaf station x afgaan
- Prunen:
 - Optimaal Prunen:
 - Early constraint checking
 - Maximum tijdsduur per traject
 - Archief:
 - Bereden verbindingen
 - Niet-optimaal Prunen:
 - Greedy lookahead
 - Minimum score
 - Ratio



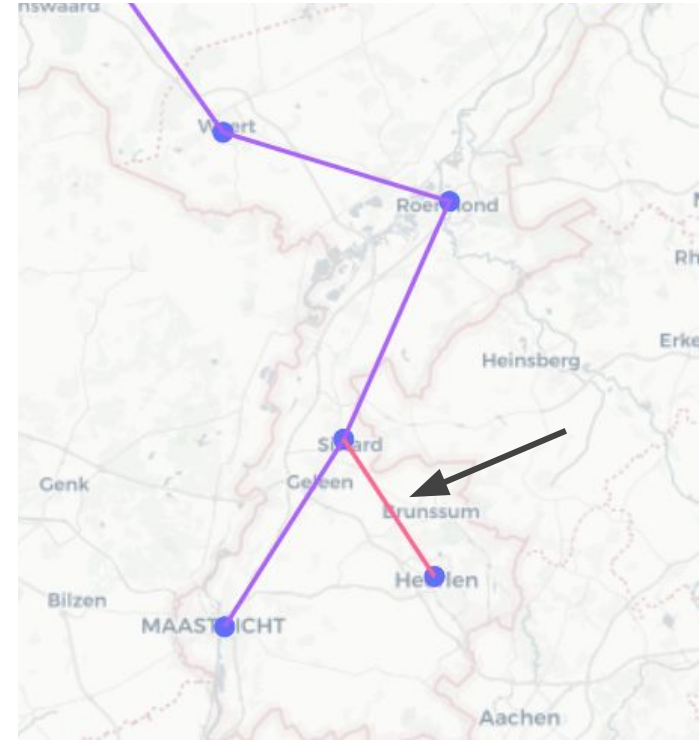
Constructief Algoritme: Breadth-First

- Alle verbindingen vanaf station x afgaan
- Prunen:
 - Optimaal Prunen:
 - Early constraint checking
 - Maximum tijdsduur per traject
 - Archief:
 - Bereden verbindingen
 - Niet-optimaal Prunen:
 - Beam Search
 - Minimum score
 - Ratio



Eigen verbeter algoritme: Short Route Swap

- Verwijder trajecten met negatieve/lage score
- Voeg ongebruikte verbindingen toe aan aanliggend traject
- Heuristiek: alle verbindingen bereden



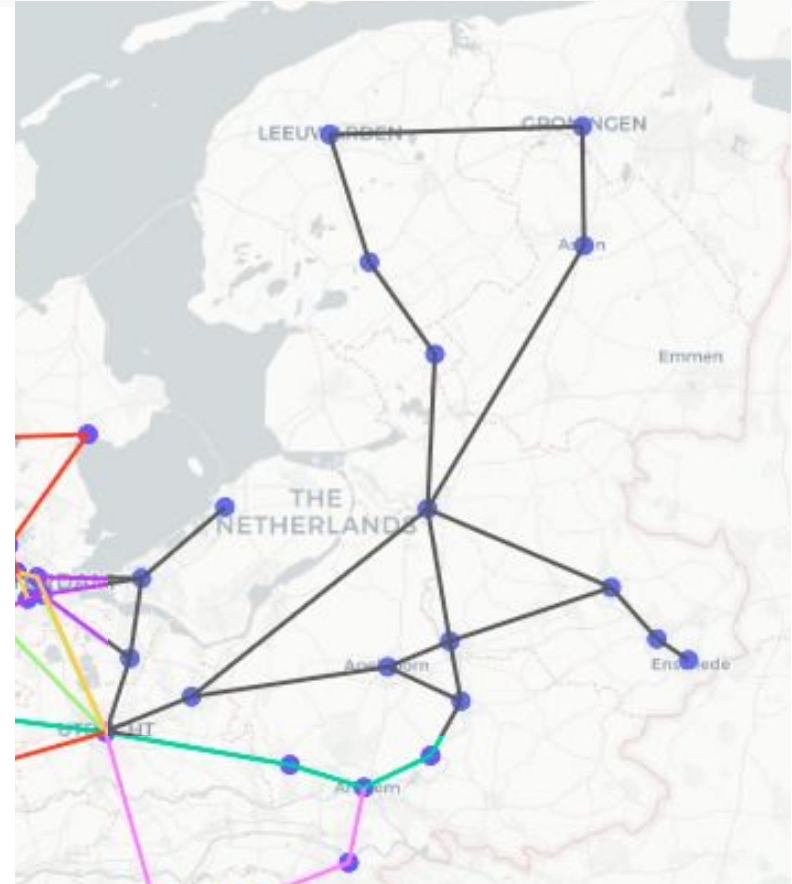
Iteratief Algoritme: Hillclimber

- **Stappen:**
 - Verwijder een (aantal) random station(s) uit de oplossing
 - Voeg volgens een algoritme een aantal nieuwe trajecten toe
 - Verbetering? Ga dan verder met dit traject
 - Herhaal dit x aantal iteraties



Iteratief Algoritme: Hillclimber

- **Stappen:**
 - Verwijder een (aantal) random station(s) uit de oplossing
 - Voeg volgens een algoritme een aantal nieuwe trajecten toe
 - Verbetering? Ga dan verder met dit traject
 - Herhaal dit x aantal iteraties

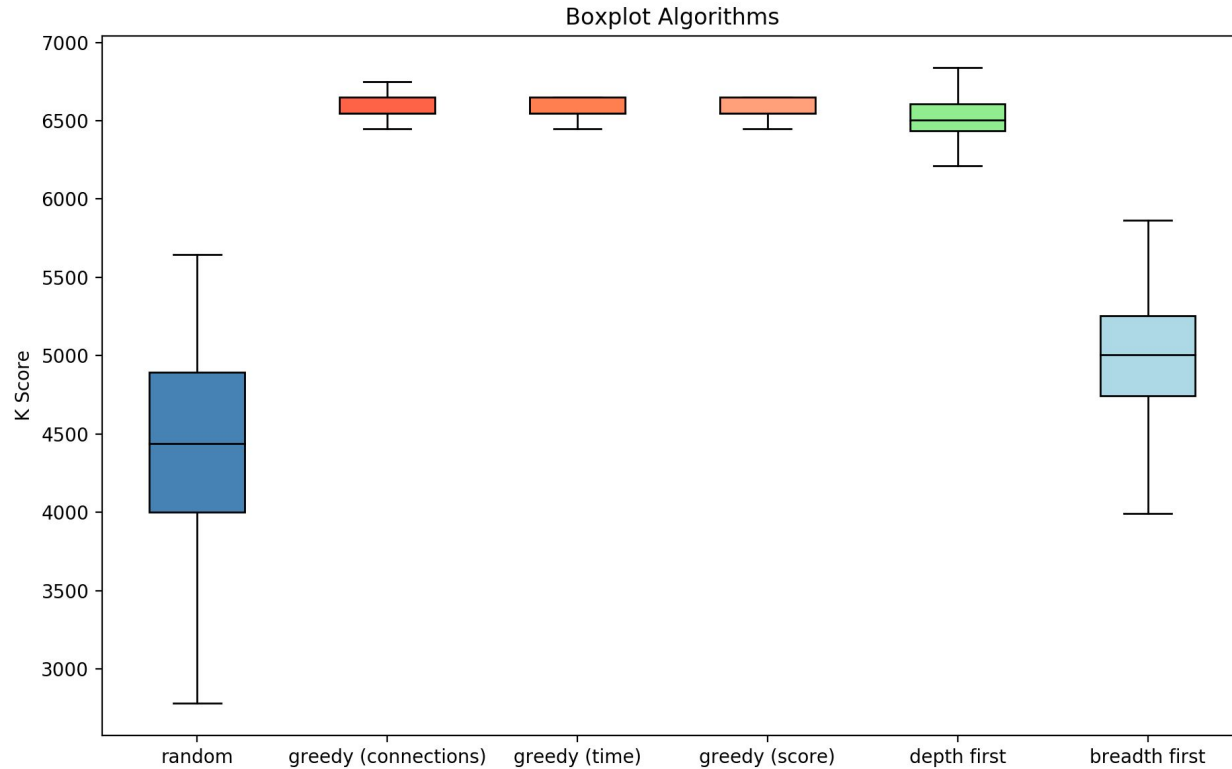


Iteratief Algoritme: Simulated Annealing

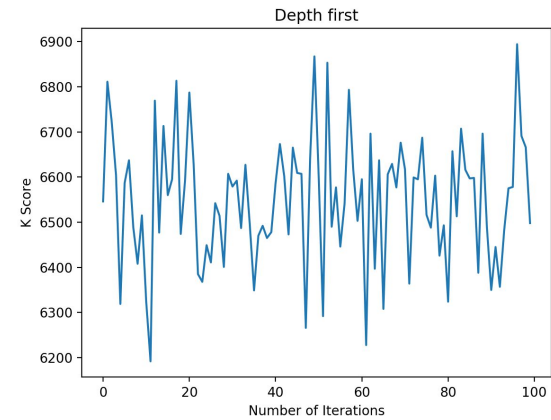
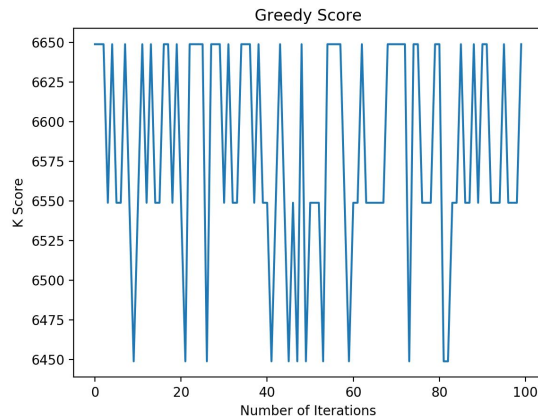
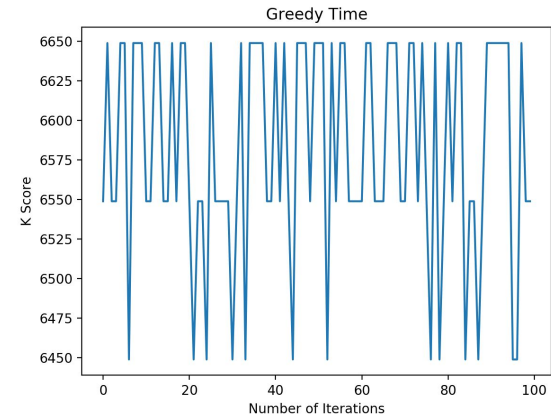
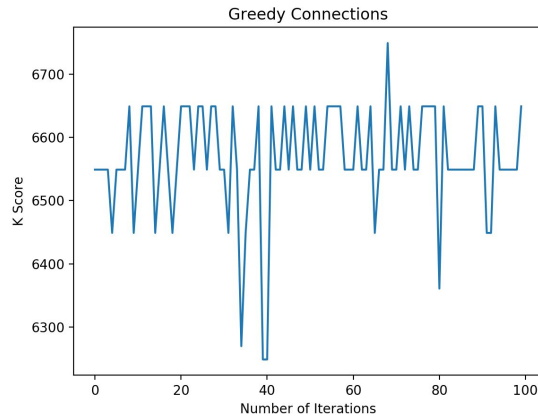
- **Stappen:**
 - Zelfde principe als Hill Climber
 - Voeg traject toe aan oplossing als deze bijdraagt aan K score (acceptatiekans)
 - Lineair
 - Exponentieel



Resultaten Algoritmes

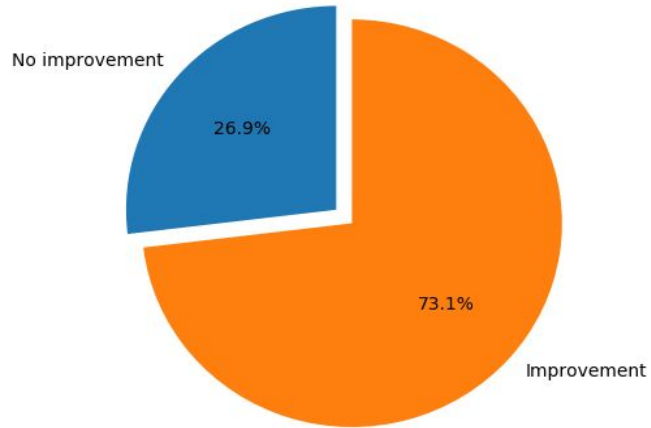


100 iterations

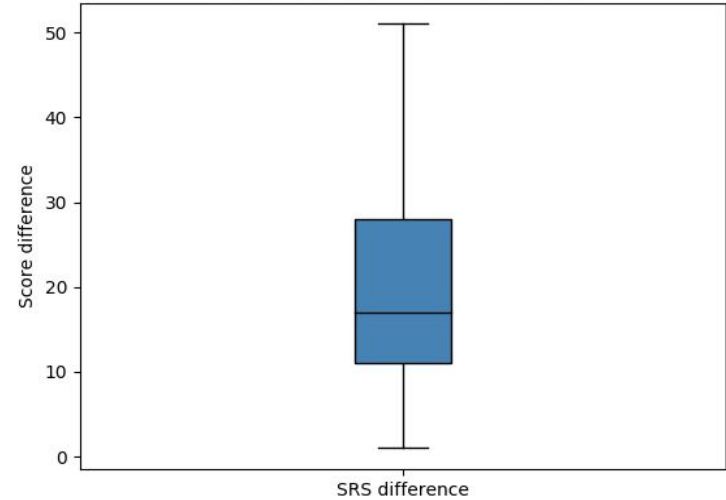


Resultaten Short Route Swap

Percentage of 1000 x SRS improvements of greedy (connections)

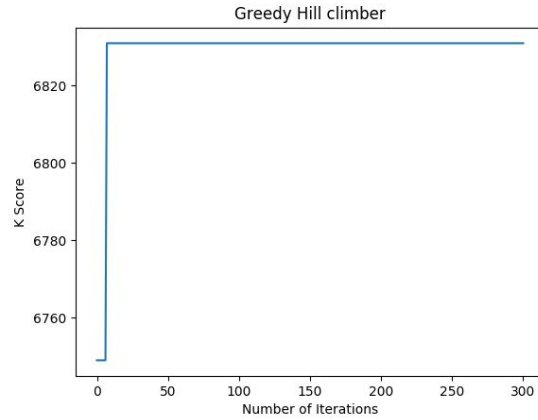


Boxplot difference after 1000 x SRS

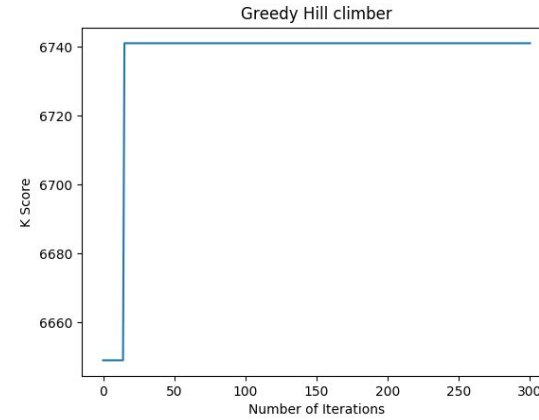


Resultaten Hill Climber

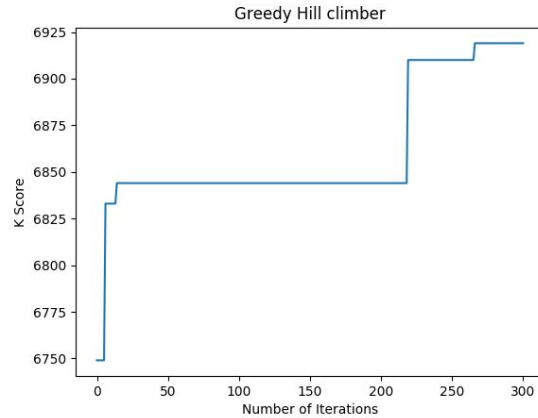
2x swap
(+80)



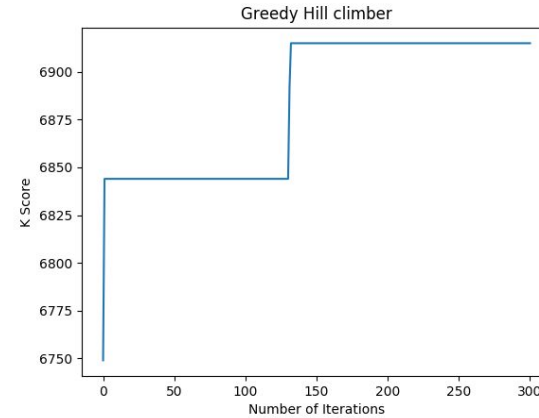
3x swap
(+90)



4x swap
(+175)

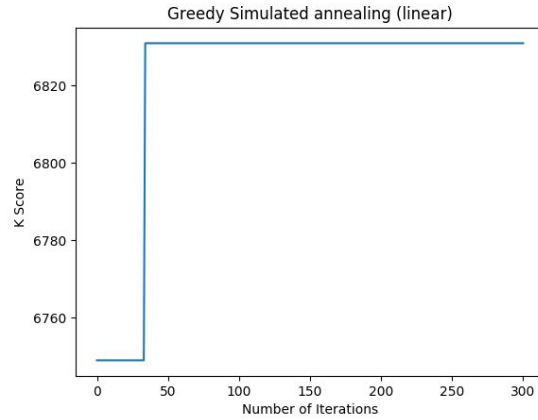


5x swap
(+250)

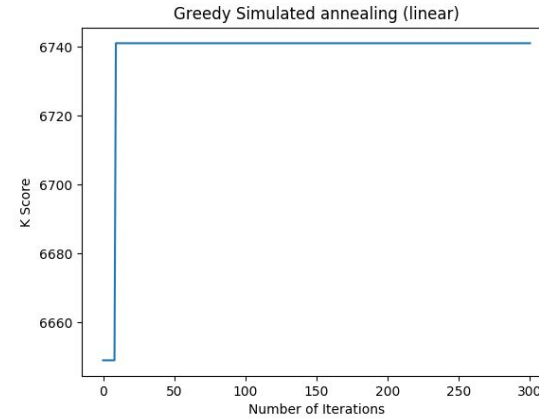


Resultaten Simulated Annealing

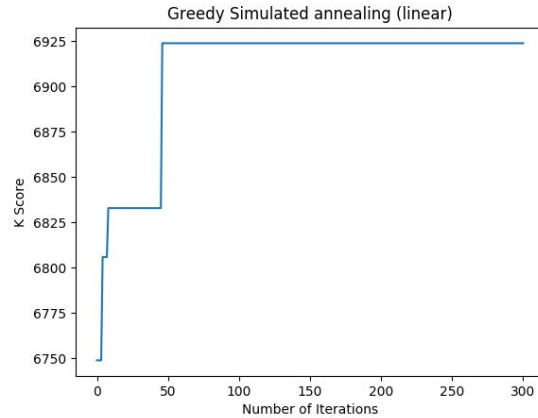
2x swap
(+80)



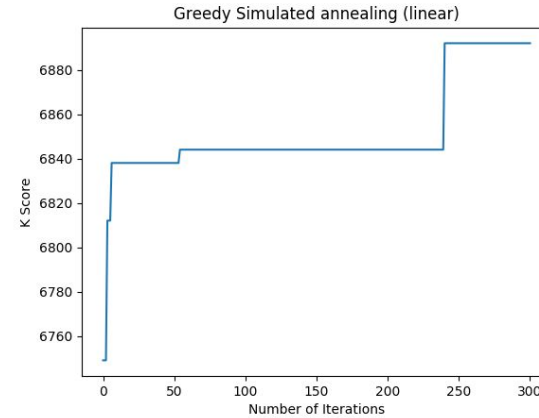
3x swap
(+90)



4x swap
(+175)



5x swap
(+140)



- Conclusie
 - Greedy met connecties
 - Hill climber en Simulated Annealing met 4 of 5 swaps
- Verder onderzoek:
 - Traject tegelijk gemaakt maken ipv na elkaar
 - Andere/grotere map

Vragen?