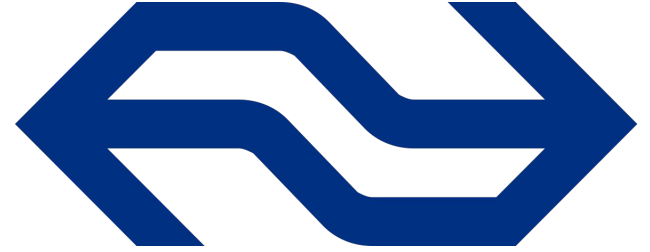


RailNL




Dani van Enk
Michael Faber

Sy
Shiba
yama



Case - RailNL

Plannen Dienstregeling bestaat uit 4 planningsonderdelen:

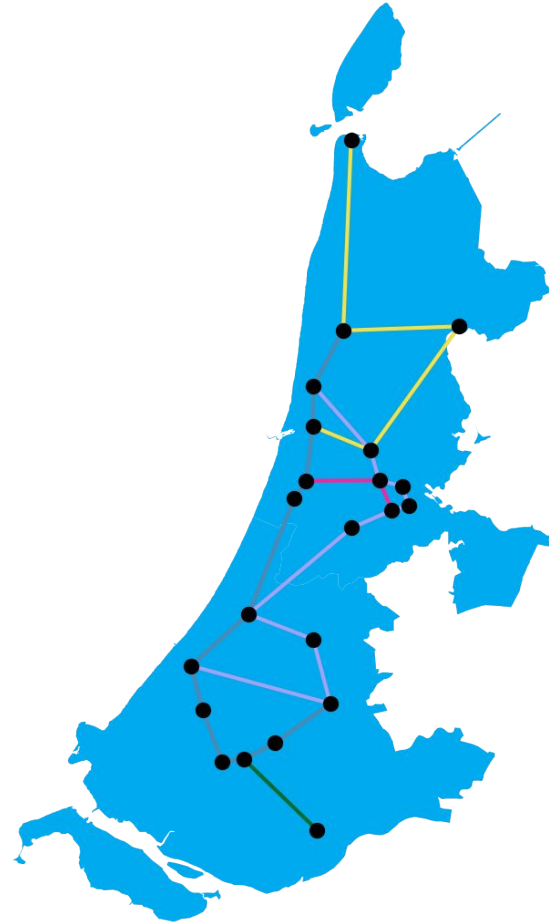
1. Lijnvoering
 - ~~2. Dienstregeling~~
 - ~~3. Materieelrooster~~
 - ~~4. Personeelsrooster~~
- 

Specifiek: Lijnvoering van Intercitytreinen in Noord- en Zuid-Holland en van heel Nederland.

Holland

CSV-bestanden Holland:

- 22 Stations
- 28 Connecties



Nederland

- 61 Stations
- 89 Verbindingen



Constraint Optimization Problem

- Hard Constraints:
 - Maximaal aantal lijnen
 - 7 lijnen voor Noord en Zuid Holland
 - 20 lijnen voor Nederland
 - Maximaal aantal minuten dat één lijn mag duren
 - 120 minuten voor Noord en Zuid Holland
 - 180 minuten voor Nederland
 - Connecties moeten aansluiten
- Soft Constraints:
 - Niet 2 keer dezelfde connectie in dezelfde lijn.
 - Alle connecties moeten bereden worden

Constraint Optimizationa Problem

Constraint Optimization Problem (COP):

$$K = p * 10000 - (T * 100 + Min)$$

K= Kwaliteit

p= Dekkingsgraad

T= Aantal Lijnen (Trajecten)

Min= Aantal Minuten van routes

State Space

$$\text{State Space} = (\text{Max}_v^{\text{Max}_c})^{\text{Max}_t}$$

Voor Holland:

- $\text{Max}_t = 7, \text{Max}_v = 4, \text{Max}_c = 120/5 = 24$
 $(4^{24})^7 = 1.400 \cdot 10^{101}$

Voor heel Nederland:

- $\text{Max}_t = 20, \text{Max}_v = 9, \text{Max}_c = 180/5 = 36$
 $(9^{36})^{20} = 1.134 \cdot 10^{687}$

Upper and Lower Bound van de Objective Function

Objective Function: $K = p * 10000 - (T * 100 + Min)$

Noord- en Zuid-Holland:

- Lower Bound = $K = \frac{1}{28} \cdot 10000 - (7 \cdot 100 + 120 \cdot 7) = -1183$
- Upper Bound = $K = 1 \cdot 10000 - (4 \cdot 100 + 381) = 9219$

Nederland:

- Lower Bound = $K = \frac{1}{89} \cdot 10000 - (20 \cdot 100 + 180 \cdot 20) = -5487.64$
- Upper Bound = $K = 1 \cdot 10000 - (9 \cdot 100 + 1551) = 7549$

Methode - Random

Random begin connectie

Voor lijn_nummer in range(no_lines)

Terwijl duration < max_duration

Vraag volgende connecties

Kies daaruit de volgende (random)

Herhaald voor no_lines tussen min/max no_lines

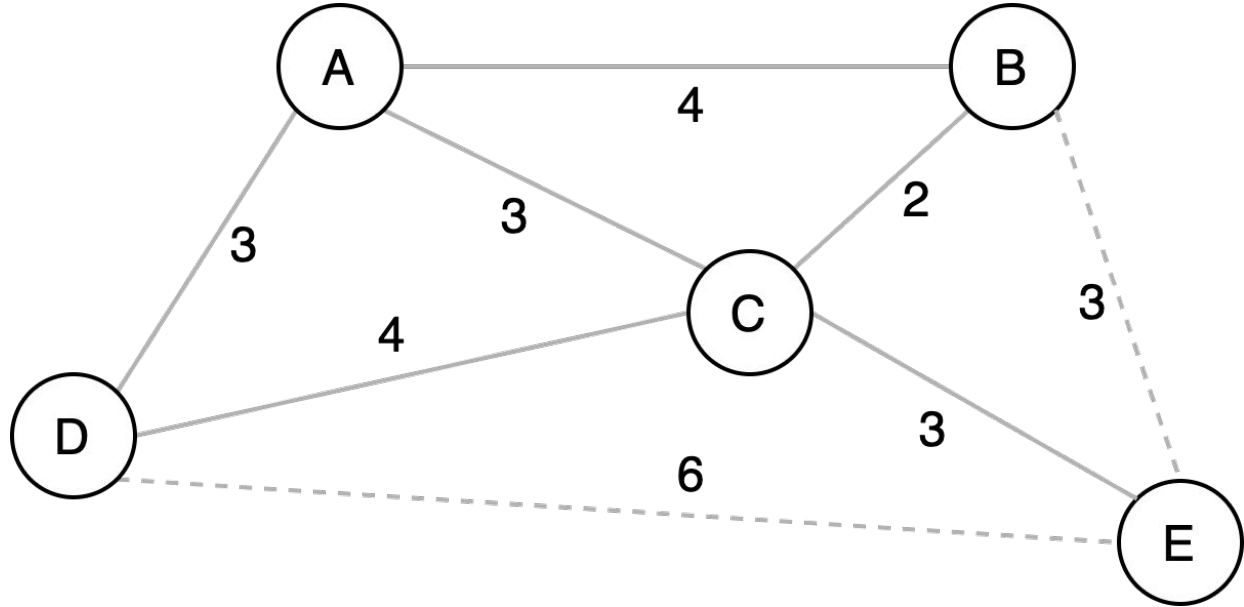
Methode - Greedy

1. Maak lijst van alle connecties
 2. For lijn in lijnen:
 - a. Haal random connectie uit lijst
 - b. Zolang totale tijd < max_tijd
 - i. Zoek alle connecties en haal degene met kortste duratie uit de lijst
 - ii. Bereken totale tijd
-
- Alle connecties worden slechts één keer bereden
 - Connectie met kortste duratie wordt gekozen bij meerdere keuzes.

Methode - A*

Route van A naar E:

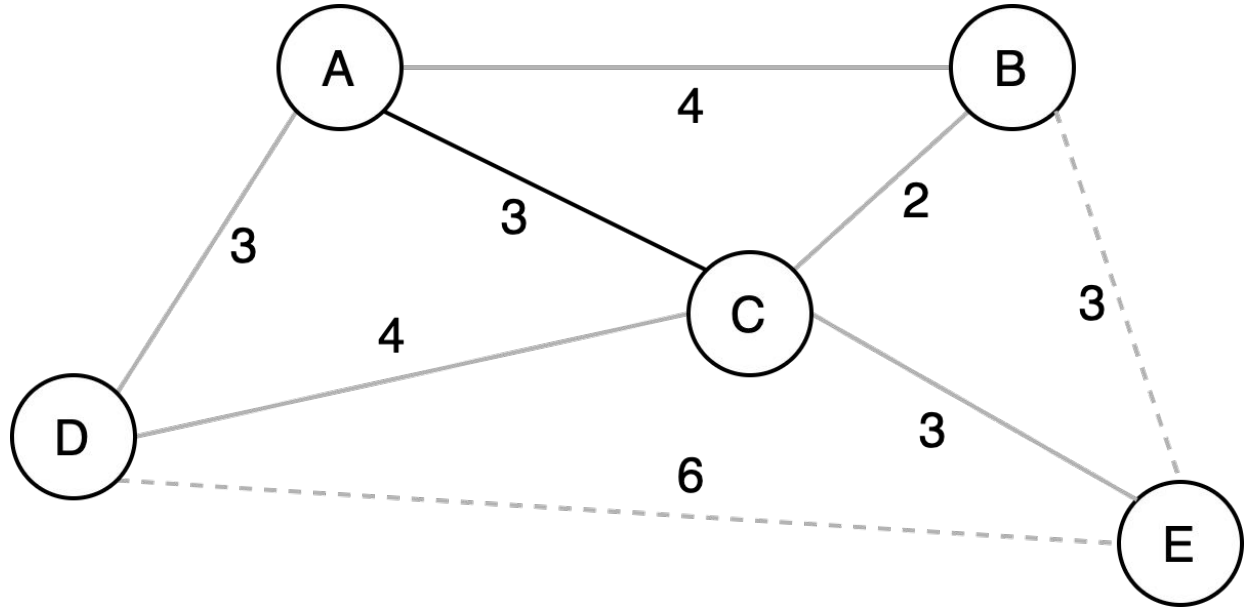
Van	Naar	Tijd	Heur	Tot
A	B	4	3	7
A	C	3	3	6
A	D	3	6	9



Methode - A*

Route van A naar E:

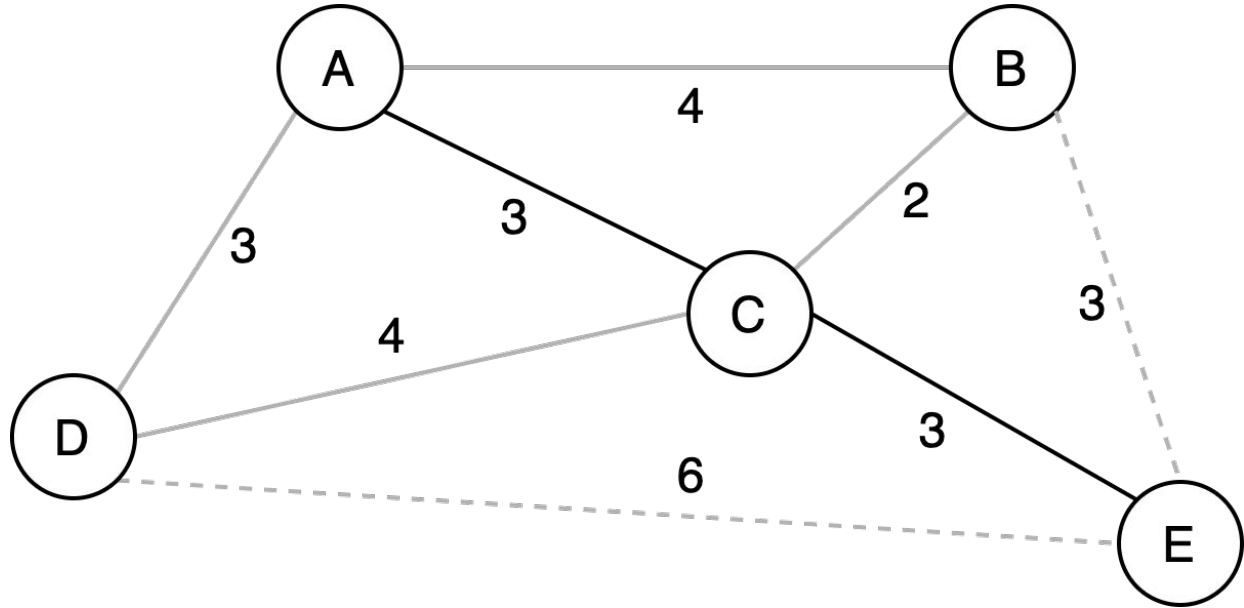
Van	Naar	Tijd	Heur	Tot
A	B	4	3	7
A	C	3	3	6
A	D	3	6	9
C	E	3+3	0	6
C	B	3+2	3	8



Methode - A*

Route van A naar E:

Van	Naar	Tijd	Heur	Tot
A	B	4	3	7
A	C	3	3	6
A	D	3	6	9
C	E	3+3	0	6
C	B	3+2	3	8



Methode - A*

Heuristiek:

1. Reken de afstand in km uit tussen elk station in een connectie
2. Kies het laagste aantal minuten per km
3. Gebruik die waarde om de minimale tijd tussen 2 stations uit te rekenen.

Problemen:

1. Verbinding tussen stations is bijna nooit recht
2. Geen rekening met water in Nederland

Methode - Hill Climber

Genereer een random oplossing

Stapgewijs aanpassingen aanbrengen

- Stukjes wegknippen
- Gedeeltes omleggen
- Stukken toevoegen

Check oude score kleiner dan nieuwe score

- Ja » houd deze aanpassing en herhaal
- Nee » revert deze aanpassing en opnieuw

Voor Omleggen/Toevoegen A*

Heuristieken:

- Random start oplossing gebruiken
- Probeer Random aanpassingen
- A* omdat er kosten per edge zijn

Methode - Simulated Annealing

$$T = \text{startT} * .997^{(\text{iteration_step})}$$

$$\text{Chance} = 2^{-(\Delta \text{score}/T)}$$

Check oude score kleiner dan nieuwe score of random getal kleiner dan chance

- Ja » houd deze aanpassing en herhaal
- Nee » revert deze aanpassing en opnieuw

Resultaten - Random (Holland) - 1k repeated

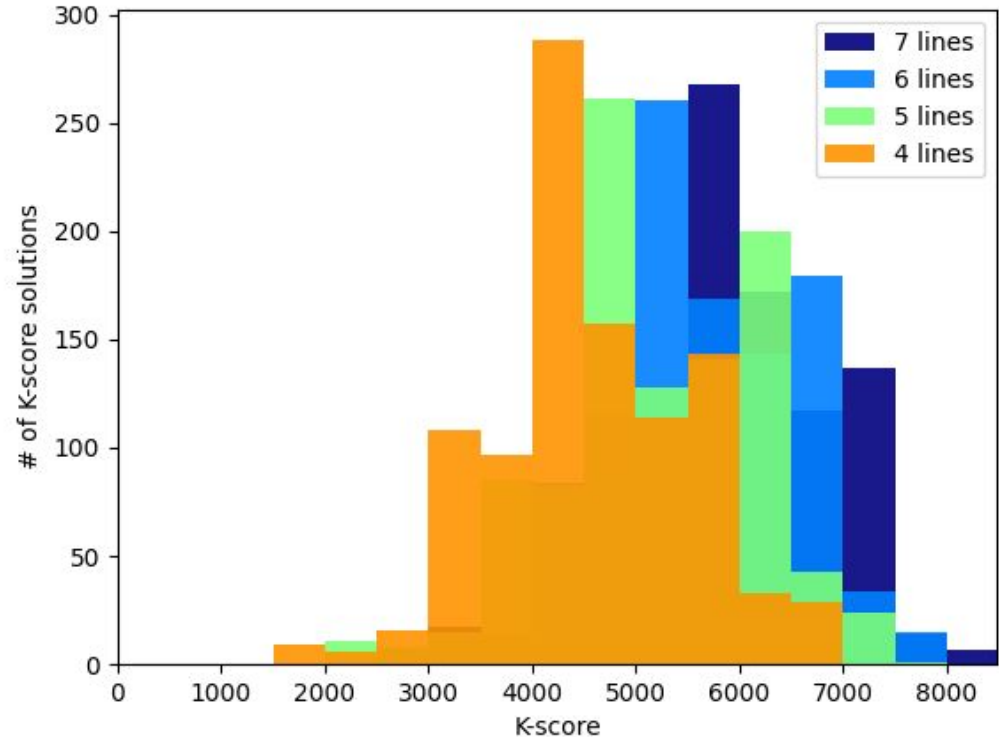
Algoritme: Random

Repeat: 1 000

Area: Holland

Max duration: 120 min

Max no. of lines: 7



Resultaten - Random (Holland) - 1k herhaald

K-score 8482/9219

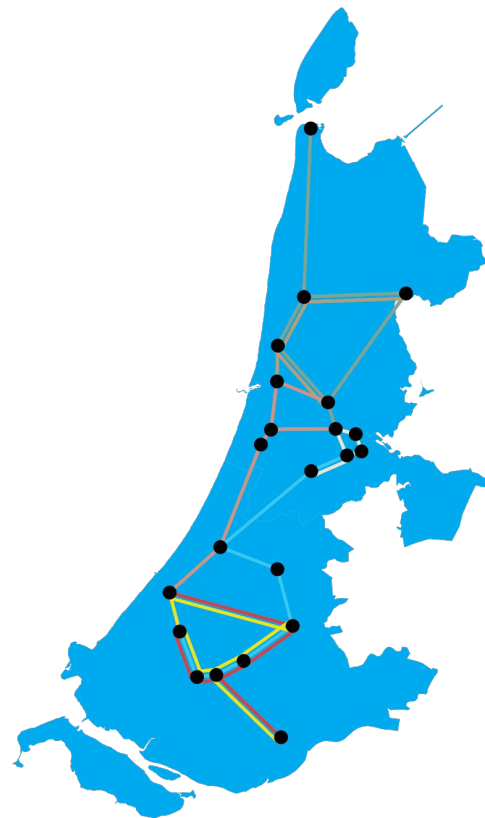
p-waarde 28/28 (dekking)

7 lijnen

Opvallende dingen:

Veel heen en weer

Cirkel lijnen (bijna)



Resultaten - Random (Nationaal) - 1k herhaald

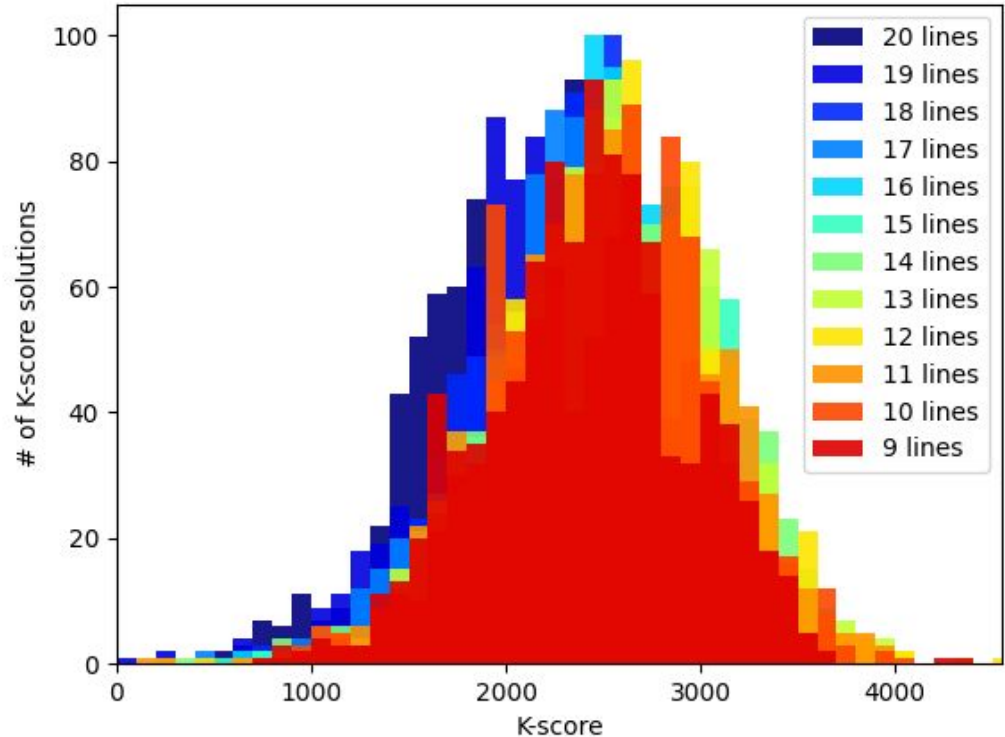
Algorithme: Random

Repeat: 1 000

Area: Nationaal

Max duration: 180 min

Max no. of lines: 20



Resultaten - Random (Nationaal) - 1k herhaald

K-score 4549/7549

p-waarde 70/89 (dekking)

12 lijnen

Opvallende dingen:

- Veel heen en weer

- Uiteinden

- Randstad vs rest v/h land



Resultaten - Greedy (Holland) - 1k repeated

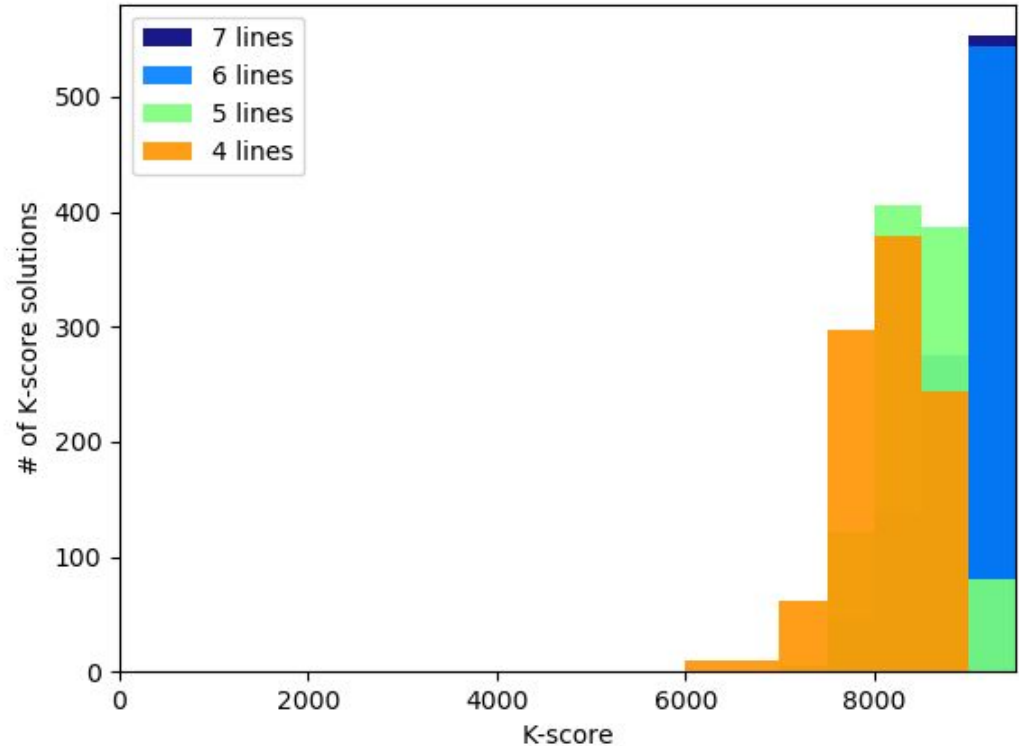
Algoritme: Greedy

Repeat: 1 000

Area: Holland

Max duration: 120 min

Max no. of lines: 7



Resultaten - Greedy (Holland) - 1k herhaald

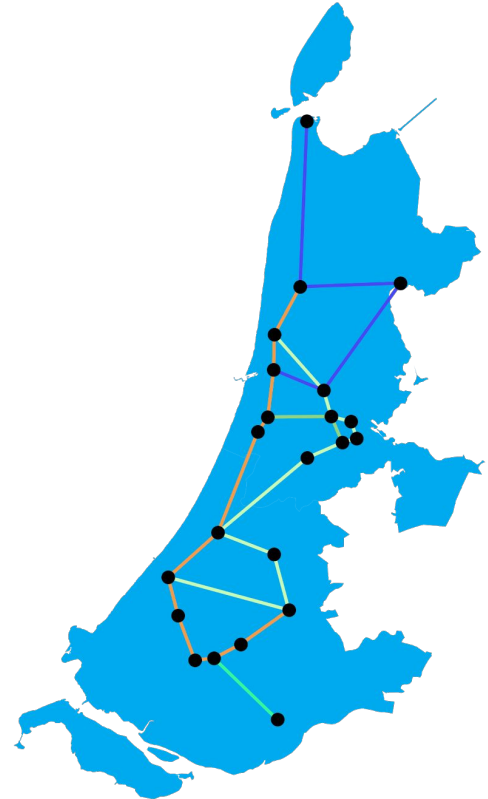
K-score 9119/9219

p-waarde 28/28 (dekking)

5/7 lijnen

Opvallende dingen:

1 lijn meer dan minimum (100)



Resultaten - Greedy (Nationaal) - 1k herhaald

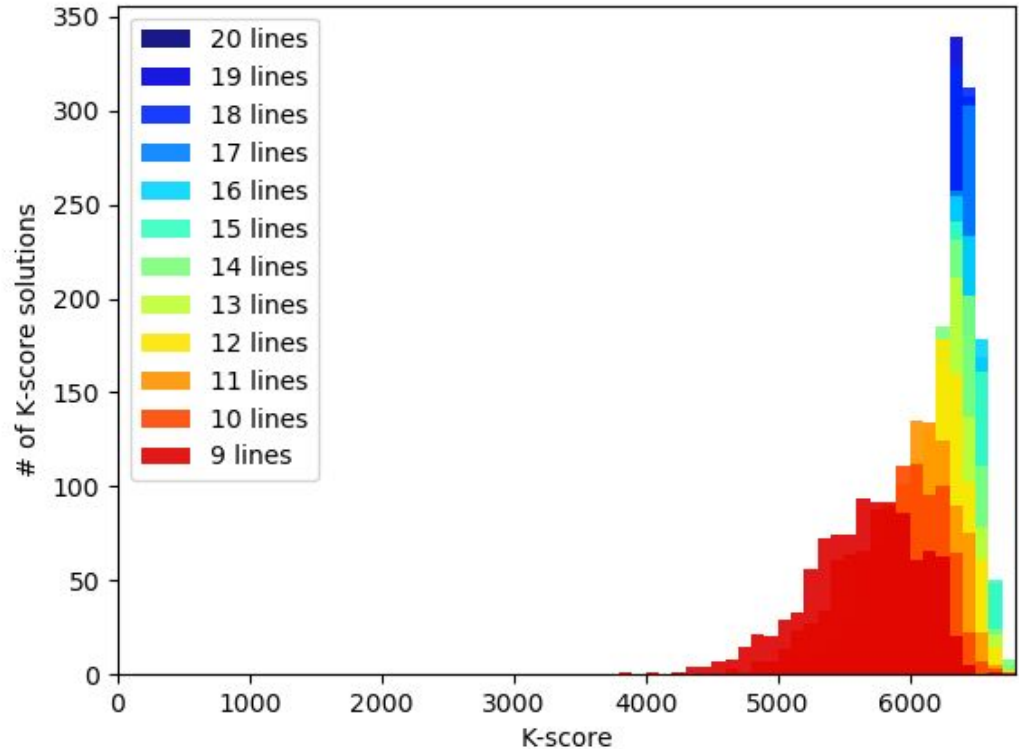
Algoritme: Greedy

Repeat: 1 000

Area: Nationaal

Max duration: 180 min

Max no. of lines: 20



Resultaten - Greedy (Nationaal) - 1k herhaald

K-score 6773/7549

p-waarde 82/89 (dekking)

11/20 lijnen

Opvallende dingen:

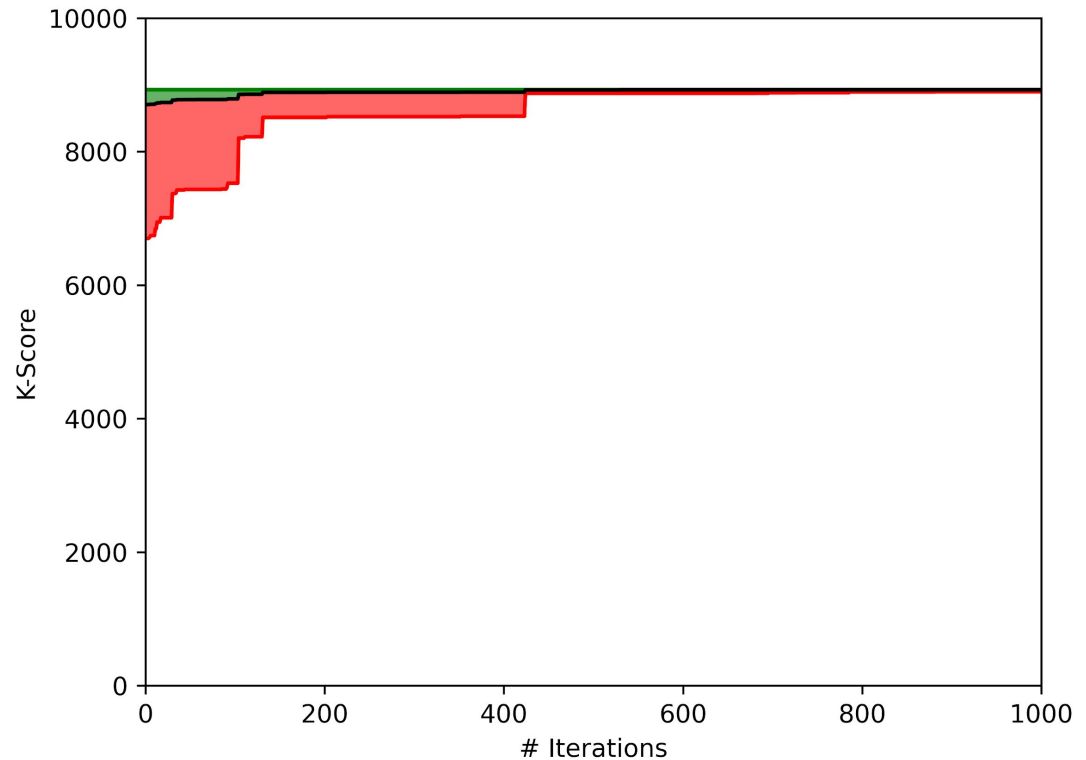
Uiteindes missen

Weinig lijnen



Resultaten - Hill Climber (Holland) - 10 herhaald

Algoritme: Hill Climber
Repeat: 10
Iteraties: 1 000
Area: Holland
Max duration: 120 min
Max no. of lines: 7



Resultaten - Hill Climber (Holland) - 10 herhaald

K-score 8931/7549

p-waarde 28/28 (dekking)

6/7 lijnen

Opvallende dingen:

- Uiteindes missen

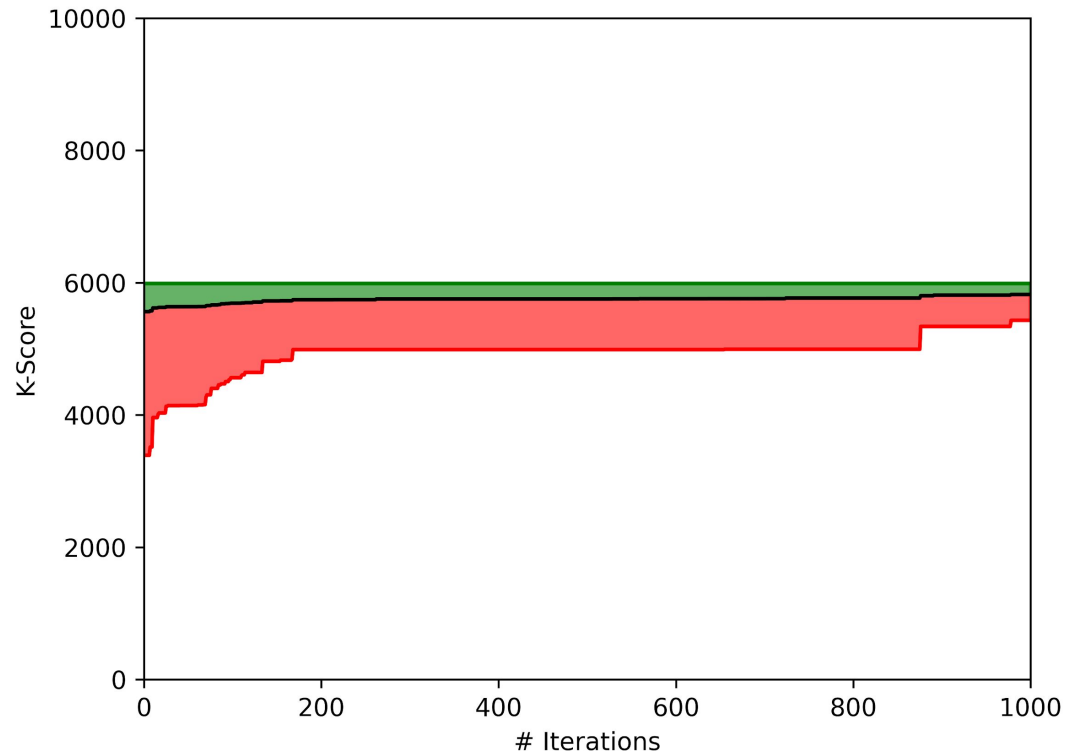
- Meerdere lijnen op 1 connectie

- Korte Lijnen (Pendel diensten)



Resultaten - Hill Climber (Nationaal) - 10 herhaald

Algoritme: Hill Climber
Repeat: 10
Iteraties: 1 000
Area: Nationaal
Max duration: 180 min
Max no. of lines: 20



Resultaten - Hill Climber (Nationaal) - 10 herhaald

K-score 5991/7549

p-waarde 76/89 (dekking)

10/20 lijnen

Opvallende dingen:

Uiteindes missen

Meerdere lijnen op 1 connectie



Conclusie

Greedy zorgt in weinig runs voor hoge scores bij deze case
Qua lijnvoering:

- Uiteinden weglaten
- Heen en weer niet erg
- Meerdere lijnen op 1 connectie
- Kortere lijnen OK!

Vervolg onderzoek

Aanpassingen voor HC & SA:

- Niet random kiezen (prioriteit geven aan bepaalde aanpassingen)
- Niet random start oplossing

Kijken naar genetisch algoritme, Simulated Annealing

Nu: Mutatie » Vervolg: combinatie

Bedankt!



Tijden

1. Inleiding (1 min)
 - a. Introductie case (20s)
 - b. Constraints (20s)
 - c. State Space + Lower Upper Bound (20s)
2. Methode (4 min)
 - a. Random (40s)
 - b. Greedy (40s)
 - c. A-star (40s)
 - d. Hill Climber (40s)
 - e. Simulated annealing (40s)
3. Resultaten (4 min)
 - a. Random (1 min)
 - b. Greedy (1 min)
 - c. Hill Climber (1 min)
 - d. Simulated annealing (1 min)
4. Afsluiting (1 min)
 - a. Conclusie (30s)
 - b. Vervolgonderzoek (30s)

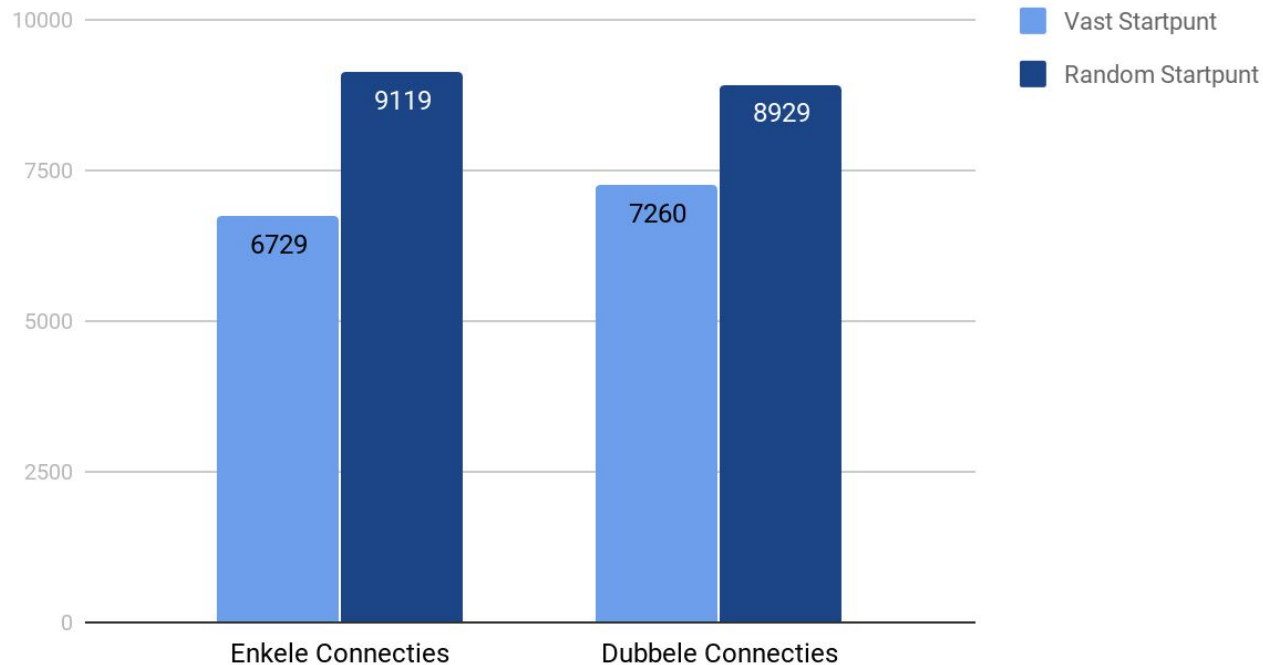
Resultaten - Greedy (Holland)

Enkel vs Dubbel

Vast vs Random

100 runs

Kwaliteitscore ($-1183 < K < 9219$)



Resultaten - Simulated Annealing