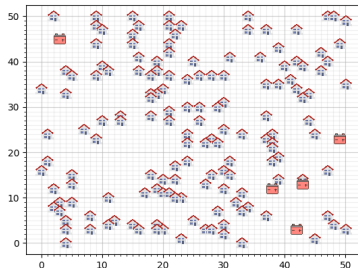


Eindpresentatie Smartgrid

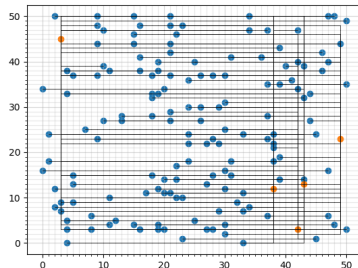
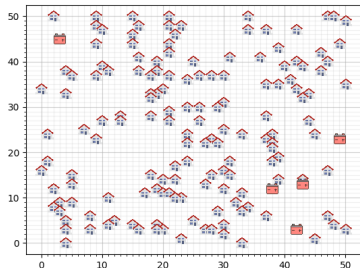
Olaf, Ruben en Sam

June 2020

- Smartgrid-situatie



- Smartgrid-situatie



Constraints:

Constraints:

Simpeler geval

- Elk huis: maximale productie
- Elke batterij: capaciteit
- Kabels niet delen

Constraints:

Simpeler geval

- Elk huis: maximale productie
- Elke batterij: capaciteit
- Kabels niet delen

Uitbreiding

- Hetzelfde als simpeler geval
- Behalve: kabels delen
- Batterijen niet verbonden

Constraints:

Simpeler geval

- Elk huis: maximale productie
- Elke batterij: capaciteit
- Kabels niet delen

Uitbreiding

- Hetzelfde als simpeler geval
- Behalve: kabels delen
- Batterijen niet verbonden

Doel: kosten minimaliseren

Constraints:

Simpeler geval

- Elk huis: maximale productie
- Elke batterij: capaciteit
- Kabels niet delen

Uitbreiding

- Hetzelfde als simpeler geval
- Behalve: kabels delen
- Batterijen niet verbonden

Doel: kosten minimaliseren

Doel: zo min mogelijk kabels gebruiken

- *MinBatterij* is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit.

- *MinBatterij* is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit.
- *MaxHuis* is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie.

- *MinBatterij* is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit.
- *MaxHuis* is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie.
- $Div = MinBatterij / MaxHuis$. Pak *Div* willekeurige huizen, dan kun je ze allemaal aan elke batterij verbinden zonder dat de capaciteit wordt overschreden.

- *MinBatterij* is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit.
- *MaxHuis* is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie.
- $Div = MinBatterij / MaxHuis$. Pak Div willekeurige huizen, dan kun je ze allemaal aan elke batterij verbinden zonder dat de capaciteit wordt overschreden.
- Gegeven n huizen, en k batterijen.

- *MinBatterij* is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit.
- *MaxHuis* is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie.
- $Div = MinBatterij / MaxHuis$. Pak Div willekeurige huizen, dan kun je ze allemaal aan elke batterij verbinden zonder dat de capaciteit wordt overschreden.
- Gegeven n huizen, en k batterijen.

Geen kabels delen

- Bovengrens: k^n
- Ondergrens: $\prod_{l=0}^{k-1} \binom{n-l(Div)}{Div}$

Theorie - toestandruimte

- 1507 is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit
- 76 is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie
- $20 = 1507/76$. Pak 20 willekeurige huizen, dan passen ze allemaal samen in elke batterij
- We hebben 150 huizen, en 5 batterijen.

Geen kabels delen

- Bovengrens: 5^{150} . Ongeveer 33 keer aantal atomen in het universum.
- Ondergrens: $\prod_{l=0}^4 \binom{150-l}{20} \approx 10^{106}$ is dus ongeveer 24 keer het aantal atomen in het universum

Theorie - toestandruimte

- 1507 is de capaciteit van de batterij met de laagste capaciteit
- 76 is de maximale productie van het huis met de grootste maximale productie
- $20 = 1507/76$. Pak 20 willekeurige huizen, dan passen ze allemaal samen in elke batterij
- We hebben 150 huizen, en 5 batterijen.

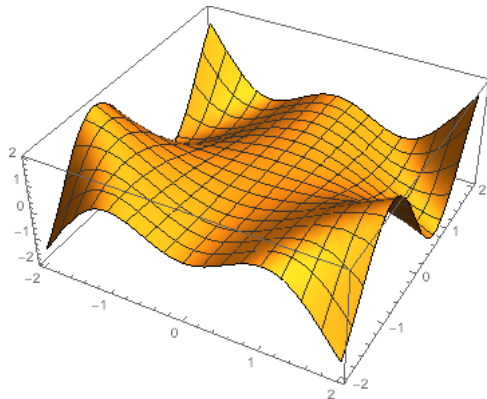
Geen kabels delen

- Bovengrens: 5^{150} . Ongeveer 33 keer aantal atomen in het universum.
- Ondergrens: $\prod_{l=0}^4 \binom{150-l}{20} \approx 10^{106}$ is dus ongeveer 24 keer het aantal atomen in het universum

Kabels delen

- Toestandruimte: veeeeel groter
- Grove ondergrens: $2^{30} \cdot 24$ keer het aantal atomen in het universum

- Kostenfunctie



Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\}$$

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{\text{huis} \in \text{huizen}} \min\{d(\text{huis}, \text{batterij}) : \text{batterij} \in \text{batterijen}\} = \text{€}53188$$

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing:

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €62017

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €62017

Kabels wel delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{h \in huizen} \min\{d(h, object)/2 : object \in batterijen \cup (huizen \setminus h)\}$$

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €62017

Kabels wel delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{h \in huizen} \min\{d(h, object)/2 : object \in batterijen \cup (huizen \setminus h)\} = \text{€}26809$$

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €62017

Kabels wel delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{h \in huizen} \min\{d(h, object)/2 : object \in batterijen \cup (huizen \setminus h)\} = \text{€}26809$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing:

Kabels niet delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{huis \in huizen} \min\{d(huis, batterij) : batterij \in batterijen\} = \text{€}53188$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €62017

Kabels wel delen

- Ondergrens efficiëntste oplossing:

$$\sum_{h \in huizen} \min\{d(h, object)/2 : object \in batterijen \cup (huizen \setminus h)\} = \text{€}26809$$

- Bovengrens efficiëntste oplossing: €30211

Methode

- Probleem erg groot
- Dus focus op iteratieve algoritmes
- Aan het begin: Eén huis één kabel
- Starten met random verdeling van huizen onder de batterijen

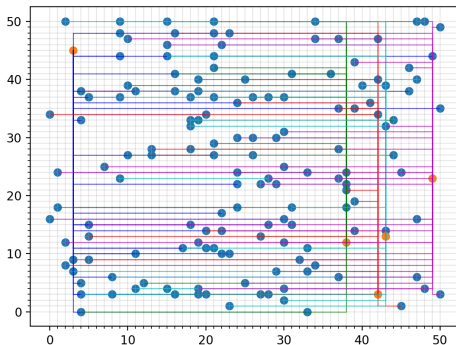
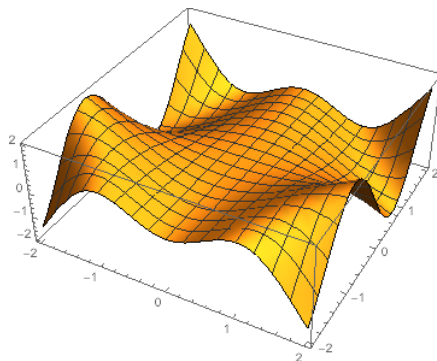


Figure: Random

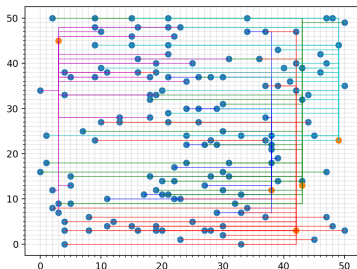
- Random is te duur!



- Misschien als wij de huizen met de dichtstbijzijnde niet volle batterij verbinden.

Methode - Greedy

- Greedy Algoritme
 - Kiest altijd de beste keuze van het moment
- Gekozen heuristiek:
 - Volheid van de potentiële volgende batterij
 - Afstand tussen huis en batterij



- Deze Greedy optimaliseert altijd naar een plek!

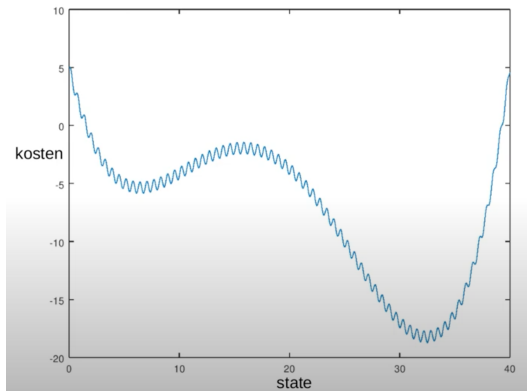
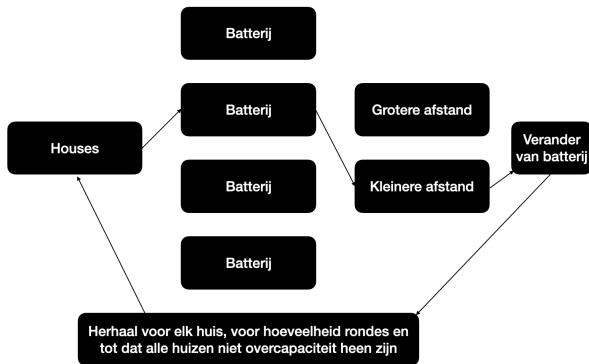


Figure: Bron: Annealing - YouTube Bas Terwijn

- Waar zitten we op deze grafiek?

- Hill Climber

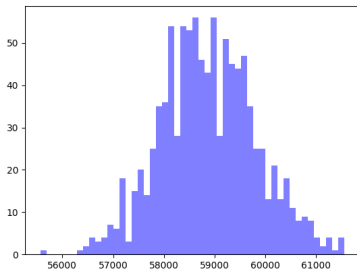
Creëert willekeurige start
verdeling van huizen
onder batterijen



- Heuristieken:

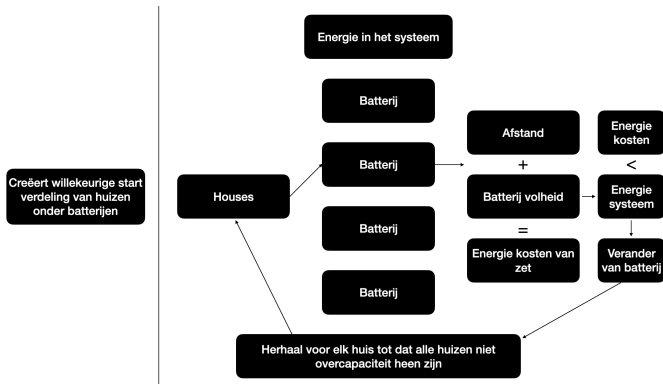
- Totale kosten van het aanleggen van de kabels
- Afstand van huis naar batterij

- Resultaten Hill Climber - Heuristiek: batterij-afstand



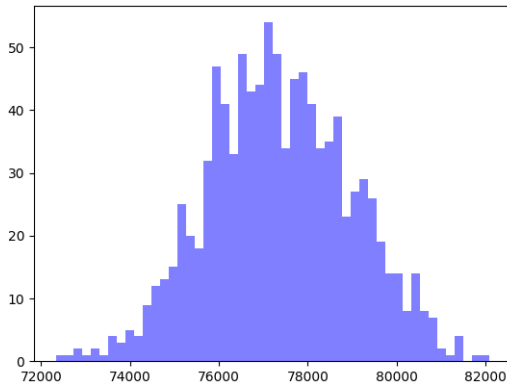
- Misschien als wij beide heuristieken combineren

- Simulated Annealing

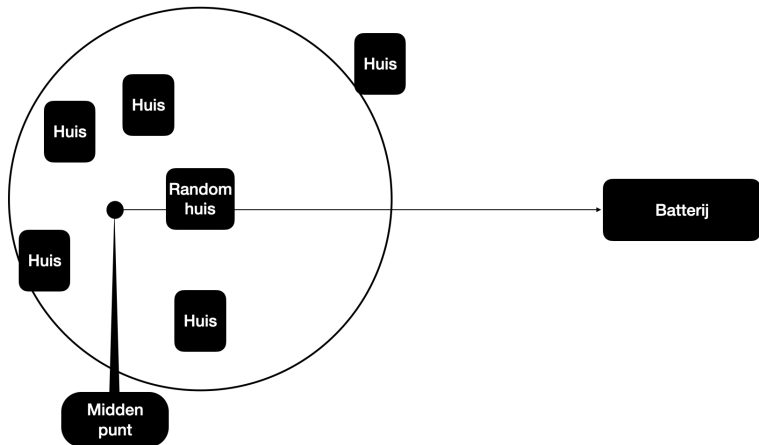


- Langzaam huizen naar dichtstbijzijnde batterijen nudgen.

- Simulated Annealing - resultaten



Methode - Kabels delen



Resultaten kables delen

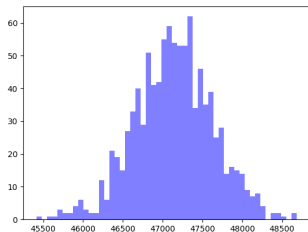


Figure: Greedy kables delen

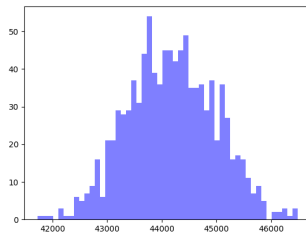


Figure: Hill Climber kables delen

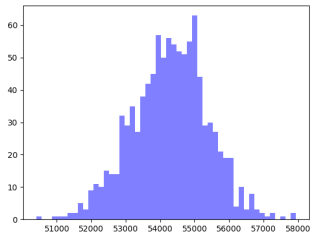


Figure: Simulated Annealing kables delen

- Sluit telkens op de goedkoopst mogelijke manier een huis aan op een punt dat al aangesloten is aan een batterij
- Als alle huizen aangesloten zijn, is er sprake van een overschrijding van batterij-capaciteit
- Verplaats nu telkens een huis van batterij met laagste kosten per verminderde batterij-capaciteit-overschrijding
- Doe hetzelfde, maar dan met verwisseling van huizen
- Resultaat: €30211

Resultaten - kosten niet delen

- Random: blauw
- Greedy: rood
- Battery capacity hill descent: groen
- Greedy, then hill climber: geel

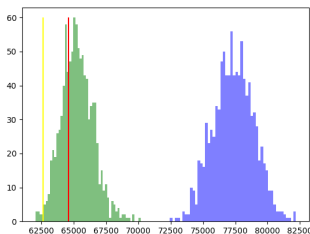


Figure: Kosten in histogram van de verschillende algoritmes (district 1)

Resultaten - kosten delen

- Greedy: blauw
- Optimum Deluxe: rood

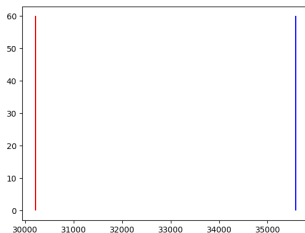
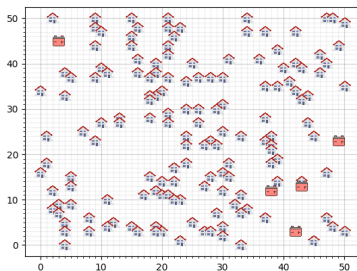


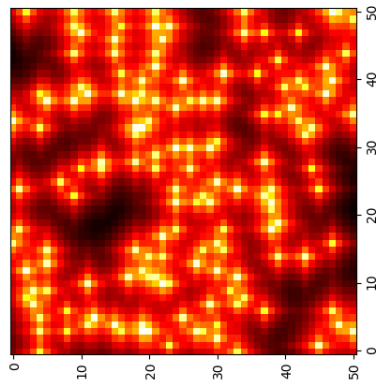
Figure: Kosten op de lijn van de verschillende algoritmes (district 1)

- Idee voor betere resultaten
- We nemen weer wijk 1 als voorbeeld



Future Research

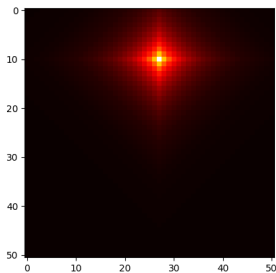
- We kunnen de huizen van wijk 1 in een heat map als volgt weergeven:



Het einde :)

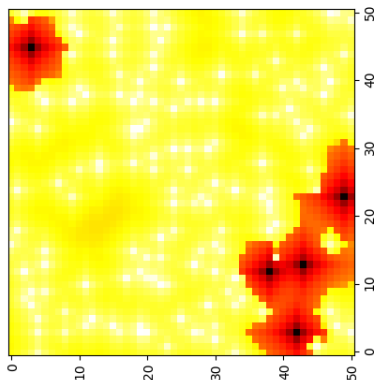
Bedankt voor de aandacht!

- één huis ziet er dan zo uit:



Future Research

- Neem als heuristiek de som van spanningen groter dan nul (batterijen kunnen de spanning absorberen).
- Met batterijen erbij, ziet het er zo uit:



Future Research

- Een kabel leggen aan een batterij, ziet er dan zo uit:

