

Ondergrondse interactie van WKO-systemen:  
Een optimaler gebruik van de ondergrond met simpele  
ontwerpregels.

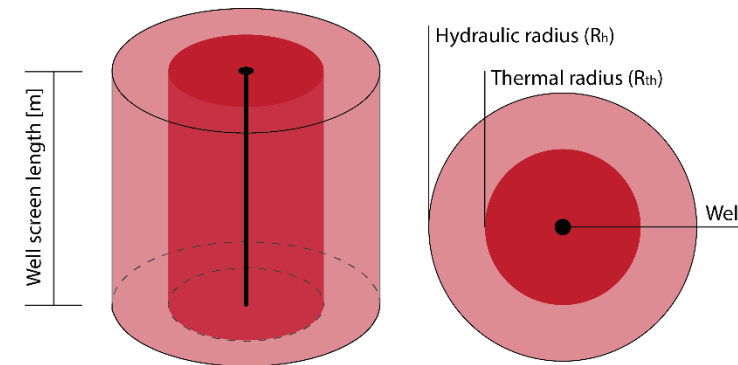
## Doel:

- Andere ontwerpregels bij het plaatsen van WKO bronnen (in gebieden met veel WKO-systemen)
  - Momenteel:
    - 3 maal de thermische straal ( $R_{th}$ ) tussen alle bronnen
  - Voorstel:
    - 3 maal de thermische straal ( $R_{th}$ ) tussen warme en koude bronnen
    - 0.5-1 maal de thermische straal ( $R_{th}$ ) van bronnen van dezelfde temperatuur
    - Gebruik voor deze afstanden de thermische straal van de grootste bron

$$R_{th} = \sqrt{\frac{V_s c_w}{c_{aq} \pi L}}$$

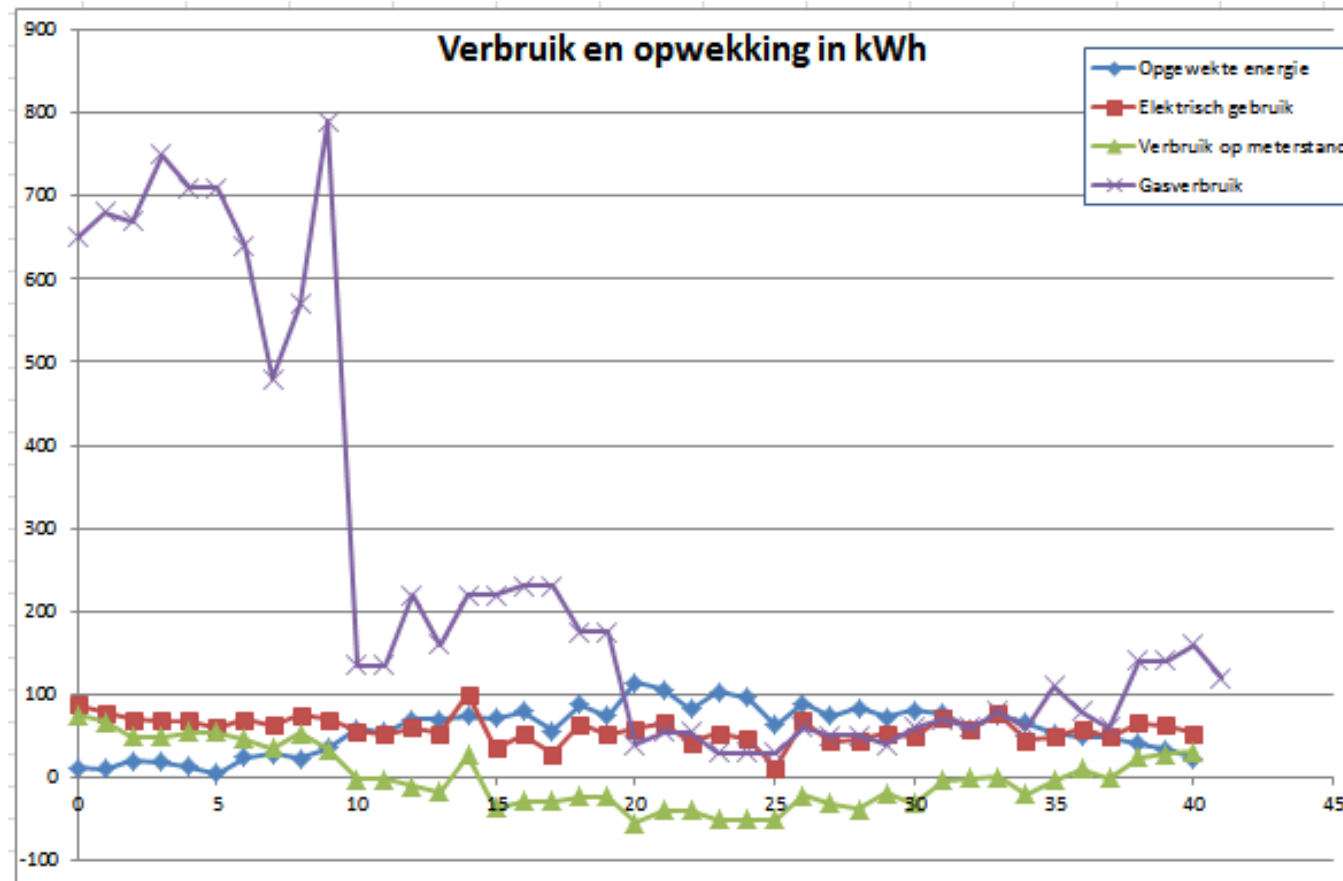
Nodig:

- Opslagvolume
- Lengte filter
- Karakteristieken ondergrond



# Aanleiding:

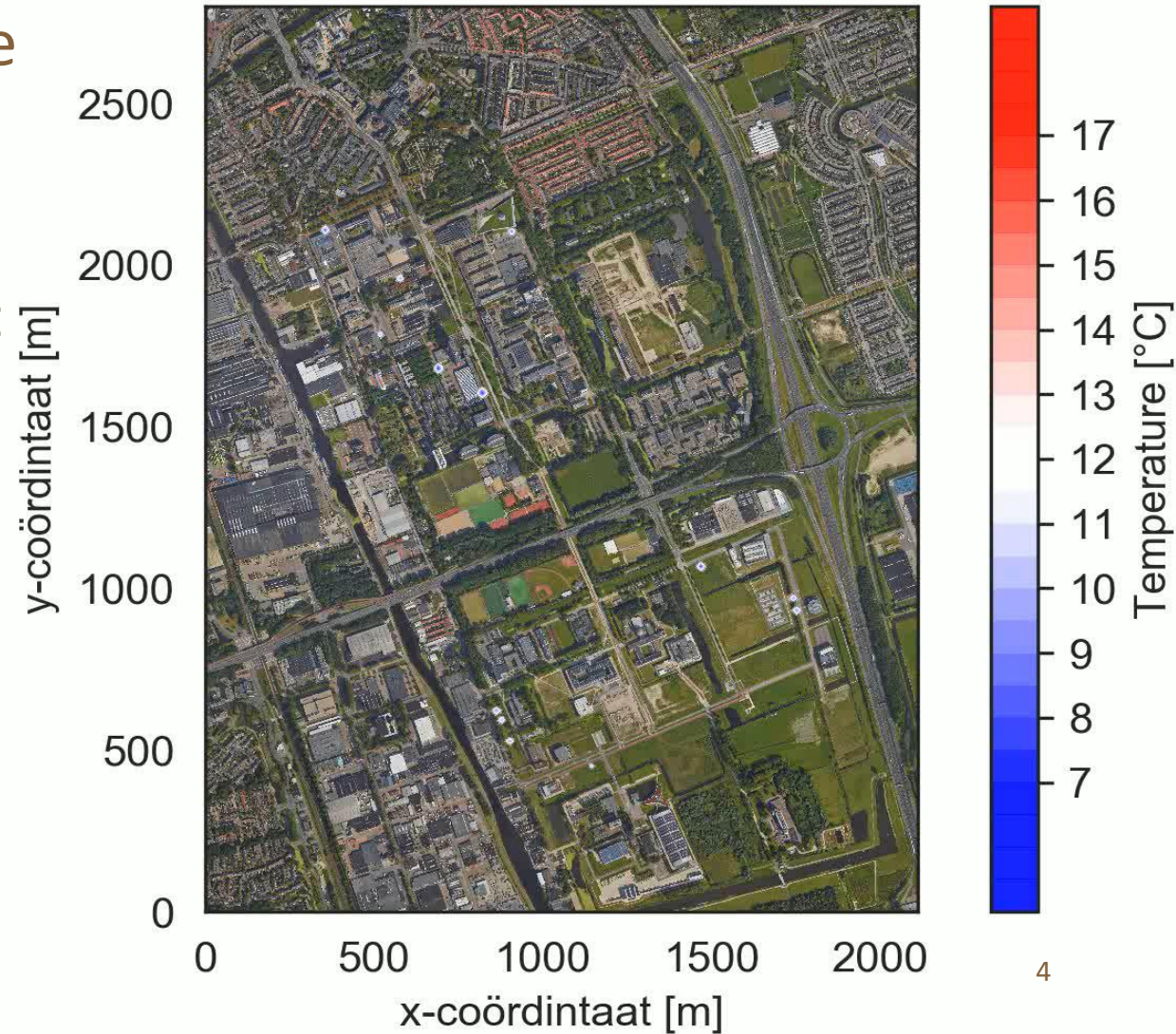
- Persoonlijke aanleiding: Warmte een groot deel van ons energiegebruik



# Aanleiding:

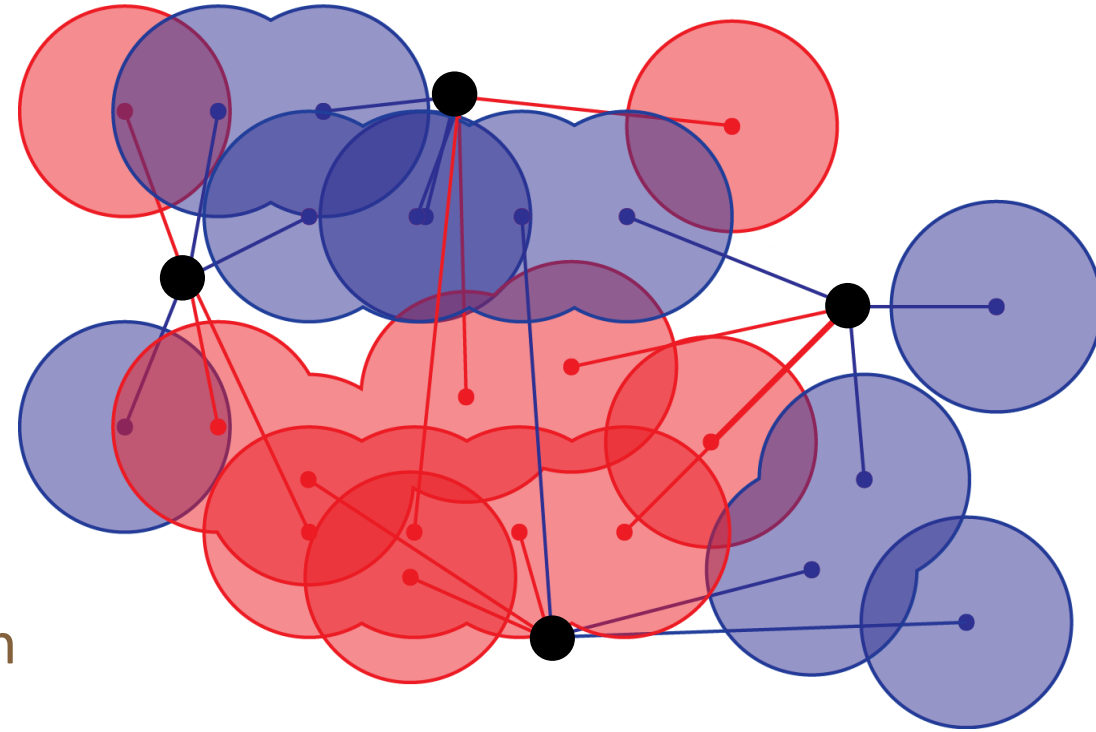
- WKO geschikt om duurzame warmte en koude te leveren
- Beschikbare underground beperk in een aantal gebieden. Onder andere:
  - Stationsgebied Utrecht
  - Ministeries Den Haag
  - TU Delft

Thermal zones of wells in 10



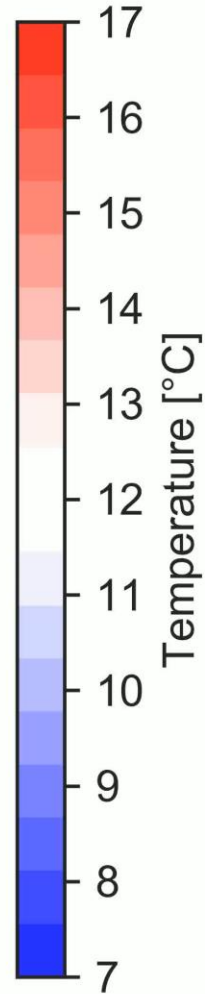
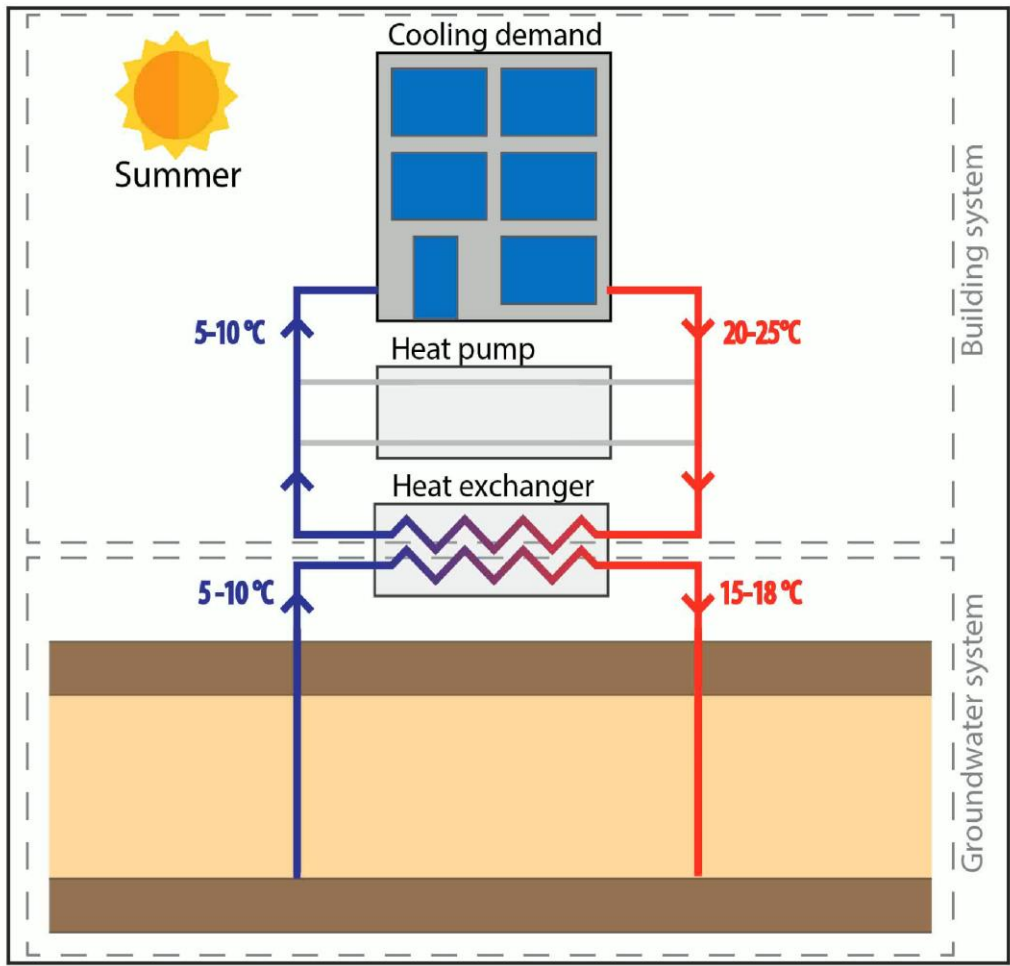
# Aanleiding:

- Ontwerpregels plaatsing WKO-bronnen
  1. Bepaalde afstand tussen alle bronnen
  2. Onderscheid in afstand tussen bronnen met dezelfde temperatuur, en in afstand tussen warme en koude bronnen
  3. Plaatsing bronnen in vooraf ingestelde 'lanen'
- Onderzoek gedaan:
  - Wat is het voordeel van Optie 2.
  - Verwachting: Voordeel voor aantal systemen dat je kan plaatsen. Geen nadeel of zelfs voordeel voor individuele systemen



# Werking WKO (ondergronds)

Thermal zone around wells

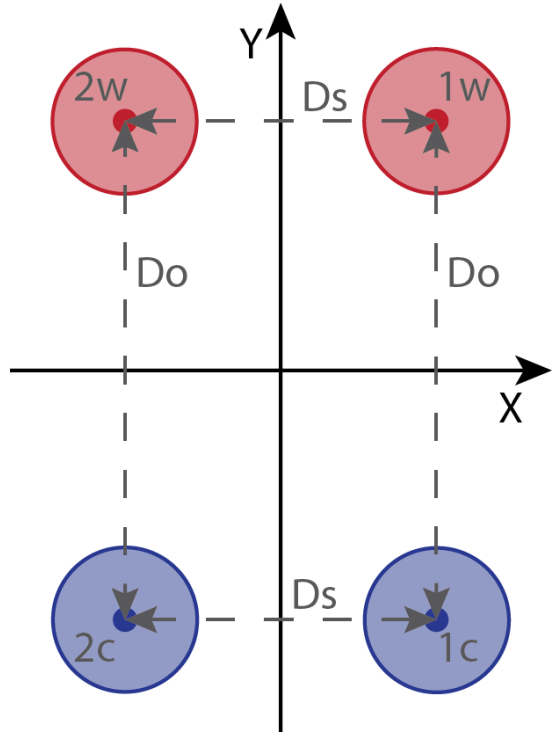


# Uitkomsten onderzoek:

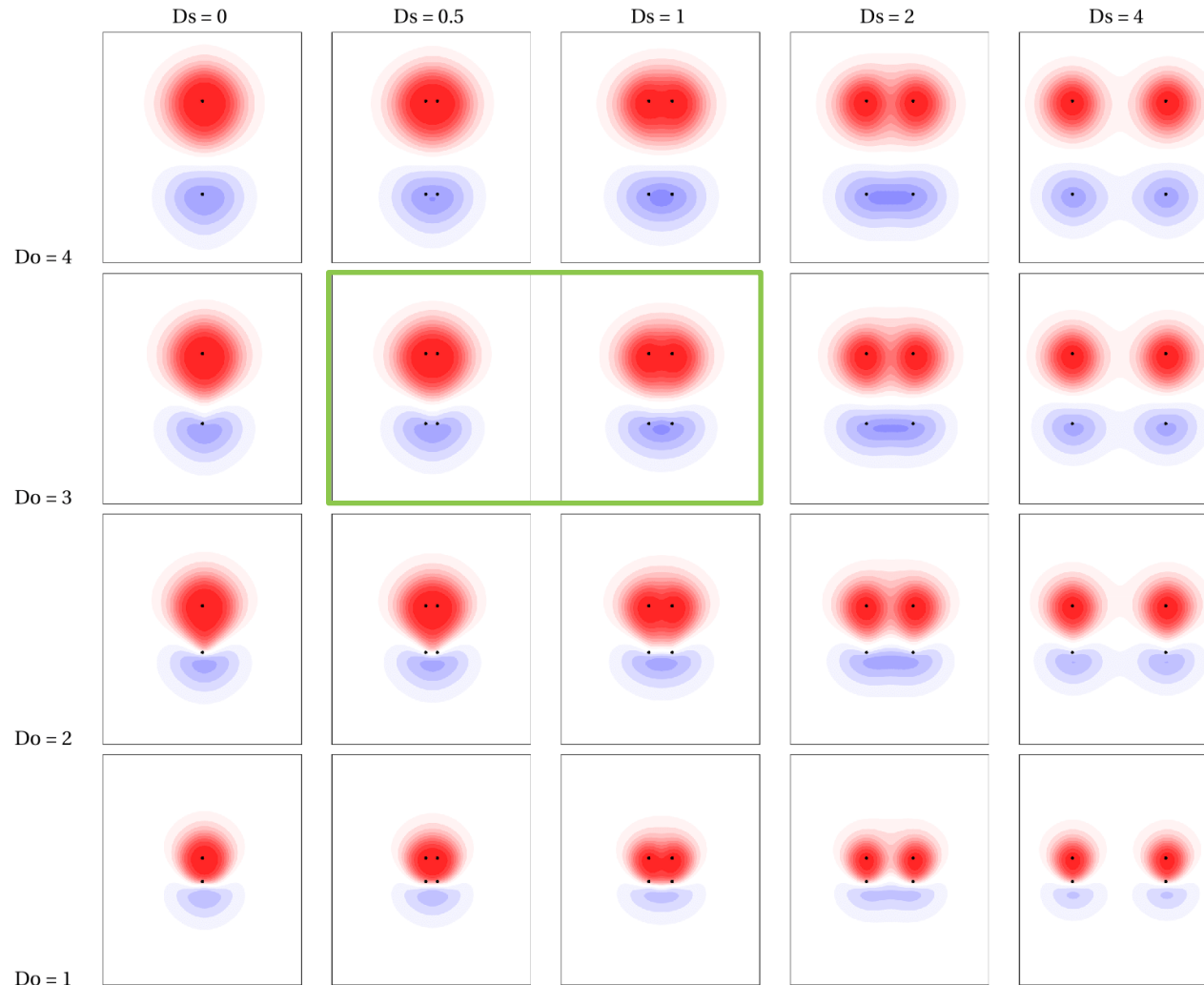
- Toepassen van nieuwe ontwerpreges leidt tot:
  - Meer bronnen die geplaatst kunnen worden in een bepaald gebied
  - Minder verliezen van warmte en koude naar de omgeving
    - Terugwinefficiëntie verhoogt met 8-20% voor bronnen met een opslag volume van 250.00 m<sup>3</sup>/jaar
    - Effect het grootst op koude bronnen: Directe koeling kan langer toegepast worden. Gebruik van de warmtepomp bij koeling kan voorkomen worden.
  - Vooral kleine WKO-systemen hebben veel aan ‘een goede buur’.
    - Terugwinefficiëntie verhoogt met 15-40% voor bronnen met een opslag volume van 50.00 m<sup>3</sup>/jaar
  - 0.5 maal de thermische straal nodig om negatieve effecten van verhoogde pompenergie te voorkomen

# Uitkomsten onderzoek:

2 doubletten, in rechthoek:



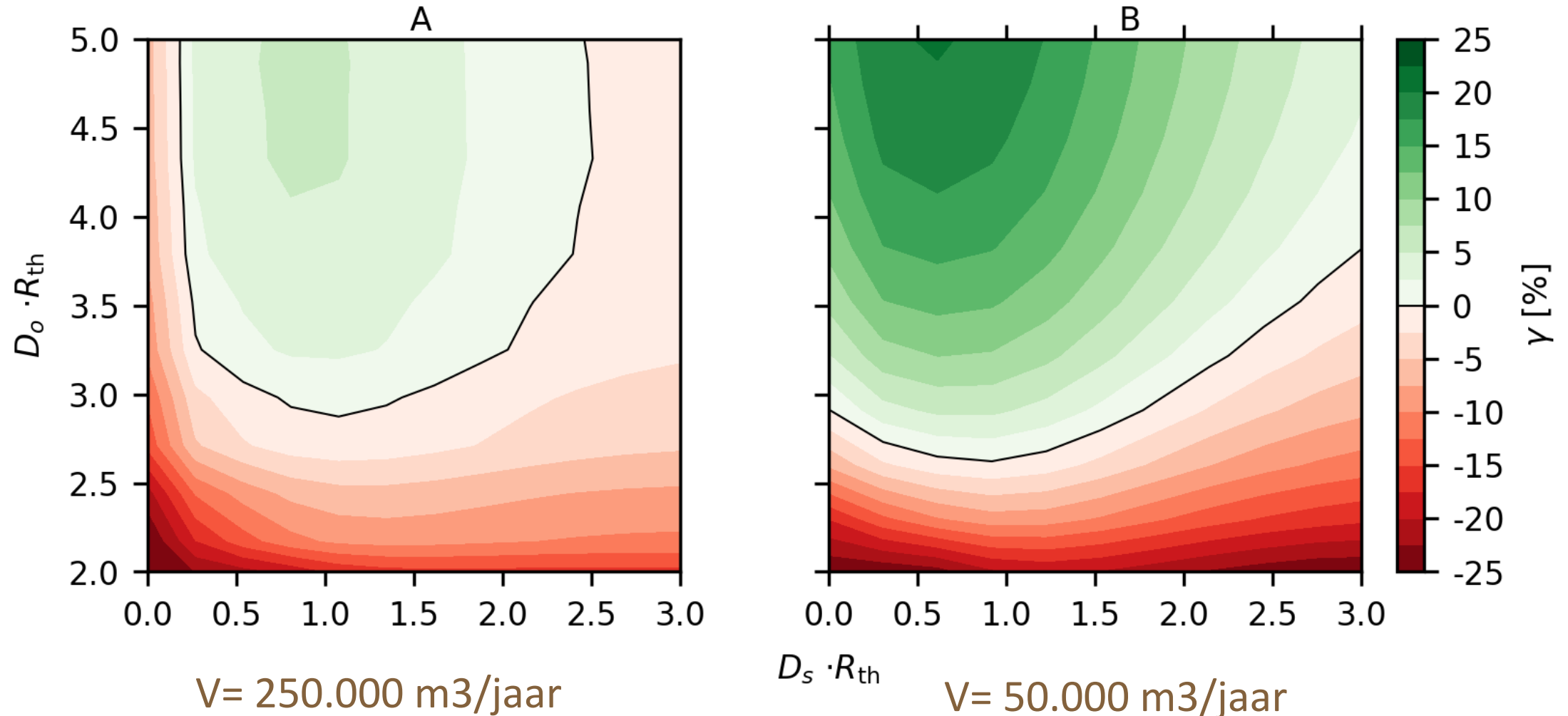
Ondergrond temperatuur aan het einde van de zomer:





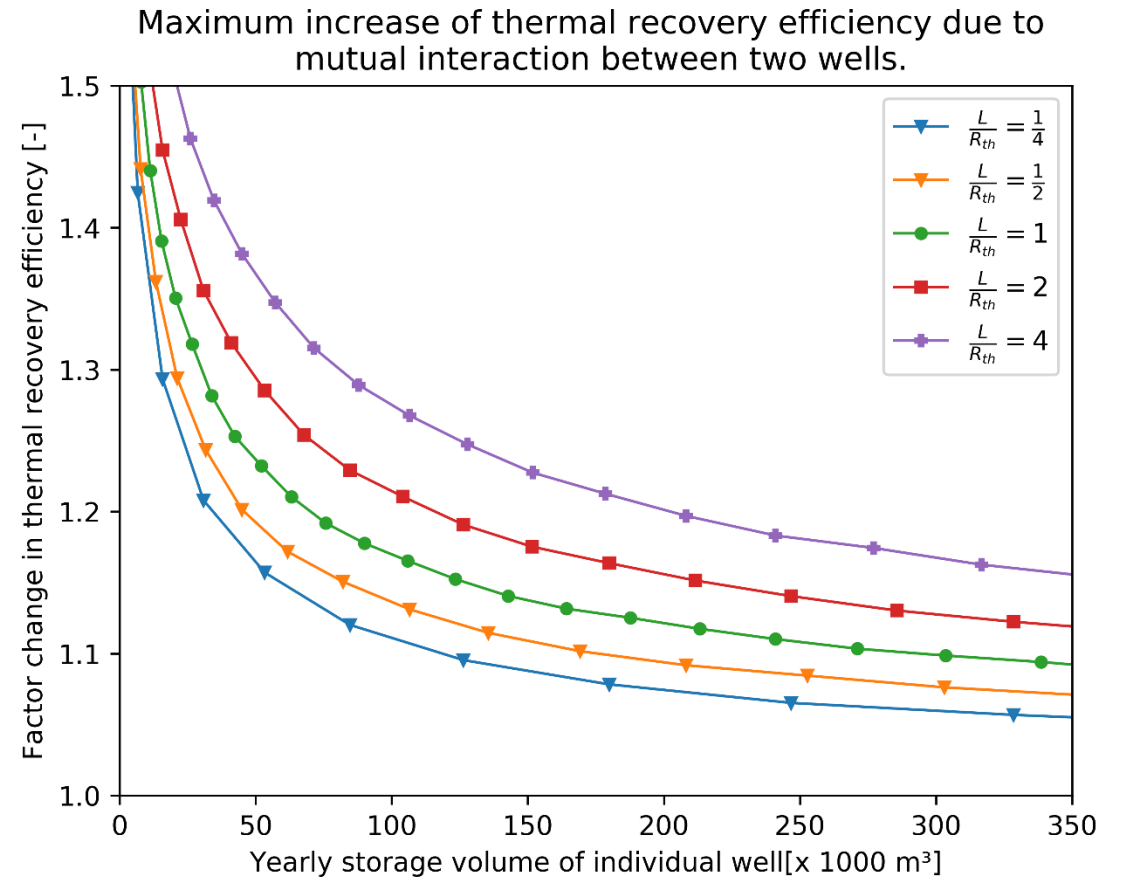
# Uitkomsten onderzoek:

Toename in opslagefficientie (COP) in de bodem (zonder warmtepomp).



# Uitkomsten onderzoek:

Invloed opslagvolume en  
lengte/breedte verhouding van de  
thermische zone op uitkomsten.



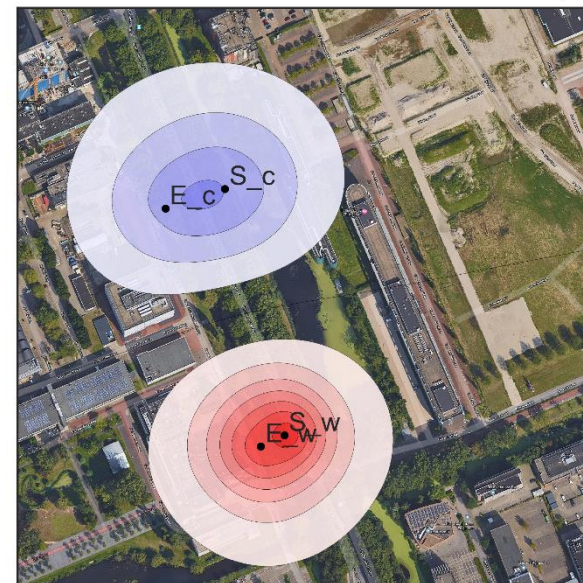
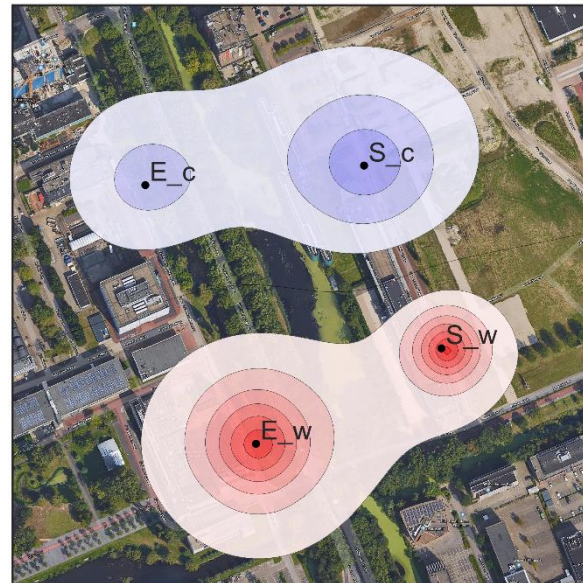
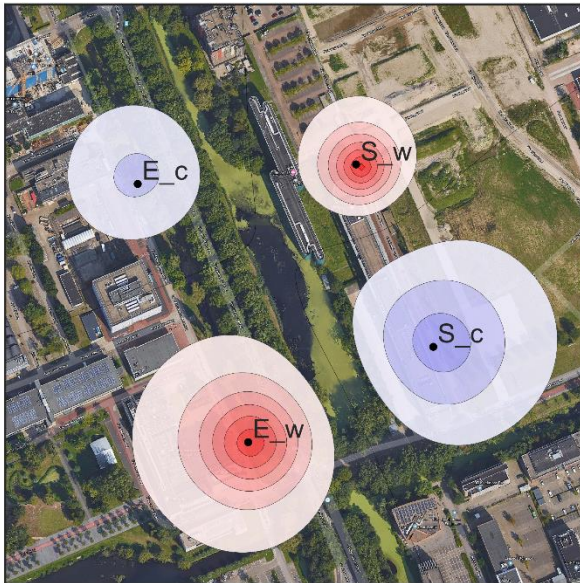
# Uitkomsten onderzoek:

- Overige aandachtspunten:
  - Onbalans
    - Geen probleem wanneer de een een koudeoverschot heeft, en de ander een warmteoverschot.
    - Wanneer 1 partij een kleine onbalans heeft is het geen probleem voor omliggende bronnen
    - Wanneer 1 partij een grote onbalans heeft, is dit nadelig voor andere bronnen
  - Achtergrondstroming grondwater
    - Rekening mee houden bij plaatsing. Bij grote achtergrondstraling is plaatsing in lanen de beste optie.
    - Kan gebruikt worden om warmte te verplaatsen naar de gewenste bron.

# Uitkomsten onderzoek:

Case study:

- Kantoorgebouw met warmteoverschot
- Woningen met koudeoverschot
- Conclusie: Ondergrondse uitwisseling warmte en koude mogelijk



# Aanbeveling:

- In een gebied met nog weinig WKO systemen: kijk naar individueel systeem
- In een druk gebied
  - Maak gebruik van lanen of andere vormen van WKO planning
  - Wanneer dit niet aanwezig is: gebruik minder strenge ontwerpregels
    - 3 maal de thermische straal ( $R_{th}$ ) tussen warme en koude bronnen
    - 0.5-1 maal de thermische straal ( $R_{th}$ ) van bronnen van dezelfde temperatuur
    - Gebruik voor deze afstanden de thermische straal van de grootste bron

## Contact:

- Rogier Duijff  
[Rogier.Duijff@dwa.nl](mailto:Rogier.Duijff@dwa.nl)

Meer weten over het onderzoek:

<https://ngwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gwat.13163>

<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:cf4bcee3-b775-4676-b683-0e38fabb70ee?collection=education>