

Resultaten onderzoek en ervaringen met het project OPTIGBES (gesloten systeem) te Hoogezand

Daniël Bakker

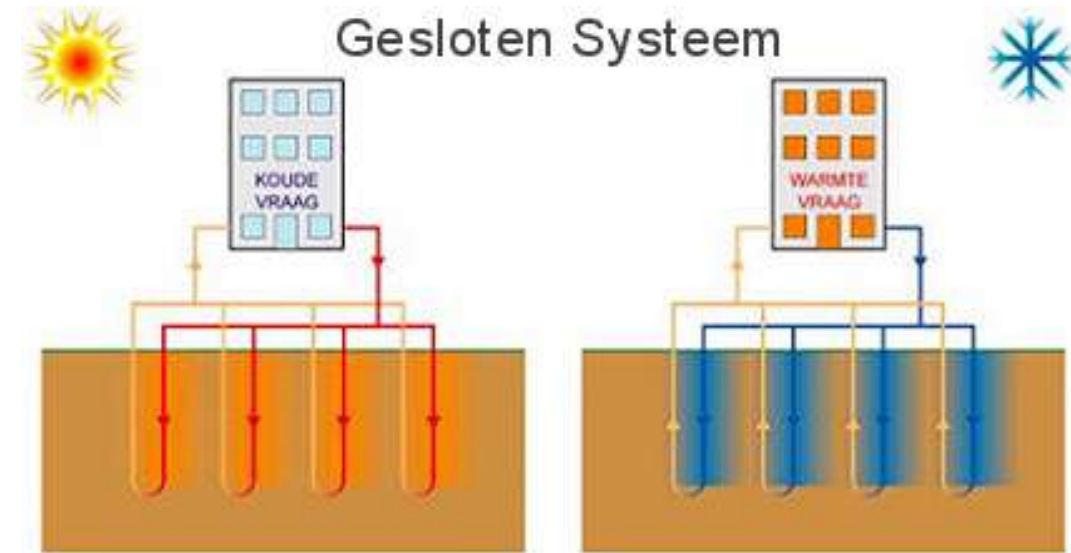
Korte Intro

- Studie aardwetenschappen (geologie) in Utrecht
- Groenholland Geo Energiesystemen in Amsterdam
- Adviesbureau op het gebied van gesloten bodemenergie (GBES)
 - Ontwerpen systemen (ondergronds) en modelberekeningen
 - Advies inzake regelgeving GBES in Nederland
 - Cursussen via branchevereniging
 - Europese onderzoeksprojecten

Gesloten bodemenergie

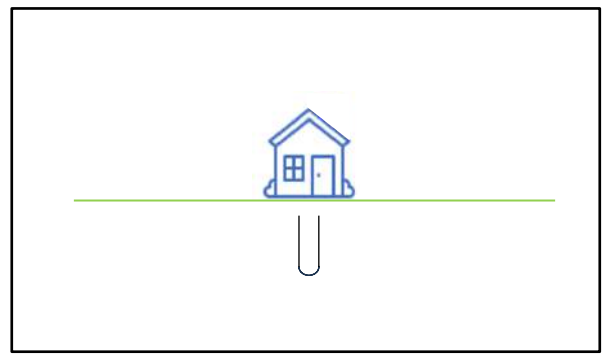
Belangrijkste kenmerken

- Al ruim 25 jaar toegepast in Nederland
- Onttrekking van **warmte** en **koude** door circuleren vloeistof binnen gesloten circuit van leidingen in bodem
- Over het algemeen verticaal uitgevoerd, tot dieptes tot 300 m
- Warmteoverdracht door geleiding, geen grondwateronttrekking
- Bodemzijdig leidingcircuit gekoppeld aan warmtepomp en evt. regeneratievoorzieningen

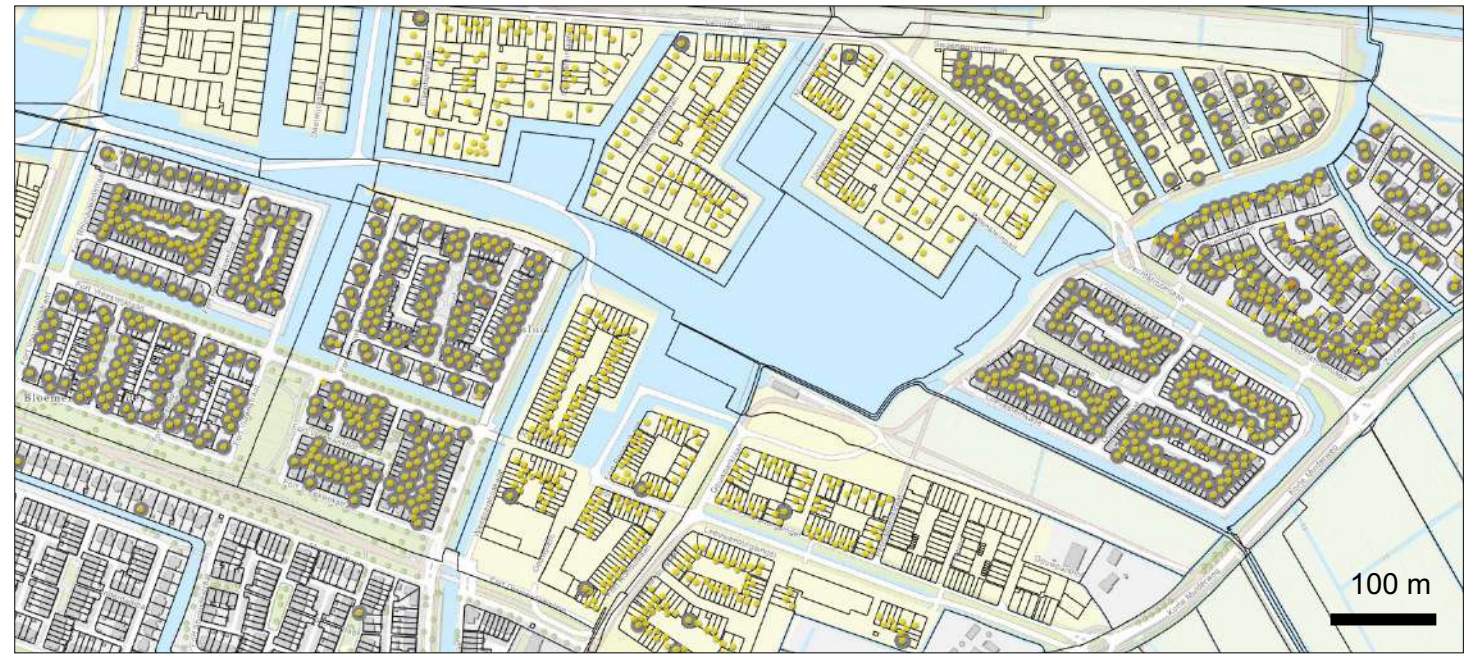


Gesloten bodemenergie

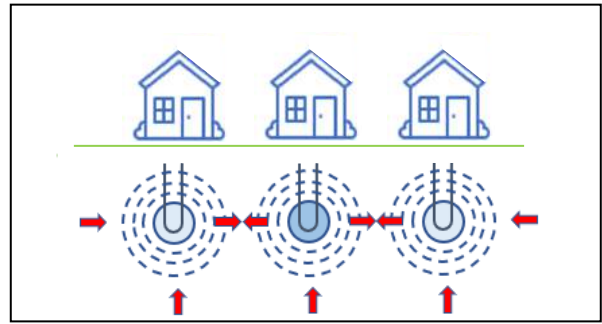
- Toepasbaar voor enkele woning..



..maar ook op grotere schaal



Waarbij rekening gehouden zal moeten worden met onderlinge effecten (interferentie)



Toepassing appartementencomplexen

Speciaal geval hierin zijn appartementencomplexen:

- Meerdere woonlagen (hoge energievraag per m²)
- Vaak relatief weinig extra ruimte rond gebouw
- Mogelijk veel boringen dicht op elkaar en tot grote diepte

>> Goed ontwerp essentieel voor haalbaarheid / betaalbaarheid van project



Toepassing appartementencomplexen

Mogelijkheden voor type ontwerp:

- Volledig collectief (gezamenlijk bronnenveld, centrale WP)
- Bronzijdig collectief (gezamenlijk bronnenveld, individuele WP's)
- Klein collectief (gezamenlijk bronnenveld per 5-6 appartementen, Individuele WP's)
- Individueel (ieder appartement eigen bron en WP)

In alle gevallen is duidelijk beeld gebruik (energievraagpatroon) bewoners van belang

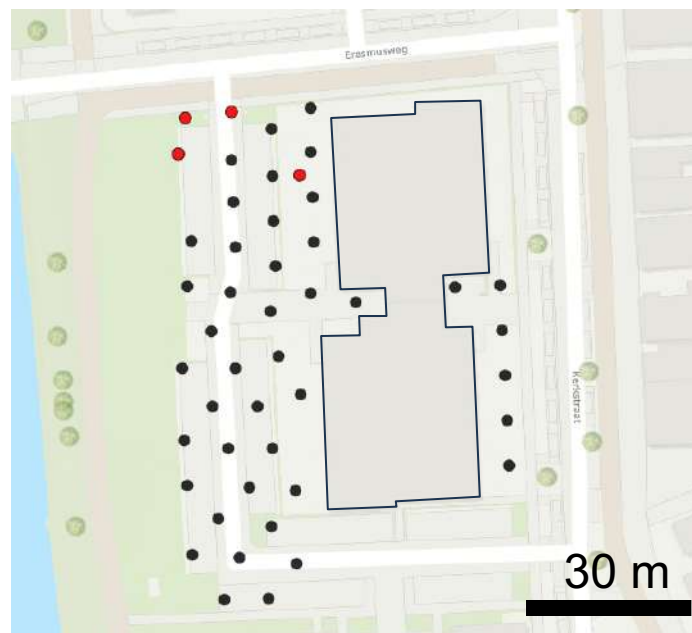
Met name laatste twee opties vergen ook goede methode om effecten tussen verschillende wisselaars in de bodem te bepalen



Voorbeeld: TKI project OPTIGBES

Projectspecificaties:

- Appartementencomplex in Hoogeveen (Groningen)
- 46 Appartementen, verdeeld over 6 woonlagen
- Ieder appartement een eigen bron + WP
- Operationeel sinds zomer 2021



Uitgangspunten ontwerp OPTIGBES

Energievraagpatroon voor alle appartementen:

- Ruimteverwarming: 5.0 MWh per jaar
- Tapwater: 1.6 MWh per jaar
- Koeling: 1.2 MWh per jaar
- Vermogen warmtepomp: 4 kW

Eigenschappen bodem:

- Warmtegeleiding bodem: 2.0 W/mK
- Temperatuur ondergrond: 13.3 °C

Resultaat ontwerp:

- Ieder app één wisselaar tot 130 m -mv



Doelen project OPTIGBES

Wat houdt het project in:

Ontwerp gebouwszijdig

- Monitoring energievraagpatronen: komen deze overeen met uitgangspunten ontwerp?

Ontwerp bodemzijdig

- Uitvoeren TRT-tests: komen thermische eigenschappen bodem overeen met inschatting?
- Monitoring thermische effecten op afstand tussen wisselaars: komen deze overeen met wat berekend kan worden met huidig toegepaste software?

Realisatiefase

- Uitvoeren declinatiemetingen boorgaten: hoeveel verschil ten opzichte van aanname precies verticaal?

Indien de praktijk afwijkt van de theorie: wat kunnen we hier van leren? Wat kan verbeterd worden?

Deltares

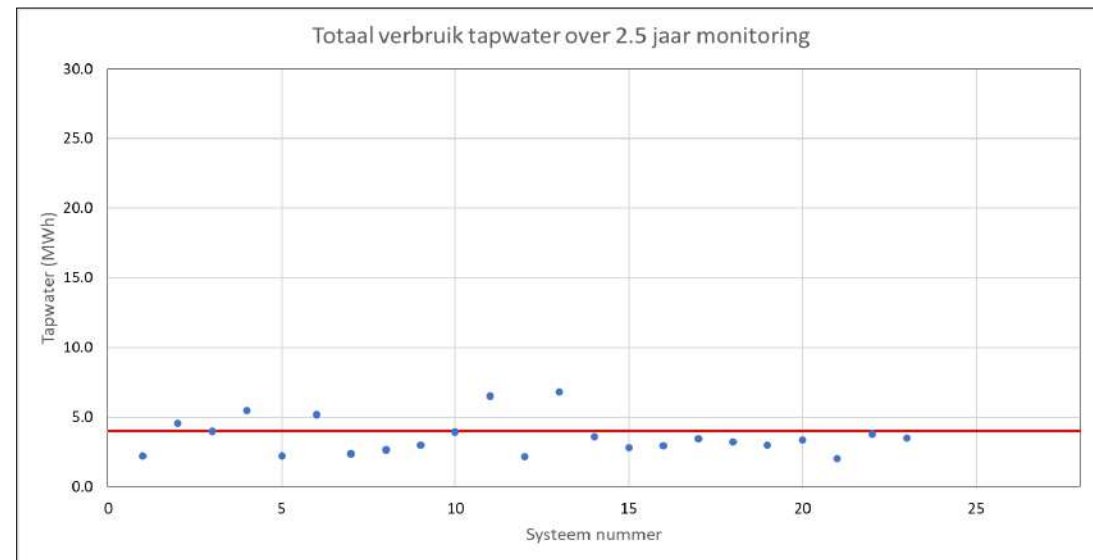
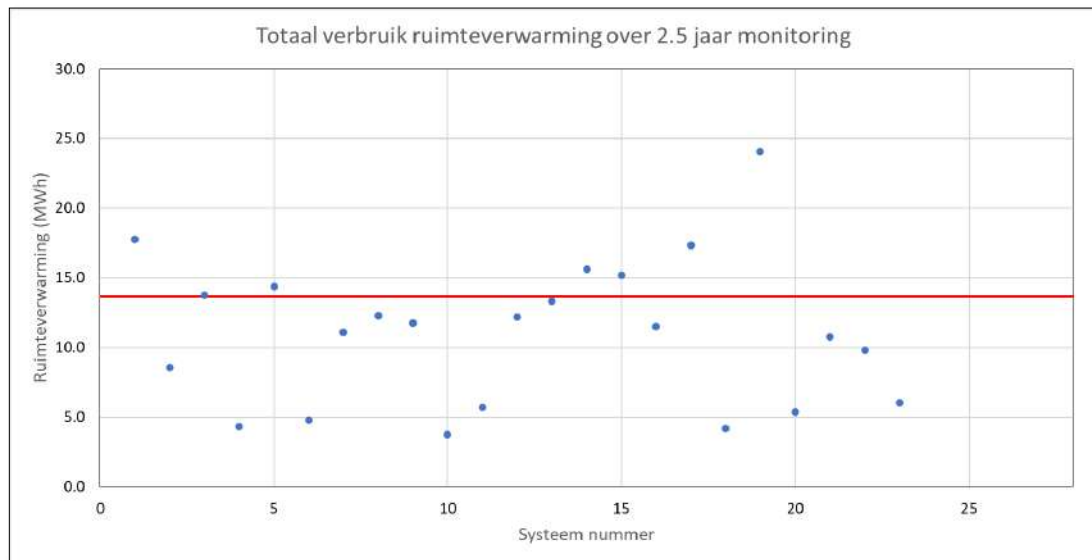
NATHAN
driven by knowledge

KWR

GEO ENERGY SYSTEMS
GROENHOLLAND

Voorlopige resultaten energievraagpatroon

Data monitoring afgelopen 2.5 jaar laat zien:



Grote verschillen tussen gebruikers wat betreft ruimteverwarming.

Gemiddeld is werkelijk verbruik ruimteverwarming over het algemeen lager dan originele ontwerpwaarde
>> Ontwerpwaardes vaak gebaseerd op extreme klimatologische jaren

Voor tapwater kleinere verschillen

Mogelijke implicaties ontwerp

Versimpelde analyse op basis van één ontwerp voor het hele gebouw:

- Eén collectief wisselaarsveld met 8 m tussenafstand
- Totale energievraag van alle 46 appartementen

Minimale temperatuur aan het einde van de ontwerpsimulatie (25 jaar) bij originele jaarlijkse energievraaggegevens = 2.5 °C

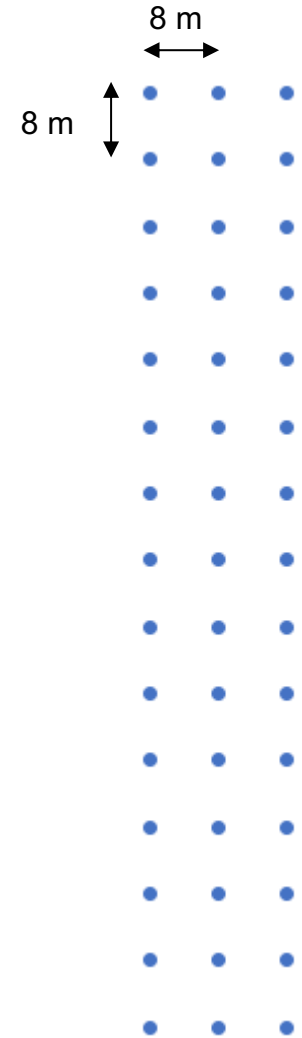
Resultierend verschil:

Scenario	Min. temp einde simulatie
Gemiddelde van energievragen monitoring	3.8 °C

Hogere temperatuur >> beter rendement

Of

Ontwerp aanpassen voor hetzelfde rendement maar minder boormeters (-12%)



Resultaten thermische eigenschappen bodem

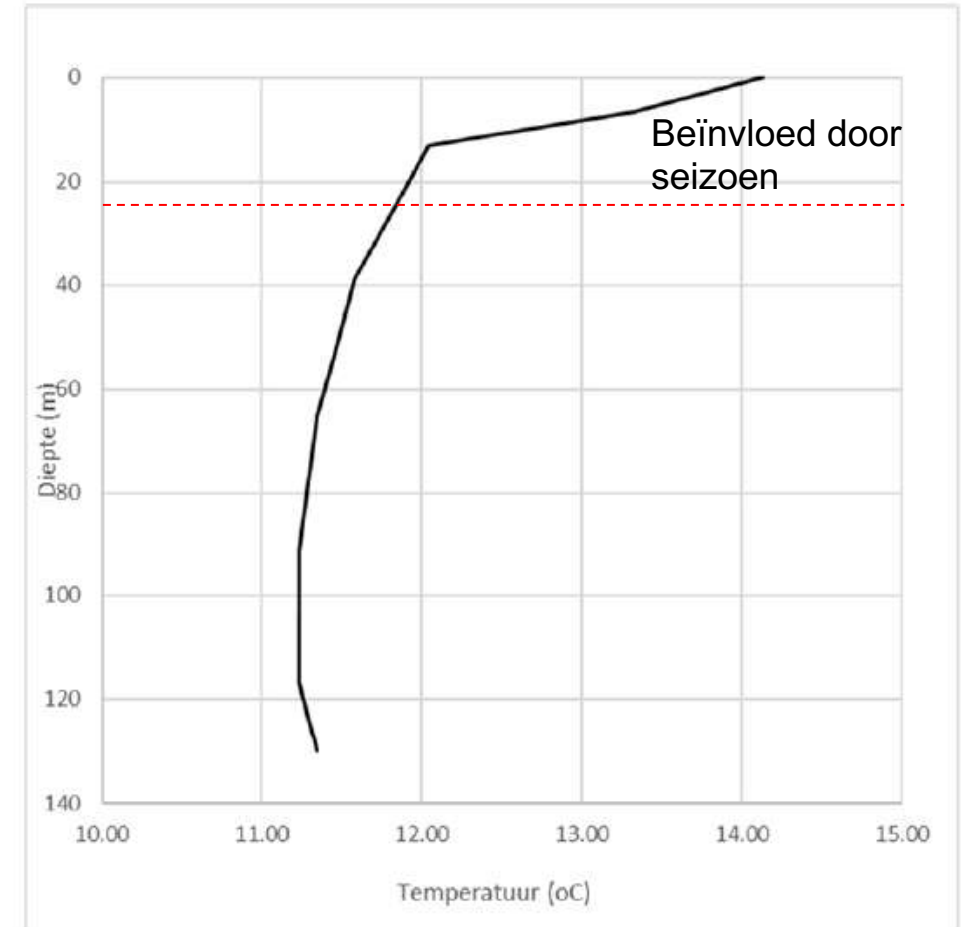
Belangrijkste bevindingen TRT's:

- Warmtegeleiding bodem: $\pm 3.0 \text{ W/mK}$

>> **significant hoger dan aangenomen**

- Bodemtemperatuur: op grotere dieptes (buiten seizoensmatige invloed) relatief stabiel en tot 130 m –mv gemiddeld ca. 11.4

>> **significant lager dan aangenomen**



Mogelijke implicaties ontwerp

Versimpelde analyse op basis van één ontwerp voor het hele gebouw:

- Eén collectief wisselaarsveld met 8 m tussenafstand
- Totale energievraag van alle 46 appartementen

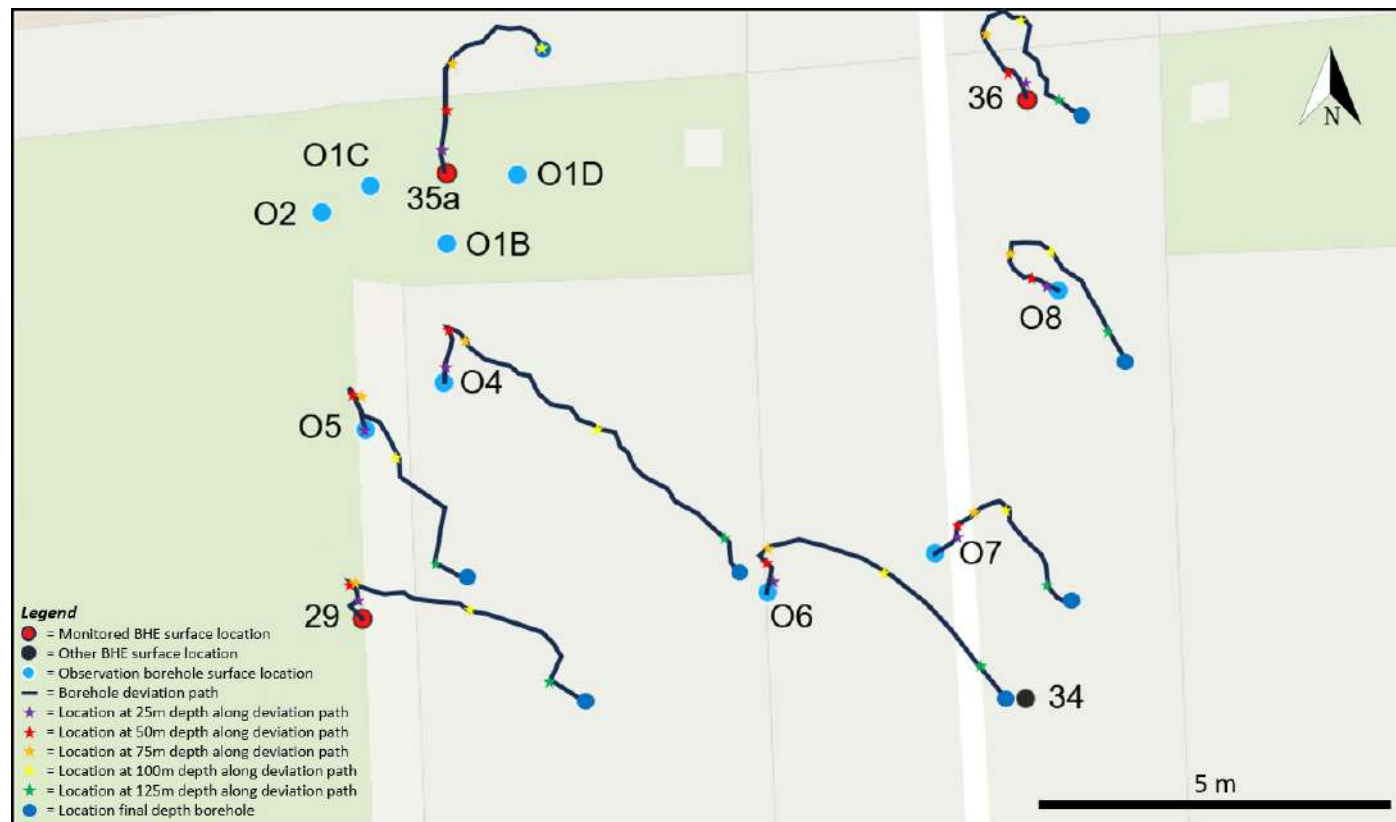
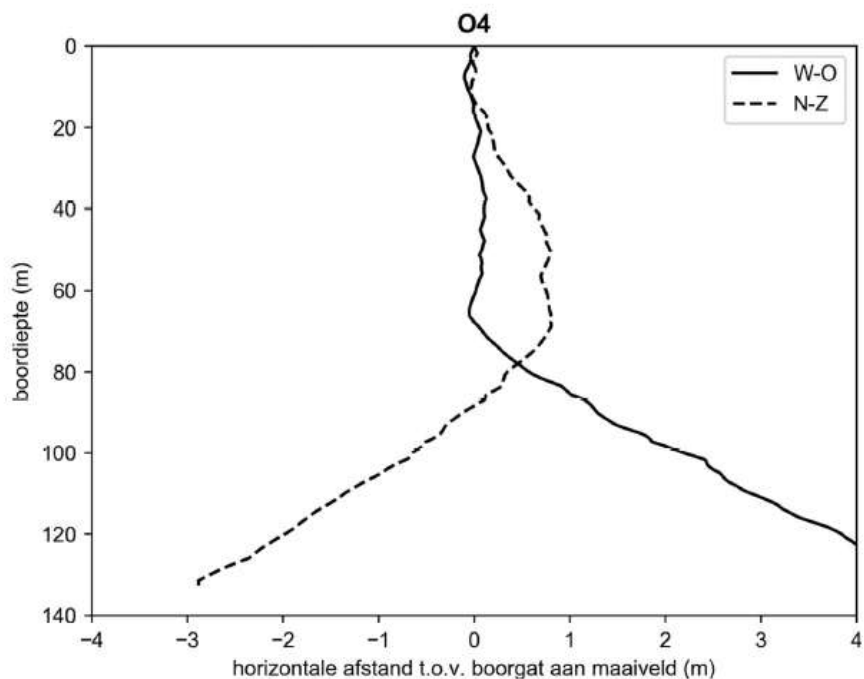
Minimale temperatuur aan het einde van de ontwerpsimulatie (25 jaar) bij originele jaarlijkse energievraaggegevens = 2.5 °C

Resulterende verschillen:

Scenario	Min. temp einde simulatie	Vershil boormeters bij gelijk rendement
Warmtegeleiding hoger	3.4 °C	-10 %
Bodemtemperatuur lager	0.6 °C	+25 %
Warmtegeleiding hoger en bodemtemperatuur lager	2.4 °C	+2%



Resultaten declinatiemetingen



Uitgevoerd voor enkele wisselaars en observatieboorgaten

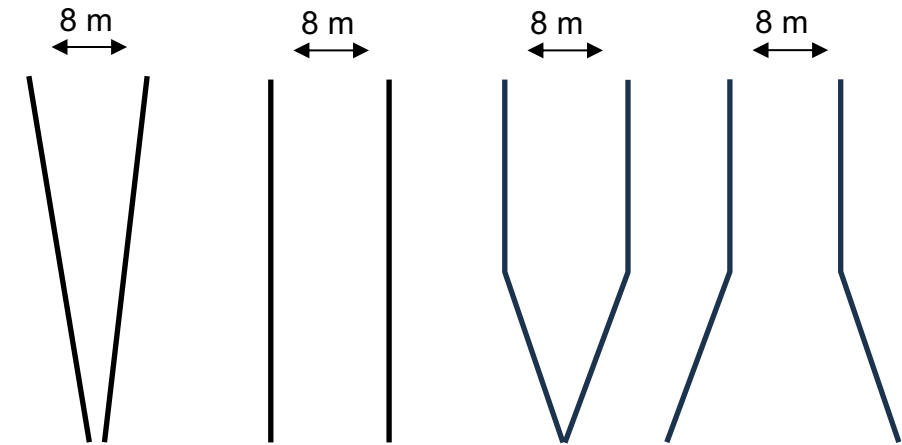
In worst-case op 130 m diepte uiteindelijk ca. 5 m afwijking van originele locatie aan maaiveld

Mogelijke implicaties ontwerp

Lastiger om effect te zien bij groot collectief ontwerp, daarom simpele analyse op basis van 2 wisselaars:

- 2 wisselaars met 8 meter tussenafstand
- Totale energievraag van 2 appartementen

Minimale temperatuur aan het einde van de ontwerpsimulatie bij originele jaarlijkse energievraaggegevens = 6.0 °C



Resulterende verschillen:

Scenario	Gemiddelde afstand tussen boringen	Min. temp einde simulatie
Deviatie 5 m in elkaars richting vanaf halverwege	5.7 m	n.v.t. >> systeem lek
Deviatie 4m in elkaars richting vanaf halverwege	5.9 m	5.9 °C
Deviatie 4m andere kant op vanaf oppervlak	4.0 m	5.8 °C
Deviatie 4m andere kant op vanaf halverwege	10.1 m	6.1 °C

Resultaten langjarige temperatuur effecten op afstand

Hier wordt nog aan gewerkt!

Project loopt tot zomer 2024

In aankomende maanden zullen er workshops
georganiseerd worden op basis van de volledige resultaten



Lessons learned

- **Gesloten bodemenergie is robuuste techniek die al op grote schaal wordt ingezet voor verschillende soorten projecten door heel Nederland.**
- **Ook bij project Hoogezand geen klachten over technisch / energetisch functioneren van de GBES vanuit gebruikers en beheerder.**
- **Ruimte voor optimalisatie/kostenbesparing door verbreding kennis >> OPTIGBES**
Bij alle soorten projecten zijn juiste uitgangspunten bij thermisch ontwerp van belang. Waarbij:
 - Invloed verwachte energievraagpatronen op uitkomsten ontwerpberekeningen groot is.
 - Invloed gebruikte thermische parameters bodem groot is.
 - Invloed afwijkende boortrajecten minder groot is.
(Risico op aanboren andere lussen moet echter natuurlijk worden geminimaliseerd)

Binnen het project worden bevindingen verder vertaald naar aanbevelingen richting het SIKB Protocol 11001

Vragen

Dank voor de aandacht!