GHEtool berekeningsrapport

VDS Galileistraat Hilversum VO v2



13/08/26

Gelicentieerd rapport door:

Plas Consultancy

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 2

1. Introductie 3

1.1 Opbouw van het rapport 3

2. Samenvatting van de simulaties 4

2.1 Optie 1 4

3. Resultaten 5

3.1 Optie 1 5

4. Appendices 11

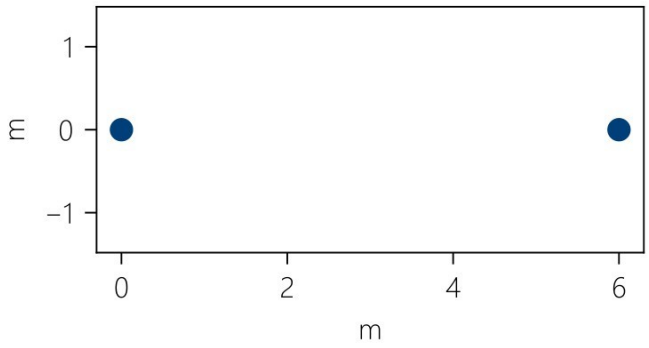
4.1 Ontwerpdata - Optie 1 11

1.1 Opbouw van het rapport

Eerst wordt in hoofdstuk 2 een samenvatting van alle simulaties gegeven. In hoofdstuk 3 worden de verschillende simulatieresultaten gepresenteerd en besproken. Hoofdstuk 4 bevat bijlagen met meer gedetailleerde informatie.

2.1 Optie 1

Input



Aantal boringen: 2

Gemiddelde minimum boorgatafstand: 6,0 m

Boorgatdiepte (t.o.v. maaiveld): 99,0 m

1 x U-lus DN40 PN16

30,0 v/v% MPG

SCOP verwarming: 5,11; SEER koeling: 26,00; SCOP SWW: 3,10

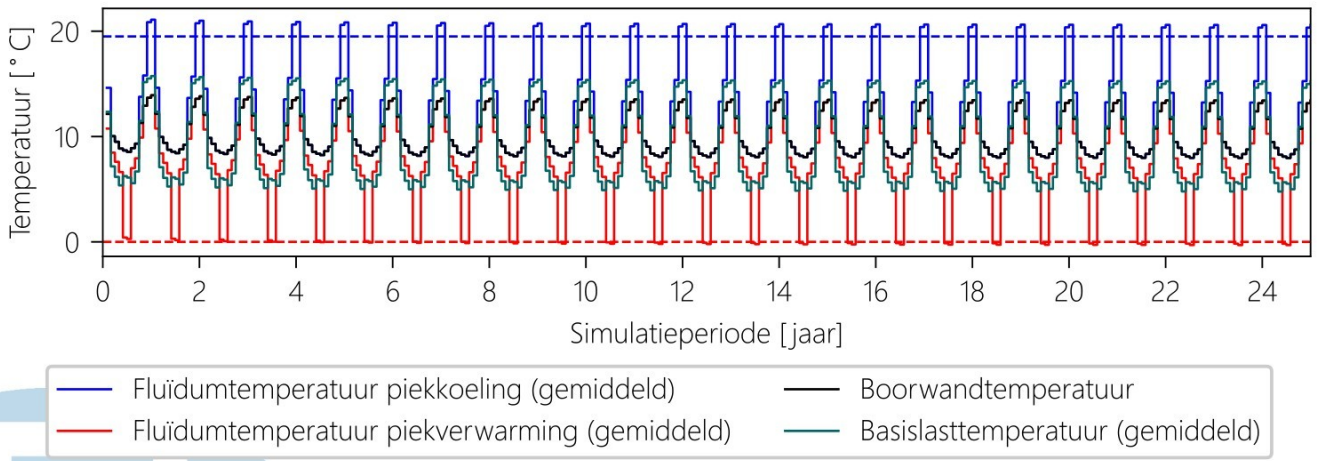
Gebouwzijdige vraag	Jaarlijkse belasting	Piekvermogen
Warmtevraag	10 500 kWh/j	7,0 kW
Sanitair warmwatervraag	3 780 kWh/j	-
Koudevraag	5 100 kWh/j	5,1 kW

Resultaten

Effectieve thermische boorgatweerstand (extractie): 0,2291 m·K/W, Reynolds-getal: 1 221 (laminair)

Effectieve thermische boorgatweerstand (injectie): 0,2345 m·K/W, Reynolds-getal: 1 764 (laminair)

Maximale gemiddelde fluïdumtemperatuur: 21,09 °C, minimale gemiddelde fluïdumtemperatuur: -0,31 °C



3.1 Optie 1

In de eerste subsectie worden de scenariospecifieke invoerparameters besproken. Vervolgens worden de simulatieresultaten toegelicht.

3.1.1 Input

Algemene simulatie-instellingen

De scenario's in dit rapport zijn gesimuleerd over een periode van 25 jaar, beginnend in september. De minimale en maximale gemiddelde vloeistoftemperaturen waren respectievelijk 0,00 °C en 19,50 °C. De simulaties zijn uitgevoerd met GHEtool Cloud v2.7.1.4.

Grondgegevens

De ondergrond wordt gemodelleerd als één homogene laag met een gemiddelde thermische geleidbaarheid van 2,00 W/(m·K) en een volumetrische warmtecapaciteit van 2,40 MJ/(m^3·K). Dit betekent dat de grondeigenschappen als constant worden aangenomen, ongeacht de diepte.

Er wordt rekening gehouden met een temperatuurgradiënt in de ondergrond. Op basis van een geothermische flux van 0,06 W/m^2, een oppervlaktetemperatuur van 10,50 °C en de thermische geleidbaarheid van de bodem kan de gemiddelde bodemtemperatuur voor elke boorgatdiepte worden berekend. Zo is de gemiddelde bodemtemperatuur bijvoorbeeld 11,23 °C op 49 m en 11,97 °C op 98 m.

Let op: bij het berekenen van de bodemeigenschappen worden zowel de boorgatdiepte als de deklaag in rekening gebracht. Dit betekent dat de gemiddelde grondeigenschappen, zoals waargenomen door het boorgat, worden berekend vanaf de deklaag tot aan de volledige boorgatdiepte. De zone boven de deklaag wordt niet meegerekend.

Boorveldconfiguratie

De simulaties zijn uitgevoerd met een boorveld bestaande uit 2 boringen, met een gemiddelde deklaag van 1,00 m, een gemiddelde boorgatdiepte van 99,00 m en een gemiddelde boorgatlengte van 98,00 m. Dit resulteert in een totale boorgatlengte van 196,00 m.

De minimale gemiddelde afstand tussen boringen bedraagt 6,00 m. Dit wordt gedefinieerd als het gemiddelde van de kleinste afstanden tussen de middelpunten van alle paren van boorgaten in het boorveld.

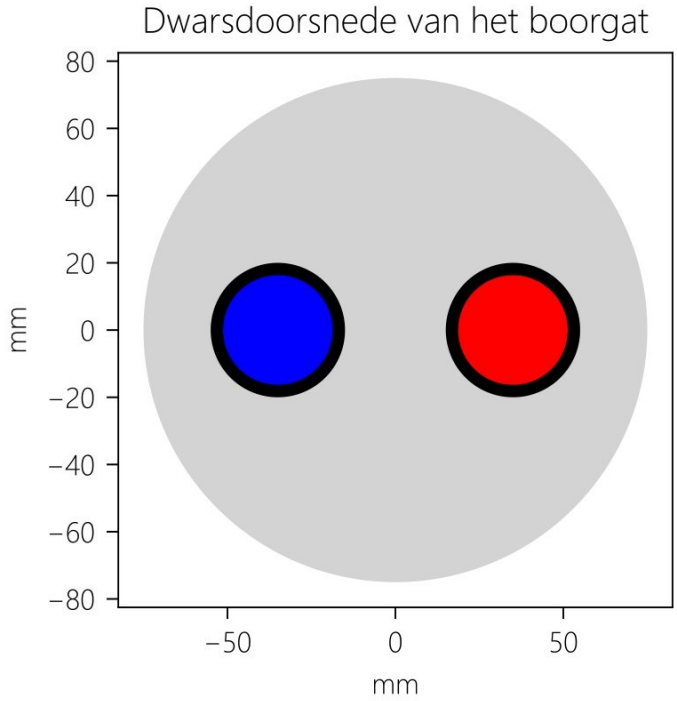
(De boorgatdiepte wordt gedefinieerd als het verticale verschil tussen het maaiveld en het diepste punt van het boorgat. De deklaag is het verschil tussen het maaiveld en het begin van het boorgat. De boorgatlengte, ook wel de 'actieve lengte' genoemd, is de werkelijke lengte van de warmtewisselaar, gemeten langs het boorgat.)

De coördinaten van de verschillende boorgaten worden weergegeven in de onderstaande tabel.

x [m]	y [m]	Lengte [m]	Diepte [m]	Deklaag [m]	Kanteling [°]	Oriëntatie [°]
0,00	0,00	98,00	99,00	1,00	0,00	0,00
6,00	0,00	98,00	99,00	1,00	0,00	0,00

Sondegegevens

In het boorgat met een diameter van 150 mm wordt een enkele U-lus DN40 PN16 geïnstalleerd. Het boorgat wordt opgevuld met een materiaal met een thermische geleidbaarheid van 1,40 W/(m·K).



Vloeistofgegevens

Als warmteoverdrachtsvloeistof werd MPG met 30,0 v/v% gekozen, wat bescherming tegen bevriezing biedt tot ongeveer -13 °C. Voor een zo nauwkeurig mogelijke simulatie worden de vloeistofeigenschappen (zoals viscositeit en dichtheid) verondersteld temperatuurafhankelijk te zijn en dus te variëren gedurende de gehele simulatieperiode. Dit is vooral van belang bij gebouwen met een hoge koelvraag, aangezien de warmteoverdracht tijdens injectie (koeling) efficiënter is dan tijdens extractie (verwarming). Daarom mag geen enkele vaste waarde voor de vloeistofeigenschappen worden gebruikt.

Debietgegevens

Het systeem werd gesimuleerd met een variabel debiet, waarbij een constant temperatuurverschil over het boorveld werd gebruikt van 3,00 °C bij extractie en 5,00 °C bij injectie, met een minimaal debietpercentage van 25%. Het resulterende maximale debiet door het boorveld bedraagt respectievelijk 0,48 l/s en 0,27 l/s.

Hydraulische gegevens

Alle boorgaten zijn parallel aangesloten op de collector.

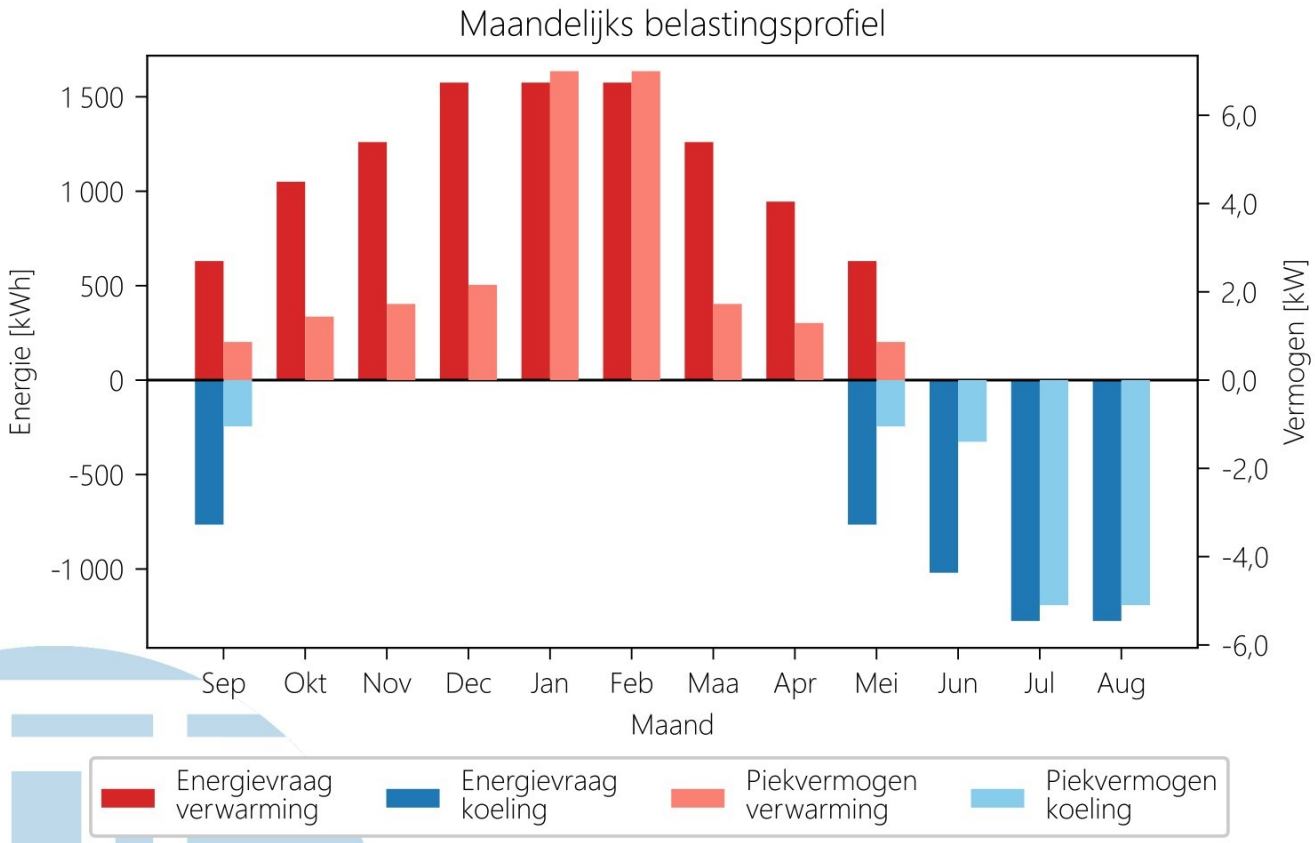
Energievraag

Voor de simulatie is een gebouwvraag gebruikt. Dit betekent dat bij het berekenen van de resulterende extractie- en injectievraag voor de bodem rekening wordt gehouden met het rendement van de warmtepomp. Hieronder vindt u een samenvatting van de belasting.

Gebouwzijdige vraag	Jaarlijkse belasting	Piekvermogen
Warmtevraag	10 500 kWh/j	7,0 kW
Sanitair warmwatervraag	3 780 kWh/j	-
Koudevraag	5 100 kWh/j	5,1 kW

De maandelijkse verdeling wordt weergegeven in de onderstaande tabel.

Maand	Energievraag verwarming [kWh]	Energievraag koeling [kWh]	Piekvermogen verwarming [kW]	Piekvermogen koeling [kW]
September	630	765	0,9	1,0
Oktober	1 050	0	1,4	0,0
November	1 260	0	1,7	0,0
December	1 575	0	2,2	0,0
Januari	1 575	0	7,0	0,0
Februari	1 575	0	7,0	0,0
Maart	1 260	0	1,7	0,0
April	945	0	1,3	0,0
Mei	630	765	0,9	1,0
Juni	0	1 020	0,0	1,4
Juli	0	1 275	0,0	5,1
Augustus	0	1 275	0,0	5,1



De piekduur tijdens verwarming bedraagt 8 uur en tijdens koeling 2 uur. De piekduur wordt gedefinieerd als de langste werktijd van het maximale vermogen in verwarmen/koelen in een jaar. Deze waarde is doorgaans

hoger bij trage afgiftesystemen (zoals vloerverwarming of betonkernactivering) en lager bij snelle afgiftesystemen (zoals luchtgebaseerde systemen).

Rendementsgegevens

Om de resulterende geothermische belasting te berekenen, wordt de warmtepomp gemodelleerd met een SCOP van 5,11 voor verwarming en 3,10 voor de productie van sanitair warm water. De koeling is gemodelleerd met een SEER van 26,00.

3.1.2 Resultaten

Grondbelasting

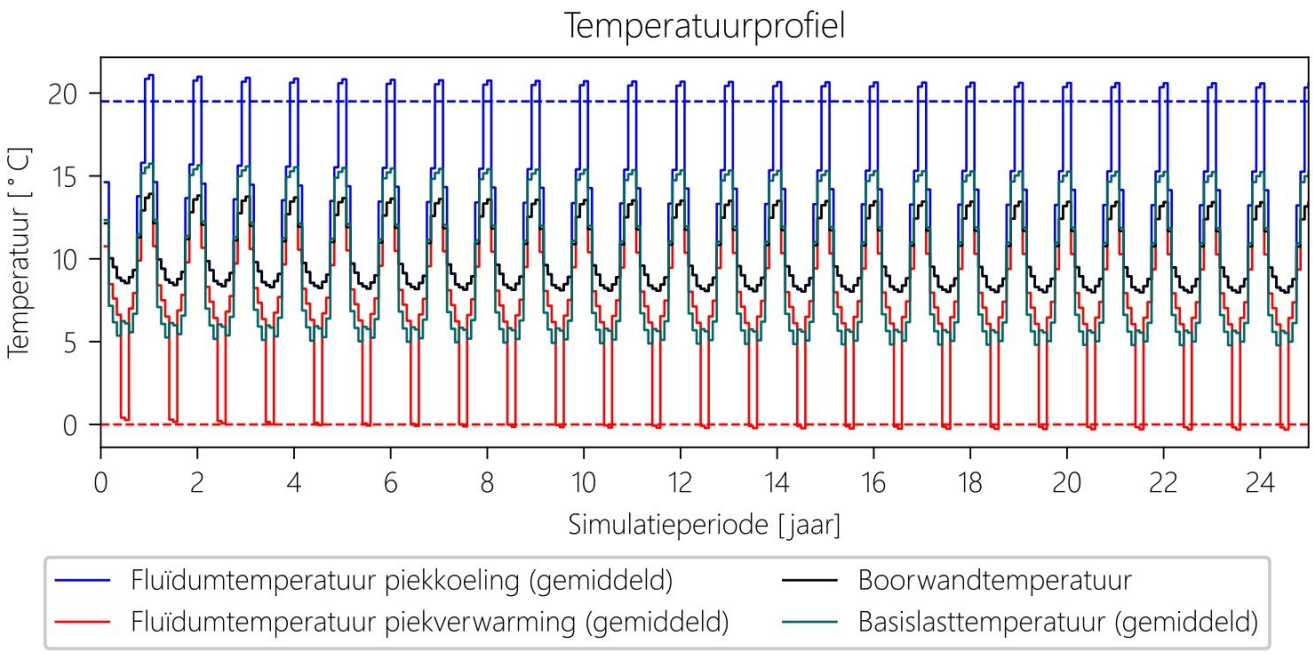
Omdat we werken met een gebouwvraag (ofwel secundaire vraag), moeten deze worden omgezet naar injectie- en extractiebelastingen met behulp van de rendementgegevens. Een overzicht van de resulterende jaarlijkse bodembelasting wordt weergegeven in de onderstaande tabel.

Grondzijdige vraag	Jaarlijkse belasting	Piekvermogen
Extractievraag	11 006 kWh/j	5,6 kW
Injectievraag	5 296 kWh/j	5,3 kW

Temperatuurevolutie van het boorveld

Op basis van de leiding-, vloeistof- en stromingseigenschappen werd het Reynoldsgetal berekend. Aangezien deze waarde afhankelijk is van de vloeistoftemperatuur en dus varieert gedurende de simulatieperiode, werd het Reynoldsgetal bij elke tijdstap bijgewerkt om een zo nauwkeurig mogelijk resultaat te bekomen.
Op deze manier bedroeg het Reynoldsgetal tijdens extractie 1 221, en tijdens injectie 1 764. Dit komt overeen met respectievelijk een laminair en laminair stromingsregime, met een effectieve thermische boorgatweerstand van 0,2291 m·K/W en 0,2345 m·K/W tijdens extractie en injectie.

Hieronder wordt de maandelijkse simulatie van het boorveld weergegeven. Voor elke maand worden drie lijnen getoond. De zwarte lijn stelt de boorgatwandtemperatuur voor, wat de temperatuur is op het raakvlak tussen het boorgat en de grond. De andere twee lijnen, rood en blauw, tonen respectievelijk de gemiddelde vloeistoftemperatuur (tussen aanvoer en retour van het boorgat) tijdens de piek voor verwarming en voor koeling.
Omdat we simuleren met een maandelijkse resolutie, kunnen beide pieken in dezelfde maand voorkomen. Daarom worden beide vloeistoftemperaturen altijd weergegeven. Het verschil tussen de boorgatwandtemperatuur en de gemiddelde vloeistoftemperatuur wordt bepaald door de effectieve thermische boorgatweerstand.



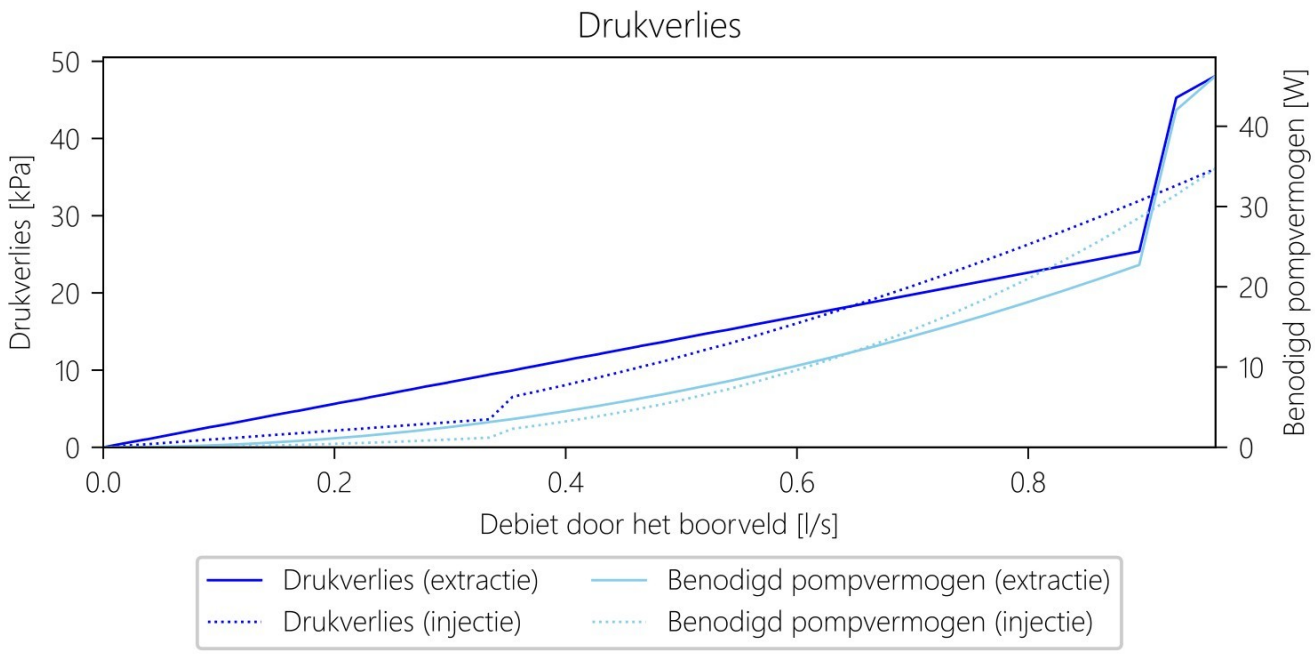
De maximale en minimale gemiddelde vloeistoftemperatuur over de gehele simulatieperiode bij piekvermogen bedragen respectievelijk 21,09 °C en -0,31 °C. De minimale en maximale gemiddelde vloeistoftemperaturen tijdens de basislast bedragen respectievelijk 4,78 °C en 15,74 °C.

Drukverlies

De drukval van het volledige boorveld werd gesimuleerd voor een totaal ontwerpdebiet van 0,48 l/s (extractie) en 0,27 l/s (injectie) door het volledige boorveld en bedroeg respectievelijk 13,57 kPa en 2,93 kPa. In de onderstaande tabel worden de verschillende bijdragen aan deze drukval weergegeven.

Locatie	Extractie	Injectie
Boring	13,53 kPa	2,92 kPa
Verbindingsleiding (van boorgat naar collector)	0,04 kPa	0,01 kPa

Op basis van de bovenstaande waarden is het theoretisch benodigde pompvermogen, uitgaande van een rendement van 100%, 7 W. Op basis van het aantal vollasturen van deze pomp bedraagt het totale elektriciteitsverbruik 8 kWh/jaar.


Drukverlies
Drukverlies [kPa]
Benodigd pompvermogen [W]
Debiet door het boorveld [l/s]
0
10
20
30
40
50
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
Drukverlies (extractie)
Drukverlies (injectie)
Benodigd pompvermogen (extractie)
Benodigd pompvermogen (injectie)

4.1 Ontwerpdata - Optie 1

Ontwerpparameters

- Maximale gemiddelde fluïdumtemperatuur: 19,5 °C
- Minimale gemiddelde fluïdumtemperatuur: 0 °C
- Eerste maand van de simulatie: 9
- Simulatieperiode: 25 jaar

Grondparameters

- Homogene grondconductiviteit: 2 W/(m·K)
- Homogene volumetrische warmtecapaciteit: 2,4 MJ/(m^3·K)
- Grondoppervlaktetemperatuur: 10,5 °C
- Grondflux: 0,06 W/m^2

Boorgatparameters

- Boorgatdiameter: 150 mm

Boorgatopbouw

- U-lus DN40 PN16
- Thermische geleidbaarheid van de vulling: 1,4 W/(m·K)
- Aantal U-lussen: 1
- Thermische geleidbaarheid van de leiding: 0,4 W/(m·K)
- Pijpruwheid: 0,001 mm

Vloeistofeigenschappen

- 30.0 v/v% MPG
- Temperatuurverschil bij extractie: 3 °C
- Temperatuurverschil bij injection: 5 °C
- Minimum debietpercentage: 25
- Debiet door het boorveld bij extractie: 0,48 l/s
- Debiet door het boorveld bij injectie: 0,27 l/s
- Aantal boringen in serie: 1

Thermische vraag

Energievraag verwarming [kWh]	Energievraag koeling [kWh]	Piekvermogen verwarming [kW]	Piekvermogen koeling [kW]
630,00	765,00	0,86	1,05
1 050,00	0,00	1,44	0,00
1 260,00	0,00	1,73	0,00
1 575,00	0,00	2,16	0,00
1 575,00	0,00	7,00	0,00
1 575,00	0,00	7,00	0,00
1 260,00	0,00	1,73	0,00
945,00	0,00	1,29	0,00
630,00	765,00	0,86	1,05
0,00	1 020,00	0,00	1,40
0,00	1 275,00	0,00	5,10
0,00	1 275,00	0,00	5,10

- Sanitair warm water: 3 780 kWh/jaar
- SCOP verwarming: 5,11
- SCOP sanitair warm water: 3,1
- SEER koeling: 26
- Piekduur in verwarming: 8 uren
- Piekduur in koeling: 2 uren

Boorveldparameters

x [m]	y [m]	Lengte [m]	Diepte [m]	Deklaag [m]	Kanteling [°]	Oriëntatie [°]
0,00	0,00	98,00	99,00	1,00	0,00	0,00
6,00	0,00	98,00	99,00	1,00	0,00	0,00



Dit rapport werd gegenereerd door
GHEtool Cloud v2.7.1.4
Gelicentieerd door:
Plas Consultancy