

GHEtool calculation report

Course 2.5



23/02/26

Licensed report by:

Enead BV

Table of contents	2
1. Introduction	4
1.1 Structure of the report	4
2. Summary of the simulations	5
2.1 Scenario 1	5
2.2 Scenario 2	6
2.3 Scenario 3	7
2.4 Scenario 4	8
2.5 Scenario 5	9
2.6 Scenario 6	10
2.7 Scenario 7	11
2.8 Scenario 7 - June	12
2.9 Scenario 7 - higher ground temperature	13
2.10 Scenario 7 - grout	14
3. Shared input data	15
3.1 Efficiency data	15
4. Results	16
4.1 Scenario 1	16
4.2 Scenario 2	28
4.3 Scenario 3	40
4.4 Scenario 4	51
4.5 Scenario 5	62
4.6 Scenario 6	73
4.7 Scenario 7	84
4.8 Scenario 7 - June	95

4.9 Scenario 7 - higher ground temperature 106

4.10 Scenario 7 - grout 117

5. Appendices 128

5.1 Design Data - Scenario 1 128

5.2 Design Data - Scenario 2 135

5.3 Design Data - Scenario 3 143

5.4 Design Data - Scenario 4 150

5.5 Design Data - Scenario 5 157

5.6 Design Data - Scenario 6 164

5.7 Design Data - Scenario 7 171

5.8 Design Data - Scenario 7 - June 178

5.9 Design Data - Scenario 7 - higher ground temperature 185

5.10 Design Data - Scenario 7 - grout 193



1.1 Structure of the report

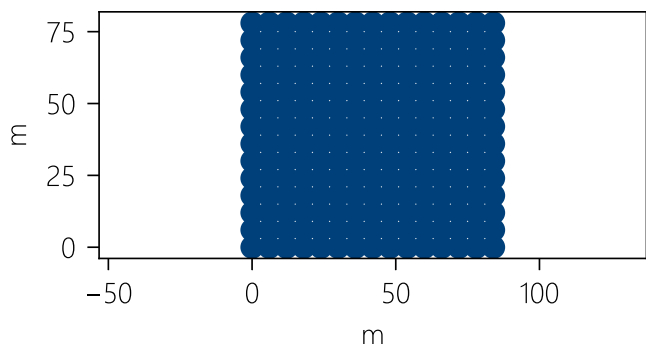
First, in Chapter 2, a summary of all the simulations will be provided. Chapter 3 discusses the inputs that are consistent across all scenarios. In Chapter 4, the different simulation results are presented and discussed. Chapter 5 contains appendices with more detailed information.



2. Summary of the simulations

2.1 Scenario 1

Input



Number of boreholes: 210
Average minimum borehole spacing: 6,0 m
Borehole depth (w.r.t. surface): 150,0 m
2 x U tube DN32 PN16
25,0 v/v% MPG @ 2,00 °C

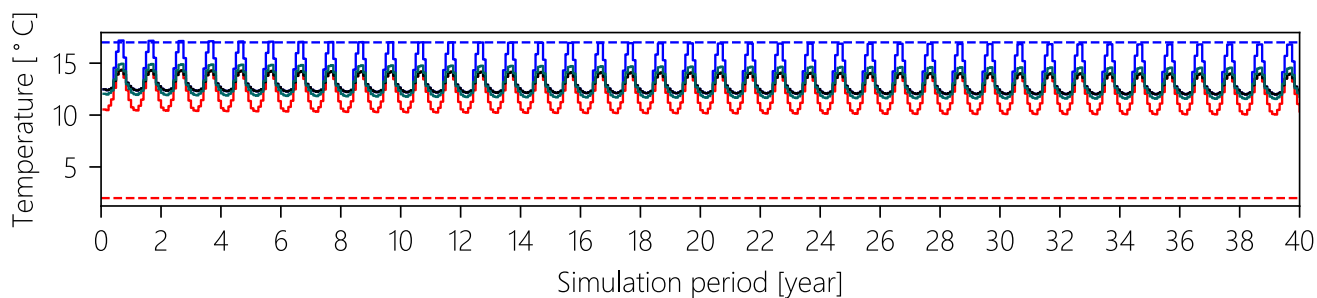
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

Effective borehole thermal resistance: 0,1797 m·K/W, Reynolds number: 749 (laminar)

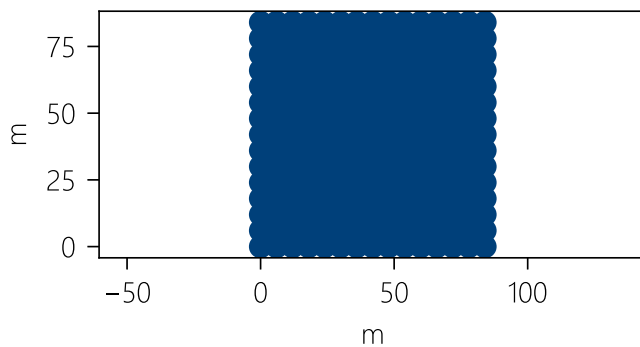
Maximum average fluid temperature: 17,19 °C, Minimum average fluid temperature: 10,05 °C



— Peak cooling temperature — Borehole wall temperature
— Peak heating temperature — Baseload temperature

2.2 Scenario 2

Input



Number of boreholes: 225
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 2 x U tube DN32 PN16
 25,0 v/v% MPG @ 2,00 °C

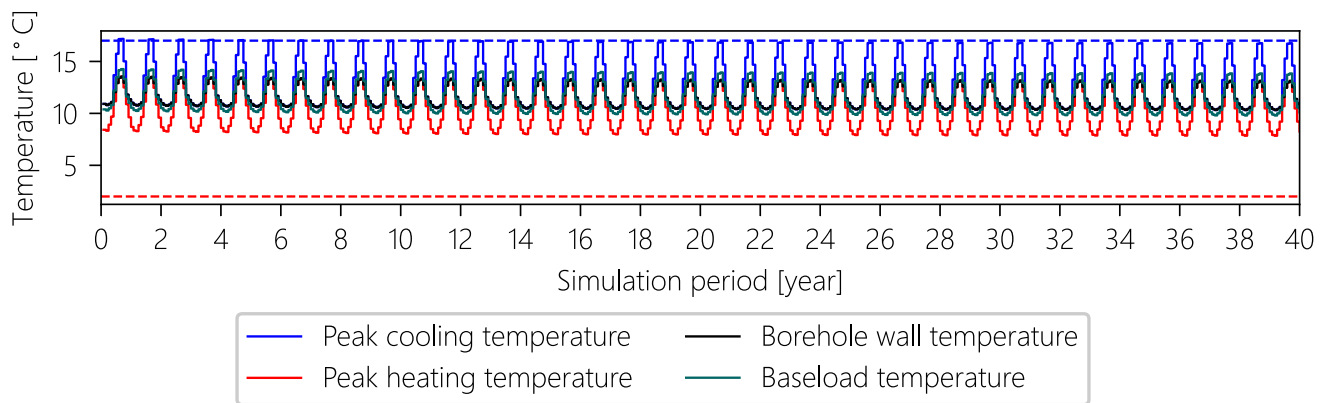
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

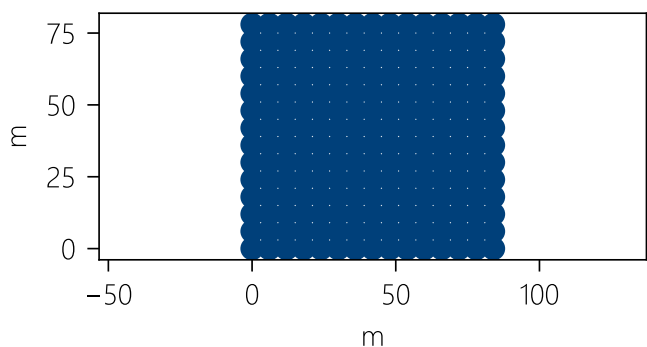
Effective borehole thermal resistance: 0,1577 m·K/W, Reynolds number: 699 (laminar)

Maximum average fluid temperature: 17,18 °C, Minimum average fluid temperature: 7,84 °C



2.3 Scenario 3

Input



Number of boreholes: 210
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 2 x U tube DN32 PN16
 25,0 v/v% MPG @ 2,00 °C

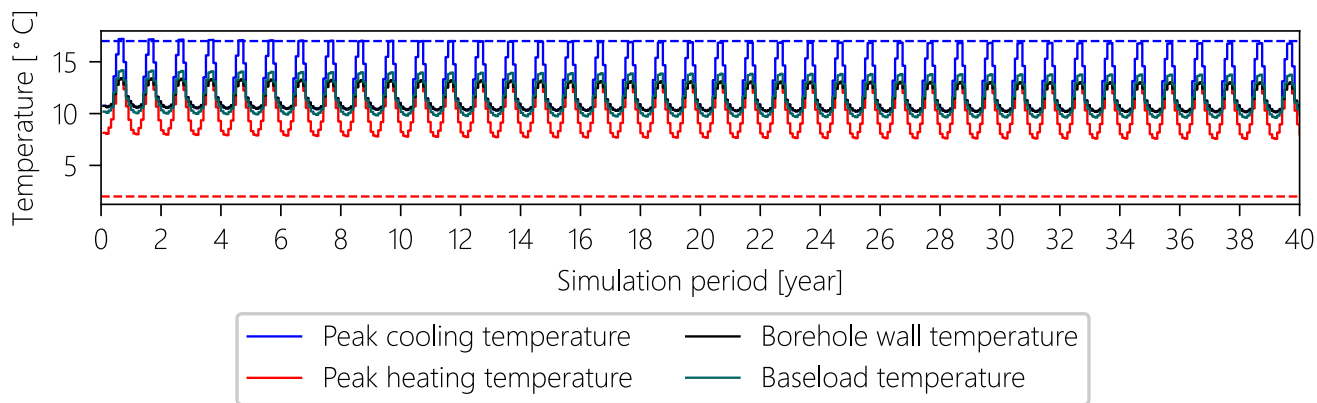
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

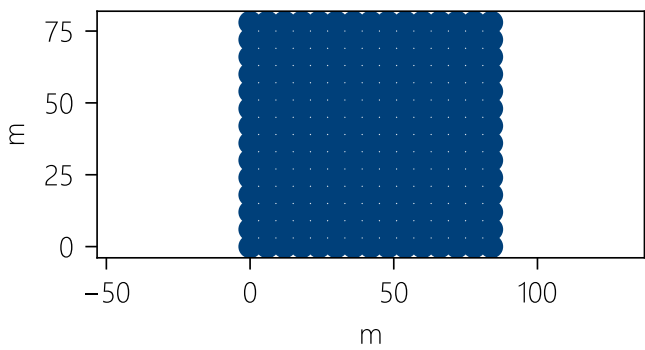
Effective borehole thermal resistance: 0,1547 m·K/W, Reynolds number: 749 (laminar)

Maximum average fluid temperature: 17,22 °C, Minimum average fluid temperature: 7,56 °C



2.4 Scenario 4

Input



Number of boreholes: 210
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 2 x U tube DN32 PN16
 30,0 v/v% Water @ 2,00 °C

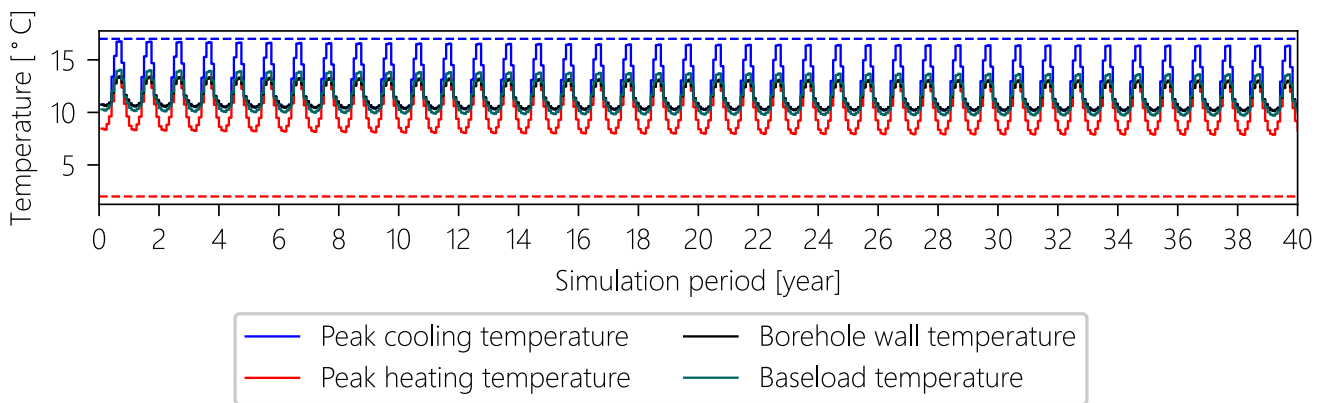
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

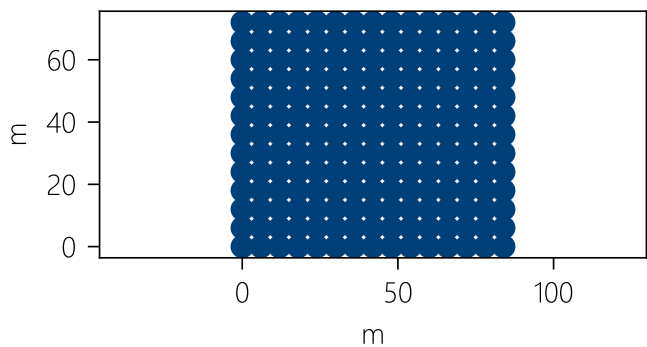
Effective borehole thermal resistance: 0,1273 m·K/W, Reynolds number: 2 442 (transient)

Maximum average fluid temperature: 16,76 °C, Minimum average fluid temperature: 7,87 °C



2.5 Scenario 5

Input



Number of boreholes: 195
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 2 x U tube DN32 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

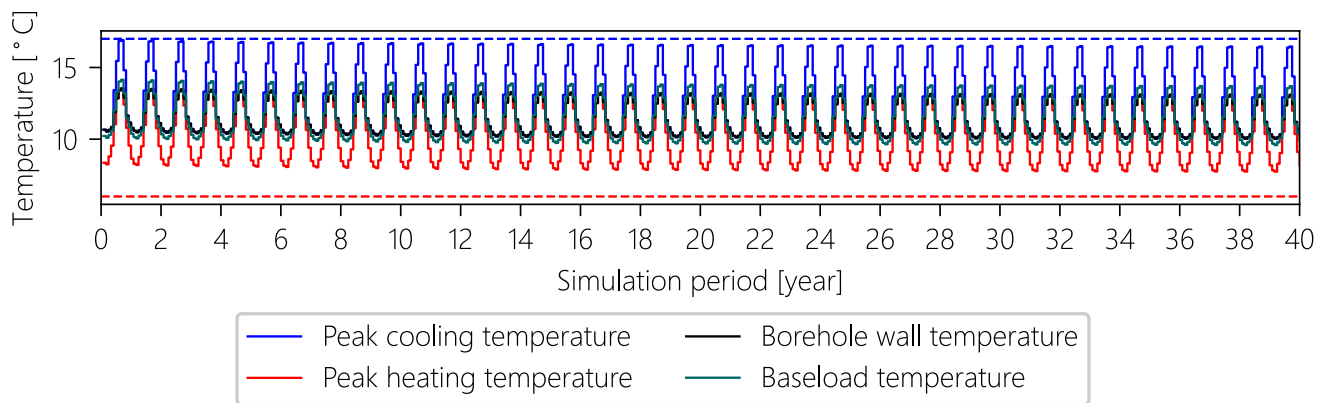
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

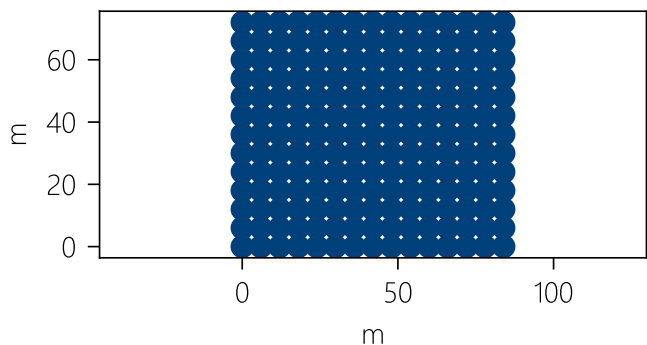
Effective borehole thermal resistance: 0,1142 m-K/W, Reynolds number: 2 986 (transient)

Maximum average fluid temperature: 16,91 °C, Minimum average fluid temperature: 7,73 °C



2.6 Scenario 6

Input



Number of boreholes: 195
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 1 x U tube DN32 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

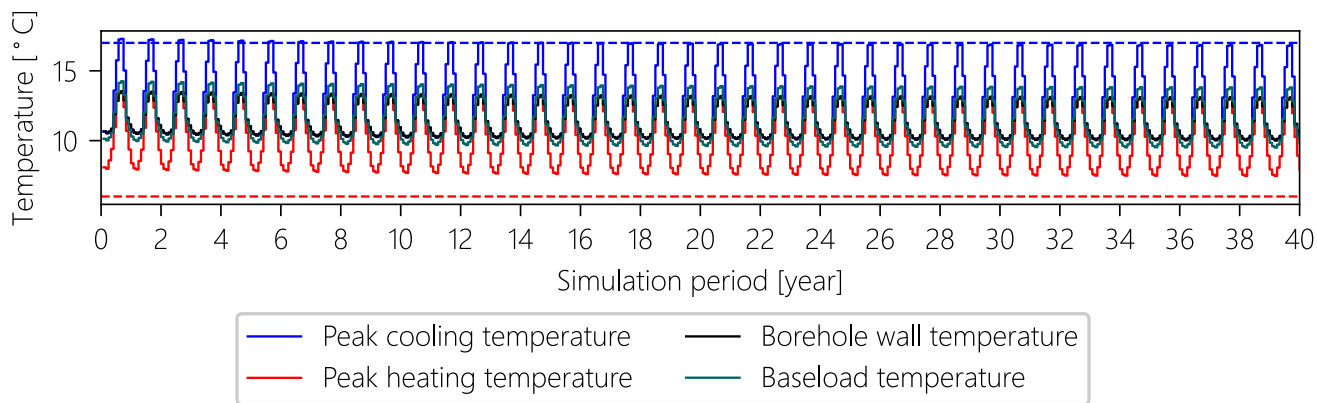
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

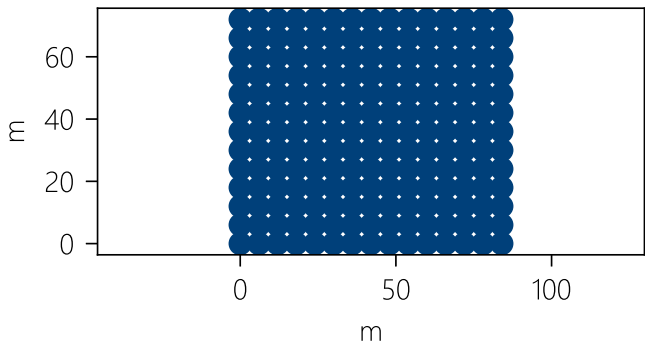
Effective borehole thermal resistance: 0,1358 m·K/W, Reynolds number: 5 971 (turbulent)

Maximum average fluid temperature: 17,29 °C, Minimum average fluid temperature: 7,47 °C



2.7 Scenario 7

Input



Number of boreholes: 195
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 1 x U tube DN40 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

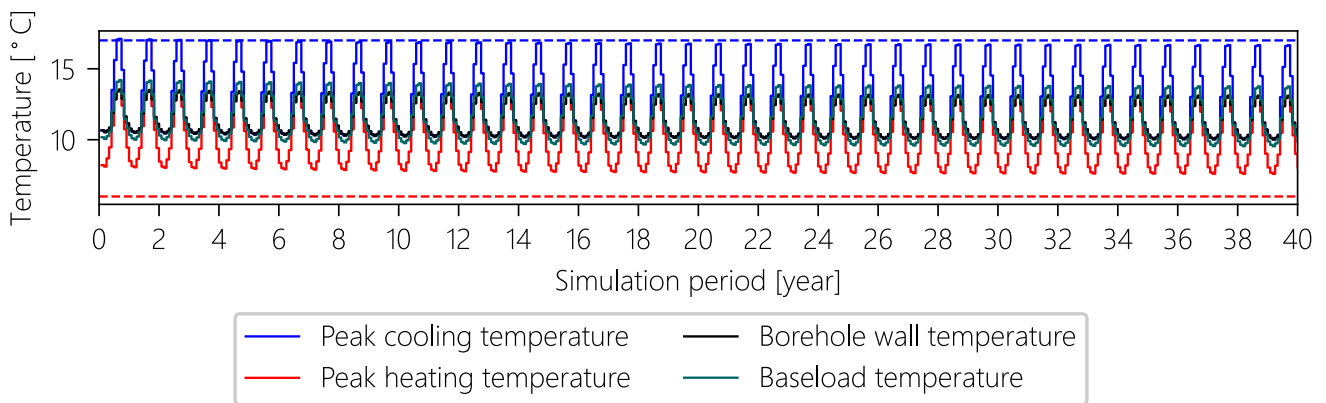
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

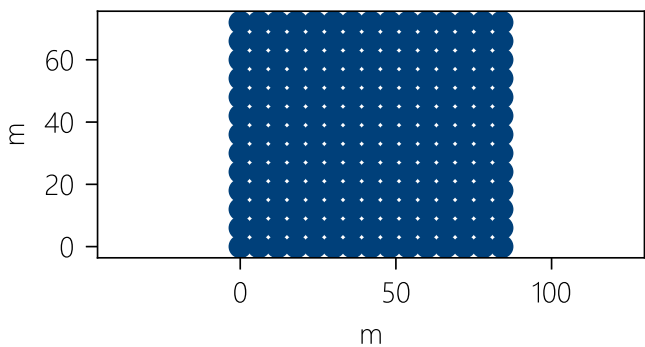
Effective borehole thermal resistance: 0,1257 m·K/W, Reynolds number: 4 762 (turbulent)

Maximum average fluid temperature: 17,11 °C, Minimum average fluid temperature: 7,59 °C



2.8 Scenario 7 - June

Input



Number of boreholes: 195
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 1 x U tube DN40 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

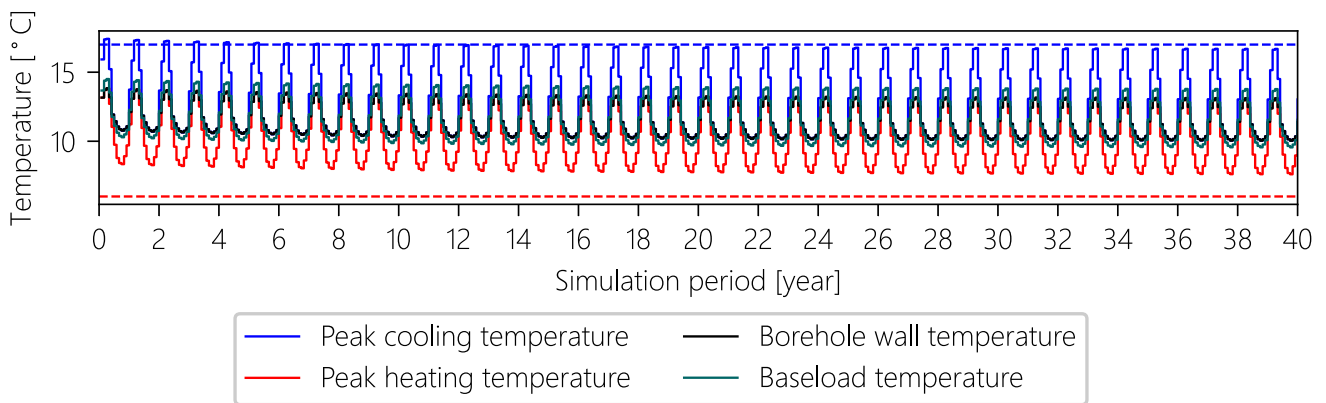
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

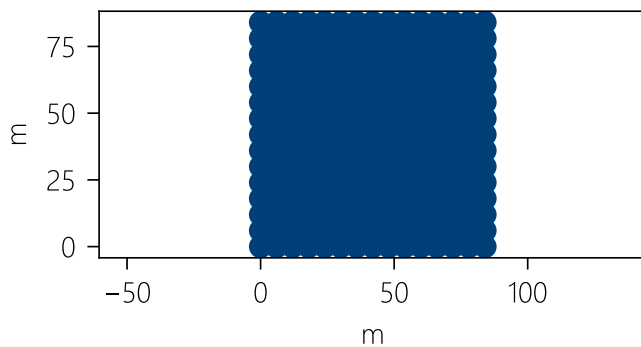
Effective borehole thermal resistance: 0,1257 m·K/W, Reynolds number: 4 762 (turbulent)

Maximum average fluid temperature: 17,42 °C, Minimum average fluid temperature: 7,61 °C



2.9 Scenario 7 - higher ground temperature

Input



Number of boreholes: 225
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 1 x U tube DN40 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

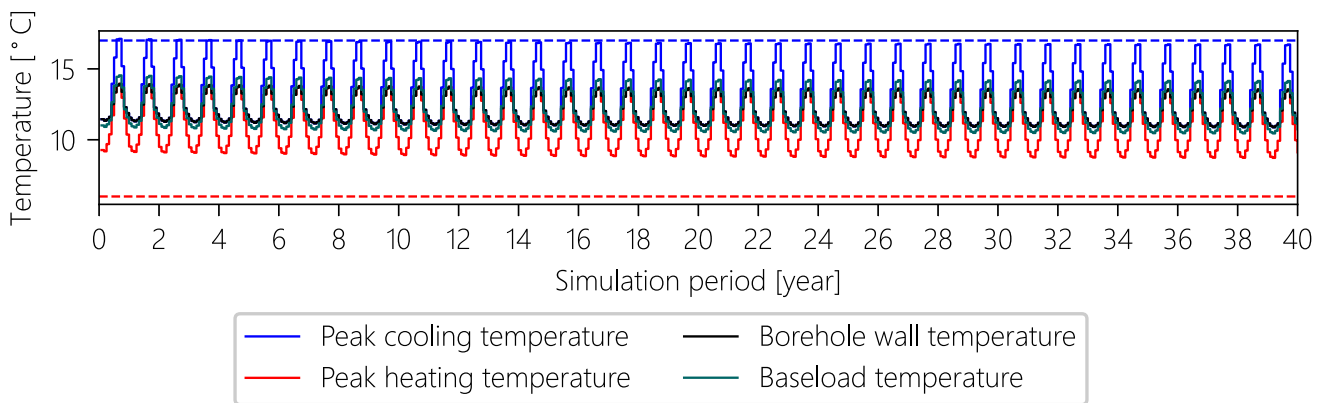
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

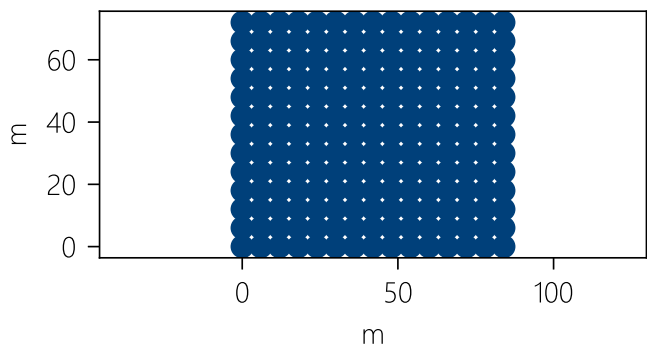
Effective borehole thermal resistance: 0,1308 m·K/W, Reynolds number: 4 127 (turbulent)

Maximum average fluid temperature: 17,12 °C, Minimum average fluid temperature: 8,72 °C



2.10 Scenario 7 - grout

Input



Number of boreholes: 195
 Average minimum borehole spacing: 6,0 m
 Borehole depth (w.r.t. surface): 100,0 m
 1 x U tube DN40 PN16
 30,0 v/v% Water @ 6,00 °C

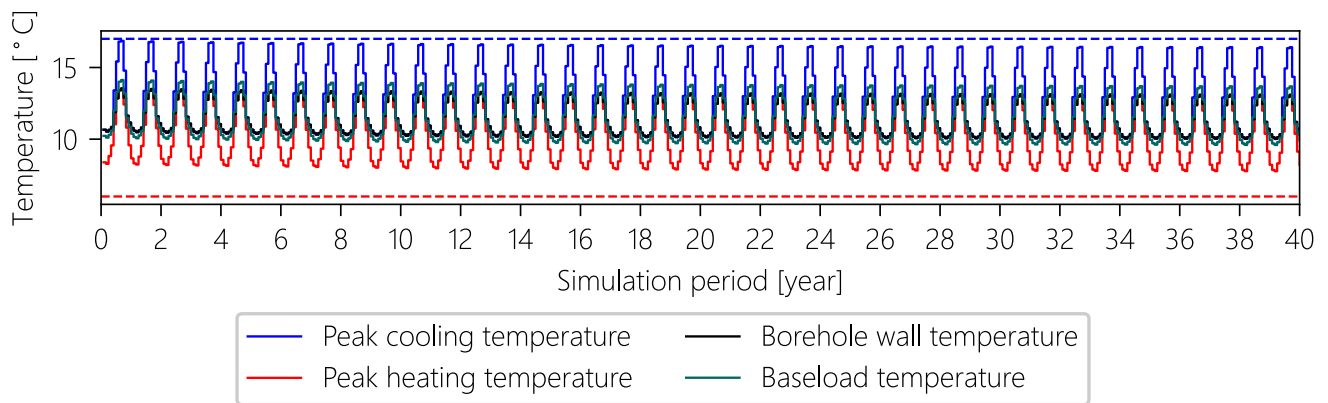
SCOP heating: 4,50; SEER cooling: 20,00

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

Results

Effective borehole thermal resistance: 0,1116 m·K/W, Reynolds number: 4 762 (turbulent)

Maximum average fluid temperature: 16,86 °C, Minimum average fluid temperature: 7,76 °C



3. Shared input data

This section contains all the input data that is identical across all simulations. Input data that varies between scenarios is provided and discussed within the relevant scenario sections. The following subsections cover the following topics: efficiency data.

3.1 Efficiency data

To calculate the resulting geothermal load, the heat pump is modelled to have an SCOP of 4,50 in heating. The cooling is modelled with an SEER of 20,00.



4.1 Scenario 1

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.1.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 2,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,60 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 11,37 °C at 75 m and 13,23 °C at 149 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

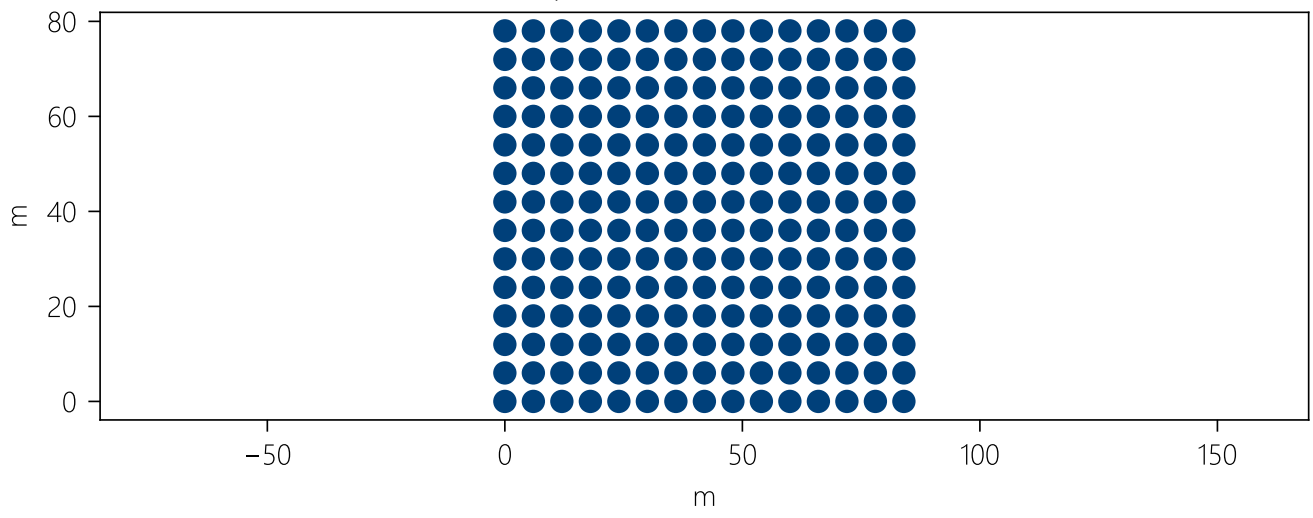
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 210 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 150,00 m and an average borehole length of 149,30 m. This results in a total borehole length of 31 353,00 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

12,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

24,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

42,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

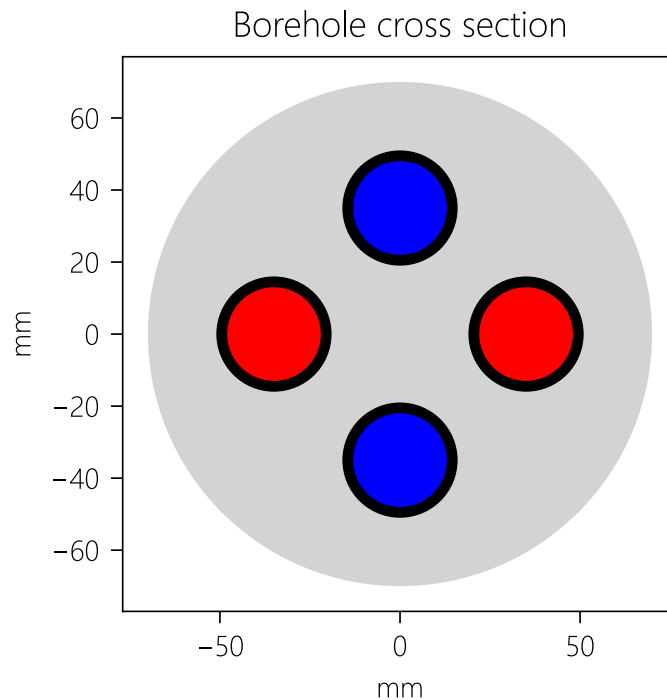
54,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

72,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

84,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, 2 DN32 PN16 U-tubes will be installed. The U-tubes have a thermal conductivity of 0,40 W/(m·K), and the pipe legs are positioned at a distance of 35 mm from the borehole center. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).



Fluid data

As a heat transfer fluid, MPG with 25,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately -11 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 2,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,44 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	3 855,04 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$5,4480 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	1 027,16 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,17 kg/s per borehole in the system.

Load data

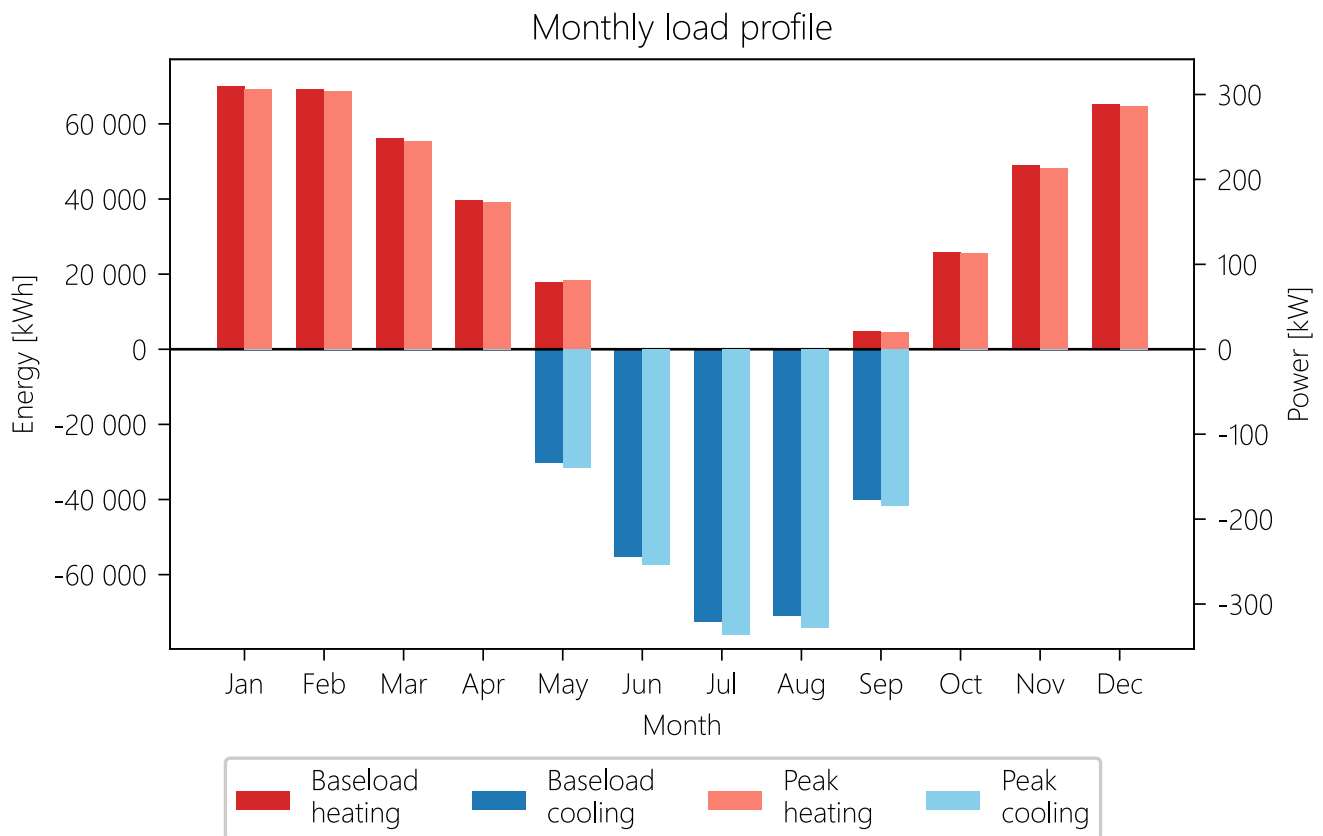
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0





The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.1.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

Temperature evolution of the borefield

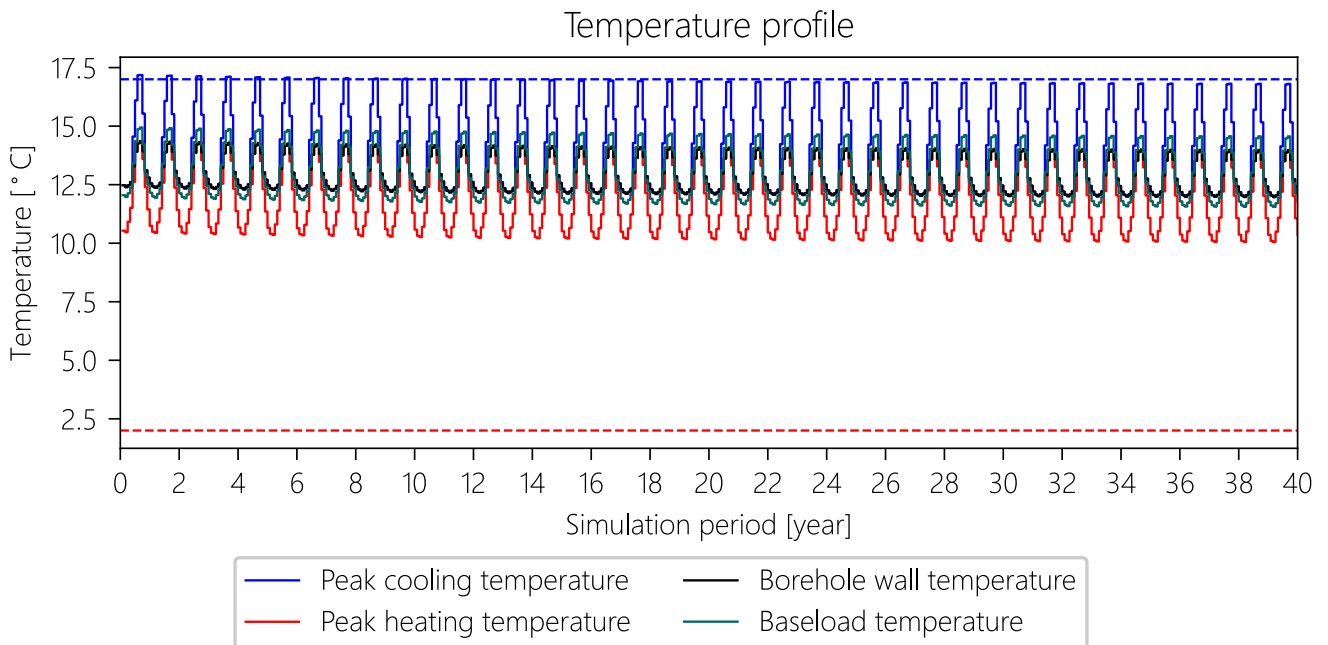
Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 749. This is a laminar regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1797 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month.

Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,19 °C and 10,05 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 11,55 °C and 14,94 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 11,77 kPa during extration and 11,77 kPa during injection.

4.2 Scenario 2

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.2.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 2,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,60 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,74 °C at 50 m and 11,98 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

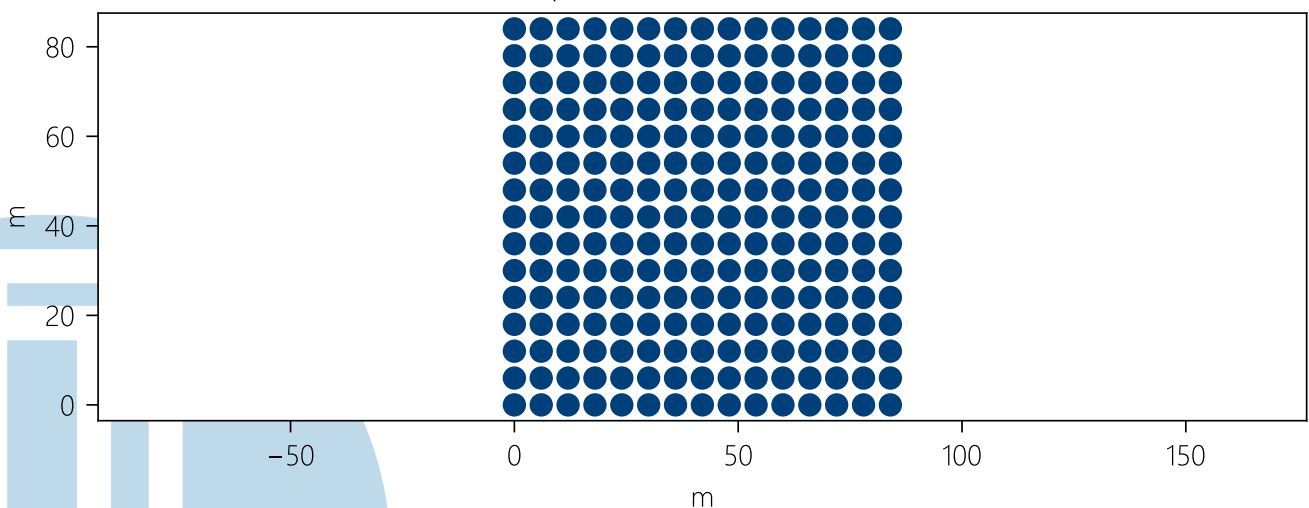
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 225 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 22 342,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

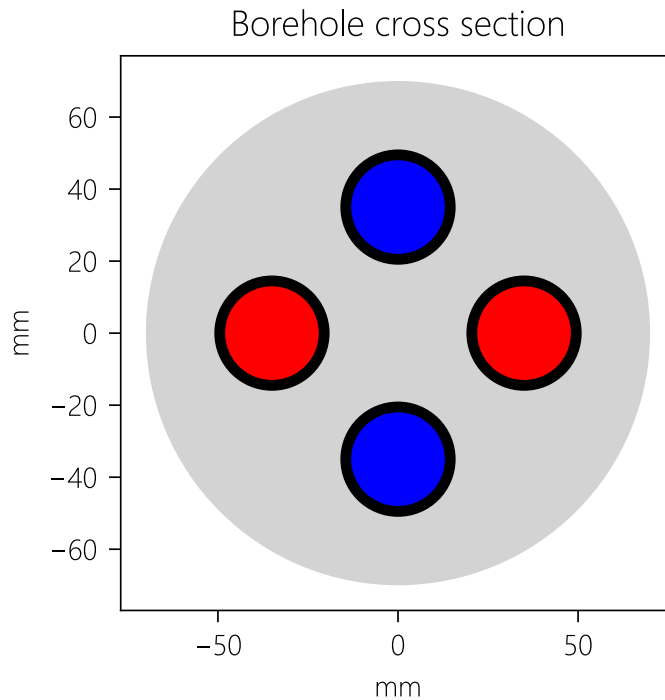
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, 2 DN32 PN16 U-tubes will be installed. The U-tubes have a thermal conductivity of 0,40 W/(m·K), and the pipe legs are positioned at a distance of 35 mm from the borehole center. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, MPG with 25,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately -11 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 2,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,44 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	3 855,04 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$5,4480 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	1 027,16 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,16 kg/s per borehole in the system.

Load data

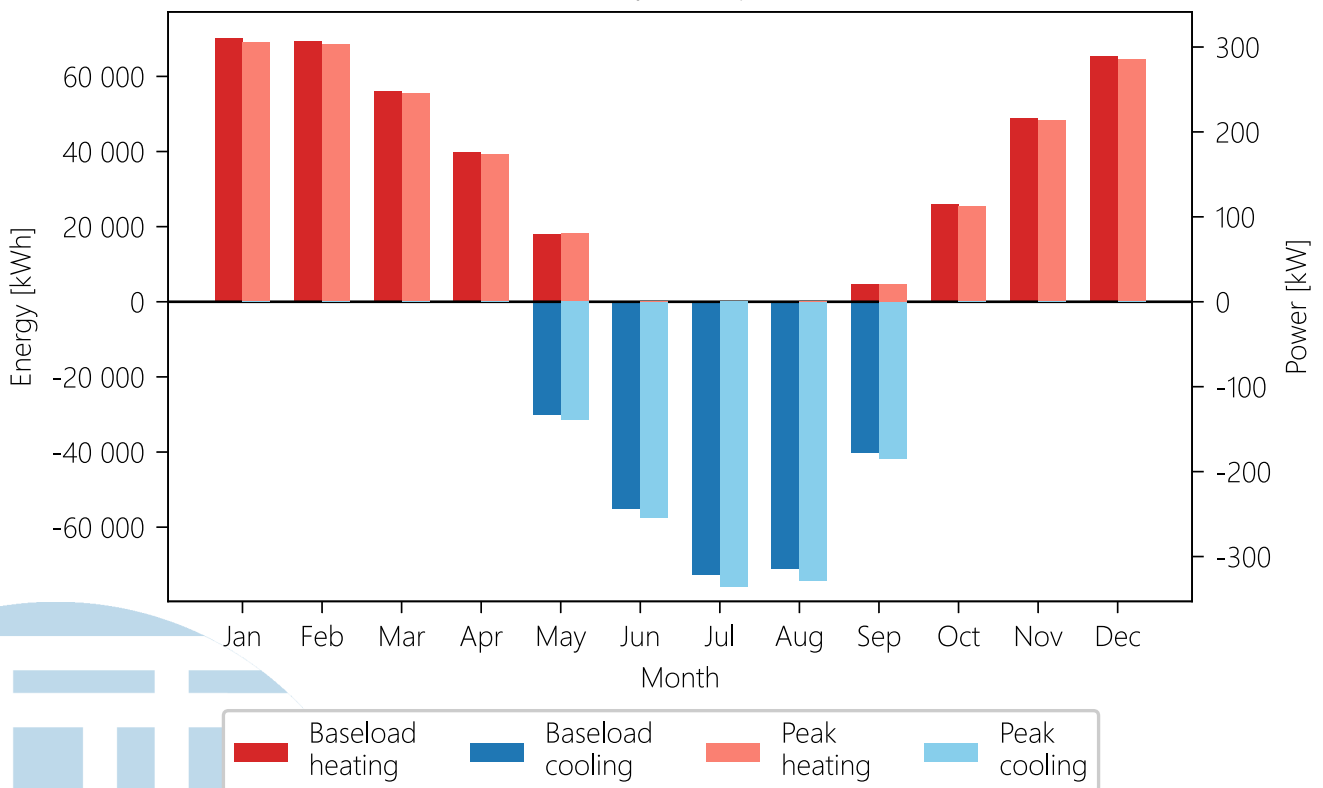
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.2.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

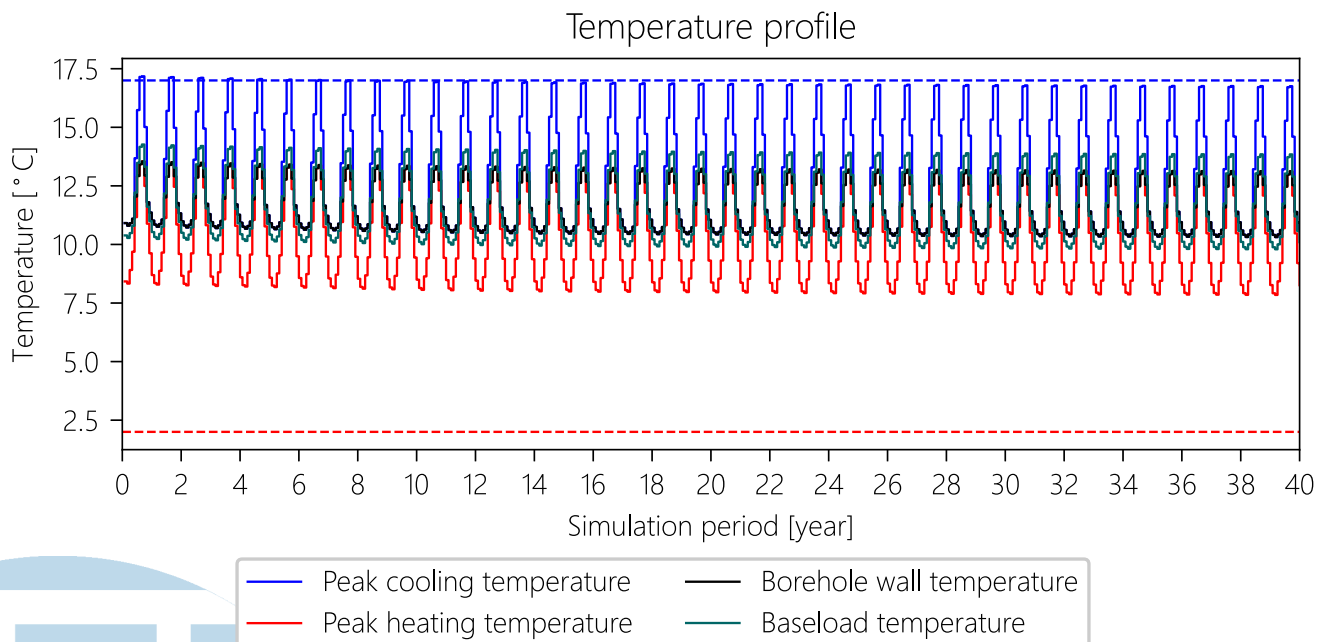
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 699. This is a laminar regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1577 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,18 °C and 7,84 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,79 °C and 14,27 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 7,31 kPa during extration and 7,31 kPa during injection.



4.3 Scenario 3

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.3.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 2,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

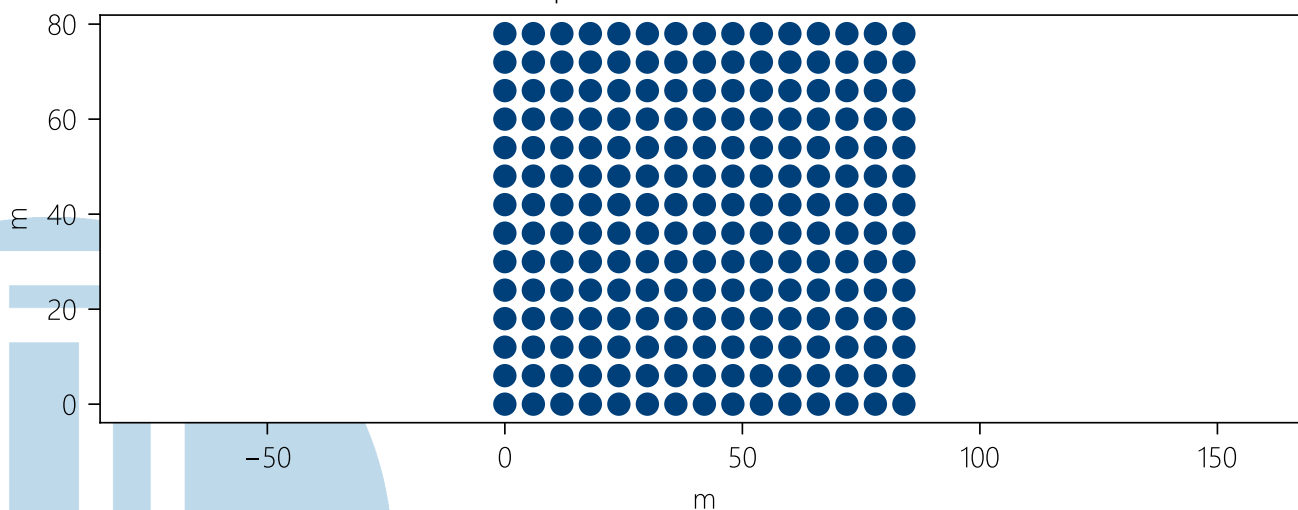
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 210 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 20 853,00 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

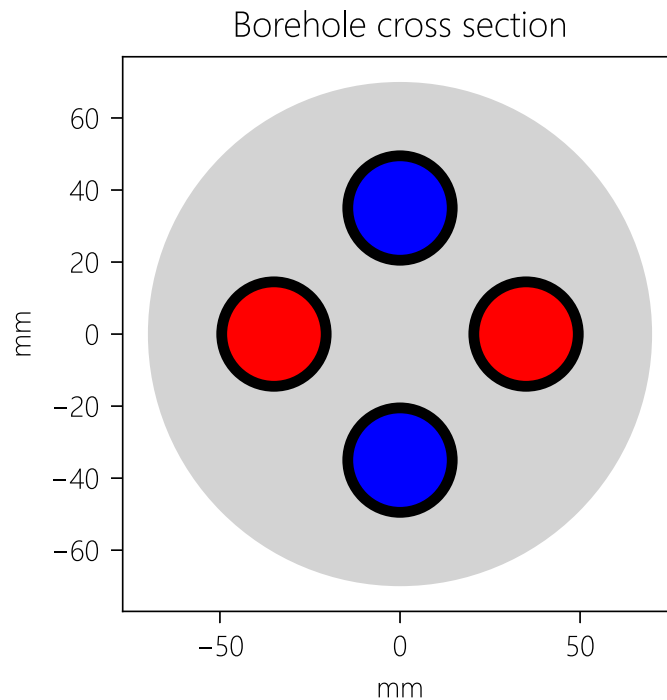
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, 2 DN32 PN16 U-tubes will be installed. The U-tubes have a thermal conductivity of 0,40 W/(m·K), and the pipe legs are positioned at a distance of 35 mm from the borehole center. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).



Fluid data

As a heat transfer fluid, MPG with 25,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately -11 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 2,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,44 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	3 855,04 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$5,4480 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	1 027,16 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,17 kg/s per borehole in the system.

Load data

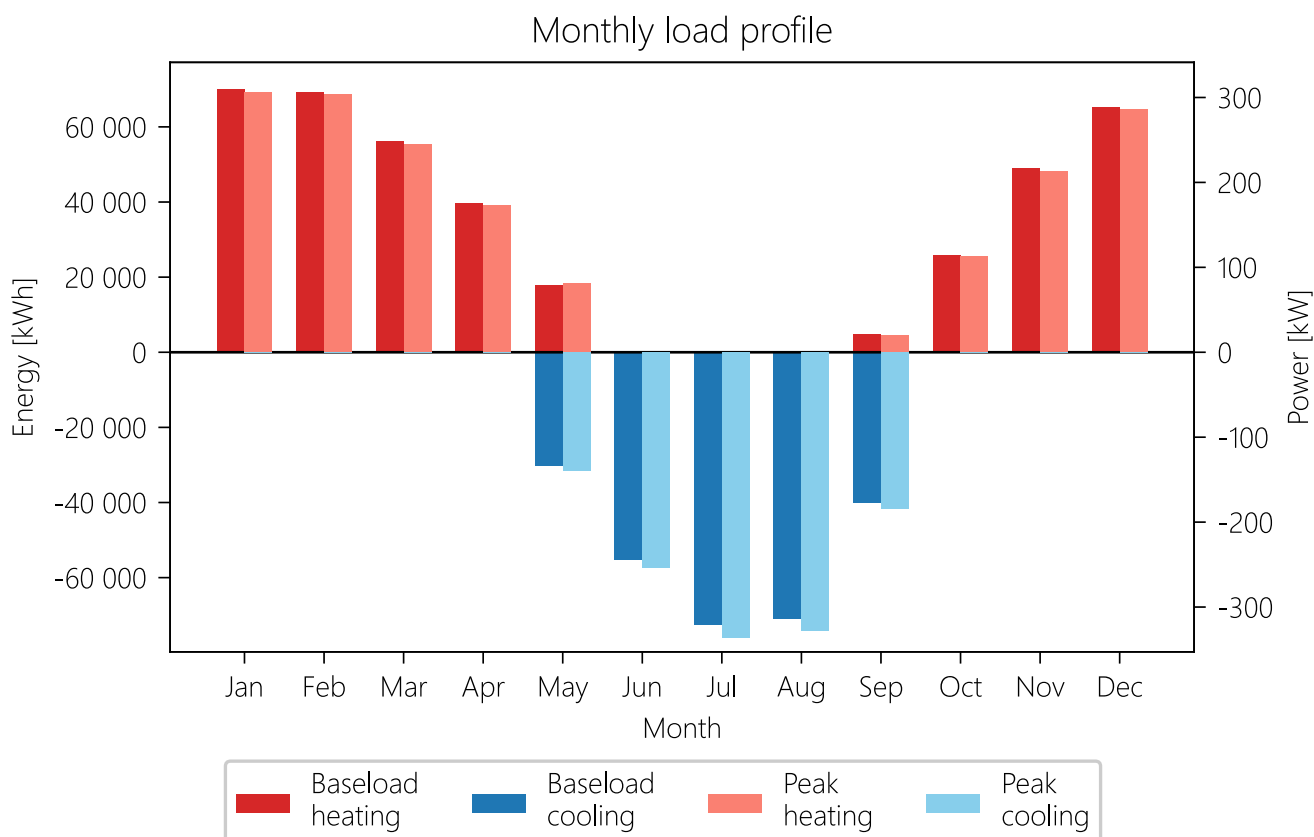
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0





The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.3.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

Temperature evolution of the borefield

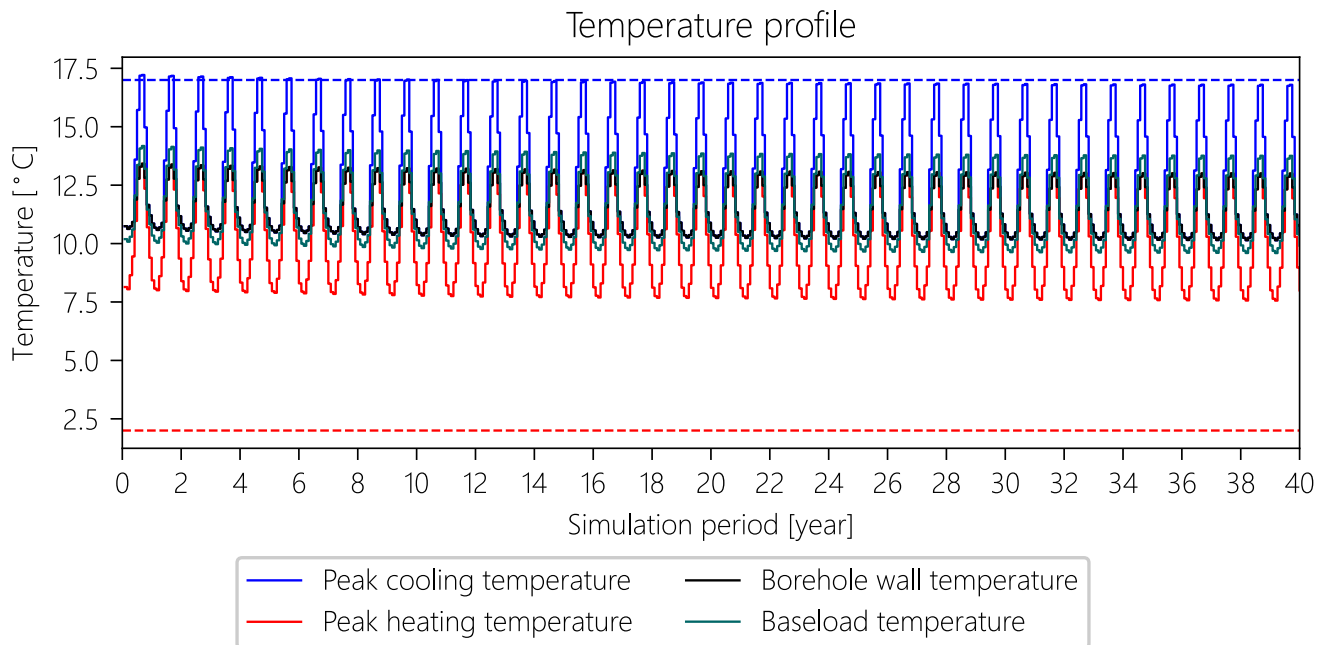
Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 749. This is a laminar regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1547 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month.

Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,22 °C and 7,56 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,59 °C and 14,18 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 7,83 kPa during extration and 7,83 kPa during injection.

4.4 Scenario 4

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.4.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 2,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

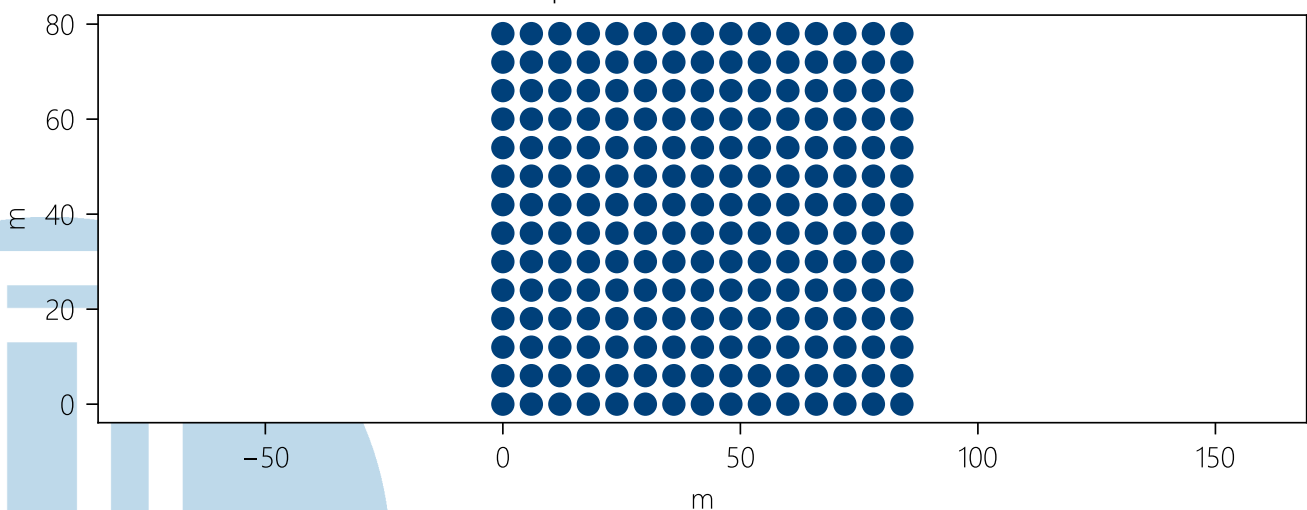
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 210 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 20 853,00 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

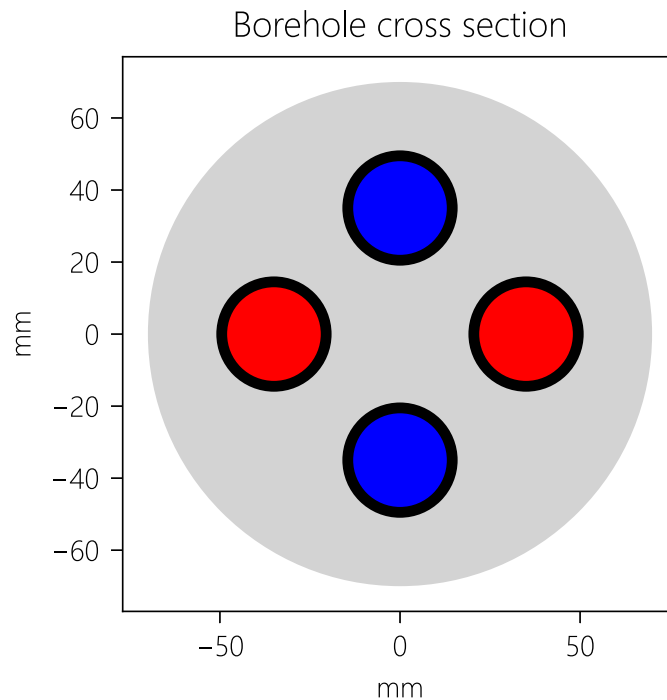
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, 2 DN32 PN16 U-tubes will be installed. The U-tubes have a thermal conductivity of 0,40 W/(m·K), and the pipe legs are positioned at a distance of 35 mm from the borehole center. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).



Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 2,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,56 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 209,88 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,6714 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,17 kg/s per borehole in the system.

Load data

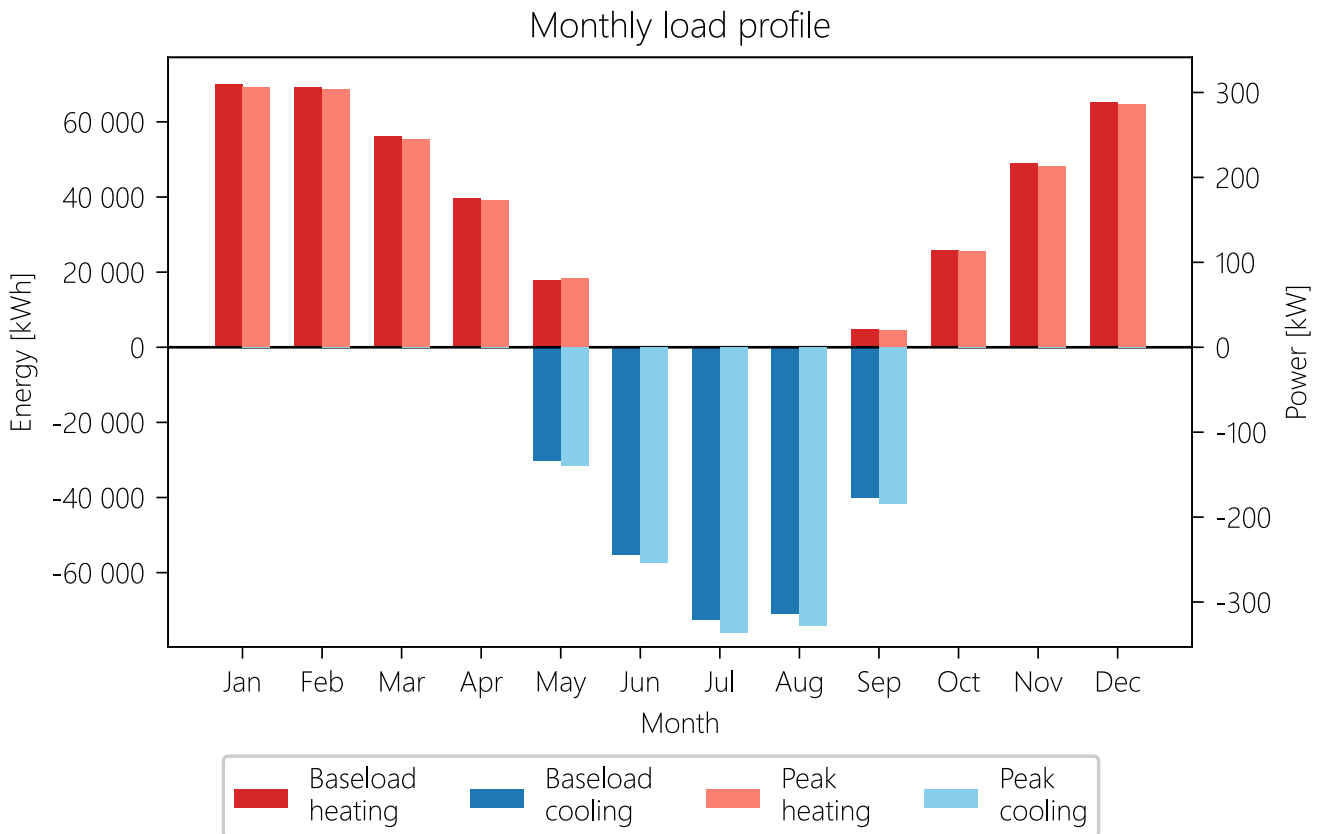
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0





The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.4.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

Temperature evolution of the borefield

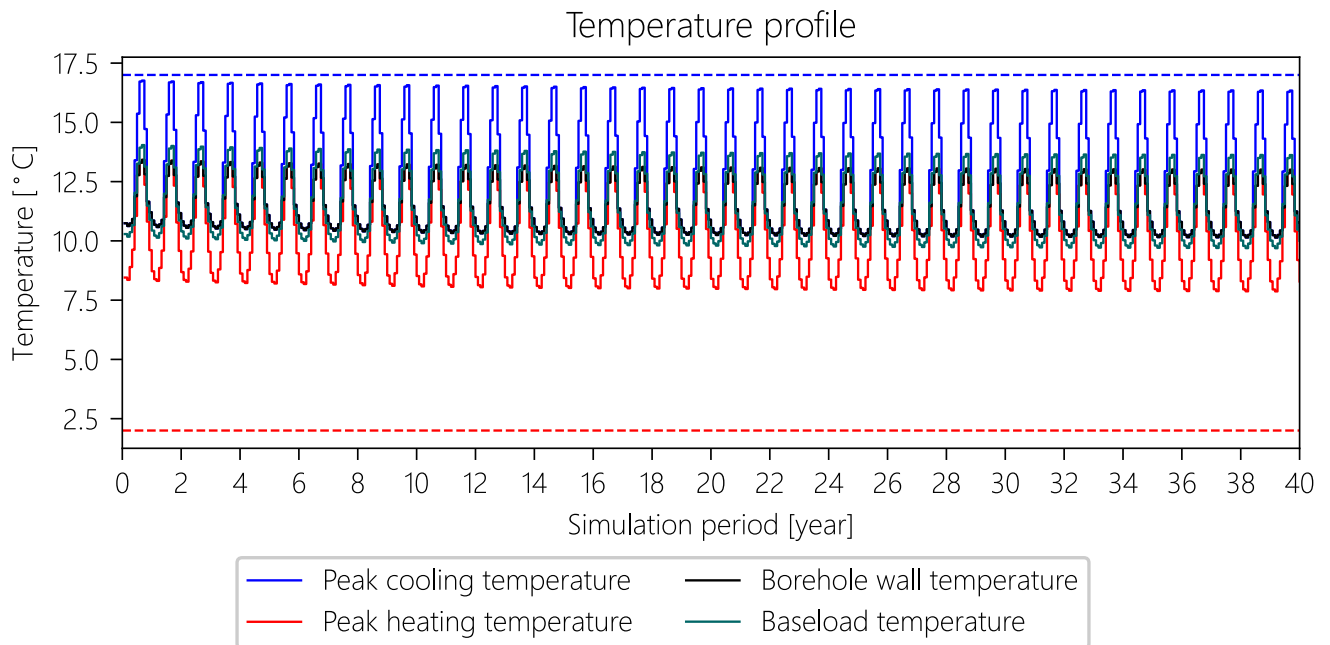
Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 2 442. This is a transient regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1273 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month.

Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 16,76 °C and 7,87 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,69 °C and 14,04 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 4,37 kPa during extration and 4,37 kPa during injection.

4.5 Scenario 5

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.5.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

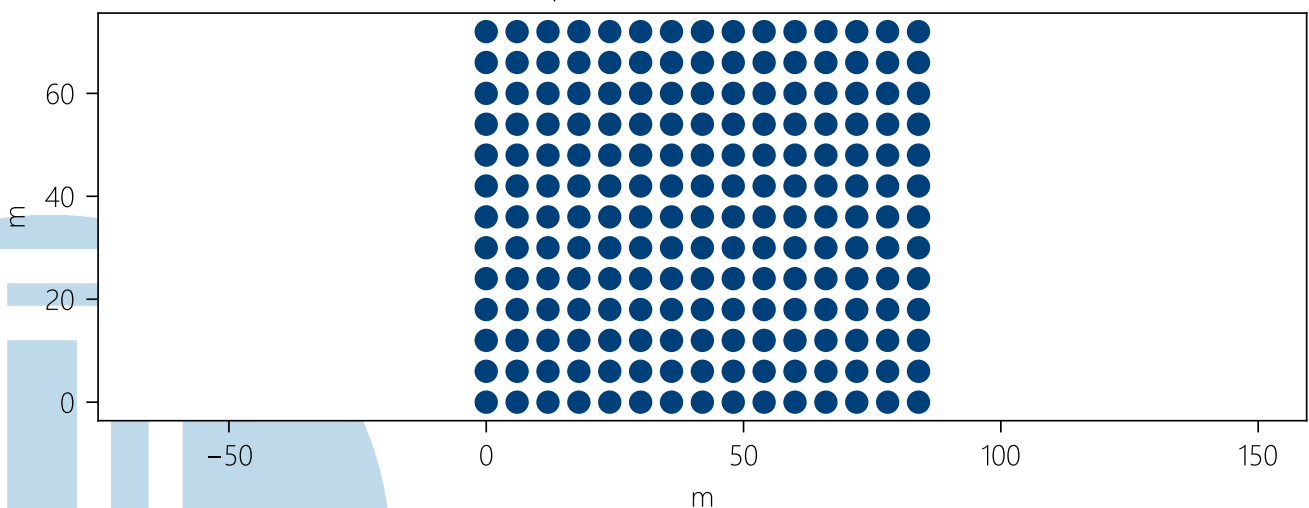
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 195 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 19 363,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

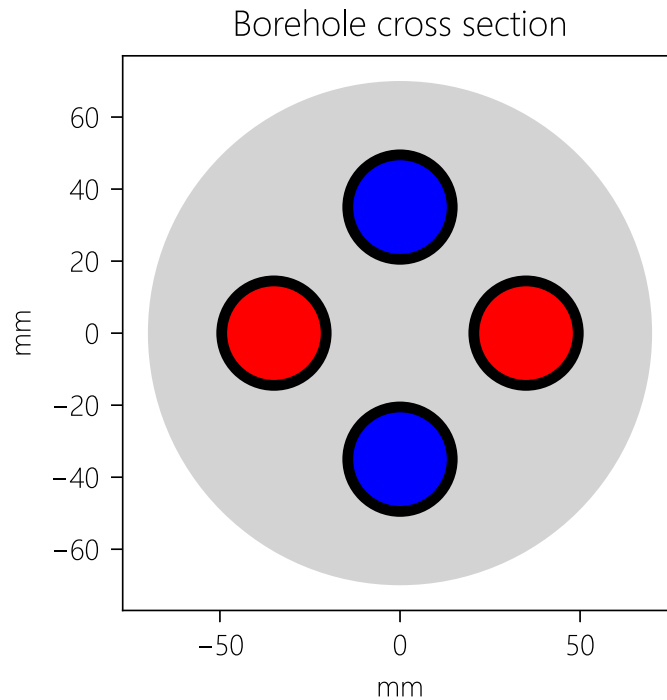
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, 2 DN32 PN16 U-tubes will be installed. The U-tubes have a thermal conductivity of 0,40 W/(m·K), and the pipe legs are positioned at a distance of 35 mm from the borehole center. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,18 kg/s per borehole in the system.

Load data

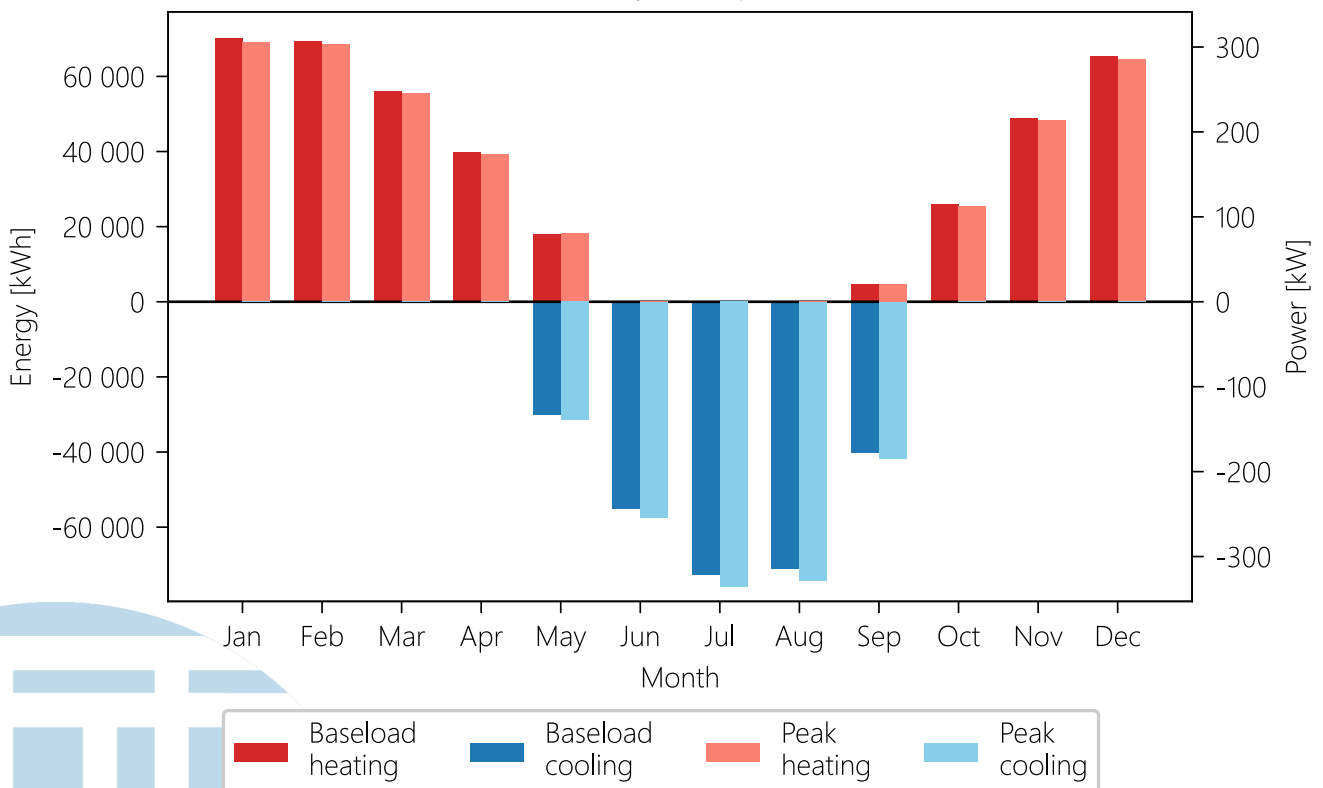
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.5.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

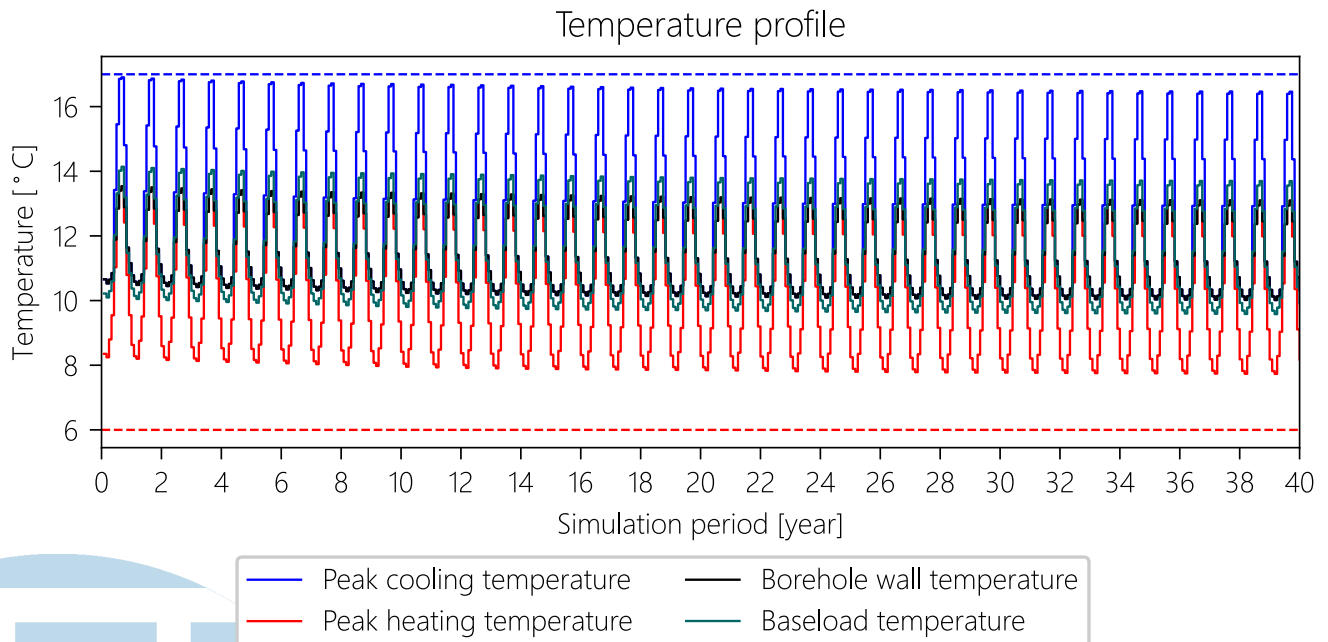
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 2 986. This is a transient regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1142 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 16,91 °C and 7,73 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,58 °C and 14,14 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 4,76 kPa during extration and 4,76 kPa during injection.



4.6 Scenario 6

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.6.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

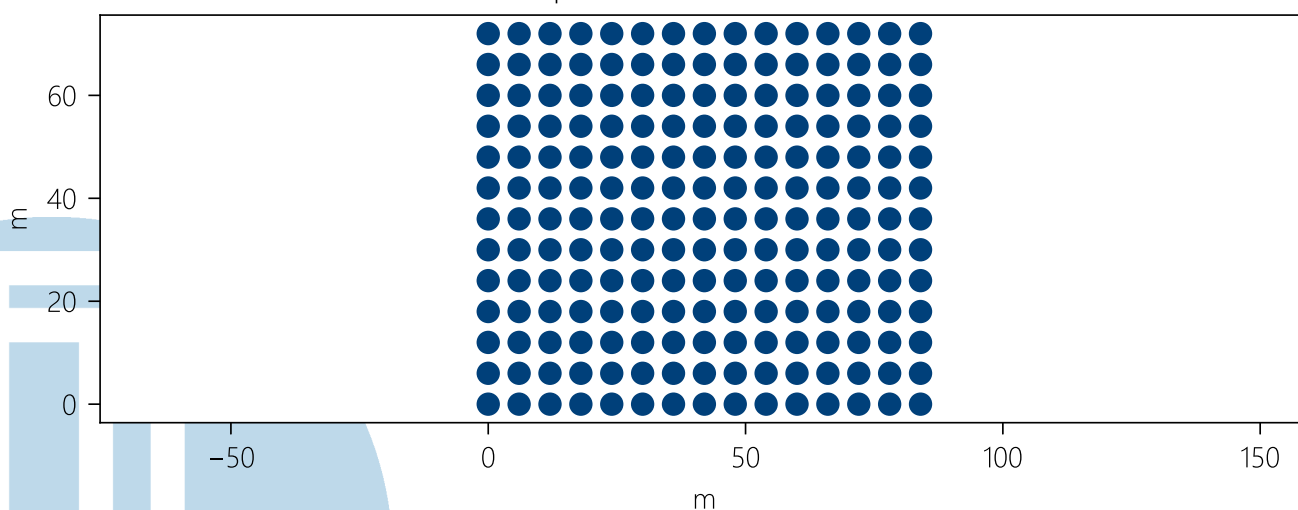
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 195 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 19 363,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

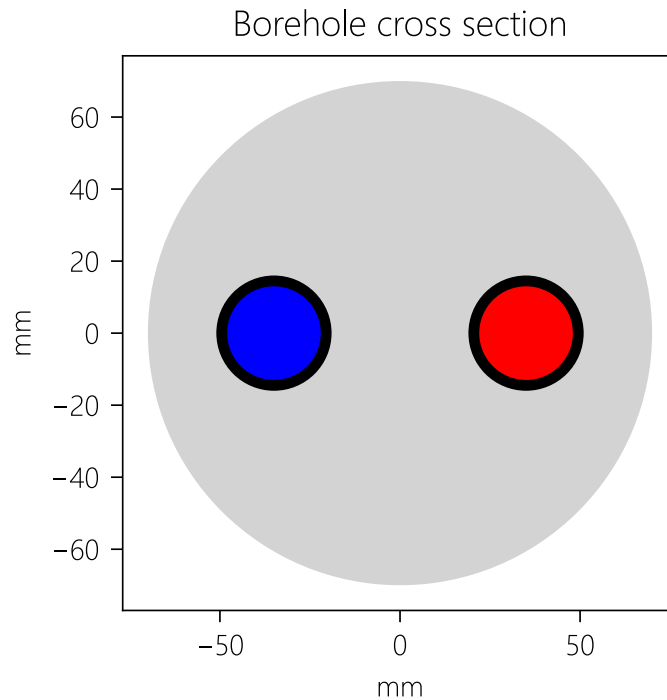
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, a single U-tube DN32 PN16 is installed. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,18 kg/s per borehole in the system.

Load data

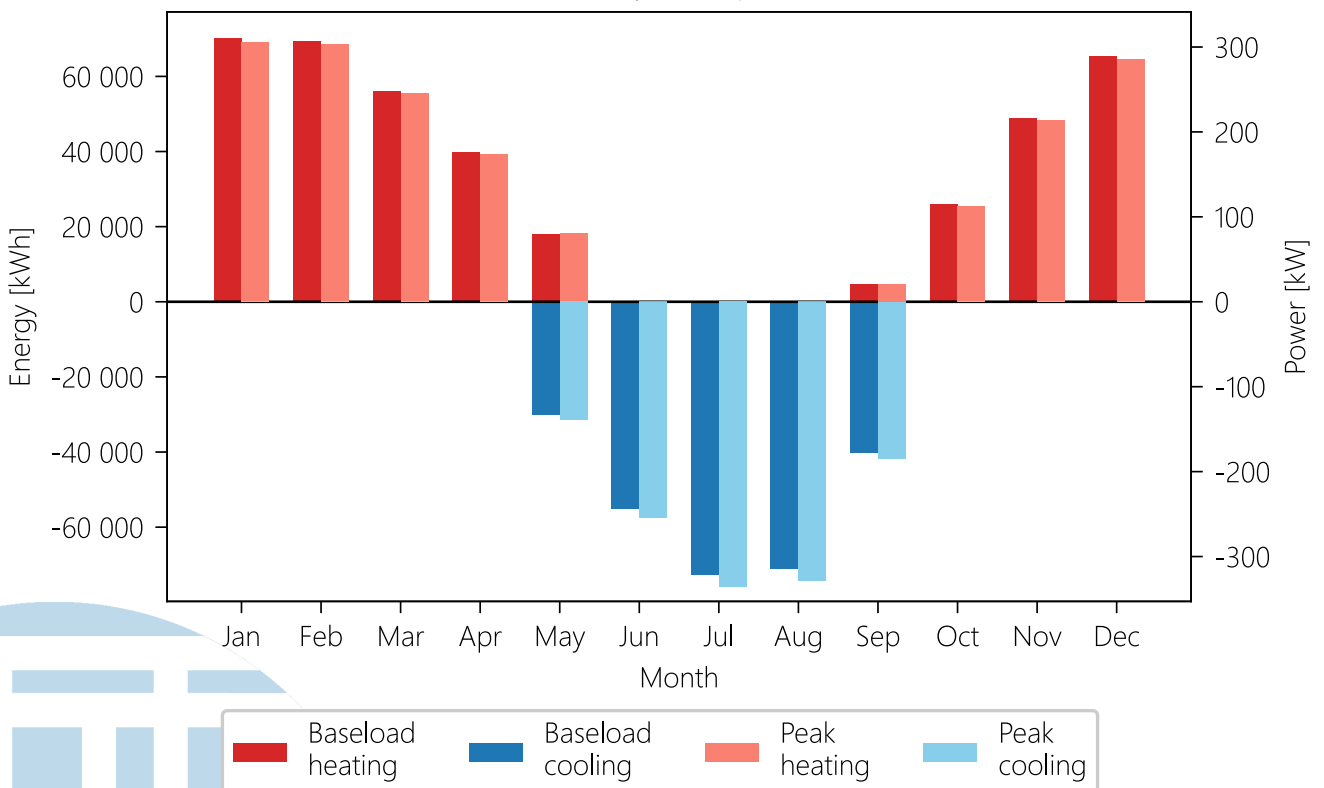
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.6.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

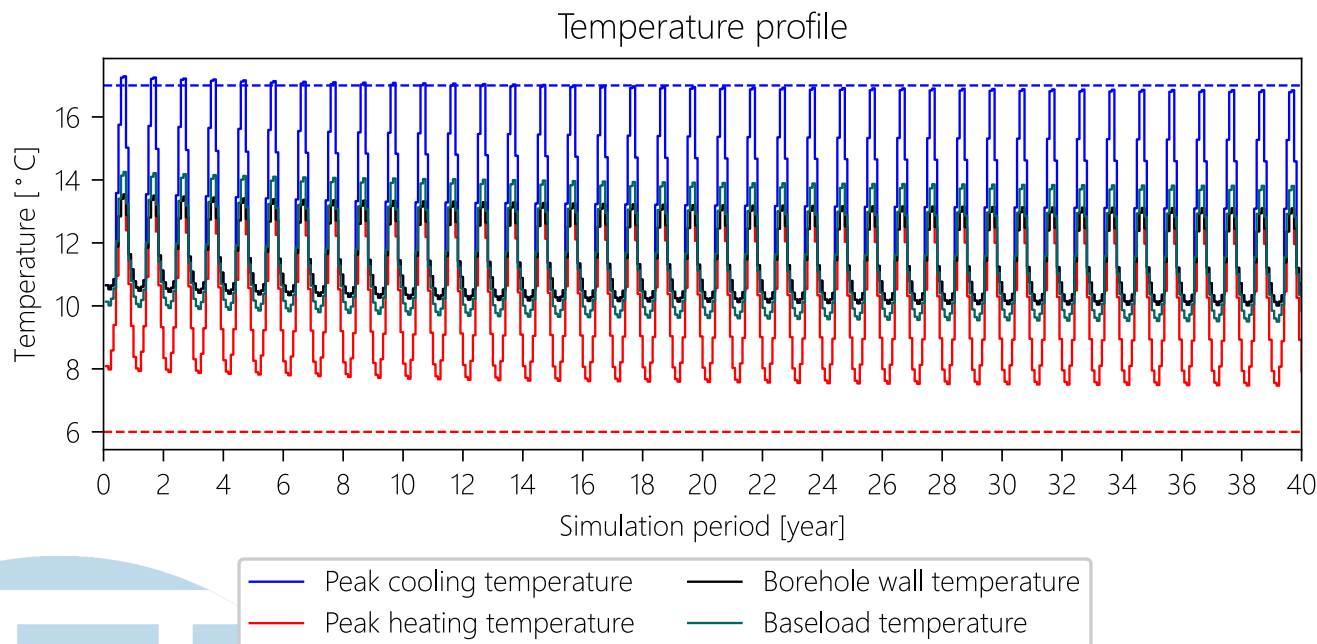
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 5 971. This is a turbulent regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1358 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,29 °C and 7,47 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,50 °C and 14,25 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 15,55 kPa during extration and 15,55 kPa during injection.



4.7 Scenario 7

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.7.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

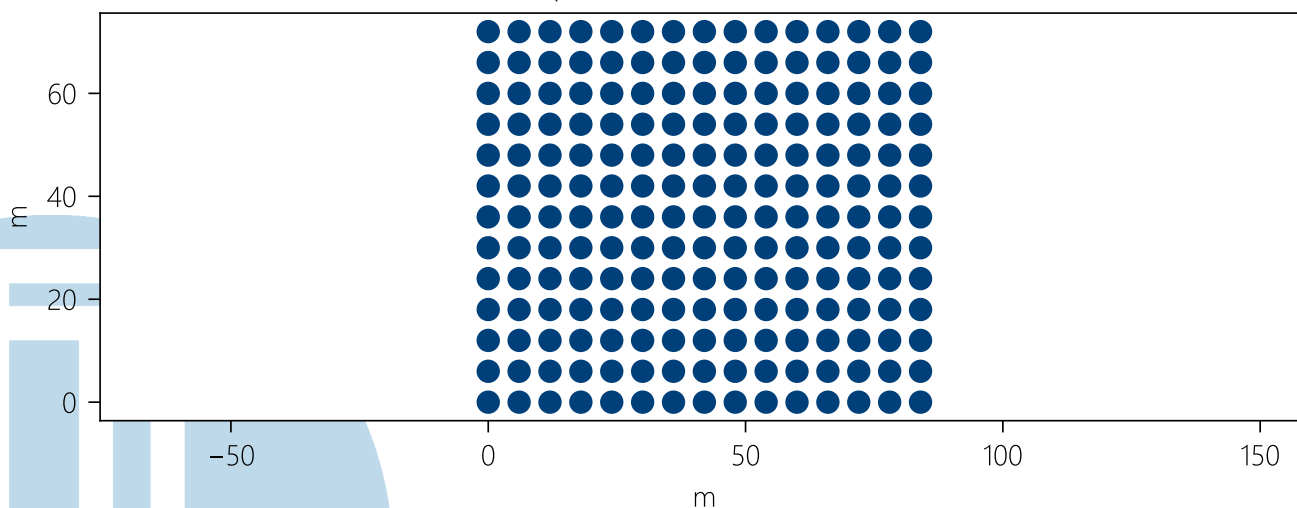
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 195 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 19 363,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

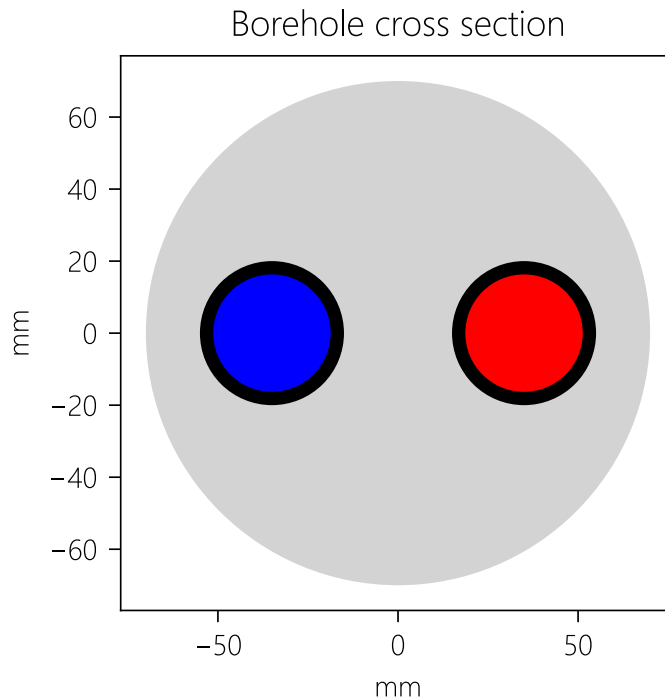
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, a single U-tube DN40 PN16 is installed. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,18 kg/s per borehole in the system.

Load data

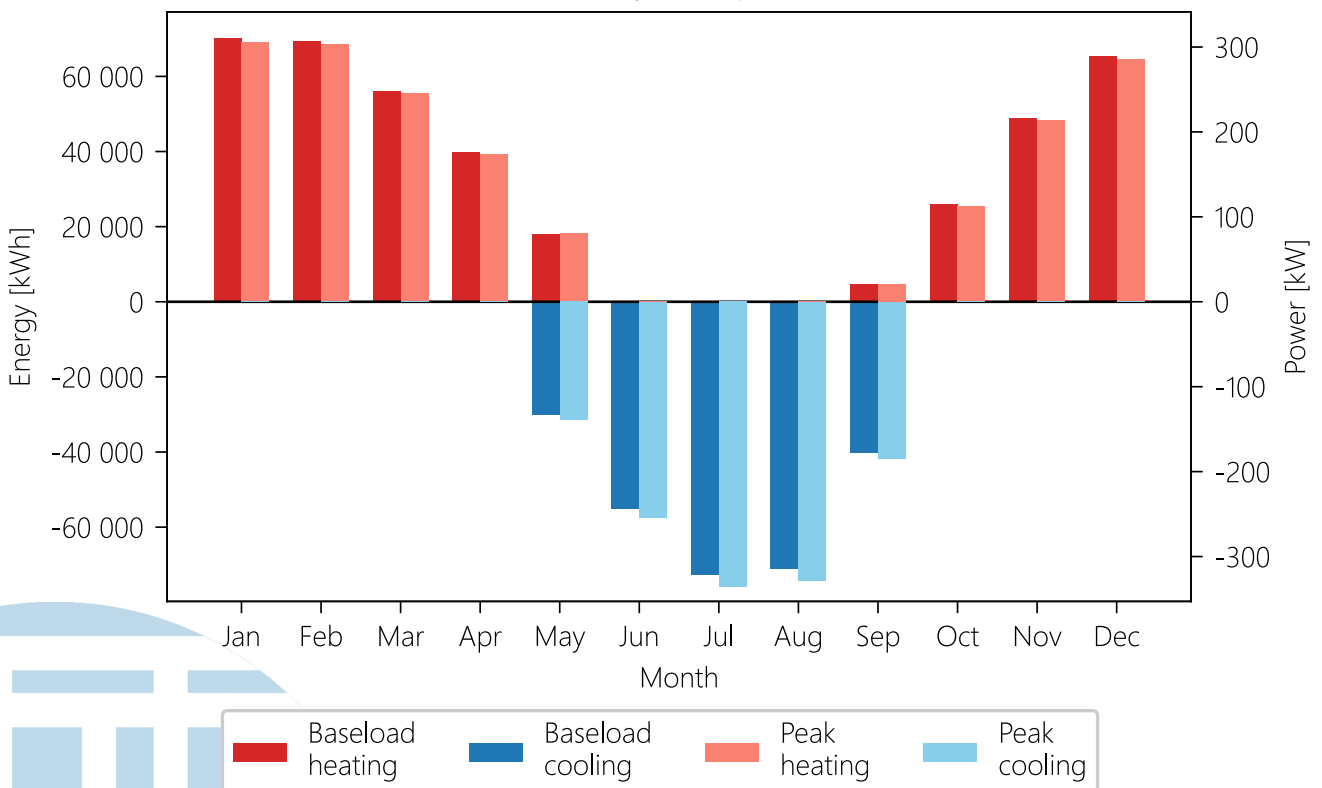
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.7.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

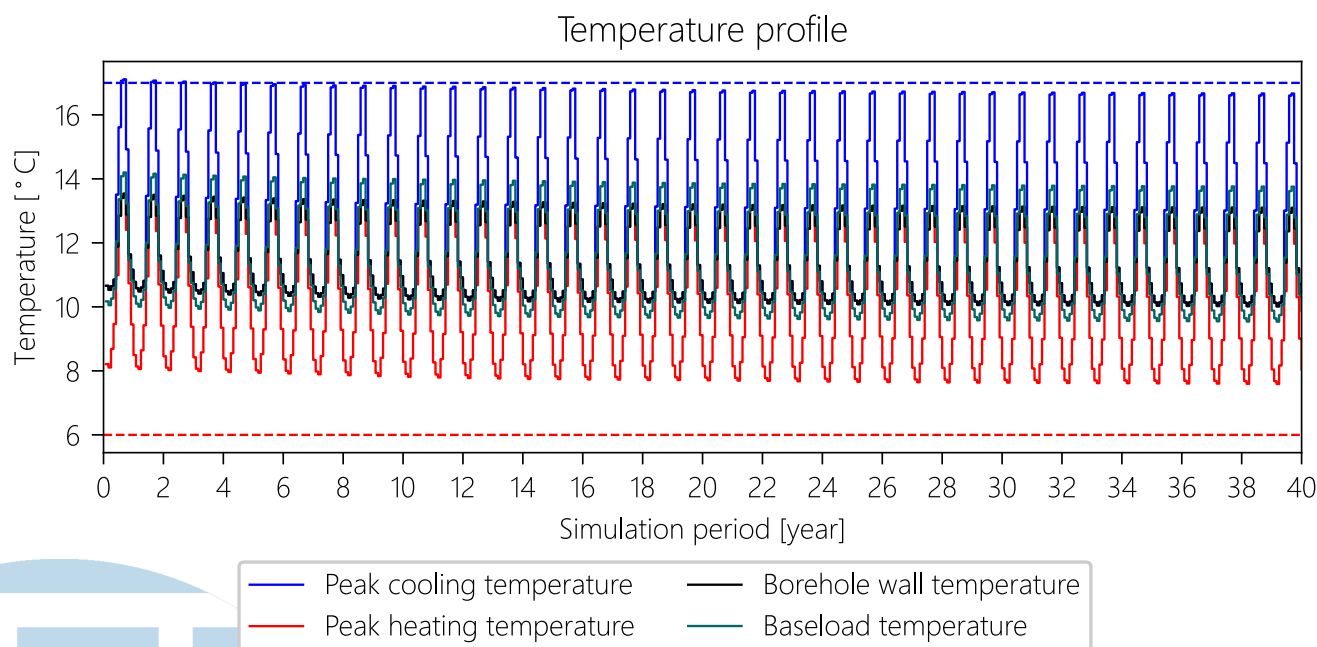
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 4 762. This is a turbulent regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1257 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,11 °C and 7,59 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,54 °C and 14,20 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 5,35 kPa during extration and 5,35 kPa during injection.



4.8 Scenario 7 - June

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.8.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in June. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

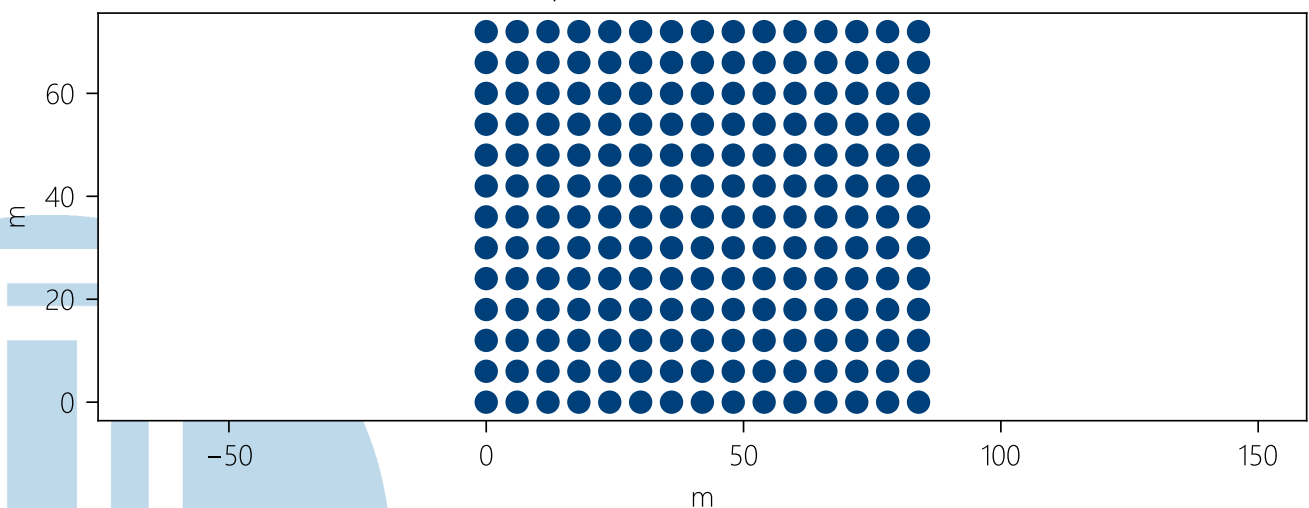
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 195 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 19 363,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

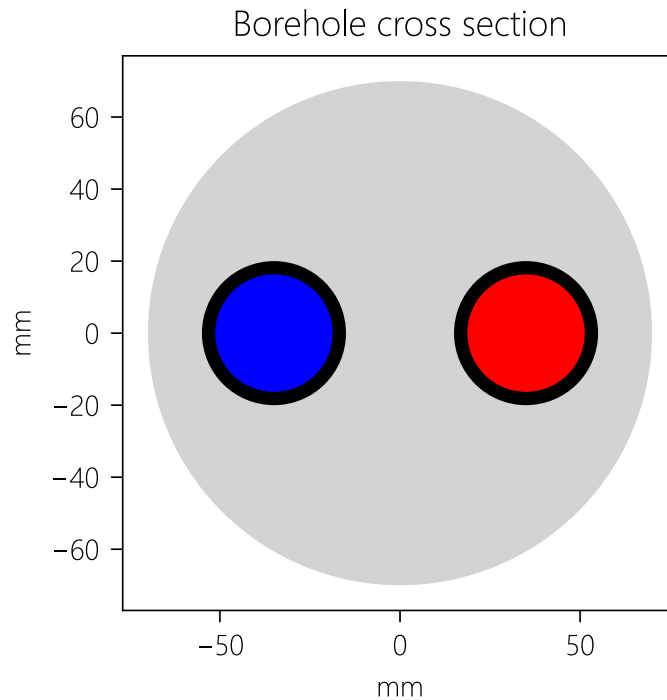
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, a single U-tube DN40 PN16 is installed. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,18 kg/s per borehole in the system.

Load data

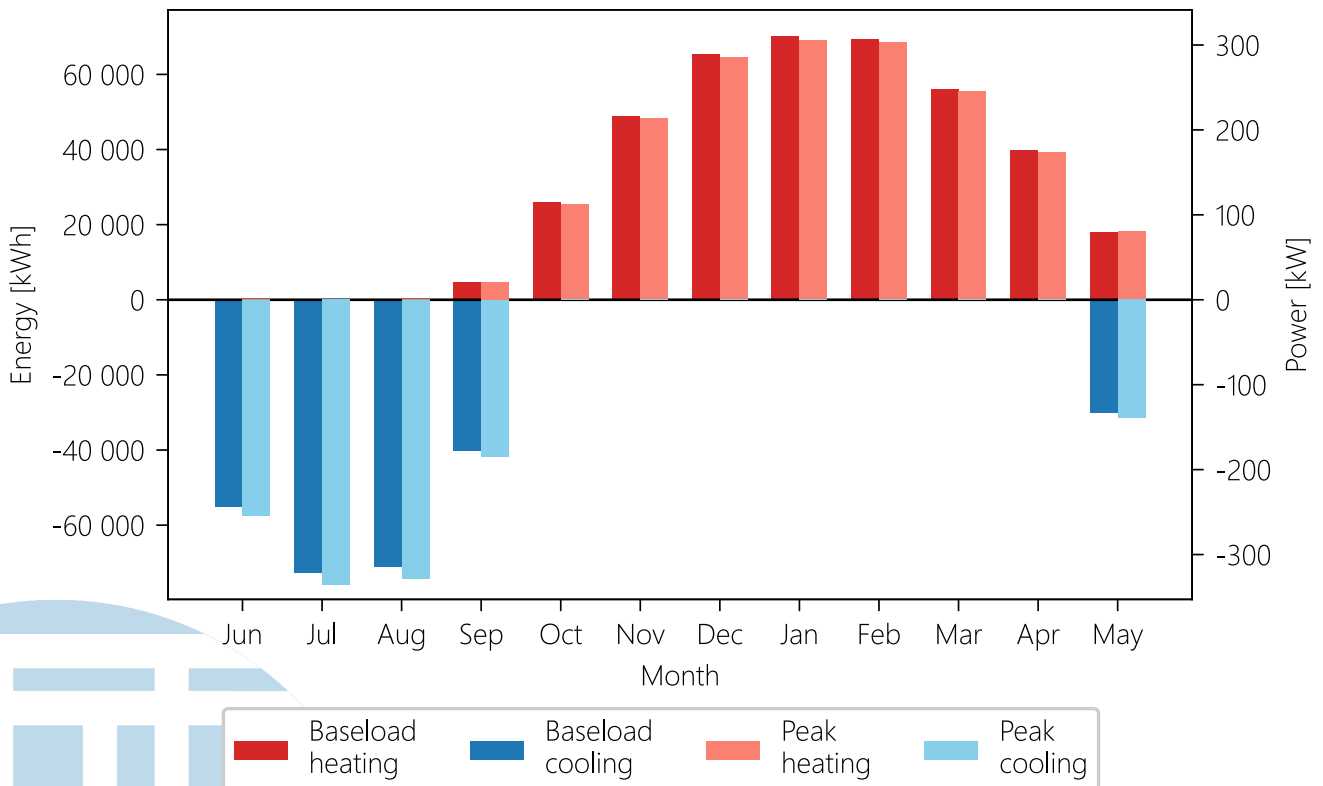
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.8.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

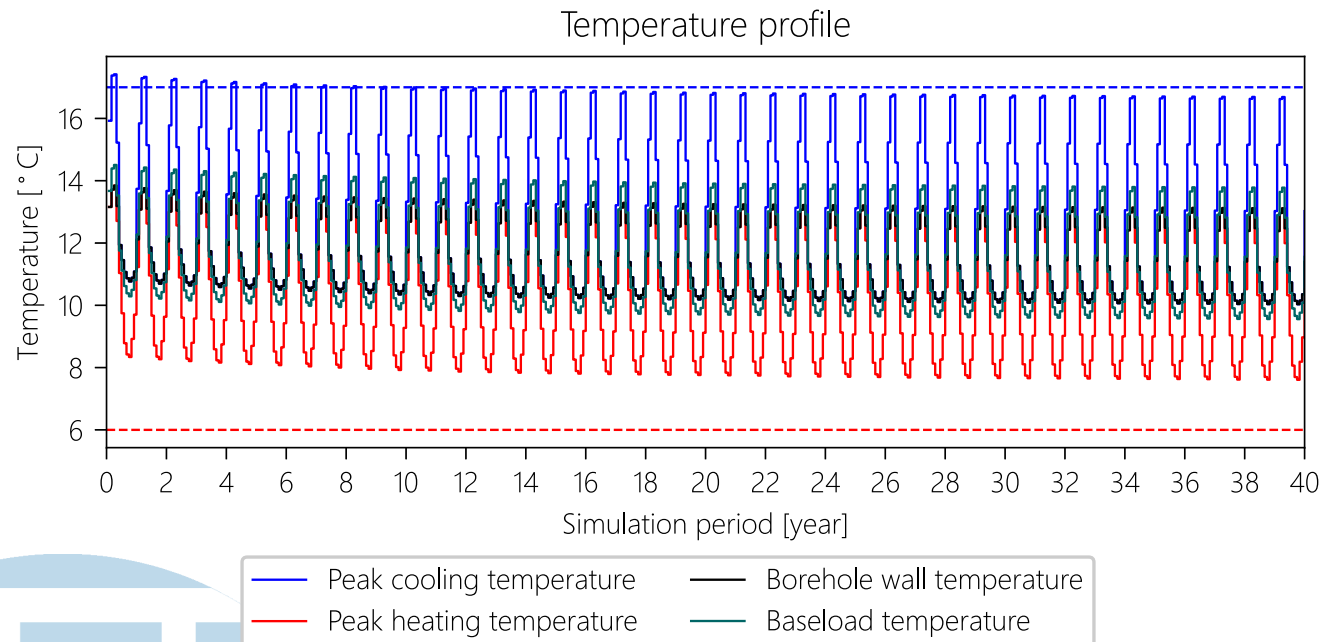
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 4 762. This is a turbulent regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1257 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,42 °C and 7,61 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,55 °C and 14,51 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 5,35 kPa during extration and 5,35 kPa during injection.



4.9 Scenario 7 - higher ground temperature

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.9.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

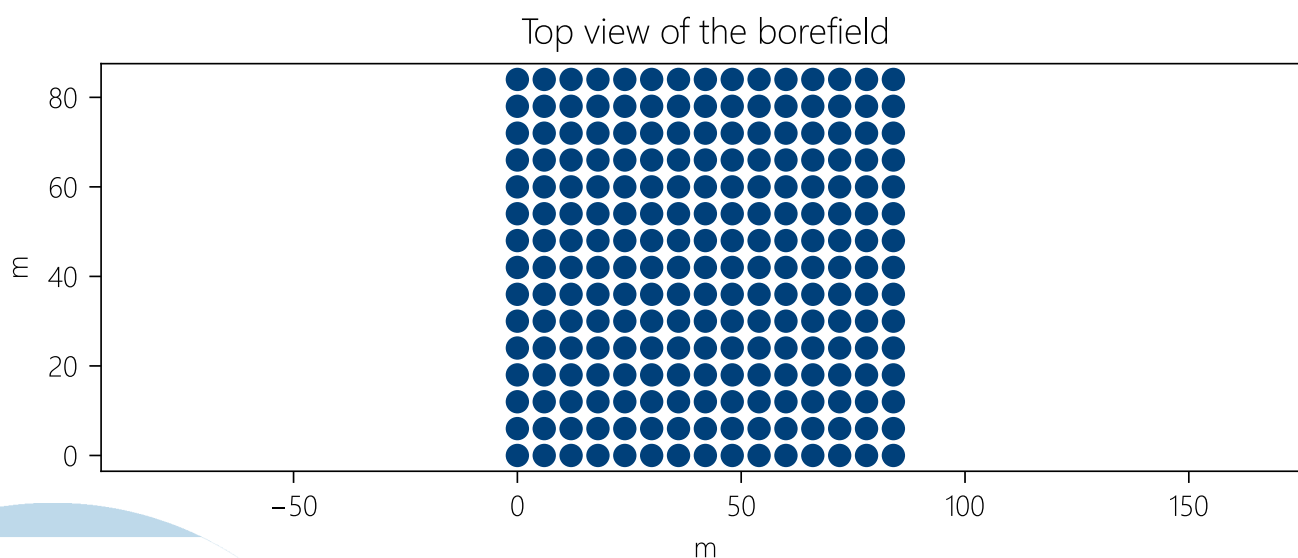
The ground temperature of 12,50 °C is assumed to be constant with depth.

Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 225 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 22 342,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

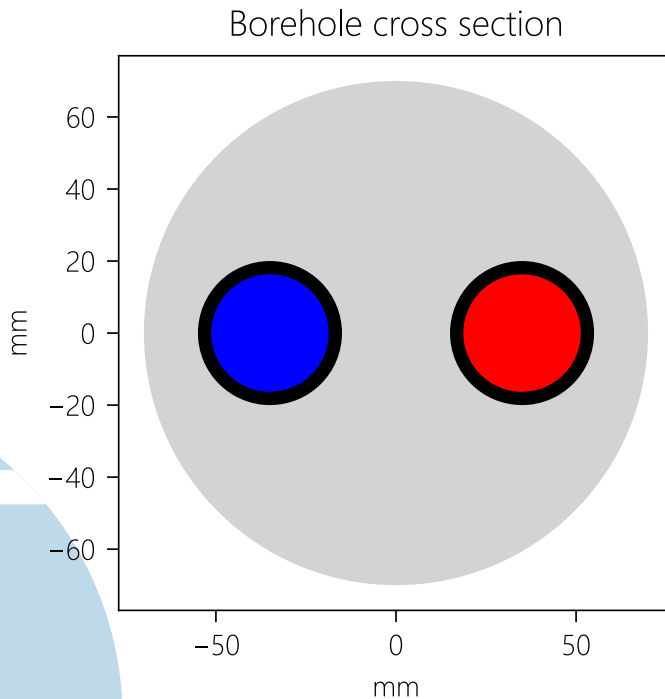
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, a single U-tube DN40 PN16 is installed. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 1,50 W/(m·K).



Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,16 kg/s per borehole in the system.

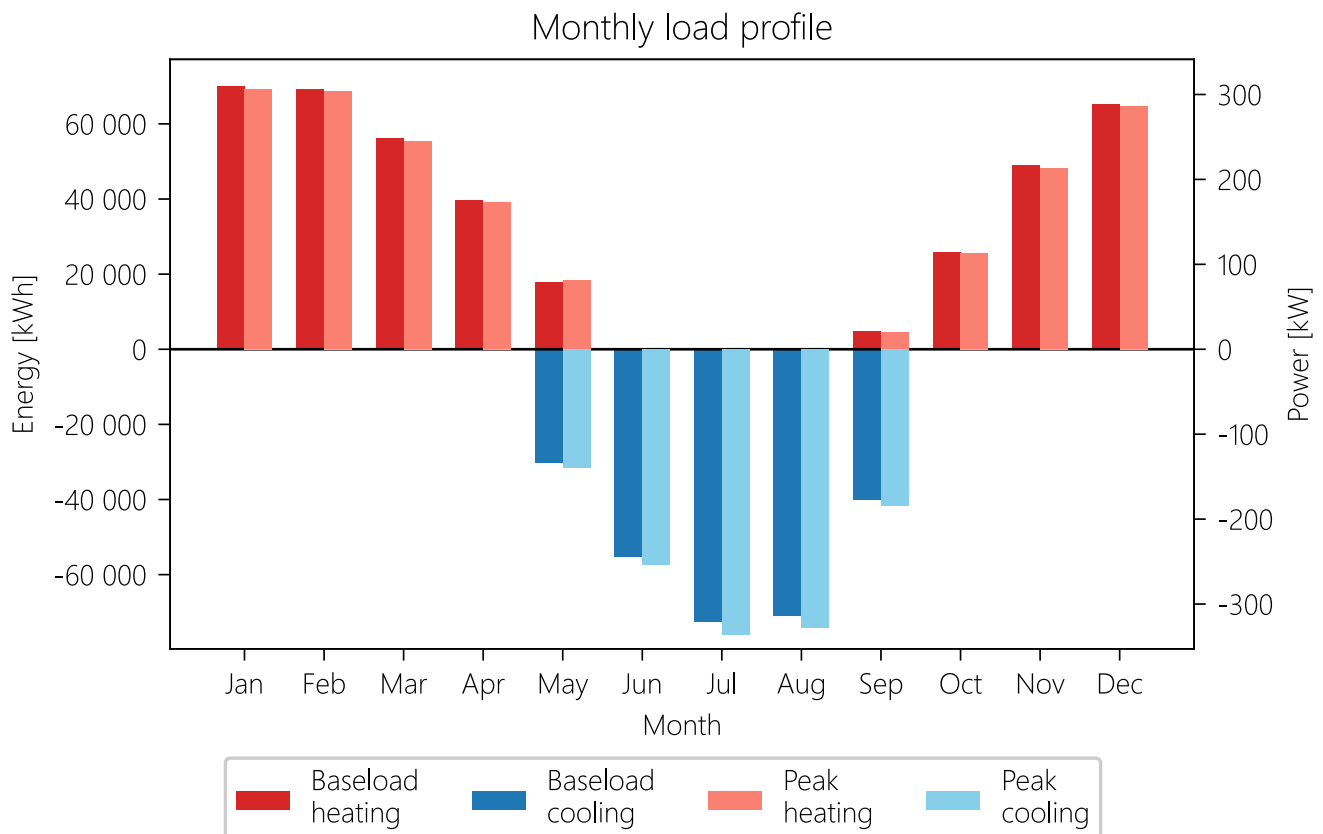
Load data

For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.9.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 4 127. This is a turbulent regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1308 m·K/W.

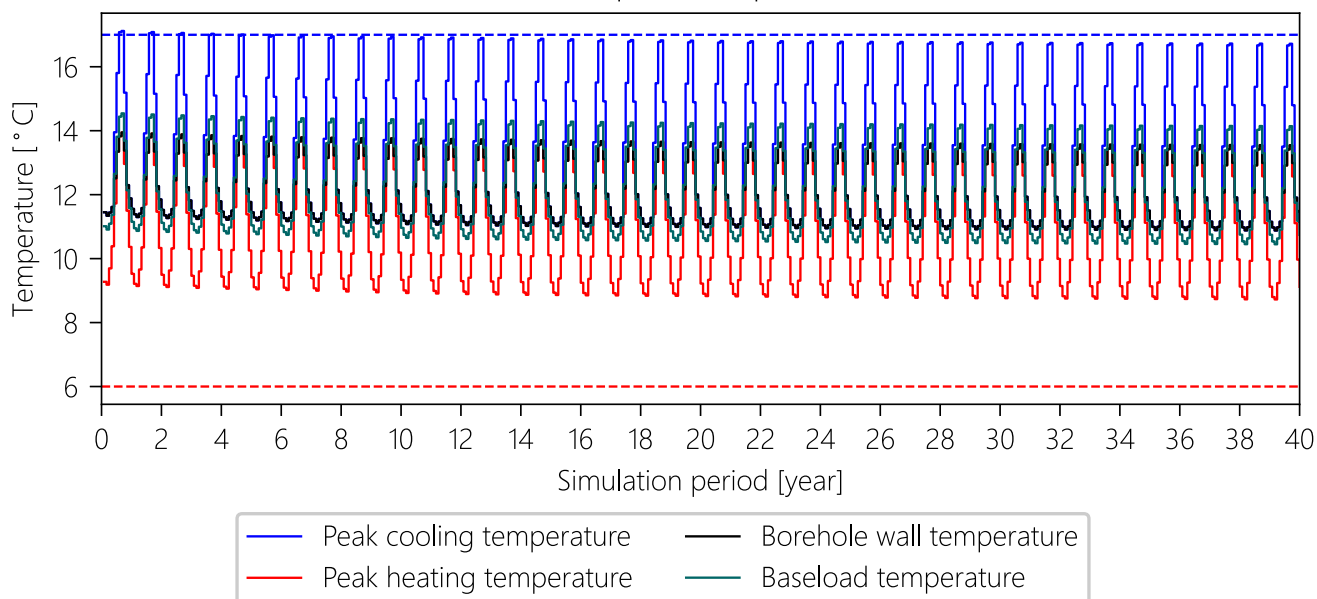
This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month.

Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.

Temperature profile



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 17,12 °C and 8,72 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 10,45 °C and 14,54 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 4,19 kPa during extration and 4,19 kPa during injection.

4.10 Scenario 7 - grout

In the first subsection, the scenario-specific input parameters will be discussed. Afterwards, the simulation results are presented.

4.10.1 Input

General simulation settings

The scenarios in this report have been simulated with a simulation period of 40 years, starting in January. The maximum and minimum average fluid temperatures were 6,00 °C and 17,00 °C respectively. The simulations were carried out with GHEtool Cloud v2.6.1.2.

Ground data

The ground is modelled as a single homogeneous layer with an average thermal conductivity of 1,70 W/(m·K) and a volumetric heat capacity of 2,40 MJ/(m³·K). This means that the ground properties are assumed to remain constant at all depths.

A ground temperature gradient is taken into account. Using a geothermal heat flux of 0,08 W/m², a ground surface temperature of 9,50 °C and the ground thermal conductivity, the average ground temperature can be calculated for each borehole depth. For example, the average ground temperature is 10,67 °C at 50 m and 11,84 °C at 99 m.

Please note that for all ground property calculations, both the borehole depth and the buried depth are taken into account. This means that the average ground properties, as seen by the borehole, are calculated from the buried depth down to the full borehole depth. The region above the buried depth is not considered.

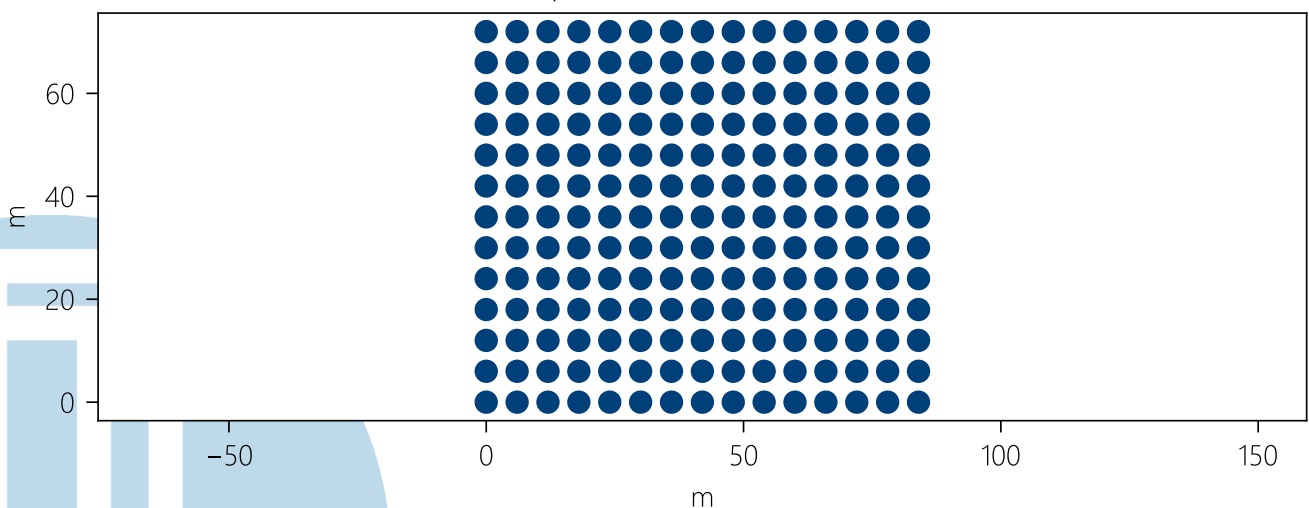
Borefield configuration

The simulations were carried out with a borefield consisting of 195 boreholes, with an average buried depth of 0,70 m, an average borehole depth of 100,00 m and an average borehole length of 99,30 m. This results in a total borehole length of 19 363,50 m.

The minimum average borehole spacing is 6,00 m. This is defined as the average of the smallest distances between the centres of all pairs of boreholes in the borefield.

(The borehole depth is defined as the vertical distance between the ground surface and the deepest point of the borehole. The buried depth is the distance between the ground surface and the start of the borehole. The borehole length, sometimes called the 'active length' is the actual length of the heat exchanger measured along the borehole.)

Top view of the borefield



The coordinates of the different boreholes are given in the table below.

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

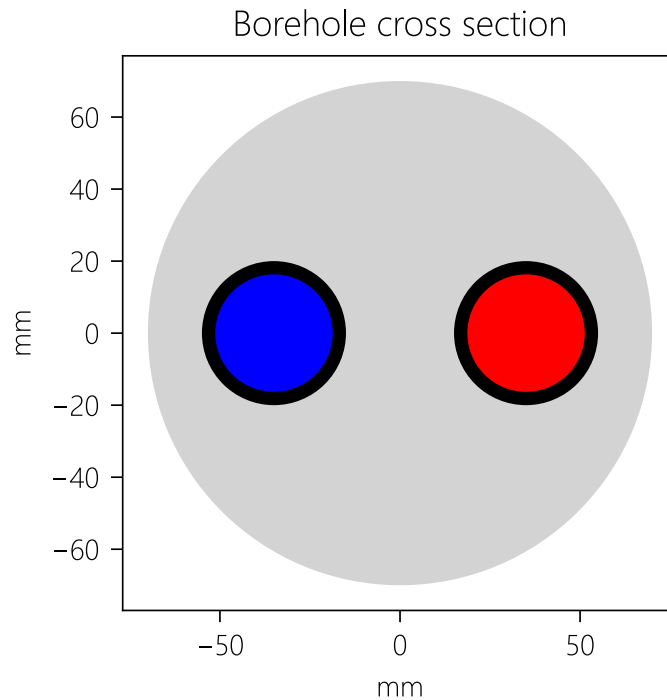
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

Pipe data

Inside the borehole with a diameter of 140 mm, a single U-tube DN40 PN16 is installed. The borehole will be grouted with a material that has a thermal conductivity of 2,00 W/(m·K).





Fluid data

As a heat transfer fluid, Water with 30,0 v/v% was selected, providing frost protection down to approximately 0 °C. The fluid properties were assumed to remain constant throughout the simulation period and were calculated at a reference temperature of 6,00 °C.

The fluid properties can be found in the table below.

Thermal conductivity of the fluid	0,57 W/(m·K)
Thermal capacity of the fluid	4 200,60 J/(kg·K)
Dynamic viscosity	$1,4720 \times 10^{-3}$ Pa·s
Density of the fluid	999,94 kg/m ³

The total flow rate through the borefield is 35,00 kg/s, corresponding to a flow of 0,18 kg/s per borehole in the system.

Load data

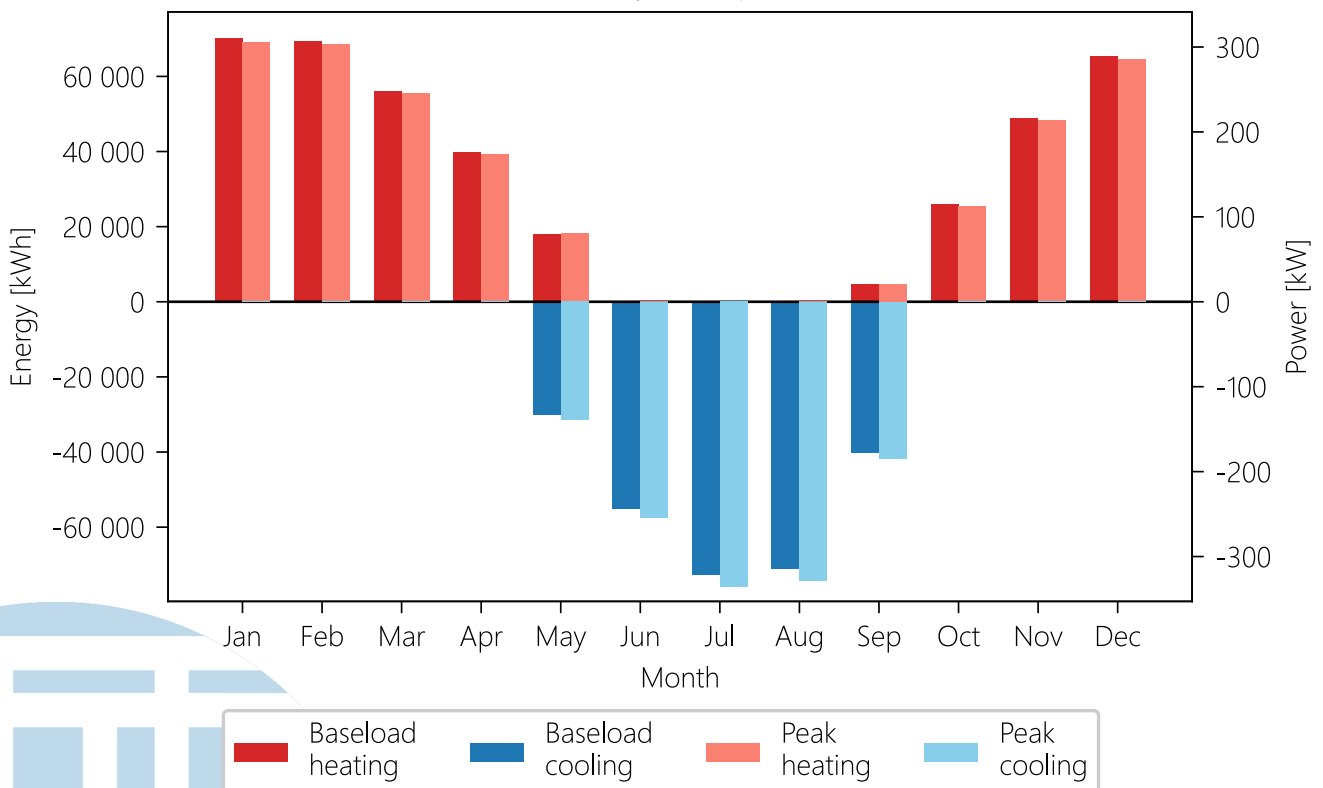
For the simulation, a building load was used. This means that, in order to calculate the resulting extraction and injection loads for the ground, the efficiency of the heat pump will be taken into account. Below you can find a summary of the load.

Building demand	Yearly load	Peak power
Heating demand	398 000 kWh/y	306,0 kW
Cooling demand	269 000 kWh/y	336,0 kW

The monthly distribution is given in the table below.

Month	Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
January	70 048	0	306,0	0,0
February	69 252	0	303,2	0,0
March	56 118	0	245,4	0,0
April	39 800	0	173,2	0,0
May	17 910	30 128	80,8	139,4
June	0	55 145	0,0	254,0
July	0	72 630	0,0	336,0
August	0	71 016	0,0	327,9
September	4 776	40 081	20,2	184,5
October	25 870	0	112,6	0,0
November	48 954	0	213,6	0,0
December	65 272	0	285,8	0,0

Monthly load profile



The peak duration during heating is 8 hours, and for cooling it is 8 hours. The peak duration is defined as the longest runtime of the maximum heating/cooling power in a year. This value is typically higher with slow

emission systems (such as floor heating or concrete core activation) and lower for fast emission systems (such as air-based systems).

4.10.2 Results

Ground load

Because we are working with building loads (i.e. secondary loads), these must be converted into injection and extraction loads using the efficiency data. A summary of the resulting yearly ground load is given in the table below.

Ground demand	Yearly load	Peak power
Extraction demand	309 556 kWh/y	238,0 kW
Injection demand	282 450 kWh/y	352,8 kW

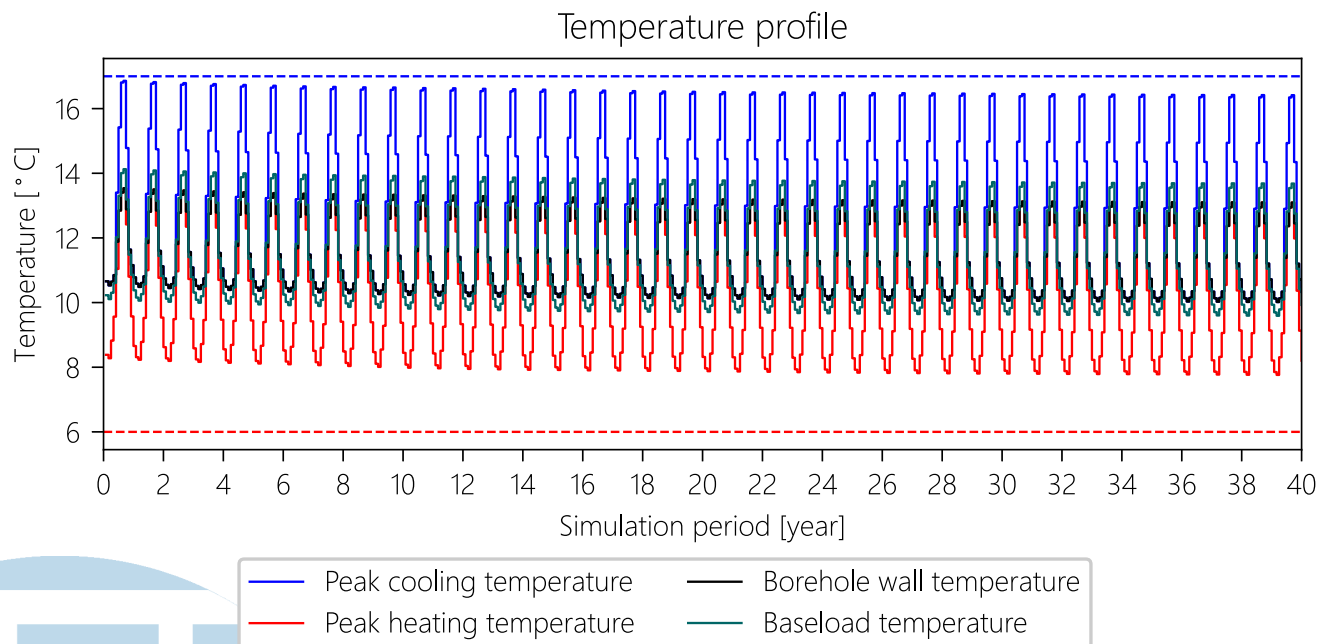
Temperature evolution of the borefield

Using the pipe, fluid and flow properties, the Reynolds number was calculated to be 4 762. This is a turbulent regime, giving us an effective borehole thermal resistance of 0,1116 m·K/W.

This effective borehole thermal resistance is assumed to remain constant over the simulation period.

Below, the monthly simulation for the borefield is shown. For each month, three lines are displayed. The black line represents the borehole wall temperature, which is the temperature at the interface between the borehole and the ground. The other two lines, red and blue, show the average fluid temperature (between borehole inlet and outlet) during peak heating and peak cooling, respectively.

Since the simulation uses monthly resolution, both heating and cooling peaks can occur in the same month. Therefore, both fluid temperatures are always shown. The difference between the borehole wall temperature and the average fluid temperature is determined by the effective borehole thermal resistance.



The maximum and minimum average fluid temperature over the whole simulation period at peak power are 16,86 °C and 7,76 °C respectively. The minimum average fluid temperatures during the baseload are respectively 9,59 °C and 14,13 °C.

Pressure drop

The pressure drop over a single borehole is 5,35 kPa during extration and 5,35 kPa during injection.



5.1 Design Data - Scenario 1

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 2,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,60 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 2
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 25.0 v/v% MPG @ 2.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,44 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 3 855,04 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 1 027,16 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00545 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

6,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

24,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

36,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

54,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

72,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	149,30	150,00	0,70	0,00	0,00

5.2 Design Data - Scenario 2

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 2,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,60 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 2
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 25.0 v/v% MPG @ 2.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,44 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 3 855,04 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 1 027,16 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00545 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.3 Design Data - Scenario 3

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 2,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 2
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 25.0 v/v% MPG @ 2.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,44 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 3 855,04 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 1 027,16 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00545 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

5.4 Design Data - Scenario 4

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 2,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 2
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 2.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,56 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 209,88 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00167 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

5.5 Design Data - Scenario 5

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 2
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.6 Design Data - Scenario 6

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN32 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 1
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.7 Design Data - Scenario 7

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN40 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 1
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.8 Design Data - Scenario 7 - June

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 6
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN40 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 1
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.9 Design Data - Scenario 7 - higher ground temperature

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Undisturbed ground temperature: 12,50 °C

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN40 PN16
- Grout thermal conductivity: 1,50 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 1
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	78,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	84,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00



5.10 Design Data - Scenario 7 - grout

Design parameters

- Maximum average fluid temperature: 17,00 °C
- Minimum average fluid temperature: 6,00 °C
- First month of simulation: 1
- Simulation period: 40 years

Ground parameters

- Homogeneous ground conductivity: 1,70 W/(m·K)
- Homogeneous volumetric heat capacity: 2,40 MJ/(m³·K)
- Ground surface temperature: 9,50 °C
- Ground flux: 0,08000 W/m²

Borehole parameters

- Borehole diameter: 140,00 mm

Pipe parameters

- U tube DN40 PN16
- Grout thermal conductivity: 2,00 W/(m·K)
- Number of U-tubes: 1
- Pipe conductivity: 0,40 W/(m·K)
- Pipe roughness: 0,00100 mm

Fluid properties

- 30.0 v/v% Water @ 6.00 °C
- Thermal conductivity of the fluid: 0,57 W/(m·K)
- Thermal capacity of the fluid: 4 200,60 J/(kg·K)
- Density of the fluid: 999,94 kg/m³
- Dynamic viscosity: 0,00147 Pa·s
- Mass flow rate per borefield: 35,00 kg/s
- Number of boreholes in series: 1



Thermal demand

Baseload heating [kWh]	Baseload cooling [kWh]	Peak heating [kW]	Peak cooling [kW]
70 048,00	0,00	306,00	0,00
69 252,00	0,00	303,25	0,00
56 118,00	0,00	245,41	0,00
39 800,00	0,00	173,20	0,00
17 910,00	30 128,00	80,78	139,44
0,00	55 145,00	0,00	254,02
0,00	72 630,00	0,00	336,00
0,00	71 016,00	0,00	327,94
4 776,00	40 081,00	20,20	184,46
25 870,00	0,00	112,61	0,00
48 954,00	0,00	213,59	0,00
65 272,00	0,00	285,80	0,00

- SCOP heating: 4,50
- SEER cooling: 20,00
- Peak heating duration: 8,00 hours
- Peak cooling duration: 8,00 hours

Borefield parameters

x [m]	y [m]	Length [m]	Depth [m]	Buried depth [m]	Tilt [°]	Orientation [°]
0,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
0,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

6,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
6,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
12,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
18,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

24,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
24,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
30,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
36,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

42,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
42,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
48,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
54,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

60,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
60,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
66,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
72,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00

78,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
78,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	0,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	6,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	12,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	18,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	24,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	30,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	36,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	42,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	48,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	54,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	60,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	66,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00
84,00	72,00	99,30	100,00	0,70	0,00	0,00





This report has been generated with
GHEtool Cloud v2.6.1.2
Licensed by:
Enead BV