

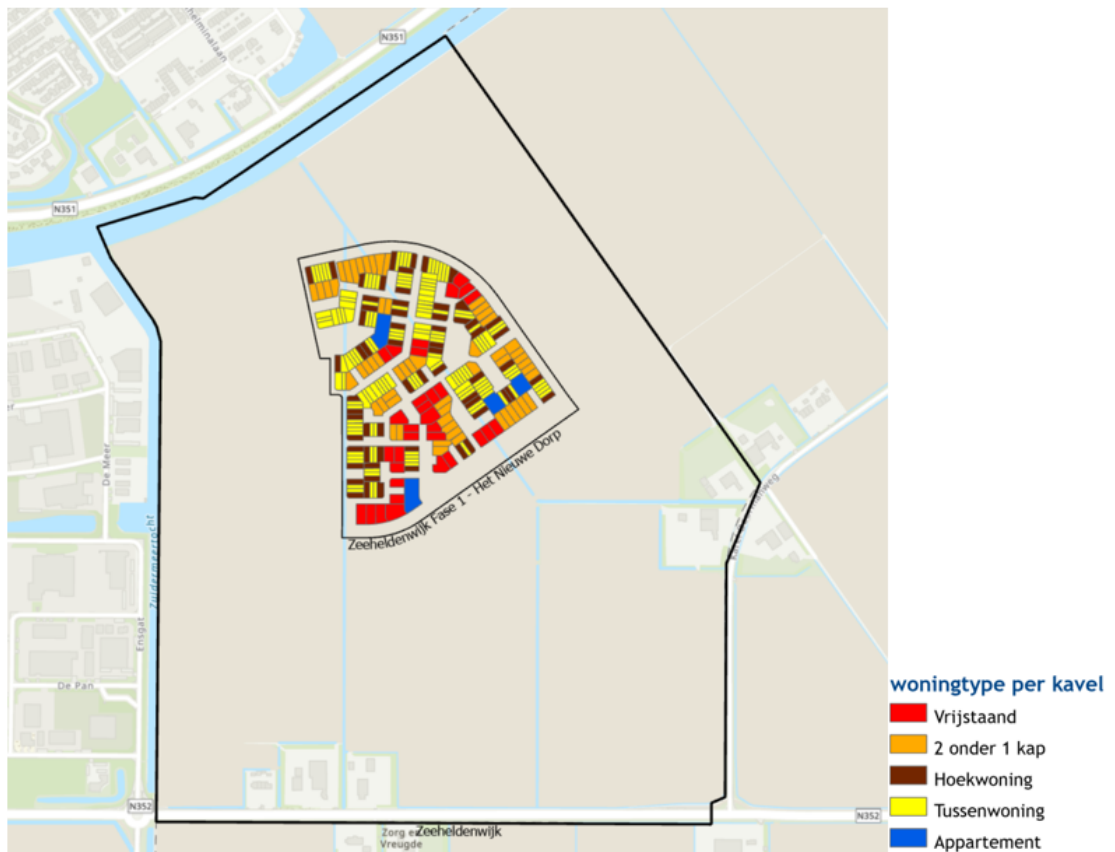
## Bodemenergieplan Het Nieuwe Dorp in Urk

Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen

### 1 Inleiding

#### 1.1 WOONWIJK HET NIEUWE DORP

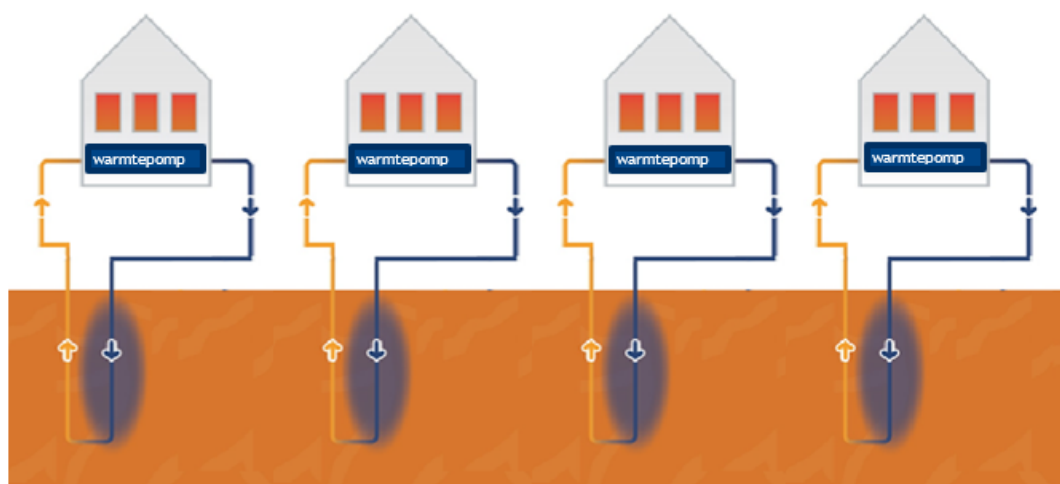
In Urk wordt de nieuwbouwwijk Zeeheldenwijk ontwikkeld. In het deelgebied Het Nieuwe Dorp worden circa 300 woningen gerealiseerd (zie Figuur 1.1). De verwachting is dat de woningen voor verwarming en koeling voorzien worden van individuele elektrisch aangedreven combiwarmtepompen die bronwarmte aan de bodem onttrekken met behulp van individuele gesloten bodemenergiesystemen.



Figuur 1.1 | Zeeheldenwijk inclusief fase 1 – Het Nieuwe Dorp te Urk

#### 1.2 HOE WERKT EEN GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEEM?

Gesloten bodemenergiesystemen bestaan uit verticale boorgaten in de bodem die zijn voorzien van een kunststof bodemlus. Hiermee wordt warmte aan de bodem onttrokken of toegevoerd door middel van geleiding (zie Figuur 1.2). Het is een gesloten systeem, waardoor geen grondwater wordt onttrokken en wordt geïnfilterd. Door warmteonttrekking aan de bodem met warmtepompen, daalt de temperatuur van de bodem. Hiervan kan in de zomer weer gebruik worden gemaakt om de woning van koeling te voorzien. De jaarlijkse warmteonttrekking aan de bodem zal echter groter zijn dan de jaarlijkse warmte-toevoer in de zomer. Hierdoor daalt de temperatuur van de bodem in de gehele woonwijk en zullen de systemen invloed op elkaar hebben (interferentie).



Figuur 1.2 | Schematische weergave van een gesloten bodemenergiesysteem met enkele bodemlus .

### 1.3 INTERFERENTIE

Bij toepassing van gesloten bodemenergiesystemen in de woningbouw wordt netto warmte onttrokken aan de bodem. Dit leidt tot een daling in temperatuur van de bodem. Elk nieuw te realiseren gesloten bodemenergiesysteem voor elke woning, moet daarom rekening houden met de temperatuurdaling van de bodem ten gevolge van alle andere nabij gelegen gesloten bodemenergiesystemen.

Om de temperatuurdaling van de bodem ten gevolge van grootschalige warmteonttrekking aan de bodem te beperken, is in dit bodemenergieplan per kavel de maximale jaarlijkse netto warmte-onttrekking per meter bodemdiepte berekend en vastgesteld. Bij het ontwerp van elk gesloten bodemenergiesysteem dient rekening te worden gehouden met deze maximale warmteonttrekking en met de lagere temperatuur van de bodem. Hiermee worden thermisch gezien robuuste systemen verkregen en wordt doelmatig gebruik gemaakt van de ondergrond.

### 1.4 INTERFERENTIEGEBIED

De gemeente Urk heeft de gehele Zeeheldenwijk, waarvan Het Nieuwe Dorp onderdeel uitmaakt, aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor gesloten bodemenergiesystemen, naast de melding in het kader van Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi), de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd. Bij de aanvraag dient rekening gehouden te worden met de hiervoor geldende proceduretermijn.

### 1.5 BODEMENERGIEPLAN MET REGELS

Voor het verkrijgen van de vergunning (Obm) dient te allen tijde te worden voldaan aan de regels die in dit bodemenergieplan zijn omschreven. Deze regels zijn zo opgesteld dat alle woningen in Het Nieuwe Dorp met nieuw te realiseren gesloten bodemenergiesystemen doelmatig gebruik kunnen maken van de ondergrond voor bodemenergie. Daarnaast zorgen de regels ervoor dat interferentie tussen de gesloten systemen en daarmee nadelige invloed op het systeemrendement zo veel mogelijk wordt beperkt.

### 1.6 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 van dit bodemenergieplan is het geohydrologisch vooronderzoek voor het realiseren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen in Het Nieuwe Dorp beschreven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de maximale netto energieonttrekking per woning en het bodemenergieplan voor Het Nieuwe Dorp. De algemene en de locatie specifieke regels voor het realiseren en het inwerking hebben van gesloten bodemenergiesystemen zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Om inzicht te verkrijgen hoe dit bodemenergieplan moet worden gelezen en hoe de regels moeten worden geïnterpreteerd, zijn in hoofdstuk 5 twee voorbeelden uitgewerkt. In de bijlagen is de nodige achtergrondinformatie opgenomen.

## 2 Geohydrologisch onderzoek

### 2.1 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw op de locatie van De Zeeheldenwijk en in de directe omgeving is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOloket;
- Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology;
- Handleiding VDI 4640 BLATT / PART 1.

De op de locatie te verwachte bodemopbouw en de thermische eigenschappen van de bodemlagen zijn weergegeven in Tabel 2.1. In Figuur 2.1 zijn gemeten temperaturen van de bodem binnen een straal van 20 km rondom Het Nieuwe Dorp weergegeven.

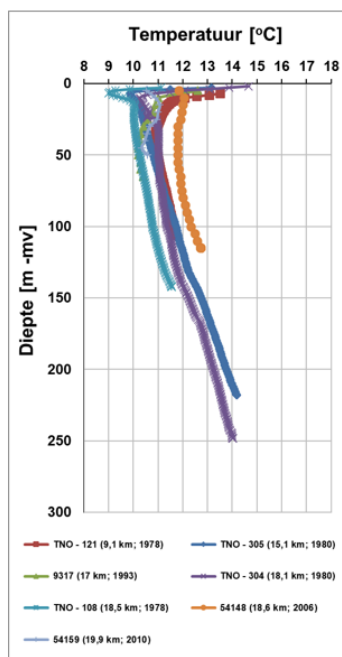
Tabel 2.1 | Bodemopbouw

diepte	lithologie	geohydrologie	temperatuur	warmtegeleidingscoëfficiënt	warmtecapaciteit	grondwaterstroming en richting
[m-mv]*			[°C]	[W/(m·K)]	[MJ/(m <sup>3</sup> ·K)]	[m/jaar]
0 – 0,5	klei, veen, leem en fijn zand	deklaag (onverzadigd deel)	-	0,5	2,5	-
0,5 – 8	klei, veen, leem en fijn zand	deklaag (verzadigd deel)	10,5	1,7	2,5	-
8 – 20	matig fijn tot uiterst grof zand, soms grindig	1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	10,5	2,4	2,5	< 5 NO
20 – 25	fijn zand en klei	1 <sup>e</sup> scheidende laag	10,5	1,9	2,5	-
25 – 225	matig grof tot zeer grof zand	gecombineerd 2 <sup>e</sup> /3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	10,5 - 14	2,4	2,5	< 5 ZO
> 225	klei en fijn zand	hydrologische basis	> 14	1,9	2,5	-

\* het maaiveld bevindt zich op circa 4 m-NAP

### Bodemgeschiktheid

Op basis van de verkregen gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot een diepte van 225 m-mv goed geschikt is voor het toepassen van verticale boorgaten met bodemlussen ten behoeve van gesloten bodemenergiesystemen.



Benadering gemiddelde natuurlijke bodemtemperatuur tussen maaiveld en einddiepte:  
 $T_{\text{bodem natuurlijk}} = 0,01 \cdot \text{einddiepte} + 9,5^{\circ}\text{C}$

Figuur 2.1 | Temperatuurmetingen bodem binnen 20 km van Het Nieuwe Dorp (bron: Database bodemtemperatuur profielmetingen TNO en IF Technology)

## 2.2 TECHNISCHE EN JURIDISCHE ASPECTEN

In Tabel 2.2 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen tot 225 m-mv. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht.

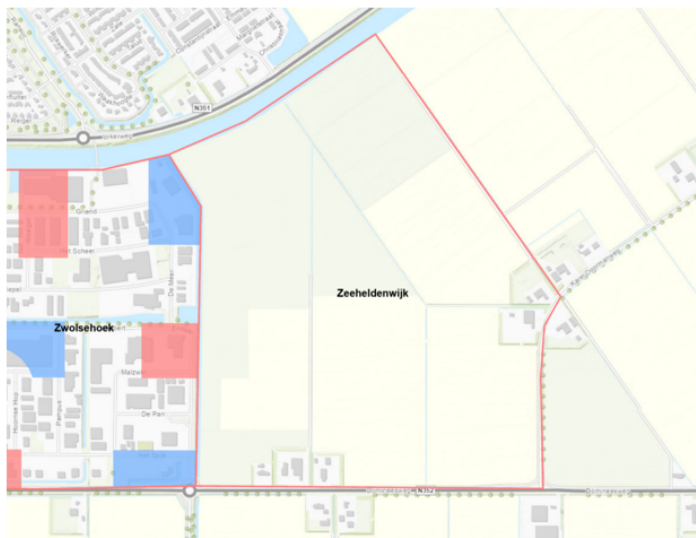
Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp	toelichting
<b>grondwater</b>	
grondwaterstand	✓ 4,5 m-NAP (4,4 - 4,6 m-NAP) (bron: peilbuis B20E0287-001)
stijghoogte 1 <sup>o</sup> watervoerend pakket	✓ 4,4 m-NAP (4,3 - 4,5 m-NAP) (bron: peilbuis B20E0287-002)
stijghoogte 2 <sup>o</sup> /3 <sup>o</sup> watervoerend pakket	✓ 5,0 m-NAP (bron: peilbuis B20F0054 en REGIS)
artistisch grondwater	✓ niet aanwezig
<b>belangen</b>	
interferentiegebied	⚠ 1 gelegen in interferentiegebied bodemenergieplan Zwolsehoek ten westen
grondwateronttrekkingen	✓ diverse grondwateronttrekkingen in de omgeving, geen belemmering
open bodemenergiesystemen	⚠ 2 twee open bodemenergiesystemen aanwezig binnen 1.000 m
gesloten bodemenergiesystemen	⚠ 3 diverse gesloten bodemenergiesystemen aanwezig binnen 1.000 m
grondwaterbescherming	✓ niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een watervingsgebied
natuurbelangen	⚠ 4 Natuurnetwerk Nederland aanwezig ten noorden
archeologie	⚠ 5 gebieden van verhoogde archeologische waarde binnen projectgebied
aardkundig waardevol gebied	✓ gelegen in gebied van aardkundige waarde, geen belemmering
verontreinigingen	⚠ 6 enkele lichte verontreinigingen aangetroffen
waterkering	✓ geen waterkering aanwezig binnen 500 m
spoor	✓ geen spoor aanwezig binnen 500 m
ondergrondse infrastructuur	✓ boorgaten en leidingen gesloten systemen komen op eigen kavel woningen hoge druk gasleiding loopt rond het gebied, niet door het gebied, onder de Karet Doormanweg en Domineesweg
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt      ⚠ aandachtspunt of risico      ✗ hoog risico of belemmering	

### 1. Bodemenergieplan

Voor het bedrijventerrein Zwolsehoek, ten westen van Het Nieuwe Dorp, is een bodemenergieplan opgesteld. Toekomstige bronnen van open bodemenergiesystemen binnen Zwolsehoek zullen een positieve invloed hebben op de werking en het rendement van gesloten bodemenergiesystemen in Het Nieuwe Dorp (Bron: beslisboom figuur 2 in bijlage 10 van HUM BE Deel 2). De stijghoogteveranderingen die optreden als gevolg van open bodemenergiesystemen zorgen namelijk voor een lokale grondwaterstroming, wat een positief effect heeft op het rendement van de gesloten bodemenergiesystemen. De eventuele negatieve invloed als gevolg van de afkoeling van het grondwater door koude bronnen van open bodemenergiesystemen is naar verwachting nihil.

De toekomstige gesloten bodemenergiesystemen binnen de Zeeheldenwijk hebben mogelijk een negatieve invloed op het rendement van de warme bronnen binnen Zwolsehoek (Bron: beslisboom figuur 1 in bijlage 10 van HUM BE Deel 2). De berekeningen in Hoofdstuk 3 tonen aan dat de gesloten bodemenergiesystemen van Het Nieuwe Dorp geen invloed uitoefenen op de bodemtemperatuur binnen het plangebied van Zwolsehoek.



Figuur 2.2 | Ligging van het bodemenergieplan Bedrijventerrein Zwolsehoek ten opzichte van de Zeeheldenwijk

## 2. Open bodemenergiesystemen

Bij de Omgevingsdienst Flevoland & Gooi en Vechtstreek (OFGV) is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van OFGV (e-mail, d.d. 5 juli 2022) blijkt dat binnen een straal van 1.000 m twee open bodemenergiesystemen aanwezig zijn (zie Figuur 2.3). Deze systemen zijn in Tabel 2.3 weergegeven.

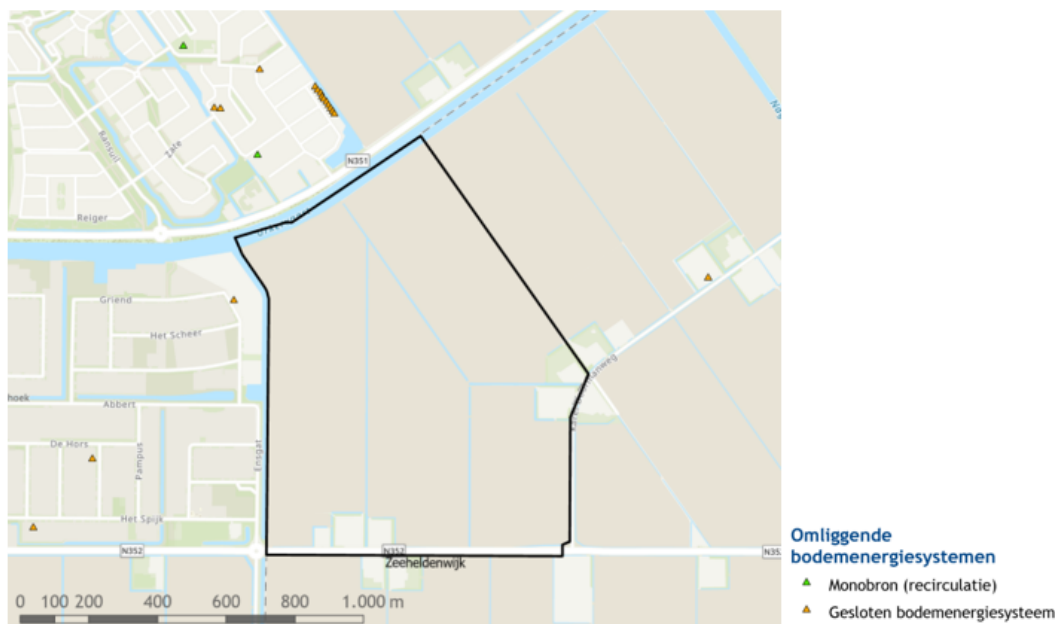
Tabel 2.3 | Open bodemenergiesystemen binnen een straal van 1.000 m van de Zeeheldenwijk.

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project	debiet [m <sup>3</sup> /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m <sup>3</sup> /jaar]	watervoerend pakket
Pieter van Vollenhovenstraat	220 m ten noordwesten	16	21.000	2/3
De Kroon	600 m ten noordwesten	9,9	41.000	2/3

De gesloten bodemenergiesystemen binnen de Zeeheldenwijk mogen geen negatieve invloed uitoefenen op de aanwezige open bodemenergiesystemen. De berekeningen in Hoofdstuk 3 tonen aan dat er geen sprake is van thermische beïnvloeding van de nieuw te realiseren gesloten bodemenergiesystemen van Het Nieuwe Dorp op de bestaande open bodemenergiesystemen.

Gezien de beperkte omvang van de omliggende open bodemenergiesystemen, zullen deze geen invloed uitoefenen op de beoogde gesloten bodemenergiesystemen binnen Het Nieuwe Dorp.

Het meest actuele overzicht van open bodemenergiesystemen in de omgeving dient te allen tijde te worden opgevraagd bij de OFGV.



Figuur 2.3 | Aanwezige open en gesloten bodemenergiesystemen rond de Zeeheldenwijk

### 3. Gesloten bodemenergiesystemen

Uit de WKO tool blijkt dat binnen een straal van 1.000 m zeventien gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn (d.d. 13 juli 2022). Deze systemen zijn in Tabel 2.4 en Figuur 2.3 weergegeven.

Het meest actuele overzicht van gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving dient te allen tijde te worden opgevraagd bij de OFGV of te worden ontleend aan de WKO tool.

Tabel 2.4 | Gesloten bodemenergiesystemen binnen een straal van 1.000 m van de Zeeheldenwijk

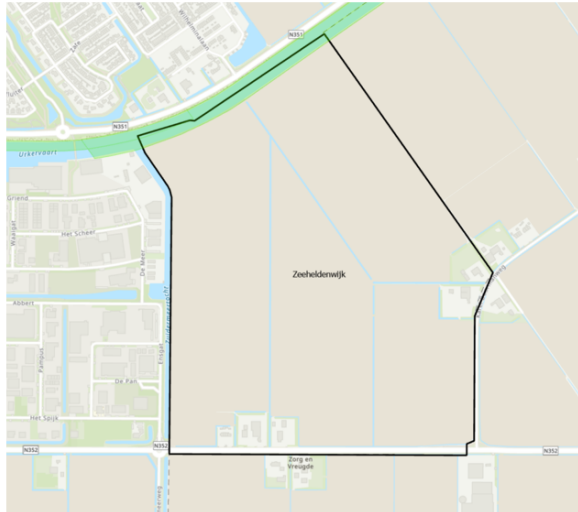
locatie	afstand en richting t.o.v. project	diepte
Griend	100 m ten westen	150
Hoornse Hop	510 m ten westen	80
Het Spijk	680 m ten westen	-
Constantijnstraat	380 m ten noordwesten	140
Constantijnstraat	390 m ten noordwesten	150
Wilhelminalaan	420 m ten noordwesten	85
Christinastraat	200 m ten noordwesten	130
Christinastraat	210 m ten noordwesten	110
Christinastraat	220 m ten noordwesten	130
Christinastraat	230 m ten noordwesten	110
Christinastraat	240 m ten noordwesten	110
Christinastraat	250 m ten noordwesten	130
Christinastraat	260 m ten noordwesten	110
Christinastraat	270 m ten noordwesten	130
Christinastraat	280 m ten noordwesten	110
Christinastraat	290 m ten noordwesten	130
Karel Doormanweg	450 m ten oosten	145

De beoogde gesloten bodemenergiesystemen voor Het Nieuwe Dorp mogen niet leiden tot zodanige interferentie met de aanwezige gesloten bodemenergiesystemen dat het doelmatig functioneren van

de aanwezige gesloten bodemenergiesystemen kan worden geschaad. De berekeningen in Hoofdstuk 3 tonen aan dat er geen sprake is van thermische beïnvloeding van de nieuw te realiseren systemen in Het Nieuwe Dorp op de bestaande gesloten bodemenergiesystemen.

#### 4. Natuur

De Zeeheldenwijk wordt aan de noordkant begrensd door de Urkervaart. Deze waterloop is onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland. De natuurwaarden binnen dit gebied mogen niet negatief beïnvloed worden door de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen. Gezien de gesloten bodemenergiesystemen niet in het natuurgebied gerealiseerd worden en geen grondwaterstands-veranderingen optreden bij de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen, vormt de aanwezigheid van dit natuurgebied geen belemmering.



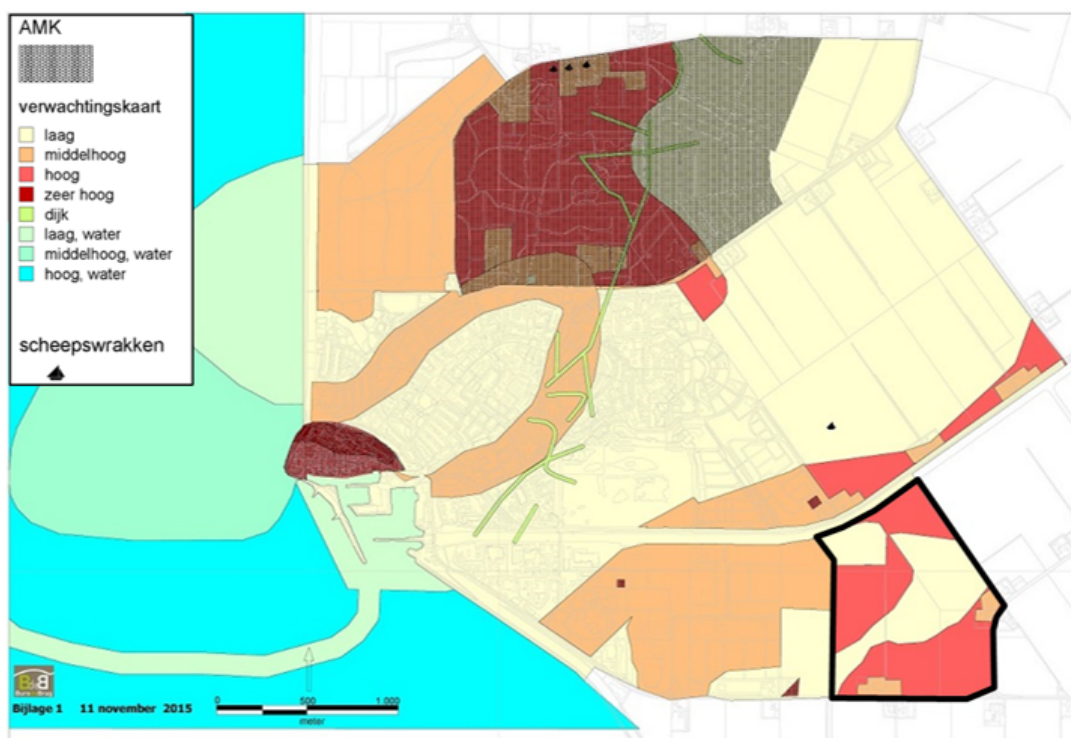
Figuur 2.4 | Ligging van Natuurnetwerk Nederland (groen)

#### 5. Archeologie

Delen van de Zeeheldenwijk zijn aangewezen als gebied van middelhoge tot hoge archeologische verwachting (zie Figuur 2.5). In het bestemmingsplan zijn gebieden aangewezen met de archeologische waarde 2 en 3. Voor gebieden van archeologische waarde 2 geldt dat aanvullend archeologisch onderzoek noodzakelijk is bij werkzaamheden die dieper reiken dan 0,3 m-mv of die een groter oppervlak beslaan dan 50 m<sup>2</sup>. Voor de archeologische waarde 3 bedraagt de maximale diepte 0,5 m-mv en is het maximale oppervlak ook 50 m<sup>2</sup>.

Vanwege de beoogde nieuwbouwontwikkelingen op het terrein wordt het archeologisch onderzoek voor deze doeleinden reeds uitgevoerd (<https://www.zeeheldenwijk-urk.nl/archeologische-vondsten-zeeheldenwijk/>, d.d. 7 juli 2022). De verwachting is dat voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen geen aanvullend onderzoek vereist is.





Figuur 2.5 | Archeologische verwachtingskaart gemeente Urk, de Zeeheldenwijk is zwart omkaderd

## 6. Verontreinigingen

In de Zeeheldenwijk zijn in de boven- en ondergrond licht verhoogde gehalten met zware metalen, PAK, drins (som), hexachloorbenzeen en/of minerale olie aangetoond.

Omdat bij gesloten bodemenergiesystemen geen grondwater verplaatst wordt, vormen de aanwezige verontreinigingen geen belemmering voor de exploitatiefase van een systeem. Wel moet bij de realisatie van gesloten bodemenergiesystemen rekening gehouden worden met de aanwezigheid van verontreinigingen.

Bij het boren van boorgaten ten behoeve van een gesloten bodemenergiesysteem dient de boor-aannemer zich te allen tijde te houden aan de BRL SIKB 2100 met bijbehorende Protocol 2101 Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen en welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden. Dit om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

## 3 Bodemenergieplan

### 3.1 DOELSTELLING

Het belangrijkste doel van het bodemenergieplan is om regels te hebben voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zodat in de toekomst voor alle woningen in Het Nieuwe Dorp doelmatig gebruik wordt gemaakt van bodemenergie en dat nadelige beïnvloeding van het systeemrendement door interferentie zo veel mogelijk wordt voorkomen.

De regels zijn in dit bodemenergieplan zodanig omschreven dat het voor de projectontwikkelaars, de toekomstige eigenaren van de woningen, de aannemers, de gemeente Urk en de Omgevingsdienst Flevoland & Gooi en Vechtstreek duidelijk is waaraan de gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen.

### 3.2 INTERFERENTIE EN ONTWERP

Voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zijn twee aspecten van belang: interferentie en het ontwerp.

#### Interferentie door gesloten bodemenergiesystemen in omgeving

In bijlage 2 (Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen) behorend bij de BUM en de HUM BE, deel 2 wordt als uitgangspunt gehanteerd dat géén sprake is van interferentie



als de totaal veroorzaakte temperatuurverlaging bij alle andere systemen in de omgeving kleiner is dan 1,5°C. Deze temperatuurdaling (temperatuureffect) wordt ook wel gehanteerd als richtlijn in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

In woonwijken waar op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, kan en mag de temperatuurdaling door interferentie groter zijn dan 1,5°C als met elk individueel ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen hiermee rekening wordt gehouden (zie kader). Het is dus van belang om vooraf, op basis van interferentieberekeningen, het temperatuureffect van grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen te kwantificeren.

#### **BUM/HUM BE deel 2, bijlage 2**

*Het temperatuureffect van 1,5°C is in bijlage 2 van de BUM/HUM BE deel 2 opgenomen als richtlijn. Bij dit temperatuureffect neemt de prestatie van het bodemenergiesysteem met ten hoogste 5% af. Dit wordt acceptabel geacht. In deze bijlage staat ook vermeld dat indien gesloten bodemenergiesystemen worden ontworpen met een grotere veiligheidsmarge, een groter temperatuureffect is toegestaan.*

Ofwel: door vooraf bij het ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen rekening te houden met een groter temperatuureffect kan en mag het temperatuureffect ten gevolge van interferentie dus groter zijn dan de richtlijn van 1,5°C. Deze interferentieberekeningen zijn voor Het Nieuwe Dorp uitgevoerd met een maximale boordiepte van 225 m-mv. De resultaten hiervan zijn beschreven in paragraaf 3.4. De berekeningen resulteren per woning in twee grootheden waaraan het ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen moet voldoen.

Deze grootheden zijn:

- De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte (in kWh/m).
- De temperatuurdaling ten gevolge van interferentie door nabij gelegen bodemenergiesystemen (in °C).

#### **Ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem**

De minimaal toe te passen bodemdiepte wordt bepaald door de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte. Bij het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem dient echter te allen tijde aan de algemene regel te worden voldaan, waarbij de temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemenergiesysteem (temperatuur uit de verdampers van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan -3,0°C (Besluit lozen buiten inrichtingen).

De temperatuurdaling van de circulatievloeistof in het gesloten bodemenergiesysteem wordt enerzijds bepaald door de temperatuurdaling ten gevolge van beïnvloeding door gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving (interferentie) en anderzijds door de warmteonttrekking van het desbetreffende bodemenergiesysteem van de woning zelf. Bij het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem dient rekening te worden gehouden met deze extra temperatuurdaling door interferentie van systemen in de omgeving. In de ontwerpberekening voor een individueel gesloten bodemenergiesysteem (bijvoorbeeld met EED) dient de temperatuurdaling door interferentie in mindering te worden gebracht op de gemiddelde (natuurlijke) temperatuur van de bodem over de gehele aan te boren bodemdiepte.

Opgemerkt wordt dat hier allemaal nieuwe gesloten systemen komen. Door rekening te houden met alle systemen in de wijk en de bijbehorende temperatuurdaling van de bodem, kan het voorkomen dat grotere systemen (diepere boorgaten met bodemlussen) nodig zijn. Omdat hier rekening mee wordt gehouden in het ontwerp, is er dus geen sprake van een lager rendement.

### **3.3 UITGANGSPUNTEN INTERFERENTIEBEREKENING**

De berekeningen ter bepaling van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem, zijn uitgevoerd met het softwarepakket MLU (Multi Layer Unsteady state). Dit programma is gemaakt voor het modelleren van grondwaterstroming in watervoerende pakketten (zie voor meer informatie hierover [www.microfem.com](http://www.microfem.com)) en wordt ook gebruikt voor het berekenen van warmtetransport (door middel van geleiding) bij gesloten bodemenergiesystemen.

De uitgangspunten van de berekeningen zijn als volgt:

- Situatietekening Ondergrond Deelgebied 1A (0513 Civiel-Deelgebied 1A-220304-d-Ondergrond deelgebied 1A.dwg, [www.zeeheldenwijk-urk.nl](http://www.zeeheldenwijk-urk.nl), d.d. 4 maart 2022)
- De bodemopbouw en thermische parameters zoals deze zijn omschreven in hoofdstuk 2.
- De maximale diepte van de gesloten bodemenergiesystemen bedraagt 225 m-mv.
- De periode waarvoor de thermische berekeningen zijn uitgevoerd bedraagt 25 jaar.

De grondwaterstroming bedraagt in het totale dieptetraject maximaal 5 m/jaar (0 – 225 m-mv). Hiermee ligt de grondwaterstroming onder de maximale grenswaarden uit Tabel 1 van Bijlage 2 BUM en HUM

Bodemenergie deel 2 (Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen, versie 2.4, d.d. 26 maart 2020). In de berekeningen is daarom uitgegaan van een situatie waarbij warmtetransport alleen plaatsvindt door geleiding en niet door grondwaterstroming.

### 3.4 RESULTATEN INTERFERENTIEBEREKENING

De resultaten van de berekeningen tot een diepte van 225 m-mv zijn weergegeven in Figuur 3.1 en in Bijlage 1. In deze figuren zijn de contouren van de berekende temperatuurdaling weergegeven na een periode van 25 jaar voor de situatie waarbij alle woningen in Het Nieuwe Dorp met warmtepompen warmte aan de bodem onttrekken.

De gesloten bodemenergiesystemen in Het Nieuwe Dorp hebben geen thermische interferentie met de aanwezige open en gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving. In dit bodemenergieplan is dan ook geen rekening gehouden met deze bodemenergiesystemen.

In Bijlage 2 is per gesloten systeem opgegeven wat de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdikte en de temperatuurdaling is.



Figuur 3.1 | Thermische beïnvloeding tussen 0 en 225 m-mv na 25 jaar (zie ook Bijlage 1 voor groot formaat)

### 3.5 MAXIMALE JAARLIJKSE NETTO WARMTEONTTREKKING

Per woning is de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot een diepte van 225 m-mv en per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan het type woning en een maximaal aan te boren diepte van 225 m.

De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdikte is per woning in de tabel in Bijlage 2 opgenomen.

### 3.6 TEMPERATUURCORRECTIE DOOR INTERFERENTIE

Indien de daling in temperatuur van het eigen gesloten bodemenergiesysteem op het kavel niet wordt meegenomen, is de resulterende temperatuurdaling op het kavel uitsluitend het gevolg van de thermische invloed van de gesloten systemen in de omgeving van het desbetreffende kavel. Per kavel is in Figuur 3.1 met een gekleurde stip de berekende temperatuurdaling ten gevolge van omliggende gesloten systemen weergegeven.

Mogelijk worden in de toekomst meer bodemenergiesystemen gerealiseerd binnen de Zeehelden-wijk. Uit het bestemmingsplan blijkt dat in de gebieden aan de noordkant, de oostkant en de zuidkant van Het Nieuwe Dorp woningen beoogd zijn. Ten westen zijn enkele bedrijfskavels en voorzieningen beoogd. In dit bodemenergieplan is rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen door een extra temperatuurverlaging toe te passen op de kavels aan de rand van Het Nieuwe Dorp.

In Bijlage 2 is de tabel opgenomen waarin per kavel de temperatuurdaling door interferentie is gekwantificeerd (als gevolg van gesloten bodemenergiesystemen binnen Het Nieuwe Dorp en verwachte invloed van bodemenergiesystemen buiten Het Nieuwe Dorp). Deze temperatuurdaling dient als correctie van de bodemtemperatuur bij het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem te worden meegenomen.

## 4 Regels

### 4.1 ALGEMENE REGELS

Voor het installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van Het Nieuwe Dorp, gelden de volgende algemene regels:

1. Voor het gesloten bodemenergiesysteem dient de melding: "Aanleg gesloten bodemenergiesysteem buiten inrichtingen" bij het bevoegd gezag te worden ingediend. Hierbij dient aan alle indieningvereisten te worden voldaan, zoals deze zijn opgenomen in het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).
2. Voor het gesloten bodemenergiesysteem dient de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag te worden aangevraagd.
3. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te allen tijde te voldoen aan de "Algemene regels ten aanzien van bodemenergiesystemen", zoals deze zijn omschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).
4. Indien aantoonbaar aan onderstaande regels 5 tot en met 10 wordt voldaan, is onderbouwing (waaruit blijkt dat het in werking hebben van het systeem niet leidt tot zodanige interferentie met eerder geïnstalleerde bodemenergiesystemen dat het doelmatig functioneren van de desbetreffende systemen kan worden geschaad) niet nodig.

### 4.2 LOCATIE SPECIFIEKE REGELS

Voor het installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van Het Nieuwe Dorp, gelden de volgende locatie specifieke regels:

5. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te worden uitgevoerd als een verticaal bodemenergiesysteem, bestaande uit één of meerdere verticaal in de bodem aan te brengen boorgaten met bodemlus(sen).
6. De boorgaten met bodemlus(sen) dienen op eigen kavel van de woning in de bodem te worden aangebracht. Indien dit niet mogelijk is dient de locatie in overleg met bevoegd gezag te worden afgestemd.
7. De afstand tussen twee boorgaten die voorzien zijn van bodemlus(sen) dient te allen tijde groter dan of gelijk te zijn aan 7,5 m.
8. De jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte (kWh/m) dient te allen tijde kleiner of gelijk te zijn aan de voor het kavel toegewezen maximale jaarlijkse netto warmte-onttrekking per meter bodemdiepte.  
Zie: "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2.
9. Bij het ontwerp dient voor het bepalen van de minimaal benodigde diepte van de boorgaten en het aantal boorgaten rekening te worden gehouden met de temperatuurdaling die optreedt op het kavel van de woning ten gevolge van interferentie.  
Zie: "Temperatuurcorrectie door interferentie" in Bijlage 2.
10. Ten behoeve van het ontwerp dient voor elk individueel gesloten bodemenergiesysteem een berekening voor een periode van minimaal 25 jaar te worden uitgevoerd. Bij deze berekening dient de temperatuurdaling door interferentie te worden meegenomen.  
Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van het programma Earth Energy Designer (EED) (of met een gelijkwaardig gevalideerd model zoals in BRL 11001 weergegeven programma's Glhepro, DST en SBM). De resultaten van de berekening dienen als bijlage bij de indiening van de melding / vergunning te worden toegevoegd.  
Indien uit de ontwerpberekening blijkt dat twee of meer boorgaten per kavel nodig zijn, bedraagt de minimale bodemdiepte van elk boorgat de bij regel 8 berekende bodemdiepte.

## 5 Voorbeeldberekening

### 5.1 INLEIDING

Om inzicht te geven hoe dit bodemenergieplan moet worden gelezen en hoe de regels moeten worden geïnterpreteerd, zijn in dit hoofdstuk twee voorbeeldberekeningen uitgewerkt. Eén waarbij de interferentie leidend is en één waarbij het systeemontwerp leidend is.

In onderstaande tabel is de verklaring van de gebruikte symbolen in dit hoofdstuk opgenomen. Het voorbeeld is uitgewerkt in rekensheets en een EED berekening. Deze zijn in Bijlage 4 bij dit document opgenomen.

Tabel 5.1 | Verklaring van symbolen

symbool	eenheid	toelichting
$Q_{rv}$	MWh	De energiehoeveelheid voor ruimteverwarming (bouwwerk)
$Q_{tv}$	MWh	De energiehoeveelheid voor tapwaterverwarming (bouwwerk)
$Q_k$	MWh	De energiehoeveelheid voor koeling (bouwwerk)

SPF	-	Seasonal Performance Factor
$T_{\text{bodem natuurlijk}}$	°C	De natuurlijke temperatuur van de bodem
$T_{\text{correctie}}$	°C	De correctie van de temperatuur die is opgenomen in dit bodemenergieplan
$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}}$	°C	De temperatuur bodem inclusief correctie (is invoerwaarde EED)
$T_{\text{gem,circulatievloeistof}}$	°C	De gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof in de bodemlus
$T_{\text{verdampert}}$	°C	De temperatuur aan de verdampertzijde van de warmtepomp

## 5.2 VOORBEELD TUSSENWONING

### Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een tussenwoning wordt een elektrische combiwarmtepomp met een gesloten bodemenergiesysteem toegepast.

Uit de SPF-berekening van de installateur blijkt dat de warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming 5,3 respectievelijk 3,3 MWh per jaar bedraagt. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,3 voor ruimteverwarming en 2,7 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 1,9 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de circulatiepomp.

Voor het voorbeeld kavel geldt in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 23,0 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 2,6°C.

### Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

Met bovenstaande gegevens kan de hoeveelheid warmte worden berekend die met het gesloten bodemenergiesysteem aan de bodem wordt onttrokken en wordt toegevoerd. Het resultaat van de berekening is de jaarlijkse netto warmteonttrekking in MWh voor het gesloten bodemenergiesysteem, zie Tabel 5.2 en de rekensheet in Bijlage 4.

Tabel 5.2 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	5,3 MWh	4,3	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $5,3 \times ((4,3 - 1) / 4,3)$	4,1 MWh
Tapwaterverwarming	3,3 MWh	2,7	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $3,3 \times ((2,7 - 1) / 2,7)$	2,1 MWh
<b>Warmteonttrekking aan bodem</b>				<b>6,2 MWh</b>
Koeling	1,9 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $1,9 + (1,9 / 20)$	2,0 MWh
<b>Warmtetoevoer aan bodem</b>				<b>2,0 MWh</b>
<b>Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem – Warmtetoevoer aan bodem</b>				<b>4,2 MWh</b>

### Minimaal benodigde diepte van de boorgaten ten aanzien van interferentie (regel 8)

Voor dit voorbeeld blijkt dat voor het desbetreffende kavel een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte geldt van 23,0 kWh/m.

Op basis van de maximale netto warmteonttrekking per meter, bedraagt de minimaal aan te boren bodemdiepte ter voorkoming van te grote interferentie naar de omgeving: 180 m-mv (4.200 kWh / 23,0 kWh/m).

### Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 9 en 10)

Zoals eerder is opgemerkt, is de aangeboorde diepte niet altijd gelijk aan de totaal benodigde boorgat lengte. Het in werking hebben van het gesloten bodemenergiesysteem dient te allen tijde te voldoen aan de algemeen geldende regels, zoals deze zijn omschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen (zie regel 3 in paragraaf 4.1). Eén van deze algemene regels is dat de minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemenergiesysteem (temperatuur uit de verdampert van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan 3,0°C.

Om aan deze regel te voldoen dient per individueel gesloten bodemenergiesysteem een ontwerp voor 25 jaar te worden vervaardigd. Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van het programma Earth Energy Designer (EED) (of met een gelijkwaardig gevalideerd model zoals in BRL 11001 weergegeven programma's Glhepro, DST en SBM). Bij deze berekening dient rekening te worden gehouden met de "Temperatuurcorrectie door interferentie", zoals deze voor het betreffende kavel is opgenomen in de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuurdaling dient in mindering te worden gebracht op de natuurlijke gemiddelde bodemtemperatuur.

De resultaten van de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) laten zien dat met één boorgat tot 180 m diepte kan worden volstaan.

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer (EED) berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één boorgat tot 180 m mv na 25 jaar daalt tot 0,7°C. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4,0°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -1,4°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem, \text{circulatievloeistof}} - (\Delta T_{\text{verdamp}} / 2) = 0,7 - (4,0 / 2) = -1,4^{\circ}\text{C}$$

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof is hoger dan -3,0°C, waardoor wordt voldaan aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van 3,0°C.

De bodemtemperatuur ( $T_{\text{bodem natuurlijk}}$ ) bedraagt 11,3°C. Deze is met de weergegeven formule bij Figuur 2.1 als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = 0,01 * 180 + 9,5^{\circ}\text{C} = 11,3^{\circ}\text{C}$$

De gemiddelde temperatuur van de bodem over de diepte van het boorgat, waarbij rekening wordt gehouden met temperatuurinvloed van naastgelegen systemen van 2,6°C, wordt als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 11,3 - 2,6 = 8,7^{\circ}\text{C}$$

### Conclusie

Het uiteindelijke resultaat is dat voor dit kavel een gesloten bodemenergiesysteem moet worden toegepast dat bestaat uit één boorgat met een aan te boren bodemdiepte van minimaal 180 m. In deze situatie is de regel met betrekking tot interferentie (regel 8) dus bepalend ten opzichte van de ontwerp-regels (regels 9 en 10). Het gevolg is dat dit systeem een ongewijzigd thermisch effect heeft naar de systemen in de omgeving. De hogere temperatuur van circulatievloeistof in de winter heeft een positief effect op het rendement van het eigen systeem.

## 5.3 VOORBEELD VRIJSTAANDE WONING

### Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een vrijstaande woning wordt een elektrische combiwarmtepomp met een gesloten bodemenergiesysteem toegepast.

Uit de SPF-berekening van de installateur blijkt dat de warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming 10,0 respectievelijk 5,8 MWh per jaar bedraagt. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,3 voor ruimteverwarming en 2,7 voor tapwater-verwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 5,4 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de circulatiepomp.

Voor het voorbeeldkavel geldt in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 31,5 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 2,1°C.

### Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

Met bovenstaande gegevens kan de hoeveelheid warmte worden berekend die met het gesloten bodemenergiesysteem aan de bodem wordt onttrokken en wordt toegevoerd. Het resultaat van de berekening is de jaarlijkse netto warmteonttrekking in MWh voor het gesloten bodemenergiesysteem, zie Tabel 5.3 en de rekensheet in Bijlage 4.

Tabel 5.3 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	10,0 MWh	4,3	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$	7,7 MWh

			$10,0 \times ((4,3-1) / 4,3)$	
Tapwaterverwarming	5,8 MWh	2,7	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $5,8 \times ((2,7 - 1) / 2,7)$	3,7 MWh
<b>Warmteonttrekking aan bodem</b>				<b>11,4 MWh</b>
Koeling	5,4 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $5,4 + (5,4 / 20)$	5,7 MWh
<b>Warmtetoevoer aan bodem</b>				<b>5,7 MWh</b>
<b>Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem – Warmtetoevoer aan bodem</b>				<b>5,7 MWh</b>

### Minimaal benodigde diepte van de boorgaten ten aanzien van interferentie (regel 8)

Voor dit voorbeeld blijkt (uit Bijlage 2 van dit bodemenergieplan) dat voor het desbetreffende kavel een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdpte geldt van 31,5 kWh/m. Op basis van deze maximale netto warmteonttrekking per meter, bedraagt de minimaal aan te boren bodemdpte ter voorkoming van te grote interferentie naar de omgeving: 180 m-mv (5.700 kWh/ 31,5 kWh/m).

### Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 9 en 10)

Zoals eerder is opgemerkt, is de aangeboorde diepte niet altijd gelijk aan de totaal benodigde boorgat-lengte. Het in werking hebben van het gesloten bodemenergiesysteem dient te allen tijde te voldoen aan de algemeen geldende regels, zoals deze zijn omschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen (zie regel 3 in paragraaf 4.1). Eén van deze algemene regels is dat de minimale temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis van het gesloten bodemenergiesysteem (temperatuur uit de verdampers van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan 3,0°C.

Om aan deze regel te voldoen dient per individueel gesloten bodemenergiesysteem een ontwerp voor 25 jaar te worden vervaardigd. Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van het programma Earth Energy Designer (EED) (of met een gelijkwaardig gevalideerd model zoals in BRL 11001 weergegeven programma's Glhepro, DST en SBM). Bij deze berekening dient rekening te worden gehouden met de temperatuurcorrectie, zoals deze voor het betreffende voorbeeldkavel is opgenomen in de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuurdaling dient in mindering te worden gebracht op de natuurlijke gemiddelde bodemtemperatuur.

De resultaten van de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) laten zien dat met één boorgat tot ongeveer 211 m diepte moet worden volstaan. De minimale aan te boren diepte op basis van interferentie bedraagt 180 m mv. De diepte met betrekking tot het ontwerp van 211 m mv is dus leidend boven de diepte met betrekking tot interferentie van 180 m mv. Het gesloten bodemenergiesysteem dient dus te worden uitgevoerd met een minimale boorgatdiepte van 211 m mv.

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer (EED) berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij een boorgat tot 211 m-mv na 25 jaar daalt tot -1,0°C. Met een temperatuurverschil over de verdampers van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -3,0°C.

Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem, \text{circulatievloeistof}} - (\Delta T_{\text{verdampers}} / 2) = -1,0^\circ\text{C} - (4,0 / 2) = -3,0^\circ\text{C}$$

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof is gelijk aan -3,0°C, waardoor wordt voldaan aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -3,0°C.

De in Earth Energy Designer (EED) te hanteren bodemtemperatuur ( $T_{\text{bodem met correctie}}$ ) bedraagt 11,6°C.

Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = 0,01 * 210 + 9,5^\circ\text{C} = 11,6^\circ\text{C}$$

De gemiddelde temperatuur van de bodem over de diepte van het boorgat, waarbij rekening wordt gehouden met temperatuurinvloed van naastgelegen systemen, wordt als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 11,6 - 2,1 = 9,5^\circ\text{C}$$



### **Conclusie**

Het uiteindelijke resultaat is dat voor dit kavel een gesloten bodemenergiesysteem moet worden toegepast dat bestaat uit een boorgat met een aan te boren bodemdiepte van minimaal 210 m-mv. In deze situatie zijn de regels met betrekking van ontwerp (regels 9 en 10) dus leidend boven die van interferentie (regel 8). Het gevolg is dat dit systeem tot 211 m mv een beperkt kleiner thermisch effect heeft naar de systemen in de omgeving. Dit is positief voor systemen in de omgeving van dit systeem.

### **5.4 WARMTEVRAAG GROTER DAN MAXIMALE NETTO JAARLIJKSE WARMTELEVERING BODEM**

Indien een relatief grote woning wordt gerealiseerd op een klein kavel, is de kans aanwezig dat de benodigde jaarlijkse netto warmteonttrekking groter dan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering van de bodem. In deze situatie dient het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem te worden aangepast.

De wijzigingen die hierbij kunnen worden doorgevoerd zijn bijvoorbeeld:

- Het verkleinen van de warmtevraag voor ruimte- en/of tapwaterverwarming door bijvoorbeeld het toepassen van betere isolatie en/of het toepassen van een zonneboiler.
- Het vergroten van de koudevraag of extra warmte in de bodem laden, door andere instellingen van de warmtepomp (al koelen bij lagere buitentemperaturen) en/of het toepassen van zonnecollectoren die in de zomer warmte van de zon in de bodem laden.

Het verkleinen van de warmtevraag en/of het vergroten van de koudevraag/regeneratie leiden tot een kleinere jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem. De jaarlijkse netto warmteonttrekking dient dusdanig te worden verlaagd, totdat deze kleiner is of gelijk aan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering van de bodem is, zoals deze in de tabel in Bijlage 2 is omschreven.



## Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding

### Het Nieuwe Dorp Urk

#### Berekende temperatuurinvloed na 25 jaar

#### Berekende temperatuurdaling per gesloten bodemenergiesysteem als gevolg van interferentie na 25 jaar [°C]



#### Berekende temperatuurdaling per gesloten bodemenergiesysteem als gevolg van interferentie na 25 jaar [°C]

- $0 < T \leq 1,5$
- $1,5 < T \leq 2,5$
- $2,5 < T \leq 3,5$

#### Toelichting:

De kaart toont de contouren van de berekende temperatuurdaling na een periode van 25 jaar voor de situatie waarbij alle woningen in Het Nieuwe Dorp met warmtepompen warmte aan de bodem onttrekken.

Met een gekleurde stip is de berekende temperatuurdaling ter plaatse van de gesloten bodemenergiesystemen binnen Het Nieuwe Dorp ten gevolge van (toekomstige) omliggende gesloten systemen weergegeven.

## Bijlage 2 Warmteonttrekking en temperaturen

### Het Nieuwe Dorp Urk

Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodemdpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
1	39,5	8,9	2,3
2	39,5	8,9	2,4
3	39,5	8,9	2,4
4	39,5	8,9	2,3
5	24,7	5,6	2,6
6	23,0	5,2	2,9
7	23,0	5,2	3,0
8	23,0	5,2	3,0
9	23,0	5,2	3,0
10	23,0	5,2	2,9
11	24,7	5,6	2,7
12	39,5	8,9	2,5
13	39,5	8,9	2,6
14	39,5	8,9	2,7
15	39,5	8,9	2,7
16	39,5	8,9	2,8
17	39,5	8,9	2,7
18	39,5	8,9	2,6
19	39,5	8,9	2,6
20	24,7	5,6	2,8
21	23,0	5,2	2,9
22	23,0	5,2	2,9
23	23,0	5,2	3,0
24	23,0	5,2	2,9
25	24,7	5,6	2,6
26	24,7	5,6	2,5
27	23,0	5,2	2,8
28	23,0	5,2	2,9
29	23,0	5,2	2,8
30	23,0	5,2	2,9
31	23,0	5,2	2,8
32	23,0	5,2	2,6
33	24,7	5,6	2,4
34	31,5	7,1	2,1
35	31,5	7,1	2,1
36	31,5	7,1	2,3
37	39,5	8,9	2,4
38	39,5	8,9	2,6
39	39,5	8,9	2,6
40	39,5	8,9	2,6
41	24,7	5,6	2,7
42	23,0	5,2	2,7
43	23,0	5,2	2,6
44	24,7	5,6	2,4
45	23,0	5,2	2,1
46	23,0	5,2	2,2
47	23,0	5,2	2,1
48	23,0	5,2	2,0
49	23,0	5,2	2,2
50	23,0	5,2	2,2
51	23,0	5,2	2,0
52	23,0	5,2	2,1
54	23,0	5,2	2,2

Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodemdpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
55	23,0	5,2	2,2
56	24,7	5,6	2,7
57	23,0	5,2	2,9
58	23,0	5,2	2,9
59	23,0	5,2	2,9
60	23,0	5,2	2,7
61	24,7	5,6	2,4
62	24,7	5,6	2,2
63	23,0	5,2	2,4
64	23,0	5,2	2,6
65	23,0	5,2	2,7
66	23,0	5,2	2,8
67	23,0	5,2	2,8
68	24,7	5,6	2,7
69	24,7	5,6	2,7
70	23,0	5,2	2,7
71	23,0	5,2	2,6
72	107,0	24,1	1,9
73	23,0	5,2	2,7
74	23,0	5,2	2,8
75	23,0	5,2	2,6
76	24,7	5,6	2,2
77	24,7	5,6	2,5
78	23,0	5,2	2,5
79	24,7	5,6	2,4
80	39,5	8,9	2,3
81	39,5	8,9	2,3
82	23,0	5,2	2,3
83	23,0	5,2	2,3
84	39,5	8,9	2,1
85	39,5	8,9	2,5
86	39,5	8,9	2,7
87	39,5	8,9	2,7
88	39,5	8,9	2,6
89	31,5	7,1	2,5
90	31,5	7,1	2,3
91	24,7	5,6	2,6
92	23,0	5,2	2,7
93	23,0	5,2	2,8
94	23,0	5,2	2,7
95	24,7	5,6	2,4
96	24,7	5,6	2,2
97	23,0	5,2	2,3
98	24,7	5,6	2,2
99	24,7	5,6	2,3
100	23,0	5,2	2,6
101	23,0	5,2	2,7
102	23,0	5,2	2,9
103	23,0	5,2	2,9
104	24,7	5,6	2,8
105	23,0	5,2	2,7
106	23,0	5,2	2,8
107	23,0	5,2	2,8

Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodemdpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
108	23,0	5,2	2,7
109	23,0	5,2	2,5
110	23,0	5,2	2,5
111	23,0	5,2	2,5
112	23,0	5,2	2,5
113	23,0	5,2	2,4
114	23,0	5,2	2,2
115	23,0	5,2	2,3
116	23,0	5,2	2,4
117	23,0	5,2	2,4
118	31,5	7,1	2,3
119	31,5	7,1	2,3
120	39,5	8,9	2,3
121	39,5	8,9	2,4
122	39,5	8,9	2,5
123	39,5	8,9	2,4
124	23,0	5,2	2,6
125	23,0	5,2	2,8
126	23,0	5,2	2,9
127	23,0	5,2	2,9
128	23,0	5,2	2,8
129	23,0	5,2	2,7
130	23,0	5,2	2,7
131	23,0	5,2	2,6
132	24,7	5,6	2,3
133	23,0	5,2	2,6
134	23,0	5,2	2,7
135	24,7	5,6	2,6
136	24,7	5,6	2,6
137	23,0	5,2	2,7
138	23,0	5,2	2,8
139	23,0	5,2	2,8
140	23,0	5,2	2,7
141	24,7	5,6	2,5
142	24,7	5,6	2,4
143	23,0	5,2	2,4
144	23,0	5,2	2,4
145	24,7	5,6	2,1
146	39,5	8,9	2,2
147	39,5	8,9	2,3
148	39,5	8,9	2,1
149	39,5	8,9	2,4
150	24,7	5,6	2,3
151	23,0	5,2	2,6
152	23,0	5,2	2,7
153	23,0	5,2	2,6
154	24,7	5,6	2,4
155	31,5	7,1	2,0
156	31,5	7,1	2,0
157	31,5	7,1	1,8
158	31,5	7,1	1,9
159	31,5	7,1	1,9
160	31,5	7,1	1,7

Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodembedpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodembedpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
161	39,5	8,9	1,9
162	39,5	8,9	1,9
163	31,5	7,1	1,8
164	31,5	7,1	1,7
165	31,5	7,1	2,0
166	31,5	7,1	2,1
167	39,5	8,9	2,1
168	39,5	8,9	1,9
169	31,5	7,1	1,8
170	31,5	7,1	2,0
171	24,7	5,6	2,3
172	23,0	5,2	2,3
173	24,7	5,6	2,2
174	39,5	8,9	2,1
175	39,5	8,9	2,2
176	39,5	8,9	2,2
177	39,5	8,9	2,1
178	39,5	8,9	2,1
179	39,5	8,9	2,1
180	23,0	5,2	2,7
181	23,0	5,2	2,8
182	23,0	5,2	2,8
183	24,7	5,6	2,7
184	24,7	5,6	2,7
185	23,0	5,2	2,7
186	23,0	5,2	2,5
187	24,7	5,6	2,2
188	31,5	7,1	1,8
189	31,5	7,1	1,9
190	31,5	7,1	2,1
191	39,5	8,9	2,3
192	39,5	8,9	2,6
193	39,5	8,9	2,7
194	39,5	8,9	2,7
195	39,5	8,9	2,6
196	39,5	8,9	2,5
197	24,7	5,6	2,5
198	23,0	5,2	2,8
199	23,0	5,2	2,9
200	23,0	5,2	3,0
201	23,0	5,2	3,1
202	24,7	5,6	2,9
203	39,5	8,9	2,8
204	39,5	8,9	2,9
205	39,5	8,9	2,8
206	39,5	8,9	2,8
207	39,5	8,9	2,6
208	39,5	8,9	2,2
209	39,5	8,9	2,2
210	39,5	8,9	2,5
211	24,7	5,6	2,8
212	23,0	5,2	3,0
213	23,0	5,2	3,1

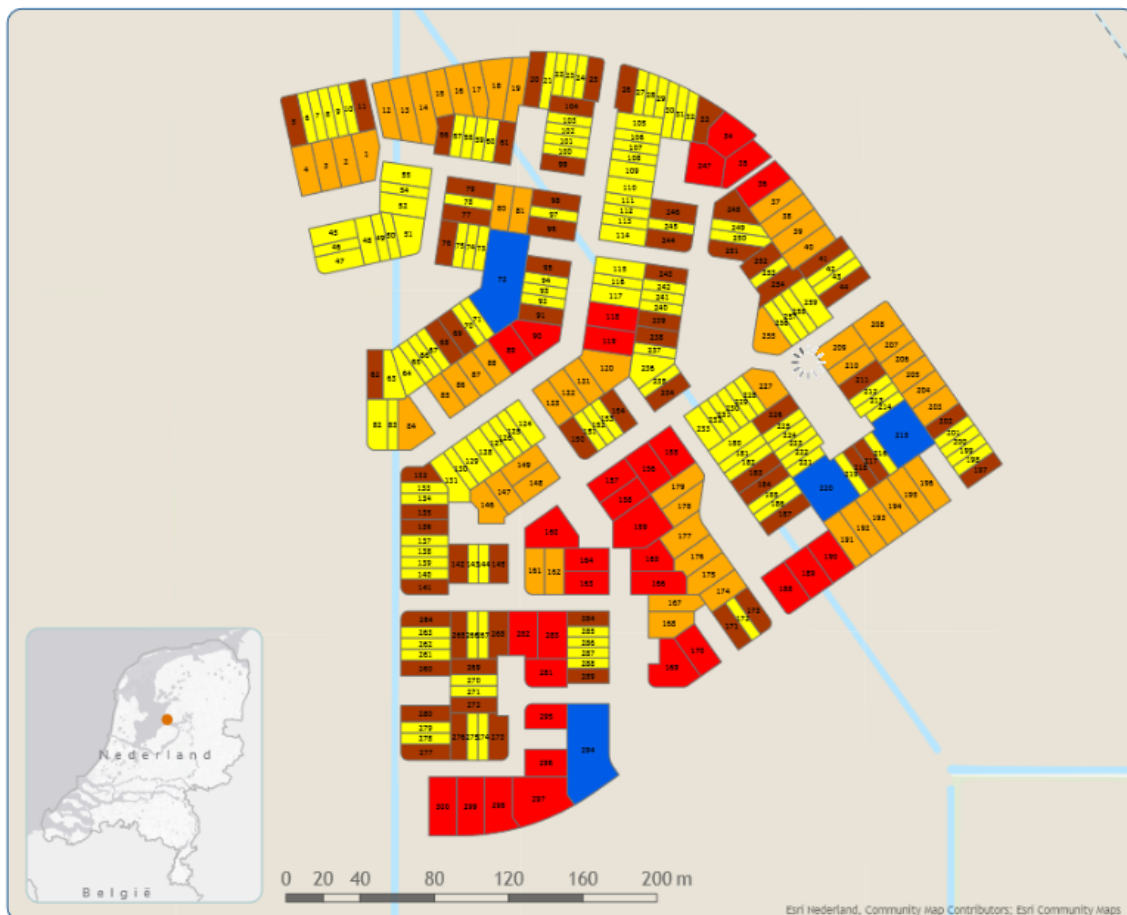
Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodemdpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
214	23,0	5,2	3,0
215	59,4	13,4	2,6
216	23,0	5,2	3,0
217	24,7	5,6	3,0
218	24,7	5,6	3,0
219	23,0	5,2	2,9
220	59,4	13,4	2,3
221	23,0	5,2	2,8
222	23,0	5,2	3,0
223	23,0	5,2	3,0
224	23,0	5,2	2,9
225	23,0	5,2	2,8
226	24,7	5,6	2,6
227	39,5	8,9	2,1
228	23,0	5,2	2,6
229	23,0	5,2	2,8
230	23,0	5,2	2,8
231	23,0	5,2	2,8
232	23,0	5,2	2,6
233	23,0	5,2	2,3
234	24,7	5,6	2,0
235	23,0	5,2	2,2
236	23,0	5,2	2,3
237	23,0	5,2	2,3
238	24,7	5,6	2,3
239	24,7	5,6	2,4
240	23,0	5,2	2,5
241	23,0	5,2	2,5
242	23,0	5,2	2,4
243	24,7	5,6	2,2
244	24,7	5,6	2,1
245	23,0	5,2	2,1
246	24,7	5,6	2,1
247	31,5	7,1	1,9
248	24,7	5,6	2,2
249	23,0	5,2	2,4
250	23,0	5,2	2,4
251	24,7	5,6	2,1
252	24,7	5,6	2,4
253	23,0	5,2	2,4
254	24,7	5,6	2,4
255	39,5	8,9	1,8
256	23,0	5,2	2,3
257	23,0	5,2	2,6
258	23,0	5,2	2,6
259	23,0	5,2	2,5
260	24,7	5,6	2,4
261	23,0	5,2	2,6
262	23,0	5,2	2,7
263	23,0	5,2	2,6
264	24,7	5,6	2,5
265	24,7	5,6	2,6
266	23,0	5,2	2,6



Kavelnummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot 225 m bodemdpte	Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (=temperatuurcorrectie)
	kWh/m	MWh	°C
267	23,0	5,2	2,5
268	24,7	5,6	2,3
269	24,7	5,6	2,5
270	23,0	5,2	2,5
271	23,0	5,2	2,5
272	24,7	5,6	2,4
273	24,7	5,6	2,0
274	23,0	5,2	2,3
275	23,0	5,2	2,5
276	24,7	5,6	2,4
277	24,7	5,6	2,3
278	23,0	5,2	2,5
279	23,0	5,2	2,6
280	24,7	5,6	2,4
281	31,5	7,1	1,8
282	31,5	7,1	2,0
283	31,5	7,1	2,0
284	24,7	5,6	2,1
285	23,0	5,2	2,3
286	23,0	5,2	2,4
287	23,0	5,2	2,4
288	23,0	5,2	2,3
289	24,7	5,6	2,0
294	118,9	26,8	1,4
295	31,5	7,1	1,7
296	31,5	7,1	1,9
297	31,5	7,1	1,9
298	31,5	7,1	1,9
299	31,5	7,1	2,0
300	31,5	7,1	2,1

	kWh/m	MWh	°C
gemiddeld	28,4	6,4	2,5
minimaal	23,0	5,2	1,4
maximaal	118,9	26,8	3,1

### Bijlage 3 Nummering gesloten systemen



**kavel / woningtype**

- Vrijstaand
- 2 onder 1 kap
- Hoekwoning
- Tussenwoning
- Appartement

**Toelichting:**

De kaart toont de verschillende kavel-/woningtypes en de nummering van de kavels/gesloten bodem-energiesystemen zoals deze gehanteerd zijn in Bijlage 2.

## **Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen**

### **BEREKENING TUSSENWONING**

Het Nieuwe Dorp te Urk

Voorbeeld rekensheet behorende bij bodemenergieplan

Naam:	Tussenwoning
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	

**Gegevens woning / gebouw (bouwwerk)**

	Bouwwerk	SPF	Elektra	Bodem
- Warmtelevering ruimteverwarming	3,20 MWh	4,3	1,23 MWhc	4,07 MWh
- Warmtelevering tapwaterverwarming	3,34 MWh +	2,7	1,24 MWhc +	2,10 MWh +
Totaal	6,54 MWh		2,47 MWhc	6,17 MWh
- Koudelevering / aanvullend warmte laden	1,93 MWh +	20,0	0,10 MWhc +	2,02 MWh +
Totaal	1,93 MWh		0,10 MWhc	2,02 MWh

**Jaarlijkse totalen en SPF<sub>BES</sub>**

- Jaarlijkse warmte- en koudelevering:	10,57 MWh
- Jaarlijkse elektraverbruik:	2,57 MWhc
- Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem:	4,15 MWh
- Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF <sub>BES</sub> ):	4,12

**Minimaal aan te boren bodemdiepte (conform regel 8)**

- Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte voor dit kevel (volgens bijlage 1):	23,0 kWh/m
- Temperatuurval ten gevolge van interferentie voor dit kevel (volgens bijlage 2):	2,6 °C
- Berekende minimaal aan te boren bodemdiepte:	180 m-mv
- Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf massiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdiepte:	8,7 °C

**Ontwerp gesloten systeem (conform regels 9 en 10)**

- Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 180 m-mv:	0,7 °C
- Door de aannemer ontworpen en te realiseren gesloten systeem (minimale retourtemperatuur -3,0°C) bestaat uit:	
- Minimale retourtemperatuur circulatievloeistof:	-1,4 °C
- Diepte boorgaten:	180 m-mv
- Aantal boorgaten:	1 #
- Met de berekeningen dient rekening gehouden te worden met een gemiddelde bodemtemperatuur tussen massiveld en de einddiepte van de boorgaten op 180 m-mv van:	8,7 °C

**Opmerkingen / aantekeningen**

NOTITIES VOOR PROJECT

-Het Nieuwe Dorp te Urk  
-Vb.1: Tussenwoning

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	180 m
Totale boordiepte	180 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2,35 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2,5 MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Temperatuur aardoppervlak	8,7 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m <sup>2</sup>

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	180 m
Tussenafstand boorgaten	7,5 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	140 mm
U-buis - buitendiameter	40 mm
U-buis - wanddikte	3,7 mm
U-buis - warmtegeleidingsvermogen	0,42 W/(m·K)
U-buis - onderlinge afstand U-benen	75 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1,8 W/(m·K)
Overgangsweerstand buis/vulmateriaal	0,002 (m·K)/W

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstanden boorgat wordt berekend

Aantal multipoles 10

Met interne warmteoverdracht tussen opwaartse en neerwaartse buizen is rekening gehouden

WARMTETRANSPORTMEDIUM

Warmtegeleidingsvermogen	0,47 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3930 J/(Kg·K)
Dichtheid	1033 Kg/m <sup>3</sup>
Viscositeit	0,0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debiet per boorgat	0,27 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	3,34 MWh
Jaarlijks warmtevraag	5,3 MWh
Jaarlijks koelvraag	1,93 MWh

Seasonal performance factor (WW)	2,7
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4,3
Seasonal Performance Factor (koeling)	20

#### Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemv
JAN	0,155	1,1	0	0,81	
FEB	0,148	1,06	0	0,78	
MRT	0,125	0,94	0	0,68	
APR	0,099	0,8	0,05	0,48	
MEI	0,064	0,62	0,1	0,23	
JUN	0	0,28	0,2	-0,23	
JUL	0	0,28	0,25	-0,33	
AUG	0	0,28	0,25	-0,33	
SEP	0,061	0,6	0,1	0,22	
OKT	0,087	0,74	0,05	0,43	
NOV	0,117	0,9	0	0,65	
DEC	0,144	1,04	0	0,76	
Totaal	1	8,64	1	4,14	

#### PIEKVERMOGEN

##### Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	5,62	8	2,41	0
FEB	5,62	6	2,41	0
MRT	5,62	4	2,41	0
APR	5,62	0	2,41	2
MEI	5,62	0	2,41	4
JUN	5,62	0	2,41	8
JUL	5,62	0	2,41	8
AUG	5,62	0	2,41	4
SEP	5,62	0	2,41	2
OKT	5,62	4	2,41	0
NOV	5,62	6	2,41	0
DEC	5,62	8	2,41	0

Duur van de simulatie (jaren)	25
Maand van inbedrijfstelling	SEP

BEREKENDE WAARDEN

=====

\* Monthly calculation \*

Totale boordiepte 180 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0,72 (m·K)/W

Reynoldsgetal 1379

Thermische weerstand medium / buis 0,1675 (m·K)/W

Thermische weerstand buismateriaal 0,07752 (m·K)/W

Contact weerstand buis / vulmateriaal 0,002 (m·K)/W

Boorgat thermische weerstand medium / grond 0,1769 (m·K)/W

Effectieve thermische weerstand boorgat 0,1894 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	6,13	24	-14,1
FEB	5,91	24	-14,1
MRT	5,2	24	-14,1
APR	3,63	24	-14,1
MEI	1,77	24	-14,1
JUN	-1,75	24	-14,1
JUL	-2,52	24	-14,1
AUG	-2,52	24	-14,1
SEP	1,68	24	-14,1
OKT	3,26	24	-14,1
NOV	4,96	24	-14,1
DEC	5,79	24	-14,1

BASISVERMOGEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUREN (aan het einde van het maand) Maand JAAR [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	5,83	5,69	5,62	5,55
FEB	8,7	5,86	5,73	5,67	5,59
MRT	8,7	6,13	6,01	5,94	5,87
APR	8,7	6,79	6,67	6,6	6,53
MEI	8,7	7,6	7,49	7,42	7,35
JUN	8,7	9,16	9,05	8,99	8,92
JUL	8,7	9,6	9,49	9,43	9,36
AUG	8,7	9,68	9,58	9,51	9,44
SEP	7,98	7,93	7,83	7,77	7,7
OKT	7,27	7,2	7,1	7,04	6,97
NOV	6,48	6,41	6,31	6,26	6,19
DEC	6,04	5,97	5,88	5,83	5,76



**BASISVERMOGEN: JAAR 25**

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5,55 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,44 °C Aan het einde van AUG

**PIEKVERMOGEN VERWARMEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]**

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	0,93	0,79	0,72	0,65
FEB	8,7	1,08	0,95	0,88	0,81
MRT	8,7	1,41	1,29	1,22	1,15
APR	8,7	6,79	6,67	6,6	6,53
MEI	8,7	7,6	7,49	7,42	7,35
JUN	8,7	9,16	9,05	8,99	8,92
JUL	8,7	9,6	9,49	9,43	9,36
AUG	8,7	9,68	9,58	9,51	9,44
SEP	7,98	7,93	7,83	7,77	7,7
OKT	2,06	1,99	1,9	1,84	1,77
NOV	1,44	1,37	1,28	1,22	1,15
DEC	1,05	0,98	0,89	0,83	0,76

**PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25**

Minimum gemiddelde medium temperatuur 0,65 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,44 °C Aan het einde van AUG

**PIEKVERMOGEN KOELING: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]**

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	5,83	5,69	5,62	5,55
FEB	8,7	5,86	5,73	5,67	5,59
MRT	8,7	6,13	6,01	5,94	5,87
APR	8,7	10,8	10,7	10,6	10,6
MEI	8,7	11,6	11,5	11,4	11,3
JUN	8,7	12,5	12,4	12,4	12,3
JUL	8,7	12,8	12,7	12,6	12,5
AUG	8,7	12,6	12,5	12,4	12,3
SEP	11,6	11,5	11,4	11,4	11,3
OKT	7,27	7,2	7,1	7,04	6,97
NOV	6,48	6,41	6,31	6,26	6,19
DEC	6,04	5,97	5,88	5,83	5,76

**PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25**

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5,55 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 12,5 °C Aan het einde van JUL

**BEREKENING VRIJSTAANDE WONING**

Naam:	Vrijstaande woning
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	

### Gegevens woning / gebouw (bouwwerk)

	Bouwwerk	SPF	Elektra	Bodem
- Warmtelevering ruimteverwarming	9,99 MWh	4,3	2,32 MWh <sub>e</sub>	7,67 MWh
- Warmtelevering tapwaterverwarming	5,83 MWh +	2,7	2,16 MWh <sub>e</sub> +	3,67 MWh +
Totaal	15,82 MWh		4,48 MWh <sub>e</sub>	11,34 MWh
- Koudelevering / aanvullend warmte laden	5,40 MWh +	20,0	0,27 MWh <sub>e</sub> +	5,67 MWh +
Totaal	5,40 MWh		0,27 MWh <sub>e</sub>	5,67 MWh

### Jaarlijkse totalen en SPF<sub>BES</sub>

- Jaarlijkse warmte- en koudelevering:	21,22 MWh
- Jaarlijks elektraverbruik:	4,75 MWh <sub>e</sub>
- Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem:	5,67 MWh
- Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF <sub>BES</sub> ):	4,46

### Minimaal aan te boren bodemdpte (conform regel 8)

- Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte voor dit kavel (volgens bijlage 2):	31,5 kWh/m
- Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie voor dit kavel (volgens bijlage 2):	2,1 °C
- Berekende minimaal aan te boren bodemdpte:	180 m-mv
- Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf maaiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdpte:	9,2 °C

### Ontwerp gesloten systeem (conform regels 9 en 10)

- Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 180 m-mv:	-1,0 °C
- Door de aannemer ontworpen en te realiseren gesloten systeem (minimale retourtemperatuur -3,0 °C) bestaat uit:	
- Minimale retourtemperatuur circulatievloeistof:	-3,0 °C
- Diepte boorgaten:	211 m-mv
- Aantal boorgaten:	1 #
- Met de berekeningen dient rekening gehouden te worden met een gemiddelde bodemtemperatuur tussen maaiveld en de einddiepte van de boorgaten op 211 m-mv van:	9,5 °C

### Opmerkingen / aantekeningen

NOTITIES VOOR PROJECT

-Het Nieuwe Dorp te Urk  
-Vb.2: Vrijstaande woning

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	211 m
Totale boordiepte	211 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.36 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Temperatuur aardoppervlak	9.5 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m <sup>2</sup>

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	211 m
Tussenafstand boorgaten	7.5 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	140 mm
U-buis - buitendiameter	40 mm
U-buis - wanddikte	3.7 mm
U-buis - warmtegeleidingsvermogen	0.42 W/(m·K)
U-buis - onderlinge afstand U-benen	75 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1.8 W/(m·K)
Overgangswaarde buis/vulmateriaal	0.002 (m·K)/W

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstanden boorgat wordt berekend

Aantal multipoles 10

Met interne warmteoverdracht tussen opwaartse en neerwaartse buizen is rekening gehouden

WARMTETRANSPORTMEDIUM

Warmtegeleidingsvermogen	0.47 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3930 J/(Kg·K)
Dichtheid	1033 Kg/m <sup>3</sup>
Viscositeit	0.0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debiet per boorgat	0.59 l/s

#### BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	5.83 MWh
Jaarlijks warmtevraag	9.99 MWh
Jaarlijks koelvraag	5.4 MWh
Seasonal performance factor (WW)	2.7
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4.3
Seasonal Performance Factor (koeling)	20

#### Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen
Bodemvermogen				
JAN	0.155	2.03	0	1.49
FEB	0.148	1.96	0	1.44
MRT	0.125	1.73	0	1.26
APR	0.099	1.47	0.05	0.78
MEI	0.064	1.13	0.1	0.23
JUN	0	0.49	0.2	-0.83
JUL	0	0.49	0.25	-1.11
AUG	0	0.49	0.25	-1.11
SEP	0.061	1.1	0.1	0.21
OKT	0.087	1.35	0.05	0.69
NOV	0.117	1.65	0	1.2
DEC	0.144	1.92	0	1.41
	-----	-----	-----	-----
Totaal	1	15.8	1	5.67

#### PIEKVERMOGEN

#### Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	12.1	8	6.76	0
FEB	12.1	6	6.76	0
MRT	12.1	4	6.76	0
APR	12.1	0	6.76	2
MEI	12.1	0	6.76	4
JUN	12.1	0	6.76	8
JUL	12.1	0	6.76	8
AUG	12.1	0	6.76	4
SEP	12.1	0	6.76	2
OKT	12.1	4	6.76	0
NOV	12.1	6	6.76	0
DEC	12.1	8	6.76	0

Duur van de simulatie (jaren)	25
Maand van inbedrijfstelling	SEP

BEREKENDE WAARDEN

\* Monthly calculation \*

Totale boordiepte 211 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0.4 (m·K)/W  
 Reynoldsgetal 3013  
 Thermische weerstand medium / buis 0.01192 (m·K)/W  
 Thermische weerstand buismateriaal 0.07752 (m·K)/W  
 Contact weerstand buis / vulmateriaal 0.002 (m·K)/W  
 Boorgat thermische weerstand medium / grond 0.09744 (m·K)/W  
 Effectieve thermische weerstand boorgat 0.1039 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	9.71	44.2	-33.6
FEB	9.36	44.2	-33.6
MRT	8.21	44.2	-33.6
APR	5.08	44.2	-33.6
MEI	1.49	44.2	-33.6
JUN	-5.38	44.2	-33.6
JUL	-7.22	44.2	-33.6
AUG	-7.22	44.2	-33.6
SEP	1.34	44.2	-33.6
OKT	4.48	44.2	-33.6
NOV	7.81	44.2	-33.6
DEC	9.16	44.2	-33.6

BASISVERMOGEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUREN (aan het einde van het maand) Maand JAAR [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	9.5	5.81	5.69	5.61	5.52
FEB	9.5	5.83	5.72	5.64	5.55
MRT	9.5	6.16	6.05	5.97	5.88
APR	9.5	7.21	7.1	7.02	6.93
MEI	9.5	8.48	8.37	8.29	8.21
JUN	9.5	10.9	10.8	10.7	10.7
JUL	9.5	11.8	11.7	11.6	11.5
AUG	9.5	11.9	11.8	11.8	11.7
SEP	9.04	9.12	9.02	8.95	8.87
OKT	7.94	7.94	7.84	7.77	7.68
NOV	6.7	6.67	6.58	6.51	6.43
DEC	6.11	6.07	5.98	5.91	5.83

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5.52 °C Aan het einde van JAN  
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 11.7 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	9.5	-0.72	-0.83	-0.91	-1
FEB	9.5	-0.42	-0.54	-0.61	-0.7
MRT	9.5	0.2	0.081	0.0042	-0.082
APR	9.5	7.21	7.1	7.02	6.93
MEI	9.5	8.48	8.37	8.29	8.21
JUN	9.5	10.9	10.8	10.7	10.7
JUL	9.5	11.8	11.7	11.6	11.5
AUG	9.5	11.9	11.8	11.8	11.7
SEP	9.04	9.12	9.02	8.95	8.87
OKT	1.35	1.35	1.25	1.18	1.1
NOV	0.18	0.15	0.05	-0.019	-0.1
DEC	-0.52	-0.56	-0.65	-0.72	-0.8

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur-1 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur11.7 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN KOELING: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand) [°C]

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	9.5	5.81	5.69	5.61	5.52
FEB	9.5	5.83	5.72	5.64	5.55
MRT	9.5	6.16	6.05	5.97	5.88
APR	9.5	12.7	12.6	12.5	12.4
MEI	9.5	14.3	14.2	14.1	14
JUN	9.5	16.3	16.2	16.1	16
JUL	9.5	16.8	16.7	16.6	16.5
AUG	9.5	16.3	16.2	16.1	16.1
SEP	14	14.1	14	13.9	13.8
OKT	7.94	7.94	7.84	7.77	7.68
NOV	6.7	6.67	6.58	6.51	6.43
DEC	6.11	6.07	5.98	5.91	5.83

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur5.52 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur16.5 °C Aan het einde van JUL