Bodemenergieplan

Gesloten systemen in Breezicht Zuid te Zwolle

IF Technology **Creating energy**

Datum	14 maart 2019
Referentie	68328/SV/20190314
Betreft	Bodemenergieplan gesloten systemen in Breezicht Zuid te Zwolle
Behandeld door	R. Wennekes / B. Drijver
Gecontroleerd door	S. Verplak
Versienummer	Definitief 2.0

OPDRACHTGEVER

Gemeente Zwolle
Postbus 10007
8000 GA Zwolle
Contactpersoon: dhr. O. Hettinga

OPSTELLER BODEMENERGIEPLAN

IF Technology bv
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP Arnhem
T 026 35 35 555

Waarom een Bodemenergieplan?

[Bron: gemeente Zwolle]

ENERGIENEUTRAAL BREEZICHT EN TOEPASSING VAN GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Breezicht wordt een aardgasloos en energieneutraal woongebied. De woningen worden ontwikkeld met een minimale energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0. Alle energie die nodig is voor het verwarmen, koelen en ventileren van de woning (= gebouwgebonden energie) dient duurzaam en op eigen kavel te worden opgewekt.

Een energieneutrale woning heeft een lage warmtevraag. De keuze voor een individuele all electric warmtevoorziening met behulp van een (bodem of lucht) warmtepomp ligt hierbij voor de hand. In Breezicht moet daarom rekening worden gehouden met veelvuldige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen.

NEGATIEVE EFFECTEN BIJ BODEMENERGIESYSTEMEN VOORKOMEN

Warmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen is een duurzame vorm van verwarmen. Bij grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen bestaat het risico op afkoeling van de bodem en onderlinge thermische beïnvloeding van de systemen. Dit wordt interferentie genoemd. Bij te grote interferentie is duurzame warmtevoorziening voor individuele woningen en ook voor Breezicht als geheel in de toekomst niet gegarandeerd.

Voor heel Zwolle is een diepterestrictie van 90 m voor gesloten bodemenergiesystemen vastgesteld (Verordening bodembescherming Zwolle 2019). Met een maximale boordiepte van 90 m wordt voorkomen dat het zoute grondwater, dat zich op grotere diepte bevindt zich mengt met het zoete grondwater dat tot een diepte van 90 m aanwezig is. Tussen het zoute en zoete grondwater ligt een ondoorlatende laag. Deze laag mag niet worden doorboord door gesloten bodemenergiesystemen.

VERGUNNINGPLICHT VOOR OPTIMAAL GEBRUIK BODEMENERGIE

Voor een optimaal gebruik van bodemenergiesystemen, nu en in de toekomst, en voor het borgen van de bodembelangen is regie door de gemeente Zwolle gewenst bij de toepassing van bodemenergiesystemen. Om die reden is Breezicht met een verordening (Verordening Interferentiegebied Bodemenergiesystemen Stadshagen – Breezicht 2019) aangewezen als interferentiegebied. In interferentiegebieden is de aanleg van een gesloten bodemenergiesysteem vergunningplichtig (Omgevingsvergunning met beperkte milieutoets).

Gekoppeld aan de verordening is voor het gebied Breezicht Zuid voorliggend Bodemenergieplan (Bodemenergieplan gesloten systemen in Breezicht Zuid te Zwolle) opgesteld. Dit bodemenergieplan geeft aan onder welke voorwaarden gesloten bodemenergiesystemen in Breezicht Zuid mogelijk zijn. Deze voorwaarden vormen het toetsingskader bij de vergunningverlening.

REGELS VOOR GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN IN BREEZICHT ZUID

Voor gesloten bodemenergiesystemen gelden algemene regels (zie paragraaf 4.1). Voor Breezicht Zuid is een aantal locatie specifieke regels opgesteld (zie paragaaf 4.2). Met deze regels wordt geborgd dat alle kavels, indien gewenst, gebruik kunnen maken van bodemenergie. Met de regels wordt tevens de onderlinge beïnvloeding en afkoeling van de bodem tot acceptabele waarden beperkt en wordt verzilting van het zoete grondwater voorkomen.

De voornaamste specifieke regels zijn (niet volledig):

- De maximale boordiepte is 90 m.
- De boorgaten worden op eigen kavel aangebracht. Het boorgat wordt aangebracht op minimaal 2,6 m van de kavelgrens.
- Bij kavels smaller dan 5,2 m breed, moet de afstand tussen boorgaten op de naastgelegen kavel altijd groter zijn dan 5,2 meter.
- Voor alle kavels is een specifiek maximaal energiebudget vastgesteld (zie bijlage 1 en 2). Dit wordt uitgedrukt in een maximale warmte-onttrekking per meter boordiepte (kWh/m). De maximale jaarlijkse warmteonttrekking mag niet hoger zijn dan het toegekende budget.
- Voor de vergunningaanvraag moet de aanvrager met een berekening aantonen dat de jaarlijkse warmte-onttrekking binnen het toegekende budget blijft. De berekening wordt voor een periode van 25 jaar uitgevoerd. Daarbij wordt rekening gehouden met de netto warmtevraag van de woning, het maximaal beschikbare energiebudget en de te hanteren temperatuurcorrectie (zie bijlage 2). In hoofdstuk 5 is een voorbeeldberekening opgenomen.

INHOUDSOPGAVE

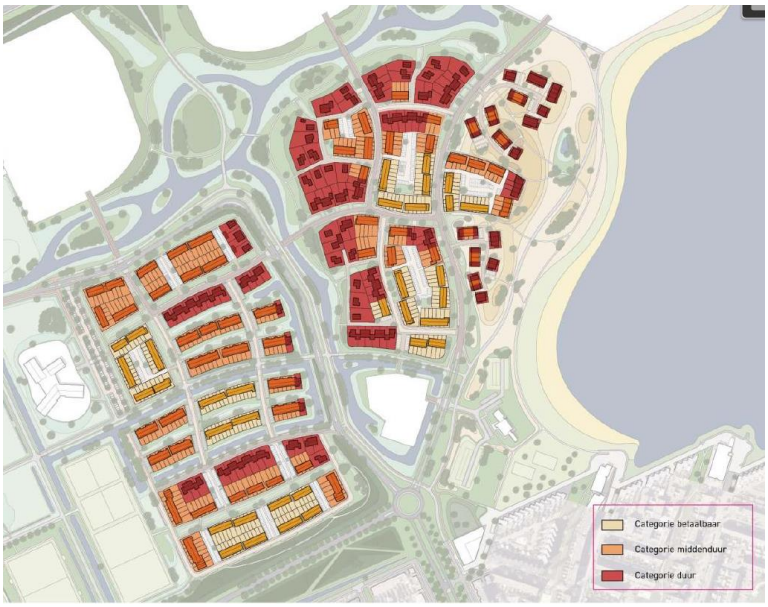
1 Inleiding **4**
1.1 Breezicht Zuid 4
1.2 Werkingsprincipe warmtepompinstallatie 4
1.3 Interferentie 5
1.4 Verordening interferentiegebied 6
1.5 Regels en bodemenergieplan 6
2 Geohydrologisch onderzoek **7**
2.1 Bodemopbouw 7
2.2 Bodemtemperatuur 8
2.3 Grondwaterkwaliteit en -stroming 8
2.4 Overige belangen 8
3 Bodemenergieplan **9**
3.1 Doelstelling 9
3.2 Interferentie en ontwerp 9
3.3 Uitgangspunten interferentieberekening 10
3.4 Resultaten interferentieberekening 10
3.5 Maximaal toegestane jaarlijkse netto warmteonttrekking 11
3.6 Temperatuurcorrectie 11
4 Regels **12**
4.1 Algemene regels 12
4.2 Locatie specifieke regels Breezicht Zuid 12
5 Voorbeeldberekeningen **14**
5.1 Inleiding 14
5.2 Voorbeeld 1 - Interferentie leidend 14
5.3 Voorbeeld 2 - Ontwerp leidend 16
5.4 Warmtevraag woning groter dan maximale netto jaarlijkse warmtelevering bodem 18
Bijlage 1 Berekende temperatuurdaling na 25 jaar en temperatuurdaling door interferentie **20**
Bijlage 2 Maximale warmteonttrekking en temperatuurcorrectie per kavel **21**
Bijlage 3 Documenten voorbeeldberekeningen **22**

1 Inleiding

1.1 BREEZICHT ZUID

In Breezicht Zuid worden in de komende jaren ongeveer 650 woningen gerealiseerd. Breezicht Zuid wordt aardgasloos ontwikkeld waarbij de woningen minimaal moeten voldoen aan een EPC van 0.

Omdat er geen warmtenet in Breezicht Zuid is gepland, is de verwachting dat voor het verwarmen en koelen van de woningen veel gebruik zal worden gemaakt van individuele warmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen. Uitgangspunt voor de uitwerking van het bodemenergieplan is dat het nu en in de toekomst mogelijk moet zijn om alle woningen in Breezicht Zuid te verwarmen met behulp van individuele elektrisch aangedreven (combi)warmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen.



Figuur 1.1 | Breezicht Zuid te Zwolle

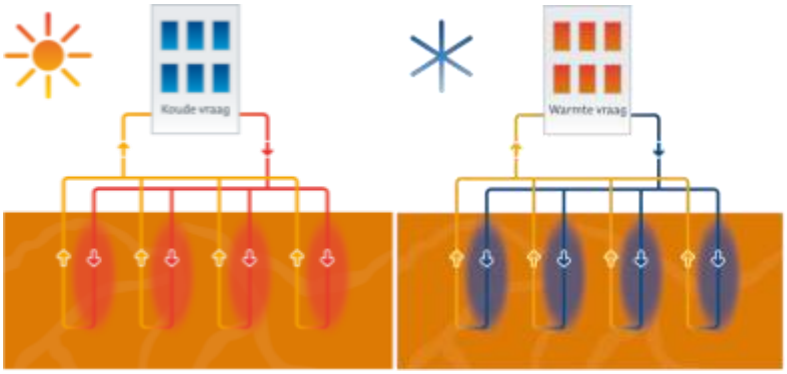
1.2 WERKINGSPRINCIPE WARMTEPOMPINSTALLATIE

Met een elektrisch aangedreven combiwarmtepomp worden de ruimten van de woning en het tapwater verwarmd. De bronwarmte van de warmtepomp wordt onttrokken aan de bodem met behulp van een gesloten bodemenergiesysteem.

Een gesloten bodemenergiesysteem bestaat uit één of meerdere verticaal in de bodem aangebrachte kunststof slangen (bodemlussen) die middels een boring in de bodem tot grote diepte worden aangebracht. In het gesloten bodemenergiesysteem stroomt een circulatievloeistof bestaande uit een mengsel van water met antivries of alleen water.

Door de warmteonttrekking daalt de temperatuur van de bodem rondom het gesloten bodemenergiesysteem. Hiervan kan in de zomer weer gebruik worden gemaakt om de woning te koelen. De

temperatuur van de bodem rondom het gesloten bodemenergiesysteem zal hierdoor weer toenemen. Omdat de jaarlijkse warmteonttrekking aan de bodem groter is dan de jaarlijkse warmtetoevoer in de zomer (koeling), daalt op termijn de temperatuur van de bodem. Hierdoor treedt interferentie op tussen de gesloten bodemenergiesystemen onderling, zie paragraaf 1.3.



Figuur 1.2 | Principeschema gesloten bodemenergiesysteem

1.3 INTERFERENTIE

Bij toepassing van warmtepompen en gesloten bodemenergiesystemen onttrekken de woningen in Breezicht Zuid netto warmte aan de bodem. Deze grootschalige warmteonttrekking resulteert in een temperatuurdaling van de bodem. Dit houdt in dat voor een gesloten systeem op elke kavel rekening moet worden gehouden met de temperatuurdaling van de bodem ten gevolge van alle gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving.

Om de temperatuurdaling van de bodem ten gevolge van grootschalige warmteonttrekking aan de bodem te beperken, is in dit bodemenergieplan per kavel een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte vastgesteld. Dit is nodig om ook op lange termijn de woningen duurzaam te kunnen verwarmen. 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.

Opgemerkt wordt dat in nieuw te realiseren woonwijken waar nog geen gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn en waar in de toekomst op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen in de bodem worden aangebracht, de temperatuursinvloed tussen de nieuw te realiseren systemen onderling vaak groter is dan 1,5°C (interferentie). Deze temperatuursinvloed kan en mag groter zijn, als met het ontwerp van elk gesloten bodemenergiesysteem rekening wordt gehouden met deze lagere temperatuur van de bodem.

1.4 VERORDENING INTERFERENTIEGEBIED

De gemeente Zwolle zal Breezicht bij verordening aanwijzen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor het realiseren van een gesloten bodemenergiesysteem de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd.

Het beoordelingscriterium om interferentiegebieden aan te wijzen, is het voorkomen van interferentie of anderszins ondoelmatig gebruik van bodemenergie te voorkomen. Bij doelmatig gebruik gaat het om optimaal gebruik van de potentie van de bodem om warmte te leveren. Daarbij gaat het enerzijds om een zo goed mogelijk rendement van een systeem en anderzijds om de totale energieproductie van meerdere systemen in een gebied. Bij dit laatste gaat het in praktische zin om het beperken/voorkomen van negatieve interferentie en om een optimale onderlinge ordening van bodemenergiesystemen.

1.5 REGELS EN BODEMENERGIEPLAN

Nadat Breezicht is aangewezen als een interferentiegebied kan het bevoegd gezag regels opstellen waaraan het realiseren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem moet voldoen. De regels voor het realiseren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem zijn voor Breezicht Zuid verwoord in dit bodemenergieplan.

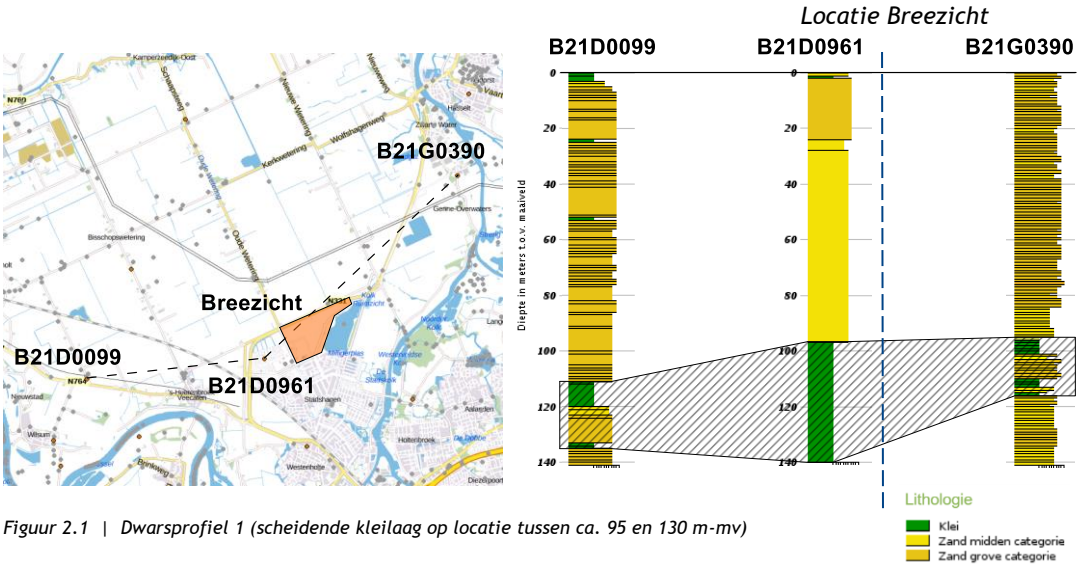
De regels in dit bodemenergieplan zijn zo opgesteld dat alle nieuw te bouwen woningen in Breezicht Zuid doelmatig gebruik kunnen maken van de ondergrond voor bodemenergie. Daarnaast zorgen de regels ervoor dat interferentie tussen de gesloten systemen wordt beperkt en daarmee nadelige invloed op het systeemrendement wordt voorkomen. Indien uit de vergunningaanvraag blijkt dat aan de regels wordt voldaan, kan door het bevoegd gezag de vergunning worden verleend.

2 Geohydrologisch onderzoek

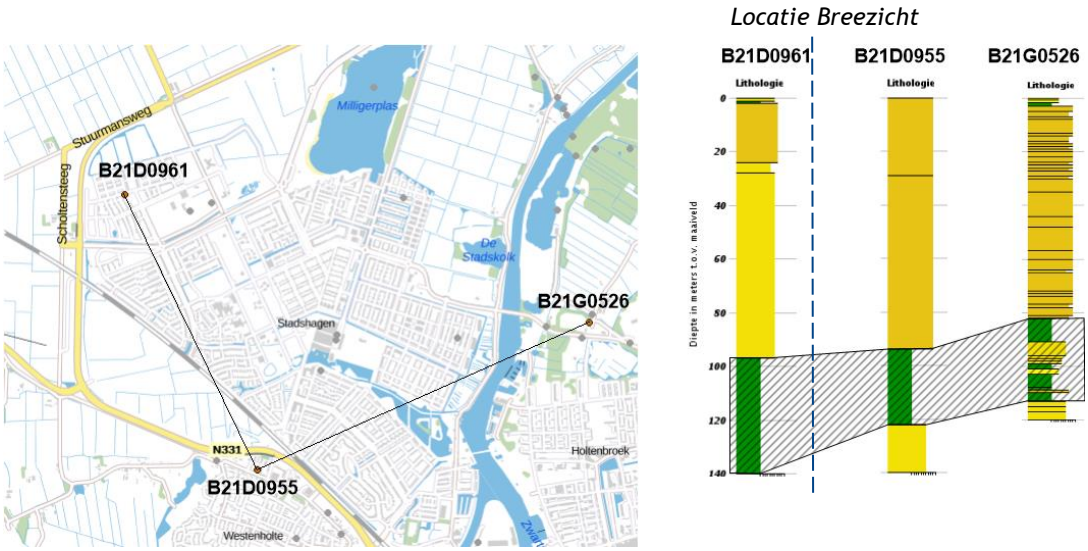
2.1 BODEMOPBOUW

De opbouw van de bodem is in kaart gebracht tot en met de eerste scheidende kleilaag, beginnend op ongeveer 90 m-mv (meter onder maaiveld). De gemeente Zwolle heeft de voorwaarde gesteld dat in dit gebied de bodemlussen niet dieper mogen worden gerealiseerd dan 90 m-mv (dieptere-strictie). Hierdoor is men er zeker van dat de kleilaag niet wordt doorboord.

De bodemopbouw op en in de directe omgeving van Breezicht Zuid is bepaald aan de hand van twee dwarsprofielen op basis van boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOloket.



Figuur 2.1 | Dwarsprofiel 1 (scheidende kleilaag op locatie tussen ca. 95 en 130 m-mv)

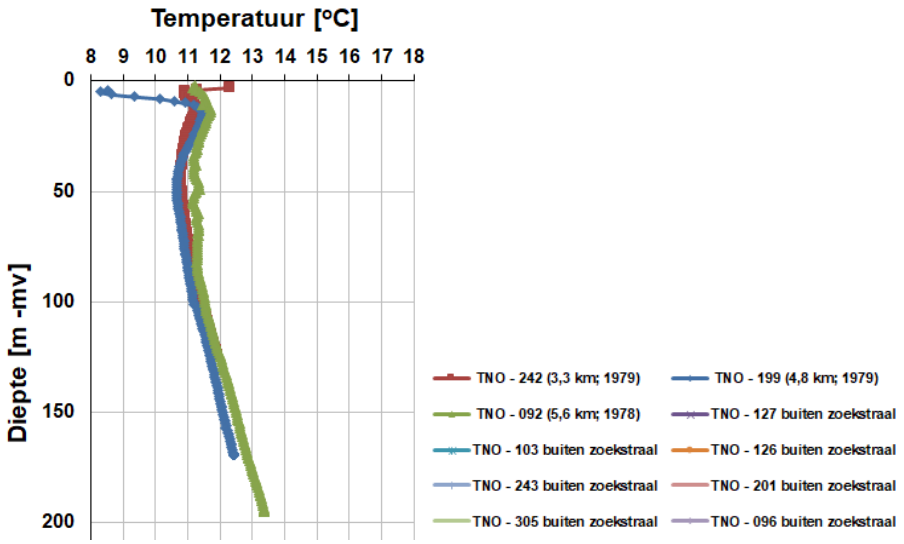


Figuur 2.2 | Dwarsprofiel 2 (scheidende kleilaag op locatie tussen ca. 95 en 130 m-mv)

Op basis van de twee dwarsprofielen is op te maken dat de bodemopbouw vanaf maaiveld tot circa 95 m-mv bestaat uit voornamelijk zand. Dit pakket wordt het gecombineerde eerste en tweede watervoerend pakket genoemd.

2.2 BODEMTEMPERATUUR

De temperatuur van de bodem tussen maaiveld tot aan de eerste scheidende laag op ongeveer 95 m-mv bedraagt gemiddeld 11°C. Deze temperatuur is gebaseerd op temperatuurmetingen in bronnen in de omgeving van de locatie (bron: database bodemtemperatuurmetingen van IF Technology met metingen van TNO en IF Technology).



Figuur 2.3 | Resultaten van bodemtemperatuurmetingen in de omgeving van Breezicht Zuid in Zwolle

2.3 GRONDWATERKWALITEIT EN -STROMING

Het grondwater in het gecombineerde eerste en tweede watervoerend pakket (tot een diepte van circa 95 m-mv) is zoet. Het grondwater in het derde watervoerend pakket, gelegen onder de scheidende kleilaag, is zout.

Het grondwater in het gecombineerde eerste en tweede watervoerend pakket stroomt in noordelijke tot noordnoordwestelijke richting met een gemiddelde snelheid van circa 8 meter per jaar.

2.4 OVERIGE BELANGEN

De locatie Breezicht Zuid is niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied of een ander aangewezen gebied, waarin gesloten bodemenergiesystemen niet mogen worden toegepast.

Op basis van informatie verkregen uit de WKO-tool en gegevens die zijn opgevraagd bij de provincie Overijssel (uitdraai uit het Landelijk Grondwater register, ontvangen op 24-1-2019), volgt dat in de omgeving een aantal open en gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze zijn echter op zodanig grote afstand gelegen, dat geen sprake is van thermische invloed van de te realiseren gesloten bodemenergiesystemen in Breezicht Zuid op de bestaande open en gesloten bodemenergiesystemen en omgekeerd.

3 Bodemenergieplan

3.1 DOELSTELLING

Het belangrijkste doel van het bodemenergieplan is om regels te hebben voor het realiseren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zodat voor alle woningen 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 particuliere kavelkoper(s), de ontwikkelaar(s), de aannemer(s), de gemeente Zwolle en het bevoegd gezag duidelijk is waaraan de gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen, voor het verkrijgen van de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm).

3.2 INTERFERENTIE EN ONTWERP

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

Interferentie door bodemenergiesystemen in omgeving

In bijlage 2 (Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen) behorend bij de Handhavings Uitvoerings Methode bodemenergiesystemen voor gemeentelijke taken (HUM BE, deel 2) wordt als uitgangspunt gehanteerd dat geen sprake is van interferentie als de totaal veroorzaakte temperatuurverlaging bij alle andere systemen in de omgeving kleiner is dan 1,5°C. Deze temperatuurdaling wordt ook gehanteerd als richtlijn in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

In woonwijken waar op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, kan de temperatuurdaling door interferentie groter zijn dan 1,5°C als met elk individueel ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen hiermee rekening wordt gehouden. Het is dus van belang om vooraf, op basis van interferentieberekeningen, het temperatuureffect van grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen te kwantificeren. Deze interferentieberekeningen zijn voor Breezicht Zuid uitgevoerd. De resultaten zijn beschreven in paragraaf 3.4. De potentieberekeningen resulteren per kavel in twee grootheden waaraan het ontwerp van de de gesloten bodemenergiesystemen voet voldoen. Deze grootheden zijn:

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

Ontwerp

De minimaal toe te passen bodemdiepte wordt bepaald door de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte. De maximaal toe te passen bodemdiepte is door de gemeente vastgesteld tot 90 m-mv (diepterestrictie).

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 verdamper van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan -3°C.

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 op het kavel 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 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.

3.3 UITGANGSPUNTEN INTERFERENTIEBEREKENING

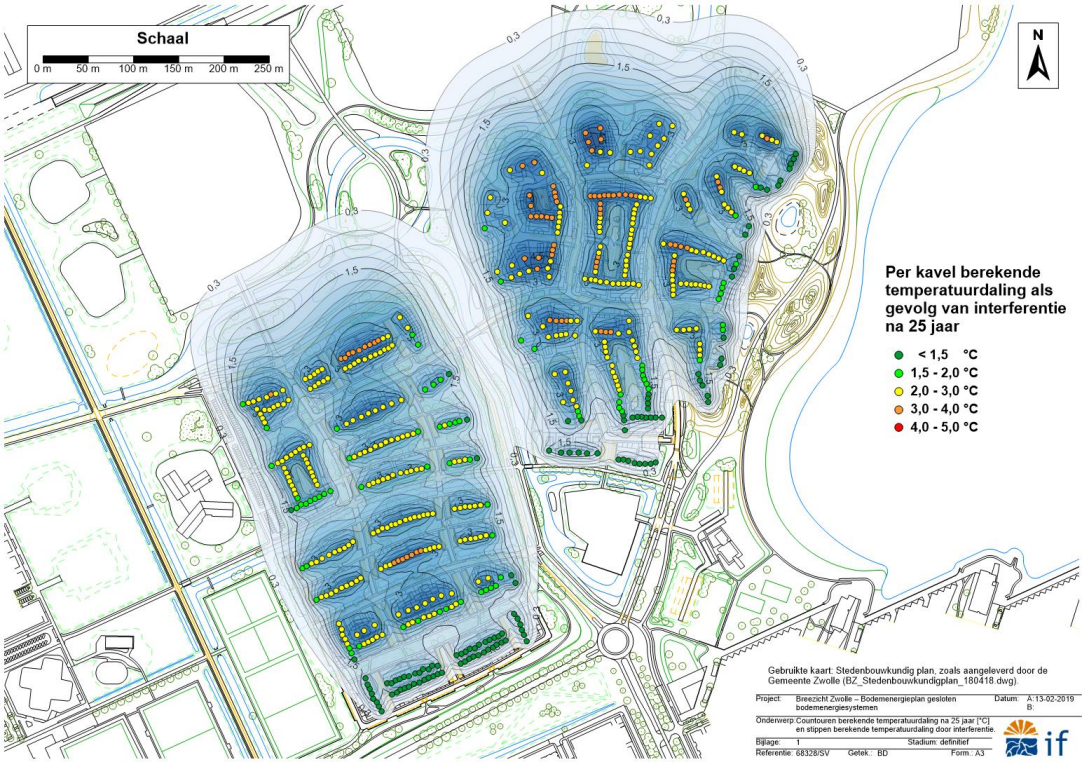
De berekeningen ter bepaling van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem, zijn uitgevoerd met het softwarepakket MLU (Multi Layer Unsteady state). Dit programma is gemaakt voor het modelleren van grondwaterstroming in watervoerende pakketten (zie voor meer informatie hierover www.microfem.com)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

De uitgangspunten voor de berekeningen zijn als volgt:
- De verkaveling van Breezicht Zuid (conform tekening BZ_Stedenbouwkundigplan_180418.dwg).
- De bodemopbouw en de grondwaterstroming zoals deze zijn omschreven in hoofdstuk 2.
- De maximale diepte van de gesloten bodemenergiesystemen ter bepaling van de maximale netto warmteonttrekking bedraagt 90 m-mv (diepterestrictie bovenzijde scheidende kleilaag).
- De periode waarvoor de thermische berekeningen zijn uitgevoerd, bedraagt 25 jaar.

3.4 RESULTATEN INTERFERENTIEBEREKENING

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Figuur 3.1 en in Bijlage 1. In dit figuur zijn de contouren van de berekende temperatuurdaling weergegeven na een periode van 25 jaar voor de situatie waarbij op alle kavels (netto) warmte aan de bodem wordt onttrokken.

In Bijlage 2 is per kavel opgegeven wat de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte en de temperatuurdaling is. De nummering van de gesloten bodemenergiesystemen is per kavel weergegeven in de gekleurde stippen, zie ook Bijlage 1.



Figuur 3.1 | Thermische beïnvloeding tussen 0 en 90 m-mv na 25 jaar (zie Bijlage 1 voor groot formaat)

3.5 MAXIMAAL TOEGESTANE JAARLIJKSE NETTO WARMTEONTTREKKING

Per kavel is de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot een diepte van 90 m-mv en per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan de grootte van het kaveloppervlak (in m^2) en een maximaal aan te boren diepte van 90 m (tot aan de top van de scheidende kleilaag). De maximaal toegestane jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte is per kavel in de tabel in Bijlage 2 opgenomen.

3.6 TEMPERATUURCORRECTIE

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.

In Bijlage 2 is de tabel opgenomen waarin per kavel de temperatuurdaling door interferentie is gekwalificeerd. 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 realiseren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van dit bodemenergieplan, 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 artikel 1.13.3 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 Hoofdstuk 3a van het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).

4. Indien aantoonbaar aan onderstaande regels 5 tot en met 12 wordt voldaan, is onderbouwing (waaruit blijkt dat het in werking hebben van het systeem niet leidt tot zodanige interferentie met een eerder geïnstalleerde bodemenergiesystemen dat het doelmatig functioneren van de desbetreffende systemen kan worden geschaad) niet nodig. Zie artikel 1.10a.h uit het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).

4.2 LOCATIE SPECIFIEKE REGELS BREEZICHT ZUID

Voor het realiseren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van dit bodemenergieplan gelden voor Breezicht Zuid 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 maximale diepte van de boorgaten met bodemlus(sen) bedraagt 90 m-mv.

7. De boorgaten met bodemlus(sen) dienen op eigen kavel in de bodem te worden aangebracht.

8. De afstand tussen een boorgat en de kavelgrens direct grenzend aan een kavel van een naastgelegen woning met (een gerealiseerd of nog te realiseren) bodemenergiesysteem dient te allen tijde groter of gelijk te zijn aan 2,6 m.

   Daar waar in verband met een (te) smalle kavelbreedte bovenstaande afstand niet mogelijk is, dient de afstand tussen twee boorgaten te allen tijde groter dan of gelijk dient te zijn aan 5,2 m.

9. 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 warmteonttrekking per meter bodemdiepte. Zie: "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2.

10. 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 ten gevolge van interferentie. Zie: “Temperatuurcorrectie door interferentie” in Bijlage 2.

11. 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 de SIKB BRL Protocol 11001[1] weergegeven programma's Glhepro, DST en SBM). De resultaten van de berekening dienen als bijlage bij de vergunningaanvraag te worden toegevoegd.

12. Indien uit de ontwerpberekening blijkt dat twee of meer boorgaten per kavel nodig zijn, bedraagt de minimale bodemdiepte van elk boorgat de bij regel 9 berekende bodemdiepte.

13. Bij wijzigingen in aantal of grootte van één of meerdere kavels dienen de "Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking" en de “Temperatuurcorrectie door interferentie” opnieuw te worden bepaald. Dit vindt als volgt plaats:

    - De "Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking" per meter bodemdiepte (in kWh/m) dient voor het gewijzigde kavel te worden berekend door het oppervlak van het kavel te vermenigvuldigen met 0,16 (kWh/m)/m^2.

    - Voor de “Temperatuurcorrectie door interferentie” dient de waarde van het dichtstbijzijnde kavel in Bijlage 2 te worden aangehouden.

[1] SIKB BRL Protocol 11001: Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer Beoordelingsrichtlijn Protocol 11001.

5 Voorbeeldberekeningen

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.

In onderstaande tabel is de verklaring van de gebruikte symbolen in dit hoofdstuk opgenomen. De voorbeelden zijn deels uitgewerkt in rekensheets die als Bijlage 3 in dit document zijn 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
$T_{\text{verdamper}}$	°C	De temperatuur aan de verdamperzijde van de warmtepomp

5.2 VOORBEELD 1 - INTERFERENTIE LEIDEND

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

Uit de informatie bij de melding (o.a. op basis van de SPF-verklaring van de installateur) blijkt het volgende: De warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming bedraagt 1.950 respectievelijk 1.600 kWh per jaar. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,5 voor ruimteverwarming en 2,5 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 890 kWh per jaar met een SPF van 50 voor de circulatiepomp. Het vermogen van de warmtepomp bedraagt (condensorzijdig) 2,9 kW.

Voor deze woning geldt volgens de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 17,5 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 1,5°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. Zie ook de rekensheet in Bijlage 3.

Tabel 5.2 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	1.950 kWh	4,5	Q_{rv} x ((SPF - 1) / SPF)) 1.950 x ((4,5-1) / 4,5)	1.517 kWh
Tapwaterverwarming	1.600 kWh	2,5	Q_{tw} x ((SPF - 1) / SPF)) 1.600 x ((2,5 - 1) / 2,5)	960 kWh
Warmteonttrekking aan bodem				**2.477 kWh**
Koeling / warmte laden	890 kWh	50	Q_k + (Q_k / SPF) 890 + (890 / 50)	908 kWh
Warmtetoevoer aan bodem				**908 kWh**
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				**1.569 kWh**

Minimaal benodigde diepte van de boorgaten (regel 9)
Voor dit voorbeeld blijkt uit Bijlage 2 van dit bodemenergieplan dat voor het desbetreffende kavel van de woning een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte geldt van 17,5 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: 90 m-mv (1.569 kWh / 17,5 kWh/m).

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 10 en 11)
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 verdamper van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan -3°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 de betreffende woning is opgenomen in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuurdaling dient in mindering te worden gebracht op de natuurlijke gemiddelde bodemtemperatuur.

De natuurlijke gemiddelde temperatuur van de bodem bedraagt tot aan de eerste scheidende laag:

$$T_{bodem\ natuurlijk} = 11{,}0\,^{\circ}C$$

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:

$$T_{bodem\ met\ correctie} = T_{input\ EED} = T_{bodem\ natuurlijk} - T_{correctie} = 11{,}0 - 1{,}5 = 9{,}5\,^{\circ}C$$

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één boorgat tot 90 m na 25 jaar daalt tot +1,7°C (zie Bijlage 3). Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -0,3°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem,circulatievloeistof} - (\Delta T_{verdamper} / 2) = +1{,}7°C - (4{,}0 / 2) = -0{,}3°C$$

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

Conclusie
Het uiteindelijke resultaat is dat voor deze woning op dit kavel een gesloten bodemenergiesysteem moet worden toegepast dat bestaat uit minimaal één boorgat met een aan te boren bodemdiepte van 90 m. In deze situatie is de regel met betrekking van interferentie leidend ten opzichte van de ontwerpregel. De iets hogere temperatuur van de circulatievloeistof in de winter heeft een positief effect op het rendement van het eigen systeem.

5.3 VOORBEELD 2 - ONTWERP LEIDEND

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem
Uit de informatie bij de melding (o.a. op basis van de SPF-verklaring van de installateur) blijkt het volgende: De warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming bedraagt 2.550 respectievelijk 2.100 kWh per jaar. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,5 voor ruimteverwarming en 2,5 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 1.800 kWh per jaar met een SPF van 50 voor de circulatiepomp. Het vermogen van de warmtepomp bedraagt (condensorzijdig) 3,8 kW.

Voor deze woning geldt volgens de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 20,7 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 0,5°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. Zie ook de rekensheet in Bijlage 3.

Tabel 5.3 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	2.550 kWh	4,5	Q_{rv} x ((SPF - 1) / SPF)) 2.550 x ((4,5-1) / 4,5)	1.983 kWh
Tapwaterverwarming	2.100 kWh	2,5	Q_{tw} x ((SPF - 1) / SPF)) 2.100 x ((2,5 - 1) / 2,5)	1.260 kWh
Warmteonttrekking aan bodem				**3.243 kWh**
Koeling / warmte laden	1.800 kWh	50	Q_k + (Q_k / SPF) 1.800 + (1.800 / 50)	1.836 kWh
Warmtetoevoer aan bodem				**1.836 kWh**
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				**1.407 kWh**

Minimaal benodigde diepte van de boorgaten (regel 9)
Voor dit voorbeeld blijkt uit Bijlage 2 van dit bodemenergieplan dat voor het desbetreffende kavel van de woning een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte geldt van 20,7 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: 68 m-mv (1.407 kWh / 20,7 kWh/m).

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 10 en 11)
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 verdamper van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan -3°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 de betreffende woning is opgenomen in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuurdaling dient in mindering te worden gebracht op de natuurlijke gemiddelde bodemtemperatuur.

De natuurlijke gemiddelde temperatuur van de bodem bedraagt tot aan de eerste scheidende laag:

$$T_{bodem\ natuurlijk} = 11{,}0\,^{\circ}C$$

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:

$$T_{bodem\ met\ correctie} = T_{input\ EED} = T_{bodem\ natuurlijk} - T_{correctie} = 11{,}0 - 0{,}5 = 10{,}5\,^{\circ}C$$

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één boorgat tot 68 m na 25 jaar daalt tot -2,5°C. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -4,5°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem,circulatievloeistof} - (\Delta T_{verdamper} / 2) = -2{,}5°C - (4{,}0 / 2) = -4{,}5°C$$

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof is lager dan -3°C, waardoor niet wordt voldaan aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -3°C. Er dient dus een herberekening te worden uitgevoerd, waarbij niet interferentie maar het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem leidend is.

Herberekening
De voor dit voorbeeld uitgevoerde herberekening met Earth Energy Designer laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één boorgat tot 80 m na 25 jaar daalt tot -0,9°C (zie Bijlage 3). Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -2,9°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem,circulatievloeistof} - (\Delta T_{verdamper} / 2) = -0{,}9 - (4{,}0 / 2) = -2{,}9°C$$

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

Conclusie
Het uiteindelijke resultaat is dat voor deze woning een gesloten bodemenergiesysteem moet worden toegepast dat bestaat uit één boorgat met een aan te boren bodemdiepte van 80 m. De regel met betrekking tot het ontwerp is in deze situatie leidend boven de regel met betrekking tot interferentie. Het gevolg is dat dit systeem een kleinere temperatuurdaling bij nabijgelegen systemen veroorzaakt. Dit is een positief effect en gunstig voor het rendement van nabij gelegen systemen. Het is in deze situatie natuurlijk ook toegestaan het boorgat tot maximaal 90 m-mv te realiseren. Dit heeft een nog kleinere thermische beïnvloeding naar de buren en een hogere temperatuur van de circulatievloeistof in het eigen systeem - en dus een hoger systeemrendement - tot gevolg.

5.4 WARMTEVRAAG WONING GROTER DAN MAXIMALE NETTO JAARLIJKSE WARMTELEVERING BODEM

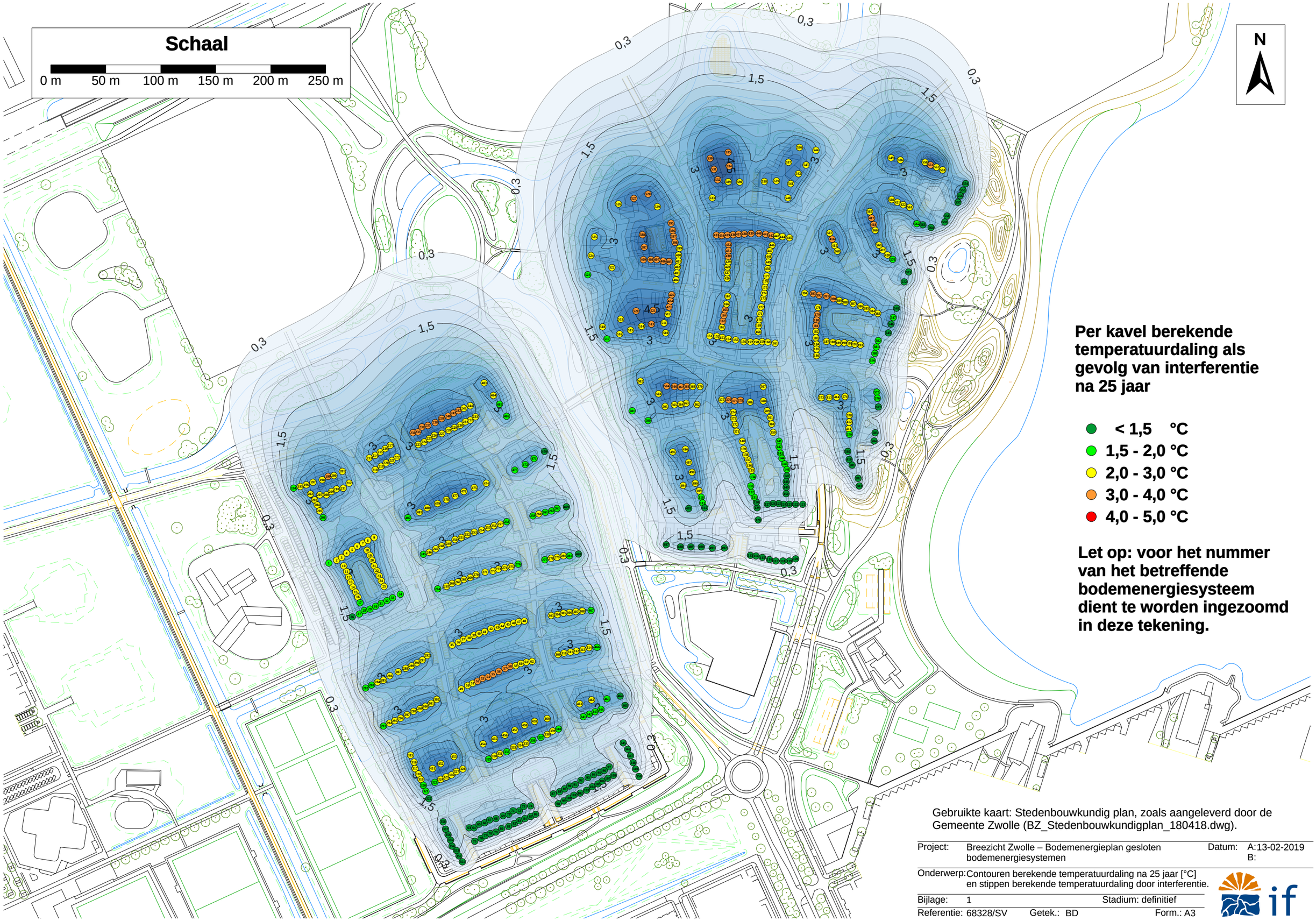
Indien de benodigde jaarlijkse netto warmteonttrekking van de woning groter is dan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering van de bodem, dient het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem te worden aangepast.

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 door meer ruimten te koelen 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 gelijk is aan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering van de bodem.

Bijlage 1 Berekende temperatuurdaling na 25 jaar en temperatuurdaling door interferentie



Gebruikte kaart: Stedenbouwkundig plan, zoals aangeleverd door de Gemeente Zwolle (BZ_Stedenbouwkundigplan_180418.dwg).

Project:	Breezicht Zwolle – Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen	Datum:	A:13-02-2019 B:
Onderwerp:	Contouren berekende temperatuurdaling na 25 jaar [°C] en stippen berekende temperatuurdaling door interferentie.		
Bijlage:	1	Stadium: definitief	
Referentie:	68328/SV Getek.: BD	Form.: A3	

Bijlage 2 Maximale warmteonttrekking en temperatuurcorrectie per kavel

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
1	17,5	1,7
2	17,5	2,3
3	17,5	2,5
4	17,5	2,7
5	17,5	2,8
6	17,5	2,8
7	17,5	2,8
8	17,5	2,7
9	17,5	2,3
10	17,5	2,3
11	17,5	2,3
12	17,5	2,3
13	17,5	2,3
14	17,5	2,2
15	17,5	2,2
16	17,5	2,1
17	17,5	2,0
18	17,5	2,6
19	17,5	2,6
20	17,5	2,5
21	17,5	2,4
22	17,5	2,4
23	17,5	2,3
24	17,5	2,2
25	17,5	2,0
26	17,5	1,4
27	17,5	1,7
28	17,5	1,9
29	17,5	1,9
30	17,5	2,0
31	17,5	2,0
32	17,5	1,9
33	17,5	1,8
34	17,5	1,6
35	17,5	2,4
36	17,5	2,6
37	17,5	2,8
38	17,5	2,8
39	17,5	2,9
40	17,5	2,9
41	17,5	2,9
42	17,5	2,8
43	17,5	2,9
44	17,5	2,9
45	17,5	2,8
46	17,5	2,7
47	17,5	2,6
48	17,5	2,4
49	17,5	2,5
50	17,5	2,8
51	17,5	2,9
52	17,5	3,0
53	17,5	3,0
54	17,5	3,1
55	17,5	3,1
56	17,5	3,0
57	17,5	3,0
58	17,5	3,0
59	17,5	3,0
60	17,5	2,9
61	17,5	2,7
62	17,5	2,5
63	17,5	1,3
64	17,5	1,3
65	17,5	1,4
66	17,5	1,4
67	17,5	1,5
68	17,5	1,4
69	17,5	1,4
70	17,5	1,4
71	17,5	1,4
72	17,5	1,3
73	17,5	1,2
74	17,5	0,9
75	17,5	0,6
76	17,5	0,7
77	17,5	0,9
78	17,5	0,8
79	17,5	0,7
80	17,5	0,7
81	17,5	0,7
82	17,5	0,8
83	17,5	0,8
84	17,5	0,8
85	17,5	0,7
86	17,5	0,6
87	17,5	0,9
88	17,5	1,1
89	17,5	1,3
90	17,5	1,3
91	17,5	1,3
92	17,5	1,3
93	17,5	1,3
94	17,5	1,3
95	17,5	1,3
96	17,5	1,3
97	17,5	1,1
98	17,5	0,5

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
99	17,5	0,7
100	17,5	0,8
101	17,5	0,8
102	17,5	0,7
103	17,5	0,7
104	17,5	0,8
105	17,5	0,8
106	17,5	0,9
107	17,5	0,8
108	17,5	0,6
109	17,5	2,0
110	17,5	1,8
111	17,5	1,7
112	17,5	1,5
113	17,5	0,5
114	17,5	0,6
115	17,5	0,5
116	17,5	0,5
117	17,5	0,4
118	17,5	0,4
119	17,5	0,4
120	17,5	0,2
121	17,5	0,4
122	17,5	0,7
123	17,5	0,9
124	17,5	1,1
125	17,5	1,2
126	17,5	1,2
127	17,5	1,2
128	17,5	0,8
129	17,5	1,2
130	17,5	1,5
131	17,5	1,6
132	17,5	1,7
133	17,5	1,7
134	17,5	1,9
135	17,5	2,1
136	17,5	2,2
137	17,5	2,3
138	17,5	2,4
139	17,5	2,4
140	17,5	2,3
141	17,5	1,9
142	17,5	2,0
143	17,5	1,9
144	17,5	1,8
145	17,5	1,7
146	17,5	1,5
147	17,5	1,5
148	17,5	1,5
149	17,5	1,4
150	17,5	1,2
151	17,5	2,6
152	17,5	2,8
153	17,5	2,8
154	17,5	2,8
155	17,5	2,7
156	17,5	2,7
157	17,5	2,7
158	17,5	2,6
159	17,5	2,5
160	17,5	2,3
161	17,5	2,0
162	17,5	2,9
163	17,5	3,0
164	17,5	3,0
165	17,5	3,0
166	17,5	2,9
167	17,5	2,8
168	17,5	2,6
169	17,5	2,7
170	17,5	2,7
171	17,5	2,6
172	17,5	2,5
173	17,5	2,5
174	17,5	2,6
175	17,5	2,6
176	17,5	2,6
177	17,5	2,6
178	17,5	3,0
179	17,5	3,0
180	17,5	3,1
181	17,5	3,0
182	17,5	2,9
183	17,5	2,8
184	17,5	2,8
185	17,5	2,7
186	17,5	2,4
187	17,5	2,7
188	17,5	2,8
189	17,5	2,8
190	17,5	2,7
191	17,5	2,6
192	17,5	2,5
193	17,5	2,2
194	20,7	1,7
195	20,7	2,3
196	20,7	2,6

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
197	20,7	2,8
198	20,7	3,0
199	20,7	3,0
200	20,7	2,8
201	20,7	2,5
202	20,7	2,4
203	20,7	2,5
204	20,7	2,3
205	20,7	2,1
206	20,7	2,0
207	20,7	2,6
208	20,7	2,6
209	20,7	2,7
210	20,7	2,6
211	20,7	2,4
212	20,7	2,2
213	20,7	2,4
214	20,7	2,6
215	20,7	2,8
216	20,7	2,9
217	20,7	2,8
218	20,7	2,0
219	20,7	2,3
220	20,7	2,4
221	20,7	2,5
222	20,7	2,5
223	20,7	2,7
224	20,7	2,9
225	20,7	3,0
226	20,7	2,9
227	20,7	2,8
228	20,7	2,8
229	20,7	2,7
230	20,7	2,6
231	20,7	2,6
232	20,7	2,5
233	20,7	2,3
234	20,7	3,0
235	20,7	3,2
236	20,7	3,3
237	20,7	3,3
238	20,7	3,2
239	20,7	3,3
240	20,7	3,2
241	20,7	3,2
242	20,7	3,2
243	20,7	3,0
244	20,7	2,7
245	20,7	1,8
246	20,7	2,1
247	20,7	2,2
248	20,7	2,3
249	20,7	2,3
250	20,7	2,4
251	20,7	2,4
252	20,7	2,4
253	20,7	2,3
254	20,7	2,3
255	20,7	2,3
256	20,7	2,2
257	20,7	2,1
258	20,7	1,9
259	20,7	1,9
260	20,7	2,0
261	20,7	2,0
262	20,7	1,9
263	20,7	1,8
264	20,7	1,8
265	20,7	2,1
266	20,7	2,3
267	20,7	2,4
268	20,7	2,4
269	20,7	2,4
270	20,7	2,3
271	20,7	2,2
272	20,7	2,3
273	20,7	2,3
274	20,7	2,2
275	20,7	2,1
276	20,7	1,9
277	20,7	2,0
278	20,7	2,1
279	20,7	2,1
280	20,7	2,0
281	20,7	1,9
282	20,7	1,5
283	20,7	1,9
284	20,7	2,2
285	20,7	2,3
286	20,7	2,4
287	20,7	2,5
288	20,7	2,6
289	20,7	2,7
290	20,7	2,6
291	20,7	2,5
292	20,7	2,4
293	20,7	1,6
294	20,7	2,0

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
295	20,7	2,3
296	20,7	2,5
297	20,7	2,6
298	20,7	2,7
299	20,7	2,8
300	20,7	2,8
301	20,7	2,7
302	20,7	2,6
303	20,7	2,4
304	20,7	2,6
305	20,7	2,7
306	20,7	2,6
307	20,7	2,5
308	20,7	2,3
309	20,7	2,5
310	20,7	2,6
311	20,7	2,6
312	20,7	2,6
313	20,7	2,5
314	20,7	2,4
315	20,7	2,4
316	20,7	2,5
317	20,7	2,3
318	20,7	2,2
319	20,7	2,0
320	20,7	1,8
321	20,7	1,6
322	20,7	1,3
323	20,7	2,0
324	20,7	2,2
325	20,7	2,3
326	20,7	2,2
327	20,7	2,2
328	20,7	2,0
329	20,7	1,9
330	20,7	2,1
331	20,7	2,1
332	20,7	2,0
333	20,7	2,0
334	20,7	2,0
335	20,7	2,0
336	20,7	1,9
337	20,7	2,0
338	20,7	2,0
339	20,7	2,1
340	20,7	1,9
341	20,7	1,8
342	20,7	2,0
343	20,7	1,9
344	20,7	1,8
345	20,7	1,1
346	20,7	1,0
347	20,7	0,8
348	20,7	0,6
349	20,7	0,4
350	20,7	0,2
351	20,7	0,2
352	20,7	0,5
353	20,7	0,7
354	20,7	0,8
355	20,7	1,0
356	20,7	1,2
357	20,7	1,2
358	20,7	1,2
359	20,7	2,0
360	20,7	2,2
361	20,7	2,4
362	20,7	2,3
363	20,7	2,6
364	20,7	2,8
365	20,7	2,8
366	20,7	3,4
367	20,7	3,2
368	20,7	3,1
369	20,7	2,9
370	20,7	2,7
371	20,7	2,4
372	20,7	2,6
373	20,7	2,8
374	20,7	2,8
375	20,7	2,8
376	20,7	3,1
377	20,7	3,2
378	20,7	3,2
379	20,7	1,6
380	20,7	1,6
381	20,7	1,7
382	20,7	1,6
383	20,7	2,3
384	20,7	2,5
385	20,7	2,6
386	20,7	2,7
387	20,7	2,7
388	20,7	2,9
389	20,7	3,0
390	20,7	3,0
391	20,7	3,1
392	20,7	3,2

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
393	20,7	3,1
394	20,7	2,8
395	20,7	3,1
396	20,7	3,2
397	20,7	3,3
398	20,7	3,2
399	20,7	2,9
400	20,7	3,0
401	20,7	3,0
402	20,7	2,9
403	20,7	2,8
404	20,7	2,7
405	20,7	3,2
406	20,7	3,3
407	20,7	3,4
408	20,7	3,4
409	20,7	3,3
410	20,7	1,5
411	20,7	2,2
412	20,7	2,3
413	20,7	2,5
414	20,7	2,7
415	20,7	3,0
416	20,7	3,0
417	20,7	3,1
418	20,7	3,1
419	20,7	2,6
420	20,7	2,3
421	20,7	2,8
422	20,7	2,6
423	20,7	3,3
424	20,7	3,2
425	20,7	3,0
426	20,7	2,7
427	20,7	2,8
428	20,7	2,9
429	20,7	3,0
430	20,7	3,0
431	20,7	3,1
432	20,7	3,1
433	20,7	3,1
434	20,7	3,3
435	20,7	3,4
436	20,7	3,4
437	20,7	3,3
438	20,7	3,2
439	20,7	3,1
440	20,7	3,1
441	20,7	3,1
442	20,7	3,1
443	20,7	2,9
444	20,7	2,7
445	20,7	2,4
446	20,7	2,8
447	20,7	2,8
448	20,7	2,8
449	20,7	2,7
450	20,7	2,6
451	50,4	2,5
452	50,4	2,6
453	50,4	2,4
454	50,4	2,3
455	50,4	2,6
456	50,4	2,6
457	50,4	2,7
458	50,4	2,7
459	50,4	2,6
460	50,4	2,3
461	50,4	2,1
462	50,4	2,2
463	50,4	1,8
464	50,4	1,4
465	50,4	0,9
466	50,4	1,8
467	50,4	1,7
468	50,4	1,3
469	50,4	1,2
470	50,4	1,4
471	50,4	1,7
472	50,4	1,8
473	50,4	1,7
474	50,4	2,0
475	50,4	2,3
476	50,4	2,6
477	50,4	2,7
478	50,4	2,7
479	50,4	2,6
480	50,4	2,5
481	50,4	2,3
482	50,4	1,8
483	50,4	2,4
484	50,4	2,2
485	50,4	2,0
486	50,4	1,7
487	50,4	0,5
488	50,4	0,6
489	50,4	0,7
490	50,4	0,7
491	50,4	0,5

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte [kWh/jaar]	Temperatuurcorrectie voor interferentie [°C]
492	50,4	0,4
493	50,4	1,4
494	50,4	2,1
495	50,4	2,6
496	50,4	2,7
497	50,4	2,6
498	50,4	2,4
499	50,4	2,1
500	50,4	1,9
501	50,4	1,5
502	50,4	2,5
503	50,4	2,9
504	50,4	3,2
505	50,4	2,5
506	50,4	2,8
507	50,4	2,7
508	50,4	2,6
509	50,4	2,4
510	50,4	2,5
511	50,4	2,9
512	50,4	3,0
513	50,4	3,0
514	50,4	2,9
515	50,4	2,6
516	50,4	2,2
517	50,4	1,6
518	50,4	2,0
519	50,4	3,0
520	50,4	3,5
521	50,4	3,5
522	50,4	2,7
523	50,4	1,9
524	50,4	2,4
525	50,4	2,6
526	50,4	2,8
527	50,4	3,1
528	50,4	3,1
529	50,4	3,0
530	50,4	3,5
531	50,4	3,4
532	50,4	3,1
533	50,4	2,7
534	50,4	3,3
535	50,4	3,4
536	50,4	2,6
537	50,4	2,8
538	50,4	2,6
539	50,4	2,6
540	50,4	2,1
541	50,4	2,3
542	50,4	2,3
543	50,4	2,2
544	50,4	2,0
545	50,4	1,1
546	50,4	1,5
547	50,4	1,5
548	50,4	1,3
549	50,4	2,8
550	50,4	2,9
551	50,4	3,0
552	50,4	2,8
553	50,4	2,3
554	50,4	1,3
555	50,4	1,5
556	50,4	1,4
557	50,4	1,0
558	50,4	0,9
559	50,4	0,8
560	50,4	2,6
561	50,4	2,1
562	50,4	1,5
563	50,4	1,4
564	50,4	0,8
565	50,4	2,9
566	50,4	2,6
567	50,4	2,7
568	50,4	2,5
569	50,4	2,4
570	50,4	1,8
571	50,4	1,0
572	50,4	1,0
573	50,4	2,0
574	50,4	2,4
575	50,4	1,7
576	50,4	1,6
577	50,4	1,1
578	50,4	2,1
579	50,4	1,7
580	50,4	1,2
581	50,4	0,9
582	50,4	0,5
583	50,4	0,3
584	50,4	0,7
585	50,4	0,9
586	50,4	2,7
587	50,4	3,3
588	50,4	3,4
589	50,4	3,0
590	50,4	2,7

Bijlage 3 Documenten voorbeeldberekeningen

Breezicht Zuid te Zwolle
Berekeningsheet Bodemenergieplan

Naam:	Breezicht Zuid te Zwolle
Straat:	Voorbeeld 1
Huisnr.	
Datum:	14 maart 2019
Opmerking:	Interferentie leidend

Gegevens woning (bouwwerk)

	Bouwwerk		SPF	Bodem	
Warmtelevering ruimteverwarming	1.950	kWh	4,5	1.517	kWh
Warmtelevering tapwaterverwarming	1.600	kWh	2,5	960	kWh
Jaarlijkse levering / onttrekking aan bodem	**3.550**	**kWh**		**2.477**	**kWh**
Koudelevering aan woning	890	kWh	50	908	kWh
Aanvullend warmte laden in bodem	0	kWh	50	0	kWh
Jaarlijkse levering / toevoer aan bodem	**890**	**kWh**		**908**	**kWh**
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				**1.569**	**kWh**

Berekening aan te boren bodemdiepte

Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	17,50	kWh/m	uit tabel bodemenergieplan
Berekende aan te boren minimale bodemdiepte			90 m

Ontwerp door aannemer

Temperatuurcorrectie kavel volgens Bodemenergieplan	1,5	°C		
Indicatie gemiddelde bodemtemperatuur tot	90	m	9,5	°C
Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte tot	90	m	1	
Totale boorgatlengte			90	m
Minimale temperatuur circulatievloeistof in retourbuis	-0,3	°C	voldoet	

EED Berekening

Voorbeeld 1

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	90 m
Totale boordiepte	90 m

ONTWERPGEGEVENS
==========

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.4 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m³·K)
Temperatuur aardoppervlak	9.5 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m²

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	90 m
Tussenafstand boorgaten	0 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	110 mm
U-buis - buitendiameter	32 mm
U-buis - wanddikte	3 mm
U-buis - warmtegeleidingsvermogen	0.42 W/(m·K)
U-buis - onderlinge afstand U-benen	70 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	2 W/(m·K)
Overgangsweerstand buis/vulmateriaal	0 (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/m³
Viscositeit	0.0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debiet per boorgat	0.21 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	1.6 MWh
Jaarlijks warmtevraag	1.95 MWh
Jaarlijks koelvraag	0.89 MWh

Seasonal performance factor (WW)	2.5
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4.5
Seasonal Performance Factor (koeling)	50

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0.155	0.44	0	0	0.32
FEB	0.148	0.42	0	0	0.3
MRT	0.125	0.38	0	0	0.27
APR	0.099	0.33	0	0	0.23
MEI	0.064	0.26	0	0	0.18
JUN	0	0.13	0.333	0.3	-0.22
JUL	0	0.13	0.334	0.3	-0.22
AUG	0	0.13	0.333	0.3	-0.22
SEP	0.061	0.25	0	0	0.17
OKT	0.087	0.3	0	0	0.21
NOV	0.117	0.36	0	0	0.26
DEC	0.144	0.41	0	0	0.3
	---	---	---	---	---
Totaal	1	3.55	1	0.89	1.57

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	2.9	8	0	0
FEB	2.9	8	0	0
MRT	0	0	0	0
APR	0	0	0	0
MEI	0	0	0	0
JUN	0	0	0	0
JUL	0	0	0	0
AUG	0	0	0	0
SEP	0	0	0	0
OKT	0	0	0	0
NOV	0	0	0	0
DEC	0	0	0	0

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

BEREKENDE WAARDEN
==========
* Monthly calculation *

Totale boordiepte 90 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0.72 (m·K)/W

Reynoldsgetal 1345
Thermische weerstand medium / buis 0.1675 (m·K)/W
Thermische weerstand buismateriaal 0.07868 (m·K)/W
Contact weerstand buis / vulmateriaal 0 (m·K)/W

Boorgat thermische weerstand medium / grond 0.1633 (m·K)/W

Effectieve thermische weerstand boorgat 0.1684 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	4.8	25.1	0
FEB	4.63	25.1	0
MRT	4.1	0	0
APR	3.5	0	0
MEI	2.7	0	0
JUN	-3.38	0	0
JUL	-3.4	0	0
AUG	-3.38	0	0
SEP	2.63	0	0
OKT	3.23	0	0
NOV	3.92	0	0
DEC	4.54	0	0

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	9.5	7.29	7.21	7.17	7.13
FEB	9.5	7.32	7.24	7.2	7.16
MRT	9.5	7.51	7.44	7.4	7.36
APR	9.5	7.76	7.68	7.64	7.6
MEI	9.5	8.1	8.03	7.99	7.95
JUN	9.5	10.7	10.6	10.5	10.5
JUL	9.5	10.8	10.7	10.7	10.7
AUG	9.5	10.9	10.8	10.8	10.7
SEP	8.4	8.42	8.35	8.32	8.28
OKT	8.09	8.07	8.01	7.97	7.94
NOV	7.75	7.72	7.66	7.63	7.59
DEC	7.44	7.41	7.35	7.32	7.28

BASISVERMOGEN: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur 7.13 °C Aan het einde van JAN
Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.7 °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	1.85	1.77	1.73	1.68
FEB	9.5	1.83	1.75	1.71	1.67
MRT	9.5	7.51	7.44	7.4	7.36
APR	9.5	7.76	7.68	7.64	7.6
MEI	9.5	8.1	8.03	7.99	7.95
JUN	9.5	10.7	10.6	10.5	10.5
JUL	9.5	10.8	10.7	10.7	10.7
AUG	9.5	10.9	10.8	10.8	10.7
SEP	8.4	8.42	8.35	8.32	8.28
OKT	8.09	8.07	8.01	7.97	7.94
NOV	7.75	7.72	7.66	7.63	7.59
DEC	7.44	7.41	7.35	7.32	7.28

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur 1.67 °C Aan het einde van FEB
Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.7 °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	7.29	7.21	7.17	7.13
FEB	9.5	7.32	7.24	7.2	7.16
MRT	9.5	7.51	7.44	7.4	7.36
APR	9.5	7.76	7.68	7.64	7.6
MEI	9.5	8.1	8.03	7.99	7.95
JUN	9.5	10.7	10.6	10.5	10.5
JUL	9.5	10.8	10.7	10.7	10.7
AUG	9.5	10.9	10.8	10.8	10.7
SEP	8.4	8.42	8.35	8.32	8.28
OKT	8.09	8.07	8.01	7.97	7.94
NOV	7.75	7.72	7.66	7.63	7.59
DEC	7.44	7.41	7.35	7.32	7.28

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur 7.13 °C Aan het einde van JAN
Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.7 °C Aan het einde van AUG

Breezicht Zuid te Zwolle
Berekeningsheet Bodemenergieplan

Naam:	Breezicht Zuid te Zwolle
Straat:	Voorbeeldberekening 2
Huisnr.	
Datum:	14 maart 2019
Opmerking:	Ontwerp is leidend

Gegevens woning (bouwwerk)

	Bouwwerk		SPF	Bodem	
Warmtelevering ruimteverwarming	2.550	kWh	4,5	1.983	kWh
Warmtelevering tapwaterverwarming	2.100	kWh	2,5	1.260	kWh
Jaarlijkse levering / onttrekking aan bodem	**4.650**	**kWh**		**3.243**	**kWh**
Koudelevering aan woning	1.800	kWh	50	1.836	kWh
Aanvullend warmte laden in bodem	0	kWh	50	0	kWh
Jaarlijkse levering / toevoer aan bodem	**1.800**	**kWh**		**1.836**	**kWh**
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				**1.407**	**kWh**

Berekening aan te boren bodemdiepte

Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	20,70	kWh/m	uit tabel bodemenergieplan
Berekende aan te boren minimale bodemdiepte			68 m

Ontwerp door aannemer

Temperatuurcorrectie kavel volgens Bodemenergieplan	0,5	°C		
Indicatie gemiddelde bodemtemperatuur tot	80	m	10,5	°C
Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte tot	80	m	1	
Totale boorgatlengte			80	m
Minimale temperatuur circulatievloeistof in retourbuis	-2,9	°C	voldoet	

EED Berekening

Voorbeeld 2

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	80 m
Totale boordiepte	80 m

ONTWERPGEGEVENS
==========

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.4 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m³·K)
Temperatuur aardoppervlak	10.5 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m²

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	80 m
Tussenafstand boorgaten	0 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	110 mm
U-buis - buitendiameter	32 mm
U-buis - wanddikte	3 mm
U-buis - warmtegeleidingsvermogen	0.42 W/(m·K)
U-buis - onderlinge afstand U-benen	70 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	2 W/(m·K)
Overgangsweerstand buis/vulmateriaal	0 (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/m³
Viscositeit	0.0079 Kg/(m·s)
Vriespunt	-10 °C
Debiet per boorgat	0.21 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	2.1 MWh
Jaarlijks warmtevraag	2.55 MWh
Jaarlijks koelvraag	1.8 MWh

Seasonal performance factor (WW)	2.5
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4.5
Seasonal Performance Factor (koeling)	50

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0.155	0.57	0	0	0.41
FEB	0.148	0.55	0	0	0.4
MRT	0.125	0.49	0	0	0.35
APR	0.099	0.43	0	0	0.3
MEI	0.064	0.34	0	0	0.23
JUN	0	0.17	0.333	0.6	-0.51
JUL	0	0.17	0.334	0.6	-0.51
AUG	0	0.17	0.333	0.6	-0.51
SEP	0.061	0.33	0	0	0.23
OKT	0.087	0.4	0	0	0.28
NOV	0.117	0.47	0	0	0.34
DEC	0.144	0.54	0	0	0.39
	---	---	---	---	---
Totaal	1	4.65	1	1.8	1.41

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	3.8	8	0	0
FEB	3.8	8	0	0
MRT	0	0	0	0
APR	0	0	0	0
MEI	0	0	0	0
JUN	0	0	0	0
JUL	0	0	0	0
AUG	0	0	0	0
SEP	0	0	0	0
OKT	0	0	0	0
NOV	0	0	0	0
DEC	0	0	0	0

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

BEREKENDE WAARDEN
==========
* Monthly calculation *

Totale boordiepte 80 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0.72 (m·K)/W

Reynoldsgetal 1345
Thermische weerstand medium / buis 0.1675 (m·K)/W
Thermische weerstand buismateriaal 0.07868 (m·K)/W
Contact weerstand buis / vulmateriaal 0 (m·K)/W

Boorgat thermische weerstand medium / grond 0.1633 (m·K)/W

Effectieve thermische weerstand boorgat 0.1674 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	7.06	36.9	0
FEB	6.82	36.9	0
MRT	6.04	0	0
APR	5.16	0	0
MEI	3.97	0	0
JUN	-8.67	0	0
JUL	-8.7	0	0
AUG	-8.67	0	0
SEP	3.87	0	0
OKT	4.75	0	0
NOV	5.77	0	0
DEC	6.69	0	0

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10.5	7.26	7.23	7.19	7.15
FEB	10.5	7.3	7.26	7.22	7.19
MRT	10.5	7.59	7.54	7.51	7.47
APR	10.5	7.94	7.9	7.86	7.82
MEI	10.5	8.44	8.39	8.36	8.32
JUN	10.5	13.7	13.7	13.7	13.6
JUL	10.5	14	14	14	13.9
AUG	10.5	14.2	14.1	14.1	14.1
SEP	8.88	9.07	9.03	8.99	8.96
OKT	8.43	8.51	8.46	8.43	8.4
NOV	7.93	7.97	7.93	7.89	7.86
DEC	7.48	7.49	7.45	7.42	7.39

BASISVERMOGEN: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur 7.15 °C Aan het einde van JAN
Maximum gemiddelde medium temperatuur 14.1 °C Aan het einde van AUG

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10.5	-0.74	-0.77	-0.81	-0.84
FEB	10.5	-0.76	-0.8	-0.83	-0.87
MRT	10.5	7.59	7.54	7.51	7.47
APR	10.5	7.94	7.9	7.86	7.82
MEI	10.5	8.44	8.39	8.36	8.32
JUN	10.5	13.7	13.7	13.7	13.6
JUL	10.5	14	14	14	13.9
AUG	10.5	14.2	14.1	14.1	14.1
SEP	8.88	9.07	9.03	8.99	8.96
OKT	8.43	8.51	8.46	8.43	8.4
NOV	7.93	7.97	7.93	7.89	7.86
DEC	7.48	7.49	7.45	7.42	7.39

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur -0.87 °C Aan het einde van FEB
Maximum gemiddelde medium temperatuur 14.1 °C Aan het einde van AUG

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	10.5	7.26	7.23	7.19	7.15
FEB	10.5	7.3	7.26	7.22	7.19
MRT	10.5	7.59	7.54	7.51	7.47
APR	10.5	7.94	7.9	7.86	7.82
MEI	10.5	8.44	8.39	8.36	8.32
JUN	10.5	13.7	13.7	13.7	13.6
JUL	10.5	14	14	14	13.9
AUG	10.5	14.2	14.1	14.1	14.1
SEP	8.88	9.07	9.03	8.99	8.96
OKT	8.43	8.51	8.46	8.43	8.4
NOV	7.93	7.97	7.93	7.89	7.86
DEC	7.48	7.49	7.45	7.42	7.39

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25
Minimum gemiddelde medium temperatuur 7.15 °C Aan het einde van JAN
Maximum gemiddelde medium temperatuur 14.1 °C Aan het einde van AUG

IF Technology **Creating energy**

Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**