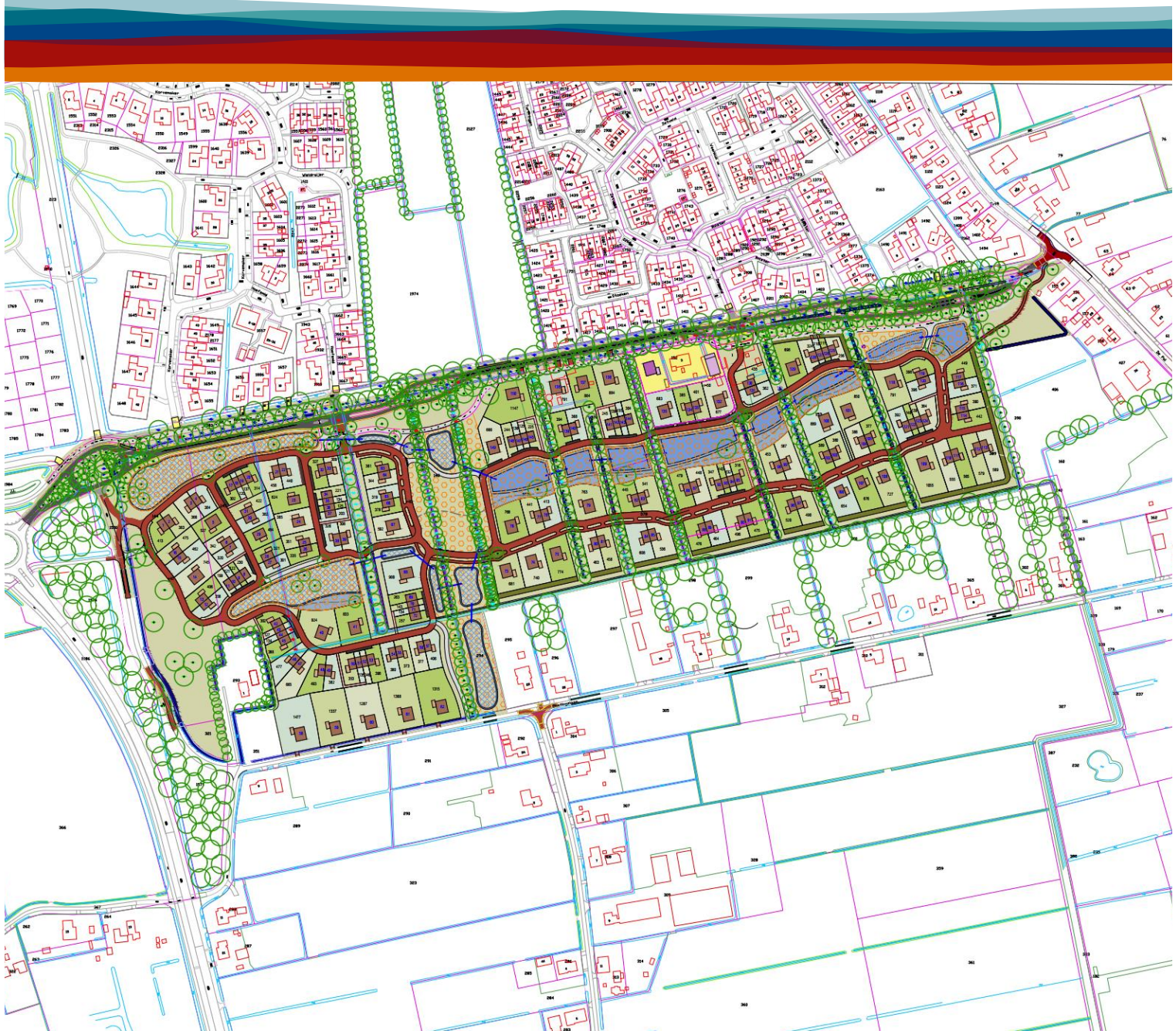


Peize-Zuid

Bodemenergieplan gesloten bodemenergiesystemen





Datum 23 maart 2022
Referentie 71280/BR/20220323
Betreft Bodemenergieplan voor gesloten bodemenergiesystemen in Peize-Zuid
Behandeld door B. Rus en F. van Kasteel
Gecontroleerd door R. Wennekes en J. van Duren
Versie Definitief

OPDRACHTGEVER

Gemeente Noordenveld
Mevr. M. Jager
Postbus 109
9300 AC Roden

OPSTELLER BODEMENERGIEPLAN

IF Technology bv
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP Arnhem
T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|-----------|
| 1 Inleiding | 4 |
| 1.1 Peize-Zuid | 4 |
| 1.2 Hoe werkt een gesloten bodemenergiesysteem? | 5 |
| 1.3 Interferentie | 6 |
| 1.4 Interferentiegebied | 6 |
| 1.5 Bodemenergieplan met regels | 7 |
| 1.6 Leeswijzer | 7 |
| 2 Geohydrologisch onderzoek | 8 |
| 2.1 Bodemopbouw | 8 |
| 3 Bodemenergieplan | 12 |
| 3.1 Doelstelling | 12 |
| 3.2 Interferentie en ontwerp | 12 |
| 3.3 Uitgangspunten interferentieberekening | 13 |
| 3.4 Resultaten interferentieberekening | 13 |
| 3.5 Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking | 14 |
| 3.6 Temperatuurcorrectie door interferentie | 14 |
| 4 Regels | 15 |
| 4.1 Algemene regels | 15 |
| 4.2 Locatie specifieke regels | 15 |
| 5 Voorbeeldberekening | 17 |
| 5.1 Inleiding | 17 |
| 5.2 Voorbeeld Rijtjeswoning | 17 |
| 5.3 Voorbeeld Twee-onder-een-kapwoning | 20 |
| 5.4 Warmtevraag groter dan maximale netto jaarlijkse warmtelevering bodem | 22 |
| Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding | 23 |
| Bijlage 2 Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdikte | 24 |
| Bijlage 3 Nummering gesloten systemen | 25 |
| Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen | 26 |
| Bijlage 5 Rekensheet | 29 |

1 Inleiding

1.1 PEIZE-ZUID

Noordenveld, een gemeente met een missie: vanaf 2040 klimaatneutraal. De gemeente wil haar bijdrage aan klimaatverandering minimaliseren en zo garanderen dat toekomstige generaties een fijn leven kunnen hebben. Het hoofddoel van het *Programma Duurzaam Noordenveld* is negatieve effecten op het klimaat te voorkomen, en daar waar mogelijk hoopt de gemeente zelfs positieve effecten te bereiken.

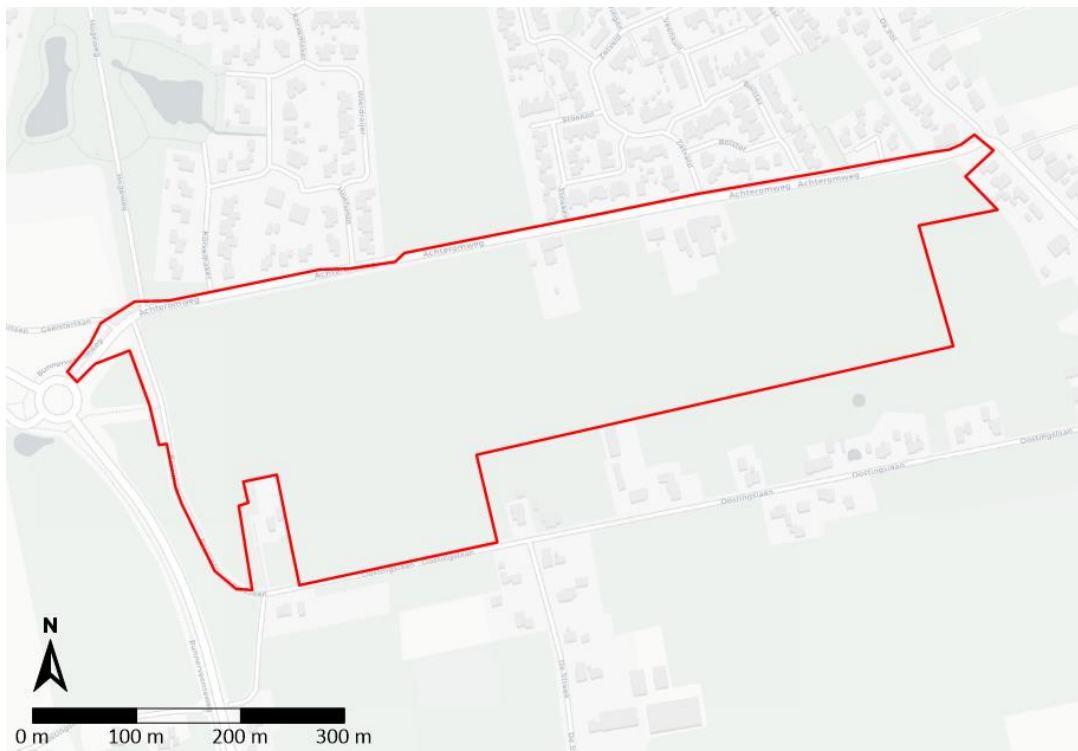
Met alleen zonnepanelen op de daken worden deze ambities niet gehaald. Er zal naast het gebruik van zonnepanelen, met andere technieken energie geleverd moeten worden aan de huidige én toekomstige woningen. Dit wil de gemeente op een verstandige manier doen, met oog op het landschap. In het *Beleidskader Energieprojecten in het landschap* staat beschreven hoe de inwoners meegenomen worden in dit vraagstuk en welke spelregels er gelden bij nieuwe energieprojecten in het landschap.

Een van die energieleverende technieken is de verticale bodemwarmtewisselaar, oftewel het gesloten bodemenergiesysteem. Dit is een van de duurzaamste opties voor het leveren ruimteverwarming (en tapwater) voor de woning. Met een bodemlus, een combiwarmtepomp en een warmteafgiftesysteem (zoals vloerverwarming) wordt de warmte uit de bodem onttrokken, opgewaardeerd naar gebruikstemperatuur en afgegeven in de woning.

Door de warmteonttrekking aan de bodem met de 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 warmtetoevoer in de zomer. Hierdoor daalt de temperatuur van de bodem in de gehele woonwijk en zullen de systemen thermische invloed op elkaar hebben (interferentie).

Deze interferentie is nadelig voor het rendement van het systeem: uit een te koude bodem is geen energie meer te winnen. Om te voorkomen dat in grootschalige wijken waar gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, burens met een bodemenergiesysteem in de kou komen te zitten, moeten er regels voor het realiseren en het in werking hebben van de gesloten bodemenergiesystemen worden opgesteld. In dit plan is vastgelegd hoe hoog de interferentie tussen de burens verwacht wordt en er worden handvaten gegeven waarmee het systeem zo aan te leggen is, dat alle gebruikers ook in de winter er warmpjes bij zitten.

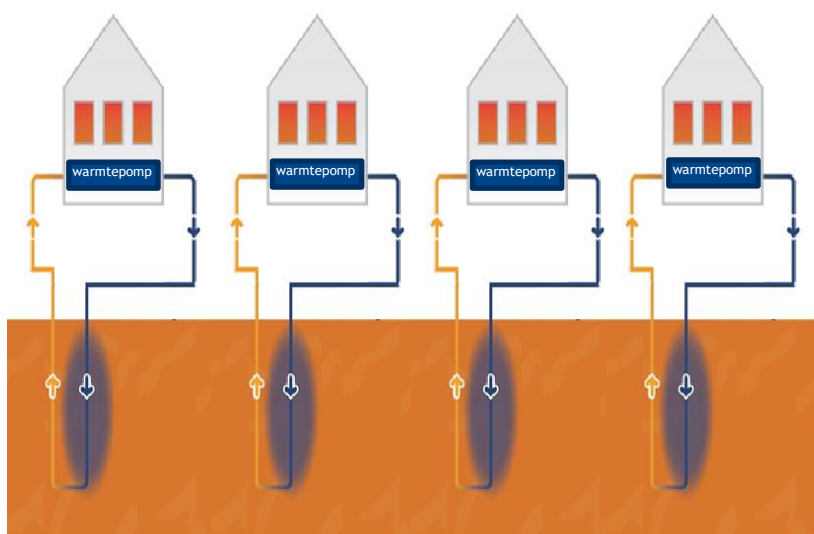
De gebruiksregels van dit bodemenergieplan zijn opgesteld voor het projectgebied Peize-Zuid. In dit gebied worden 150 nieuwe woningen gebouwd van wisselende typologieën: twee-onder-een-kapwoningen, vrijstaande woningen en rijtjeswoningen.



Figuur 1.1 | Bodemenergieplan- en interferentiegebied Peize-Zuid

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 middels een elektrisch aangedreven combiwarmtepomp warmte voor ruimte- en tapwaterverwarming middels geleiding aan de bodem onttrokken. Het is een gesloten systeem, waardoor geen grondwater wordt onttrokken en wordt geïnfilteerd.



1.3 INTERFERENTIE

Bij toepassing van gesloten systemen 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 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 de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking 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 Noordenveld heeft het Peize-Zuid aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor gesloten bodemenergiesystemen, naast de melding in het kader van Besluit lozen buiten inrichtingen, 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. Het interferentiegebied is gelijk aan het bodemenergieplangebied, zoals dit is opgenomen in Figuur 1.1.

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 Peize-Zuid 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 worden 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 de gehele wijk Peize-Zuid beschreven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de maximale netto energieonttrekking per kavel en het bodemenergieplan voor uitsluitend Peize-Zuid. De algemene en de locatie specifieke regels voor het realiseren en het inwerking hebben van gesloten bodemenergiesystemen in Peize-Zuid 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 en in de omgeving van het plangebied Peize-Zuid 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 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 8 km rondom Peize-Zuid weergegeven.

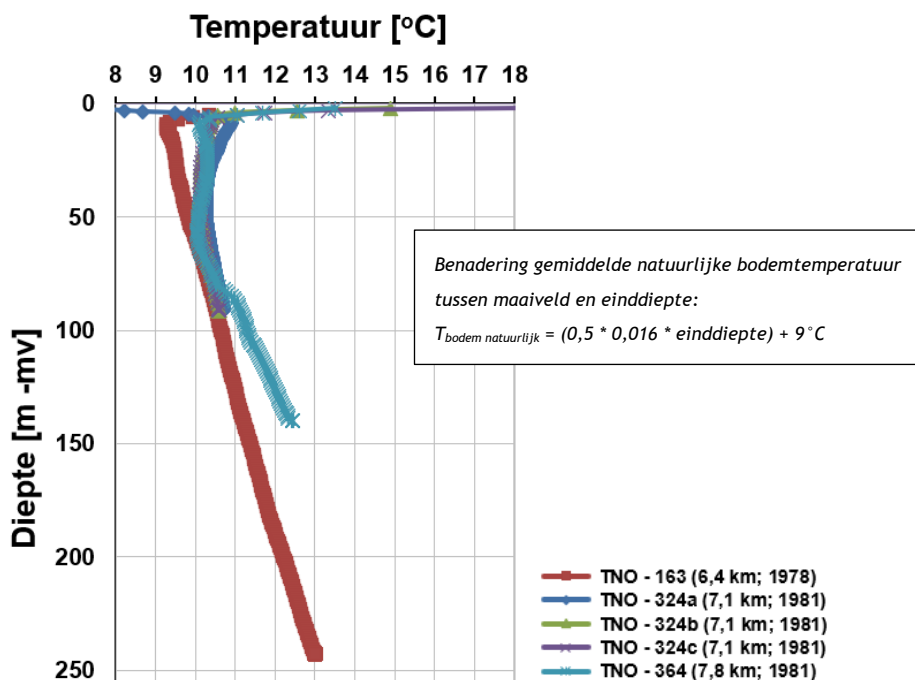
Tabel 2.1 | Bodemopbouw

| diepte | lithologie | geohydrologie | temperatuur | warmtegeleidingscoëfficiënt | warmtecapaciteit | grondwaterstroming en richting |
|-----------|---|--|-----------------------|-----------------------------|------------------------|---|
| [m-mv]* | | | [°C] | [W/m ² ·K] | [MJ/m ³ ·K] | [m/jaar] |
| 0 - 0,7 | fijn zand, leem | deklaag (onverzadigd) | ca. 10 | 0,4 | 1,5 | - |
| 0,7 - 6 | fijn zand, leem | deklaag (verzadigd) | ca. 10 | 1,9 | 2,5 | - |
| 6 - 165 | matig grof tot uiterst grof zand met variatie in het gebied tussen klei, zand en grind afzettingen tot circa 40 m-mv, onderin fijner zand | 1 ^e /2 ^e /3 ^e watervoerend pakket | ca. 10 - 11,5 | 2,3 | 2,5 | 10 - 20 m/jaar naar het noord-noordoosten |
| 165 - 170 | klei en zand | scheidende laag | ca. 11,5 | 1,9 | 2,5 | - |
| 170 - 240 | matig fijn tot matig grof zand met schelpen en klei bijmenging | 4 ^e watervoerend pakket | ca. 11,5 - 13 | 2,3 | 2,5 | 5 - 10 m/jaar naar het noord-noordoosten |
| 240 - 255 | afwisseling van matig fijn zand en zandige klei | complexe eenheid in 4 ^e watervoerend pakket | ca. 13 | 2,1 | 2,5 | 5 - 10 m/jaar naar het noord-noordoosten |
| > 255 | klei en fijn zand | hydrologische basis | oplopend vanaf ca. 13 | 1,7 | 2,5 | - |

* het maaiveld bevindt zich op circa 2,6 m+NAP (1,8 - 3,5 m+NAP)

Bodemgeschiktheid

Op basis van de verkregen gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie minimaal tot een diepte van 255 m-mv (hydrologische basis) geschikt is voor het toepassen van verticale bodemlussen ten behoeve van gesloten bodemenergiesystemen.






Figuur 2.1 | Temperatuurmetingen bodem binnen 8 km van Peize-Zuid (bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen 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 een gesloten bodemenergiesysteem tot 255 m-mv. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht.

Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten gesloten bodemenergiesysteem

| onderwerp | toelichting | |
|--|-------------|---|
| bodemopbouw | | |
| kwaliteit thermische parameters | ✔ | voldoende |
| grondwater | | |
| grondwaterstand | ✔ | 0,7 m-mv (0,3 - 1,1 m-mv) (bron: peilbuis B12A1738) In delen van het gebied komt in de huidige situatie de grondwaterstand aan of boven maaiveld. Naar verwachting wordt het maaiveld nog opgehoogd waardoor de grondwaterstand niet aan of boven maaiveld uit komt wanneer de woningen gerealiseerd zijn. |
| stijghoogte 1 ^e /2 ^e /3 ^e watervoerend pakket | ✔ | 1,9 m-mv (1,6 - 2,3 m-mv) (bron: peilbuis B12B0041) |
| stijghoogte 4 ^e watervoerend pakket | | circa 1,7 m-mv (bron: REGIS) |
| artesisch grondwater | ✔ | niet aanwezig |
| ✔ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt | ⚠ | aandachtspunt of risico |
| | ✖ | hoog risico of belemmering |

| onderwerp | toelichting | |
|---|---|--|
| belangen | | |
| beleid provincie Drenthe | ✓ 1 | het door de provincie vastgelegde beleid vormt geen aandachtspunt |
| beleid gemeente Noordenveld | ✓ | interferentiegebied van toepassing |
| grondwateronttrekkingen | ✓ | geen grondwateronttrekkingen op de locatie (bron: WKOtool) |
| open bodemenergiesystemen | ✓ | geen open bodemenergiesystemen binnen 1.000 m van de locatie (bron: provincie Drenthe) |
| gesloten bodemenergiesystemen | ✓ 2 | diverse andere gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving, geen beïnvloeding |
| grondwaterbescherming | ✓ | niet gelegen in een boringsvrije zone of waterwingebied |
| natuurbelangen | ✓ | geen beschermde natuur aanwezig op de locatie |
| archeologie | ✓ 3 | geen archeologische verwachtingen aanwezig volgens uitgevoerd onderzoek |
| aardkundig waardevol gebied | ✓ | niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied |
| verontreinigingen | ✓ 4 | maximaal lichte verontreinigingen van grond en grondwater aanwezig in plangebied |
| waterkering | ✓ | geen waterkering aanwezig in plangebied |
| spoor | ✓ | geen spoor aanwezig binnen circa 1.000 m |
| ondergrondse infrastructuur | ✓ | boorgaten komen op eigen percelen woningen |
| lozingen | ✓ | mogelijk beperkt debiet toegestaan op riool |
|  geschikt, geen belemmering of aandachtspunt |  aandachtspunt of risico |  hoog risico of belemmering |

1. Beleid provincie Drenthe

De provincie Drenthe heeft in de provinciale omgevingsverordening (POV) beleid vastgelegd voor bodemenergiesystemen. In de POV zijn rode en oranje gebieden aangewezen. In de rode gebieden is de aanleg van een bodemenergiesysteem niet toegestaan, in oranje gebieden is de aanleg van een bodemenergiesysteem onder voorwaarden toegestaan. Het plangebied van Peize-Zuid is niet gelegen in een rood of oranje gebied. Daardoor zijn hier geen aanvullende voorwaarden op basis van de POV van toepassing.

2. Gesloten bodemenergiesystemen

Uit het overzicht van RUD Drenthe (e-mail, d.d. 3 december 2021) blijkt dat binnen een straal van 750 m rondom Peize-Zuid vier gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 2.3 en Figuur 2.2 weergegeven. Deze gerealiseerde systemen worden thermisch niet beïnvloed door de beoogde gesloten bodemenergiesystemen van Peize-Zuid (zie ook Figuur 3.1 ter info).

Tabel 2.3 | Gesloten bodemenergiesystemen binnen een straal van 750 m rondom Peize-Zuid

| locatie | afstand en richting t.o.v. project | diepte |
|----------------|------------------------------------|--------|
| De Pol 23 | 150 m ten oosten | 145 m |
| Lageweg 10 | 385 m ten zuidoosten | 150 m |
| Zuurseweg 28 | 420 m ten noorden | 75 m |
| Norlingerweg 9 | 550 m ten oosten | 120 m |



Figuur 2.2 | Gesloten bodemenergiesystemen rondom bodemenergieplangebied Peize-Zuid (gearceerd)

3. Archeologie

De gemeente Noordenveld beschikt over een Archeologische beleidsadvieskaart (vastgesteld 2012) waaruit blijkt dat het plangebied Peize-Zuid deels een 'hoge verwachting plaggendecken' en deels een 'hoge of middelhoge verwachting' heeft. Uit het archeologische bureau- en booronderzoek van Mug Ingenieursbureau in 2018 en het daaropvolgende proefsleuvenonderzoek van maart 2019 blijkt dat er geen archeologische vondsten in het gebied worden verwacht. Er zijn geen beperkingen voor de ontwikkeling. De Erfgoedwet blijft uiteraard van kracht waardoor toevalsvondsten gemeld moeten worden.

4. Verontreinigingen

Binnen het plangebied van Peize-Zuid is een verkennend onderzoek verricht door MUG Ingenieursbureau op 17 april 2018. Daaruit blijkt dat de grond en het grondwater binnen het plangebied maximaal licht verontreinigd zijn. Ten aanzien van de aanleg van gesloten bodemenergiesystemen vormen deze lichte verontreinigingen geen belemmering.

Bij het boren van boorgaten voor gesloten bodemenergiesystemen dient de booraannemer zich te houden aan Protocol Mechanisch Boren (BRL-SIKB-2101). Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren en veiligheidsrisico's te voorkomen.

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 Peize-Zuid 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 aannemer(s), de gemeente Noordenveld en RUD Drenthe 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 temperaturdaling (temperatuureffect) wordt ook wel eens gehanteerd als richtlijn in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

In woonwijken waar op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, kan en mag de temperaturdaling 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 groot-schalige 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 Peize-Zuid uitgevoerd met een boordiepte van 255 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 temperaturdaling 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 $-3,0^{\circ}\text{C}$ (Be-sluit 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 temperatuurdaling van de bodem, zijn dus grotere systemen (diepere bodemlussen) nodig dan wanneer er geen rekening gehouden wordt met alle systemen in de wijk. 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) en wordt ook gebruikt voor het berekenen van warmte-transport (door middel van geleiding) bij gesloten bodemenergiesystemen.

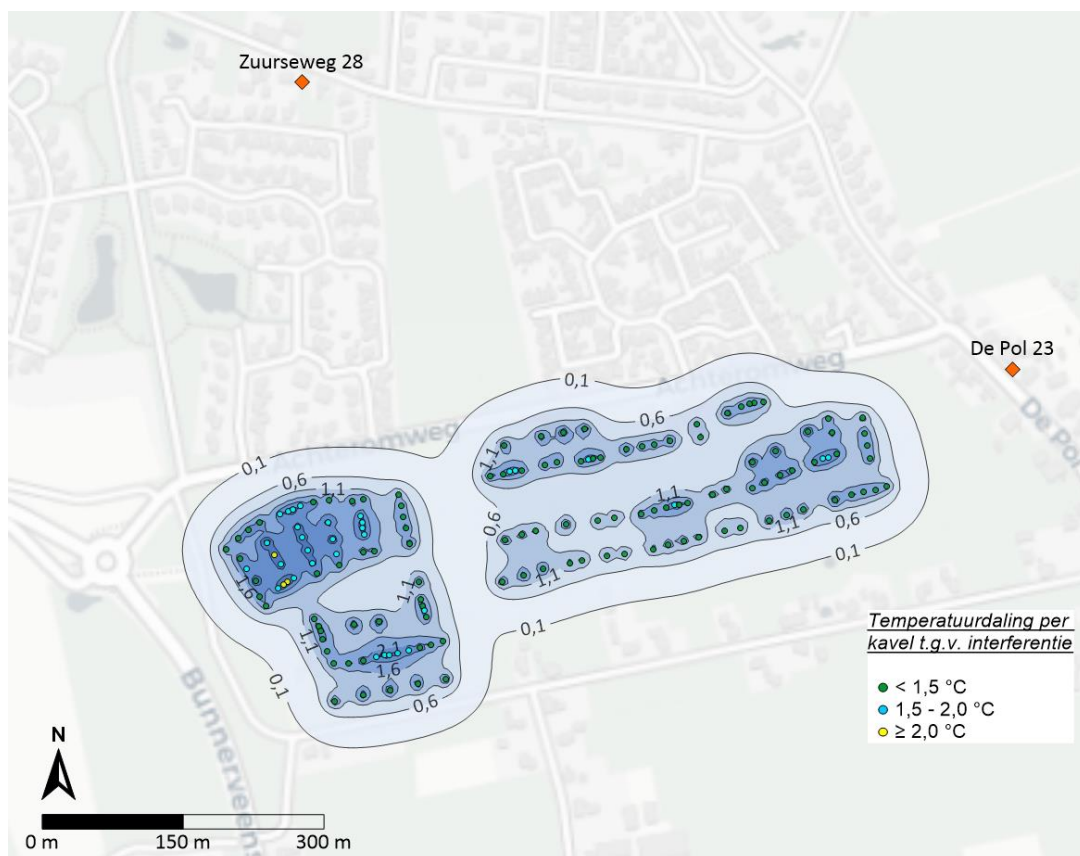
De uitgangspunten van de berekeningen zijn als volgt:

- Stedenbouwkundig plan Peize-Zuid in Noordenveld (Versie 11-11-2021)
- De bodemopbouw deze is omschreven in hoofdstuk 2.
- De maximale diepte van de gesloten bodemenergiesystemen bedraagt 255 m-mv.
- De periode waarvoor de thermische berekeningen zijn uitgevoerd bedraagt 25 jaar.

3.4 RESULTATEN INTERFERENTIEBEREKENING

De resultaten van de berekeningen tot een diepte van 255 m 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 Peize-Zuid met warmtepompen warmte aan de bodem onttrekken.

In Bijlage 2 is per kavel opgegeven wat de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte en de verwachte temperatuurdaling is.



Figuur 3.1 | Thermische beïnvloeding tussen 0 en 255 m-mv na 25 jaar (zie ook Bijlage 1 voor groot formaat)

3.5 MAXIMALE JAARLIJKSE NETTO WARMTEONTTREKKING

Per kavel is de jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de totale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan de gebruiksoppervlakte van de beoogde woning en de aan te boren diepte.

De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte is per kavel in de tabel in Bijlage 2 opgenomen.

3.6 TEMPERAATUURCORRECTIE 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.

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 installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van dit bodemenergieplangebied (Peize-Zuid), 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.
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 een 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 dit bodemenergieplangebied (Peize-Zuid), 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 bodemlus(sen).
6. De 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 onderlinge afstand tussen boorgaten met 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 warmteonttrekking per meter bodemdiepte. Zie : "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2. Het betreft hier de maximale onttrekking per kavel en dus niet per boorgat bij toepassing van meerdere boorgaten per kavel. Voor de onderbouwing dient gebruik te worden gemaakt van de rekensheet zoals opgenomen in Bijlage 5.

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: “Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte” 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.
11. Het rendement van het systeem, dat bij de vergunningaanvraag uitgedrukt wordt als één totale SPF, moet worden gesplitst in een rendement voor ruimteverwarming, tapwaterverwarming en (passieve) koeling. Het rendement voor het bodemenergiesysteem, inclusief pompenergie, energie voor de warmtepomp en voor een eventuele regeneratievoorziening zal ten minste gelijk zijn aan:
 - Ruimteverwarming SPF \geq 4,3
 - Tapwater SPF \geq 2,7
 - Passieve koeling SPF \geq 20

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 11001¹ weergegeven programma's Glhepro, DST en SBM).

De resultaten van de berekening dienen als bijlage bij de vergunningaanvraag te worden toegevoegd. Indien uit de ontwerpberekening blijkt dat twee of meer boorgaten per kavel nodig zijn, bepaalt de minimale bodemdiepte van elk boorgat de bij regel 8 berekende bodemdiepte.

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

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.

In onderstaande tabel is de verklaring van de gebruikte symbolen in dit hoofdstuk opgenomen. De voorbeelden zijn uitgewerkt in rekensheets en EED berekeningen. 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) |
| $T_{\text{gem,circulatievloestof}}$ | °C | De gemiddelde temperatuur van de circulatievloestof in de bodemlus |
| $T_{\text{verdampert}}$ | °C | De temperatuur aan de verdampertzijde van de warmtepomp |

5.2 VOORBEELD RIJTJESWONING

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een rijtjeswoning (bijvoorbeeld kavelnummer 10) 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 3,820 respectievelijk 1,520 MWh per jaar bedraagt. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 5,0 voor ruimteverwarming en 3,1 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 1,140 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de circulatiepomp.

Voor het kavel geldt volgens Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdpte van 20,8 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 2,0°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 | 3,820 MWh | 5,0 | $Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $3,820 \times ((5,0 - 1) / 5,0)$ | 3,056 MWh |
| Tapwaterverwarming | 1,520 MWh | 3,1 | $Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $1,520 \times ((3,1 - 1) / 3,1)$ | 1,030 MWh |
| Warmteonttrekking aan bodem | | | | 4,086 MWh |
| Koeling | 1,140 MWh | 20 | $Q_k + (Q_k / SPF)$ $1,140 + (1,140 / 20)$ | 1,197 MWh |
| Warmtetoevoer aan bodem | | | | 1,197 MWh |
| Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem | | | | 2,889 MWh |

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 20,8 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: 139 m-mv (2.889 kWh/20,8 kWh/m).

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 9 en 10)

Zoals eerder is opgemerkt, is de aangeboorde diepte niet altijd gelijk aan de totaal benodigde boorgatlengthte. 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 -3,0°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 kavel is opgenomen in de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuuurdaling 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 139 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 een boorgat tot 139 m-mv na 25 jaar daalt tot -0,3°C. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van -2,3°C. Deze is als volgt berekend:

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

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof is hoger dan $-3,0^{\circ}\text{C}$, waardoor wordt voldaan aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van $-3,0^{\circ}\text{C}$.

De in Earth Energy Designer (EED) te hanteren bodemtemperatuur ($T_{\text{bodem met correctie}}$) bedraagt $8,1^{\circ}\text{C}$. Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = (0,016 * 139) * 0,5 + 9^{\circ}\text{C} = 10,1^{\circ}\text{C}$$

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:

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 10,1 - 2,0 = 8,1^{\circ}\text{C}$$

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 139 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 TWEE-ONDER-EEN-KAPWONING

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een twee-onder-een-kapwoning (bijvoorbeeld kavelnummer 6) 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 4,180 respectievelijk 1,740 MWh per jaar bedraagt. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 5,0 voor ruimteverwarming en 3,1 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 1,480 MWh per jaar met een SPF van 20 voor de circulatiepomp.

Voor het kavel geldt volgens Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 26,9 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 2,0°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 5.3 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

| | Bouwwerk | SPF | Berekening | Bodemzijdig |
|---|-----------|-----|---|------------------|
| Ruimteverwarming | 4,180 MWh | 5,0 | $Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $4,180 \times ((5,0-1) / 5,0)$ | 3,344 MWh |
| Tapwaterverwarming | 1,740 MWh | 3,1 | $Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $1,740 \times ((3,1 - 1) / 3,1)$ | 1,179 MWh |
| Warmteonttrekking aan bodem | | | | 4,523 MWh |
| Koeling | 1,480 MWh | 20 | $Q_k + (Q_k / SPF)$ $1,480 + (1,480 / 20)$ | 1,554 MWh |
| Warmtetoevoer aan bodem | | | | 1,554 MWh |
| Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem | | | | 2,969 MWh |

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 bodemdiepte geldt van 26,9 kWh/m. Op basis van deze maximale netto warmteonttrekking per meter, bedraagt de minimaal aan te boren bodemdiepte ter voorkoming van te grote interferentie naar de omgeving: 110 m-mv (2.969 kWh/26,9 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 verdamper van de warmtepomp naar de bodemlus) niet lager mag zijn dan $-3,0^{\circ}\text{C}$.

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 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 110 m diepte de temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis lager is dan $-3,0^{\circ}\text{C}$. Bij een boordiepte van 165 m is de temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis niet meer lager dan $-3,0^{\circ}\text{C}$.

De resultaten van de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) laten zien dat met een boorgat tot 165 m diepte de temperatuur van de circulatievloeistof hoger is dan de minimaal toegestane temperatuur van $-3,0^{\circ}\text{C}$.

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer (EED) berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij een boorgat tot 165 m-mv na 25 jaar daalt tot $-1,0^{\circ}\text{C}$. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C , resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van $-3,0^{\circ}\text{C}$. Deze is als volgt berekend:

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

De minimale temperatuur van de circulatievloeistof is gelijk aan $-3,0^{\circ}\text{C}$, waardoor wordt voldaan aan de algemene regel van de minimale temperatuur van de circulatievloeistof van $-3,0^{\circ}\text{C}$.

De in Earth Energy Designer (EED) te hanteren bodemtemperatuur ($T_{\text{bodem met correctie}}$) bedraagt $8,3^{\circ}\text{C}$. Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = (0,016 * 165) * 0,5 + 9^{\circ}\text{C} = 10,3^{\circ}\text{C}$$

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

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 10,3 - 2,0 = 8,3^{\circ}\text{C}$$

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 165 m. 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 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.

5.4 **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.

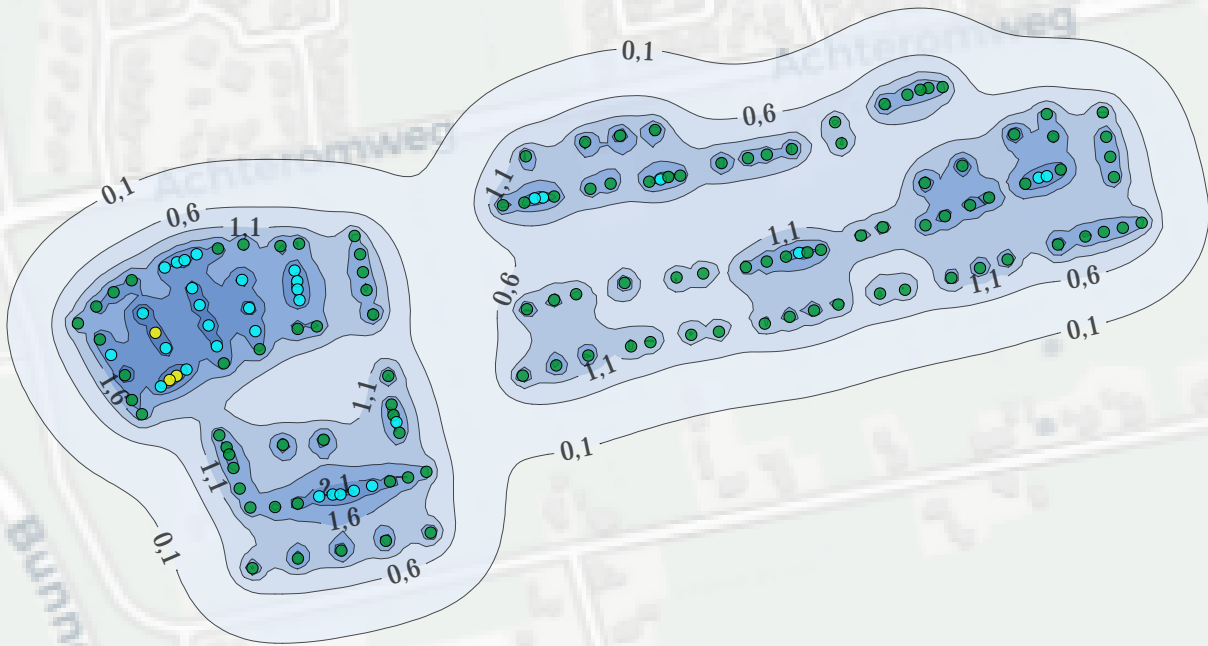
Het verkleinen van de warmtevraag en/of het vergroten van de koudevraag/regeneratie leiden tot een kleinere jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem. De jaarlijkse netto warmteonttrekking dient dusdanig te worden verlaagd, totdat deze kleiner is of gelijk aan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering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

Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding

Zuurseweg 28



De Pol 23



Temperatuurdaling per kavel t.g.v. interferentie

- < 1,5 °C
- 1,5 - 2,0 °C
- ≥ 2,0 °C



Project: Peize-Zuid

Datum: A: 15-03-2022
B:

Onderwerp: Thermische beïnvloeding na 25 jaar

Bijlage: 1

Stadium: bodemenergieplan

Referentie: 71280/BR

Getek.: F. van Kasteel

Form.: A4

0 m 150 m 300 m



Bijlage 2 Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte

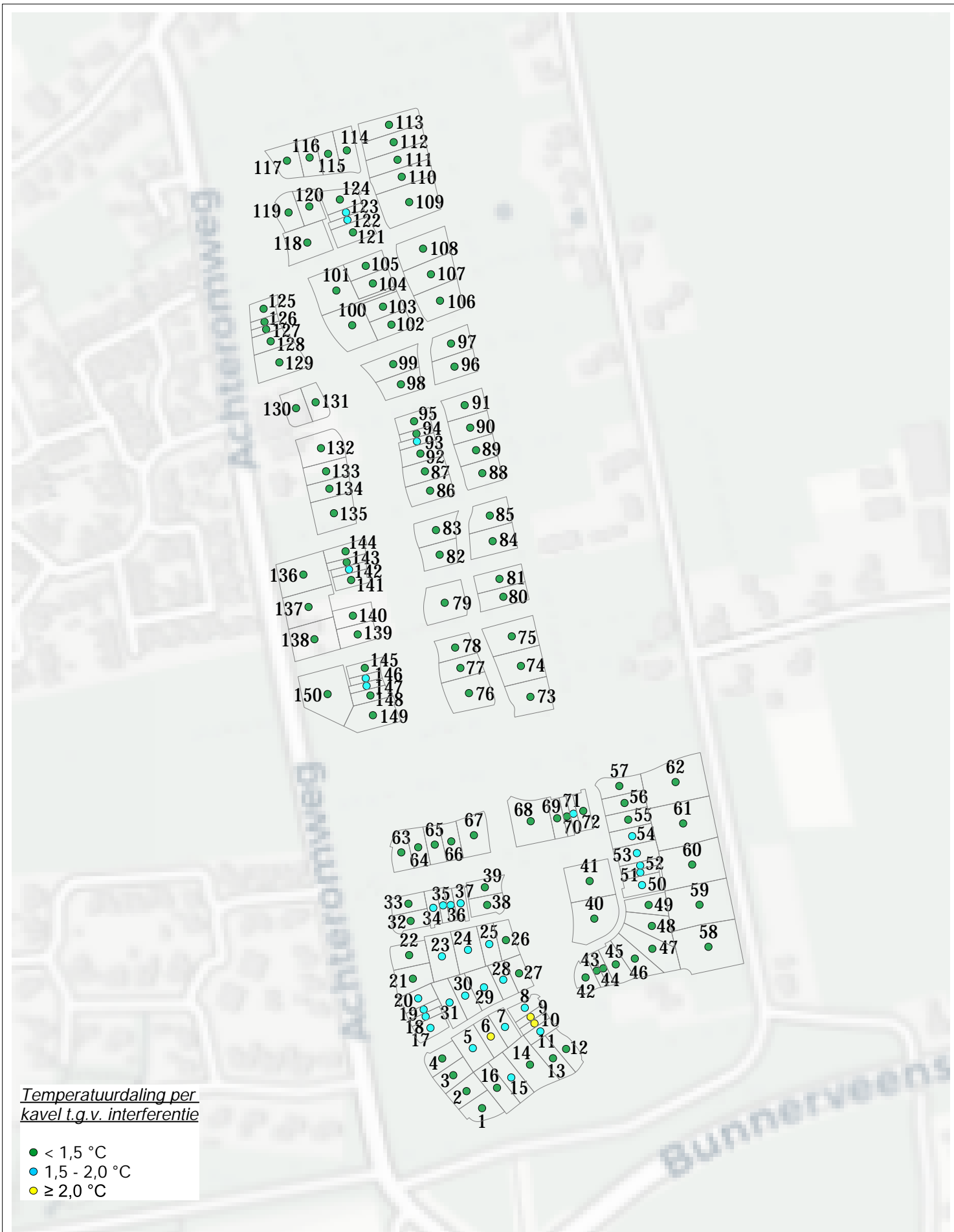
Peize-Zuid

15 maart 2022

| Nummer | Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte | Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (= temperatuurcorrectie) |
|--------|---|--|
| | kWh/m | °C |
| 1 | 29,5 | 0,9 |
| 2 | 29,3 | 1,2 |
| 3 | 29,5 | 1,3 |
| 4 | 29,3 | 1,3 |
| 5 | 49,8 | 1,6 |
| 6 | 26,9 | 2,0 |
| 7 | 26,8 | 1,9 |
| 8 | 23,1 | 1,8 |
| 9 | 20,8 | 2,0 |
| 10 | 20,8 | 2,0 |
| 11 | 23,5 | 1,8 |
| 12 | 26,8 | 1,0 |
| 13 | 26,9 | 1,3 |
| 14 | 49,8 | 1,3 |
| 15 | 29,4 | 1,5 |
| 16 | 29,4 | 1,4 |
| 17 | 27,6 | 1,5 |
| 18 | 19,2 | 1,9 |
| 19 | 20,8 | 1,9 |
| 20 | 27,3 | 1,6 |
| 21 | 29,4 | 1,3 |
| 22 | 29,4 | 1,2 |
| 23 | 36,3 | 1,6 |
| 24 | 36,3 | 1,7 |
| 25 | 26,7 | 1,6 |
| 26 | 27,0 | 1,3 |
| 27 | 29,2 | 1,4 |
| 28 | 29,6 | 1,8 |
| 29 | 36,3 | 1,8 |
| 30 | 29,5 | 1,9 |
| 31 | 29,3 | 1,9 |
| 32 | 29,4 | 1,2 |
| 33 | 29,4 | 1,1 |
| 34 | 23,8 | 1,7 |
| 35 | 20,9 | 1,9 |
| 36 | 20,8 | 1,9 |
| 37 | 22,6 | 1,7 |
| 38 | 29,5 | 1,3 |
| 39 | 29,3 | 1,2 |
| 40 | 49,8 | 0,8 |
| 41 | 49,8 | 0,8 |
| 42 | 27,6 | 1,0 |
| 43 | 19,3 | 1,4 |
| 44 | 19,3 | 1,4 |
| 45 | 28,9 | 1,2 |
| 46 | 26,8 | 1,1 |
| 47 | 26,9 | 1,1 |
| 48 | 26,8 | 1,3 |
| 49 | 27,0 | 1,4 |
| 50 | 27,5 | 1,5 |
| 51 | 19,3 | 1,8 |
| 52 | 19,2 | 1,8 |
| 53 | 28,9 | 1,6 |
| 54 | 26,9 | 1,5 |
| 55 | 26,8 | 1,4 |
| 56 | 26,9 | 1,2 |
| 57 | 26,8 | 0,9 |
| 58 | 49,8 | 0,4 |
| 59 | 49,8 | 0,7 |
| 60 | 49,8 | 0,8 |
| 61 | 49,8 | 0,7 |
| 62 | 49,8 | 0,4 |
| 63 | 27,8 | 0,8 |
| 64 | 31,0 | 1,0 |
| 65 | 28,0 | 1,2 |
| 66 | 30,8 | 1,1 |
| 67 | 49,8 | 0,7 |
| 68 | 49,8 | 0,6 |
| 69 | 24,2 | 1,2 |
| 70 | 19,3 | 1,4 |
| 71 | 19,2 | 1,5 |
| 72 | 25,5 | 1,2 |
| 73 | 49,8 | 0,5 |
| 74 | 49,8 | 0,8 |
| 75 | 49,8 | 0,7 |
| 76 | 49,8 | 0,6 |
| 77 | 29,5 | 0,9 |
| 78 | 29,3 | 0,8 |
| 79 | 49,8 | 0,5 |
| 80 | 29,5 | 0,8 |
| 81 | 29,3 | 0,7 |
| 82 | 29,5 | 0,7 |

| Nummer | Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte | Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie (= temperatuurcorrectie) |
|--------|---|--|
| 83 | 29,3 | 0,7 |
| 84 | 29,3 | 0,6 |
| 85 | 29,5 | 0,6 |
| 86 | 29,4 | 0,9 |
| 87 | 29,4 | 1,1 |
| 88 | 29,5 | 0,7 |
| 89 | 29,3 | 0,9 |
| 90 | 29,3 | 0,9 |
| 91 | 29,5 | 0,8 |
| 92 | 27,7 | 1,3 |
| 93 | 20,8 | 1,5 |
| 94 | 20,8 | 1,4 |
| 95 | 27,7 | 1,1 |
| 96 | 29,3 | 0,7 |
| 97 | 29,5 | 0,7 |
| 98 | 29,3 | 0,8 |
| 99 | 29,5 | 0,8 |
| 100 | 49,8 | 0,9 |
| 101 | 49,8 | 0,9 |
| 102 | 29,3 | 1,1 |
| 103 | 29,5 | 1,3 |
| 104 | 29,6 | 1,3 |
| 105 | 29,3 | 1,2 |
| 106 | 36,3 | 0,7 |
| 107 | 36,3 | 0,8 |
| 108 | 36,3 | 0,7 |
| 109 | 49,8 | 0,7 |
| 110 | 29,6 | 1,1 |
| 111 | 29,3 | 1,1 |
| 112 | 29,3 | 0,9 |
| 113 | 29,5 | 0,7 |
| 114 | 29,5 | 0,9 |
| 115 | 29,3 | 1,0 |
| 116 | 29,4 | 0,9 |
| 117 | 29,4 | 0,6 |
| 118 | 49,8 | 0,8 |
| 119 | 29,2 | 0,9 |
| 120 | 29,6 | 1,2 |
| 121 | 27,8 | 1,3 |
| 122 | 20,9 | 1,6 |
| 123 | 20,5 | 1,6 |
| 124 | 27,8 | 1,3 |
| 125 | 27,4 | 0,8 |
| 126 | 21,2 | 1,2 |
| 127 | 20,7 | 1,2 |
| 128 | 27,6 | 1,1 |
| 129 | 49,8 | 0,7 |
| 130 | 29,5 | 0,7 |
| 131 | 29,3 | 0,7 |
| 132 | 49,8 | 0,6 |
| 133 | 29,9 | 1,0 |
| 134 | 28,9 | 1,0 |
| 135 | 49,8 | 0,7 |
| 136 | 49,8 | 0,7 |
| 137 | 49,8 | 0,9 |
| 138 | 49,8 | 0,8 |
| 139 | 29,4 | 1,1 |
| 140 | 29,4 | 1,1 |
| 141 | 24,3 | 1,2 |
| 142 | 20,8 | 1,5 |
| 143 | 20,8 | 1,4 |
| 144 | 24,3 | 1,2 |
| 145 | 24,3 | 1,3 |
| 146 | 20,8 | 1,5 |
| 147 | 20,7 | 1,6 |
| 148 | 24,3 | 1,3 |
| 149 | 49,8 | 0,7 |
| 150 | 49,8 | 0,6 |
| | min | 0,4 |
| | gem | 1,1 |
| | max | 2,0 |

Bijlage 3 Nummering gesloten systemen



Project: Peize-Zuid

Datum: A: 15-03-2022
B:

Onderwerp: Nummering gesloten bodemenergiesystemen

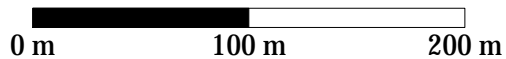
Bijlage: 3

Stadium: bodemenergieplan

Referentie: 71280/BR

Getek.: F. van Kasteel

Form.: A4



Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen

REKENSHEET RIJTJESWONING

Peize-Zuid te Noordenveld Voorbeeld rekensheet behorende bij bodemenergieplan

| | |
|------------|--------------------------|
| Naam: | Kavel 10 - Rijtjeswoning |
| Straat: | |
| Huisnr.: | |
| Datum: | |
| Opmerking: | |

| Gegevens woning / gebouw (bouwwerk) | | | | |
|---|-------------|------|--------------|-------------|
| | Bouwwerk | SPF | Elektra | Bodem |
| - Warmtelevering ruimteverwarming | 3,820 MWh | 5,0 | 0,764 MWhe | 3,056 MWh |
| - Warmtelevering tapwaterverwarming | 1,520 MWh + | 3,1 | 0,490 MWhe + | 1,030 MWh + |
| Totaal | 5,340 MWh | | 1,254 MWhe | 4,086 MWh |
| - Koudelevering / aanvullend warmte laden | 1,140 MWh + | 20,0 | 0,057 MWhe + | 1,197 MWh + |
| Totaal | 1,140 MWh | | 0,057 MWhe | 1,197 MWh |

| Jaarlijkse totalen en SPF _{BES} | |
|--|------------|
| - Jaarlijkse warmte- en koudelevering: | 6,480 MWh |
| - Jaarlijks elektraverbruik: | 1,311 MWhe |
| - Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem: | 2,889 MWh |
| - Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF _{BES}): | 4,9 |

| Minimaal aan te boren bodemdpte (conform regel 8) | |
|---|------------|
| - Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte voor dit kavel (volgens bijlage 2): | 20,8 kWh/m |
| - Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie voor dit kavel (volgens bijlage 2): | 2,0 °C |
| - Berekende minimaal aan te boren bodemdpte: | 139 m-mv |
| - Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf maaiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdpte: | 8,1 °C |

| Ontwerp gesloten systeem (conform regels 9 en 10) | |
|--|----------|
| - Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 139 m-mv: | -2,3 °C |
| - Door de aannemer ontworpen en te realiseren gesloten systeem (minimale retourtemperatuur -3,0 °C) bestaat uit: | |
| - Minimale retourtemperatuur circulatievloeistof: | -2,3 °C |
| - Diepte boorgaten: | 139 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 139 m-mv van: | 8,1 °C |

Opmerkingen / aantekeningen

NOTITIES VOOR PROJECT

- Peize-Zuid Noordenveld
- Kavelnummer 10
- Tbodem = 10.1 - 2.0

Samenvatting

| | |
|-------------------|-------|
| Aantal boringen | 1 |
| Boorgatdiepte | 139 m |
| Totale boordiepte | 139 m |

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Warmtegeleidingsvermogen bodem | 2,38 W/(m·K) |
| Warmtecapaciteit bodem | 2,5 MJ/(m ³ ·K) |
| Temperatuur aardoppervlak | 8,1 °C |
| Geothermische warmtestroom | 0 W/m ² |

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| Opstellingsvorm | 0 ("1 : single") |
| Boorgatdiepte | 139 m |
| Tussenafstand boorgaten | 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) |
| Overgangswaerstand buis/vulmateriaal | 0,002 (m·K)/W |

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische wastanden 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 ³ |
| Viscositeit | 0,0079 Kg/(m·s) |
| Vriespunt | -10 °C |
| Debiet per boorgat | 0,23 l/s |

BASISVERMOGEN

| | |
|----------------------------|----------|
| Jaarlijks warmwatergebruik | 1,52 MWh |
|----------------------------|----------|

Jaarlijks warmtevraag 3,82 MWh
 Jaarlijks koelvraag 1,14 MWh

Seasonal performance factor (WW) 3,1
 Seasonal Performance Factor (verwarming) 5
 Seasonal Performance Factor (koeling) 20

Maandelijks energieprofiel [MWh]

| Maand | Factor | Verwarmingsvermogen | factor | Koelvermogen | Bodemvermogen |
|--------|--------|---------------------|--------|--------------|---------------|
| JAN | 0,155 | 0,72 | 0 | 0,56 | |
| FEB | 0,148 | 0,69 | 0 | 0,54 | |
| MRT | 0,125 | 0,6 | 0 | 0,47 | |
| APR | 0,099 | 0,5 | 0,05 | 0,33 | |
| MEI | 0,064 | 0,37 | 0,1 | 0,16 | |
| JUN | 0 | 0,13 | 0,2 | -0,15 | |
| JUL | 0 | 0,13 | 0,25 | -0,21 | |
| AUG | 0 | 0,13 | 0,25 | -0,21 | |
| SEP | 0,061 | 0,36 | 0,1 | 0,15 | |
| OKT | 0,087 | 0,46 | 0,05 | 0,29 | |
| NOV | 0,117 | 0,57 | 0 | 0,44 | |
| DEC | 0,144 | 0,68 | 0 | 0,53 | |
| Totaal | 1 | 5,34 | 1 | 2,89 | |

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

| Maand | Piek verwarmen | Duur | Piek koelen | Duur [h] |
|-------|----------------|------|-------------|----------|
| JAN | 4,51 | 8 | 1,46 | 0 |
| FEB | 4,51 | 6 | 1,46 | 0 |
| MRT | 4,51 | 4 | 1,46 | 0 |
| APR | 4,51 | 0 | 1,46 | 2 |
| MEI | 4,51 | 0 | 1,46 | 4 |
| JUN | 4,51 | 0 | 1,46 | 8 |
| JUL | 4,51 | 0 | 1,46 | 8 |
| AUG | 4,51 | 0 | 1,46 | 4 |
| SEP | 4,51 | 0 | 1,46 | 2 |
| OKT | 4,51 | 4 | 1,46 | 0 |
| NOV | 4,51 | 6 | 1,46 | 0 |
| DEC | 4,51 | 8 | 1,46 | 0 |

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

BEREKENDE WAARDEN

=====

* Monthly calculation *

Totale boordiepte 139 m

THERMISCHE WEERSTAND

| | |
|---|-----------------|
| Thermische weerstand boorgat intern | 0,72 (m·K)/W |
| Reynoldsgetal | 1175 |
| 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 | 0,1872 (m·K)/W |

SPECIFIEKE WARMTEONTREKKING [W/m]

| Maand | Basisvermogen | | Piekvermogen verwarming |
|-------|---------------|----|-------------------------|
| JAN | 5,51 | 26 | -11,1 |
| FEB | 5,3 | 26 | -11,1 |
| MRT | 4,61 | 26 | -11,1 |
| APR | 3,24 | 26 | -11,1 |
| MEI | 1,59 | 26 | -11,1 |
| JUN | -1,51 | 26 | -11,1 |
| JUL | -2,1 | 26 | -11,1 |
| AUG | -2,1 | 26 | -11,1 |
| SEP | 1,5 | 26 | -11,1 |
| OKT | 2,88 | 26 | -11,1 |
| NOV | 4,37 | 26 | -11,1 |
| DEC | 5,18 | 26 | -11,1 |

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

| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
|------|------|------|------|------|------|
| JAN | 8,1 | 5,55 | 5,43 | 5,37 | 5,31 |
| FEB | 8,1 | 5,59 | 5,47 | 5,42 | 5,36 |
| MRT | 8,1 | 5,85 | 5,74 | 5,68 | 5,62 |
| APR | 8,1 | 6,42 | 6,31 | 6,26 | 6,2 |
| MEI | 8,1 | 7,13 | 7,03 | 6,97 | 6,92 |
| JUN | 8,1 | 8,49 | 8,39 | 8,34 | 8,28 |
| JUL | 8,1 | 8,83 | 8,74 | 8,68 | 8,63 |
| AUG | 8,1 | 8,9 | 8,81 | 8,76 | 8,7 |
| SEP | 7,46 | 7,41 | 7,33 | 7,28 | 7,22 |
| OKT | 6,85 | 6,78 | 6,7 | 6,65 | 6,59 |
| NOV | 6,16 | 6,1 | 6,02 | 5,97 | 5,91 |
| DEC | 5,75 | 5,69 | 5,61 | 5,56 | 5,51 |

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5,31 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 8,7 °C Aan het einde van AUG

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

| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
|------|-----|--------|-------|-------|-------|
| JAN | 8,1 | -0,017 | -0,13 | -0,19 | -0,25 |

| | | | | | |
|-----|-------|-------|--------|---------|--------|
| FEB | 8,1 | 0,16 | 0,05 | -0,0079 | -0,068 |
| MRT | 8,1 | 0,53 | 0,42 | 0,37 | 0,31 |
| APR | 8,1 | 6,42 | 6,31 | 6,26 | 6,2 |
| MEI | 8,1 | 7,13 | 7,03 | 6,97 | 6,92 |
| JUN | 8,1 | 8,49 | 8,39 | 8,34 | 8,28 |
| JUL | 8,1 | 8,83 | 8,74 | 8,68 | 8,63 |
| AUG | 8,1 | 8,9 | 8,81 | 8,76 | 8,7 |
| SEP | 7,46 | 7,41 | 7,33 | 7,28 | 7,22 |
| OKT | 1,1 | 1,04 | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| NOV | 0,49 | 0,43 | 0,35 | 0,3 | 0,24 |
| DEC | 0,096 | 0,032 | -0,044 | -0,094 | -0,15 |

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur-0,25 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur8,7 °C Aan het einde van AUG

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

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
| JAN | 8,1 | 5,55 | 5,43 | 5,37 | 5,31 |
| FEB | 8,1 | 5,59 | 5,47 | 5,42 | 5,36 |
| MRT | 8,1 | 5,85 | 5,74 | 5,68 | 5,62 |
| APR | 8,1 | 9,64 | 9,54 | 9,48 | 9,42 |
| MEI | 8,1 | 10,3 | 10,2 | 10,1 | 10,1 |
| JUN | 8,1 | 11,1 | 11 | 10,9 | 10,9 |
| JUL | 8,1 | 11,3 | 11,2 | 11,1 | 11,1 |
| AUG | 8,1 | 11,1 | 11 | 11 | 10,9 |
| SEP | 10,3 | 10,2 | 10,2 | 10,1 | 10,1 |
| OKT | 6,85 | 6,78 | 6,7 | 6,65 | 6,59 |
| NOV | 6,16 | 6,1 | 6,02 | 5,97 | 5,91 |
| DEC | 5,75 | 5,69 | 5,61 | 5,56 | 5,51 |

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur5,31 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur11,1 °C Aan het einde van JUL

REKENSHEET TWEE-ONDER-EEN-KAPWONING

Peize-Zuid te Noordenveld Voorbeeld rekensheet behorende bij bodemenergieplan

| | |
|------------|------------------------------------|
| Naam: | Kavel 6 - Twee-onder-een-kapwoning |
| Straat: | |
| Huisnr.: | |
| Datum: | |
| Opmerking: | |

| Gegevens woning / gebouw (bouwwerk) | | | | |
|---|-------------|------|-------------|-------------|
| | Bouwwerk | SPF | Elektra | Bodem |
| - Warmtelevering ruimteverwarming | 4,180 MWh | 5,0 | 0,836 MWh | 3,344 MWh |
| - Warmtelevering tapwaterverwarming | 1,740 MWh + | 3,1 | 0,561 MWh + | 1,179 MWh + |
| Totaal | 5,920 MWh | | 1,397 MWh | 4,523 MWh |
| - Koudelevering / aanvullend warmte laden | 1,480 MWh + | 20,0 | 0,074 MWh + | 1,554 MWh + |
| Totaal | 1,480 MWh | | 0,074 MWh | 1,554 MWh |

| Jaarlijkse totalen en SPF _{BES} | |
|--|-----------|
| - Jaarlijkse warmte- en koudelevering: | 7,400 MWh |
| - Jaarlijks elektraverbruik: | 1,471 MWh |
| - Jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem: | 2,969 MWh |
| - Seasonal Performance Factor bodemenergiesysteem (SPF _{BES}): | 5,0 |

| Minimaal aan te boren bodemdpte (conform regel 8) | |
|---|------------|
| - Jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte voor dit kavel (volgens bijlage 2): | 26,9 kWh/m |
| - Temperatuurdaling ten gevolge van interferentie voor dit kavel (volgens bijlage 2): | 2,0 °C |
| - Berekende minimaal aan te boren bodemdpte: | 110 m-mv |
| - Berekende gemiddelde bodemtemperatuur vanaf maaiveld tot aan minimaal aan te boren bodemdpte: | 7,9 °C |

| Ontwerp gesloten systeem (conform regels 9 en 10) | |
|--|----------|
| - Door de aannemer berekende minimale retourtemperatuur circulatievloeistof bij minimaal aan te boren diepte van 110 m-mv: | -6,4 °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: | 165 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 165 m-mv van: | 8,3 °C |

| Opmerkingen / aantekeningen | |
|-----------------------------|--|
| | |

NOTITIES VOOR PROJECT

- Peize-Zuid Noordenveld
- Kavelnummer 6
- Tbodem = 10.2 - 2.0

Samenvatting

| | |
|-------------------|-------|
| Aantal boringen | 1 |
| Boorgatdiepte | 165 m |
| Totale boordiepte | 165 m |

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Warmtegeleidingsvermogen bodem | 2,38 W/(m·K) |
| Warmtecapaciteit bodem | 2,5 MJ/(m ³ ·K) |
| Temperatuur aardoppervlak | 8,3 °C |
| Geothermische warmtestroom | 0 W/m ² |

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| Opstellingsvorm | 0 ("1 : single") |
| Boorgatdiepte | 165 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 ³ |
| Viscositeit | 0,0079 Kg/(m·s) |
| Vriespunt | -10 °C |
| Debiet per boorgat | 0,31 l/s |

BASISVERMOGEN

| | |
|----------------------------|----------|
| Jaarlijks warmwatergebruik | 1,74 MWh |
| Jaarlijks warmtevraag | 4,18 MWh |
| Jaarlijks koelvraag | 1,48 MWh |

| | |
|--|-----|
| Seasonal performance factor (WW) | 3,1 |
| Seasonal Performance Factor (verwarming) | 5 |
| Seasonal Performance Factor (koeling) | 20 |

Maandelijks energieprofiel [MWh]

| Maand | Factor | Verwarmingsvermogen | factor | Koelvermogen | Bodemvermogen |
|--------|--------|---------------------|--------|--------------|---------------|
| JAN | 0,155 | 0,79 | 0 | 0,62 | |
| FEB | 0,148 | 0,76 | 0 | 0,59 | |
| MRT | 0,125 | 0,67 | 0 | 0,52 | |
| APR | 0,099 | 0,56 | 0,05 | 0,35 | |
| MEI | 0,064 | 0,41 | 0,1 | 0,16 | |
| JUN | 0 | 0,14 | 0,2 | -0,21 | |
| JUL | 0 | 0,14 | 0,25 | -0,29 | |
| AUG | 0 | 0,14 | 0,25 | -0,29 | |
| SEP | 0,061 | 0,4 | 0,1 | 0,15 | |
| OKT | 0,087 | 0,51 | 0,05 | 0,31 | |
| NOV | 0,117 | 0,63 | 0 | 0,49 | |
| DEC | 0,144 | 0,75 | 0 | 0,58 | |
| Totaal | 1 | 5,92 | 1 | 2,97 | |

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

| Maand | Piek verwarmen | Duur | Piek koelen | Duur [h] |
|-------|----------------|------|-------------|----------|
| JAN | 6,16 | 8 | 1,85 | 0 |
| FEB | 6,16 | 6 | 1,85 | 0 |
| MRT | 6,16 | 4 | 1,85 | 0 |
| APR | 6,16 | 0 | 1,85 | 2 |
| MEI | 6,16 | 0 | 1,85 | 4 |
| JUN | 6,16 | 0 | 1,85 | 8 |
| JUL | 6,16 | 0 | 1,85 | 8 |
| AUG | 6,16 | 0 | 1,85 | 4 |
| SEP | 6,16 | 0 | 1,85 | 2 |
| OKT | 6,16 | 4 | 1,85 | 0 |
| NOV | 6,16 | 6 | 1,85 | 0 |
| DEC | 6,16 | 8 | 1,85 | 0 |

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

BEREKENDE WAARDEN

=====

* Monthly calculation *

| | |
|-------------------|-------|
| Totale boordiepte | 165 m |
|-------------------|-------|

THERMISCHE WEERSTAND

| | |
|---|-----------------|
| Thermische weerstand boorgat intern | 0,72 (m·K)/W |
| Reynoldsgetal | 1583 |
| 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 | 0,1849 (m·K)/W |

SPECIFIEKE WARMTEONTREKKING [W/m]

| Maand | Basisvermogen | | Piekvermogen verwarming |
|-------|---------------|------|-------------------------|
| JAN | 5,12 | 29,9 | -11,8 |
| FEB | 4,92 | 29,9 | -11,8 |
| MRT | 4,29 | 29,9 | -11,8 |
| APR | 2,92 | 29,9 | -11,8 |
| MEI | 1,3 | 29,9 | -11,8 |
| JUN | -1,76 | 29,9 | -11,8 |
| JUL | -2,41 | 29,9 | -11,8 |
| AUG | -2,41 | 29,9 | -11,8 |
| SEP | 1,22 | 29,9 | -11,8 |
| OKT | 2,59 | 29,9 | -11,8 |
| NOV | 4,06 | 29,9 | -11,8 |
| DEC | 4,81 | 29,9 | -11,8 |

BASISVERMOGEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUREN (aan het einde van het maand)

Maand JAAR [°C]

| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
|------|------|------|------|------|------|
| JAN | 8,3 | 5,94 | 5,85 | 5,79 | 5,74 |
| FEB | 8,3 | 5,98 | 5,88 | 5,83 | 5,78 |
| MRT | 8,3 | 6,22 | 6,12 | 6,07 | 6,02 |
| APR | 8,3 | 6,78 | 6,69 | 6,64 | 6,59 |
| MEI | 8,3 | 7,48 | 7,39 | 7,34 | 7,29 |
| JUN | 8,3 | 8,81 | 8,73 | 8,68 | 8,63 |
| JUL | 8,3 | 9,18 | 9,1 | 9,05 | 9 |
| AUG | 8,3 | 9,24 | 9,17 | 9,12 | 9,07 |
| SEP | 7,79 | 7,76 | 7,69 | 7,64 | 7,59 |
| OKT | 7,18 | 7,14 | 7,07 | 7,02 | 6,97 |
| NOV | 6,51 | 6,46 | 6,39 | 6,35 | 6,3 |
| DEC | 6,13 | 6,08 | 6,02 | 5,97 | 5,92 |

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5,74 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,07 °C Aan het einde van AUG

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: GEMIDDELDE MEDIUM TEMPERATUUR (aan het einde van maand)

[°C]

| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
|------|---|---|---|----|----|
|------|---|---|---|----|----|

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| JAN | 8,3 | -0,73 | -0,83 | -0,88 | -0,93 |
| FEB | 8,3 | -0,51 | -0,6 | -0,65 | -0,71 |
| MRT | 8,3 | -0,09 | -0,18 | -0,23 | -0,29 |
| APR | 8,3 | 6,78 | 6,69 | 6,64 | 6,59 |
| MEI | 8,3 | 7,48 | 7,39 | 7,34 | 7,29 |
| JUN | 8,3 | 8,81 | 8,73 | 8,68 | 8,63 |
| JUL | 8,3 | 9,18 | 9,1 | 9,05 | 9 |
| AUG | 8,3 | 9,24 | 9,17 | 9,12 | 9,07 |
| SEP | 7,79 | 7,76 | 7,69 | 7,64 | 7,59 |
| OKT | 0,46 | 0,41 | 0,34 | 0,3 | 0,25 |
| NOV | -0,2 | -0,25 | -0,32 | -0,36 | -0,41 |
| DEC | -0,62 | -0,67 | -0,74 | -0,78 | -0,84 |

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur -0,93 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,07 °C Aan het einde van AUG

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

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| Jaar | 1 | 2 | 5 | 10 | 25 |
| JAN | 8,3 | 5,94 | 5,85 | 5,79 | 5,74 |
| FEB | 8,3 | 5,98 | 5,88 | 5,83 | 5,78 |
| MRT | 8,3 | 6,22 | 6,12 | 6,07 | 6,02 |
| APR | 8,3 | 10,1 | 9,97 | 9,92 | 9,87 |
| MEI | 8,3 | 10,7 | 10,6 | 10,6 | 10,5 |
| JUN | 8,3 | 11,5 | 11,4 | 11,4 | 11,3 |
| JUL | 8,3 | 11,7 | 11,6 | 11,6 | 11,5 |
| AUG | 8,3 | 11,5 | 11,5 | 11,4 | 11,4 |
| SEP | 10,7 | 10,7 | 10,6 | 10,5 | 10,5 |
| OKT | 7,18 | 7,14 | 7,07 | 7,02 | 6,97 |
| NOV | 6,51 | 6,46 | 6,39 | 6,35 | 6,3 |
| DEC | 6,13 | 6,08 | 6,02 | 5,97 | 5,92 |

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 5,74 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 11,5 °C Aan het einde van JUL

Bijlage 5 Rekensheet

De rekensheet is een in (deels) bewerkbaar Excel-formaat meegestuurd.

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**