

Bodemenergieplan

Voor gesloten bodemenergiesystemen in Groot Zonnehoeve te Apeldoorn





Datum 19 februari 2020
Referentie 65155/SV/20200219
Betreft Bodemenergieplan voor gesloten bodemenergiesystemen in Groot Zonnehoeve te Apeldoorn
Behandeld door F. van Aken, D. Weerdenburg
Gecontroleerd door R. Wennekes
Versienummer 3.0

OPDRACHTGEVER

Omgevingsdienst Veluwe IJssel
7301 BE Apeldoorn

Contactpersoon: Mevr. L. Steffens

UITVOERDER ONDERZOEK

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

Contactpersoon: Dhr. S. Verplak

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	4
1.1 Projectinformatie	4
1.2 Hoe werkt een gesloten bodemenergiesysteem?	4
1.3 Interferentie	5
1.4 Interferentiegebied	5
1.5 Bodemenergieplan met regels	5
1.6 Leeswijzer	6
2 Geohydrologisch onderzoek	7
2.1 Bodemopbouw	7
2.2 Geohydrologie	8
3 Bodemenergieplan	11
3.1 Doelstelling	11
3.2 Interferentie en ontwerp	11
3.3 Uitgangspunten interferentieberekening	12
3.4 Resultaten interferentieberekening	12
3.5 Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking	13
3.6 Temperatuurcorrectie door interferentie	13
4 Regels	14
4.1 Algemene regels	14
4.2 Locatie specifieke regels	14
5 Voorbeeldberekeningen	16
5.1 Inleiding	16
5.2 Voorbeeld kavelgrootte 140 m ²	16
5.3 Voorbeeld kavelgrootte 400 m ²	18
5.4 Warmtevraag groter dan maximale netto jaarlijkse warmtelevering bodem	20
Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding	21
Bijlage 2 Warmteonttrekking en temperaturen	22
Bijlage 3 Nummering gesloten systemen	23
Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen	24

1 Inleiding

1.1 PROJECTINFORMATIE

De woonwijk Groot Zonnehoeve in Apeldoorn is in ontwikkeling. De gehele woonwijk wordt niet voorzien van een warmte- of een gasnetwerk. De verwarming van de woningen en het tapwater dient dus op een andere wijze plaats te vinden. Een van de duurzame opties is het toepassen van elektrisch aangedreven individuele combiwarmtepompen met een gesloten bodemenergiesysteem.

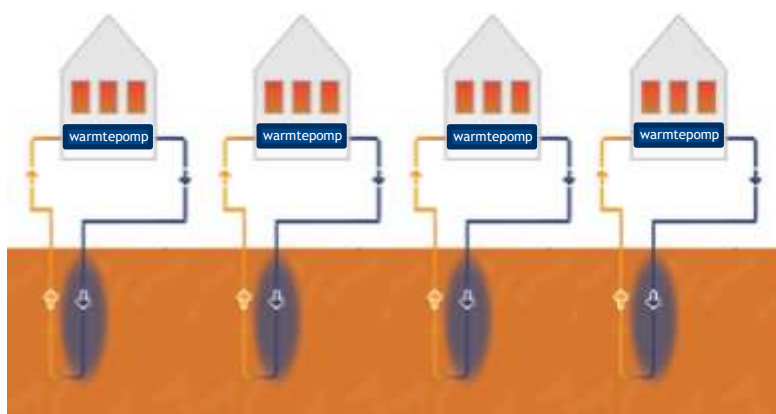
Door warmteonttrekking aan de bodem met de warmtepompen, daalt de temperatuur van de bodem. Hiervan kan in de zomer weer gebruik worden gemaakt om de woning van koeling te voorzien. De jaarlijkse warmteonttrekking aan de bodem zal echter groter zijn dan de jaarlijkse warmte toevoer in de zomer. Hierdoor daalt de temperatuur van de bodem in de gehele woonwijk en zullen de systemen invloed op elkaar hebben (interferentie).



Figuur 1.1 | De wijk Groot Zonnehoeve, bron: stedenbouwkundigplan

1.2 HOE WERKT EEN GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEEM?

Gesloten bodemenergiesystemen bestaan uit verticale boorgaten in de bodem die zijn voorzien van een kunststof bodemlus. Hiermee wordt warmte aan de bodem onttrokken of toegevoerd door middel van geleiding. Het is een gesloten systeem, waardoor geen grondwater wordt onttrokken en wordt geïnfilteerd. Het principe is gevisualiseerd in Figuur 1.2.



Figuur 1.2 | Werking gesloten bodemenergiesysteem

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 Apeldoorn heeft Groot Zonnehoeve aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor gesloten bodemenergiesystemen, naast de melding in het kader van Besluit lozen buiten inrichtingen ook de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd.

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 Groot Zonnehoeve 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 Groot Zonnehoeve beschreven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de maximale netto energieonttrekking per kavel en het bodemenergieplan voor uitsluitend Groot Zonnehoeve. De algemene en de locatie specifieke regels voor het realiseren en het inwerking hebben van gesloten bodemenergiesystemen in Groot Zonnehoeve 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 met de belangrijkste eigenschappen op de locatie en in de directe omgeving is beschreven op basis van de volgende gegevens:

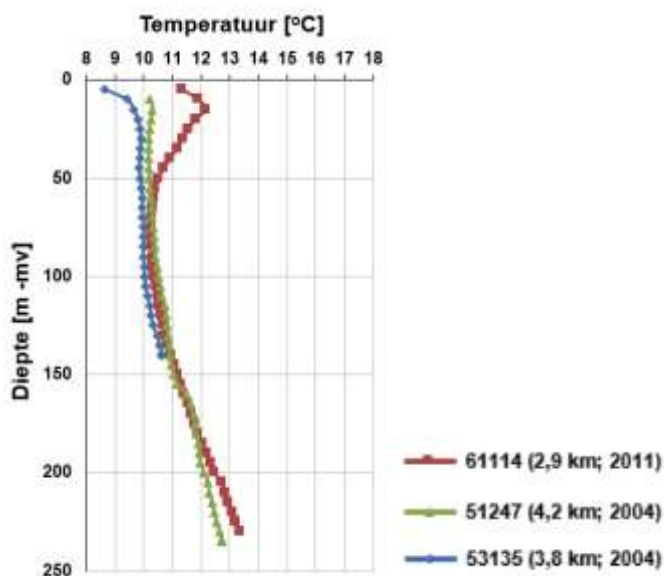
- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINoloket;
- Boorbeschrijving van proefboring Groot Zonnehoeve (2005);
- Boorbeschrijvingen van omliggende gesloten bodemenergiesystemen;
- Database 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 5 km rondom Groot Zonnehoeve weergegeven.

Tabel 2.1 | Bodemopbouw

diepte	lithologie	geohydrologie	temperatuur	warmtegeleidingscoëfficiënt	warmtecapaciteit	grondwaterstroming en richting
[m-mv]*			[°C]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]	[m/jaar]
0 - 65	matig fijn tot zeer grof zand	1 ^e watervoerend pakket	ca. 10,5	2,4	2,5	30 - 50 m/jaar richting ONO
65 - 95	klei	1 ^e scheidende laag	ca. 10,5	1,7	2,5	-
95 - 112	matig fijn zand	2 ^e watervoerend pakket	ca. 10,5	2,4	2,5	15 - 25 m/jaar richting O
112 - 135	klei	2 ^e scheidende laag	ca. 11	1,7	2,5	-
135 - 190	matig tot zeer grof zand met enkele kleilaag	3 ^e watervoerend pakket	ca. 11,5	2,3	2,5	20 - 30 m/jaar richting ONO
190 - 195	klei en fijn zand	3 ^e scheidende laag	ca. 12	1,9	2,5	-
195 - 235	matig fijn zand met enkele kleilaag	4 ^e watervoerend pakket	ca. 12,5	2,2	2,5	onbekend, aanname is < 5 m/jaar richting ONO
235 - 250	afwisseling van klei en matig fijn zand	complexe eenheid	ca. 13	2,0	2,5	-
250 - 340	fijn zand en kleiig zand	5 ^e watervoerend pakket	ca. 14	2,1	2,5	onbekend, aanname is < 5 m/jaar richting ONO
> 340	klei en fijn zand	hydrologische basis	> ca. 14	1,9	2,5	-

* het maaiveld bevindt zich op tussen circa 8 en 10,5 m+NAP



Figuur 2.1 | Temperatuurmetingen bodem binnen 5 km van Groot Zonnehoeve (bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology)

Bodemgeschiktheid




Op basis van de verkregen gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot een diepte van 235 m-gsv geschikt is voor het toepassen van verticale boorgaten met bodemlussen. Vanaf deze diepte begint een relatief dikke scheidende laag welke minder geschikt is voor het aanbrengen van bodemlussen. Het is echter wel mogelijk.

2.2 GEOHYDROLOGIE

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

Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp	toelichting	
bodemopbouw		
dikte pakket	✓	voldoende diepte beschikbaar
grondwater		
grondwaterstand (1 ^e watervoerend pakket)	✓	circa 1,5 m-gsv (bron: REGIS)
stijghoogte 2 ^e watervoerend pakket	⚠ 1	0,5 tot 1,7 m-gsv (bron: REGIS)
stijghoogte 3 ^e watervoerend pakket	⚠ 1	0 tot 2,0 m-gsv (bron: REGIS)
stijghoogte 4 ^e watervoerend pakket	⚠ 1	n.b. verwachting 0 tot 2 m-gsv
stijghoogte 5 ^e watervoerend pakket	⚠ 1	n.b. verwachting 0 tot 2 m-gsv
artesisch grondwater	⚠ 1	aanwezig
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ⚠ hoog risico of belemmering		

onderwerp		toelichting
vergunbaarheid		
bodemenergieplan of interferentiegebied	✓	gelegen in interferentiegebied
grondwateronttrekkingen	✓	diverse grondwateronttrekkingen in de omgeving, geen risico
open bodemenergiesystemen	⚠ 2	diverse open bodemenergiesystemen in de omgeving
gesloten bodemenergiesystemen	⚠ 3	diverse andere gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone, nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen natuur en beschermde gebieden waterhuishouding aanwezig
archeologie	✓	middelhoge archeologische verwachting, archeologisch onderzoek noodzakelijk bij een verstoring dieper dan 35 cm en > 500 m ² . Bij de aanleg van individuele gesloten bodemenergiesystemen wordt deze grens niet overschreden
aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
waterkering	✓	geen waterkering aanwezig binnen circa 1.000 m
spoor	✓	spoor aanwezig op circa 20 m afstand van kavels, geen risico
inpassing en realisatie		
ondergrondse infrastructuur	✓	boorgaten en infra staan op eigen terrein
verontreinigingen	⚠ 4	lokaal sterke (ondiepe) verontreinigingen aanwezig
 geschikt, geen belemmering of aandachtspunt	 aandachtspunt of risico	 hoog risico of belemmering

1. Artesisch grondwater

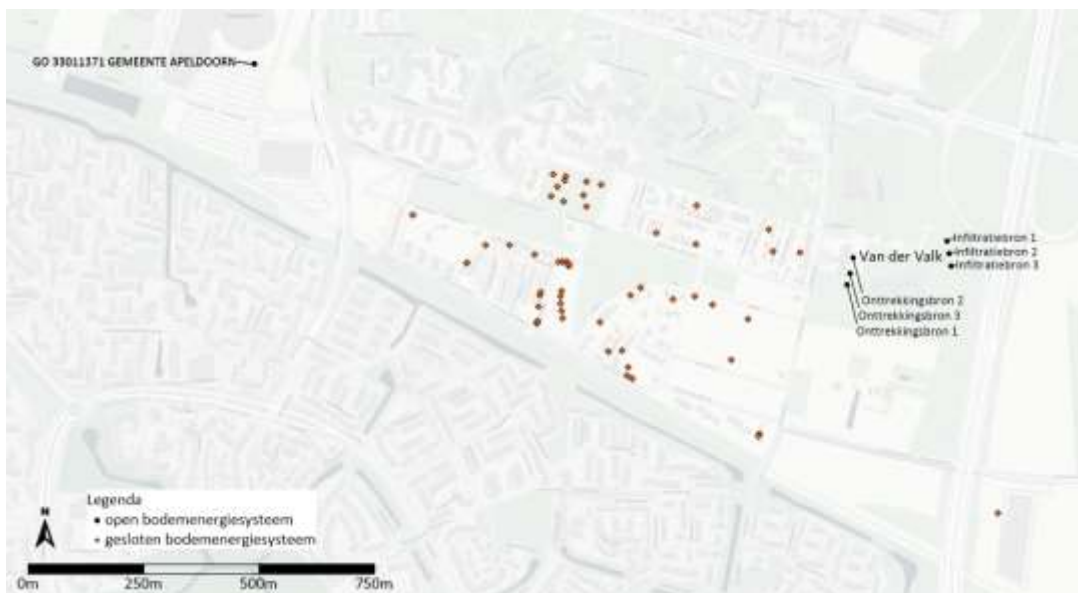
Op de locatie komt de stijghoogte in de diepe watervoerende pakketten boven het maaiveld uit. Dit is artesisch grondwater. Bij het boren van boorgaten voor gesloten bodemenergiesystemen moet hier rekening mee gehouden worden door het gebruik van zwaardere boorspoeling en/of voorbuizen.

2. Open bodemenergiesystemen

Bij de provincie Gelderland is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van provincie Gelderland (e-mail, d.d. 30 augustus 2019) blijkt dat binnen een straal van 1.000 m twee open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 2.3 en Figuur 2.2 weergegeven.

Tabel 2.3 | Open bodemenergiesystemen binnen een straal van 1.000 m van Groot Zonnehoeve.

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project	debiet [m ³ /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m ³ /jaar]	watervoerend pakket
Van der Valk Hotel	70 m ten oosten	36	180.000	1
GO 33011371 Gemeente Apeldoorn	290 m ten noordwesten	145	onbekend	onbekend



Figuur 2.2 | Open en gesloten (o.b.v. 51 meldingen) bodemenergiesystemen nabij Groot Zonnehoeve

3. Gesloten bodemenergiesystemen

In de wijk Groot Zonnehoeve zijn 51 meldingen voor in totaal 147 gesloten bodemenergiesystemen bekend. De einddiepte van deze systemen bedraagt veelal circa 150 m-mv met een maximale einddiepte van 160 m-mv. De locaties van de 51 meldingen zijn weergegeven in Figuur 2.2.

4. Verontreinigingen

In Groot Zonnehoeve zijn vanaf 1995 tot en met heden bodemonderzoeken uitgevoerd. Een aantal voormalig boerenerven zijn gesaneerd om de bodem geschikt te maken voor woningbouw. Het overig deel van het plangebied heeft bestaan uit weilanden. Het grondwater is lokaal sterk verontreinigd met nikkel en/of arseen. Deze stoffen komen van nature voor in de gemeente Apeldoorn. Er is geen sprake van ernstige gevallen van verontreinigingen op grotere diepte die een belemmering vormen voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen.

Bij het boren van gaten voor gesloten bodemenergiesystemen dient de booraannemer zich te houden aan de BRL SIKB 2100 met bijbehorende Protocol 2101 Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen en welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden. Dit om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

3 Bodemenergieplan

3.1 DOELSTELLING

Het belangrijkste doel van het bodemenergieplan is om regels te hebben voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zodat in de toekomst voor alle woningen in Groot Zonnehoeve 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 Apeldoorn en OVIJ 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. 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.

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.

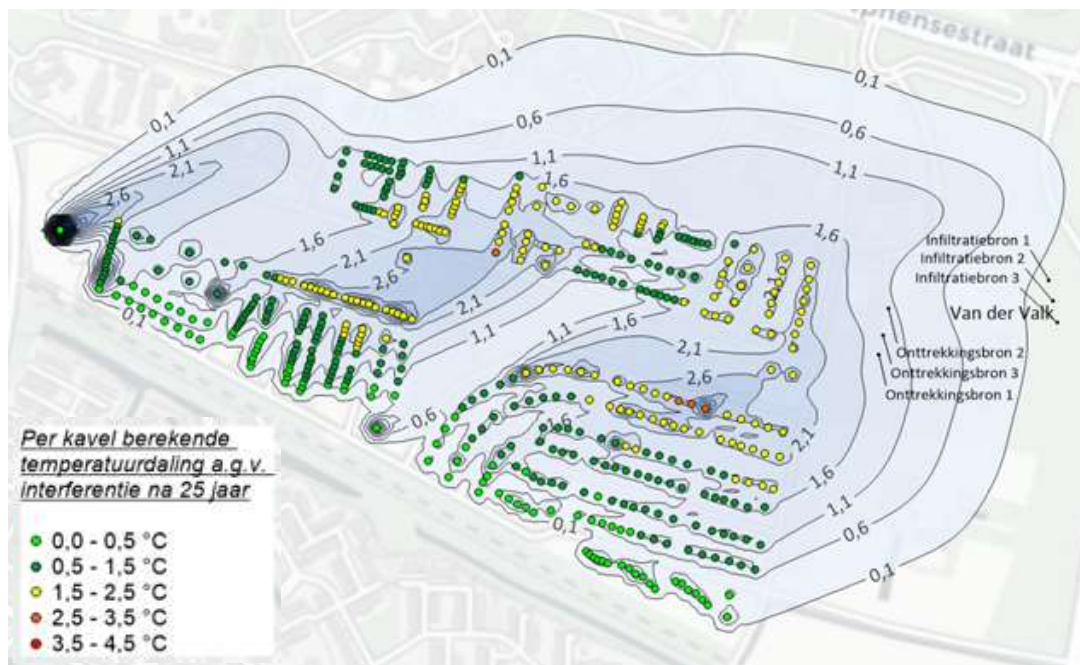
De uitgangspunten van de berekeningen zijn als volgt:

- De verkaveling van Groot Zonnehoeve in Apeldoorn (Zonnehoeve autocad ontvangen van OVIJ en digitale kadastrale kaart van pdok).
- De bodemopbouw en de grondwaterstroming zoals deze zijn omschreven in hoofdstuk 2.
- 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. Tot een diepte van 150 m-mv (diepte van reeds gerealiseerde systemen) zijn de contouren van de berekende temperatuurdaling weergegeven na een periode van 25 jaar. Dit voor de situatie waarbij alle woningen in Groot Zonnehoeve met warmtepompen warmte aan de bodem onttrekken en gebruik maken van de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte zoals in dit plan is opgenomen.

In Bijlage 2 is voor kavels waarvan nog geen meldingen voor een gesloten bodemenergiesysteem zijn gedaan opgegeven wat de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte en de temperatuurdaling ten gevolge van interferentie is.



Figuur 3.1 | Thermische beïnvloeding tussen 0 en 150 m-mv na 25 jaar (zie ook Bijlage 1 voor groot formaat)

3.5 MAXIMALE JAARLIJKSE NETTO WARMTEONTTREKKING

Per kavel is de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan de grootte van het kaveloppervlak (in m²).

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

3.6 TEMPERATUURCORRECTIE DOOR INTERFERENTIE

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

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 (Groot Zonnehoeve), 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 (Groot Zonnehoeve), gelden de volgende locatie specifieke regels:

5. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te worden uitgevoerd als een verticaal bodemenergiesysteem, bestaande uit één of meerdere verticaal in de bodem aan te brengen boorgaten met bodemlus(sen).
6. De boorgaten met bodemlus(sen) dienen op eigen kavel van de woning in de bodem te worden aangebracht. Indien dit niet mogelijk is dient de locatie in overleg met bevoegd gezag te worden afgestemd.
7. De afstand tussen twee boorgaten die voorzien zijn van bodemlus(sen) dient te allen tijde groter dan of gelijk dient te zijn aan 6,0 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.
De maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte is per kavel opgenomen in Bijlage 2.

9. Bij het ontwerp dient voor het bepalen van de minimaal benodigde diepte van de boorgaten en het aantal boorgaten rekening te worden gehouden met de temperaturodaling die optreedt op het kavel van de woning ten gevolge van interferentie.
De “Temperatuurcorrectie door interferentie” is per kavel opgenomen 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 temperaturodaling door interferentie te worden meegenomen.

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van het programma Earth Energy Designer (EED) (of met een gelijkwaardig gevalideerd model zoals in BRL 11001 weergegeven programma's Gilhepro, DST en SBM). De resultaten van de berekening dienen als bijlage bij de indiening van de melding / vergunning te worden toegevoegd.

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 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)
$T_{\text{gem,circulatievloeistof}}$	°C	De gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof in de bodemlus
$T_{\text{verdampert}}$	°C	De temperatuur aan de verdampertzijde van de warmtepomp

5.2 VOORBEELD KAVELGROOTTE 140 M²

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een woning op een kavel met een kaveloppervlak van circa 140 m² (bijvoorbeeld Het Sparrenbos 65, nummer 292) wordt een elektrische combiwarmtepomp met een gesloten bodemenergiesysteem toegepast.

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

Voor het kavel met nummer 292 geldt volgens Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdpte van 22,6 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 1,4°C.

Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

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

Tabel 5.2 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	5,3 MWh	4,5	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $5,3 \times ((4,5-1) / 4,5)$	4,1 MWh
Tapwaterverwarming	3,4 MWh	3,0	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $3,4 \times ((3,0 - 1) / 3,0)$	2,3 MWh
Warmteonttrekking aan bodem				6,4 MWh
Koeling	2,0 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $2,0 + (2,0 / 20)$	2,1 MWh
Warmtetoevoer aan bodem				2,1 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				4,3 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 22,6 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: 190 m-mv (4.300 kWh/22,6 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 door interferentie", 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.

Bij een minimale retourtemperatuur van -3°C kan volgens de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) worden volstaan met één boorgat tot ongeveer 134 m diepte. Echter de minimale aan te boren diepte op basis van interferentie bedraagt 190 m, waardoor deze boordiepte van 190 m als ontwerpdiepte dient te worden aangehouden.

De voor dit voorbeeld uitgevoerde Earth Energy Designer (EED) berekening laat zien dat de minimale gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof bij één boorgat tot 190 m na 25 jaar daalt tot +1,8°C. Met een temperatuurverschil over de verdamper van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van 0,2°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{minimaal retour}} = T_{\text{gem,circulatievloeistof}} - (\Delta T_{\text{verdamper}} / 2) = +1,8^{\circ}\text{C} - (4,0 / 2) = -0,2^{\circ}\text{C}$$

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 $8,8^{\circ}\text{C}$. Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = 0,0055 * 190 + 9,6^{\circ}\text{C} = 10,6^{\circ}\text{C}$$

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

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 10,6 - 1,4 = 9,2^{\circ}\text{C}$$

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 190 m. In deze situatie is de regel met betrekking van interferentie dus leidend ten opzichte van de ontwerp regel. 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 KAVELGROOTTE 400 M²

Gegevens woning met warmtepomp en gesloten bodemenergiesysteem

Voor ruimte- en tapwaterverwarming en het koelen van een woning op een kavel met een kaveloppervlak van circa 400 m² (bijvoorbeeld Boomarter 39 met nummer 17) wordt een elektrische combiwarmtepomp met een gesloten bodemenergiesysteem toegepast.

Uit de SPF-berekening van de installateur blijkt bijvoorbeeld dat de warmtevraag van de woning (het bouwwerk) voor ruimte- en tapwaterverwarming 12,0 respectievelijk 4,0 MWh per jaar bedraagt. De gemiddelde SPF van de warmtepomp bedraagt 4,5 voor ruimteverwarming en 3,0 voor tapwaterverwarming. De koudevraag (van het bouwwerk) bedraagt 4,0 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 43,2 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 2,1°C.

Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

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

Tabel 5.3 | Berekening jaarlijkse netto warmteonttrekking aan bodem

	Bouwwerk	SPF	Berekening	Bodemzijdig
Ruimteverwarming	12,0 MWh	4,5	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $12,0 \times ((4,5 - 1) / 4,5)$	9,3 MWh
Tapwaterverwarming	4,0 MWh	3,0	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $4,0 \times ((3,0 - 1) / 3,0)$	2,7 MWh
Warmteonttrekking aan bodem				12,0 MWh
Koeling	4,0 MWh	20	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $4,0 + (4,0 / 20)$	4,2 MWh
Warmtetoevoer aan bodem				4,2 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				7,8 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 43,2 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: 181 m-mv (7.800 kWh/43,2 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 verdampers 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 door interferentie", zoals deze voor het betreffende kavel is opgenomen in de tabel in Bijlage 2 in dit bodemenergieplan. Deze temperatuurdaling dient in mindering te worden gebracht op de natuurlijke gemiddelde bodemtemperatuur.

De resultaten van de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) laten zien dat met één boorgat tot 181 m diepte de temperatuur van de circulatievloeistof in de retourbuis lager is dan $-3,0^{\circ}\text{C}$. Dit houdt dus in dat voor dit systeem een extra boorgat voorzien van een bodemlus in de bodem moet worden aangebracht, beide tot de minimale diepte zoals vastgesteld bij regel 8 (interferentie) van 181 m. Een andere optie is de diepte van het boorgat te vergroten zodat aan de ontwerpregel van minimale toegestane temperatuur van -3°C wordt voldaan.

De resultaten van de berekeningen met Earth Energy Designer (EED) laten zien dat met een boorgat tot 212 m diepte de temperatuur van de circulatievloeistof gelijk is aan de minimaal toegestane temperatuur van $-3,0^{\circ}\text{C}$.

De in Earth Energy Designer (EED) te hanteren bodemtemperatuur ($T_{\text{bodem met correctie}}$) bedraagt $7,6^{\circ}\text{C}$. Deze is als volgt berekend:

$$T_{\text{bodem natuurlijk}} = 0,055 * 212 + 9,6^{\circ}\text{C} = 10,8^{\circ}\text{C}$$

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:

$$T_{\text{bodem met correctie}} = T_{\text{input EED}} = 10,8 - 2,1 = 8,7^{\circ}\text{C}$$

Conclusie

Het uiteindelijke resultaat is dat voor dit kavel een gesloten bodemenergiesysteem moet worden toegepast dat bestaat uit één boorgat met een aan te boren bodemdiepte van minimaal 212 m. In deze situatie is de regel met betrekking van ontwerp dus leidend ten opzichte van interferentie.

5.4 WARMTEVRAAG GROTER DAN MAXIMALE NETTO JAARLIJKSE WARMTELEVERING BODEM

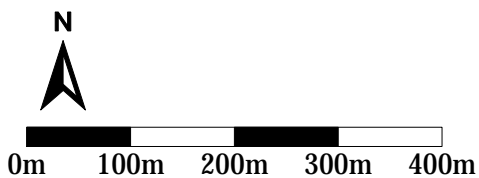
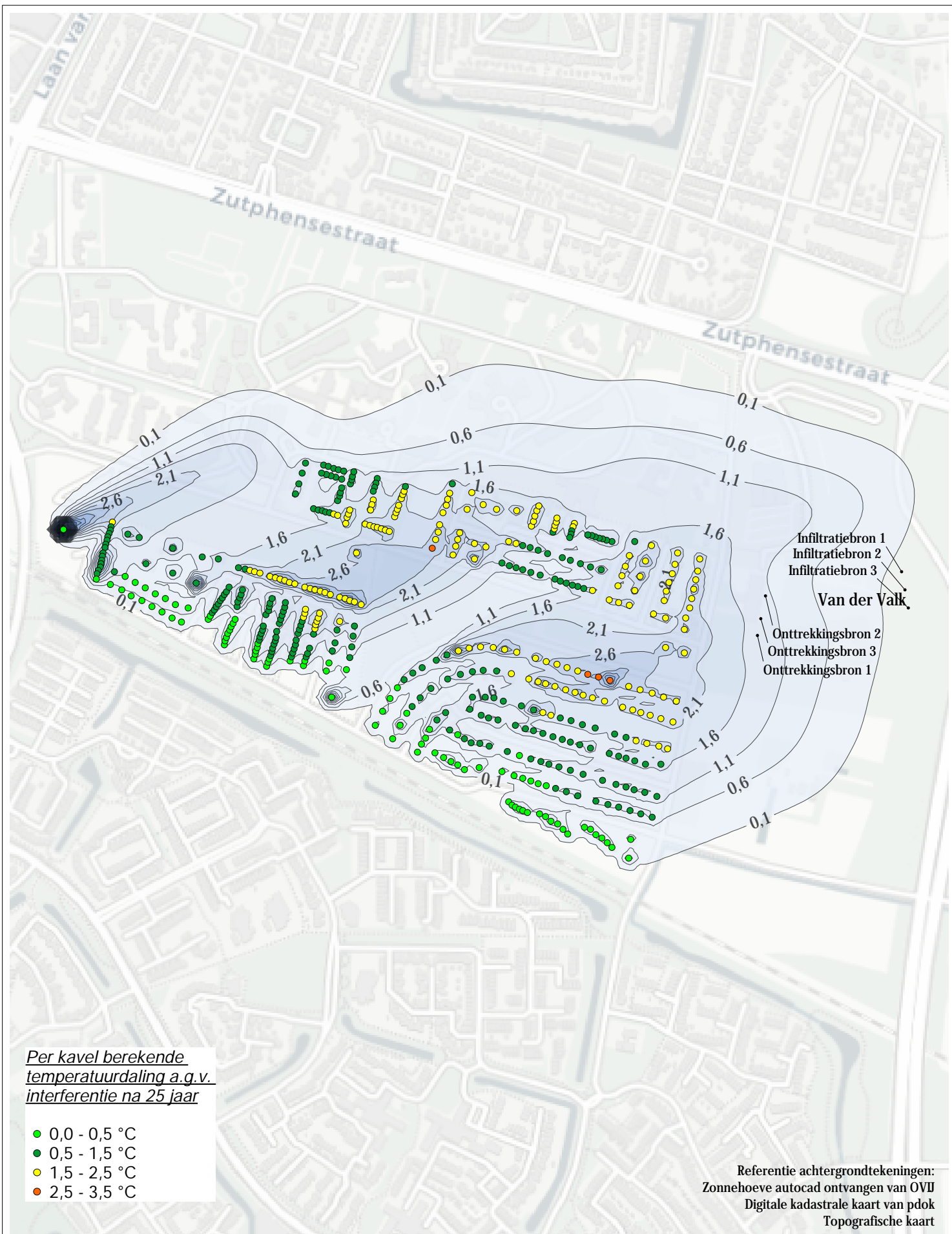
Indien een relatief grote woning wordt gerealiseerd op een klein kavel, is de kans aanwezig dat de benodigde jaarlijkse netto warmteonttrekking groter dan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering van de bodem. In deze situatie dient het ontwerp van het gesloten bodemenergiesysteem te worden aangepast.

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



Project: Groot Zonnehoeve te Apeldoorn

Datum: A: 30-01-2020
B:

Onderwerp: Thermische beïnvloeding na 25 jaar

Figuur: Stadium: bodemenergieplan
 Referentie: 65155/SV Getek.: F. van Aken Form.: A4



Bijlage 2 Warmteonttrekking en temperaturen

Groot Zonnehoeve

30 januari 2020

Adres	Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdpte	Temperatuurcorrectie door interferentie
		kWh/m	°C
Laan van Groot Schuylenburg 331	1	19,5	0,9
Het Sparrenbos 36	2	36,3	0,9
Het Sparrenbos 42	3	41,4	1,2
De Groene Voorwaarts 471	4	33,3	1,4
De Groene Voorwaarts 473	5	33,3	1,5
Zonnehoeve 6	6	43,6	1,4
Zonnehoeve/Hermelijn 23	7	47,6	1,0
Wezel 8	8	51,8	0,2
Wezel 26	9	49,8	2,1
Wezel 36	10	42,4	2,0
Wezel 46	11	44,0	2,6
Wezel 50	12	46,0	2,3
Boommarter 19	13	49,7	1,0
Boommarter 23	14	42,8	1,4
Boommarter 31	15	43,8	1,6
Boommarter 37	16	43,2	2,0
Boommarter 39	17	43,2	2,1
Boommarter 49	18	45,3	1,7
Boommarter 51	19	36,5	1,7
Boommarter 53	20	36,6	1,7
Boommarter 55	21	43,2	1,7
Boommarter 57	22	44,6	1,8
Boommarter 59	23	45,3	1,9
Boommarter 26	24	46,5	1,3
Boommarter 30	25	35,3	1,7
Boommarter 32	26	35,3	1,5
Boommarter 34	27	40,9	1,5
Boommarter 36	28	40,9	1,4
Boommarter 38	29	44,2	1,3
Boommarter 40	30	47,8	1,4
Boommarter 42	31	43,4	1,4
Boommarter 44	32	40,2	1,4
Boommarter 46	33	40,2	1,5
Boommarter 48	34	41,6	1,6
Steenmarter 15	35	44,6	0,9
Steenmarter 19	36	35,3	1,0
Steenmarter 21	37	40,2	1,0
Steenmarter 23	38	40,2	0,9
Steenmarter 25	39	35,3	0,9
Steenmarter 27	40	35,3	1,0
Steenmarter 29	41	40,2	1,0
Steenmarter 33	42	42,6	1,1
Steenmarter 35	43	33,9	1,2
Steenmarter 37	44	33,9	1,2
Steenmarter 39	45	40,7	1,2
Steenmarter 41	46	40,9	1,3
Steenmarter 18	47	43,4	0,5
Steenmarter 20	48	44,2	0,5
Steenmarter 22	49	41,6	0,5
Steenmarter 24	50	36,1	0,6
Steenmarter 26	51	36,1	0,6
Steenmarter 28	52	41,6	0,7
Steenmarter 30	53	33,9	0,0
Steenmarter 32	54	45,8	0,9
Steenmarter 34	55	47,8	0,9
Steenmarter 36	56	44,8	0,9
Steenmarter 38	57	35,3	1,0
Steenmarter 40	58	35,3	1,0
Steenmarter 42	59	44,8	1,0
Steenmarter 44	60	43,5	0,9
Laan van Zonnehoeve 203	61	46,8	0,1
Laan van Zonnehoeve 205	62	43,6	0,1
Laan van Zonnehoeve 207	63	36,6	0,2
Laan van Zonnehoeve 209	64	36,8	0,2
Laan van Zonnehoeve 211	65	37,7	0,3
Laan van Zonnehoeve 213	66	37,9	0,5
Laan van Zonnehoeve 215	67	43,4	0,5
Laan van Zonnehoeve 217	68	45,6	0,5
Laan van Zonnehoeve 219	69	46,7	0,6
Laan van Zonnehoeve 221	70	48,6	0,6
Laan van Zonnehoeve 223	71	45,1	0,6
Laan van Zonnehoeve 225	72	44,8	0,6
Laan van Zonnehoeve 227	73	44,5	0,6
Laan van Zonnehoeve 229	74	44,0	0,5
Laan van Zonnehoeve 231	75	45,0	0,5
Appartementen Laan van Zonnehoeve	76	333,8	0,0
Appartementen Hermelijn	77	349,2	0,6
Appartementen Laan van Erica	78	1327,5	0,0
Laan van Zonnehoeve 13	79	28,3	1,8
Laan van Zonnehoeve 15	80	23,1	1,4
Laan van Zonnehoeve 17	81	23,1	1,1
Laan van Zonnehoeve 19	82	23,1	0,9
Laan van Zonnehoeve 21	83	23,1	0,7
Laan van Zonnehoeve 23	84	23,1	0,6
Laan van Zonnehoeve 25	85	23,1	0,6
Laan van Zonnehoeve 27	86	23,5	0,7
Laan van Zonnehoeve 49	87	36,0	0,8
Laan van Zonnehoeve 51	88	34,6	0,1
Laan van Zonnehoeve 53	89	33,8	0,1
Laan van Zonnehoeve 55	90	33,7	0,5
Laan van Zonnehoeve 57	91	35,2	0,3
Laan van Zonnehoeve 59	92	32,5	0,0

Adres	Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per	Temperatuurcorrectie door interferentie
		meter bodemdiepte	
		kWh/m	°C
Laan van Zonnehoeve 61	93	34,0	0,1
Laan van Zonnehoeve 63	94	33,8	0,3
Laan van Zonnehoeve 65	95	35,0	0,3
Laan van Zonnehoeve 67	96	32,4	0,0
Laan van Zonnehoeve 71	97	33,7	0,3
Laan van Zonnehoeve 73	98	36,1	0,3
Laan van Zonnehoeve 75	99	32,5	0,0
Laan van Zonnehoeve 77	100	32,0	0,1
Laan van Zonnehoeve 79	101	43,0	0,3
Zonnehoeve 8	102	85,9	0,6
Zonnehoeve 10	103	70,9	0,8
Hermelijn 25	104	44,5	1,3
Dassenburcht 15	105	28,0	0,1
Dassenburcht 17	106	23,9	0,3
Dassenburcht 19	107	23,9	0,3
Dassenburcht 21	108	23,2	0,3
Dassenburcht 23	109	22,8	0,4
Dassenburcht 25	110	22,1	0,4
Dassenburcht 27	111	21,5	0,4
Dassenburcht 29	112	23,7	0,4
Hermelijn 30	113	24,9	0,2
Hermelijn 32	114	21,3	0,4
Hermelijn 34	115	21,2	0,5
Hermelijn 36	116	21,3	0,6
Hermelijn 38	117	21,3	0,7
Hermelijn 40	118	21,3	0,8
Hermelijn 42	119	21,2	0,8
Hermelijn 44	120	21,3	0,9
Hermelijn 46	121	21,3	1,0
Hermelijn 48	122	21,3	1,0
Hermelijn 50	123	27,6	1,0
Eekhoorn 5	124	24,7	0,1
Eekhoorn 7	125	21,7	0,3
Eekhoorn 9	126	21,7	0,0
Eekhoorn 11	127	21,7	0,5
Eekhoorn 13	128	21,7	0,0
Eekhoorn 15	129	21,7	0,8
Eekhoorn 17	130	21,7	0,9
Eekhoorn 19	131	21,7	1,0
Eekhoorn 21	132	21,7	1,0
Eekhoorn 23	133	27,6	1,0
Eekhoorn 29	134	26,7	1,1
Eekhoorn 31	135	21,5	1,2
Eekhoorn 33	136	21,5	1,2
Eekhoorn 35	137	21,5	1,2
Eekhoorn 37	138	21,5	1,3
Eekhoorn 39	139	25,8	1,4
Eekhoorn 12	140	26,3	0,3
Eekhoorn 14	141	21,6	0,5
Eekhoorn 16	142	21,7	0,7
Eekhoorn 18	143	21,6	0,8
Eekhoorn 20	144	21,7	1,0
Eekhoorn 22	145	25,5	1,0
Eekhoorn 28	146	26,6	1,2
Eekhoorn 30	147	21,5	1,4
Eekhoorn 32	148	21,5	1,4
Eekhoorn 34	149	21,6	1,5
Eekhoorn 36	150	21,5	1,5
Eekhoorn 38	151	21,5	1,6
Eekhoorn 40	152	25,8	1,5
Hazenleger 15	153	26,1	0,2
Hazenleger 17	154	20,8	0,4
Hazenleger 19	155	21,0	0,6
Hazenleger 21	156	20,9	0,7
Hazenleger 23	157	26,2	0,9
Hazenleger 29	158	26,1	1,3
Hazenleger 31	159	20,9	1,5
Hazenleger 33	160	21,2	0,0
Hazenleger 35	161	21,2	1,8
Hazenleger 37	162	20,9	1,9
Hazenleger 39	163	24,9	1,8
Wezel 4	164	55,4	0,0
Wezel 6	165	52,9	0,1
Wezel 10	166	46,1	0,4
Wezel 12	167	45,5	0,6
Wezel 14	168	43,7	0,8
Wezel 16	169	45,6	1,0
Wezel 24	170	46,2	2,2
Wezel 28	171	48,0	2,0
Wezel 32	172	47,3	2,0
Wezel 40	173	42,3	2,4
Wezel 42	174	42,3	2,5
Wezel 44	175	42,2	2,5
Wezel 52	176	44,4	2,1
Wezel 54	177	44,4	2,1
Wezel 56	178	44,3	2,0
Wezel 58	179	49,7	2,1
Boommarter 3	180	43,1	0,0
Boommarter 9	181	37,4	0,5
Boommarter 11	182	37,2	0,5
Boommarter 15	183	49,5	0,6
Boommarter 17	184	50,5	0,8
Boommarter 25	185	40,5	1,4
Boommarter 27	186	56,2	1,4
Boommarter 29	187	43,0	1,5

Adres	Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteontrekking per meter bodemdikte	Temperatuurcorrectie door interferentie
		kWh/m	°C
Boommarter 45	188	47,1	2,0
Boommarter 47	189	44,9	1,9
Boommarter 4	190	40,2	0,0
Boommarter 6	191	33,3	0,1
Boommarter 8	192	33,2	0,2
Boommarter 14	193	40,5	1,1
Boommarter 18	194	42,7	1,2
Boommarter 20	195	34,0	1,4
Boommarter 22	196	35,1	1,5
Boommarter 24	197	40,2	1,4
Boommarter 50	198	31,3	1,6
Boommarter 52	199	38,2	1,7
Barnewinkel 34	200	49,7	1,4
Steenmarter 7	201	44,0	1,2
Steenmarter 9	202	33,5	1,0
Steenmarter 11	203	33,8	1,0
Steenmarter 13	204	39,8	1,0
Steenmarter 6	205	48,5	0,6
Steenmarter 8	206	39,3	0,5
Steenmarter 10	207	39,3	0,5
Steenmarter 12	208	38,9	0,6
Steenmarter 14	209	34,2	0,7
Steenmarter 16	210	42,8	0,7
Steenmarter 30	211	44,2	0,8
Laan van Zonnehoeve 197	212	40,7	0,1
Laan van Zonnehoeve 199	213	42,4	0,1
Laan van Zonnehoeve 201	214	64,4	0,2
Laan van Zonnehoeve 202	215	29,4	0,1
Laan van Zonnehoeve 204	216	24,9	0,2
Laan van Zonnehoeve 206	217	24,9	0,2
Laan van Zonnehoeve 208	218	24,9	0,3
Laan van Zonnehoeve 210	219	24,9	0,3
Laan van Zonnehoeve 212	220	29,1	0,2
Laan van Zonnehoeve 216	221	29,1	0,2
Laan van Zonnehoeve 218	222	31,3	0,2
Laan van Zonnehoeve 222	223	29,1	0,2
Laan van Zonnehoeve 224	224	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 226	225	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 230	226	29,1	0,3
Laan van Zonnehoeve 232	227	29,1	0,2
Laan van Zonnehoeve 234	228	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 236	229	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 238	230	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 240	231	29,1	0,1
Laan van Zonnehoeve 244	232	33,8	0,2
De Groene Voorwaarts 60	233	90,2	2,3
De Groene Voorwaarts 80	234	46,3	2,4
Barnewinkel 28	235	49,8	2,3
Barnewinkel 26	236	53,9	1,8
Barnewinkel 24	237	46,8	1,8
Barnewinkel 22	238	46,2	1,6
Barnewinkel 18	239	44,8	1,6
Barnewinkel 16A	240	44,5	1,6
Barnewinkel 16B	241	59,6	1,6
De Groene Voorwaarts 451	242	39,5	1,2
De Groene Voorwaarts 453	243	36,2	1,0
De Groene Voorwaarts 455	244	36,1	1,0
De Groene Voorwaarts 457	245	36,1	0,9
De Groene Voorwaarts 459	246	41,1	0,7
De Groene Voorwaarts 463	247	33,6	0,8
De Groene Voorwaarts 465	248	33,3	0,9
De Groene Voorwaarts 467	249	33,2	1,1
De Groene Voorwaarts 469	250	33,3	1,2
De Groene Voorwaarts 477	251	38,9	1,7
De Groene Voorwaarts 479	252	33,8	1,7
De Groene Voorwaarts 485	253	50,7	1,6
De Groene Voorwaarts 487	254	41,8	1,7
De Groene Voorwaarts 491	255	51,5	2,0
Krepelsbosch 131	256	42,4	1,6
Krepelsbosch 129	257	40,2	1,5
Krepelsbosch 127	258	39,4	1,6
Krepelsbosch 125	259	38,6	1,6
Krepelsbosch 123	260	37,7	1,7
Krepelsbosch 121	261	45,3	1,7
Krepelsbosch 132	262	47,3	1,7
Krepelsbosch 130	263	40,9	1,7
Krepelsbosch 124	264	47,0	1,7
Het Dennebos 3	265	47,3	1,6
Het Dennebos 4	266	39,7	1,6
Het Dennebos 6	267	36,1	1,6
Het Dennebos 8	268	36,1	1,6
Het Dennebos 10	269	39,7	1,6
Het Dennebos 12	270	50,5	1,4
Het Sparrenbos 10	271	36,1	1,8
Het Sparrenbos 12	272	33,3	1,6
Het Sparrenbos 14	273	33,4	1,5
Het Sparrenbos 16	274	33,4	1,3
Het Sparrenbos 30	275	41,2	1,1
Het Sparrenbos 32	276	37,2	1,0
Het Sparrenbos 38	277	36,8	0,9
Het Sparrenbos 40	278	42,5	1,0
Het Sparrenbos 23B-25E	279	75,7	1,6
Het Sparrenbos 35	280	21,2	1,4
Het Sparrenbos 37	281	20,7	1,6
Het Sparrenbos 39	282	20,8	1,6

Adres	Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdikte	Temperatuurcorrectie door interferentie
		kWh/m	°C
Het Sparrenbos 41	283	20,7	1,6
Het Sparrenbos 43	284	21,2	1,6
Het Sparrenbos 45	285	21,1	1,6
Het Sparrenbos 47	286	20,7	1,6
Het Sparrenbos 49	287	20,9	1,5
Het Sparrenbos 51	288	20,7	1,4
Het Sparrenbos 53	289	21,3	1,2
Het Sparrenbos 61	290	30,7	1,3
Het Sparrenbos 63	291	24,3	1,4
Het Sparrenbos 65	292	22,6	1,4
Het Sparrenbos 67	293	24,3	1,4
Het Sparrenbos 69	294	22,6	1,4
Het Sparrenbos 71	295	22,6	1,4
Het Sparrenbos 73	296	26,8	1,2
Laan van Groot Schuylenburg 22	297	41,1	0,9
Laan van Groot Schuylenburg 24	298	33,2	1,0
Laan van Groot Schuylenburg 26	299	33,2	1,1
Laan van Groot Schuylenburg 28	300	41,1	1,2
Het Lariksbos 1	301	36,2	2,5
Het Lariksbos 3	302	28,3	2,5
Het Lariksbos 5	303	28,3	2,3
Het Lariksbos 7	304	30,0	2,2
Het Lariksbos 9	305	30,0	1,9
Het Lariksbos 11	306	28,3	1,8
Het Lariksbos 13	307	26,0	1,7
Het Lariksbos 15	308	26,0	1,6
Het Lariksbos 17	309	37,2	1,4
Het Lariksbos 19	310	58,4	1,8
Het Lariksbos 21	311	49,4	1,9
Het Lariksbos 23	312	46,5	1,6
Het Lariksbos 2	313	37,7	2,3
Het Lariksbos 4	314	29,3	2,4
Het Lariksbos 6	315	29,4	2,4
Het Lariksbos 8	316	29,9	2,4
Het Lariksbos 10	317	41,6	2,2
Het Lariksbos 12	318	41,6	2,2
Het Sparrenbos 3	319	77,2	1,7

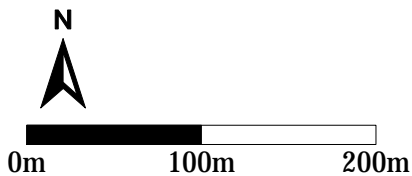
Bijlage 3 Nummering gesloten systemen

Per kavel berekende
temperatuurdaling a.g.v.
interferentie na 25 jaar

- 0,0 - 0,5 °C
- 0,5 - 1,5 °C
- 1,5 - 2,5 °C
- 2,5 - 3,5 °C



Referentie achtergrondtekeningen:
Zonnehoeve autocad ontvangen van OVJ
Digitale kadastrale kaart van pdok
Topografische kaart



Project: Groot Zonnehoeve te Apeldoorn

Datum: A: 30-01-2020
B:

Onderwerp: Nummering gesloten bodemenergiesystemen

Figuur: Stadium: bodemenergieplan
Referentie: 65155/SV Getek.: F. van Aken Form.: A4



Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekeningen

Voorbeeldberekening 140 m²

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	190 m
Totale boordiepte	190 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

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

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	190 m
Tussenafstand boorgaten	0 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	150 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	70 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1,8 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	0,48 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3795 J/(Kg·K)
Dichtheid	1052 Kg/m ³
Viscositeit	0,0052 Kg/(m·s)
Vriespunt	-14 °C
Debiet per boorgat	0,25 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	2,3 MWh
Jaarlijks warmtevraag	4,1 MWh
Jaarlijks koelvraag	2,1 MWh
Seasonal performance factor (WW)	3
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4,5
Seasonal Performance Factor (koeling)	20

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen	factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0,155	0,83	0	0	0,62
FEB	0,148	0,8	0	0	0,6
MRT	0,125	0,7	0	0	0,53
APR	0,099	0,6	0	0	0,44
MEI	0,064	0,45	0,15	0,31	0,0011
JUN	0	0,19	0,25	0,52	-0,42
JUL	0	0,19	0,25	0,52	-0,42
AUG	0	0,19	0,2	0,42	-0,31
SEP	0,061	0,44	0,15	0,31	-0,0084
OKT	0,087	0,55	0	0	0,41
NOV	0,117	0,67	0	0	0,5
DEC	0,144	0,78	0	0	0,59
	-----	-----	-----	-----	-----
Totaal	1	6,4	1	2,1	2,52

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	5	8	0	0
FEB	5	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	4	2
AUG	0	0	4	2
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 190 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0,71 (m·K)/W
 Reynoldsgetal 1975
 Thermische weerstand medium / buis 0,1658 (m·K)/W
 Thermische weerstand buismateriaal 0,07752 (m·K)/W
 Contact weerstand buis / vulmateriaal 0 (m·K)/W

 Boorgat thermische weerstand medium / grond 0,1849 (m·K)/W

 Effectieve thermische weerstand boorgat 0,202 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	4,48	20,5	0
FEB	4,32	20,5	0
MRT	3,8	0	0
APR	3,2	0	0
MEI	0,0081	0	0
JUN	-3,05	0	0
JUL	-3,05	0	-22,1
AUG	-2,26	0	-22,1
SEP	-0,061	0	0
OKT	2,92	0	0
NOV	3,61	0	0
DEC	4,23	0	0

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,8	6,59	6,53	6,49	6,44
FEB	8,8	6,62	6,55	6,51	6,47
MRT	8,8	6,83	6,76	6,72	6,68
APR	8,8	7,09	7,02	6,98	6,94
MEI	8,8	8,52	8,46	8,42	8,37
JUN	8,8	9,97	9,91	9,87	9,83
JUL	8,8	10,1	10	9,99	9,95
AUG	8,8	9,8	9,74	9,71	9,66
SEP	8,83	8,84	8,79	8,75	8,71
OKT	7,49	7,47	7,42	7,38	7,34
NOV	7,1	7,08	7,03	6,99	6,95
DEC	6,76	6,73	6,68	6,65	6,61

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 6,44 °C Aan het einde van JAN
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,95 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,8	2,03	1,96	1,92	1,87
FEB	8,8	2,01	1,94	1,9	1,86
MRT	8,8	6,83	6,76	6,72	6,68
APR	8,8	7,09	7,02	6,98	6,94
MEI	8,8	8,52	8,46	8,42	8,37
JUN	8,8	9,97	9,91	9,87	9,83
JUL	8,8	10,1	10	9,99	9,95
AUG	8,8	9,8	9,74	9,71	9,66
SEP	8,83	8,84	8,79	8,75	8,71
OKT	7,49	7,47	7,42	7,38	7,34
NOV	7,1	7,08	7,03	6,99	6,95
DEC	6,76	6,73	6,68	6,65	6,61

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 1,86 °C Aan het einde van FEB
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,95 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,8	6,59	6,53	6,49	6,44
FEB	8,8	6,62	6,55	6,51	6,47
MRT	8,8	6,83	6,76	6,72	6,68
APR	8,8	7,09	7,02	6,98	6,94
MEI	8,8	8,52	8,46	8,42	8,37
JUN	8,8	9,97	9,91	9,87	9,83
JUL	8,8	14,6	14,5	14,5	14,4
AUG	8,8	14,5	14,4	14,4	14,3
SEP	8,83	8,84	8,79	8,75	8,71
OKT	7,49	7,47	7,42	7,38	7,34
NOV	7,1	7,08	7,03	6,99	6,95
DEC	6,76	6,73	6,68	6,65	6,61

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 6,44 °C Aan het einde van JAN
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 14,4 °C Aan het einde van JUL

Groot Zonnehoeve te Apeldoorn

Rekensheet Bodemenergieplan

Naam:	
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	Kaveloppervlak 140 m ²

Gegevens woning/gebouw (bouwwerk)			
	Bouwwerk	SPF	Bodem
Warmtelevering ruimteverwarming	5,3 MWh	4,5	4,1 MWh
Warmtelevering tapwaterverwarming	3,4 MWh	3,0	2,3 MWh
Jaarlijkse warmteonttrekking aan bodem			6,4 MWh
Koudelevering	2,0 MWh	20	2,1 MWh
Jaarlijkse warmtetoevoer aan bodem			2,1 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem			4,3 MWh

Berekening aan te boren bodemdiepte			
Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	22,6 kWh/m	uit tabel bodemenergieplan	
Berekende aan te boren minimale bodemdiepte			190 m

Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte (door aannemer)			
Temperatuurcorrectie kavel volgens Bodemenergieplan	1,4 °C		
Indicatie gemiddelde bodemtemperatuur tot	190 m		9,2 °C
Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte tot	190 m		1
Totale boorgat lengte			190 m

Voorbeeldberekening 400 m²

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	212 m
Totale boordiepte	212 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

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

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	212 m
Tussenafstand boorgaten	6 m
Type bodemwarmtewisselaar	Enkel-U
Boorgatdiameter	150 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	70 mm
Warmtegeleidingsvermogen vulmateriaal	1,8 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	0,48 W/(m·K)
Specifieke warmtecapaciteit	3795 J/(Kg·K)
Dichtheid	1052 Kg/m ³
Viscositeit	0,0052 Kg/(m·s)
Vriespunt	-14 °C
Debiet per boorgat	0,5 l/s

BASISVERMOGEN

Jaarlijks warmwatergebruik	4 MWh
Jaarlijks warmtevraag	12 MWh
Jaarlijks koelvraag	4 MWh

Seasonal performance factor (WW)	3
Seasonal Performance Factor (verwarming)	4,5
Seasonal Performance Factor (koeling)	40

Maandelijks energieprofiel [MWh]

Maand	Factor	Verwarmingsvermogen		factor	Koelvermogen	Bodemvermogen
JAN	0,155	2,19	0	0	1,67	
FEB	0,148	2,11	0	0	1,6	
MRT	0,125	1,83	0	0	1,39	
APR	0,099	1,52	0	0	1,15	
MEI	0,064	1,1	0,15	0,6	0,2	
JUN	0	0,33	0,25	1	-0,8	
JUL	0	0,33	0,25	1	-0,8	
AUG	0	0,33	0,2	0,8	-0,6	
SEP	0,061	1,07	0,15	0,6	0,18	
OKT	0,087	1,38	0	0	1,03	
NOV	0,117	1,74	0	0	1,31	
DEC	0,144	2,06	0	0	1,57	
	-----	-----	-----	-----	-----	
Totaal	1	16	1	4	7,9	

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	9,5	8	0	0
FEB	9,5	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	4	2
AUG	0	0	4	2
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 212 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0,39 (m·K)/W
 Reynoldsgetal 3951
 Thermische weerstand medium / buis 0,01108 (m·K)/W
 Thermische weerstand buismateriaal 0,07752 (m·K)/W
 Contact weerstand buis / vulmateriaal 0 (m·K)/W
 Boorgat thermische weerstand medium / grond 0,1056 (m·K)/W
 Effectieve thermische weerstand boorgat 0,1152 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	10,8	34,9	0
FEB	10,4	34,9	0
MRT	8,97	0	0
APR	7,41	0	0
MEI	1,32	0	0
JUN	-5,19	0	0
JUL	-5,19	0	-19,3
AUG	-3,86	0	-19,3
SEP	1,14	0	0
OKT	6,68	0	0
NOV	8,49	0	0
DEC	10,1	0	0

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	4,33	4,11	3,98	3,85
FEB	8,7	4,37	4,16	4,04	3,91
MRT	8,7	4,8	4,6	4,48	4,35
APR	8,7	5,35	5,15	5,03	4,9
MEI	8,7	7,56	7,37	7,26	7,13
JUN	8,7	10,1	9,89	9,77	9,65
JUL	8,7	10,3	10,1	10	9,89
AUG	8,7	9,97	9,8	9,69	9,56
SEP	8,29	8,22	8,05	7,94	7,82
OKT	6,24	6,14	5,98	5,87	5,74
NOV	5,43	5,32	5,16	5,06	4,93
DEC	4,7	4,59	4,44	4,33	4,21

BASISVERMOGEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 3,85 °C Aan het einde van JAN
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,89 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	-0,46	-0,68	-0,8	-0,94
FEB	8,7	-0,5	-0,72	-0,84	-0,97
MRT	8,7	4,8	4,6	4,48	4,35
APR	8,7	5,35	5,15	5,03	4,9
MEI	8,7	7,56	7,37	7,26	7,13
JUN	8,7	10,1	9,89	9,77	9,65
JUL	8,7	10,3	10,1	10	9,89
AUG	8,7	9,97	9,8	9,69	9,56
SEP	8,29	8,22	8,05	7,94	7,82
OKT	6,24	6,14	5,98	5,87	5,74
NOV	5,43	5,32	5,16	5,06	4,93
DEC	4,7	4,59	4,44	4,33	4,21

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur -0,97 °C Aan het einde van FEB
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 9,89 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	25
JAN	8,7	4,33	4,11	3,98	3,85
FEB	8,7	4,37	4,16	4,04	3,91
MRT	8,7	4,8	4,6	4,48	4,35
APR	8,7	5,35	5,15	5,03	4,9
MEI	8,7	7,56	7,37	7,26	7,13
JUN	8,7	10,1	9,89	9,77	9,65
JUL	8,7	12,4	12,2	12,1	12
AUG	8,7	12,3	12,1	12	11,9
SEP	8,29	8,22	8,05	7,94	7,82
OKT	6,24	6,14	5,98	5,87	5,74
NOV	5,43	5,32	5,16	5,06	4,93
DEC	4,7	4,59	4,44	4,33	4,21

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 25

Minimum gemiddelde medium temperatuur 3,85 °C Aan het einde van JAN
 Maximum gemiddelde medium temperatuur 12 °C Aan het einde van JUL

Groot Zonnehoeve te Apeldoorn

Rekensheet Bodemenergieplan

Naam:	
Straat:	
Huisnr.:	
Datum:	
Opmerking:	Kaveloppervlak 400 m ²

Gegevens woning/gebouw (bouwwerk)			
	Bouwwerk	SPF	Bodem
Warmtelevering ruimteverwarming	12,0 MWh	4,5	9,3 MWh
Warmtelevering tapwaterverwarming	4,0 MWh	3,0	2,7 MWh
Jaarlijkse warmteonttrekking aan bodem			12,0 MWh
Koudelevering	4,0 MWh	20	4,2 MWh
Jaarlijkse warmtetoevoer aan bodem			4,2 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem			7,8 MWh

Berekening aan te boren bodemdiepte			
Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	43,2 kWh/m	uit tabel bodemenergieplan	
Berekende aan te boren minimale bodemdiepte			181 m

Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte (door aannemer)			
Temperatuurcorrectie kavel volgens Bodemenergieplan	2,1 °C		
Indicatie gemiddelde bodemtemperatuur tot	212 m		8,7 °C
Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte tot	212 m		1
Totale boorgat lengte			212 m

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**