

Bodemenergieplan

Gesloten bodemenergiesystemen in Laak 3 (Vathorst Amersfoort)





Datum 29 mei 2019

Referentie 68313/HeM/20190529

Betreft Bodemenergieplan gesloten systemen in Laak 3 (Vathorst Amersfoort)

Behandeld door R. Wennekes / F. van Aken

Gecontroleerd door H. Mathijssen

Versienummer Definitief 1.0

OPDRACHTGEVER

Ontwikkelingsbedrijf Vathorst
Veenslagen 33
3825 RT Amersfoort
T 033 451 1013
E info@vathorst.com

OPSTELLER BODEMENERGIEPLAN

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

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	4
1.1 Laak 3	4
1.2 Podium	4
1.3 Werkingsprincipe	4
1.4 Interferentie	5
1.5 Verordening interferentiegebied	5
1.6 Regels en bodemenergieplan	6
2 Geohydrologisch onderzoek	7
2.1 Bodemopbouw	7
2.2 Geohydrologie	8
2.3 Risicoanalyse	12
3 Bodemenergieplan	13
3.1 Doelstelling	13
3.2 Interferentie en ontwerp	13
3.3 Uitgangspunten interferentieberekening	14
3.4 Resultaten interferentieberekening	14
3.5 Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking	15
3.6 Temperatuurcorrectie	15
4 Regels	16
4.1 Algemene regels	16
4.2 Locatie specifieke regels	16
5 Voorbeeldberekening	18
5.1 Inleiding	18
5.2 Woning	18
5.3 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 voorbeeldberekening	24

1 Inleiding

1.1 LAAK 3

Verwarming van de nieuw te bouwen woningen en bedrijfsgebouwen in Laak 3 vindt gasloos plaats. Het moet nu en in de toekomst mogelijk zijn om alle woningen en bedrijfsgebouwen te verwarmen met behulp van individuele elektrisch aangedreven combiwarmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen.



Figuur 1.1 | Locatie Laak 3 in Amersfoort

1.2 PODIUM

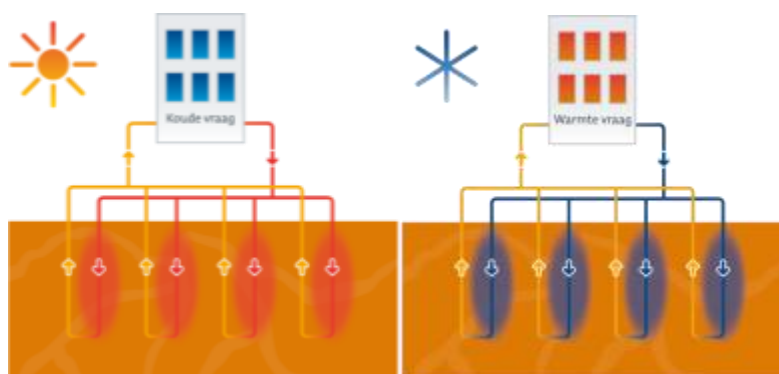
Dit bodemenergieplan geldt voor de gesloten bodemenergiesystemen in Laak 3. Direct ten zuiden van Laak 3 ligt het plangebied Podium. Het bodemenergieplan van Laak 3 is zo opgesteld dat rekening wordt gehouden met eventuele toekomstige ontwikkelingen in Podium (gebaseerd op basis van schetsontwerpen) en de interferentie van de gesloten systemen in Podium op de systemen in Laak 3. Tevens zijn in Podium reeds twee open bodemenergiesystemen gerealiseerd.

1.3 WERKINGSPRINCIPE

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

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

Door de warmteonttrekking daalt de temperatuur van de bodem rondom het gesloten bodemenergiesysteem. Hiervan kan in de zomer weer gebruik worden gemaakt om de woning/bedrijfsgebouw van (beperkte) koeling te voorzien. De temperatuur van de bodem rondom het gesloten bodemenergiesysteem zal hierdoor weer toenemen. Omdat de jaarlijkse warmteonttrekking aan de bodem naar verwachting groter is dan de jaarlijkse warmtetoevoer in de zomer (koeling), daalt de temperatuur van de bodem.



Figuur 1.2 | Principeschema gesloten bodemenergiesysteem

1.4 INTERFERENTIE

De woningen en bedrijfsgebouwen in Laak 3 onttrekken netto warmte aan de bodem. Deze grootschalige warmteonttrekking resulteert in een temperatuurdaling van de bodem. Dit houdt in dat voor een gesloten systeem op elke kavel rekening moet worden gehouden met de temperatuurdaling van de bodem ten gevolge van alle gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving.

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

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

1.5 VERORDENING INTERFERENTIEGEBIED

De gemeente Amersfoort heeft Laak 3 aangewezen als een interferentiegebied. Dit houdt in dat voor een gesloten bodemenergiesysteem de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag moet worden aangevraagd.

1.6 REGELS EN BODEMENERGIEPLAN

De regels voor waaraan de realisatie en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen in Laak 3 moeten voldoen zijn verwoord in dit bodemenergieplan. Deze regels zijn zo opgesteld dat nieuw te bouwen woningen/bedrijfsgebouwen 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 wordt voorkomen. Indien uit de vergunningaanvraag blijkt dat aan de regels wordt voldaan, kan door het bevoegd gezag de vergunning worden verleend.

2 Geohydrologisch onderzoek

2.1 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw op de locatie van Laak 3 en in de directe omgeving van de locatie (waaronder Podium) 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;
- Boorbeschrijvingen van omliggende bodemenergiesystemen.

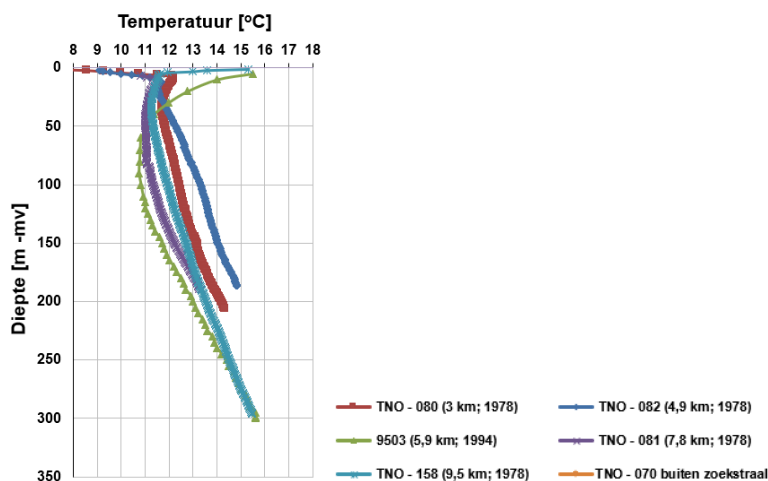
De verwachte bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 2.1. In Figuur 2.1 zijn gemeten temperaturen van de bodem binnen een straal van 10 km rondom Laak 3 weergegeven.

Tabel 2.1 | Bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie	tempera- tuur [°C]	warmtegeleidings- coëfficiënt [W/m².K]	warmte- capaciteit [MJ/m³.K]	grondwater- stroming [m/jaar]
0 - 15	fijn zand	1 ^e watervoerend pakket A	ca. 10,5	2,3	2,5	5 m/jaar naar het W
15 - 22	klei en veen	lokale schei- dende laag	ca. 10,5	1,7	2,5	-
22 - 50	matig grof zand	1 ^e watervoerend pakket B	ca. 11	2,4	2,5	10 m/jaar naar het NNW
50 - 51	klei	1 ^e scheidende laag	ca. 11	1,7	2,5	-
51 - 170	matig grof tot uiterst grof zand met grind en enkele kleilagen	2 ^e watervoerend pakket	ca. 11 - 13	2,4	2,5	15 m/jaar naar het WNW
170 - 210	klei met inschakelingen van zandlagen	2 ^e scheidende laag	ca. 13 - 13,5	1,9	2,5	-
210 - 280	afwisselend fijn zand en zandige klei, veel schelpenmateriaal	3 ^e watervoerend pakket	ca. 13,5 - 15	2,2	2,5	onbekend
> 280	klei en fijn zand	hydrologische basis	oplopend vanaf ca. 15	1,7	2,5	-

* het maaiveld bevindt zich op circa 2,5 m+NAP

Op basis van de verkregen gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot een diepte van circa 280 m-mv geschikt is voor het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen. Vanaf 280 m mv begint de hydrologische basis, bestaande uit voornamelijk klei.



Figuur 2.1 | Temperatuurmetingen bodem binnen 10 km van Laak 3 (bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology)

2.2

GEOHYDROLOGIE

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

Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp	toelichting	
bodempopbouw		
dikte pakket	✓	voldoende diepte beschikbaar
grondwater		
grondwaterstand	✓	1,9 m+NAP (1,6 - 2,3 m+NAP) (bron: peilbuis B32B1919)
stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	✓	1,9 m+NAP (1,5 - 2,1 m+NAP) (bron: peilbuis B32B0042)
stijghoogte 2 ^e watervoerend pakket	✓	1,9 m+NAP (1,6 - 2,2 m+NAP) (bron: peilbuis B32B0042)
stijghoogte 3 ^e watervoerend pakket	⚠ 1	2,7 m+NAP (2,5 - 2,8 m+NAP) (bron: peilbuis B32B0256)
artesisch grondwater	⚠ 1	mogelijk aanwezig
vergunbaarheid		
bodemenergieplan	✓	niet gelegen in bodemenergieplan
grondwatergebruikers	⚠ 2	diverse andere bodemenergiesystemen in de omgeving
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen natuur aanwezig binnen 1.000 m
archeologie/aardkundig waardevol gebied	⚠ 3	archeologisch waardevol verwachtingsgebied, niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
aanwezigheid waterkering/spoor/begraafplaats	✓	spoor tussen beide locaties, waterkering op circa 700 m afstand, geen begraafplaats aanwezig binnen circa 1.000 m
inpassing en realisatie		
belangen	✓	aanwezige kabels en leidingen: overleg met gemeente kan nodig zijn
verontreinigingen	⚠ 4	o.b.v. beschikbare informatie is onduidelijk of er verontreinigingen aanwezig zijn
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt	⚠ aandachtspunt of risico	✗ hoog risico of belemmering

In Figuur 3.1 zijn de thermische invloedsgebieden weergegeven van de drie open bodemenergiesystemen in de omgeving en het thermisch invloedsgebied na 50 jaar van de gesloten bodemenergiesystemen.

Gezien de noordwestelijke grondwaterstroming worden het open bodemenergiesysteem van CCNL en de gerealiseerde bronnen van het open bodemenergiesysteem van Het Podium niet beïnvloed door de beoogde gesloten bodemenergiesystemen. De nog niet gerealiseerde warme bronnen van het open bodemenergiesysteem van Het Podium worden naar verwachting niet tot zeer beperkt thermisch beïnvloed door de gesloten bodemenergiesystemen. Eventuele thermische interferentie van de gesloten bodemenergiesystemen op de nog niet gerealiseerde bronnen van het open bodemenergiesysteem van Het Podium zal niet leiden tot ontoelaatbaar rendementsverlies.

Het open bodemenergiesysteem van ICO Vathorst ligt stroomafwaarts van de beoogde gesloten bodemenergiesystemen. Zowel de warme als de koude bron van dit systeem komen te liggen in een omgeving die circa $0,5^{\circ}\text{C}$ lager is dan zonder de gesloten bodemenergiesystemen. Een lagere temperatuur van het grondwater in de omgeving van de koude bron heeft een positief effect. Als wordt aangenomen dat door een lagere warme (en koude) brontemperatuur ook de verdampertemperatuur van de warmtepompinstallatie bij ICO Vathorst circa $0,5^{\circ}\text{C}$ lager is, zal het rendement van de warmtepompinstallatie afnemen met ten hoogste 2%. Dit is gebaseerd op het toelaatbaar temperatuureffect bij gesloten bodemenergiesystemen (5% bij temperatuurdaling van $1,5^{\circ}\text{C}$, zie paragraaf 1.3 in bijlage 2 behorende bij BUM/HUM BE deel 2). De thermische interferentie van de gesloten bodemenergiesystemen op het open bodemenergiesysteem van ICO Vathorst zal dus niet leiden tot ontoelaatbaar rendementsverlies.

Gesloten bodemenergiesystemen

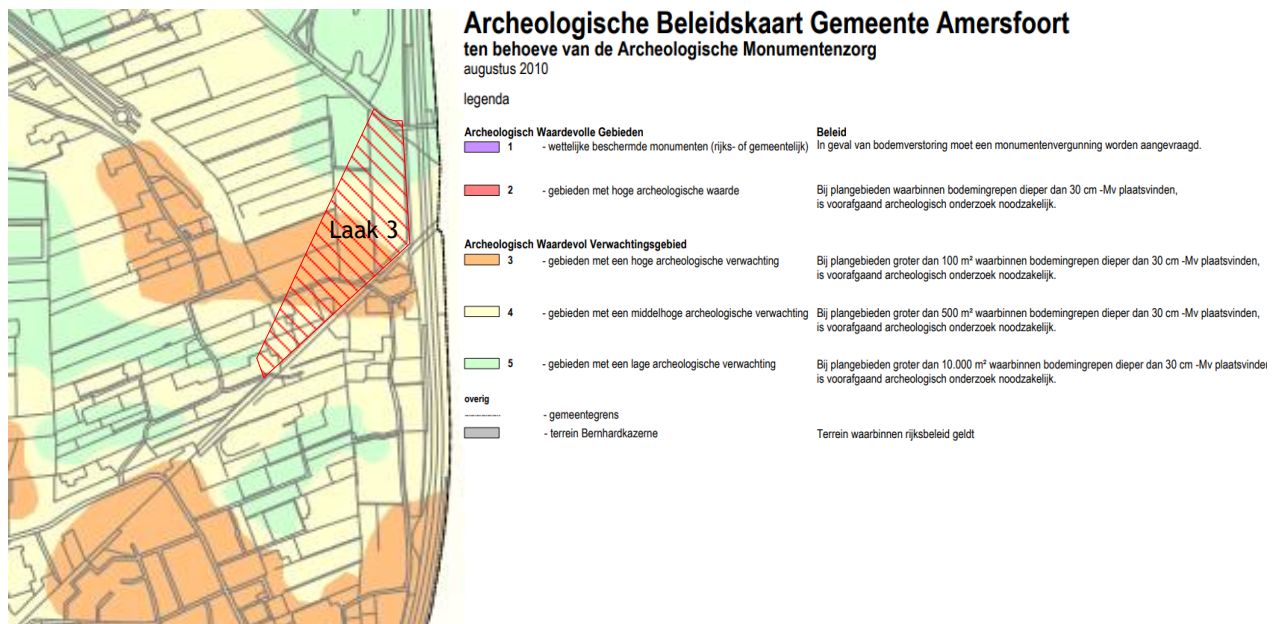
Uit het overzicht van RUD Utrecht (ontvangen op 13 augustus 2018) blijkt dat er binnen een straal van 500 m geen gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn.

Permanente grondwateronttrekkingen

Uit het overzicht van Waterschap Vallei en Veluwe (ontvangen op 13 augustus 2018) blijkt dat er rondom de projectlocatie enkele grondwateronttrekkingen aanwezig zijn (zie Figuur 2.2). Het is van deze systemen niet bekend waarvoor water onttrokken wordt, op welke diepte en met welk debiet.

3. Archeologie

Uit de archeologische beleidskaart van de gemeente Amersfoort blijkt dat er verschillende archeologische waarderingsklassen aanwezig zijn op de locatie van Laak 3 (zie Figuur 2.3). Bij een bepaalde grondverstoorde omvang moet archeologisch onderzoek uitgevoerd worden. Naar verwachting is het benodigde onderzoek al uitgevoerd voor de bouw van de woningen. Indien de gesloten bodemenergiesystemen individueel worden aangelegd, wordt de onderzoeksgrens niet overschreden.



Figuur 2.3 | Archeologische verwachting op de projectlocatie (beleidskaart gemeente Amersfoort)

4. Verontreinigingen

Uit de beschikbare gegevens op bodemloket komt niet naar voren of de ondergrond verontreinigd is. De locatie is niet aangemerkt als verdachte locatie. Op basis van historisch activiteit (landbouw) worden niet direct verontreinigingen verwacht. Voor Laak 3 zijn in 2015 door Ontwikkelingsbedrijf Vathorst bodemonderzoeken uitgevoerd.

2.3 RISICOANALYSE

In Tabel 2.4 is de risicoanalyse met kansen, gevolgen en beheersmaatregelen van de van belang zijnde aspecten samengevat conform het SIKB protocol 11001, paragraaf 8.2.

Tabel 2.4 | *Risicoanalyse*

risico	kans	gevolg	beheersmaatregel
1 bodemopbouw en thermische parameters wijken af	klein, voldoende betrouwbare informatie beschikbaar	invloed op beschikbare te onttrekken energiehoeveelheid	accepteren
2 het doorboren van mobiele verontreiniging, opboren van verontreinigde grond tijdens realisatie	klein, informatie over mogelijke verontreinigingen is onbekend	verwerken verontreinigde grond volgens BRL 2100, Mechanisch boren	accepteren
3 invloed op rendement/functioneren nabijgelegen open bodemenergiesystemen	aanwezig	rendementsverlies open bodemenergiesystemen <0,5°C (geen ontoelaatbaar rendementsverlies)	gesloten systemen dimensioneren met in achtname regels uit dit bodemenergieplan
4 negatieve interferentie tussen individuele gesloten systemen onderling	aanwezig	systemen goed dimensioneren, rekening houdend met systemen in omgeving	gesloten systemen dimensioneren met in achtname regels uit dit bodemenergieplan
5 wateroverlast aan maaiveld door artesisch water tijdens realisatie	aanwezig, stijghoogte in het derde watervoerend pakket komt boven maaiveld uit	water komt boven maaiveld uit tijdens realisatie	toepassen voorbuis en/of eventueel verhoogd opstellen

3 Bodemenergieplan

3.1 DOELSTELLING

Het belangrijkste doel van dit bodemenergieplan is om regels te hebben voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen, zodat voor alle woningen en bedrijfsgebouwen in Laak 3 doelmatig gebruik wordt gemaakt van bodemenergie en dat nadelige beïnvloeding van het systeemrendement door interferentie zo veel mogelijk wordt voorkomen.

De regels zijn in dit bodemenergieplan zodanig omschreven dat het voor de particuliere kavelkooper(s), de ontwikkelaar(s), de aannemer(s), Ontwikkelingsbedrijf Vathorst, de gemeente Amersfoort en de Regionale Uitvoeringsdienst Utrecht duidelijk is waaraan gesloten bodemenergiesystemen moeten voldoen, voor het verkrijgen van de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm).

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 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 geen sprake is van interferentie als de totaal veroorzaakte temperatuurverlaging bij alle andere systemen in de omgeving kleiner is dan 1,5°C. Deze temperatuurdaling wordt ook gehanteerd als richtlijn in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

In woonwijken waar op grote schaal gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast, kan de temperatuurdaling door interferentie groter zijn dan 1,5°C als met elk individueel ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen hiermee rekening wordt gehouden. Het is dus van belang om vooraf, op basis van interferentieberekeningen, het temperatuureffect van grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen te kwantificeren. Deze interferentieberekeningen zijn voor Laak 3 uitgevoerd. Omdat ook de mogelijke gesloten bodemenergiesystemen van Podium invloed hebben op de systemen in Laak 3, zijn deze meegenomen in de berekeningen.

De potentieberekeningen resulteren per kavel in twee grootheden waaraan het ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen moet voldoen. Deze grootheden zijn:

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

Ontwerp

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

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

3.3 UITGANGSPUNTEN INTERFERENTIEBEREKENING

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

De uitgangspunten voor de berekeningen zijn als volgt:

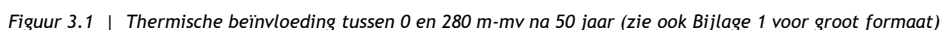
- De verkaveling van Laak 3.
- Mogelijke planontwikkeling Podium, op basis van schetsontwerpen.
- De bodemopbouw en de grondwaterstroming zoals deze zijn omschreven in hoofdstuk 2.
- De maximale diepte van de gesloten bodemenergiesystemen ter bepaling van de maximale netto warmteonttrekking bedraagt 280 m-mv (top hydrologische basis).
- De periode waarvoor de thermische berekeningen zijn uitgevoerd, bedraagt 50 jaar.

Opgemerkt wordt dat de Regionale Uitvoeringsdienst Utrecht (RUD Utrecht) heeft aangegeven dat de berekeningen dienen te worden uitgevoerd voor een periode van 50 jaar. RUD Utrecht wil dit om op lange termijn thermisch goed werkende gesloten bodemenergiesystemen te verkrijgen en te behouden. Deze periode van 50 jaar geldt ook voor de ontwerpberekening die met Earth Energy Designer (EED) wordt uitgevoerd.

3.4 RESULTATEN INTERFERENTIEBEREKENING

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Figuur 3.1 en in Bijlage 1. In dit figuur zijn de contouren van de berekende temperatuurdaling weergegeven na een periode van 50 jaar voor de situatie waarbij op alle kavels warmte aan de bodem wordt onttrokken.

In Bijlage 2 is per kavel opgegeven wat de maximale netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte en de temperatuurdaling is. De nummering van elk gesloten bodemenergiesystemen per kavel is weergegeven in de figuren die in Bijlage 3 zijn opgenomen.



Per kavel is de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking tot een diepte van 280 m-mv en per meter aan te boren diepte berekend. De grootte van de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking is gerelateerd aan de grootte van het kaveloppervlak (in m²) en een maximaal aan te boren diepte van 280 m (tot aan de hydrologische basis). De maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte is per kavel in de tabel in Bijlage 2 opgenomen.

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 bodemenergieplan, gelden de volgende algemene regels:

1. Voor het gesloten bodemenergiesysteem dient de melding: "Aanleg gesloten bodemenergiesysteem buiten inrichtingen" bij het bevoegd gezag te worden ingediend. Hierbij dient aan alle indieningvereisten te worden voldaan, zoals deze zijn opgenomen in artikel 1.13.3 in het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi).
2. Voor het gesloten bodemenergiesysteem dient de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (Obm) bij het bevoegd gezag te worden aangevraagd.
3. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te allen tijde te voldoen aan de "Algemene regels ten aanzien van bodemenergiesystemen", zoals deze zijn omschreven in Hoofdstuk 3a van het Besluit lozen buiten inrichtingen.
4. Indien aantoonbaar aan onderstaande regels 5 tot en met 12 wordt voldaan, is onderbouwing (waaruit blijkt dat het in werking hebben van het systeem niet leidt tot zodanige interferentie met een eerder geïnstalleerde bodemenergiesystemen dat het doelmatig functioneren van de desbetreffende systemen kan worden geschaad) niet nodig. Zie artikel 1.10a.h uit het Besluit lozen buiten inrichtingen.

4.2 LOCATIE SPECIFIEKE REGELS

Voor het installeren en het in werking hebben van een gesloten bodemenergiesysteem binnen de grenzen van dit bodemenergieplan 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 maximale diepte van de boorgaten met bodemlus(sen) bedraagt 280 m-mv.
7. De boorgaten met bodemlus(sen) dienen op eigen kavel in de bodem te worden aangebracht.
8. De afstand tussen een boorgat en de kavelgrens direct grenzend aan een kavel van een naastgelegen woning met (een gerealiseerd of nog te realiseren) bodemenergiesysteem dient te allen tijde groter of gelijk te zijn aan 3,0 m.

Daar waar in verband met een (te) smalle kavelbreedte bovenstaande afstand niet mogelijk is, dient de afstand tussen twee boorgaten te allen tijde groter dan of gelijk dient te zijn aan 6,0 m.

9. De jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte (kWh/m) dient te allen tijde kleiner of gelijk te zijn aan de voor het kavel toegewezen maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte. Zie: "Maximale jaarlijkse netto warmtelevering per meter bodemdiepte" in Bijlage 2.
10. Bij het ontwerp dient voor het bepalen van de minimaal benodigde diepte van de boorgaten en het aantal boorgaten rekening te worden gehouden met de temperatuurdaling die optreedt op het kavel ten gevolge van interferentie. Zie: "Temperatuurcorrectie door interferentie" in Bijlage 2.
11. Ten behoeve van het ontwerp dient voor elk individueel gesloten bodemenergiesysteem een berekening voor een periode van minimaal 50 jaar te worden uitgevoerd. Bij deze berekening dient de temperatuurdaling door interferentie te worden meegenomen.

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

12. Bij wijzigingen in aantal of grootte van één of meerdere kavels dienen de "Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking" en de "Temperatuurcorrectie door interferentie" opnieuw te worden bepaald. Dit vindt als volgt plaats:
 - De "Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking" per meter bodemdiepte (in kWh/m) dient voor het gewijzigde kavel te worden berekend door het oppervlak van het kavel te vermenigvuldigen met 0,15 (kWh/m)/m².
 - Voor de "Temperatuurcorrectie door interferentie" dient de waarde van het dichtstbijzijnde kavel in Bijlage 2 te worden aangehouden.

5 Voorbeeldberekening

5.1 INLEIDING

Om inzicht te geven hoe dit bodemenergieplan moet worden gelezen en hoe de regels moeten worden geïnterpreteerd, is in dit hoofdstuk een voorbeeldberekening uitgewerkt.

In onderstaande tabel is de verklaring van de gebruikte symbolen in dit hoofdstuk opgenomen. De rekensheets en Earth Energy Designer (EED) berekeningen zijn in Bijlage 4 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 WONING

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 nummer 49) 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 4,2 respectievelijk 3,5 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 1,0 MWh per jaar met een SPF van 40 voor de circulatiepomp.

Voor het kavel geldt volgens Bijlage 2 in dit bodemenergieplan een maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter aangeboorde bodemdiepte van 21,2 kWh/m en een temperatuurcorrectie van 0,7°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	4,2 MWh	4,5	$Q_{rv} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $4,2 \times ((4,5 - 1) / 4,5)$	3,3 MWh
Tapwaterverwarming	3,5 MWh	3,0	$Q_{tw} \times ((SPF - 1) / SPF)$ $3,5 \times ((3,0 - 1) / 3,0)$	2,3 MWh
Warmteonttrekking aan bodem				5,6 MWh
Koeling	1,0 MWh	40	$Q_k + (Q_k / SPF)$ $1,0 + (1,0 / 40)$	1,0 MWh
Warmtetoevoer aan bodem				1,0 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem				4,6 MWh

Minimaal benodigde diepte van de boorgaten ten aanzien van interferentie (regel 9)

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 21,2 kWh/m. Bij de maximale boordiepte van 280 m houdt dit in dat de maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking op het desbetreffende kavel 5,9 MWh bedraagt. Deze hoeveelheid is groter dan benodigd. 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: 216 m-mv (4.600 kWh/21,2 kWh/m).

Ontwerp gesloten bodemenergiesysteem (regels 10 en 11)

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

Om aan deze regel te voldoen dient per individueel gesloten bodemenergiesysteem een ontwerp voor 50 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 ongeveer 100 m diepte kan worden volstaan. Echter de minimale aan te boren diepte op basis van interferentie bedraagt 216 m, waardoor deze boordiepte 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 216 m na 50 jaar daalt tot +6,4°C. Met een temperatuurverschil over de verdampers van de warmtepomp van 4°C, resulteert dit in een minimale temperatuur van de circulatievloeistof van +4,4°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{gem, circulatievloeistof} - (\Delta T_{verdampers} / 2) = +6,4^{\circ}\text{C} - (4,0 / 2) = +4,4^{\circ}\text{C}$$

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

De in Earth Energy Designer (EED) te hanteren bodemtemperatuur ($T_{bodem \text{ met correctie}}$) bedraagt 11,2°C. Deze is als volgt berekend:

$$T_{bodem \text{ natuurlijk}} = 0,0063 * 216 + 10,5^{\circ}\text{C} = 11,9^{\circ}\text{C}$$

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:

$$T_{bodem \text{ met correctie}} = T_{input \text{ EED}} = 11,9 - 0,7 = 11,2^{\circ}\text{C}$$

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 216 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 WARMTEVRAAG GROTER DAN MAXIMALE NETTO JAARLIJKSE WARMTELEVERING BODEM

Indien een relatief grote woning of bedrijfsgebouw wordt gerealiseerd op een klein kavel, is de kans aanwezig dat de benodigde jaarlijkse netto warmteonttrekking groter is 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.

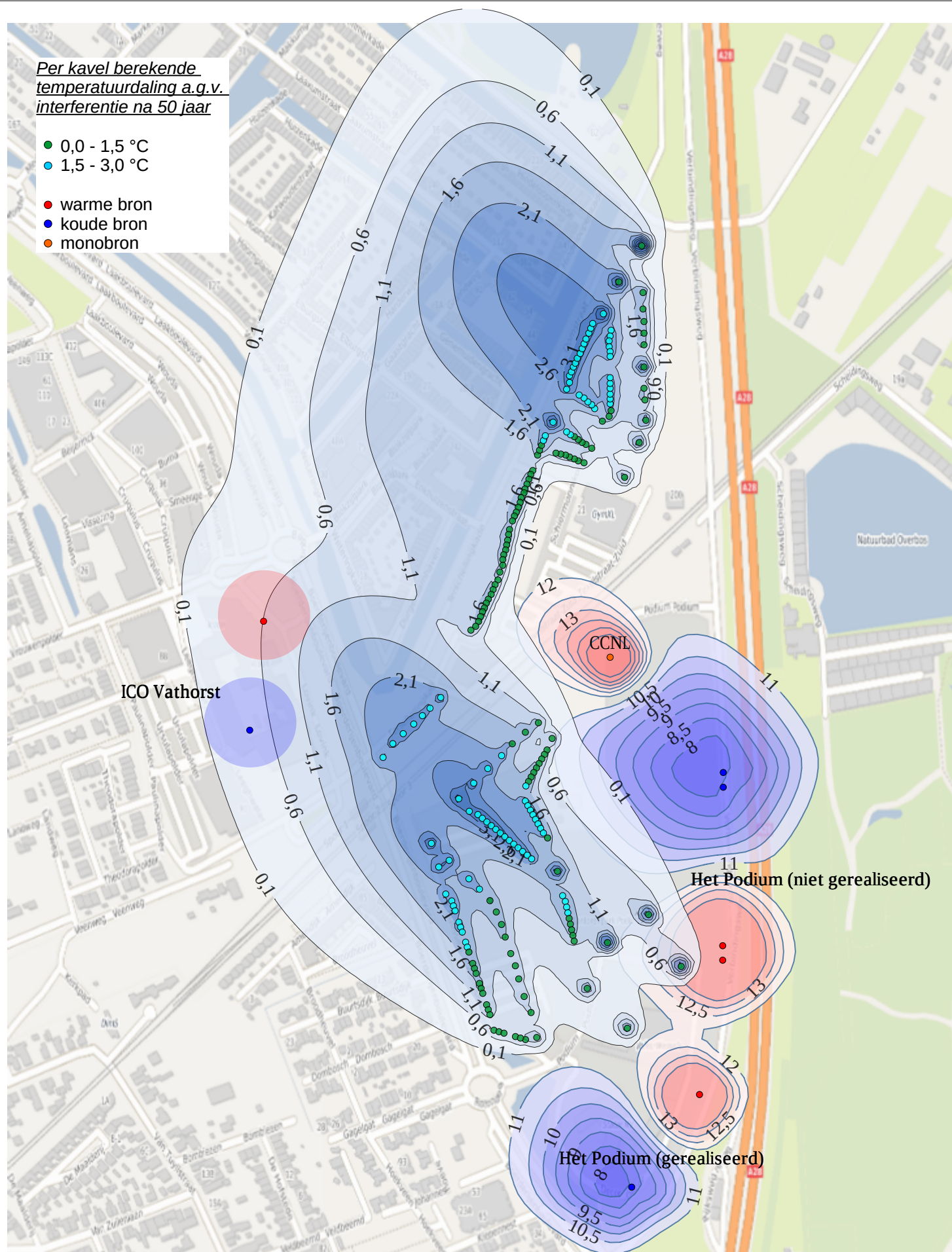
Het verkleinen van de warmtevraag en/of het vergroten van de koudevraag/regeneratie leiden tot een kleinere jaarlijkse netto warmteonttrekking aan de bodem. De jaarlijkse netto warmteonttrekking dient dusdanig te worden verlaagd, totdat deze kleiner is of gelijk aan de maximale jaarlijkse netto warmtelevering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

Bijlage 1 Figuur met thermische beïnvloeding

Per kavel berekende
temperatuurdaling a.g.v.
interferentie na 50 jaar

- 0,0 - 1,5 °C
- 1,5 - 3,0 °C

- warme bron
- koude bron
- monobron



0m 100m 200m 300m

Project: Laak 3, Amersfoort

Datum: A: 29-05-2019
B:

Onderwerp: Thermische beïnvloeding na 50 jaar

Figuur: Stadium: bodemenergieplan
Referentie: 68313/HeM Getek.: F. van Aken Form.: A4



Bijlage 2 Warmteonttrekking en temperaturen

Laak 3

29 mei 2019

Nummer	Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	Temperatuurcorrectie door interferentie
	kWh/m	°C
1	209,6	0,2
2	116,6	1,3
3	68,9	0,6
4	51,6	0,7
5	42,3	0,7
6	42,3	0,7
7	42,2	0,6
8	117,2	0,4
9	42,2	0,6
10	42,2	0,6
11	101,4	0,2
12	108,0	0,1
13	89,6	0,0
14	18,9	1,1
15	26,9	1,2
16	20,0	1,4
17	16,7	1,6
18	16,7	1,7
19	17,1	1,7
20	16,1	1,8
21	16,7	1,8
22	17,4	1,7
23	13,2	1,6
24	14,3	1,8
25	14,3	1,9
26	14,3	2,0
27	15,3	2,0
28	34,5	2,1
29	24,3	2,4
30	19,7	2,6
31	15,6	2,7
32	15,6	2,7
33	17,7	2,7
34	17,7	2,6
35	17,7	2,6
36	17,7	2,6
37	17,7	2,6
38	19,7	2,6
39	17,7	2,7
40	19,7	2,7
41	18,5	2,6
42	109,7	1,8
43	15,2	1,8
44	16,1	2,0
45	16,8	2,0
46	16,8	1,9
47	16,8	1,9
48	17,6	1,7
49	21,2	0,7
50	12,8	1,0
51	13,2	1,1
52	14,3	1,3
53	14,7	1,4
54	15,8	1,5
55	16,2	1,5
56	18,6	0,4
57	11,9	0,7
58	12,9	0,8
59	13,4	0,9
60	14,4	1,0
61	15,0	1,0
62	15,8	0,9
63	21,5	0,9
64	20,4	1,2
65	20,6	1,4
66	19,4	1,6
67	19,7	1,6
68	110,1	1,6
69	24,0	0,8
70	23,1	1,0
71	23,4	0,9

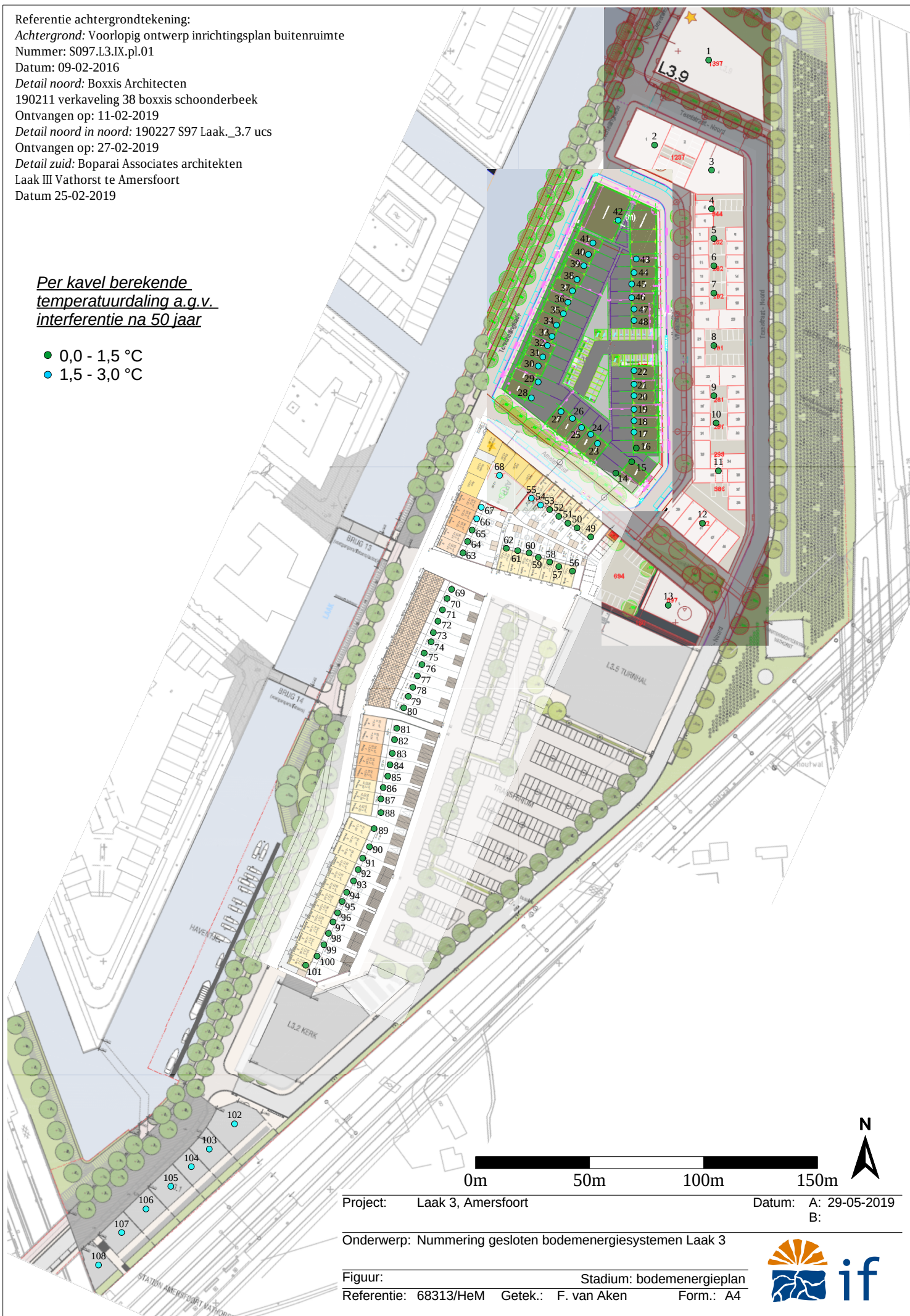
72	23,7	1,0
73	24,2	1,1
74	24,5	1,0
75	25,8	1,0
76	26,3	1,0
77	26,6	1,0
78	26,9	1,0
79	27,5	1,0
80	25,7	0,9
81	29,4	0,9
82	28,5	1,0
83	26,4	1,0
84	25,7	1,0
85	25,1	1,0
86	23,4	1,0
87	23,0	1,0
88	27,8	0,8
89	38,3	0,7
90	28,2	0,7
91	25,2	0,9
92	22,8	0,9
93	23,6	0,9
94	22,5	1,0
95	22,2	1,1
96	22,5	1,1
97	22,2	1,1
98	23,7	1,0
99	23,6	1,0
100	22,4	1,0
101	26,1	0,9
102	47,6	1,8
103	24,4	2,1
104	19,5	2,2
105	28,4	2,3
106	27,5	2,3
107	26,7	2,2
108	26,8	2,0

Bijlage 3 Nummering gesloten systemen

Referentie achtergrondtekening:
 Achtergrond: Voorlopig ontwerp inrichtingsplan buitenruimte
 Nummer: S097.L3.IX.pl.01
 Datum: 09-02-2016
 Detail noord: Boxxis Architecten
 190211 verkaveling 38 boxxisschoonderbeek
 Ontvangen op: 11-02-2019
 Detail noord in noord: 190227 S97 Laak_3.7 ucs
 Ontvangen op: 27-02-2019
 Detail zuid: Boparai Associates architecten
 Laak III Vathorst te Amersfoort
 Datum 25-02-2019

Per kavel berekende
 temperatuurdaling a.g.v.
 interferentie na 50 jaar

- 0,0 - 1,5 °C
- 1,5 - 3,0 °C



Project: Laak 3, Amersfoort

Datum: A: 29-05-2019
 B:

Onderwerp: Nummering gesloten bodemenergiesystemen Laak 3

Figuur: Stadium: bodemenergieplan
 Referentie: 68313/HeM Getek.: F. van Aken Form.: A4



Bijlage 4 Documenten voorbeeldberekening

Laak 3 - Vathorst Amersfoort

Berekeningsheet Bodemenergieplan

Naam:	Laak 3 nummer 49
Straat:	
Huisnr.	
Datum:	29 mei 2019
Opmerking:	Kaveloppervlak circa 140 m ²

Gegevens woning/gebouw (bouwwerk)

	Bouwwerk		SPF		Bodem
Warmtelevering ruimteverwarming	4,2	MWh	4,5		3,3 MWh
Warmtelevering tapwaterverwarming	3,5	MWh	3,0		2,3 MWh
Jaarlijkse warmteonttrekking aan bodem					5,6 MWh
Koudelevering	1,0	MWh	40		1,0 MWh
Jaarlijkse warmtetoevoer aan bodem					1,0 MWh
Jaarlijkse netto warmteonttrekking = Warmteonttrekking aan bodem - Warmtetoevoer aan bodem					4,6 MWh

Berekening aan te boren bodemdiepte

Maximale jaarlijkse netto warmteonttrekking per meter bodemdiepte	21,2	kWh/m	uit tabel bodemenergieplan
Berekende aan te boren minimale bodemdiepte			216 m

Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte (door aannemer)

Temperatuurcorrectie kavel volgens Bodemenergieplan	0,7	°C	
Indicatie gemiddelde bodemtemperatuur tot	216	m	11,2 °C
Aantal bodemlussen tot aan te boren bodemdiepte tot	216	m	1
Totale boorgatlengte			216 m

Voorbeeldberekening 1

NOTITIES VOOR PROJECT

- Bodemenergieplan Laak 3 en Podium
- Voorbeeldberekening 1
- Kaveloppervlak circa 140 m²

Samenvatting

Kosten	-
Aantal boringen	1
Boorgatdiepte	216 m
Totale boordiepte	216 m

ONTWERPGEGEVENS

=====

BODEM

Warmtegeleidingsvermogen bodem	2.25 W/(m·K)
Warmtecapaciteit bodem	2.5 MJ/(m ³ ·K)
Temperatuur aardoppervlak	11.2 °C
Geothermische warmtestroom	0 W/m ²

BOORGAT EN BODEMWARMTEWISSELAAR

Opstellingsvorm	0 ("1 : single")
Boorgatdiepte	216 m
Tussenafstand boorgaten	0 m
Type bodemwarmtewisselaar	Dubbel-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	3.5 MWh
Jaarlijks warmtevraag	4.2 MWh
Jaarlijks koelvraag	1 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	0.94	0	0	0.7
FEB	0.148	0.91	0	0	0.68
MRT	0.125	0.82	0	0	0.6
APR	0.099	0.71	0	0	0.52
MEI	0.064	0.56	0.15	0.15	0.25
JUN	0	0.29	0.25	0.25	-0.062
JUL	0	0.29	0.25	0.25	-0.062
AUG	0	0.29	0.2	0.2	-0.011
SEP	0.061	0.55	0.15	0.15	0.24
OKT	0.087	0.66	0	0	0.48
NOV	0.117	0.78	0	0	0.58
DEC	0.144	0.9	0	0	0.66
	-----	-----	-----	-----	-----
Totaal	1	7.7	1	1	4.57

PIEKVERMOGEN

Maandelijkse piekvermogens [kW]

Maand	Piek verwarmen	Duur	Piek koelen	Duur [h]
JAN	5	4	0	0
FEB	5	4	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)	50
Maand van inbedrijfstelling	SEP

BEREKENDE WAARDEN

=====

* Monthly calculation *

Totale boordiepte 216 m

THERMISCHE WEERSTAND

Thermische weerstand boorgat intern 0.37 (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 0.1197 (m·K)/W

Effectieve thermische weerstand boorgat 0.1303 (m·K)/W

SPECIFIEKE WARMTEONTTREKKING [W/m]

Maand	Basisvermogen		Piekvermogen verwarming
JAN	4.44	18	0
FEB	4.3	18	0
MRT	3.82	0	0
APR	3.28	0	0
MEI	1.58	0	0
JUN	-0.39	0	0
JUL	-0.39	0	-19
AUG	-0.067	0	-19
SEP	1.52	0	0
OKT	3.04	0	0
NOV	3.66	0	0
DEC	4.22	0	0

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

Jaar	1	2	5	10	50
JAN	11.2	9.34	9.19	9.13	9
FEB	11.2	9.36	9.22	9.15	9.03
MRT	11.2	9.51	9.37	9.31	9.19
APR	11.2	9.69	9.57	9.5	9.38
MEI	11.2	10.3	10.2	10.1	10
JUN	11.2	11.1	11	10.9	10.8
JUL	11.2	11.2	11.1	11	10.9
AUG	11.2	11.1	11	10.9	10.8
SEP	10.6	10.5	10.4	10.3	10.2
OKT	10	9.92	9.82	9.76	9.65
NOV	9.74	9.64	9.55	9.49	9.37
DEC	9.48	9.39	9.3	9.24	9.12

BASISVERMOGEN: JAAR 50

Minimum gemiddelde medium temperatuur 9 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.9 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	50
JAN	11.2	6.79	6.64	6.57	6.45
FEB	11.2	6.77	6.63	6.57	6.44
MRT	11.2	9.51	9.37	9.31	9.19
APR	11.2	9.69	9.57	9.5	9.38
MEI	11.2	10.3	10.2	10.1	10
JUN	11.2	11.1	11	10.9	10.8
JUL	11.2	11.2	11.1	11	10.9
AUG	11.2	11.1	11	10.9	10.8
SEP	10.6	10.5	10.4	10.3	10.2
OKT	10	9.92	9.82	9.76	9.65
NOV	9.74	9.64	9.55	9.49	9.37
DEC	9.48	9.39	9.3	9.24	9.12

PIEKVERMOGEN VERWARMEN: JAAR 50

Minimum gemiddelde medium temperatuur 6.44 °C Aan het einde van FEB

Maximum gemiddelde medium temperatuur 10.9 °C Aan het einde van JUL

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

Jaar	1	2	5	10	50
JAN	11.2	9.34	9.19	9.13	9
FEB	11.2	9.36	9.22	9.15	9.03
MRT	11.2	9.51	9.37	9.31	9.19
APR	11.2	9.69	9.57	9.5	9.38
MEI	11.2	10.3	10.2	10.1	10
JUN	11.2	11.1	11	10.9	10.8
JUL	11.2	14.2	14.1	14	13.9
AUG	11.2	14.2	14.1	14	13.9
SEP	10.6	10.5	10.4	10.3	10.2
OKT	10	9.92	9.82	9.76	9.65
NOV	9.74	9.64	9.55	9.49	9.37
DEC	9.48	9.39	9.3	9.24	9.12

PIEKVERMOGEN KOELING: JAAR 50

Minimum gemiddelde medium temperatuur 9 °C Aan het einde van JAN

Maximum gemiddelde medium temperatuur 13.9 °C Aan het einde van JUL

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**