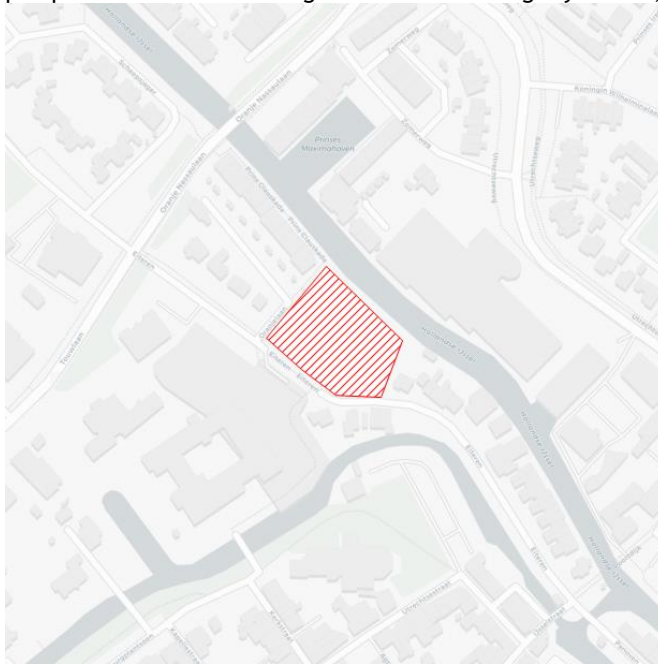


Datum 24 juli 2018
Referentie 68311/HeM/20180724
Project Eiteren te IJsselstein
Betreft Geohydrologisch vooronderzoek gesloten bodemenergiesystemen
Auteur [REDACTED]
Gecontroleerd door [REDACTED]

1 Inleiding

Het project betreft een nieuwbouwwijk, bestaande uit 18 grondgebonden woningen aan de Hollandse IJssel in IJsselstein (zie Figuur 1). De woningen zullen gerealiseerd worden aan de Eiteren. Voor de klimatisering van de woningen wordt gedacht aan het toepassen van individuele warmtepompen in combinatie met gesloten bodemenergiesystemen, bestaande uit verticale bodemplussen.



Figuur 1 | Projectlocatie rood gearceerd

AM heeft IF Technology gevraagd om voor dit project het benodigde geohydrologisch vooronderzoek uit te voeren, zoals deze in paragraaf 8.2 in het SIKB Protocol 11001 is beschreven. Met dit onderzoek wordt inzicht gegeven of gesloten bodemenergiesystemen op de locatie mogelijk zijn en wat de voornaamste risico's met bijbehorende beheersmaatregelen zijn.

Het geohydrologisch vooronderzoek is in deze notitie beschreven. Opgemerkt wordt dat dit onderzoek geen (detail)ontwerp van de gesloten bodemenergiesystemen betreft en dat hiermee nog geen invulling is gegeven aan de werkzaamheden zoals omschreven in paragraaf 8.4 tot en met 8.7 en hoofdstuk 9 van het Protocol 11001.

2 Informatie

Bodemopbouw en thermische parameters

De bodemopbouw op de locatie 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 DINOket;
- Boorbeschrijving van een open bodemenergiesysteem in de omgeving.

In Tabel 1 is de beschikbare informatie van bodemopbouw op de locatie en de thermische parameters samengevat.

Tabel 1 | Informatie bodemopbouw met thermische parameters

diepte [m-mv] ^a	lithologie	geohydrologische benaming	temperatuur [°C]	Warmtegeleidings-coëfficiënt [W/m.K]	warmtecapaciteit [MJ/m ³ .K]	stroming grondwater + richting [m/jaar]
0 - 5	klei en veen	deklaag	ca. 13	1,4	2,3	-
5 - 60	matig tot grof zand met klei bijmenging	1 ^e watervoerend pakket	ca. 12 - 13	2,2	2,5	ca. 12,5 richting west-noordwest
60 - 75	klei en fijn zand	1 ^e scheidende laag	ca. 12	1,9	2,5	-
75 - 105	matig tot grof zand	2 ^e watervoerend pakket	ca. 12	2,4	2,5	ca. 7,5 richting noordwest
105 - 115	klei en zand	lokale scheidende laag	ca. 12	1,9	2,5	-
115 - 160	matig en grof zand	2 ^e watervoerend pakket	ca. 12 - 13	2,4	2,5	ca. 7,5 richting noordwest
160 - 170	klei en zand	2 ^e scheidende laag	ca. 13	1,9	2,5	-
170 - 190	matig en grof zand	3 ^e watervoerend pakket	ca. 13,5	2,4	2,5	onbekend ^c
190 - 195	klei en zand	lokale scheidende laag	ca. 13,5	1,9	2,5	-
195 - 280	matig en grof zand met kleilagen	3 ^e watervoerend pakket	ca. 13,5 - 16 ^b	2,2	2,5	onbekend ^c
280 - 290	klei en zand	3 ^e scheidende laag	ca. 16 ^b	1,9	2,5	-
290 - 330	matig en fijn zand	4 ^e watervoerend pakket	ca. 17 ^b	2,4	2,5	onbekend ^c
> 330	klei en fijn zand	hydrologische basis	hoger dan 17 ^b	1,9	2,5	-

^a het maaiveld bevindt zich op circa 1,5 m +NAP

^b geëxtrapoleerd op basis van database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology

^c geen data beschikbaar. Naar verwachting vergelijkbaar of lager dan het tweede watervoerend pakket.

De bodem is geschematiseerd in een eerste, tweede, derde en vierde watervoerend pakket. Op basis van de beschikbare gegevens en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot een diepte van 330 m-mv geschikt is voor het toepassen van verticale bodemlussen voor gesloten bodemenergiesystemen.

Overige informatie

De overige relevante informatie is:

- De maaiveldhoogte bedraagt circa 1,5 m +NAP (bron: AHN en proefboring Isselwaerde).
- De grondwaterstand aan maaiveld bedraagt gemiddeld 0,25 m +NAP en varieert tussen -0,6 en 1,0 m +NAP (bron: peilbuis B38F2415).
- De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket bedraagt circa 0,75 m -NAP en varieert tussen 0,95 en 0,39 m -NAP (bron: peilbuis B38F2414).
- De stijghoogte in het tweede watervoerende pakket bedraagt gemiddeld 1,5 m -NAP (bron: REGIS).
- De stijghoogtes en grondwaterstromingen van het derde en vierde watervoerend pakket zijn niet bekend.
- De locatie is niet gelegen in een interferentiegebied.
- De projectlocatie is gelegen in de beschermingszone van een waterkering.
- De projectlocatie is niet gelegen in een natuurgebied of archeologisch of aardkundig waardevol gebied.

Omgevingsbelangen

Open bodemenergiesystemen

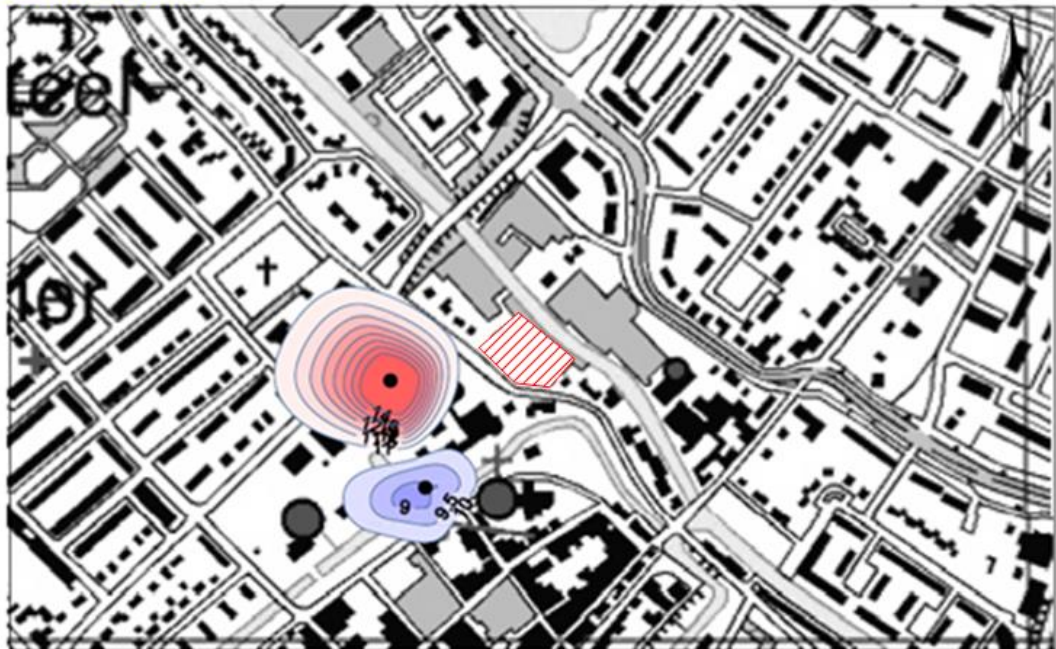
Bij Regionale Uitvoeringsdienst (RUD) is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht (19 juli 2018) blijkt dat er binnen een straal van 700 m zes open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 | Open bodemenergiesystemen binnen een straal van 700 m van de projectlocatie.

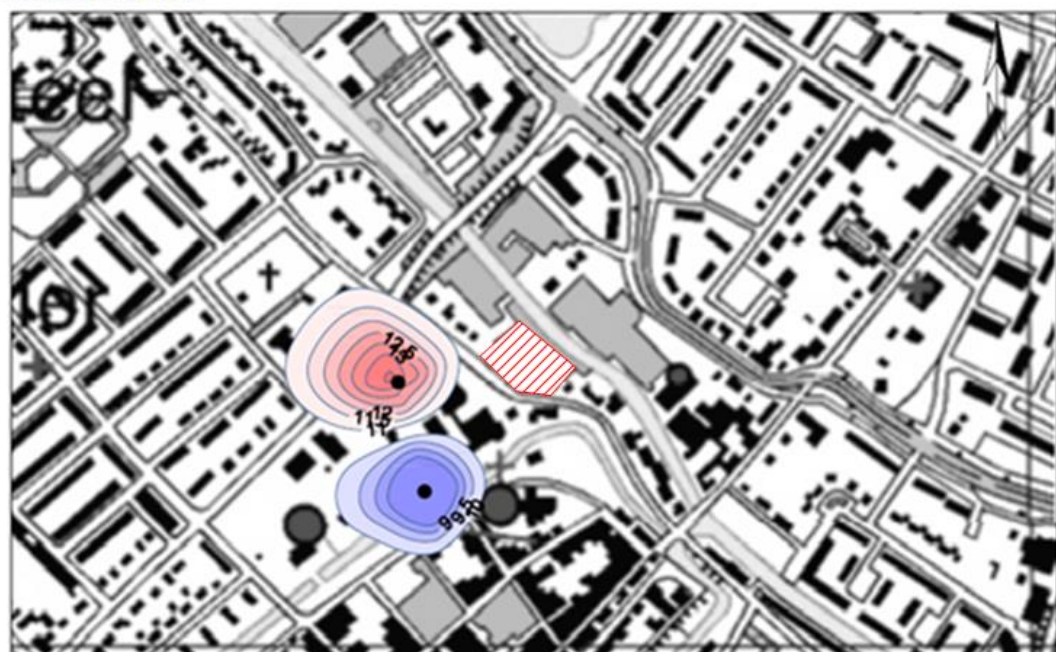
bedrijfsnaam	type systeem	afstand en richting t.o.v. project	debiet [m ³ /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m ³ /jaar]	watervoerend pakket
Isselwaerde	doublet	120 m ten zuidwesten	22	168.000	1 ^e
Schilte Beheer B.V.	energieopslag	275 m ten oosten	9	-	1 ^e
IJsselsteinse woningbouwvereniging	koeling	390 m ten noorden	9	-	1 ^e
Stadhuis IJsselstein	doublet	590 m ten zuidwesten	50	212.000	1 ^e
Rabobank Lopikerwaard	monobron	595 m ten zuidwesten	6	42.000	2 ^e
Ewoud Gasthuis	doublet	650 m ten zuiden	40	80.000	1 ^e

De projectlocatie valt net buiten het thermisch invloedsgebied van het Isselwaerde (zie Figuur 2). Voor de melding (Besluit lozen buiten inrichting) zal moeten worden beargumenteerd dat de eventuele temperatuurinvloed van de gesloten bodemenergiesystemen niet leidt tot ontoelaatbaar rendementsverlies van het open bodemenergiesysteem.

situatie einde zomer



situatie einde winter



0 50 100 150 200 250

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2008]

Project: Energieopslag verpleeghuis Isselwaerde te Usselstein

Datum:
A: 10-03-2008
B: -

Orderref: Berekende temperatuurcontouren in het
opslagpakket na 20 jaar energieopslag [°C]

Figuur: 5.1 Status: definitief Datum: effectenstudie

Referentie: 57376/PW Geek: J.J. Schuur: - W&K (s) Form: A4

Figuur 2 | Thermisch invloedsgebied na 20 jaar energieopslag van nabijgelegen Isselwaerde doublet. Berekend met maximale waterhoeveelheden. Doublet is gerealiseerd in 2010. Projectlocatie is rood gearceerd.

Gesloten bodemenergiesystemen

Uit de WKO-tool blijkt dat er binnen een straal van 700 m van de projectlocatie geen gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Er is een overzicht opgevraagd bij de Omgevingsdienst Regio Utrecht (ODRU) van gesloten systemen. Dit overzicht hebben wij tot op heden nog niet ontvangen.

Permanente grondwateronttrekkingen

Uit het overzicht van de RUD (19 juli 2018) blijkt dat binnen een straal van 1 km geen grote industriële grondwateronttrekkingen of drinkwaterwinningen aanwezig zijn.

Waterkering

De volledige projectlocatie bevindt zich in de beschermingszone (blauw) van de waterkering (Hollandse IJssel) en een deel van de projectlocatie valt in de waterstaatswerkzone (roze, zie Figuur 3). In de waterstaatswerkzone is een gesloten bodemenergiesysteem mogelijk niet toegestaan. Voor de beschermingszone gelden geen beperkingen.

Door het waterschap wordt geadviseerd de bodemlussen aan te brengen in de tuin achter de woningen buiten de waterstaatswerkzone.



Figuur 3 | De keringzones op de projectlocatie. In roze de waterstaatswerkzone en in blauw de beschermingszone. Bron: memo DM 1389410 9 mei 2018.

Verontreinigingen

De bodem van de projectlocatie is gesaneerd tussen 2010 en 2012. Uit het verkennend bodem- en asbestonderzoeksrapport van Aelmans (2018) blijkt dat na afloop van de bodemsanering nog enkele verontreinigingen aanwezig zijn op het terrein. Uit de analyseresultaten blijkt dat de concentraties lood, zink, kwik, PAK en/of PCB in de bovengrond, de achtergrondwaarden overschrijden doch niet de bodemindex dan wel interventiewaarden. In de ondergrond blijkt een licht verhoogde concentratie nikkel aanwezig te zijn. De concentratie nikkel overschrijdt niet de bodemindex noch interventiewaarde. Uit de analyseresultaten van het grondwater blijkt, dat de concentratie barium de betreffende streefwaarde overschrijdt, maar niet de tussenwaarde of interventiewaarde.

Wanneer de bodemluslocaties bekend zijn, moet nader onderzoek gedaan worden naar de aanwezigheid en diepte van de verontreinigingen. Indien een verontreinigd watervoerend pakket

doorboord gaat worden, zullen er extra maatregelen genomen moeten worden tijdens de realisatie om verspreiding van verontreinigingen naar dieper gelegen pakketten te voorkomen.

Uit het verkennend bodem- en asbestonderzoeksrapport van Aelmans (2018) blijkt ook dat er op een klein deel van de projectlocatie een leeflaag aanwezig is (zie Figuur 4) met een verplichting deze in stand te houden. In de leeflaag is een gesloten bodemenergiesysteem niet toegestaan. Werkzaamheden die reiken tot de verontreinigde bodem onder de leeflaag of de dikte van de leeflaag verminderd, kunnen alleen plaats vinden na toestemming van het bevoegd gezag Wet bodembescherming (Deeladvies Z-2018-59104 / D - 394, d.d. 27 juni 2018).

Ten behoeve van het boren van de bronnen dient de booraannemer zich te houden aan de BRL-SIKB- 2101, Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen. Als er handelingen in de bodem worden verricht (zoals ontgravingen), dient er mogelijk een oriënterend bodemonderzoek te worden uitgevoerd.



Figuur 4 | De leeflaag (paars) op de projectlocatie.

Juridisch kader

Het bodemzijdig vermogen van de gesloten bodemenergiesystemen per woning is kleiner dan 70 kW. Hiervoor dient bij de gemeente/omgevingsdienst de melding (Besluit lozen buien inrichting) voor het realiseren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen te worden gedaan.

Deze melding wordt veelal ingediend door de booraannemer en dient minimaal vier weken voorafgaand aan realisatie te worden ingediend.

Aangezien de locatie niet in een interferentiegebied is gelegen, is geen vergunning (Omgevingsvergunning beperkte milieutoets) nodig.

3 Risicoanalyse

In Tabel 3 is de risicoanalyse met kansen, gevolgen en beheersmaatregelen van de van belang zijnde aspecten samengevat conform het SIKB protocol 11001, paragraaf 8.2.

Tabel 3 | Risicoanalyse

risico	kans	gevolg	beheersmaatregel
1 thermische beïnvloeding van nabijgelegen open bodemenergiesysteem op gesloten systemen	klein, figuur 2 laat zien dat de project locatie niet in het thermisch invloed gebied van het open bodem energiesysteem (Is-selwaerde) ligt	Rendement van het gesloten bodemenergiesysteem is anders dan verwacht	geen
2 thermische beïnvloeding op nabijgelegen open bodemenergiesysteem door gesloten systemen	zeer klein, gezien de noordwestelijke grondwaterstroming en onderlinge afstand	rendementsverlies open bodemenergiesysteem	Aanpassen ontwerp gesloten bodemenergiesystemen om interferentie te voorkomen/beperken
3 Bodemopbouw en thermische parameters wijken af	aanwezig, maar variatie in warmtegeleiding en capaciteit is klein	warmtegeleiding wordt beter of slechter waardoor minder of meer bodemluslengte benodigd is	geen, accepteren
4 verspreiding van verontreinigd grondwater naar diepere lagen en afvoerwater bij realisatie	klein, er zijn slechts lichte verontreinigingen aanwezig	Verspreiding van verontreinigingen	Werken en maatregelen nemen volgens BRL 2100
5 verspreiding van verontreinigde grond bij realisatie	klein, er zijn slechts lichte verontreinigingen aanwezig	Verontreinigde grond aan het oppervlak	Grond afvoeren conform besluit bodemkwaliteit en BRL 2100

Voor de hierboven beschreven risico's concluderen wij dat de kwaliteit van de beschikbare geohydrologische informatie voldoende is om deze risico's te beoordelen. Aanvullend onderzoek, conform SIKB protocol 11001, paragraaf 8.3, is niet noodzakelijk.

4 Conclusies en vervolg

Op basis van het uitgevoerde geohydrologisch vooronderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- De opbouw van de bodem op de projectlocatie is geschikt voor het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen bestaande uit verticale bodemlussen.
- Nader geohydrologisch onderzoek wordt niet nodig geacht. De geohydrologische parameters zijn voldoende bekend.
- Bij de melding Besluit lozen buiten inrichting dient te worden beargumenteerd dat de temperatuursinvloed van de gesloten bodemenergiesystemen op het bestaande open bodemenergiesysteem van Isselwaerde niet leidt tot ontoelaatbaar rendementsverlies.
- Tijdens realisatie moet de aannemer rekening houden met eventuele aanwezigheid van verontreinigingen en moet er gewerkt worden volgens het protocol mechanisch boren (BRL 2100)

Indien de ontwerp informatie van de warmtepompinstallaties bekend is, kunnen de gesloten bodemenergiesystemen worden ontworpen. Hiervoor dienen de volgorde stappen zoals omschreven in paragraaf 8.4 tot en met 8.7 en in hoofdstuk 9 van het Protocol 11001 te worden doorlopen.

- Paragraaf 8.4: Opstellen energieconcept. Het gesloten systeem moet integraal afgestemd zijn en aansluiten op het energieconcept van de bovengrondse installatie.
- Paragraaf 8.5: Bron- en boorgatconfiguratie. Bepaling positionering lussen en aantal lussen. Dit wordt bepaald door juridische randvoorwaarden, het thermisch vermogen en rendement en de mogelijke aanwezigheid van andere systemen.
- Paragraaf 8.6: Effectberekeningen. Effecten op de omgeving moeten passen binnen het juridisch en technisch kader. Effectenberekening is alleen nodig indien dit voor een melding of vergunningaanvraag in het kader van de AMvB Bodemenergie nodig is.
- Paragraaf 8.7: Overdracht van informatie.
- Hoofdstuk 9: Detail engineering gesloten bodemenergiesystemen.

IF Technology bv
24 juli 2018

MAIL dd 30 januari 2019

Van: [REDACTED]
Verzonden: woensdag 30 januari 2019 14:56
Aan: [REDACTED]
CC: [REDACTED]
Onderwerp: 68311: Gesloten systemen 17 woningen Eiteren te IJsselstein
Bijlagen: 20190130 Dimensionering en interferentie gesloten bodemenergiesytemen Eiteren.pdf

Beste [REDACTED]

Bijgaand ontvang je onze herziene notitie inzake de dimensionering en interferentieberekening. Dit n.a.v. de wijziging van 18 naar 17 woningen.

Opgemerkt wordt dat onze notitie ingaat op het interferentievraagstuk, zoals dit onder punt 5 in de melding Besluit lozen buiten inrichtingen is opgenomen. Alle overige indieningsvereisten, dienen nog door de aannemer/installateur te worden aangeleverd.

In onderstaande tabel hebben we de antwoorden nog eens samengevat van de vragen van ODRU, e.e.a. zoals ook telefonisch besproken tussen Han de Rijk en Ronald Wennekes op 5 december 2018.

Vraag/advies/opmerking ODRU
Antwoord IF Technology

Vraag/advies/opmerking ODRU	Antwoord IF Technology
Het is nodig dat het voornemen voor realisatie van de gesloten bodemenergiesystemen uiterlijk 4 weken voor de start van de werkzaamheden wordt gemeld.	Akkoord, in overeenstemming met procedure.
Dit kan met één melding via het OLO overeenkomstig de eisen die daarvoor gelden in het Besluit lozen buiten inrichtingen.	Akkoord.
Daarbij is het noodzakelijk om de volgende bijlagen toe te voegen: <ul style="list-style-type: none">• Excelbestand• Uitgewerkte effectenstudie • EED berekeningen met grafieken • Duidelijkheid ontwerptemperaturen / rendement• Kaart met locaties boorgaten en horizontaal leidingwerk	<ul style="list-style-type: none">• aan te leveren door aannemer• is niet nodig, daar dit in het kader van de melding Besluit lozen buiten inrichtingen geen indieningsvereiste is (1)• is niet nodig, daar dit in het kader van de melding Besluit lozen buiten inrichtingen geen indieningsvereiste is (1)

	<ul style="list-style-type: none"> • aan te leveren door aannemer/installateur als SPF verklaring • Bronnenplan dient door aannemer te worden aangeleverd. Horizontaal leidingwerk is niet nodig, daar dit in het kader van de melding Besluit lozen buiten inrichtingen geen indieningsvereiste is (1)
Waarom het beeld van figuur 2 verschilt van het beeld uit de temperaturen in de tabel in de bijlage.	In figuur 2 is de temperatuurdaling van de bodem weergegeven indien alle 17 gesloten bodemenergiesystemen in bedrijf zijn (einde winter jaar 25). De temperaturen in de tabel (temperatuurdaling ten gevolge van interferentie) is de daling van de bodemtemperatuur ten gevolge van alle systemen in de omgeving, dus NIET de temperatuurdaling van het eigen bodemenergiesysteem.
Door een figuur toe te voegen van het thermische invloedgebied dat optreedt na stap 3 wordt het verschil mogelijk duidelijk gemaakt.	Er is geen extra figuur toegevoegd. Wel zijn de temperaturen op de locaties van de gesloten systemen, zoals deze zijn opgenomen in figuur 2 weergegeven in de tabel in de bijlage (temperatuurdaling totaal (figuur 2).
<i>Er is in dit stadium niet gekeken naar eerder verstrekte informatie over de ligging van de waterkering en de restverontreiniging van de bodemsanering dan wel het saneringsresultaat van de bodemverontreiniging. De lussen mogen namelijk niet binnen de bestemming waterkering worden gerealiseerd en indien sprake is van een (rest)verontreiniging is voor de werkzaamheden mogelijk toestemming nodig van de RUD-Utrecht en zijn voorwaarden van kracht die zij verbinden aan uit te voeren werkzaamheden.</i>	De locaties van de boorgaten zijn afgestemd op de waterkering. Deze liggen hier niet in. Restverontreiniging/sanering vormt geen onderdeel van melding Besluit lozen buiten inrichtingen.

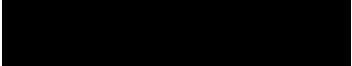

(1) Dit kan geëist worden door bevoegd gezag als vergunning OBM (interferentiegebied) moet worden aangevraagd en als er beleidsregels van kracht zijn die aangeven dat deze informatie moet worden aangeleverd.

Wij gaan er van uit u hiermee voorlopig voldoende te hebben geïnformeerd. Indien er nog vragen zijn dan vernemen wij dat natuurlijk graag.

Met vriendelijke groeten,



IF Technology Creating Energy

Datum 30 januari 2019
Referentie 68311/HeM/20190130
Betreft 17 Woningen Eiteren te IJsselstein
Auteurs 
Gecontroleerd door 

Dimensionering en interferentie

1 INLEIDING

AM realiseert 17 grondgebonden woningen in de wijk Eiteren in IJsselstein. Elke woning wordt voorzien van een combiwarmtepomp in combinatie met een gesloten bodemenergiesysteem.

In opdracht van AM heeft IF Technology voor deze locatie het benodigd geohydrologisch vooronderzoek¹ (conform SIKB Protocol 11001, § 8.2) uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat gesloten bodemenergiesystemen technisch mogelijk en juridisch toegestaan zijn.

Als vervolgstap heeft AM aan IF Technology opdracht verleend om op haalbaarheidsniveau de gesloten bodemenergiesystemen te dimensioneren. Tevens zijn interferentieberekeningen uitgevoerd die bij de melding van de gesloten bodemenergiesystemen (Besluit lozen buiten inrichtingen) ter onderbouwing van het interferentievraagstuk kunnen worden toegevoegd (zie onderdeel 5 in meldingsformulier Besluit lozen buiten inrichtingen). Zowel de resultaten van de dimensionering op haalbaarheidsniveau alsmede de resultaten van de interferentieberekeningen zijn in deze notitie omschreven.

Opgemerkt wordt dat bij het ontwerp en detailengineering van de gesloten bodemenergiesystemen, de benodigde communicatie tussen de aannemer van de ondergrondse en van de bovengrondse installatie dient plaats te vinden. Dit met als doel dat op basis van eenduidige ontwerp- en basisgegevens, randcondities en verantwoordelijkheden integraal ontworpen gesloten bodemenergiesystemen worden verkregen. Zie hiervoor § 8.1 en § 9.1 uit het SIKB Protocol 11001.

In deze notitie zijn niet de overige indieningsvereisten opgenomen die de aannemer van het gesloten bodemenergiesysteem bij de melding dient in te dienen. Deze indieningsvereisten zijn o.a. gegevens van de aanvrager, gegevens locaties, gegevens uitvoerder en installateur, boorplan en de SPF-verklaring van de installateur.

2 UITGANGSPUNTEN EN BEREKENINGSWIJZE

De energiegegevens van de warmtepompinstallatie per woning, zijn aangeleverd door Nieman Groep. Dit zijn de energiehoeveelheden voor ruimteverwarming, tapwaterverwarming en koeling van de woningen alsmede de omzettingsrendementen (SPF) van de warmtepompen. De door Nieman aangeleverde informatie is in de tabel in de bijlage bij deze notitie cursief weergegeven. De vermogens van de warmtepompen en de locaties van de boorgaten zijn in overleg met AM vastgesteld.

¹ Geohydrologisch vooronderzoek gesloten bodemenergiesystemen, Eiteren te IJsselstein, IF Technology met referentie 68311/HeM/20180724, d.d. 24 juli 2018

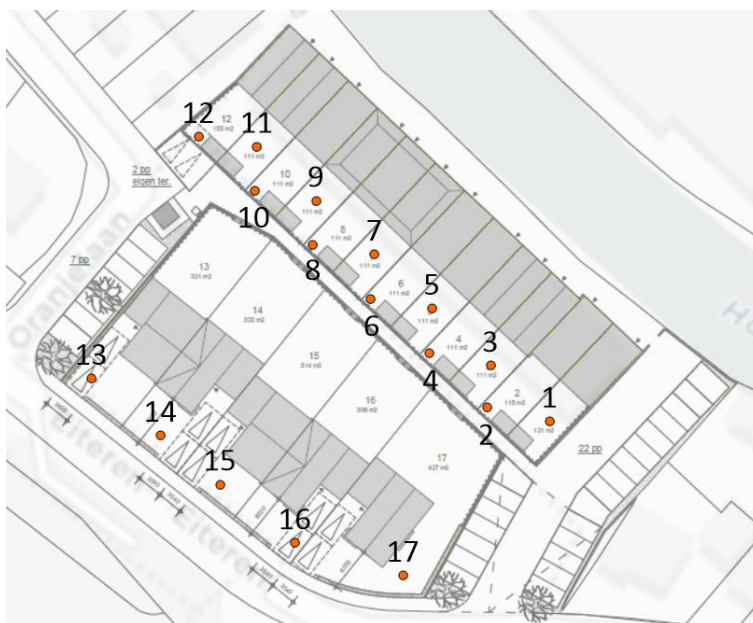
Als eerste stap zijn met behulp van het computerprogramma Earth Energy Designer (EED) berekeningen uitgevoerd aan de 17 boorgaten met bodemlussen (één boorgat per woning) met elk een diepte van 170 m-mv. Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor de situatie van de woning met de grootste netto warmteonttrekking aan de bodem (kavelnummer 17). Dit is in feite een worst case situatie.

Als tweede stap zijn voor bovenstaande situatie ook de thermische interferentieberekeningen uitgevoerd. Dit ter bepaling van de temperatuurverlaging in de omgeving en de temperatuur van de bodem bij de 17 boorgaten ten gevolge van interferentie van de omliggende systemen.

Deze thermische interferentieberekeningen zijn uitgevoerd met het softwarepakket MLU (Multi Layer Unsteady state, zie voor meer informatie hierover www.microfem.com). De uitgangspunten voor de berekeningen zijn bepaald op basis van de lokale bodemopbouw en de gegevens van de gesloten bodemenergiesystemen.

De input van de berekeningen is als volgt:

- warmtegeleidingscoëfficiënt bodem: 2,2 W/(m.K)
- warmtecapaciteit van de bodem: 2,5 MJ/(m³.K)
- gemiddelde natuurlijke bodemtemperatuur (0-170 m-mv): 12,4°C
- grondwaterstroming (gemiddeld over de diepte van de lussen): 5,5 m/jaar naar NW
- locaties bodemlussen: zie Figuur 1
- totaal aantal bodemlussen: 17
- diepte bodemlussen: 170 m-mv
- totale warmteonttrekking 17 woningen (worst case): 130 MWht
- totale warmtetoevoer 17 woningen (worst case): 52 MWht
- simulatieperiode: 25 jaar

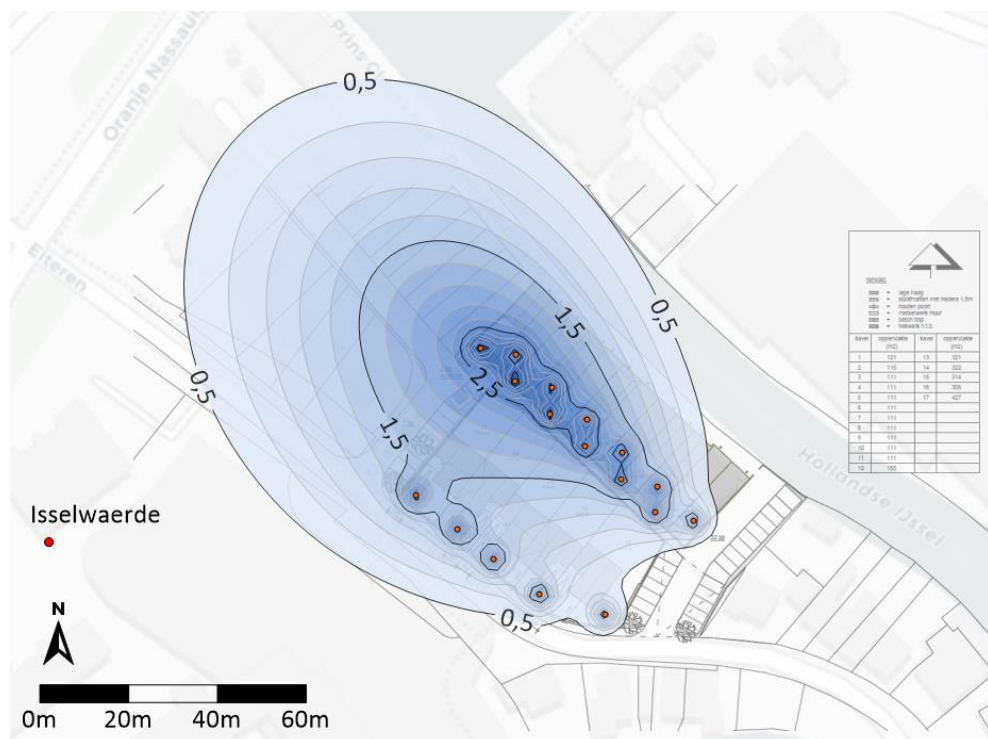


Figuur 1 | Locaties boorgaten gesloten systemen

Als derde stap zijn met behulp van EED berekeningen uitgevoerd, rekening houdend met de temperatuur op de locatie van elke bodemlus ten gevolge van interferentie. Op basis hiervan is de minimale adviesdiepte gekwantificeerd.

3 RESULTATEN THERMISCHE EFFECTBEREKENINGEN

Het resultaat van de thermische interferentieberekeningen is weergegeven in Figuur 2. Als minimale temperatuurverlaging is de temperatuurcontour opgenomen van 0,5°C. Het thermisch invloedsgebied van een gesloten bodemenergiesysteem is in bijlage 10 van HUM BE deel 2 namelijk gedefinieerd als het gebied met een temperatuurverandering tot 0,5°C.



Figuur 2 | Thermisch invloedsgebied (temperatuurverlaging) van de 17 gesloten systemen

Met de thermische interferentieberekeningen is op elke locatie van elk gesloten bodemenergiesysteem ook de temperatuurverlaging berekend ten gevolge van interferentie van alle overige systemen in de omgeving. Hierbij is dus niet de temperatuurdaling van de bodem van het eigen bodemenergiesysteem meegenomen.

De totale temperatuurdaling uit figuur 1, de temperatuurdaling door interferentie én de gemiddelde temperatuur van de bodem ten gevolge van interferentie is voor alle 17 gesloten systemen in de tabel in de bijlage opgenomen.

BUM/HUM bijlage 2

Opgemerkt wordt dat de resultaten van de berekeningen laten zien dat het gecumuleerd temperatuureffect - veroorzaakt door interferentie - voor een aantal gesloten systemen groter is dan 1,5°C. Dit temperatuureffect van 1,5°C is in bijlage 2 van de BUM/HUM BE deel 2 opgenomen als richtlijn waarbij bij dit temperatuureffect de prestatie van het bodemenergiesysteem met ten hoogste 5% afneemt. 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 het temperatuureffect ten gevolge van interferentie dus groter zijn dan de richtlijn van 1,5°C.

Voor elk gesloten bodemenergiesysteem is een berekening met EED uitgevoerd, is de minimale adviesdiepte bepaald en is de minimale temperatuur van de circulatievloeistof in het gesloten bodemenergiesysteem berekend. Deze adviesdiepte varieert per woning en bedraagt 170 of 180 m-mv. De minimale adviesdiepten en temperaturen zijn per woning in de tabel in de bijlage opgenomen.

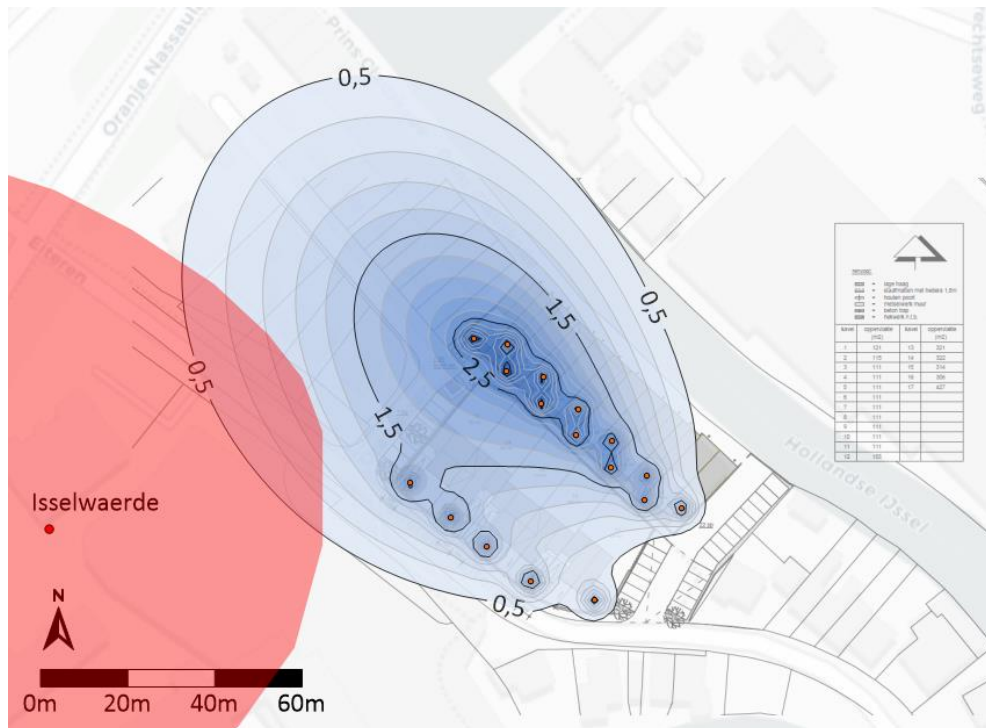
Voor alle 17 gesloten bodemenergiesystemen is de minimale temperatuur van de circulatievloeistof (uit warmtepomp naar bodemlus) te allen tijde hoger dan de minimaal toegestane temperatuur van -3°C (zie de algemene regel in artikel 3a.4-1 uit Besluit lozen buiten inrichtingen).

4 INTERFERENTIE MET OPEN BODEMENERGIESYSTEEM

Nabij de 17 gesloten bodemenergiesystemen is op circa 80 m ten zuidwesten het open bodemenergiesysteem van Isselwaarde aanwezig. Het systeem van Isselwaarde bestaat uit één koude en één warme bron met een grondwaterdebiet van maximaal 22 m³/uur. Per jaar wordt maximaal 168.000 m³ grondwater onttrokken en geïnfiltrerd in het eerste watervoerende pakket (tussen 5 en 60 m-mv).

In Figuur 3 is het thermisch invloedsgebied van de beoogde gesloten bodemenergiesystemen weergegeven met daarbij het thermisch invloedsgebied van het open bodemenergiesysteem van Isselwaarde in het eerste watervoerende pakket.

Op de diepte tussen 5 en 60 m-mv overlappen de invloedsgebieden voor een klein gedeelte (na 25 jaar in gebruik te zijn). Mede gezien de noordwestelijk gerichte grondwaterstroming zullen de invloedsgebieden voor het grootste gedeelte naast elkaar afstromen. De invloedsgebieden overlappen slechts voor een klein percentage, in zowel verticale als horizontale richting. Hieruit wordt geconcludeerd dat de gesloten systemen niet zullen leiden tot enig ontoelaatbaar rendementsverlies van het open bodemenergiesysteem.



Figuur 3 | Thermisch invloedsgebied van de 17 woningen met het nabijgelegen thermisch invloedsgebied van Isselwaarde in het eerste watervoerende pakket.

IF Technology bv
Arnhem, 30 januari 2019

BIJLAGE UITGANGSPUNTEN EN RESULTATEN

Uitgangspunten en resultaten

17 woningen Eiteren te IJsselstein

Datum: 30 januari 2019

Woning nr.	Warmtepompinstallatie					Gesloten bodemenergiesysteem														
	vermogen [kW]	gebouwszijdig energievraag [MWh]	ruimteverwarming [MWh]	tapwaterverwarming [MWh]	koeling / warmte laden [MWh]	ruimteverwarming [-]	tapwaterverwarming [-]	koeling / warmte laden [-]	Seasonal Performance Factor	bodem-zijdig vermogen [kW]	warmteonttrekking bodem [MWh]	warmte toevoer bodem [MWh]	netto warmte onttrekking bodem [MWh]	rendement SPF _{BES} [-]	x-coördinaat	y-coördinaat	minimale adviesdiepte boorgaten [m-mv]	temperatuur daling totaal (figuur 2) [°C]	temperatuur daling t.g.v. interferentie [°C]	gemiddelde bodemtemperatuur t.g.v. interferentie [°C]
1	5,1	5,68	4,72	4,72	2,90	4,6	2,5	10,0	3,9	7,3	3,2	4,1	3,9	131556	448257	170	4,9	0,3	12,1	1,3
2	5,1	4,99	4,72	4,72	2,90	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,2	3,5	3,9	131547	448259	170	5,4	0,8	11,6	1,0
3	5,1	4,88	4,72	4,72	3,20	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,5	3,1	3,9	131548	448265	170	5,6	0,9	11,5	1,0
4	5,1	4,88	4,72	4,72	3,20	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,5	3,1	3,9	131540	448267	170	5,9	1,3	11,1	0,6
5	5,1	4,99	4,72	4,72	2,90	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,2	3,5	3,9	131540	448273	170	6,0	1,4	11,0	0,4
6	5,1	4,99	4,72	4,72	2,90	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,2	3,5	3,9	131532	448274	170	6,3	1,7	10,7	0,1
7	5,1	4,83	4,72	4,72	3,10	4,6	2,5	10,0	3,9	6,6	3,4	3,2	3,9	131532	448280	170	6,4	1,8	10,6	0,1
8	5,1	4,78	4,72	4,72	3,10	4,6	2,5	10,0	3,9	6,6	3,4	3,2	3,9	131524	448281	180	6,7	2,1	10,4	0,3
9	5,1	4,83	4,72	4,72	3,10	4,6	2,5	10,0	3,9	6,6	3,4	3,2	3,9	131524	448288	180	6,7	2,1	10,3	0,2
10	5,1	4,99	4,72	4,72	2,90	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,2	3,5	3,9	131516	448289	180	6,9	2,3	10,1	-0,1
11	5,1	4,88	4,72	4,72	3,20	4,6	2,5	10,0	3,9	6,7	3,5	3,1	3,9	131516	448295	180	6,9	2,3	10,1	0,0
12	5,1	6,07	4,72	4,72	3,20	4,6	2,5	10,0	4,0	7,6	3,5	4,1	4,0	131508	448296	180	6,8	2,2	10,2	-0,2
13	5,1	5,32	4,72	4,72	2,70	4,6	2,5	10,0	3,8	7,0	3,0	4,0	3,8	131493	448263	170	5,8	1,1	11,3	0,6
14	5,1	5,32	4,72	4,72	2,50	4,6	2,5	10,0	3,8	7,0	2,8	4,2	3,8	131503	448255	170	5,6	1,0	11,4	0,7
15	5,1	5,32	4,72	4,72	2,50	4,6	2,5	10,0	3,8	7,0	2,8	4,2	3,8	131511	448249	170	5,4	0,8	11,6	0,9
16	5,1	5,32	4,72	4,72	2,70	4,6	2,5	10,0	3,8	7,0	3,0	4,0	3,8	131521	448241	170	5,1	0,4	12,0	1,3
17	5,1	6,15	4,72	4,72	2,80	4,6	2,5	10,0	3,9	7,6	3,1	4,6	3,9	131536	448236	170	4,8	0,2	12,2	1,3