

Aanvraag instemming winningsplan

Aardwarmte Ce-Ren Beheer B.V.



Ce-Ren Beheer B.V.
Zaandammerweg 16
1566 PG Assendelft

Versie: V3.2
Datum: 02/05/2019

Samenvatting

Ce-Ren Beheer B.V. (hierna: Ce-Ren) is een tuinbouwbedrijf, gevestigd te Zaandammerweg 16, 1566 PG Assendelft. Het bedrijf is met zijn dochteronderneming Schoone Orchideeën R&D B.V. gevestigd aan Cieweg 13 in het tuinbouwconcentratiegebied van Heemskerk. Daar heeft het in 2013 HEK-GT-01-S2 en HEK-GT-02 aangelegd.

In het aanvraaggebied realiseert Ce-Ren in zijn kassen de opkweek van uitgangsmateriaal voor orchideeën. Met het gerealiseerde doublet voorziet Ce-Ren in de warmtevraag van deze kassen. Ce-Ren is de winningsvergunningshouder en verzorgt de dagelijkse leiding van de winning. Het heeft daarvoor o.a. een winningsplan opgesteld. Het winningsplan is opgesteld in het kader van de Mijnbouwwet en beschrijft hoe de winning van aardwarmte plaatsvindt en wat mogelijke effecten zijn voor het milieu en omgeving. Het gaat hierbij specifiek om effecten vanuit de ondergrond.

Het winningsplan is op 19-11-2013 voor de eerste keer ingediend samen met de winningsvergunningsaanvraag. Op 26-02-2015 zijn aanvullingen gestuurd op het ingediende winningsplan. Op 14-04-2016 heeft Ce-Ren de winningsvergunning verkregen. Naast de winningsvergunning heeft Ce-Ren een omgevings- (WABO) vergunning voor de winning van aardwarmte en een veiligheids- en gezondheids- (V&G) zorgsysteem en een goedgekeurd V&G document voor de winningsfase.

De is winningsinstallatie is in bedrijf sinds 01-04-2015. De verwachting is voor een termijn van tenminste 35 jaar maximaal 11 MWh aardwarmte per jaar te kunnen winnen en te benutten voor de duurzame opkweek van uitgangsmateriaal voor orchideeën en eventueel toekomstige levering van warmte aan een warmtenet van derden. Tot nu toe is de gewonnen aardwarmte gebruikt voor het verwarmen van het huidige aangesloten kassencomplex van 7,1 hectare.

Naar aanleiding van bij de bijeenkomst over de winningsplannen in de geothermie bij het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) op 21-03-2019 is deze derde versie van het winningsplan opgesteld. De huidige versie is opgesteld in lijn met het op 01-04-2019 door EZK gedeelde format voor winningsplannen.

Het winningsplan bestaat uit een aanvraagformulier en een beschrijving van de winning. In het aanvraagformulier zijn de algemene gegevens van de aanvrager opgenomen en is aangegeven op welke wijze invulling is gegeven aan vanuit EZK gedeelde eisen. In het plan wordt aanvullend beschreven hoe de aardwarmte met behulp van de winningsinstallatie gewonnen wordt. Tevens wordt de geologie beschreven inclusief de gerealiseerde putten en de eigenschappen van het ondergrondse voorkomen waaruit de aardwarmte wordt gewonnen.

Vervolgens worden de mogelijke effecten van ondergrondse winning beschreven. Een bodemdaling door de winning zal op basis van de berekening in DoubletCalc na 35 jaar maximaal 2mm zijn. Dit zal geen schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructuur.

De kans op het optreden van een bodemtrilling wordt in de laagste categorie ingeschat. Tijdens het vier jaar bedrijven van de winningsinstallatie heeft er ook geen bodemtrilling plaatsgevonden. De kans bepaling is uitgevoerd op basis van IF Technology B.V. en Q-con GmbH, *Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1* en SodM, *Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering*. Bij een lage kans is, mede afwegende mogelijke effecten, het seismisch risico beperkt. Het daadwerkelijk optreden van bodemtrilling wordt gemonitord via het KNMI-netwerk.

Het plan kan naar aanleiding van de bedrijfsvoering of andere reden tot actualisatie in de toekomst opnieuw worden aangepast. Na instemming van de Minister van EZK met het plan, zal de winning door Ce-Ren overeenkomstig het plan plaatsvinden.

Aanvraagformulier “Instemming Winningsplan” (aardwarmtewinning)

conform Mijnbouwwet (Mw), Mijnbouwbesluit (Mb) en Mijnbouwregeling (Mr)

Dit formulier geeft aan op welke wijze de aanvraag om instemming is afgestemd op de eisen die o.a. de Mijnbouw wet- en regelgeving aan het opstellen, actualiseren of wijzigen van een winningsplan stelt.

In te dienen bij:

Het Ministerie van Economische Zaken, Directie Energiemarkt, Postbus 20401, 2500 EK, Den Haag en digitaal naar:

mijnbouwaanvragen@minez.nli

Artikel	Onderwerp	Beschrijving
Mw 34 lid1	Verzoek instemming winningsplan voor aardwarmte winningsgebied	Betreft: een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territorium tot 12 zeemijl uit de kust.
Algemene gegevens:		
	<i>Naam aanvrager</i>	Ce-Ren Beheer B.V.
	<i>Adres</i>	Zaandammerweg 16, 1566 PG Assendelft
	<i>Contactpersoon</i>	
	<i>E-mail</i>	@floricultura.com
	<i>Tel</i>	
Mw 22	<i>Indiener</i>	Is houder opsporingsvergunning(en) en winningsvergunning
	<i>Winningsvergunning gebied</i>	Aardwarmtegebied Heemskerk
	<i>Locatie</i>	Territoir
Mw 34 lid1	<i>Aardwarmte reservoir</i>	Rotliegend formatie (en boven/onderliggende aquitards die o.a. zorgen voor containment en confinement).
Mb 24 lid 1a	<i>Soort delfstof.</i>	Aardwarmte en bij de winning daarvan onlosmakelijk verbonden stoffen zoals hoofdzakelijk gas. Bij het winnen van aardwarmte zal onvermijdelijk met het formatiewater ook de daarin opgeloste stoffen worden gerecirculeerd waaronder opgelost gas. (Ce-Ren Beheer B.V. injecteert het opgeloste gas met het formatiewater terug naar het reservoir.)
Mr 1.2.1 lid 3	<i>Soort plan. Bestaande of nieuwe winning.</i>	Aanvraag winningsplan voor bestaande winning.
Mw 38	<i>Samenloop vergunning Wet Milieubeheer.</i>	Nee, te weten: Omgevingsvergunning-milieu is al verkregen.

Bedrijfs- en productiegegevens:		
Wetgeving	Onderwerp	Paragraaf plan
Mw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van de winning	2.1
Mw 35 lid 1c Mb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning alsmede daarmee verband houdende activiteiten	2.2
Mb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	2.4
Mb 24 lid 1a Mb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	2.4
Mw 35 lid 1a Mb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens en putten	2.4
Mb 24 lid 1d,e,g	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.3
Mb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	2.5
Mb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	2.6
Mb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop formatiewater/koolwaterstoffen in verbuizing treden	2.6
Mb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	4
Mb 24 lid 2	Productie filosofie	4
Mb 24 lid 2	Reservoir management	4
Mw 35 lid 1a,d Mb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden warmte/koolwaterstoffen per voorkomen/per jaar)	4
Mw 35 lid 1b	Aanvang tijdstip en duur van de winning (per voorkomen)	4
Mb 24 lid 1i	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd	3
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks eigen gebruik bij winning (koolwaterstoffen)	4
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakelde koolwaterstoffen	4
Mb 24 lid 1k	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	4
Mw 36 lid 1 sub b	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	Niet van toepassing
Mw 35 lid 1e, Mw 24 lid 1l,	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering	Vertrouwelijke bijlage
Mw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige (koolwater)stoffen	3

Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning:		
Wetgeving	Onderwerp	Paragraaf plan
Mw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling als gevolg van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	5.1
Mb 24 lid 1m Mb 24 lid 1n Mb 24 lid 1o	Gekalibreerde bodemdaling en bodemdalingsprognoses (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)	5.1
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	5.1
Mb 24 lid 1r, Mw 35 lid 1d en 1f	Maatregelen om bodemdaling te voorkomen / te beperken	5.1
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemdaling beperken of voorkomen	5.1

Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning:		
Wetgeving	Onderwerp	Paragraaf plan
Mw 35 lid 1f	Aard van de (kans op) bodemtrillingen als gevolg van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	5.2
Mb 24 lid 1p	Risicoanalyse bodemtrilling	5.2
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	5.2
Mb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen / te beperken	5.2
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemtrillingen beperken of voorkomen	5.2

Overige veiligheidsaspecten:		
Wetgeving	Onderwerp	Paragraaf plan
Mw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen/aardwarmte niet geschiedt in het continentaal plat	5 en 6

Losse bijlagen :

- Bijlage 1-P&ID met meetsondes
- Bijlage 2 - Seismic crossline HEK-GT-02
- Bijlage 3- Seismic crossline HEK-GT-01-S2
- Bijlage 4 - Distance faults from Slochteren reservoir at HEK-GT-02
- Bijlage 5 - Directional plots HEK-GT-01-S2 en HEK-GT-02
- Bijlage 6 - Well schematic HEK-GT-01-S2 en HEK-GT-02
- Bijlage 7- Lithostratigraphic_column_Heemskerk_Floricultura_HEK-GT-01-S2
- Bijlage 8 - Lithostratigraphic_column_Heemskerk_Floricultura_4dec2013_HEK-GT-02
- Bijlage 9 – Opex (**vertrouwelijk conform Wob artikel 10, eerste lid aanhef en onder c**)
- Bijlage 10 – Capex-(**vertrouwelijk conform Wob artikel 10, eerste lid aanhef en onder c**)

Ondertekening namens Ce-Ren Beheer B.V. Handtekening:  Naam:  Functie: projectleider	Datum: 02-05-2019 Plaats: Assendelft
--	--

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Aanvraagformulier “Instemming Winningsplan” (aardwarmtewinning).....	3
1 Inleiding	9
2 Bedrijfsgegevens	10
2.1 Beschrijving van de aardwarmte winning	10
2.2 Plaats van de winning.....	14
2.3 Ligging van het aardwarmte voorkomen	15
2.4 Overzicht boringen in voorkomen.....	17
2.5 Schematische voorstelling putverbuizing(en)	17
2.6 Beheer en monitoring winningsinstallatie	19
2.7 Putbehandeling.....	20
3 Gegevens ondergrond	20
3.1 Aquifer karakteristiek	20
3.2 Formatiewater karakteristiek	21
3.3 Geogas karakteristiek	22
3.4 Overige eigenschappen en gebruik bodem en ondergrond	22
4 Gegevens productie en vooruitzichten	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Historische productie	23
4.3 Duur van de winning.....	24
4.4 Winningsstrategie & reservoir management	26
4.5 Productiemonitoring en rapportage.....	28
4.6 Jaarlijkse productiekosten	29
5 Gegevens bodembeweging	29
5.1 Inventarisatie bodemdaling/stijging	29
5.2 Inventarisatie risico op bodemtrilling	32
6 Overige omgevingsaspecten	36
6.1 Inleiding	36

6.2	<i>Omgevingseffecten</i>	36
7	Verklarende woordenlijst	37
8	Referenties	37

1 Inleiding

Ce-Ren Beheer B.V. heeft middels boringen en daaropvolgende jarenlange productie een winbare reserve aardwarmte aangetoond in het winningsgebied in de gemeente Heemskerk. Er is ook een winningsvergunning verkregen voor het winningsgebied.

Ce-Ren presenteert in dit plan het aardwarmte voorkomen, de gerealiseerde putten en de winningsinstallatie. Vervolgens wordt de gerealiseerde winning beschreven en het potentieel voor toekomstige winning. Tevens zijn de eventuele mogelijke effecten van de winning beschreven ten aanzien van bodemdaling en bodemtrilling.

Dit geactualiseerde winningsplan wordt ingediend om instemming te vragen met de planmatige productie van de aardwarmte en is de basis voor vervolgrapportages.

Indien nodig zal het winningsplan worden aangevuld of geactualiseerd. Eventuele nieuwe versies van het plan worden in onderstaande tabel geregistreerd.

Tabel. Versiebeheer winningsplan:

Datum	Versie	Doel
November-2013	V1	Winningsplan voor aanvraag winningsvergunning
Februari-2015	V2	Winningsplan voor aanvraag winningsvergunning
April-2019	V3	Winningsplan actualisatie

2 Bedrijfsgegevens

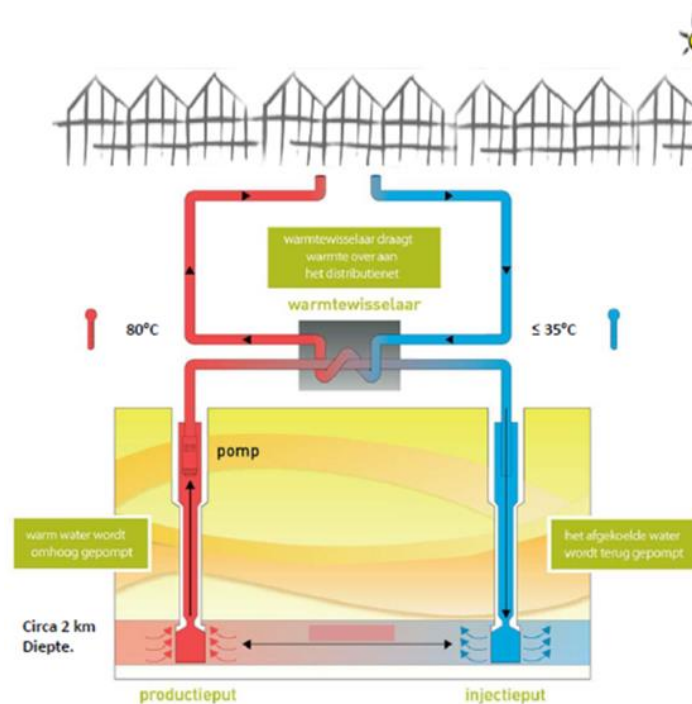
2.1 Beschrijving van de aardwarmte winning

In poreuze zandsteenlagen in de diepe ondergrond van Nederland is warm water aanwezig. Hoe dieper in de aarde, hoe warmer het wordt. Met iedere kilometer diepte stijgt de temperatuur in Nederlandse ondergrond met ongeveer 30°C. De energie die in het uit de warme ondergrond opgepompte water zit wordt aardwarmte of geothermie genoemd. Op circa 2,8 kilometer diepte zit in de bodem onder Heemskerk water met een temperatuur van circa 100 °C in de Slochteren formatie. De aardwarmte wordt gewonnen door het warme water op te pompen en door een warmtewisselaar te leiden en het afgekoelde water weer terug te voeren naar de Slochteren formatie. Tot nu toe is de gewonnen aardwarmte in Heemskerk gebruikt voor het verwarmen van het huidige aangesloten

kassencomplex van 7,1 hectare. In de toekomst kan hier meer op worden aangesloten. Het vermogen kan toenemen door het gewonnen water verder terug te koelen.

Een aardwarmte winningsinstallatie bestaat uit een ondergronds gedeelte en een bovengronds gedeelte.

In onderstaande figuur is het principe aardwarmtewinning schematisch weergegeven. Vanuit de diepe bodemlaag wordt het daar aanwezige warme formatiewater opgepompt met een pomp die afgehangen in de productieput. Als het water bovengronds komt, wordt de warmte gewonnen door warmteoverdracht in warmtewisselaars. Daarna wordt het afgekoelde formatiewater via de injectieput teruggepompt in de bodem. Een combinatie van een productieput en een injectieput wordt een doublet genoemd. Bij de aardwarmtewinning in Heemskerk betreft het een doublet.



Figuur 1 principeschets van diepe aardwarmtewinning (Bron: www.kasalsenergiebron.nl) (temperaturen en dieptes zijn indicatief)

De onderdelen van de winningsinstallatie zijn hieronder beschreven. Een weergave van het systeem met sensoren is toegevoegd in bijlage 1-P&ID met meetsondes.

Productie- en injectieputten

Voor de start van de boring zijn er eerst stalen pijpen (*stove pipes*) geheid tot voorbij de zoet-zoutwatergrens op circa 70 meter onder maaiveld. Daarop zijn putkelders aangelegd. Vervolgens is daarbinnen voor beide putten door de stove pipes een gat in de bodem geboord waarin stalen buizen zijn geplaatst. De ruimte tussen de buizen en de boorgaten is opgevuld met cement. Bovenop de putten zijn afsluiters (wellheads) geplaatst zodat de putten veilig kunnen worden afgesloten indien vereist. De putten zijn gedevieerd geboord. Bovengronds staan de wellheads acht meter uit elkaar en in de ondergrond eindigen ze op één kilometer afstand in de Slochteren formatie.

De putten in Heemkerk zijn niet-zelfproducerende putten. Het water staat er stabiel tot circa 240 meter onder maaiveld. In de productieput HEK-GT-S02 is een *Electrical Submersible Pump* (ESP) geplaatst. Deze is bevestigd aan circa 900 meter stalen buizen (*tubings*). Door deze tubings pompt de ESP het warme water omhoog.



Figuur 2: aardwarmte-installatie in AWC in Heemskerk

Ontgassing en gasverwerking

In het formatiewater wat opgepompt wordt uit de bodem zit wat gas in oplossing - zogenaamd 'geogas'. De samenstelling is voor Heemskerk vergelijkbaar met aardgas. Als water op maaiveld niveau is gekomen en de druk daalt kan er gas uit oplossing komen. Bij veel winningsinstallaties wordt dit gas als bijvangst gebruikt voor verwarming. Ce-Ren kiest

ervoor om niet te ontgassen en het systeem op voldoende druk te laten draaien (max. 23 bar systeemdruk) om het gas met het formatiewater weer terug te kunnen injecteren via injectieput HEK-GT-02. Het niet ontgassen zou een betere bescherming moeten bieden tegen scaling en verstoringen in het reservoir. Bij onderhoud wordt voor het openen van een put het aanwezige gas afgevoerd naar een mobiele fakkelinstallatie waarmee het gas wordt afgefakkeld.

Aardwarmtegebouw met installaties

In het traject tussen de productieput en injectieput wordt het formatiewater door een aardwarmte-installatie geleid. Deze installatie is onderbracht in een aardwarmtecentrale (AWC). Over de gehele installatie is een keuring van ingebruikname (Kvl) afgegeven zoals voorzien in het Warenwet Besluit Drukapparatuur. Naast pijpen zijn in de AWC de volgende installaties geplaatst voor de winning van de aardwarmte:

- Zakkenfilters voor de warmtewisselaar: voordat het water de warmtewisselaars in gaat worden eventuele vaste deeltjes uit het water gefilterd zodat voorkomen wordt dat deze in de warmtewisselaar verstopping of aanslag kunnen veroorzaken.
- Warmtewisselaars: in de drie warmtewisselaars wordt de aardwarmte overgedragen aan het warmtenet van de kas. De warmte wordt gebufferd in een buffertank van 3000 m³. Het formatiewater en het water in het warmtenet zijn van elkaar gescheiden door 0,6 mm RVS platen waaruit de warmtewisselaars zijn opgebouwd (aan de 'CV-kant' bewaken elektronische EC-meters de integriteit van warmtewisselaars).
- Zakkenfilters na de warmtewisselaar: voordat het water wordt teruggepompt in de bodem worden eventueel aanwezige zeer fijne deeltjes uit het water gefilterd zodat de injectieput daardoor niet zal verstopen.
- Injectiepomp: deze pomp levert de benodigde druk om het opgepompte formatiewater via de injectieput terug te voeren naar het reservoir.

Ter ondersteuning van het hierboven beschreven aardwarmtewinning zijn een aantal hulpsystemen aangebracht, waaronder:

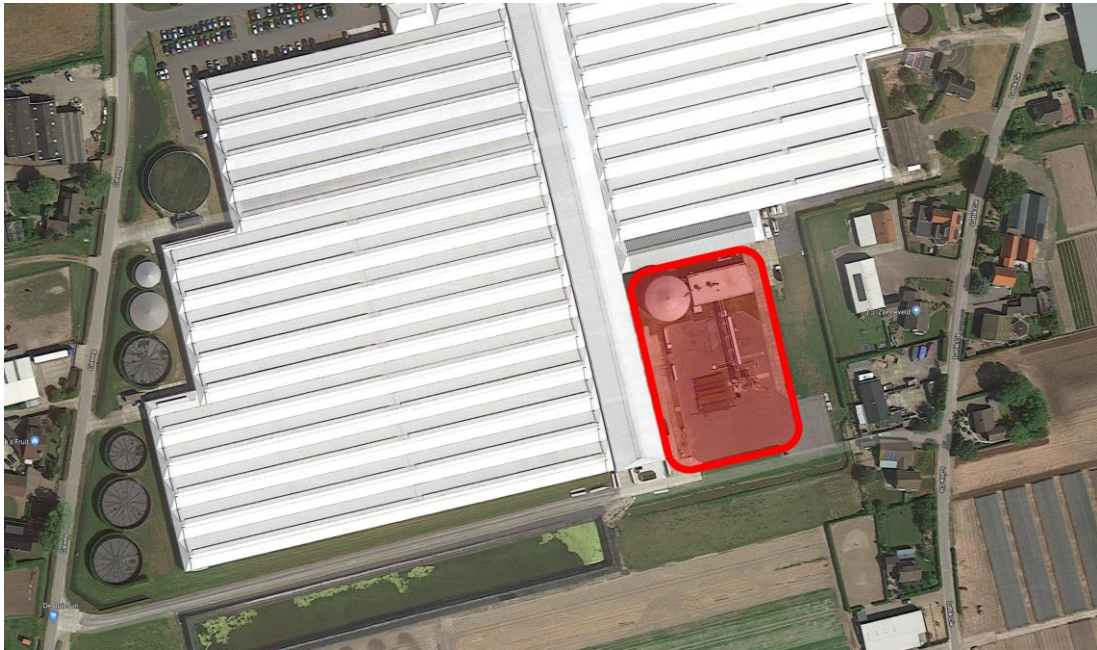
- Procesbesturing en –beveiliging: het controle- en veiligheidssysteem van de winning is zodanig ontworpen, dat het proces tijdens normaal bedrijf stabiel opereert. Het controlesysteem bestaat uit een procesbesturingssysteem (Process Control System) en een veiligheidssysteem (Emergency Shut Down system). Bij overschrijding van ingestelde parameters zal de installatie in een veilige modus afschakelen en de productieput insluiten. De storing wordt automatisch doorgegeven aan de storingsdienst. De projectleider en de bevoegde medewerkers van de technische dienst kunnen de installatie lokaal en

van afstand controleren, bewaken en besturen. In de ruimte hangt ook LEL-meetapparatuur die geïntegreerd is in de systeembeveiliging.

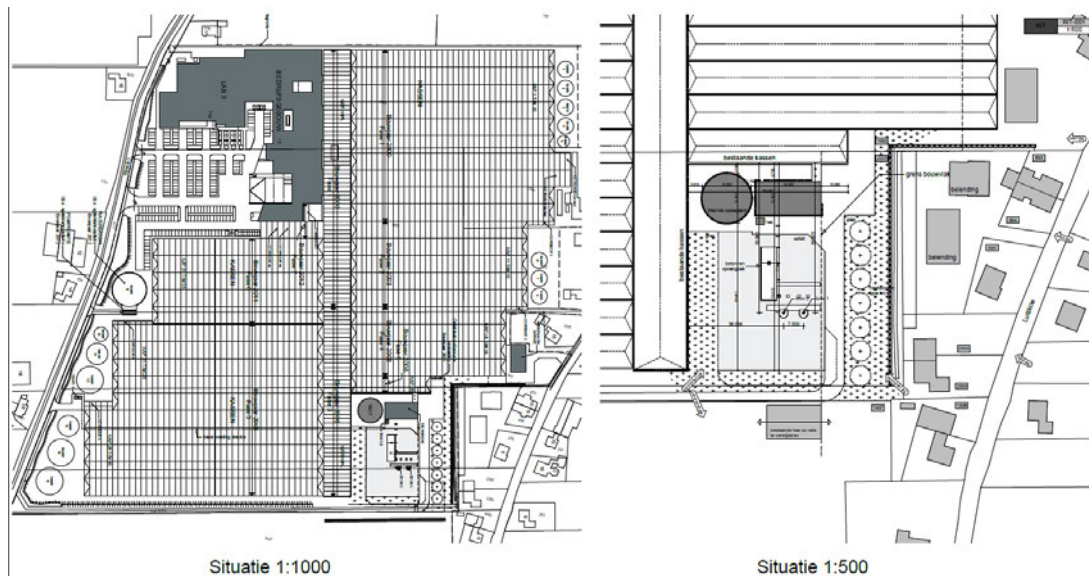
- Energievoorziening: de winningsinstallatie wordt van energie voorzien door middel van elektriciteit. De elektriciteit is afkomstig van het openbare elektriciteitsnet.
- Hemel- en spoelwaterafvoer: de winningsinstallaties staan in de aardwarmtecentrale op een vloeistofdichte vloer. Het schone regenwater van het dak wordt op het oppervlaktewater afgevoerd. Op de 'boorplaats' nabij het winningsgebouw is een asfalt verharding aangebracht met een afvoersysteem dat het hemelwater naar het oppervlaktewater voert. Tijdens werkzaamheden aan de putten gaat het (hemel)water via een coalescentie afscheider naar het riool.
- Stikstof en perslucht: voor de automatische bediening van installaties en voor de bedrijfsvoering/onderhoud zijn installaties geplaatst in de aardwarmtecentrale voor het maken van perslucht en stikstof.

2.2 Plaats van de winning

In onderstaande figuur 3 is rood omkaderd de plaats van de winningsinstallatie aan de Cieweg 13 te Heemskerk aangegeven.



Figuur 3: locatie aardwarmte-installatie van Ce-Ren in Heemskerk



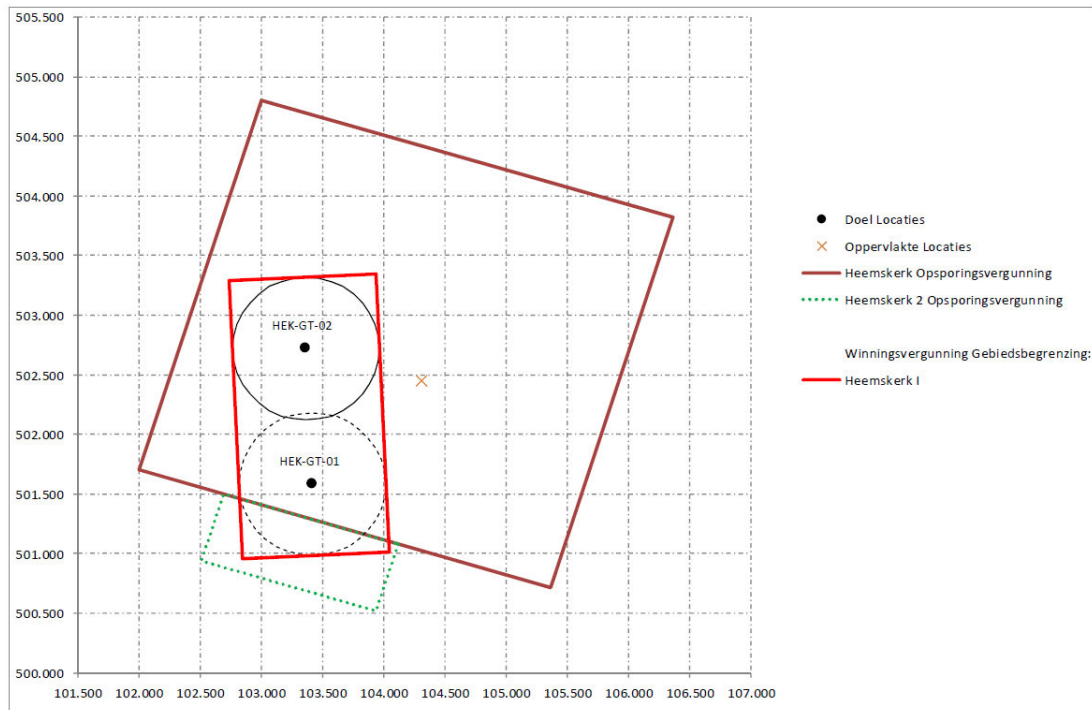
Figuur 4: plattegrond van de aardwarmte-installatie van Ce-Ren in Heemskerk

2.3 Ligging van het aardwarmte voorkomen

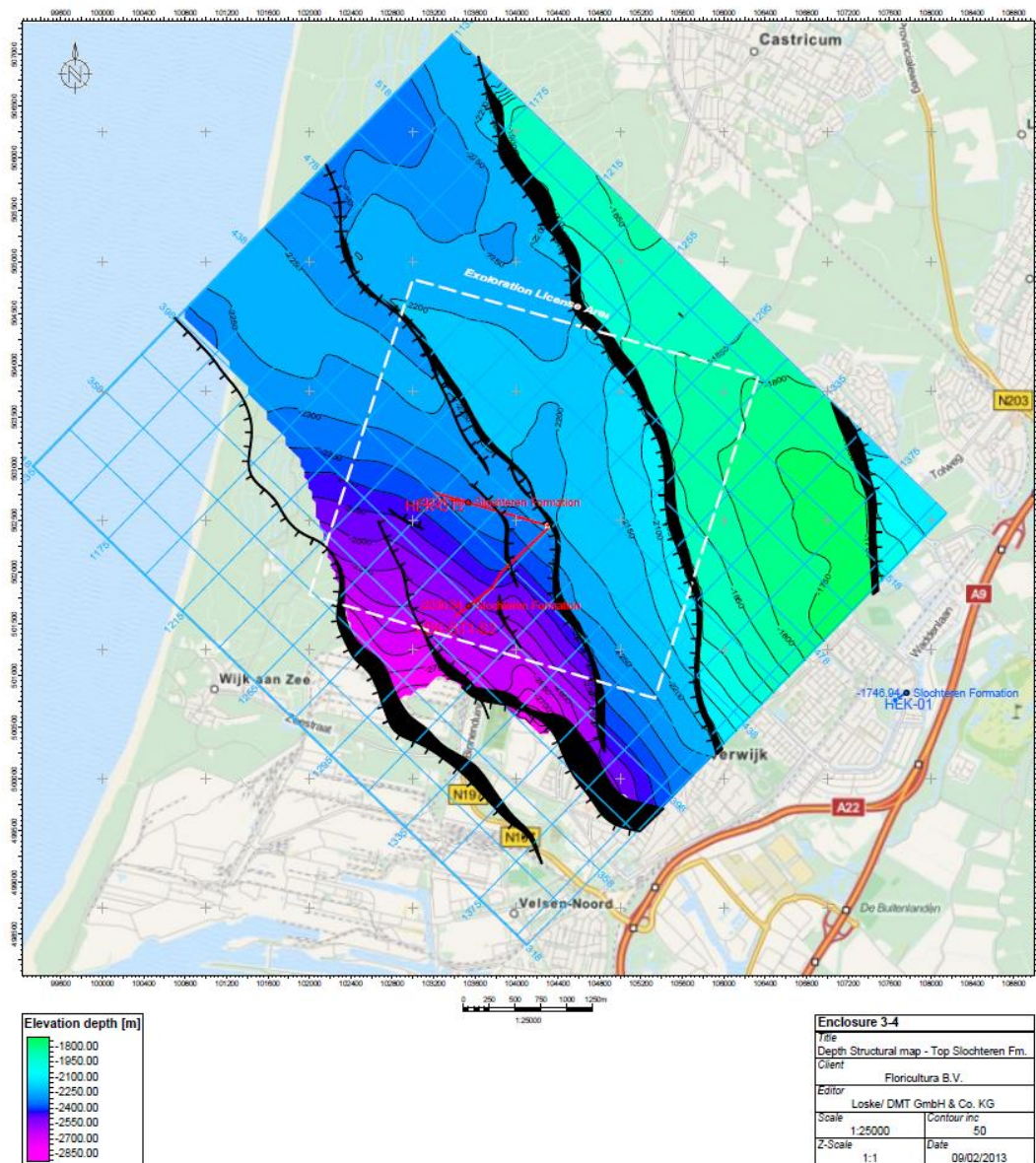
Het aardwarmtevoorkomen bestaat in het verticale vlak uit de poreuze watervoerende Slochteren zandsteen formatie waaruit de aardwarmte wordt gewonnen en een aantal afsluitende bodemlagen boven en onder deze formatie die zorgen dat temperatureffecten van de winning worden beheerst.

Deze Slochteren zandsteen formatie bevindt zich in Heemskerk op ongeveer vanaf 2400 meter tot 2850 meter diepte. De laag ligt er geïnclineerd en is zo'n 200 meter dik. In het zandsteen bevinden zich poriën waarin warm water zit. De horizontale begrenzing van het voorkomen wordt o.a. bepaald door de breuken nabij het winningsgebied en de invloedssfeer van de injectie- en productieputten.

Het aardwarmtevoorkomen ligt binnen het opsporingsgebied Heemskerk en vormt het winningsvergunningsgebied van Ce-Ren. Het voorkomen is in onderstaande figuur 5 aangegeven.



Figuur 5: begrenzing opsporingsvergunning/winningsvergunning



Figuur 6: kaart top Slochteren

In bovenstaande figuur 6 is het traject van de putten weergegeven tot de diepte van de bovenkant van de Slochteren bodemlaag.

De afstand tot breuken is weergegeven in: Bijlage 2 - seismic crossline HEK-GT-02; Bijlage 3- seismic crossline HEK-GT-01-S2; Bijlage 4 -Distance faults from Slochteren reservoir at HEK-GT-02.

2.4 Overzicht boringen in voorkomen

In de figuur 6 opgenomen in paragraaf 2.4 zijn de putten aangegeven die in het voorkomen zijn gemaakt. Vanaf de winningslocatie aan de Cieweg zijn twee putten geboord. De puttrajecten zijn weergegeven in bijlage 5 - directional plots HEK-GT-01-S2 en HEK-GT-02

2.5 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In bijlage 6 - well schematic HEK-GT-01-S2 en HEK-GT-02 is schematisch de opbouw van zowel de productieput (HEK-GT-01-S2) alsook het schema van de injectieput (HEK-GT-02) weergegeven. De aardwarmteputten zijn afgewerkt verbuizingen waarachter cement is aangebracht.

Putnaam	PUT HEK-GT-S2	PUT HEK-GT-02
Type put	Productie	Injectie
Spuddatum	15-03-2013	06-10-2013
Completie datum	21-05-2013	03-12-2013
X (RD) oppervlaktelocatie	104.308	104.306
Y (RD) oppervlaktelocatie	502.446	502.453
Einddiepte (m AH)	3116	2947
Eind diepte (mTVD)	2718	2593

Ter hoogte van de Slochteren formatie waaruit de aardwarmte wordt gewonnen, zijn zogenaamde 'slotted liners' geplaatst. Dit zijn buizen met daarin langwerpige spleten die het boorgat ondersteunen en door de spleten kan water in- of uitstromen. Via deze geperforeerde buizen treedt het warme water in de productieput en kan het afgekoelde water via de injectieput terug worden gebracht in het reservoir.

Bovenop de putten zijn een zogenaamde 'well heads' vastgemaakt aan de putverbuizingen. De wellheads hebben dubbele afsluiters om indien gewenst of vereist de put veilig te kunnen afsluiten. Bij de productieput sluit deze automatisch in bij een overschrijding van een uiterste toegestane waarde in één van de procesveiligheidsparameters. Hieronder de tabellen met de putspecificaties van eerst HEK-GT-01-S2 en vervolgens HEK-GT-02.

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor	0	78	0	78	20.000	18.500	n/a	welded
Production tubing	0	900	0	900	7.000		L80 #29	BTC+ring
Casing 1	0	1026	0	1022	14.375	12.415	L80 #68	Gas tight premium
Casing 2	936	2855	936	2516	10.626	8.835	L80 #43,5	Gas tight premium
Liner 1	1657		2802.5		7.000	6.183	VM125 HC #29	Flush Joint Liner
Screen / Productie-interval	2803 (slotted 2851)	3116	2516	2718	7.283	5.921	L80 #24	premium

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor	0	78	0	78	20.000	18.500	n/a	welded
Injection tubing	0	220	0	220	7.000		L80 #29	BTC+ring
Casing 1	0	1418	0	1401	14.375	12.415	L80 #68	Gas tight premium
Casing 2	1317	2652	1300	2387	10.626	8.835	L80 #43,5	Gas tight premium
Screen / Productie-interval	2611(slotted 2652)	2947	2359	2593	7.283	5.921	L80 #24	premium

Gedetailleerde informatie over het ontwerp en uitvoering van de putten is in kader van de boring gerapporteerd aan de toezichthouder in de vorm van boorprogramma's en *End of Well Reports* (EOWR).

2.6 Beheer en monitoring winningsinstallatie

De winningsinstallatie moet in een goede conditie zijn en blijven om veilig en efficiënt aardwarmte te winnen. Ce-Ren beheert en monitord de winningsinstallatie.

Voor de dagelijkse procesvoering is een procesbesturing- en beveiliging aangebracht. Middels metingen en bewaking van de onderdelen van de installatie wordt de installatie automatisch bedreven. Bij overschrijding van ingestelde parameters zal de installatie in een veilige modus afschakelen en de productieput insluiten. De storing wordt automatisch doorgegeven aan de storingsdienst. De projectleider en de bevoegde medewerkers van de technische dienst kunnen de installatie lokaal en van op afstand controleren, bewaken en besturen. De integriteit van het systeem en de putten wordt bewaakt door maatregelen op het gebied van monitoring zoals beschreven in het veiligheids- en gezondheidszorgsysteem: *VG-WI-004 Well Integrity Management System*

Elk nieuw onderdeel van de installatie wordt gedocumenteerd. Elke aanpassing aan de putten wordt gerapporteerd aan toezichthouder in een *End of Job Report* (EOJR). Aanpassingen het systeem worden gekeurd door Lloyds Register ter behoud van de Kvl op het gehele systeem.

Het onderhoud is opgenomen in de onderhoud en inspectieplan. Hier wordt ook naar verwezen vanuit de *VG-WI-004 Well Integrity Management System*.

2.7 Putbehandeling

Gedurende het leven van de putten kan het voorkomen dat er aanslag (zgn. scaling, bijv. kalk of zout) optreedt aan de binnenkant van het systeem. Om deze scaling te verwijderen kan het voorkomen dat de put met zuur (scale disolvant) behandeld wordt. Dit is een routine-handeling, waarbij geen overdruk gebruikt wordt. Dit duurt ongeveer een dag, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig). Ook kan scaling of corrosie voorkomen worden door het mee doseren van inhibitors. Dit is onderdeel van de in WABO-vergunning.

Tijdens het leven van een productieput zal het nodig zijn de ESP te trekken en deze te controleren, reviseren of vervangen. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. workover unit of kraan, geen boortoren).

Tenslotte zullen er gedurende de levensduur van een put diverse andere monitoring onderhoudshandelingen plaatsvinden aan verbuizingen, kleppen, etc.

Alle operationele handelingen, waaronder de genoemde, staan onder toezicht van SodM, en worden uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving en procedures.

3 Gegevens ondergrond

3.1 Aquifer karakteristiek

Een dieptekaart van de formatie waaruit de aardwarmte wordt gewonnen is te zien in bovenstaande figuur 6. De diepte en dikte van de Slochteren formatie is beschreven in de lithografische kolommen opgenomen in de bijlagen: 7 en 8

Lithostratigraphic_column_Heemskerk_Floricultura_HEK-GT-01-S2 en HEK-GT02.

In bijlage 2 en 3 zijn seismische lijnen weergegeven met daarop ook een geologische doorsnede van het voorkomen aangeven. De formatie is zo'n 200 meter dik.

In onderstaande tabel zijn de aquifer karakteristieken beschreven.

Parameter:	
Top Slochteren formatie: • HEK-GT 01 S2 • HEK-GT 02	• -2530 m TVD • -2384 m TVD
Horizontale verplaatsing tussen putten (top aquifer)	circa 1050 m
Gemiddelde Dikte Slochteren zandsteen	circa 200m
Gemiddelde Porositeit	circa 17 %
Gemiddelde Permeabiliteit	circa 220 mD
Gemiddelde "Net/Gros" factor	circa 99-100%
Temperatuur formatiewater	circa 100 °C
Zoutgehalte formatiewater (als TDS)	circa 183 g/l

De uit de formatiewater temperatuur afgeleide geothermische gradiënt is 0,038 °C per meter.

3.2 Formatiewater karakteristiek

Het warme water uit de zandsteen van de Slochteren formatie wordt naar boven gepompt, de aardwarmte wordt bovengronds gewonnen, en het afgekoelde water wordt weer terug gepompt in de dezelfde aardlaag. Het formatiewater wordt dus niet gewonnen. Voor de bedrijfsvoering van de winning is het evenwel van belang de eigenschappen van dit water goed te kennen.

Het formatiewater heeft een zoutgehalte van circa 183 g/l. De analyse gegevens van het formatiewater zijn in kader van de werkzaamheden gerapporteerd aan bevoegd gezag, de toezichthouder en TNO.

3.3 Geogas karakteristiek

Met het oppompen van het formatiewater komt ook in het water opgelost geogas bovengronds. De gas-water-ratio is circa 0,4 m³ gas per m³ water.

Tijdens het testen van de putten wordt bepaald op welke druk het geogas uit het formatiewater ontsnapt. Op diepte zit het geogas bij een druk van meer dan 200 bar opgelost in het formatiewater. Voor de putten te Ce-Ren ontsnapt het geogas op een druk van circa 35-40 barg. De dichtheid van het geogas is circa 0,9 kg/m³ (bij 15°C).

De samenstelling van het geogas ((de hoofdcomponenten) is in onderstaande tabel aangeven (op basis van PVT analysis August 28, 2013)

Component:	Gewichts %
Koolzuur (CO ₂)	41%
Stikstof (N ₂)	11%
Methaan (CH ₄)	33%
Ethaan (C ₂ H ₆)	1%
Overige componenten	14%

3.4 Overige eigenschappen en gebruik bodem en ondergrond

3.4.1 Effecten omgeving

De bovenliggende Zechstein formatie is een relatief ondoordringbare laag die het zandsteen reservoir waar de warmte uit wordt gewonnen afschermt. Het Zechstein bestaat hier echter uit 4 cycli met afwisselend kleisteen, anhydriet en dolomiet. De bovenliggende Z2 t/m Z4 vormen sowieso een afsluitend geheel. Bovendien ligt op de Zechstein nog een pakket kleisteen van de Buntsandstein (Rogenstein en Main Claystone Member). Dit kleisteenpakket is zo'n 200 m dik. Ook op minder grootte diepte zit een aantal niet permeabele lagen die eventuele effecten van de winning in de ondergrond afschermen van de bovengrond. Deze lagen en de opbouw van de bodem en ondergrond ter plaatste van de winning is in bijlage 4 schematisch aangegeven.

Er is geen gaswinning aanwezig of gepland in de directe omgeving van het winningsgebied Heemskerk. Gezien de opsporing en winningsactiviteiten wordt ook niet verwacht dat er een winbare reserve gas of olie in de nabijheid van de winning ligt.

De drinkwatervoorziening in dit deel van Noord Holland wordt verzorgd door water uit het IJsselmeer. De drinkwaterzuivering ligt in de duinen nabij de Noordzee. De beheerder van PWN is tijdens het boren en daarna geïnformeerd over de activiteiten. Er is geen interactie met dit gebruik van de bodem. Er is ook geen warmte-koude opslag locatie aanwezig of gepland nabij de winning. Ander gebruik van de ondergrond, zoals gasopslag of zoutwinning, is niet voorzien.

3.4.2 Natuur

De winningslocatie ligt buiten een NatuurNetwerk Nederland (NNN)-gebied. De putmonden liggen op circa 500 meter van een Natura 2000 gebied Noordhollands Duinreservaat. Er is voorafgaande aan de boring en tijdens winningsfase goed contact geweest met de beheerder van het gebied PWN. Er zijn vanuit de winning geen mogelijke ondergrondse effecten die een risico's kunnen vormen voor de in het beheersplan genoemde instandhoudingsdoelen. De bodemdaling wordt namelijk voorspeld op maximaal 2 mm na 35 jaar winning zoals weergegeven in figuur 9.

4 Gegevens productie en vooruitzichten

4.1 Inleiding

In maart 2013 is gestart met het boren van de putten, gevolgd door een testfase. Na de testfase is de winningsfase gestart. Voor de winningsfase wordt een planmatige winning van aardwarmte voorzien over een termijn van tenminste 35 jaar.

4.2 Historische productie

De winning van aardwarmte is gestart in april 2015. De productiegegevens zijn vanaf dat moment maandelijks verstrekt aan TNO-AGE en beschikbaar.

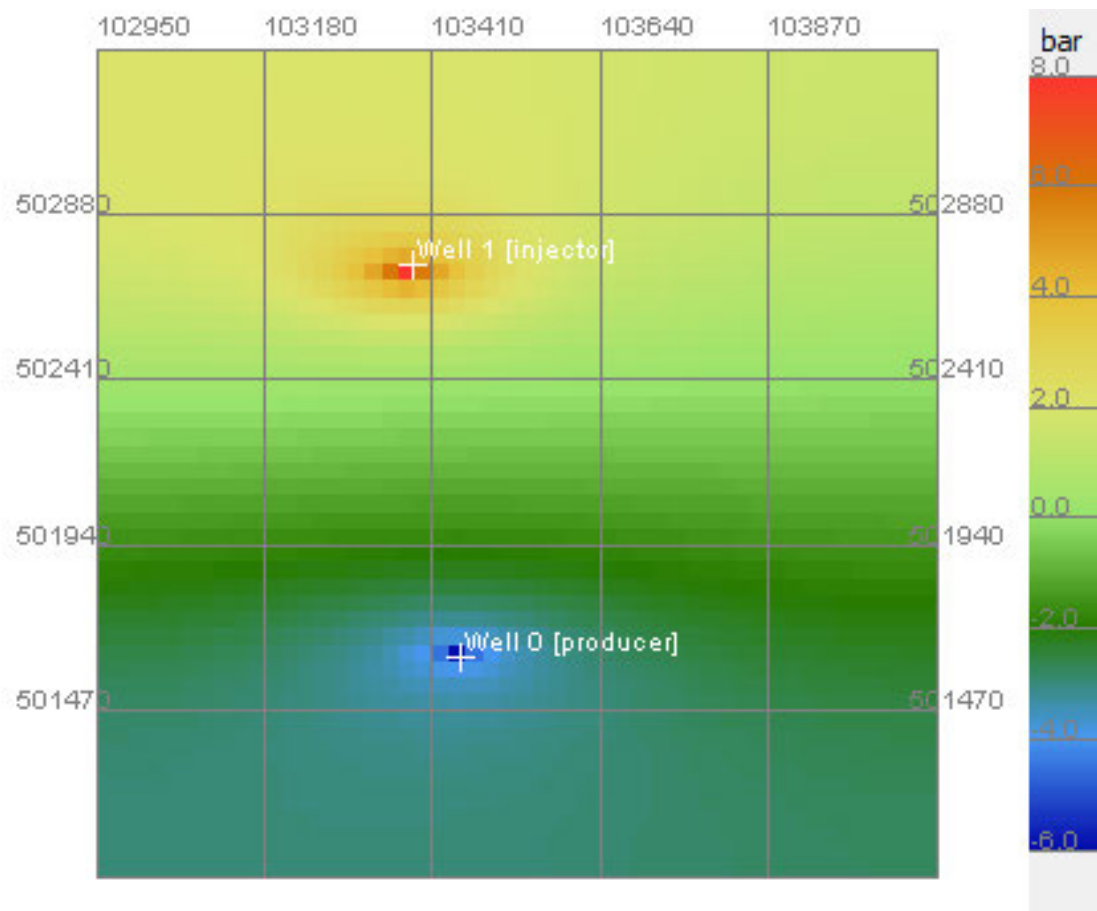
4.3 Duur van de winning

De winning is begonnen in april 2015, nadat de putten en de bovengrondse winningsinstallatie waren getest en opgeleverd. Hierna is een zogenaamde extended well testfase in gegaan. In deze fase wordt aardwarmte gewonnen om o.a. gelijktijdig vast te stellen hoe de installatie bedreven kan worden en wat de optimale productie en bedrijfsvoering is.

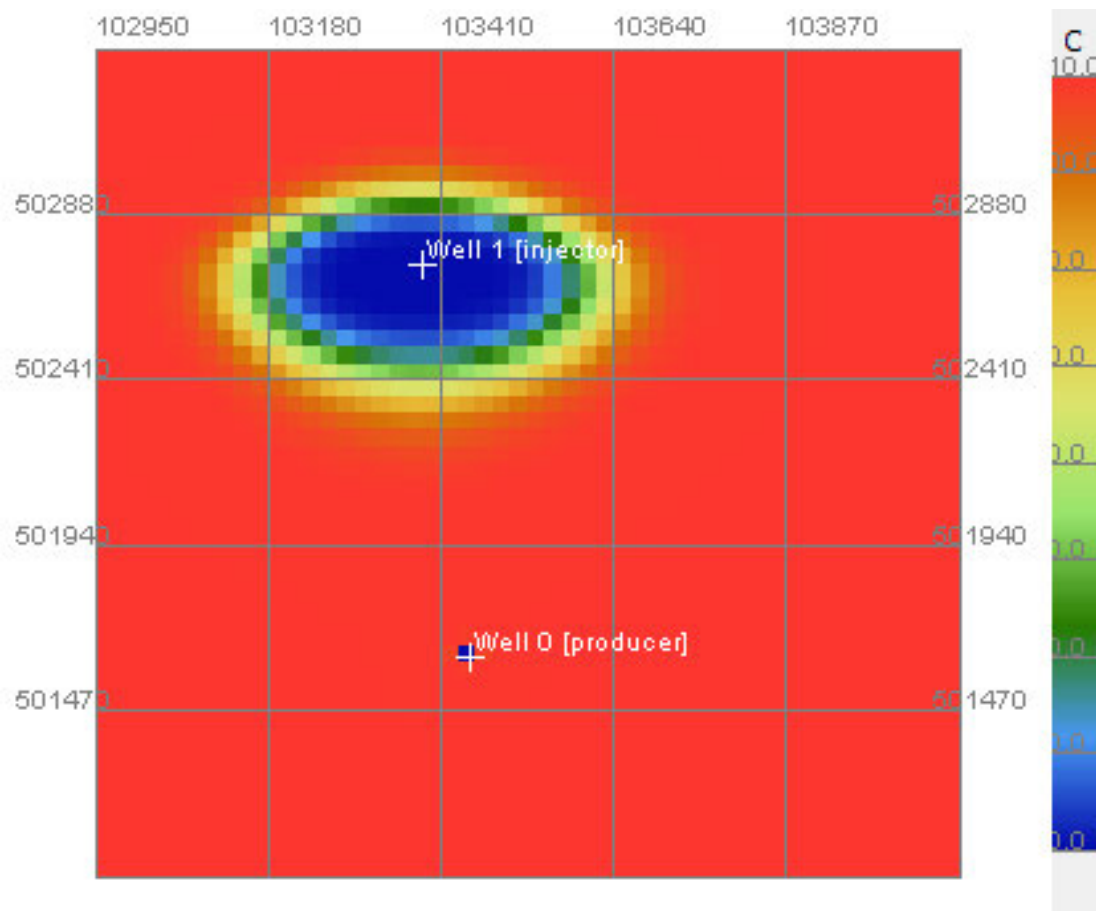
De duur van de winning wordt bepaald door de bedrijfseconomische en technische randvoorwaarden. De winning zal moeten worden beëindigd indien de totale kosten van de winning de opbrengsten overtreffen. Op dit moment is voor een rendabele winning van aardwarmte ondersteuning van de overheid vereist middels subsidies en fiscale maatregelen. De economische en technische levensduur van de winning kan ook, vroeger dan voorzien, eindigen door onvoorziene technische, geologische, geofysische of andere omstandigheden.

De technische duur voor een aardwarmtewinning wordt in principe bepaald door de doorbraaktijd. Dat is de periode tussen start van het circuleren en het moment dat de temperatuurdaling in de productieput 1°C is gedaald.

In rapportage opgesteld voor de winning is berekend dat de doorbraaktijd van de doubletten circa 35 jaar nog niet aan de orde zal zijn indien volcontinu en op volle capaciteit aardwarmte gewonnen kan worden. Zie figuur 9. In de praktijk zal de warmteafname in de zomer beperkt zijn en zal de productiecapaciteit lager zijn overeenkomstig de behoefte. Tevens kan er nog aardwarmte functioneel gewonnen zonder tussenkomst van warmtepomp als de temperatuur van 101°C tot 80°C is gedaald in de productieput. In dat geval is een langere winningstermijn reëel.



Figuur 7: kaart uit DoubletCalc met verwachte drukverdeling na 35 jaar



Figuur 8: kaart uit DoubletCalc met verwachte temperatuurverdeling na 35 jaar winning

4.4 Winningsstrategie & reservoir management

De warmte is vereist om de kassen te verwarmen tot 28 graden. In de zomer neemt de behoefte voor verwarming af en wordt de productie terug geregeld. Daarnaast wordt groot onderhoud aan de warmtewinning in de zomer gepland.

Het aardwarmte voorkomen te Heemskerk is een reservoir waaruit naar verwachting meer dan 35 jaar aardwarmte kan worden gewonnen. Zie ook figuur 8 hierboven. Indien een productiebron is uitgeput kan in het voorkomen een nieuwe productieput worden geboord en in bijvoorbeeld een triplet configuratie de aardwarmtewinning worden voortgezet. Op deze wijze kan naar verwachting gedurende een zeer lange termijn duurzame energie worden geproduceerd voor de energievoorziening van de kassen en toekomstig eventueel andere gebouwen en woningen.

Operationele begrenzing	waarde	dimensie
Max injectiedruk omgevingsvergunning	56	bar
Max debiet omgevingsvergunning	200	m ³ /h
Max benodigde injectiedruk in huidige situatie	20	Bar

Put	Prognose waarde
Debiet geproduceerd water (m ³ /h)	115 bij 12 bar tegendruk
Gemiddelde temperatuur van het productiewater, gewogen per volume, gemeten voor de warmtewisselaar (°C)	101
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	45
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	25
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	12
Verhouding hoeveelheid olie uit productieput indien onttrokken uit de reservoir (Sm ³ /m ³)	Wordt terug gevoerd naar het reservoir.
Verhouding hoeveelheid gas uit productieput indien onttrokken uit het reservoir (Nm ³ / m ³)	Verhouding is 0,4 m3 gas per m3 water maar injecteren alles terug. Uitzondering bij drukloos maken voor liften well head
Verhouding hoeveelheid condensaat uit productieput indien onttrokken uit het reservoir (Sm ³)	Wordt terug gevoerd naar het reservoir.
Hoeveelheid in de productieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	Max 0,05
Debiet geïnjecteerd water (m ³ /h)	115 bij 12 bar tegendruk
Gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gewogen per volume, gemeten tussen warmtewisselaar en de putmond (C)	43
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	11 (hier boven wat extra druk door gecreëerde weerstand aan injectiezijde ivm systeem druk)
Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	280
Maximale druk van aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	20
Maximale operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	320
Hoeveelheid in de injectieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	Max 0,05
Aantal vollasturen per jaar (d)	3 maanden 100 %, 6 maande 75%, 3 maanden 50 % (bij huidige terug koeling)
Prognose onttrokken warmte per jaar (GJ)	
Hoeveelheid benodigde elektrische energie (kWh)	Bij 43 graden een COP van 20
Geïnstalleerd vermogen installatie (MW _{th})	Max 11 Mw bij terugkoelen naar 20 graden

De winning zal verder worden geoptimaliseerd. Door gericht verbeteringen door te voeren zal getracht worden de winbare reserve zo optimaal mogelijk te benutten. Dit kan o.a. door de retourstroom verder uit te koelen. Er wordt nu uit gekoeld tussen 35 en 50 graden. Er zal getracht worden dit te verlagen tot circa 20 graden.

4.5 Productiemonitoring en rapportage

De productie van aardwarmte wordt gemeten middels warmtemetingen geplaatst bij de warmtewisselaars. Daarnaast wordt de capaciteit van de productie installatie gemonitord met debietmetingen en temperatuurmetingen. De werkdrukken van productie en injectiepompen worden geregistreerd zodat afwijkingen in het productie of injectiegedrag van de putten kan worden gedetecteerd.

In overeenstemming met het mijnbouwregelgeving wordt maandelijks een rapportage verstrekt aan TNO-AGE van de gewonnen hoeveelheid aardwarmte en de bedrijfsparameters. Deze rapportage is ingericht overeenkomst de notitie van TNO 'Aanlevering productiegegevens aardwarmte' d.d. 12 febr 2014. Aanvullend wordt voldaan aan de rapportage verplichtingen die worden gesteld in de aan Ce-Ren verleende vergunningen.

De maand- en andere rapportage zijn in onderstaande tabel samengevat.

Rapportage:	Interval:	Inhoud:
Maandrapport	Maandelijks	Overzicht van procesparameters per kalendermaand op afroep leverbaar
WABO-Jaarrapport	Jaarlijks	Overzicht van procesparameters per kalenderjaar
Werkplan	Jaarlijks (vóór 1 november)	Jaarlijkse voortschrijdend vijfjarenplan waarin alle in het vergunningsgebied uit te voeren mijnbouwactiviteiten staan vermeld
Overige documenten	Wanneer nodig	Bijvoorbeeld werkprogramma's, updates van specifieke documenten, incident rapportages etc.

4.6 Jaarlijkse productiekosten

Door Ce-Ren is een business case opgesteld voor aardwarmtewinning in de Slochteren formatie te Heemskerk. In de business case is onderbouwd dat een rendabele aardwarmtewinning mogelijk is. De business case en financiële gegevens zijn verstrekt aan de minister en zijn tevens verstrekt voor het verkrijgen van subsidies en financiering. De bijdragen en financiering voor het plan zijn verkregen en dit bevestigt tevens dat een economische haalbare winning door Ce-Ren van de aardwarmte mogelijk is.

Deze bedrijfsinformatie is van strategische belang voor Ce-Ren, vertrouwelijk verstrekt, en zal conform het bepaalde in artikel 10 lid 1 sub c van de Wet openbaarheid van bestuur niet ter inzage worden gelegd of openbaar gemaakt.

5 Gegevens bodembeweging

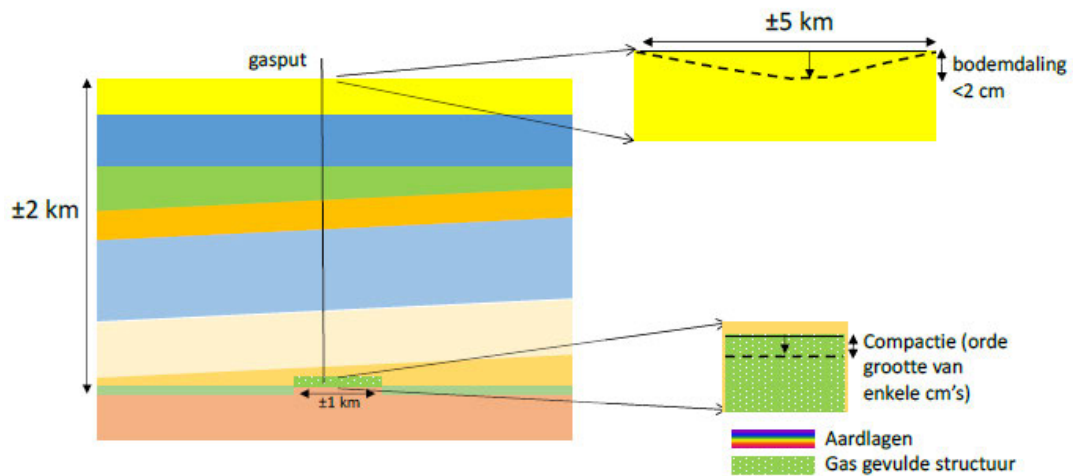
5.1 Bodemdaling/stijging

Bij de aardwarmtewinning in Heemskerk wordt warm formatiewater inclusief opgelost gas uit een bodemlaag onttrokken en koud water weer in dezelfde bodemlaag teruggebracht. Er is daarmee netto geen onttrekking, waardoor de druk in het reservoir zou kunnen veranderen. Wel zal er dicht nabij de productieput een plaatselijke drukdaling kunnen zijn door de onttrekking van het warme water. Tevens zal er nabij de injectieput een relatief geringe overdruk zijn door de injectie van het afgekoelde water.

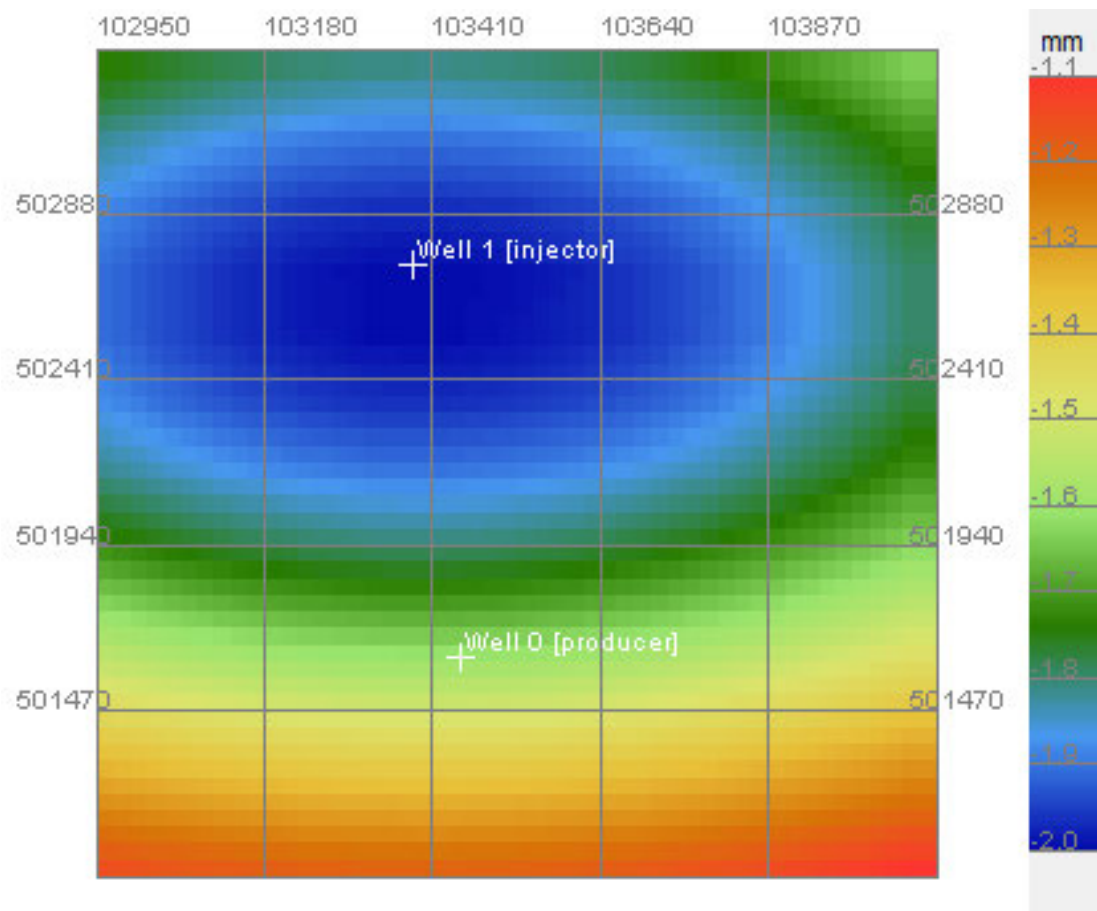
Het gevolg van een drukdaling in het reservoir kan zijn dat het reservoir samengedrukt wordt, d.w.z. dat de poriën een klein beetje inzakken als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen doordat de tegendruk vermindert (compactie). Bij een toename van de druk kunnen de poriën juist een beetje verruimen c.q. er kunnen kleine breukjes tussen poriën ontstaan.

Als in het reservoir op ruim 2 km diepte de bodemlaag reageert, kunnen (als dit langdurig aanhoudt) ook de lagen erboven een beetje inzakken of stijgen. Bij dat proces verdeelt het volume van de bodembeweging op diepte zich, zodat aan de oppervlakte een dalingskom ontstaat. De dalingskom heeft de vorm van een heel platte schotel. Aan de randen gaat de daling geleidelijk naar nul, in het midden vindt de grootste daling plaats. Het volume van de kom is ongeveer even groot als de volumeverandering van het reservoir. Het oppervlak van de kom is groter dan het oppervlak van het reservoir; met als vuistregel dat aan alle kanten er een afstand bijkomt ongeveer gelijk aan de diepte van het reservoir. Hierdoor is de bodemdaling op het diepste punt van de kom aan de oppervlakte flink minder dan de

compactie op $\pm 2,5$ km diepte in het reservoir. Onderstaande figuur geeft dit schematisch weer voor een gasreservoir en gasput op 2 km diepte met een doorsnede van 1 km.



Voor een situatie zoals van toepassing is in Heemskerk is door TNO in 2015 een beoordeling gemaakt van de bodemdaling (Ref artikel op World Geothermal Congress 2015, TNO 19-25 april 2015, Surface Movement Induced by a Geothermal Well Doublet, P.A. Fokker). Er is op diepte rond de putten een bodemdaling bepaald en vertaald naar de maximale daling op maaiveld. In DoubletCalc is als gevolg van de winning van aardwarmte in Heemskerk een bodemdaling van maximaal 2 mm voorzien na 35 jaar productie. Zie figuur 9. Deze bodemdaling zal moeilijk meetbaar zijn, zeker omdat er ook sprake kan zijn van een autonome bodemdaling. In de omgeving van Heemskerk wordt voor de komende 50 jaar een geringe bodemdaling verwacht van circa 20 a 40 mm/ jaar, maar dit kan plaatselijk verschillen (Bron: Deltares c.q. klimaatatlas of DINO loket) .



Figuur 9 kaart uit DoubletCalc met verwachte subsidence na 35 jaar

De verwachte bodemdaling/stijging is daarmee naar verwachting dus niet of nauwelijks meetbaar en een effect aan maaiveld is naar verwachting niet significant, in die zin dat het zou kunnen resulteren in schade voor gebouwen, infrastructuur, of nadelige gevolgen voor natuur en milieu.

Mogelijk gevolgen door bodemdaling/ stijging worden dan ook niet verwacht en aanvullende (extra) maatregelen om deze te voorkomen of te beperken zijn dan ook niet vereist anders dan maatregelen die in kader van een verantwoorde winning al worden genomen zoals:

- De injectie overdruk is beperkt tot een injectiedruk zoals moet worden bepaald overeenkomstig het door TNO opgestelde protocol (zie www.nlog.nl onder 'tools'). Hiermee wordt voorkomen dat een te hoge injectiedruk wordt gebruikt gegeven de sterkte van de ondergrond.
- Bij het beperken of staken van de watercirculatie herstelt de druk zich naar de oorspronkelijk druk in het reservoir binnen een beperkt aantal dagen, ook nabij de

productieput en injectieput. En, bij beëindiging van de winning zal, zoals dus de kans op bodemdaling/stijging nihil zijn. Afwijkingen van de werkdrukken gedurende de bedrijfsvoering worden gemonitord.

- Onttrekking en injectie capaciteit en volume worden eveneens gemonitord. Indien er geen sprake is van materiële netto onttrekking of injectie, zal er in principe ook geen sprake zijn van een drukdaling, compactie of bodemdaling of stijging.

Voor de aardwarmte voorkomens betrokken in deze winning is geen nulmeting uitgevoerd. Verder is van belang dat naar verwachting een wijziging van de Mijnbouwwet wordt voorgesteld, die zal bepalen dat bij de winning van geothermie geen bodemdalingsmetingen uitgevoerd hoeven te worden. In dit meetplan wordt geanticipeerd op deze voor te stellen wijziging van de mijnbouwwet. Tijdens de aardwarmtewinning zal daarom geen bodemdaling of bodemrijzing metingen worden uitgevoerd.

5.2 Bodemtrilling

5.2.1 Inleiding: kunnen bevingen ten gevolge van aardwarmtewinning tot stand komen?

In kader van kennisontwikkeling voor de sector geothermie is een studie uitgevoerd waarin invloedsfactoren zijn benoemd die de kans bepalen op een aardbeving ten gevolge van aardwarmtewinning (zie *"Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 VO.1"*). De kans op een aardbeving door aardwarmtewinning is in het algemeen voor de Nederlandse situatie beperkt. Zoals in paragraaf 5.1 al vermeld wordt netto geen water onttrokken. Er kan dan ook redelijkerwijs gesteld worden dat hierdoor geen geïnduceerde seismiciteit optreedt.

Daarnaast wordt de injectiedruk beperkt overeenkomstig het door TNO daarvoor opgestelde protocol. Ook dit beperkt de kans op een beving.

Voor het bepalen van het risico van aardbevingen is tevens van belang of de winning in een gebied ligt waar natuurlijke of geïnduceerde aardbevingen in het verleden zijn voorgekomen. Deze invloedsfactoren zijn in onderstaande paragrafen nader beschreven.

Decission tree questions	Answer (Y/N)	Argumentation or Reference to relevant paragraph
Distance to major fault zone < 100m or circulation through existing faults?	N	

Project in tectonically active area of Roer Valley Graben?	N	
Influenced by Groningen Field?	N	

5.2.2 Seismische hazard analyse

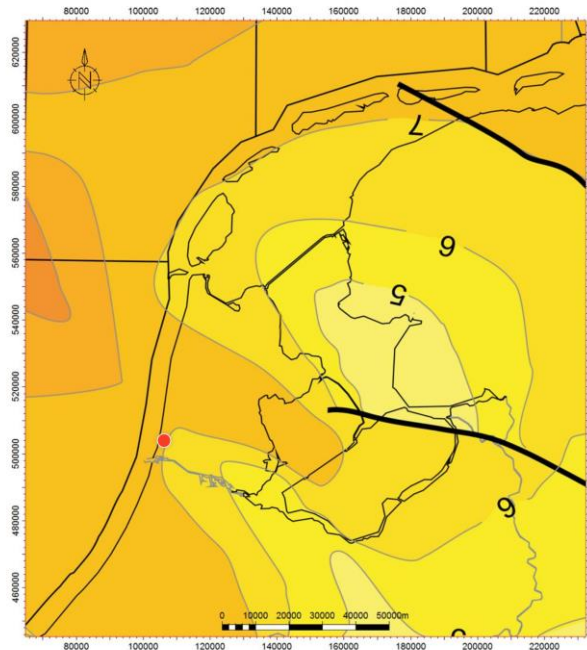
De boven genoemde studie geeft in paragraaf 5.2.1. genoemde en aanvullende invloedsfactoren zijn in een studie beoordeeld. Dit is gedaan op basis van het protocol ontwikkeld door IF Technology B.V. en Q-con GmbH (*"Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects 5 V0.1"*) en de leidraad opgesteld door SodM in 2016 (*"Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering"*). De uitkomsten van de studie geven een inschatting van de kans op bevingen ten gevolge van de aardwarmtewinning. Deze uitkomsten worden hieronder gepresenteerd. Volgens deze Quick Scan wordt aan de hand van 9 parameters de potentie van geïnduceerde seismiteit afgeleid. Deze parameters zijn voor de situatie in Heemskerk beoordeeld en er is een score aan toegewezen. In de scoringsmatrix, gepresenteerd in de onderstaande tabel staan de resultaten in het rood.

Score	Basement Connected	Inter-well pressure Communication	Re-injection pressure [MPa]	Flow rate [m^3/h]	Epicentral distance to Natural earth quakes [km]	Epicentral distance to Induced seismicity [km]	Distance to fault [km]	Orientation of fault in Current stress field	Net injected volume [$1000 m^3$]
10	Yes	No	>7	>360	<1	<1	<0.1	Favourable	>20
7	Possible	Unlikely	4-7	180-360	1-5	1-5	0.1-0.5	Shearing Possible	5-20
3	Unlikely	Likely	1-4	50-180	5-10	5-10	0.5-1.5	Shearing Unlikely	0.1-5
0	No	Yes	<1	<50	>10	>10	>1.5	Locked	<0.1

Verbinding met de kristallijne basis: dit is zeer hard gesteente en ligt bij Heemskerk op een diepte van ongeveer 7000m. Veel lager dan de Slochteren formatie waaruit bij Heemskerk warmte wordt gewonnen. Hier tussen bevindt zich een dik afsluitend pakket. De resulterende score is 0.

Inter-well pressure communication: er is goede druk communicatie tussen de 2 putten aangetoond. Het doublet functioneert al sinds april 2015 zonder noemenswaardige druk veranderingen. Indien er slechte of geen druk communicatie zou zijn dan was de druk in de

ene put verder opgelopen en in de andere verder gedaald. De resulterende score is 0.



Re-injection pressure: Zoals hierboven vermeld is de injectiedruk beperkt overeenkomstig het door TNO daarvoor opgestelde protocol. Dit geeft een maximale injectie druk van ruim 5 Mpa. Dit beperkt de kans op een beving, maar resulteert toch in een vrij hoge score van 7.

Flow rate: Sinds het begin van de productie is maximale continue flow rate 115 m³/uur. Deze zou tot 180 m³/uur mogen oplopen zonder in score toe te nemen. De gebruikte

resulterende score is 3.

De aardwarmtewinning Heemskerk ligt niet nabij een bekend seismisch actief breuksysteem. De afstand tot natuurlijke bevingen is meer dan 10 km. De resulterende score is 0.

De afstand tot geïnduceerde bevingen is iets meer dan 8 km en is afkomstig van een gedepleteerd gas veld op zee. Aangezien de gas productie heeft geresulteerd in een groot drukverschil met de omgeving heeft er zich een beving van geringe sterkte voorgedaan. Ondanks dat andere bevingen niet te verwachten zijn, nemen we als bijbehorende score een 3.

De putten van het doublet zijn zo geplaatst dat ze op voldoende afstand liggen van breuken. De dichtst bij zijnde breuk ligt op zo'n 250 m, waarmee de score komt op 7.

De oriëntatie van breuken in heersend stress veld is in het gebied bij Heemskerk over het algemeen NW-ZO. Ook de breuken die de structuur van het doublet begrenzen hebben ongeveer een dergelijke oriëntatie. Als resultaat is dan Sheering possible of Favourable. Het project draait al enige jaren en het druk patroon veroorzaakt door het doublet blijft hetzelfde en is alleen relevant als er spanning op staat. Alhoewel het niet geheel uitgesloten kan worden, is het niet waarschijnlijk dat dit een rol speelt. Er heeft zich geen

shearing voorgedaan in de tijd dat dit doublet produceert. Daarom lijkt de meest voor de hand liggende score "Shearing unlikely". Bovendien is op de seismiek zichtbaar dat de breuken in het Slochteren/Zechstein niveau ook niet door lopen richting oppervlakte en dus allang niet meer actief lijken te zijn. Helemaal uitgesloten worden kan het misschien niet. We nemen dus "Shearing possible" met score 7

Netto geïnjecteerd volume. Zoals uit de productie en injectie hoeveelheden kan worden afgeleid, zijn deze hoeveelheden vrijwel gelijk en is de netto hoeveelheid dus minimaal. De score bedraagt dus 0.

De totale score komt daarmee op 27. De genormaliseerde score wordt bepaald door te delen door 90. Op basis van deze methodiek is het resultaat 0,3 hetgeen wordt geassocieerd met een laag risico.

Ook op basis van de leidraad van SodM kan worden geconcludeerd dat het risico voor Heemskerk zeer klein is, aangezien deze alleen trillingen voorziet voor meer dan 28% depletie. Omdat al het geproduceerde water en gas weer geïnjecteerd wordt, is de depletie bij Heemskerk vrijwel 0.

De kans op bevingen is daarmee volgens beide methoden in te schatten in de laagste categorie (categorie I). Gegeven de lage kans op bevingen is er geen aanleiding een seismische risico analyse uit te voeren. De kans op bodemtrilling van de aardwarmtewinning is dusdanig laag dat er geen nadelige effecten of schade van de winning te verwachten zijn.

5.2.3 Monitoring van bodemtrillingen

Eventuele bodemtrillingen worden in Nederland gemonitord met behulp van bestaande netwerk van KNMI. Het KNMI heeft een uitgebreid netwerk van seismometers om de seismiciteit in en rondom Nederland te meten. Het netwerk bestaat uit geophones in boorgaten (tot 300m diepte), versnellingsmeters en "broadband" seismometers.

De detectiedrempel van dit netwerk voor de locatie te Heemskerk is circa 0,5 - 1 op de schaal van Richter en bevingen van circa 1,2 op de schaal van Richter kunnen worden gelokaliseerd. Om deze reden is er geen aanleiding dit netwerk uit te breiden met een extra meting nabij de winningslocatie. Indien door de bestaande monitoring toch een significante bodemtrilling wordt gemeten, die wordt veroorzaakt door de aardwarmtewinning van Ce-Ren, kan het netwerk worden uitgebreid c.q. zal Ce-Ren de bedrijfsvoering indien vereist aanpassen en hiervoor een protocol opstellen.

5.2.4 Aanvullende maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken

In paragraaf 5.1 is al een aantal maatregelen genoemd om de kans op of het effect van bodemtrilling te voorkomen of te beperken.

De toe te passen injectiedrukken worden beperkt in overeenstemming met het protocol dat door SodM daarvoor is opgesteld om het risico voor bevingen te beperken. Tijdens de boring is een formatie integriteit test (FIT) uitgevoerd om te testen welke druk de afsluitende laag boven de Slochteren formatie kan weerstaan. De test heeft aangetoond dat deze afsluitende laag een druk kan weerstaan die (veel) hoger is dan de injectiedruk die op basis van het protocol kan worden toegepast.

Daarnaast zijn de bronnen gerealiseerd op voldoende afstand van breuken. De minimale afstand van een bron tot een breuk is 250 meter. Zie bijlage 4 -Distance faults from Slochteren reservoir at HEK-GT-02.

De boringen zijn gerealiseerd in een omgeving die niet seismisch actief is en waar zich in het verleden geen bevingen hebben voorgedaan.

6 Overige omgevingsaspecten

6.1 Inleiding

Zoals aangegeven beschrijft het winningsplan hoe de winning van aardwarmte plaatsvindt, wat de mogelijke effecten voor de omgeving en het milieu zijn en hoe deze beheerst worden. Het gaat hierbij om de ondergrondse effecten. Ondergronds bevindt zich de daadwerkelijke winning en de putten waarmee het warme water wordt opgepompt en het afgekoelde water geïnjecteerd wordt.

Veiligheid en arbeidsomstandigheden voor werknemers bovengronds wordt beschreven in het V&G-zorgsysteem en V&G-document voor de winningsfase. Effecten voor de omgeving die veroorzaakt worden door bovengrondse activiteiten, zijn geregeld in de omgevingsvergunning.

6.2 Omgevingseffecten

Een bodemdaling door de winning is waarschijnlijk niet meetbaar en zal naar verwachting geen schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructuur.

De kans op het optreden van een bodemtrilling wordt in de laagste categorie ingeschat. Tijdens het vier jaar bedrijven van de winningsinstallatie is dit ook niet aan de orde geweest.

7 Verklarende woordenlijst

- Aquifer: Watervoerende bodemlaag.
- Compactie: Het samendrukken van het reservoirgesteente als door productie de druk van de vloeistof in de poriën daalt, en onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
- Compressibiliteit: Samendrukbaarheid
- Depletie: Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
- ECW: Energie Combinatie Wieringermeer
- EZ: Ministerie van Economische Zaken
- GPS: Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
- KNMI: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
- MER of m.e.r.: Milieueffect rapport of milieu effect rapportage
- Mw, Mb, Mr: Mijnbouwwet, Mijnbouwbesluit, Mijnbouwregeling
- Permeabiliteit: De mate waarin een (poreuze) vaste stof een andere stof (gas of vloeistof) doorlaat. Indien een materiaal een andere stof niet doorlaat heet het materiaal voor die stof impermeabel.
- Porositeit: Verhouding tussen het poriënvolume en het totale volume van het gesteente.
- Reservoir: voor aardwarmtewinning; de watervoerende bodemlaag, de aquifer waaruit warm water wordt opgepompt.
- RD coördinaat: Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD).
- SodM: Staatstoezicht op de Mijnen
- SHA: Seismische Hazard Analyse
- TCBB: Technische Commissie Bodembeweging
- TNO: Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
- TVD: True Vertical Depth

8 Referenties

1. Deltares, *Bodemdalingskaarten*, 2011.
2. TCBB, *Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten*, 2014.
3. TNO, *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland*, 2004 (NITG 04-171-C),
4. TNO, *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012* (R10198).
5. SodM, *Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning* (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
6. IF/QCon, *Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects* 5 V0.1, 2017

