

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Directie Transitie Diepe Ondergrond
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Energy & Materials Transition
Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
+31 88 866 42 56

www.tno.nl

[REDACTED]@tno.nl

Datum
16 januari 2024
Onze referentie
AGE 24-10.007
Uw referentie
Uw e-mail van 01-11-2023
Projectnummer
060.58401/01.03.06

Onderwerp Aanvullend advies aanvraag startvergunning aardwarmte Delft I

Geachte [REDACTED],

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) heeft TNO-AGE op 1 november 2023 gevraagd advies uit te brengen over een aanvulling op de aanvraag startvergunning aardwarmte Delft I [1], ingediend door Geothermie Delft B.V. (hierna: aanvrager). Deze aanvulling is ingediend omdat aanvrager tijdens het boren van put DEL-GT-02 genoodzaakt was om een sidetrack te boren. EZK heeft TNO-AGE gevraagd of de aanvulling op de aanvraag startvergunning aanleiding geeft om de door TNO-AGE reeds uitgebrachte adviezen aan te passen.

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 24b – 24aq) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvulling.

Voorgeschiedenis

De aanvraag startvergunning aardwarmte Delft I kent een lange geschiedenis. Op 12 november 2021 heeft aanvrager onder de oude mijnbouwwet een tijdelijke winningsvergunning en goedkeuring tijdelijk winningsplan aangevraagd [2, 3]. Vervolgens zijn, mede op verzoek van EZK en diens adviseurs, meerdere wijzigingen en aanvullingen ingediend. Als gevolg van de intreding van de nieuwe mijnbouwwet, worden deze twee aanvragen (incl. aanvullingen) sinds 1 juli 2023 gezamenlijk beschouwd als een aanvraag startvergunning aardwarmte. TNO-AGE heeft op verzoek van EZK in dit traject meermaals advies uitgebracht over de door aanvrager ingediende stukken [4, 5, 6, 7, 8, 9].

In juni 2023 is aanvrager gestart met het boren van de twee putten. Bij het boren van de beoogde injectieput DEL-GT-02 zijn problemen ontstaan waardoor aanvrager het moederboorgat heeft moeten verlaten en een sidetrack (DEL-GT-02-S1) heeft geboord. Naar aanleiding van deze gebeurtenissen heeft aanvrager een aanvulling op de aanvraag startvergunning ingediend [1]. Op 22 november 2023 heeft aanvrager de aanvulling toegelicht in een gesprek met EZK, SodM en TNO-AGE. Aanvrager heeft in dat gesprek aangegeven dat tijdens het completeren van de sidetrack opnieuw technische problemen optraden en een tweede sidetrack zou worden geboord. De tweede sidetrack inmiddels succesvol geboord.

Voor de advisering aangaande de startvergunning heeft EZK een tijdstempel op het dossier geplaatst. Zoals door EZK gevraagd, is onderliggend advies gebaseerd op het dossier tot en met de aanvulling van 1 november 2023, aangevuld met de toelichting van de aanvrager van 22 november 2023. De op 24 november toegezonden financiële stukken (uw e-mail 'Toelichting op verder verloop procedure aanvraag SV Delft I') zijn niet relevant voor dit advies. Vanwege de tijdstempel op dit dossier is in dit advies niet meegenomen dat de sidetrack nogmaals is afgetakt. Aanvrager heeft gedurende het overleg aangegeven dat deze tweede sidetrack, DEL-GT-02-S2, op zeer korte afstand, ten westen van DEL-GT-02-S1 zou komen te liggen. Gezien deze korte afstand verwacht TNO-AGE dat de conclusies van onderliggend advies ook gelden voor DEL-GT-02-S2.

Beantwoording adviesvraag

Zoals aanvrager beschrijft in de aanvulling op de aanvraag startvergunning [1] zijn er problemen opgetreden tijdens het boren van de beoogde injectieput DEL-GT-02 waardoor aanvrager genooddaakt was om het boorgat te verlaten. Hierbij was het niet mogelijk om het beoogde reservoir, de Delft Zandsteen, volledig te isoleren van bovenliggende lagen. Aanvrager heeft een sidetrack (DEL-GT-02-S1) geboord, die op reservoirdiepte ca. 100 m ten oosten van het moederboorgat ligt. Met betrekking tot de aanvraag startvergunning heeft deze situatie mogelijk op twee punten gevolgen, namelijk 1) de integriteit van de afsluitende laag en 2) risico van bodemtrillingen.

Integriteit van de afsluitende lagen

Gedurende het boorproces van de beoogde injectieput DEL-GT-02, is de boorkop tijdens het omhoog halen vast komen te zitten op een diepte van ca. 1240 m MD. Het beoogde reservoir, de Delft zandsteen, was hiervoor al wel volledig doorboord en ligt op een diepte van ca. 2350 – 2550 m MD. Door de problemen heeft aanvrager geen verbuizing kunnen plaatsen in de 12¼ inch sectie (841 – 2638 m MD, einddiepte) en is het niet gelukt om de Delft Zandsteen middels een plug te isoleren van bovenliggende lagen. De diepste plug is gezet op een diepte van 1358 - 1408 m MD¹, vlak onder de vastzittende boorkop. Dat betekent dat er in principe een 'open hole' is in de sectie 1408 – 2638 m MD (einddiepte). Deze open sectie is gevuld met een boorvloeistof die zwaarder is dan het formatiewater in de Delft Zandsteen. Zolang deze boorvloeistof in het boorgat aanwezig is, zal er bij de huidige reservoirdruk in de Delft Zandsteen geen opwaartse stroming van formatiewater ontstaan.

In deze open sectie bevinden zich volgens aanvrager twee permeabele gesteentepakketten, de Delft Zandsteen en de ondieper gelegen Rijswijk Zandsteen. Deze twee reservoirs worden gescheiden door de Rodenrijs Kleisteen. De open sectie boven de Rijswijk Zandsteen bestaat uit de Vlieland Kleisteen². Doordat de Rodenrijs Kleisteen doorboord is, staan de Delft en Rijswijk Zandsteen mogelijk met elkaar in verbinding. Hierdoor kan bij toekomstige aardwarmtewinning, als gevolg van de opgelegde injectiedruk, mogelijk waterstroming plaatsvinden van de Delft Zandsteen naar de Rijswijk Zandsteen ('crossflow').

¹ TNO-AGE merkt op dat de diepte aanduiding van Figuur 4 in [1] niet lijkt te kloppen. Dit heeft verder geen invloed op de conclusies en aanbeveling van TNO-AGE.

² Aanvrager geeft in Figuur 3 en 4 in [1] aan dat de Rijswijk Zandsteen wordt bedekt door de 'Berkel Clastics' met daarboven de Vlieland Kleisteen. Het is TNO-AGE niet duidelijk wat aanvrager bedoelt met 'Berkel Clastics'. Gezien de hoge GR waarden van het gesteente bestaat het hoofdzakelijk uit kleisteen. In deze evaluatie beschouwd TNO-AGE de 'Berkel Clastics' als een onderdeel van de Vlieland Kleisteen. De naamgeving is irrelevant voor de conclusies en aanbeveling van TNO-AGE.

Aanvrager heeft in de aanvulling [1] getracht de mogelijke *crossflow* te berekenen op basis van verschillende scenario's waarbij de overdruk, skin in de put en permeabiliteit van de Rijswijk Zandsteen zijn gevarieerd. Daarnaast draagt aanvrager aan dat de zware boorvloeistof en verscheidene geologische / geochemische processen de mogelijke *crossflow* kunnen verminderen of compleet verhinderen. Aanvrager kan echter niet uitsluiten dat *crossflow* zal plaatsvinden

Evaluatie TNO-AGE

Doordat de Rodenrijs Kleisteen doorboord is, is de effectiviteit van deze afsluitende laag aangetast. TNO-AGE is het met aanvrager eens dat er verscheidene processen kunnen plaatsvinden die de *crossflow* kunnen verminderen of mogelijk zelfs verhinderen. Het kan echter niet uitgesloten worden dat bij toekomstige aardwarmtewinning waterstroming plaatsvindt van de Delft Zandsteen naar de Rijswijk Zandsteen. TNO-AGE heeft daarom de effectiviteit van de afsluitende laag van de Rijswijk Zandsteen geëvalueerd middels de generieke evaluatie van de TAS-procedure [10]. De afsluitende laag bestaat uit de 400 meter dikke Vlieland Kleisteen. Eventuele scheurvorming van deze laag is o.a. afhankelijk van het temperatuurverschil tussen het geïnjecteerde water en formatiewater en de reservoirdruk van de Rijswijk Zandsteen. De reservoirdruk kan als gevolg van de *crossflow* stijgen. De druk zal echter nooit hoger zijn dan de (verhoogde) reservoirdruk in de Delft Zandsteen. De maximale reservoirdruk in de Delft Zandsteen gedurende aardwarmtewinning is 251 bar (initiële reservoirdruk + maximaal toegestane injectiedruk op reservoirniveau [4]). Voor de generieke evaluatie gaat TNO-AGE uit van het zeer conservatieve scenario dat de reservoirdruk in de Rijswijk Zandsteen 251 bar is en dat de temperatuur van het water dat via *crossflow* in de Rijswijk Zandsteen stroomt, gelijk is aan de injectietemperatuur. Op basis van dit conservatieve scenario modelleert TNO-AGE geen noemenswaardige scheurvorming in de Vlieland Kleisteen gedurende de beoogde winningsperiode van 35 jaar. De resultaten voldoen aan de norm voor integriteit van afsluitende lagen [11].

Seismische dreiging en risico

De geplande sidetrack doorsnijdt het reservoir ca. 100 m ten zuidoosten van het geplande moederboorgat. Omdat daarmee de locatie van de injectieput gewijzigd is ten opzichte van het winningsplan [12], heeft dit mogelijk invloed op het risico van bodemtrillingen ten gevolge van de winning van aardwarmte. Aanvrager geeft aan dat de geplande sidetrack verder van de noordelijke breuk ligt dan het geplande moederboorgat en daarmee een kleiner deel van het breukoppervlak wordt afgekoeld. Hierdoor zou de maximale magnitude van een geïnduceerde beving kleiner zijn ten opzichte van het winningsplan.

Evaluatie TNO-AGE

TNO-AGE heeft in het verleden reeds advies uitgebracht aangaande de seismische dreiging van aardwarmte Delft I [6]. Op basis van een inschatting van de lengte van het afgekoelde breukoppervlak, de dikte van het reservoir en de stress drop is destijds berekend wat de "worst case" magnitude van de beving is (d.w.z. met een zeer lage kans van optreden). Op basis van een winningsduur van 3 jaar is een magnitude van 2,8 berekend, op basis van een winningsduur van 35 jaar een magnitude van 3,1.

Zoals in voorgaande adviezen reeds aangegeven, heeft TNO-AGE de noordelijke breuk anders geïnterpreteerd dan de aanvrager. In de interpretatie van TNO-AGE (en in tegenstelling tot de interpretatie van de aanvrager) dipt de breuk richting de putten en buigt het oostelijke einde van de breuk richting het zuiden i.p.v. het noorden. De sidetrack ligt op basis van de breukinterpretatie van TNO-AGE ca. 20 tot 30 meter dicht bij de noordelijke breuk. Het afgekoelde breukoppervlak na 3 jaar

aardwarmtewinning is hierdoor iets groter dan in het originele winningsplan. Na 35 jaar aardwarmtewinning is het afgekoelde breukoppervlak ca. 100 m kleiner omdat de sidetrack dicht bij het oostelijke deel van de breuk ligt waar deze uitdooft. Op basis van de methodiek van voorgaande evaluatie [6] komt TNO-AGE voor de sidetrack op dezelfde “worst case” magnitudes uit; 2,8 na 3 jaar aardwarmtewinning en 3,1 na 35 jaar aardwarmtewinning.

Sinds voorgaande adviezen heeft TNO-AGE een nieuwe methodiek ontwikkeld om de seismische dreiging ten gevolge van aardwarmtewinning te bepalen, de zogenaamde Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) [13]. TNO-AGE heeft deze methodiek toegepast op aardwarmte Delft I (DEL-GT-01 en DEL-GT-02-S1). Uit de Standaard Uitgebreide SDRA procedure volgt een acceptabele seismische dreiging en risico voor het systeem gedurende de beoogde winningsperiode van 35 jaar. Dit is in lijn met de resultaten op basis van de oude methodiek.

Op basis van bovenstaande resultaten heeft TNO-AGE tevens bepaald wat de mate van schade is die zou kunnen ontstaan bij de berekende “*largest credible earthquake*” (zie methodiek in Appendix 1 van [13]). Voor de duur van de startvergunning is het berekende schadebedrag aanzienlijk lager dan het door aanvrager gereserveerde bedrag van 10 miljoen euro [14]. Het schadebedrag gedurende de volledige beoogde vergunningsduur van 35 jaar kan pas worden bepaald als data beschikbaar komen die nodig zijn voor de aanvraag vervolvergunning. Bij die aanvraag dient de aanvrager een actualisatie van de SDRA in te dienen waarin ook de data van de boringen en eventuele productiedata vergaard gedurende de periode van de startvergunning zijn meegenomen.

Conclusies en adviezen

Integriteit van de afsluitende lagen

- Het beoogde reservoir, de Delft Zandsteen wordt afgesloten door de Rodenrijs Kleisteen. De integriteit van de Rodenrijs Kleisteen is aangetast doordat deze is doorboord door DEL-GT-02 en niet is afgesloten.
- TNO-AGE kan niet uitsluiten dat gedurende toekomstige aardwarmtewinning waterstroming plaatsvindt van de Delft Zandsteen naar de Rijswijk Zandsteen via het verlaten boorgat DEL-GT-02. De afsluitende laag van de Rijswijk Zandsteen is de 400 m dikke Vlieland Kleisteen. Op basis van zeer conservatieve aannames berekent TNO-AGE dat de integriteit van de Vlieland Kleisteen gewaarborgd blijft, de norm [11] wordt niet overschreden bij de aangevraagde operationele condities.
- TNO-AGE concludeert dat de eventuele negatieve effecten van mogelijke crossflow van de Delft Zandsteen naar de Rijswijk zandsteen beperkt zullen zijn en geen significante verhoging van risico's vormen voor mens, natuur en milieu.

Risico van eventuele bodembeweging

- De seismische dreiging op basis van de locatie van de sidetrack is soortgelijk aan die van het geplande moederboorgat. De conclusies van voorgaand TNO-AGE advies [6] zijn nog steeds van toepassing:
 - TNO-AGE kan zich vinden in de conclusie van de vergunninghouder met betrekking tot de argumentatie van de kans op het optreden van een geïnduceerde aardbeving en vervolgens in de inschatting van de magnitude;

- Het project voldoet aan de veiligheidsnorm conform de Kamerbrief, zoals TNO-AGE die interpreteert.
- Er is theoretisch een kans op een geïnduceerde aardbeving, die waarschijnlijk niet voelbaar is, maar mogelijk wel;
- Er is theoretisch een kleine kans op schade door een geïnduceerde aardbeving in een “worst case” scenario, dus met een zeer lage kans van optreden;
- In de periode van het van kracht zijn van het tijdelijke winningsplan (max. 3 jaar) is de kans op schade in een “worst case” scenario, met een zeer lage kans van optreden, nog kleiner vanwege de magnitude van circa 2,8;
- TNO-AGE acht de SHA analyse afdoende om het project gedurende de tijdelijke winningsplanfase doorgang te laten vinden. Een actualisatie van de SHRA op basis van de geacquireerde gegevens en ervaringen op het moment van een aanvraag van een vervolvergunning is een geadviseerde voorwaarde.
- Het voorgestelde seismisch risico beheersplan is passend bij het risicoprofiel van dit project.
- Vergunninghouder heeft met de aangeleverde documentatie [1,2] voldaan aan het eerder uitgebrachte advies [3] om meer invulling te geven aan de seismische risico evaluatie conform de leidraad.
- Op basis van bovenstaande acht TNO-AGE het operationeel maken van dit project acceptabel voor in ieder geval de tijdelijke winningsplanperiode van maximaal 3 jaar. Datavergaring tijdens die periode kan meer inzicht geven in de parameterisatie van de ondergrond en vervolgens de seismische dreigingsanalyse.
- Ter validatie van voorgaande evaluatie heeft TNO-AGE tevens de nieuwe SDRA toegepast. Hieruit volgt een acceptabele seismische dreiging en risico.
- De door TNO-AGE berekende mate van schade ten gevolge van het zeer onwaarschijnlijke optreden van een “largest credible earthquake” gedurende de duur van de startvergunning is aanzienlijk lager dan het door aanvrager gereserveerde bedrag.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Referenties

- [1] GeoThermie Delft B.V., "Aanvulling op Startvergunning naar aanleiding van DEL-GT-02-S1 sidetrack," 2023.
- [2] GeoThermie Delft B.V., "Aanvraag winningsvergunning Geothermie Delft," versie Definitief Winningsvergunningaanvraag KHUGTD rev 00, 2021.
- [3] Geothermie Delft B.V. & Hydreco Geomec B.V., "Definitief Winningsplan kenmerk KHuGTD rev 00," 2021.
- [4] TNO-AGE, "Advies instemming pre-drill winningsplan aardwarmte Delft I," kenmerk AGE 22-10.043, 2022.
- [5] TNO-AGE, "Advies aangepast pre-drill winningsplan aardwarmte Delft I," kenmerk AGE 22-10.074, 2022.
- [6] TNO-AGE, "Evaluatie SHA winningsplan aardwarmte Delft I," kenmerk AGE 22-10.105, 2022.
- [7] TNO-AGE, "Advies aanvraag pre-drill winningsvergunning aardwarmte Delft I," kenmerk AGE 22-10.025, 2022.
- [8] TNO-AGE, "Nadere onderbouwing van advies TNO-AGE m.b.t. pre-drill winningsvergunningaanvraag Delft I," kenmerk AGE 22-10.031, 2022.
- [9] TNO-AGE, "Aanvullend advies aanvraag startvergunning aardwarmte Delft I," kenmerk AGE 23-10.076, 2023.
- [1] TNO-AGE, "Evaluatiemethodiek voor geothermie projecten, Bepaling integriteit afdichtende gesteentepakketten voor geothermieprojecten in Nederland," kenmerk TNO 2023 R11773, https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-09/tno_2023_r11773_bepaling_integriteit_afdichtende_gesteentepakketten_voor_geothermieprojecten_in_nederland.pdf, 2023.
- [1] EZK, " Publicatie normstelling voor seal integriteit bij geothermie," kenmerk PDGGO, https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-09/20230915_publicatie_normstelling_voor_reservoir_integriteit_bij_geothermie_gelakt.pdf, 2023.
- [1] GeoThermie Delft B.V., "Winningsplan Geothermie Delft," Versie: Winningsplan GTD220908KHu
2] final, 2022.
- [1] TNO-AGE & EBN, "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland," https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-11/20230922_hoofdrapport_sdra_aardwarmteprojecten_-_shra_for_geothermal_projects.pdf, 2023.
- [1] Geothermie Delft B.V., "Addendum 2, Verzoek besluit startvergunning Delft I n.a.v. Wijzigingswet
4] Mijnbouw per 1 juli 2023," 2023.