

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Directie Transitie Diepe Ondergrond

Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

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

www.tno.nl

Datum
19 maart 2025
Onze referentie
AGE 25-10.021
Uw referentie
IV-68315
Projectnummer
060.63501/01.03.06

Onderwerp Advies aanvraag vervolgv vergunning aardwarmte Den Haag

Bijlage 1

Geachte

Hierbij stuur ik u ons advies betreffende de aanvraag vervolgv vergunning aardwarmte Den Haag. Deze aanvraag is op 27 mei 2024 ingediend door Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V. (beide hierna: aanvrager).

Adviesverzoek

Het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft TNO-AGE op 25 juni 2024¹ gevraagd om advies uit te brengen en daarin de volgende vragen te beantwoorden:

1. Leidt de situatie zoals die beschreven is voor de langere termijn in de aanvraag vervolgv vergunning, ten opzichte van de huidige vergunde situatie in de startvergunning, tot:
 - › Een nadeliger gevolg voor het milieu als gevolg van de wijze van winning;
 - › Een nadeliger effect van de bodembeweging ten gevolge van de winning;
 - › Een groter risico voor omwonenden of grotere schade aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan;
2. Of, in het kader van nadelige gevolgen voor het milieu, de integriteit van de afsluitende laag voldoende geborgd is op de lange termijn.
3. Kan de in de aanvraag beschreven winning, voor de langere termijn, onaanvaardbare schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan;
4. In hoeverre wordt voldaan aan de norm voor het lokaal persoonlijk risico van maximaal 1 op de 100.000 per jaar dat een individu mag lopen in of nabij de verschillende bouwwerken waar dat individu verblijft, als gevolg van bodemtrilling door de winning van aardwarmte;

¹ Uw e-mail met onderwerp: IV-68315 - Formeel adviesverzoek aan TNO betreffende aanvraag VV Den Haag

5. Sluit de invloedsfeer aan bij de door de aanvrager aangegeven aardlaag en de begrenzing ervan?

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 24ag t/m 24aj) en het onderliggende mijnbouwbesluit (art. 29r en 29w) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvraag.

Opeenvolging van gebeurtenissen

Op 15 april 2020 is de winningsvergunning Den Haag bij beschikking, met kenmerk DGKE-WO / V-76, verleend aan Hydreco GeoMEC B.V. (thans Aardyn B.V.) en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V met een looptijd van twee jaar op basis van het Tijdelijk Beleidskader.

Op 2 december 2020 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat een instemmingsbesluit op het winningsplan Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL) afgegeven (kenmerk: DGKE-WO / V-109) aan Hydreco Geomec B.V. (thans Aardyn B.V.). Het winningsplan is op 1 september 2022 verlengt tot 14 januari 2024 (met kenmerk PDGGO-DTD / 22280483).

De winningsvergunning is op 11 april 2023 verlengd tot 28 mei 2024 (PDGGO-DTDO / V-40176). Op 1 juli 2023 zijn bij de inwerkingtreding van de nieuwe mijnbouwwet, de winningsvergunning en het instemming winningsplan omgezet naar een startvergunning (in besluit met kenmerk PDGGO-DTDO/V-54193 aangemerkt als DGKE-WO/V-39).

Benadering adviesverzoek door TNO-AGE

Met ingang van de nieuwe mijnbouwwet per 1 juli 2023 zijn de eisen die gesteld worden aan vergunningen voor aardwarmte en de bijbehorende adviesvragen veranderd. TNO-AGE benadert deze nieuwe adviesvragen vanuit een geowetenschappelijke kijk op de diepe ondergrond (>500m). Vanuit dat perspectief zijn de gestelde adviesvragen gedeeltelijk overlappend.

TNO-AGE kijkt voor de eerste sub-vraag van adviesvraag 1 naar de integriteit van de afsluitende lagen en eventuele bodemdaling. Hiervoor heeft TNO-AGE een geomechanisch model gemaakt. De overige twee sub-vragen worden gezamenlijk beantwoord, omdat deze beide gaan over bodemtrillingen. Het risico en de dreiging van bodemtrillingen worden hiervoor getoetst aan de vastgestelde normering. Bij de adviesvragen 2 tot en met 4 kijkt TNO-AGE naar eventuele bodemtrillingen en -daling en daarom is de beantwoording hiervan samengevoegd met die van vraag 1. Voor adviesvraag 5 heeft TNO-AGE een reservoirmodel gemaakt om de druk- en temperatuurveranderingen te berekenen rondom het aardwarmtesysteem.

In het hoofdstuk “Evaluatie van de aanvraag” worden alle bevindingen over de bovengenoemde onderwerpen beschreven en in het hoofdstuk “Conclusies en adviezen” worden deze bevindingen vertaald naar een direct antwoord op de gestelde adviesvragen.

Compleetheid aanvraag vervolvergunning aardwarmte

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op volledigheid gecontroleerd. Na een evaluatie van de stukken die door de aanvrager op 27 mei 2024 zijn aangeleverd, heeft TNO-AGE voorlopige conclusies gedeeld met KGG. Naar aanleiding daarvan heeft KGG de aanvrager gevraagd om aanvullende gegevens aan te leveren. De aanvrager heeft op 11 december 2024 een vernieuwde aanvraag ingediend. In de stukken die aangeleverd zijn bij deze vernieuwde aanvraag gaat de aanvrager in op de vragen die door TNO-AGE gesteld zijn. TNO-AGE beschouwt deze stukken als leidend voor het advies.

Naast de aanvraag vervolvergunning [1] zijn meerdere bijlages aangeleverd. De bijlages die relevant zijn voor de beoordeling van vervolvergunning door TNO-AGE zijn:

- › Bijlage 4 - SHA Level2 PanTerra [2]
- › Bijlage 6 - Seismisch Respons Protocol [3]
- › Bijlage 9 – Communicatieplan HAL [4]

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op volledigheid gecontroleerd en de daarin opgenomen informatie als voldoende compleet bevonden.

Evaluatie van de aanvraag

Omschrijving van de aanvraag

Aangevraagd gebied

Het gebied van de aangevraagde vervolgvergunning Den Haag komt exact overeen met de vigerende startvergunning Den Haag, die ook is vergund aan aanvrager. In Tabel 1 staan de coördinaten van het aangevraagde gebied en de kaart in Bijlage A laat de ligging zien. De oppervlakte van de aangevraagde vervolgvergunning is 9,86 km².

Tabel 1 Coördinaten van het aangevraagde gebied. De coördinaten zijn vermeld volgens het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD).

Punt	X	Y
1	75792,001	453175,639
2	80178,306	453854,711
3	80562,293	451699,399
4	76175,988	450961,278

Dieptebereik

Aanvrager wint warmte uit de watervoerende lagen van het Delft Zandsteen Laagpakket, vanaf een diepte van circa 1800 meter. Geothermisch water stroomt van de injectieput door de poreuze gesteentematrix van het laagpakket naar de productieput. In de aanvraag is het dieptebereik niet gespecificeerd.

Aanvrager

De vervolgvergunning aardwarmte Den Haag is aangevraagd door Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V. (de aanvrager). Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. is per 25 maart 2016 eigenaar van de aardwarmte-installatie en is ook de warmteleverancier.

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. heeft Haagse Aardwarmte B.V. als enige aandeelhouder, welke op haar beurt vier aandeelhouders heeft, namelijk Aardyn B.V. (25%), Perpetuum Energy Partners B.V. (25%), EBN Aardwarmte B.V. (25%) en Energiefonds Den Haag C.V. (25%). EBN Aardwarmte B.V. is een 100% dochteronderneming van Energie Beheer Nederland B.V. (EBN) die 100% in eigendom is van de Nederlandse Staat. Van oudsher is EBN actief in de olie- en gassector, maar met het ingaan van de nieuwe Mijnbouwwet op 1 juli 2023 speelt EBN ook een grote rol in de aardwarmtesector.

De aanvrager heeft Aardyn B.V. aangewezen als uitvoerder in dit project. Aardyn B.V. heeft verscheidene vergunningen Toewijzing Zoekgebied en is uitvoerder en vergunninghouder bij drie andere aardwarmte-installaties (Vierpolders, Delft I en Oostvoorne).

Beschrijving systeem en doel van de warmtelevering

Het aardwarmtesysteem Den Haag bestaat uit een productieput (HAG-GT-01) en een injectieput (HAG-GT-02), beiden geboord in 2010. De productie van aardwarmte is volgens de gegevens van TNO-AGE gestart begin december 2021. De gewonnen warmte wordt gebruikt voor de verwarming van woningen en bedrijven via het stadsverwarmingsnet.

De aanvrager voorziet in de nabije toekomst geen uitbreiding van de winningsinstallatie in de zin van het boren van extra putten, maar is wel voornemens stimuleringsmaatregelen toe te passen op de injectieput.

Omvang van het aangevraagde gebied in relatie tot de invloedssfeer

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op adviesvraag 5.

Operationele instellingen tijdens de winningsfase

In Tabel 2 staat een overzicht van de productieparameters die zijn aangevraagd [5]. De aangevraagde maximale injectiedruk en maximaal debiet wijken niet af van de maximale begrenzing die vastgesteld is voor de startvergunning [6]. Het aangevraagde maximale debiet (en gemiddelde debiet) is 165 m³/uur, de maximale injectieverschil druk op top reservoirdiepte is 44,6 bar en de minimale injectietemperatuur is 45 °C. De aanvrager vraagt een vergunningsduur aan van 30 jaar gerekend vanaf 1 juli 2021 tot 1 juli 2051. Binnen deze periode valt dus ook het tijdsinterval waarin al is geproduceerd binnen de winnings- en startvergunning.

Tabel 2: Aangevraagde productieparameters Vervolgvergunning Den Haag.

Parameter	Waarde
Gemiddelde injectietemperatuur*	45 °C
Minimale injectietemperatuur	45 °C
Gemiddeld debiet**	165 m ³ /uur
Maximaal debiet	165 m ³ /uur
Maximale injectieverschil druk op (top)reservoirdiepte	44,6 bar

*de aanvrager maakt geen onderscheid tussen gemiddelde en minimale injectietemperatuur.

**bij 8,200 draaiuren

Verwachte winning van aardwarmte

Volgens de berekeningen van TNO-AGE resulteren de aangevraagde productieparameters in een totale productie van 36,5 miljoen m³ water tijdens de vervolgvergunning (vanaf 1 juli 2021 tot 1 juli 2051). Vanaf 2025 produceert het systeem volgens dezelfde berekeningen 0,17 PJ per jaar.

Mogelijke interferentie met mijnbouwactiviteiten

Om eventuele druk- en temperatuurinterferentie met omliggende mijnbouwactiviteiten te beoordelen heeft de aanvrager meerdere modelberekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen en de bijbehorende aannames en invoerparameters zijn beperkt beschreven in de aangeleverde rapportage [5].

TNO-AGE heeft de modelberekeningen, ter controle en naar eigen inzicht, opnieuw uitgevoerd. De softwarepakketten DoubletCalc2D en ROSIM zijn gebruikt om temperatuur- en drukveranderingen in en

rondom het reservoir te berekenen, die het gevolg zijn van de voorgenomen en eventueel historische aardwarmteproductie.

De aanvrager concludeert in [5] dat er binnen de voorgestelde vergunningsduur geen negatieve druk- en temperatuurinterferentie op zal treden tussen het aardwarmtesysteem Den Haag en de omliggende, bestaande aardwarmtesystemen of producerende koolwaterstofvelden. De aanvrager noemt echter wel dat volgens de DoubletCalc2D berekeningen een druktoename van maximaal 0,4 bar wordt verwacht bij het doublet van Aardwarmte Vogelaar en beoordeelt dit als positieve beïnvloeding. Daarnaast stelt de aanvrager dat er tot en met het eind van de aangevraagde vergunningsduur geen afkoeling plaatsvindt buiten de voorgestelde vergunningsgrens van Den Haag.

Modelresultaten van TNO-AGE laten een zeer beperkte drukinterferentie zien op het naburige aardwarmtesysteem Poeldijk. Er wordt geen druk beïnvloeding verwacht op nabijgelegen producerende olie- en gasvelden. Daarnaast verwacht TNO-AGE dat de druktoename bij het doublet van Aardwarmte Vogelaar minder hoog zal zijn dan beschreven door de aanvrager. Volgens de seismische interpretatie van TNO-AGE is het verzet langs de zuidelijke randbreuk, over een grotere afstand dan aangenomen door de aanvrager, groot genoeg om afsluitend te zijn.

Op basis van dezelfde modelresultaten concludeert TNO-AGE dat vergunningsgrensoverschrijding door het koudefront niet wordt verwacht binnen de aangevraagde vergunningsduur. TNO-AGE ziet daarom geen reden om voorwaarden of maatregelen te adviseren.

Overlap met beschermde gebieden

Het aangevraagde gebied overlapt niet met waterwingebieden, grondwaterbeschermingszones, boringvrije zones, gebieden die formeel zijn aangewezen als Aanvullende Strategische Drinkwatervoorraad en Natura2000-gebieden.

Evaluatie van de aangevraagde gebiedsgrootte

Volgens TNO-AGE sluit de invloedssfeer van de beoogde aardwarmtewinning aan bij de laterale omvang van het aangevraagde gebied. De modelberekeningen van TNO-AGE laten zien dat gedurende de voorgenomen productie het koudefront binnen de aangevraagde begrenzing blijft. De aanvrager vraagt in [5] geen verticale begrenzing aan. Deze begrenzing is ook niet vastgelegd voor de geldende startvergunning. Dit is het gevolg van het feit dat de huidige startvergunning een omzetting was de voormalige winningsvergunning en het tijdelijk winningsplan waarin niet per definitie een verticale begrenzing werd opgenomen.

TNO-AGE adviseert een verticale begrenzing toe te kennen die het watervoerende reservoir en de afsluitende lagen omvat. De bovengrens wordt in dat geval gedefinieerd door de top van de Nieuwerkerk Formatie en de ondergrens door het midden van de Altena Groep.

Mogelijke gevolgen van de voorgenomen winning

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op adviesvraag 1 tot en met 4.

TNO-AGE heeft een petrofysische analyse uitgevoerd op de logs van de put MON-GT-02. Daarnaast heeft TNO-AGE ook zelf de puttasten van HAG-GT-01 en -02 geanalyseerd. De beschikbare productiecijfers van het aardwarmtesysteem Den Haag maken het mogelijk om de in DoubletCalc2D

gemodelleerde drukken in de putmonden tot op zekere hoogte te verifiëren. De rapportage van de aanvrager [5] maakt hiervan geen vermelding. De gemodelleerde drukken in het model van TNO-AGE komen goed overeen met de drukken die zijn afgeleid uit de productiecijfers.

Veranderingen in ondergrondse spanningen zijn door de aanvrager berekend met een Mohr-Coulomb analyse in combinatie met een 2-dimensionaal numeriek model, gebaseerd op de eindige-elementenmethode. TNO-AGE heeft veranderingen in ondergrondse spanningen berekend met het programma SRIMA.

In de paragrafen hieronder wordt, per onderwerp, een korte beschrijving gegeven van de conclusies van de aanvrager, gevolgd door de beoordeling van TNO-AGE. Om antwoord te kunnen geven op adviesvragen 1 tot en met 4 worden de uitkomsten vergeleken met de beoordeling van de startvergunning. Deze startvergunning is het resultaat van een omzetting van de voormalige winningsvergunning en de instemming met het winningsplan n.a.v. de Mijnbouwwet wijziging op 1 juli 2023. Deze omzetting heeft plaatsgevonden zonder nieuwe toetsing door TNO-AGE. Het laatste advies dat is opgesteld door TNO-AGE voor het aardwarmtesysteem Den Haag [7] is daarom deels gebaseerd op oudere methodieken en wettelijke vereisten waar rekening mee moet worden gehouden in de vergelijking van de uitkomsten.

Berekening van de verwachte mate van bodemdaling

De aanvrager stelt dat naar verwachting 0,7 tot 0,9 mm bodemdaling per jaar plaats zal vinden in het vergunningsgebied [1]. Dit is berekend op basis van de landelijke bodemdalingskaart van de website www.bodemdalingskaart.nl en gaat over de bodemdaling die niet gerelateerd is aan aardwarmtewinning van het geothermisch systeem Den Haag. De in DoubletCalc2D berekende extra bodemdaling door aardwarmtewinning bedraagt volgens de aanvrager maximaal ca. 10 mm [1] aan het einde van de winningsperiode. Dat staat gelijk aan 0,03 mm bodemdaling per jaar.

De verwachte bodemdaling volgens het model van TNO-AGE bedraagt ongeveer 1,3 mm per 1 juli 2051, einde winningsperiode. Dit is significant minder dan de uitkomst van de aanvrager en heeft waarschijnlijk te maken met verschillen in de aangenomen reservoir eigenschappen en instellingen van DoubletCalc2D.

De dichtstbijzijnde Natura2000 gebieden liggen ten westen en noorden van het aangevraagde vergunningsgebied. Op ongeveer 650 meter van het aangevraagde vergunningsgebied ligt het Westduinpark. De modelmatige absolute bodemdaling door aardwarmtewinning is in die gebieden nihil.

TNO-AGE ziet geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren. De verwachte mate van bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning niet zal meetbaar zijn, dit is berekend door zowel aanvrager als TNO-AGE. Hierin is de situatie niet veranderd ten opzichte van de startvergunning.

Integriteit van de afsluitende lagen

Conform de Mijnbouwregelgeving moet de integriteit van de afsluitende lagen boven en onder een reservoir gewaarborgd te blijven. De integriteit van de afsluitende lagen werd bij het laatste advies voor het aardwarmtesysteem Den Haag [7] getoetst aan het protocol voor de maximale injectiedruk bij aardwarmtewinning opgesteld door SodM en TNO-AGE [8], [9]. In het kader van de nieuwe Mijnbouwwet is de TAS-procedure (Tensile Failure Assessment of the Seal) opgesteld [10] om de

integriteit van de afsluitende lagen te toetsen. Een berekend scheurhoogtepotentieel wordt hierbij getoetst aan de norm die is beschreven in de beleidsbrief van 18 september 2023 [11]. De technische achtergrond en toetsingscriteria van het injectiedrukprotocol en de TAS methodiek zijn verschillend waardoor de uiteindelijke beoordeling kan verschillen.

De aanvrager stelt in [5] dat de aangevraagde maximale injectieverschildruk voldoet aan de eisen van het protocol voor de maximale injectiedruk bij aardwarmtewinning uit 2013 en 2020 [3], [4]. Op basis hiervan concludeert de aanvrager dat de integriteit van de afsluitende lagen is gewaarborgd.

TNO-AGE volgt bij de beoordeling van de integriteit van de afsluitende lagen de TAS-procedure. In de toelichting op de TAS-procedure staat dat de geologische eigenschappen van het reservoir en de afsluitende lagen goed moeten worden beschreven. Een belangrijk onderdeel hiervan is het aantonen dat de afsluitende lagen continu aanwezig zijn in het beïnvloedingsgebied. Deze beschrijving mist in de aanvraag [12]. Op basis van de putten in de regio en de aanwezige seismiek, concludeert TNO-AGE evenwel dat de afsluitende lagen voldoen aan dit criterium.

Het aardwarmtesysteem Den Haag voldoet aan alle toetsingscriteria van niveau 1 van de TAS-procedure en voldoet daarmee aan de norm [11]. De integriteit van de afsluitende lagen is daarom ook volgens TNO-AGE gewaarborgd.

TNO-AGE heeft ter controle SRIMA berekeningen uitgevoerd waarbij de invoerparameterwaardes naar eigen inzicht zijn bepaald en daarbij heeft TNO-AGE meerdere scenario's doorgerekend. Hieruit blijkt dat SRIMA zelfs bij extreem hoge debieten geen uitkomsten geeft waarin niet wordt voldaan aan de norm. Dit komt mede omdat de maximale injectieverschildruk op mid-reservoirniveau waarvoor SRIMA heeft getoetst 129 bar is.

Seismische dreiging en risico

Volgens de mijnbouwregelgeving moet voor ieder aardwarmteproject bij het aanvragen van een vervolgvergunning aangetoond worden dat het voldoet aan de gestelde veiligheidseisen. Ook moeten de effecten van een eventuele aardbeving worden beschreven. Hiervoor is door TNO-AGE en EBN de SDRA methodiek voor geothermie ontwikkeld [13].

De inschatting van het risico en de dreiging van eventuele bodemtrillingen werd voorheen gemaakt aan de hand van de methodiek van Q-con en IF Technology [14]. De aanvrager heeft op basis hiervan een SDRA Quickscan uitgevoerd. Uit de Quickscan volgde dat de seismische dreiging van het aardwarmtesysteem laag was [15]. Daarnaast had de aanvrager, hoewel dit geen vereiste was, ook een level 2 SHA uitgevoerd. Ook hieruit volgde dat de dreiging van bodemtrillingen laag is [2]. De aanvrager verwijst in [16] naar een seismische dreigingsanalyse uit 2020 [2]. Op basis hiervan concludeert de aanvrager dat het Den Haag project voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm en dat er geen schade wordt verwacht.

Voor de advisering van de aangevraagde vervolgvergunning Den Haag hanteert TNO-AGE de SDRA-methodiek [13]. Hierbij worden andere berekeningsmethoden en beoordelingscriteria gebruikt, dan de voormalige QCON & IF methodiek. De classificatie van lage seismische dreiging van de oude methodiek is in de huidige SDRA-methodiek equivalent aan het dreigingsdomein "Verwaarloosbare dreiging".

Voor de beoordeling van de seismische dreiging en het risico heeft TNO-AGE de benodigde invoerparameters geëvalueerd en waar nodig waarden gebruikt die afwijken van die van de aanvrager. Dit is gedaan op basis van inzichten voortkomend uit gebruik van de data die TNO-AGE tot haar beschikking heeft. Uit de Seismische Dreigingsscreening (SDS) van de SDRA-methodiek volgt dat er voor het Den Haag project een Standaard uitgebreide SDRA moet worden uitgevoerd. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van meerdere breuken binnen het invloedsgebied van het aardwarmtesysteem (GT-Aol). De $PGV_{LCE(mean)}$ -waarde van TNO-AGE valt, binnen het domein van “Acceptabele dreiging en risico”. De verwachte groundbeweging is zo klein dat TNO-AGE geen schade verwacht (voor panden gebouwd voor en na 1940). Dat betekent dat er geen schadevoorziening gereserveerd hoeft te worden.

De SDRA is zo opgesteld dat, wanneer een geothermie systeem in de categorie “acceptabele dreiging en risico” valt, er voldaan wordt aan de veiligheidsnorm. De veiligheidsnorm, gedefinieerd in de Mijnbouwregeling, is het individueel aardbevingsrisico van maximaal 1 op de 100.000 per jaar dat een individu mag lopen in of nabij de verschillende bouwwerken waar dat individu verblijft. De beoogde winning van aardwarmte bij Den Haag voldoet volgens de berekeningen aan de veiligheidsnorm.

Ten opzichte van de huidige startvergunning is het dreigingsdomein veranderd van “Verwaarloosbare seismische dreiging” naar “Acceptabele dreiging en risico”. Strikt genomen is het risicoprofiel daarmee verslechterd. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit is gebaseerd op een vertaling van de beoordeling die eerder is gemaakt op basis van een verschillende toetsing.

Seismische monitoring en maatregelen

De aanvrager heeft een Seismiciteit Respons Protocol [3] uitgewerkt met een Traffic Light System (TLS) en een communicatieplan [4]. De aanvrager geeft aan dat eventuele seismiciteit zal worden gemonitord met een permanent aanwezig seismisch monitoringsnetwerk dat specifiek aangelegd is voor het aardwarmtesysteem Den Haag. Het netwerk bestaat uit 4 stations die rond het systeem zijn gepositioneerd. Dit netwerk heeft een minimale detectiegrens van magnitude 0,9 tot 1,1. Dit betekent dat direct onder het systeem van Den Haag aardbevingen met een magnitude van 0,9 en hoger kunnen worden waargenomen.

Het TLS, dat beschreven is in het Seismiciteit Respons Protocol, gebruikt de magnitude voor de bepaling van de grenswaarden. In het geval van een beving boven de detectiegrens kan de aanvrager direct handelen naar de geregistreeerde magnitude.

Gezien de uitkomst van de SDRA-methodiek acht TNO-AGE het Seismiciteit Respons Protocol zoals beschreven in [3] afdoende om op adequate wijze te kunnen reageren op een eventuele seismiciteit en potentiële schade te voorkomen.

Conclusies en adviezen

Gevolgen voor milieu

TNO-AGE heeft vanuit haar expertise gekeken naar de mechanismen die een mogelijke invloed hebben op het milieu. Deze mechanismen zijn bodemdaling, als gevolg van de voorgenomen productie, en eventueel integriteitsverlies van de afsluitende lagen van het reservoir.

Bodemdaling

De modelmatig bepaalde absolute bodemdaling door aardwarmtewinning, volgens de voorgenomen productieparameters, is verwaarloosbaar klein binnen het vergunningsgebied en ook in de nabijgelegen beschermingsgebieden. TNO-AGE ziet geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren, aangezien de verwachte mate van bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning niet meetbaar zal zijn. Deze uitkomst wijkt niet af van de huidige vergunde situatie.

Integriteit van de afsluitende lagen

De norm voor integriteit van de afsluitende lagen wordt niet overschreden bij de aangevraagde operationele condities. TNO-AGE verwacht niet dat eventuele scheurvorming zal doorgroeien naar ondieper gelegen watervoerende lagen. TNO-AGE verwacht dan ook geen nadelige gevolgen voor het milieu. Dit komt overeen met de beoordeling van de huidige vergunde situatie.

TNO-AGE adviseert om de volgende operationele restricties op te nemen in de vergunning:

- › Maximaal te produceren volume water van 36,5 miljoen m³ water gerekend vanaf 1 juli 2021 tot 1 juli 2051 en;
- › Minimale injectietemperatuur van 45 °C en;
- › Maximaal debiet van 165 m³/uur, en;
- › Maximale injectieverschilddruk op top reservoirdiepte van 44,6 bar.

Bodemtrilling en risico voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken

TNO-AGE heeft op basis van berekeningen vastgesteld dat het aardwarmtesysteem Den Haag tijdens de aangevraagde productieperiode van de vervolgvergunning binnen het dreigingsdomein “Acceptabele dreiging” valt. Ten opzichte van de huidige vergunde situatie van de startvergunning is het dreigingsdomein strikt genomen verergerd, maar dit heeft in dit geval te maken met veranderde toetsingscriteria. Onaanvaardbare schade aan gebouwen of infrastructurele werken wordt door TNO-AGE niet verwacht.

Volgens TNO-AGE voldoet de voorgenomen winning van het aardwarmtesysteem Den Haag aan de veiligheidsnorm.

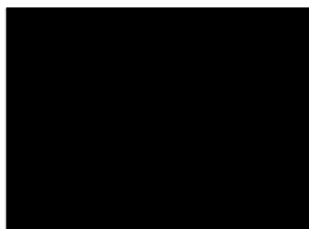
Invloedsfeer van het systeem

Volgens de berekeningen van TNO-AGE blijft het koudefront van het systeem ruim binnen de begrenzing van de vergunning aan het einde van de aangevraagde productieperiode (juli 2051). Op basis daarvan kan worden geconcludeerd dat de aangevraagde vergunningsbegrenzing aansluit bij de invloedsfeer van het geothermisch systeem.

TNO-AGE adviseert een verticale begrenzing toe te kennen die het watervoerende reservoir en de afsluitende lagen omvat. De bovengrens wordt in dat geval gedefinieerd door de top van de Nieuwerkerk Formatie en de ondergrens door het midden van de Altena Groep.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



[Redacted text]

Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Bijlage

[Bijlage A:](#) Ligging van het aangevraagde gebied

14

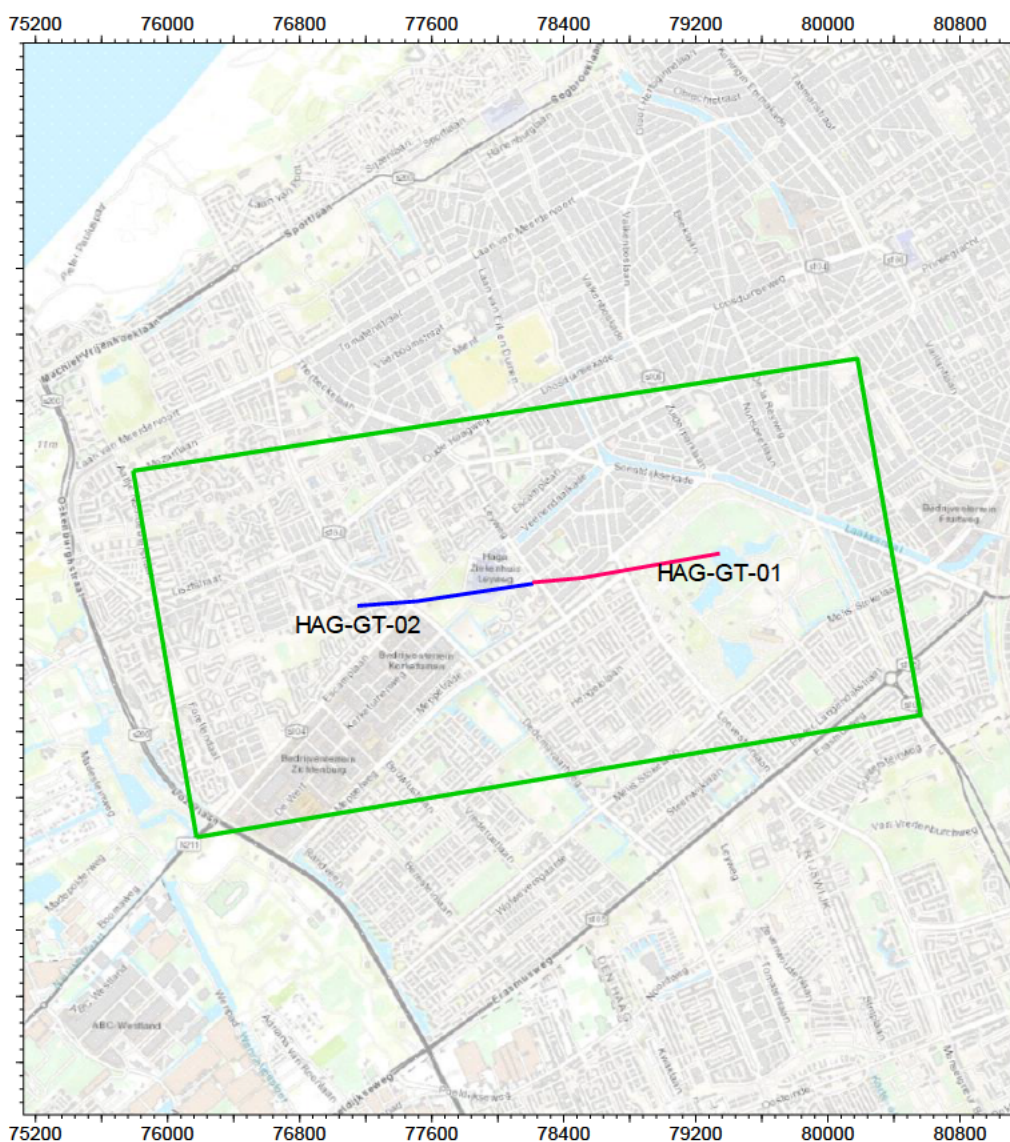
Referenties

- [1] Aardyn B.V. & Duurzaam Voorne Holding B.V., "Aanvraag Vervolgvergunning Aardwarmte voor het gebied Oostvoorne," 2024, 28 oktober.
- [2] PanTerra Geoconsultants, "Haagsche Aardwarmte Leyweg (HAL) Seismic Hazard Analysis," 2020, januari.
- [3] Haagse Aardwarmte Leyweg, "Seismisch Respons Protocol," 2021.
- [4] Aardyn B.V., "Omgevings- en communicatieplan Haagse Aardwarmte Leyweg," 2024, april.
- [5] Aardyn B.V., "Aanvraag vervolgvergunning aardwarmte voor het gebied Den Haag," 2024, 10 december versie 2.
- [6] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, "Gewijzigd instemmingsbesluit winningsplan Haagse Aardwarmte," 2022, 1 september.
- [7] TNO-AGE, "Advies verlenging instemming pre-drill winningsplan aardwarmte HAL," 2023, maart.
- [8] SodM, "Protocol maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning, Versie 2," 2013.
- [9] SodM, "Toezichtsignaal Integriteit van het geothermisch reservoir en de afsluitende lagen," 2020.
- [10] TNO, "Bepaling integriteit afdichtende gesteentepakketten voor geothermieprojecten in Nederland," 2023.
- [11] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, "Publicatie normstelling voor seal integriteit bij geothermie, kermerk: PDGGO," 2023.
- [12] Aardyn B.V., "Vervolgvergunning SRIMA input parameters substantiation.xls," 2024.
- [13] TNO-AGE, "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland," 2023, 16 november.
- [14] Qcon GmbH & IF Technology B.V., "Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1," 2016, 5 oktober.
- [15] TNO-AGE, "Advies tweede wijziging winningsplan aardwarmte Oostvoorne," 2022.
- [16] Duurzaam Voorne Holding B.V., "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Vervolgvergunningaanvraag – Aardwarmte Concessie Oostvoorne," 2024.
- [17] Aardyn B.V., "Memo bij Vervolgvergunning Oostvoorne Breukinterpretatie en geomechanische impact," 2024, 14 oktober.

- [18] Aardyn B.V., "DC2D runs voor aanvraag Vervolgvergunning Oostvoorne," 2024, september.
- [19] Hydreco Geomec, "Well Test Analysis Production test & Circulation test TNT-GT-01P & TNT-GT-02I," 2021, 7 januari.
- [20] Kaerpf, "Geomechanische input parameters voor seismische dreigings- en risicoanalyse– Oostvoorne," 2024, 10 oktober.
- [21] Duurzaam Voorne Holding B.V. & Hydreco Geomec B.V., "Wijziging instemming Winningsplan, versie: Wijziging winningsplan Oostvoorne Side track, 220222 KHu -v1," 2022, 22 februari.
- [22] Ministerie van Economische zaken, "Instemmingsbesluit gewijzigd winningsplan Oostvoorne," 2023.
- [23] TNO-AGE, "MEMO Vervolgvergunning Oostvoorne," 2024, 19 augustus.
- [24] Duurzaam Oostvoorne Holding B.V., "Seismiciteit Respons Protocol," 2024.
- [25] TNO-AGE, "Bepaling begrenzing winningsvergunning aardwarmte," 2014.

Bijlage A

Ligging van het aangevraagde gebied



Kaart van de regio rondom het aangevraagde gebied (groen omlijnd) met de omtrek van de vigerende startvergunning (omlijnd door de groene stippellijn). Ook zijn de geprojecteerde ondergrondse puttrajecten afgebeeld van de injectie- en productieput van het Den Haag systeem.

Klik of tik om tekst in te voeren.