

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Klimaat en Groene Groei
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
15 augustus 2024
Onze referentie
AGE 24-10.086
Uw referentie
IV-62307
Projectnummer
060.58401/01.03.06

Onderwerp Advies aangaande wijziging startvergunning aardwarmte Maasdijk I

Geachte [REDACTED],

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft TNO-AGE op 12 maart 2024¹ gevraagd om advies over de ingediende wijziging van de startvergunning Maasdijk I. Deze wijziging is op 7 maart 2024 ingediend door HVC Aardwarmte Maasdijk B.V. (hierna: vergunninghouder)

Voorgeschiedenis

In 2021 heeft vergunninghouder een pre-drill winningsvergunning [1] en pre-drill winningsplan [2] ingediend voor Maasdijk I. TNO-AGE heeft destijds advies uitgebracht aangaande beide aanvragen [3, 4]. In 2023, voor ingang van de nieuwe mijnbouwwet, heeft EZK ingestemd met het pre-drill winningsplan en is de pre-drill winningsvergunning afgegeven [5, 6]. Bij ingang van de nieuwe mijnbouwwet zijn deze gezamenlijk omgezet naar een startvergunning. In 2022 en 2023 zijn in het vergunde gebied 6 putten geboord, MSD-GT-01 t/m MSD-GT-06-S1, die drie doubletten vormen.

Ingediende wijziging startvergunning

In de ingediende wijziging heeft de vergunninghouder de verwachte en minimale temperatuur van het injectiewater verlaagd t.o.v. de vigerende startvergunning. Daarnaast heeft vergunninghouder de resultaten van de zes geboorde putten gebruikt en verwerkt.

Adviesverzoek

KGG vraagt advies over onderstaande onderwerpen en (indien mogelijk) in hoeverre de bevindingen zich verhouden tot de conclusies en het advies op het oorspronkelijke pre-drill winningsplan en de aanvraag pre-drill winningsvergunning.

¹ Uw e-mail met onderwerp: *Formeel adviesverzoek TNO betreffende wijziging SV Maasdijk I*

1. De geologische onderbouwing van de aanvraag;
2. Of de in de aanvraag beschreven operationele instellingen tijdens de winningsfase realistisch zijn met het oog op planmatig beheer;
3. De mate van scheurvorming in de afsluitende laag en de wijze waarop de integriteit van de afsluitende laag geborgd is en gemonitord wordt;
4. De eventuele effecten van de winning op de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen en infrastructurele werken, waaronder:
 - o Een analyse van de in de aanvraag beschreven bodemdaling of -stijging, inclusief cumulatie, monitoring en de te nemen maatregelen;
 - o Een analyse van het in de aanvraag beschreven risico op bodemtrilling, de beheersing ervan en de te nemen maatregelen; is er sprake van onaanvaardbare risico's of kan er onaanvaardbare schade veroorzaakt worden;
 - o Leidt de situatie tot een nadeliger effect van de bodembeweging ten gevolge van de winning of tot een groter risico voor omwonenden of grotere schade aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan, ook in het kader van de veiligheidsnorm?
5. De grootte van het aangevraagde gebied in relatie tot de verwachte winning van aardwarmte en de verwachte afzet van aardwarmte.

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 24t) en het onderliggende mijnbouwbesluit (art. 29q) en mijnbouwregeling (art. 1.3b.2) zijn leidend bij de evaluatie van de wijziging startvergunning.

Compleetheid van de wijziging startvergunning

Ter ondersteuning van de ingediende wijziging startvergunning [7] heeft de vergunninghouder een aantal bijlages bijgevoegd. De bijlages die relevant zijn voor de beoordeling van de wijziging startvergunning door TNO-AGE zijn:

- Deviatiedata geboorde putten (bijlage 5.1 t/m 5.11);
- Maasdijk fracture containment update (bijlage 9.2);
- Post-drill SDRA Maasdijk (bijlage 9.3);
- Deelnemers aardwarmte Maasdijk (bijlage 9.7).

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op volledigheid gecontroleerd. Op basis van deze controle is de vergunninghouder verzocht nadere toelichting te geven aangaande de verwachte geomechanische eigenschappen van de ondergrond en de verwachte mate van scheurvorming in het reservoir en afsluitende laag. Op 29 mei 2024 heeft de vergunninghouder als reactie op het informatieverzoek van TNO-AGE de volgende documenten en data aangeleverd:

- Geactualiseerde wijziging startvergunning [8];
- Nieuwe studie aangaande de integriteit van de afsluitende laag [9];
- Gewijzigde post-drill SDRA Maasdijk [10];
- Mechanische eigenschappen afgeleid van de logs van MSD-GT-03-S2 [11];
- Digitale logs mechanische eigenschappen MSD-GT-03-S2.

Voor dit advies is uitgegaan van de geactualiseerde versie van de wijziging startvergunning [8].

Evaluatie van de wijziging startvergunning

De paragrafen in dit hoofdstuk zijn gelinkt aan bovenstaande adviesvragen. Elke paragraaf start met de inhoud van de aanvraag op het betreffende adviesonderwerp en vervolgens de evaluatie door TNO-AGE.

Geologische onderbouwing van de wijziging

TNO-AGE vindt de geologische onderbouwing van voldoende kwaliteit voor het aanvragen van een wijziging startvergunning aardwarmte. De aangeleverde rapportage [8] geeft voldoende vertrouwen dat de vergunninghouder op de hoogte is van de uitdagingen i.r.t. de diepe ondergrond. De seismische interpretatie van het reservoir, boven- en onderliggende afsluitende lagen en breuken is op adequate wijze uitgevoerd. Vergunninghouder heeft daarnaast een gedegen evaluatie uitgevoerd van de verkregen putdata. TNO-AGE kan zich ook vinden in de inschatting van de reservoir eigenschappen, waar o.a. het verwachte geothermisch vermogen op is gebaseerd.

Realisme operationele instellingen tijdens de winningsfase met oog op planmatig beheer van de ondergrond

De vergunninghouder heeft zes putten geboord in het gebied van de startvergunning Maasdijk I, waarbij het Alblasserdam reservoir op een diepte van ca. 2,5 – 3,0 km is aangetroffen. Het Delft Zandsteen reservoir, tevens beoogd doelreservoir, bleek niet aanwezig dan wel niet duidelijk ontwikkeld. Vergunninghouder heeft het Alblasserdam reservoir in drie eenheden onderverdeeld; de Upper, Middle en Lower Alblasserdam Sands (TAS, MAS en LAS).

In de gewijzigde startvergunning [8] heeft vergunninghouder de minimale injectietemperatuur verlaagd van 35 °C naar 25 °C. De verwachte gemiddelde injectietemperatuur is 30 °C. Daarnaast geeft vergunninghouder voor elk doublet een verwachting van het gemiddelde en maximale debiet. Deze waarden zijn lager dan die in het originele ingediende winningsplan en de vigerende startvergunning. Vergunninghouder geeft in de wijziging [8] echter aan dat dit enkel verwachte waarden zijn en dat de vergunde operationele condities, m.u.v. de injectietemperatuur, nog steeds de uitgangspunten zijn voor de (gewijzigde) startvergunning. Het geprognostiseerde debiet, zoals opgenomen in de vigerende vergunning, is volgens vergunninghouder niet haalbaar voor doublet 3 vanwege tegenvallende reservoirkwaliteit. Vergunninghouder zal een additionele wijziging startvergunning aanvragen voor productie uit een additioneel reservoir. Totdat deze situatie vergund is, zal dit doublet niet in gebruik worden genomen.

Tabel 1 Geprognostiseerde productiekarakteristieken voor de drie doubletten. * Gemiddelde debiet, verrekend met het aantal draaiuren, o.b.v. vigerende startvergunning

PRODUCTIEKARAKTERISTIEKEN

Gemiddelde productietemperatuur	89 - 91 °C
Gemiddelde injectietemperatuur	30 °C
Minimale injectietemperatuur	25 °C
Gemiddeld debiet jaarrond ²	271 m ³ /uur
Maximaal debiet ³	325 m ³ /uur
Maximale injectiedruk op reservoirdiepte ³	106 - 111 bar

TNO-AGE heeft de aangevraagde maximale condities (debiet van 325 m³/uur en injectietemperatuur van 25 °C) en gemiddelde condities (debiet van 271 m³/uur ² en injectietemperatuur van 30 °C) doorgerekend met DoubletCalc2D (hierna: DC2D). Op basis hiervan is geen sprake van grensoverschrijding en/of doorbraak van kouder water binnen 2 jaar. Dit is gelijk aan voorgaand advies.

Omdat de reservoirkwaliteit in MSD-GT-06-S1 (doublet 3) waarschijnlijk slechter is dan verwacht, is de gemodelleerde injectieverschil druk hoger dan de vergunde maximale injectieverschil druk. Dat betekent dat het beoogde gemiddelde en maximale debiet mogelijk niet haalbaar is in doublet 3. Dit is in lijn met de verwachting van de vergunninghouder.

Bij doublet 1 en 2 is de gemodelleerde injectiedruk lager dan de vergunde maximale injectiedruk en zijn de beoogde (maximale) debieten naar verwachting wel haalbaar.

Integriteit van de afsluitende lagen

De watervoerende zandsteenlagen van het Laagpakket van Alblasterdam vormen het beoogde reservoir voor aardwarmtewinning. Het afsluitende pakket wordt volgens de vergunninghouder gedefinieerd door het bovenliggende Rodenrijs Kleisteen Laagpakket, dat bestaat uit een opeenvolging van kleisteenlagen en in de onderste helft tevens zandsteenlagen. Volgens de vergunninghouder heeft dit pakket een dikte van ca. 60 – 90 meter op de projectlocatie. TNO-AGE kan zich vinden in de definitie, beschrijving en dikte inschatting van het afsluitende pakket door de vergunninghouder.

Vergunninghouder heeft een studie laten uitvoeren door Fenix Consulting Delft (hierna: Fenix) aangaande de integriteit van de afsluitende laag [9]. In deze studie is de integriteit van de afsluitende laag gemodelleerd middels een 3D scheurgroei simulatie model en daarnaast is ook SRIMA gebruikt. Hierbij is uitgegaan van een injectieperiode van 30 jaar. Fenix concludeert, op basis van de uitkomsten van het 3D scheurgroei simulatiemodel, dat het project voldoet aan de gestelde norm en dat de integriteit van het afsluitende pakket behouden blijft bij het beoogde debiet. Fenix geeft aan dat op basis van de SRIMA modellering de norm [12] mogelijk wel overschreden wordt. Fenix heeft geen eenduidige verklaring voor dit verschil, maar stelt wel, mede op basis van eerder onderzoek, dat er mogelijk sprake is van een structureel verschil tussen scheurgroei resultaten van een 3D simulatiemodel en SRIMA.

² Gemiddelde debiet, verrekend met het aantal draaiuren

³ Op basis van vigerende startvergunning

Fenix geeft in de studie geen resultaten van de integriteit van de afsluitende laag na 2 jaar injectie (duur startvergunning).

Evaluatie TNO-AGE

TNO-AGE heeft de integriteit van de afsluitende laag geëvalueerd middels de TAS-procedure [16]. Deze procedure bestaat uit drie niveaus, met een toenemende mate van detail. Bij elk niveau kan de uitkomst zijn dat er een acceptabel dreigingsniveau is en aan de norm [12] wordt voldaan, of dat een volgend niveau moet worden uitgevoerd. Uit de niveau 1 screening volgt dat een niveau 2 generieke evaluatie moet worden uitgevoerd. TNO-AGE heeft voor de generieke evaluatie SRIMA gebruikt. Hieruit volgt dat, bij de aangevraagde maximale injectiedruk en mate van uitkoeling, wordt voldaan aan de norm [12] gedurende de periode van de startvergunning (duur van 2 jaar) en geen aanvullende monitoring is vereist. Dit is in lijn met de resultaten van voorgaande audit [4].

Op de langere termijn, als een groter deel van de afsluitende laag is afgekoeld, is op basis van SRIMA modellering wel sprake van overschrijding van de norm. In dat geval schrijft de TAS-procedure voor dat een niveau 3 detailevaluatie uitgevoerd dient te worden om de integriteit van de afsluitende laag te evalueren. De studie van Fenix voldoet in essentie aan de eisen voor een dergelijke studie.

Wel wil TNO-AGE, vooruitlopend op een toekomstige aanvraag vervolgv vergunning, alvast meegeven dat in een dergelijke studie duidelijk naar voren dient te komen hoe de resultaten zich verhouden tot de aangevraagde (maximale) operationele condities. In de studie van Fenix [9] is het voor TNO-AGE nu niet duidelijk in hoeverre de aangevraagde maximale injectiedruk zich verhoudt tot de resultaten van de modellering.

Berekening van de verwachte mate van bodemdaling

Vergunninghouder heeft de verwachte bodemdaling ten gevolge van de voorgenomen aardwarmtewinning berekend in DoubletCalc2D en concludeert dat de totale bodemdaling na 30 jaar 1,0 – 1,5 centimeter bedraagt.

TNO-AGE heeft o.b.v. het gemiddelde debiet en de gemiddelde injectietemperatuur de bodemdaling nagerekend en komt, afhankelijk van de drukverdeling in het reservoir, uit op maximaal 0,6 centimeter na 30 jaar productie. In deze berekening is ook de productie van het nabij gelegen systeem Maasland meegenomen. Gedurende de periode van de startvergunning is de modelmatig berekende bodemdaling minder dan 0,1 cm. De gemodelleerde mate van bodemdaling is iets minder dan in voorgaand advies. Dit is met name gerelateerd aan de geologische inschatting.

Het dichtstbijzijnde natuur/beschermingsgebied is Solleveld & Kapittelduinen (Natura2000) en ligt ca 1,5 km ten noordwesten van de bovengrondse faciliteiten van Maasdijk. De door TNO-AGE berekende bodemdaling door aardwarmtewinning aan de rand van het Natura2000 gebied is ca. 0,4 cm na 30 jaar productie. In het dichtstbijzijnde grondwaterbeschermingsgebied, Monster, wordt geen bodemdaling verwacht door aardwarmtewinning in Maasdijk.

De verwachte bodemdaling door aardwarmtewinning van maximaal ca. 0,2 mm/jaar is een factor tien lager dan de huidige mate van bodemdaling van 2-3 mm/jaar, die op de locatie van het geplande

Maasdijk I systeem wordt gemeten [13]. De huidige bodemdaling wordt veroorzaakt door een combinatie van ondiepe fenomenen zoals veenoxidatie en inklinking van klei. De gaswinning door de nabijgelegen gasvelden Maasdijk, Gaag en De Lier draagt hier mogelijk ook deels aan bij. Uit het instemmingsbesluit Gaag-Monster [14] blijkt dat de resterende te verwachten bodemdaling door deze velden nog maximaal 2 cm is. De totale bodemdaling vanaf de start van de winning in 1989 tot aan het einde van de productie in 2027 bedraagt naar verwachting minder dan 6 cm. Het centrum van de bodemdalingsschijf door gaswinning ligt echter buiten het beïnvloedingsgebied van het geplande systeem Maasdijk I.

Seismische dreiging en risico

Om een inschatting te kunnen maken van het risico van bodemtrillingen ten gevolge van de winning van aardwarmte is de SDRA geothermie [15] opgesteld. De vergunninghouder heeft de standaard uitgebreide SDRA binnen deze procedure toegepast ter ondersteuning van de wijziging startvergunning [10].

In de SDRA [10] geeft vergunninghouder de SRIMA modelresultaten voor de drie injectieputten, in combinatie met de aanwezige breuken in de ondergrond. Vergunninghouder gaat hierbij uit van 30 jaar productie. De SDRA komt uit op een acceptabele seismische dreiging en risico.

Gedurende de duur van de startvergunning is volgens de vergunninghouder geen sprake van afkoeling van breuken en is de seismische dreiging volgens de richtlijn verwaarloosbaar.

Evaluatie TNO-AGE

Op basis van de afstand tot breuken en de productieprognoses volgt uit de modelberekeningen dat de breuken in de ondergrond van Maasdijk gedurende de duur van de startvergunning niet zullen worden afgekoeld. TNO-AGE concludeert dan ook dat gedurende de duur van de startvergunning het geothermische systeem een verwaarloosbare seismische dreiging en risico heeft. Dit is in lijn met de conclusie van vergunninghouder en voorgaande audit van TNO-AGE.

Gedurende de totale beoogde winningsduur van 30 jaar zullen de breuken naar verwachting wel (gedeeltelijk) afkoelen, wat kan leiden tot omstandigheden waarin breukreactivatie mogelijk is. Vergunninghouder heeft reeds een standaard uitgebreide SDRA opgesteld en stelt op basis daarvan uit te komen op een acceptabele seismische dreiging en risico. Aangetekend moet worden dat vergunninghouder ervan uitgaat dat alle productie en injectie in de bovenste zanden van het Alblasserdam reservoir plaatsvindt (door vergunninghouder 'TAS' genoemd). Vergunninghouder geeft aan dat dit een conservatieve aanname is omdat dit resulteert in een (lateraal) relatief grote koudwaterbel. Vergunninghouder stelt tevens dat 'alle simulaties waarbij de Alblasserdam als één pakket wordt beschouwd resulteren in een verwaarloosbare hazard'. Vergunninghouder onderbouwt deze uitspraak echter niet met SRIMA resultaten.

Bij de risicobepaling van een geothermisch project is de dikte van het afgekoelde breuksegment een zeer belangrijke factor omdat deze kwadratisch wordt meegenomen in de berekening van de piekgrondsnelheid. Op basis daarvan wordt het seismisch risico afgeleid. Indien de breuken in Maasdijk over de gehele dikte van het Alblasserdam reservoir afkoelen, zal dit leiden tot een significant hogere

berekende piekgrondsnelheid. Een gedeeltelijke verticale afkoeling zal leiden tot een lagere berekende piekgrondsnelheid.

TNO-AGE kan niet uitsluiten dat sommige breuken in de ondergrond van Maasdijk gedurende een productieperiode van 30 jaar over de gehele dikte van het reservoir afkoelen, wat mogelijk leidt tot een hogere piekgrondsnelheid dan door vergunninghouder is berekend. Hierdoor komt het project mogelijk uit op een onacceptabel risico en is een maatwerk SDRA vereist. Vooruitlopend op een toekomstige aanvraag vervolgv vergunning raadt TNO-AGE vergunninghouder dan ook aan om meer inzicht te verkrijgen in de verwachte mate van afkoeling van de breuken

Monitoring en maatregelen

Op basis van de verwaarloosbare seismische dreiging en risico van het geothermische systeem gedurende de duur van de startvergunning, is het niet nodig dat vergunninghouder additionele monitoring of maatregelen neemt met betrekking tot seismiciteit. TNO-AGE geeft vergunninghouder ter overweging mee om desalniettemin alvast lokale seismische monitoring aan te leggen. De meetresultaten kunnen nuttig zijn voor de (aanvraag) vervolgv vergunning. Bovendien is het aannemelijk dat dergelijke monitoring op termijn alsnog nodig is, gezien de uitkomst van de SDRA voor een productieperiode van 30 jaar.

Omvang van het aangevraagde gebied

Verwachte winning van aardwarmte

Vergunninghouder geeft aan dat doublet 1 en 2 vanaf respectievelijk Q3 en Q2 van 2024 in gebruik worden genomen. Doublet 3 zal naar verwachting pas in 2025 opstarten omdat vergunninghouder voornemens is om uit een additioneel reservoir te produceren, waarvoor op een later moment (opnieuw) een wijziging startvergunning zal worden aangevraagd. Doublet 3 zal niet in gebruik worden genomen totdat deze productie vergund is. Per jaar verwacht de vergunninghouder [REDACTED] aan energie te kunnen winnen. Het verwachte bronvermogen van de drie doubletten tezamen is [REDACTED]

Verwachte afzet van aardwarmte

De gewonnen warmte zal worden ingevoerd in het WarmteSysteem Westland (WSW). Dit warmtenet wordt gevoed met geothermie en restwarmte en levert warmte aan met name glastuinbouw. Voor het geothermisch systeem Maasdijk is [REDACTED] aan warmteleveringsovereenkomsten gesloten. Hiervan is [REDACTED] voor bebouwde omgeving (Waelpolder) en [REDACTED] voor glastuinbouw. Daarnaast zullen mogelijk de woonwijk Rijnvaart en de kernen 's Gravenzande en Naaldwijk worden aangesloten.

Evaluatie van de aangevraagde gebiedsgrootte

De voorgenomen warmteafzet zoals beschreven in de wijziging startvergunning sluit goed aan bij de verwachte winning van aardwarmte als alle drie de doubletten actief zijn. Wel zal de warmtevraag mogelijk groter zijn dan de warmteafzet zo lang doublet 3 inactief is. TNO-AGE concludeert dat de grootte van het gebied van de startvergunning passend is.

⁴ Hierbij is voor doublet 3 uitgegaan van productie uit alleen de Ablasserdam zanden. Vergunninghouder is echter voornemens om een nieuwe wijziging startvergunning aan te vragen voor co-productie uit de Berkel en Rijswijk reservoirs. De totale energieproductie en geothermisch vermogen is dan waarschijnlijk hoger.

Conclusies en adviezen

Geologische onderbouwing van de wijziging startvergunning

De geologische onderbouwing van de wijziging startvergunning is van voldoende kwaliteit. De aangeleverde rapportage geeft voldoende vertrouwen dat de vergunninghouder op de hoogte is van de uitdagingen i.r.t. de diepe ondergrond.

Planmatig beheer van de ondergrond

Grensoverschrijding en/of doorbraak van de afgekoelde zone wordt niet verwacht binnen 2 jaar. Het geprognoseerde maximale debiet van doublet 1 en 2 kan naar verwachting gehaald worden binnen de vergunde injectiedrukruimte. Voor doublet 3 is dit mogelijk niet het geval door tegenvallende reservoirkwaliteit. Vergunninghouder geeft aan een additionele wijziging startvergunning in te zullen dienen voor de productie uit een additioneel geothermisch reservoir. Zolang die situatie niet vergund is zal vergunninghouder het doublet niet in gebruik nemen.

Omvang van het aangevraagde gebied

De voorgenomen warmteafzet, zoals beschreven in de wijziging startvergunning, sluit op de lange termijn goed aan bij de verwachte winning van aardwarmte. Op basis daarvan concludeert TNO-AGE dat de grootte van het aangevraagde gebied passend is.

Integriteit van de afsluitende lagen

De norm voor integriteit van de afsluitende lagen wordt niet overschreden bij de aangevraagde operationele condities gedurende de duur van de startvergunning. TNO-AGE adviseert de volgende operationele restricties op te nemen:

- Maximaal te produceren volume water in 2 jaar: 14,2 miljoen m³ (conform vigerende vergunning), en;
- Minimale injectietemperatuur: 25 °C (conform wijziging startvergunning), en;
- Maximaal debiet: 325 m³/uur per doublet (conform vigerende vergunning), en;
- Maximaal injectieverschildruk op top perforatiediepte (conform vigerende vergunning), zoals gegeven in onderstaande tabel

Injectieput	Injectieverschildruk op top perforatiediepte
MSD-GT-02	106 bar
MSD-GT-03	111 bar
MSD-GT-06	108 bar

Gedurende de totale beoogde winningsduur van 30 jaar is mogelijk wel sprake van overschrijding van de norm. In een toekomstige aanvraag vervolgvergunning dient vergunninghouder een detailevaluatie van de integriteit van de afsluitende lagen aan te leveren waarin duidelijk naar voren komt hoe de resultaten zich verhouden tot de aangevraagde (maximale) operationele condities.

Risico van eventuele bodembeweging

Gedurende de periode van de startvergunning is de modelmatig berekende bodemdaling minder dan 0,1 cm. De gemodelleerde mate van bodemdaling is iets minder dan in voorgaand advies. Dit is met name gerelateerd aan de geologische inschatting.

Uit de SDRA van de vergunninghouder en de toetsing daarvan door TNO-AGE volgt een verwaarloosbare seismische dreiging en risico gedurende de periode van de startvergunning. Nadere analyses of maatregelen zijn daarom niet nodig.

Gedurende de totale beoogde winningsduur van 30 jaar is mogelijk wel sprake van seismische dreiging en risico.

TNO-AGE wil de vergunninghouder ter overweging meegeven om nu al lokale seismische monitoring te installeren. Dit kan mogelijk van nut zijn voor de (aanvraag) vervolvergunning. Bovendien is het, op basis van de uitkomst van de SDRA voor 30 jaar productie, aannemelijk dat dergelijke monitoring alsnog dient te worden geplaatst.

Met vriendelijke groet,



Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken (a.i.)

Referenties

- [1] Energie Transitie Partners, "Maasdijk – Pre-drill Winningsvergunning," V1.0, 2 december 2021.
- [2] Energie Transitie Partners, "Maasdijk – Pre-drill Winningsplan," V2.0, 23 december 2021.
- [3] TNO-AGE, "Advies aanvraag tijdelijke winningsvergunning aardwarmte Maasdijk I," kenmerk AGE 22-10.061, 9 augustus 2022.
- [4] TNO-AGE, "Advies instemming winningsplan aardwarmte Maasdijk I," kenmerk AGE 22-10.054, 21 juli 2022.
- [5] EZK, "Verlenen winningsvergunning aardwarmte Maasdijk I," kenmerk PDGGO-TDO / V-6173, 24 maart 2023.
- [6] EZK, "Instemmingsbesluit aardwarmte winningsplan Maasdijk I," kenmerk PDGGO-DTDO / V-6174, 16 mei 2023.
- [7] HVC, "Maasdijk – wijziging startvergunning," versie 1.0, 7 maart 2024.
- [8] HVC, "Maasdijk – wijziging startvergunning," versie 1.2, 28 mei 2024.
- [9] Fenix Consulting Delft, "Cap Seal Integrity Study Maasdijk, MSD-GT-02/03/06," Final Report, 2024.
- [10] HVC, "SDRA Maasdijk Post Drill," versie 2.0, 2024.
- [11] Halliburton, "Mechanical Properties Calculation MSD-GT-03-S2".
- [12] EZK, "Publicatie normstelling voor seal integriteit bij geothermie.,"
https://www.nlog.nl/sites/default/files/2023-09/20230915_publicatie_normstelling_voor_reservoir_integriteit_bij_geothermie_gelakt.pdf, 2023.
- [13] "<https://bodemdalingkaart.portal.skygeo.com/portal/bodemdalingskaart/u2/viewers/basic/>,"
[Online].
- [14] EZK, "Instemmingsbesluit winningsplan Gaag-Monster," 2019.
- [15] H. Mijnlief, S. de Vries, B. Jaarsma and B. Vogelaar, "Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland," 2023.