

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Directie Transitie Diepe Ondergrond
T.a.v. 5.1.2.e
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

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

www.tno.nl
mijnbouwvergunningen@tno.nl

Datum
02 juli 2025
Onze referentie
AGE 25-10.046
Uw referentie
IV-80283
Projectnummer
060.63501/01.03.06

Onderwerp Advies aangaande aanvraag startvergunning aardwarmte Made I

Geachte 5.1.2.e,

Hierbij stuur ik u ons advies betreffende de aanvraag startvergunning aardwarmte genaamd Made I.
Deze aanvraag is op 15 november 2024 ingediend door Geothermie Plukmade B.V. (hierna: aanvrager)

Adviesverzoek

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft TNO-AGE op 29 november 2024¹ gevraagd om advies uit te brengen over:

1. De geologische onderbouwing van de aanvraag;
2. De eventuele overlap en mogelijke interferentie met de opsporing, winning en opslag van aardwarmte en delfstoffen in het aangevraagde gebied en de directe omgeving met het oog op planmatig beheer;
3. De overlap van het aangevraagde gebied met beschermde gebieden, waaronder waterwingebieden, grondwaterbeschermingszones, boringvrije zones, gebieden die formeel zijn aangewezen als Aanvullende Strategische Drinkwatervoorraad en Natura2000-gebieden;
4. Of de in de aanvraag beschreven operationele instellingen tijdens de winningsfase realistisch zijn met het oog op planmatig beheer;
5. De grootte van het aangevraagde gebied in relatie tot de verwachte winning van aardwarmte en de verwachte afzet van aardwarmte.
6. De mate van scheurvorming in de afsluitende laag en de wijze waarop de integriteit van de afsluitende laag geborgd is en gemonitord wordt;
7. De in de aanvraag beschreven mate van bodembeweging en eventuele cumulatie daarvan en maatregelen die zijn genomen om de bodembeweging te monitoren en te beperken;
8. De verwachte gevolgen van de voorspelde bodembeweging door de voorgenomen aardwarmtewinning, alsmede de daarmee verband houdende activiteiten, in termen van schade;

¹ Uw e-mail met onderwerp: IV-80283 - Formeel adviesverzoek TNO betreffende aanvraag SV Made I

De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 24n t/m 24ad) en het onderliggende mijnbouwbesluit (art. 29p en 29q) en mijnbouwregeling (art. 1.3b.1 en 1.3b.2) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvraag.

Compleetheid van de aanvraag

Ter ondersteuning van de ingediende aanvraag startvergunning [1] heeft aanvrager een aantal bijlages bijgevoegd. De bijlages die relevant zijn voor de beoordeling van de aanvraag startvergunning aard-warmte door TNO-AGE zijn:

- Bijlage 2: Petrophysics and Cuttings Analysis for the Röt Sandstone and Main Buntsandstein near Made [2]
- Bijlage 3: The possibility and Origin of Dissolved Gas in Hot Formation Water Near Made Area [3]
- Bijlage 4: Geologische evaluatie t.b.v. Geothermie Doublet Plukmade SDE+ [4]
- Bijlage 5: Bijlagen van bijlagen van geologisch rapport Plukmade [5]
- Bijlage 6: Addendum Plukmade Geothermie Doublet 2 – PKM-GT-03 en PKM-GT-04 [6]
- Bijlage 7: Plukmade seismic interpretation 2022 incl. SCAN 32&33 lines [7]
- Bijlage 8: Seismische Dreigings- en Risicoanalyse [8]
- Bijlage 9: HCRA Plukmade [9]
- Bijlage 11: Seismisch risico beheersplan [10]
- Bijlage 13: Heads of terms ten behoeve van een warmteleveringsovereenkomst [11]
- Bijlage 14: Deviatietabellen PKM-GT-01 en PKM-GT-02

Op 24 Maart 2025 heeft er een gesprek plaatsgevonden tussen aanvrager, KGG en TNO-AGE over de borging van de integriteit van de afsluitende laag. Naar aanleiding hiervan heeft aanvrager op 14 april 2025 een addendum [12] aangeleverd aangaande de aangevraagde operationele parameters. Dit addendum vervangt de paragraaf 'Maximale injectieverschilddruk op top reservoirniveau' uit hoofdstuk 5.3 van de oorspronkelijke aanvraag [1].

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

Evaluatie van de aanvraag

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk wordt de inhoud van de aanvraag beknopt beschreven. De beantwoording van de adviesvragen is gelinkt aan de daaropvolgende paragrafen. Vragen 2, 3 en 4 worden gezamenlijk beantwoord in de paragraaf 'Planmatig beheer van de ondergrond' en vraag 7 is opgesplitst in een paragraaf die gaat over bodemdaling en een over de seismische dreiging- en risico-analyse.

Aanvraag

Aangevraagd gebied

De aanvrager is voornemens een geothermisch systeem te realiseren door het boren van een doublet in het aangevraagde gebied. Het volledige gebied van de aangevraagde startvergunning Made I overlapt met de toewijzing zoekgebied Made 2, die ook is vergund aan aanvrager. Het geplande systeem bestaat uit een productieput (PKM-GT-01) en een injectieput (PKM-GT-02). Het boren van de putten staat gepland in Q4 2025. Het geplande systeem zal warmte leveren aan glastuinbouw via een warmtenet van Ennatuurlijk.

Tabel 1 Coördinaten van het gebied van de aangevraagde startvergunning Made I. Coördinaten zijn vermeld volgens het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD).

Punt	X	Y
1	117130,2	411161,3
2	118333,6	408445,0
3	117914,1	407496,1
4	116464,3	407288,4
5	115163,2	410212,4

Dieptebereik

Het geplande geothermische doublet is gericht op de zandsteenlagen van de Hoofd-Bontzandsteen Subgroep (Hardegse, Detfurth en Volprieausen formaties) van Trias ouderdom. Deze formaties bevinden zich op een diepte van ongeveer 1.650 tot 1.900 meter. Het reservoirinterval wordt aan de onderkant afgesloten door de Onder-Bontzandsteen Subgroep, en aan de bovenkant door de Boven-Germaanse Trias Groep.

Aanvrager

De startvergunning Made I is aangevraagd door Plukmade Geothermie B.V.. Plukmade Geothermie B.V. is een consortium bestaande uit vier aandeelhouders: Ennatuurlijk B.V., Brabantse Ontwikkeling Maatschappij B.V., EBN B.V. en Aardyn B.V. Plukmade Geothermie B.V. is enig houder van het zoekgebied aardwarmte Made 2 en enig aanvrager van de startvergunning. Aardyn is mede-vergunninghouder in de startvergunningen aardwarmte Oostvoorne I en Den Haag I, en mede-vergunninghouder in de vervolgvvergunning aardwarmte Vierpolders. Aardyn is daarnaast aandeelhouder in het consortium Geothermie Delft B.V., houder van de startvergunning aardwarmte Delft I. In deze vier projecten is Aardyn uitvoerder. Binnen elk van deze vier vergunningen is een geothermisch doublet gerealiseerd.

EBN B.V. is als niet-uitvoerend partner betrokken in verschillende aardwarmteprojecten waarbij zij financieel en risicodragend deelneemt in alle activiteiten die samenhangen met de opsporing en winning van aardwarmte.

Doel van de warmtelevering

De gewonnen warmte gaat geleverd worden aan het warmtenet van Ennatuurlijk, waarmee glastuinbouw en bebouwde omgeving zal worden verwarmd.

Geologische onderbouwing van de aanvraag

TNO-AGE vindt de geologische onderbouwing van de aanvraag van voldoende kwaliteit voor het aanvragen van een startvergunning aardwarmte. De aangeleverde aanvraag [1] en bijlagen geeft voldoende vertrouwen dat de aanvrager 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. Wel merkt TNO-AGE op dat de seismische interpretatie niet altijd de onderliggende seismische data lijkt te volgen. Dit is naar alle waarschijnlijkheid een artefact van het gridden van 2D seismische interpretatie. Daarnaast is TNO-AGE van mening dat de positie van breuken nabij de putten onzeker is. Dit is met name relevant voor de potentiële seismische dreiging en risico.

In Tabel 4.2 van de aanvraag [1] geeft aanvrager een overzicht van de verwachte reservoir eigenschappen. Het valt TNO-AGE op dat de permeabiliteit van het reservoir in de aanvraag ca. 20% hoger is dan in de bijgesloten geologische onderzoeken [4, 6]. De reden voor dit verschil is niet bij TNO-AGE bekend. Een te hoge inschatting van de permeabiliteit en dikte van het reservoir kan leiden tot een onderschatting van de benodigde injectiedruk en daarmee benodigde energie (en dus elektriciteitskosten) voor de injectiepomp. In de modelleringen en risicobedoordelingen is TNO-AGE uitgegaan van de reservoir eigenschappen uit [6]. Dit is een herziening van de geologische studie [4] die is ingediend ter onderbouwing van de aanvraag Subsidie Duurzame Energie (SDE++). De herziening is opgesteld vanwege een aanpassing aan de ondergrondse locaties.

Planmatig beheer van de ondergrond

Overlap en mogelijke interferentie met mijnbouwactiviteiten

Het dichtstbijzijnde geothermieproject ligt in Zevenbergen op 15 km afstand ten opzichte van het geplande geothermisch systeem. Dit project is niet meer in productie en is gerealiseerd in een ondieper reservoir. Interferentie wordt dan ook niet verwacht. TNO-AGE kan zich hierin vinden.

Aanvrager geeft aan dat er geen olie- of gasvelden of ondergrondse opslagen in de omgeving aanwezig zijn. TNO-AGE onderschrijft dit en merkt tevens op dat het aangevraagde gebied geen overlap heeft met prospectieve structuren. De dichtstbijzijnde prospectieve structuren bevinden zich in de Onder-Germaanse Trias Groep, op een afstand van ruim 5 km van het aangevraagde gebied (zie Bijlage B). In deze groep bevinden zich ook de primaire doelreservoirs van aanvrager.

Overlap met beschermde gebieden

Het aangevraagde gebied overlapt niet met waterwingebieden, grondwaterbeschermingszones, boringvrije zones en Natura2000-gebieden. Circa 1 km ten zuiden van het aangevraagde gebied ligt het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied Oosterhout.

Operationele instellingen tijdens de winningsfase

De aanvrager verwacht de reservoirs op een diepte van ca. 1.650 – 1.900 meter aan te treffen. Het te produceren water heeft volgens aanvrager een verwachte gemiddelde temperatuur van 62,7 °C. De aanvrager is voornemens het geproduceerde water uit te koelen tot een temperatuur van minimaal 23,7 °C [6] en vervolgens terug in hetzelfde reservoir te injecteren. Gemiddeld wil de aanvrager een debiet van 441 m³/uur toepassen en maximaal een debiet van 450 m³/uur. De injectiedruk die nodig is om het gewenste debiet te injecteren is sterk afhankelijk van de permeabiliteit van het reservoir, die op dit moment nog onzeker is. Aanvrager heeft een maximale injectiedruk berekend op basis van een maximale poriëndrukgradiënt van 0,135 bar/m [6]. In combinatie met de verwachte top reservoir diepte en de reservoirdruk komt aanvrager uit op een maximaal injectieverschildruk van 58,5 bar op top reservoirdiepte [6].

Tabel 2 Door aanvrager geprognostiseerde productiekarakteristieken Made I doublet.

PRODUCTIEKARAKTERISTIEKEN

Gemiddelde productietemperatuur	62,7 °C
Minimale injectietemperatuur	23,7 °C
Jaargemiddeld debiet	441 m ³ /uur*
Maximaal debiet	450 m ³ /uur
Maximale injectieverschildruk op reservoirdiepte	58,5 bar

* gelijk aan 450 m³/uur gedurende 8591 vollasturen

TNO-AGE heeft de opgegeven maximale condities (debiet van 450 m³/uur en injectietemperatuur van 23,7 °C) en gemiddelde condities (debiet van 441 m³/uur en injectietemperatuur van 23,7 °C) uit de prognose van de aanvrager doorgerekend met DoubletCalc2D (hierna: DC2D). De modelresultaten tonen aan dat o.b.v. de aangeleverde productieprognose naar verwachting geen grensoverschrijding en/of doorbraak van kouder water plaatsvindt binnen 2 jaar.

Uit de modelberekeningen volgt dat, voor zowel de gemiddelde als maximale operationele instellingen, de benodigde injectieverschildruk lager is dan de door de aanvrager opgegeven maximale injectieverschildruk. Dat betekent dat de modelresultaten aantonen dat het geprognostiseerde maximale debiet, bij de pre-drill inschatting van de reservoir eigenschappen, naar verwachting, gehaald kan worden binnen de aangevraagde injectiedrukruimte.

Omvang van het aangevraagde gebied

Verwachte winning van aardwarmte

Aanvrager geeft in paragraaf 5 van de aanvraag [1] aan, naar verwachting 0,81 PJ per jaar te winnen. In tabel 5.2 van [1] staat echter een verwachte jaarlijkse energieopbrengst van 0,70 PJ vermeld. Het verwachte P50 geothermisch vermogen van het beoogde systeem is 27,2 MW. TNO-AGE merkt op dat het geothermisch vermogen van 27,2 MW gebaseerd is op een injectietemperatuur van 10 °C. De

minimale injectietemperatuur is in het addendum van de aanvraag aangepast naar 23,7 °C. Uitgaande van deze hogere injectietemperatuur en een debiet van 450 m³/uur, komt TNO-AGE uit op een geothermisch vermogen van ca. 20 MW en, uitgaande van 8591 vollasturen, een jaarlijkse energieopbrengst van 0,62 PJ.

Op basis van de productieprognoses van de vergunninghouder wordt er in de eerste twee jaar, de periode van de startvergunning, een volume van ca. 7,73 miljoen m³ water geproduceerd.

Verwachte afzet van aardwarmte

De gewonnen warmte zal worden geleverd aan het Amernet ten behoeve van de verwarming van aangesloten glastuinbouw en woningen. Aanvrager heeft hiervoor een warmteleveringsovereenkomst [11] getekend voor 17 MW per jaar en deze meegestuurd met de aanvraag. Met de ontwikkeling van het beoogde systeem verwacht TNO-AGE dat aanvrager jaarlijks meer vermogen zal kunnen leveren (20 MW) dan de getekende afzet van 17 MW. De aanvrager geeft aan dat er mogelijk in de toekomst additionele warmtevraag zal zijn.

Evaluatie van de aangevraagde gebiedsgrootte

Hoewel de verwachte winning van aardwarmte in het aangevraagde gebied hoger is dan de opgegeven warmteafzet, acht TNO-AGE de grootte van het gebied passend. De oppervlakte van het gebied is namelijk niet veel meer dan nodig is voor de ruimtelijke inpassing van het beoogde geothermisch systeem. Daarbij biedt de warmtevraag in het gebied nog ruimte om later afnemers toe te voegen.

Integriteit van de afsluitende lagen

Analyse van de aanvrager

Het door de aanvrager beoogde reservoir voor aardwarmtewinning betreft de watervoerende lagen van de Hoofd-Bontzandsteen Subgroep. De aanvrager definieert de bovenliggende Boven-Germaanse Trias Groep als het afsluitende pakket. Volgens de aanvrager heeft dit pakket een dikte van ca. 130 meter op de projectlocatie (tabel 5.3 in [1]). Aanvrager geeft aan dat het afsluitende pakket heterogeen is en o.a. bestaat uit zand- en kleisteen. De afsluitende kwaliteit van het pakket is dan ook heterogeen. Aan de bovenzijde en onderzijde van het pakket heeft het gesteende goede afsluitende kwaliteiten, in het middenstuk heeft het gesteente een slechte afsluitende kwaliteit en is 'druk dissiperend'.

Conform de Mijnbouwwet dient de integriteit van de afsluitende lagen boven een reservoir gewaarborgd te blijven. In het kader van de nieuwe mijnbouwwet is de TAS-procedure (Tensile Failure Assessment of the Seal) geïmplementeerd. Aanvrager heeft deze procedure doorlopen [12] en komt op basis van de screening tot de conclusie dat het project voldoet aan de norm.

Evaluatieresultaat TNO-AGE

TNO-AGE heeft eveneens de TAS-procedure gevolgd om de integriteit van de afsluitende lagen te beoordelen en komt tot dezelfde conclusie als aanvrager. Uit de screening volgt dat de integriteit van het afsluitende pakket gewaarborgd blijft en dat daarmee de norm voor integriteit van de afsluitende lagen niet overschreden wordt bij de aangevraagde operationele condities (i.c.m de verwachte reservoir eigenschappen). Bij een maximale poriëndrukgradiënt van 0,135 bar/m en uitkoeling van maximaal 40 °C is scheurgroei in de afsluitende laag onwaarschijnlijk.

Aanvrager vraagt een maximaal injectieverschilddruk van 58,5 bar op top reservoirdiepte aan. Deze druk is berekend o.b.v. een maximale poriëndruk gradiënt van 0,135 bar/m, i.c.m. een inschatting van de diepte van het reservoir in de injectieput en de reservoirdruk. Zowel de diepte van het reservoir als de reservoirdruk hebben een zekere mate van onzekerheid aangezien het systeem nog gerealiseerd moet worden. TNO-AGE is daarom van mening dat een maximale poriëndruk gradiënt van 0,135 bar/m beter past bij het pre-drill karakter van deze startvergunningaanvraag dan een maximale injectieverschilddruk.

TNO-AGE wil aanvrager meegeven dat, indien men bij een toekomstige aanvraag vervolvergunning de operationele parameters wenst te wijzigen (poriëndruk gradiënt $> 0,135$ bar/m en/of uitkoeling > 40 °C), de heterogeniteit van het afsluitende pakket en de afsluitende kwaliteit van de individuele gesteentelagen zorgvuldig dienen te worden meegenomen in een generieke evaluatie danwel detailevaluatie binnen de TAS procedure.

Berekening van de verwachte mate van bodemdaling

Aanvrager heeft de verwachte bodemdaling voor het geplande systeem berekend in DC2D. Aanvrager concludeert dat de totale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 30 jaar maximaal 7 mm bedraagt. Hierbij is aanvrager uitgegaan van het gemiddelde debiet en een injectietemperatuur van 10 °C.

Evaluatieresultaat TNO-AGE

TNO-AGE heeft o.b.v. het gemiddelde debiet en de aangepaste gemiddelde injectietemperatuur van 23,7 °C de bodemdaling nagerekend en komt uit op vergelijkbare resultaten. Na 2 jaar productie is de modelmatig berekende maximale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte < 1 mm en na 30 jaar ca. 7 mm.

De gemodelleerde bodemdaling in het grondwaterbeschermingsgebied en waterwingebied Oosterhout is nihil en vormt daarom geen risico.

Op de locatie van het geplande systeem wordt reeds een bodemdaling van ca. 0,5 tot 1 mm/jaar gemeten [13]. Deze bodemdaling wordt veroorzaakt door een combinatie van ondiepe fenomenen (bijvoorbeeld veenoxidatie, inklinking van klei). De gemodelleerde bodemdaling door aardwarmtewinning is minder dan de huidige mate van bodemdaling.

De verwachte mate van bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte is dermate laag dat TNO-AGE geen reden ziet om aanvullende maatregelen te adviseren.

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 opgesteld [14]. De aanvrager heeft deze methodiek toegepast ter ondersteuning van de vergunningsaanvraag [8]. Op basis hiervan concludeert aanvrager dat het beoogde geothermisch systeem, gedurende de beoogde winningsduur van 30 jaar, een verwaarloosbare seismische dreiging en risico heeft.

Monitoring en maatregelen

Aanvrager heeft een seismisch risico beheersplan en seismisch response protocol opgesteld [10]. Aanvrager geeft aan gebruik te maken van het KNMI netwerk voor seismische monitoring. Ter plaatse van het geplande doublet heeft dit netwerk een magnitude van compleetheid (MoC) van 1,4 [10]. Dit betekent dat alle aardbevingen met een magnitude van 1,4 en hoger kunnen worden waargenomen.

Evaluatieresultaat TNO-AGE seismische dreiging en risico

TNO-AGE heeft de SDRA van de aanvrager getoetst en komt tot de conclusie dat het systeem een verwaarloosbare seismische dreiging en risico heeft gedurende de duur van de startvergunning. Het project voldoet daardoor aan de gestelde veiligheidsnorm, die in de Mijnbouwregeling is gedefinieerd als 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. Uit de SDRA volgt tevens dat geen schade wordt verwacht. Verdere analyse of aanvullende maatregelen worden daarom niet nodig geacht. De seismische dreiging en risico van het systeem zal bij een toekomstige aanvraag vervolgv vergunning opnieuw moeten worden bepaald. De uiteindelijke positie van de injectieput en daarmee de afstand tot omliggende breuken zal hierbij zeer belangrijk zijn.

Gezien de uitkomst van de SDRA acht TNO-AGE de voorgestelde seismische monitoring en maatregelen afdoende.

Conclusies en adviezen

Geologische onderbouwing van de aanvraag

- De geologische onderbouwing van de aanvraag is van voldoende kwaliteit voor het aanvragen van een startvergunning aardwarmte. De aangeleverde rapportage geeft voldoende vertrouwen dat de aanvrager op de hoogte is van de uitdagingen i.r.t. de diepe ondergrond. Voor enkele geologische parameters komt TNO-AGE uit op andere waarden dan aanvrager. In de beoordeling van deze vergunningsaanvraag is TNO-AGE uitgegaan van haar eigen geologische inschattingen.

Planmatig beheer van de ondergrond

- Interferentie tussen het geplande systeem en andere bestaande mijnbouwactiviteiten wordt niet verwacht.
- Het aangevraagde gebied overlapt niet met beschermde gebieden.
- Grensoverschrijding en/of doorbraak van de afgekoelde zone wordt niet verwacht binnen 2 jaar.
- Het geprognostiseerde maximale debiet kan naar verwachting gehaald worden binnen de aangevraagde injectiedrukruimte.

Omvang van het aangevraagde gebied

- De aangevraagde verticale begrenzing van het gebied (ondergrens: basis Onder-Bontzandsteen Subgroep, bovengrens: top Boven-Germaanse Trias Groep) past bij de voorgenomen winning.
- TNO-AGE acht de omvang van het aangevraagde gebied passend bij de verwachte warmteafzet.

- De door aanvrager geprognoseerde energieopbrengst is niet haalbaar. De aanvrager vraagt een significant hogere minimale injectietemperatuur aan dan initieel is aangenomen voor de berekening van de energieopbrengst. Aanvullende analyses of maatregelen zijn echter niet nodig.

Integriteit van de afsluitende lagen

- De norm voor integriteit van de afsluitende lagen wordt niet overschreden bij de aangevraagde operationele condities. TNO-AGE adviseert om de aangevraagde operationele restricties op te nemen in de vergunning, waarbij TNO-AGE voorstelt om de maximale injectiedruk op te nemen in de vorm van een maximale poriëndruk gradiënt:
 - Maximaal te produceren volume water van 7,73 miljoen m³ water na 2 jaar, en;
 - Minimale injectietemperatuur: 23,7 °C, en;
 - Maximaal debiet: 450 m³/uur, en;
 - Maximale poriëndruk gradiënt van: 0,135 bar/m.

Risico van eventuele bodembeweging

- Na 2 jaar productie is de modelmatig berekende maximale bodemdaling minder dan 0,1 centimeter. TNO-AGE ziet daarom geen reden om aanvullende maatregelen te adviseren.
- Uit de SDRA van de aanvrager en de toetsing daarvan door TNO-AGE volgt een verwaarloosbare seismische dreiging en risico. Het project voldoet daarmee aan de gestelde veiligheidsnorm. Uit de SDRA volgt tevens dat geen schade wordt verwacht. Nadere analyses of maatregelen zijn daarom niet nodig.

Met vriendelijke groet,

5.1.2.e



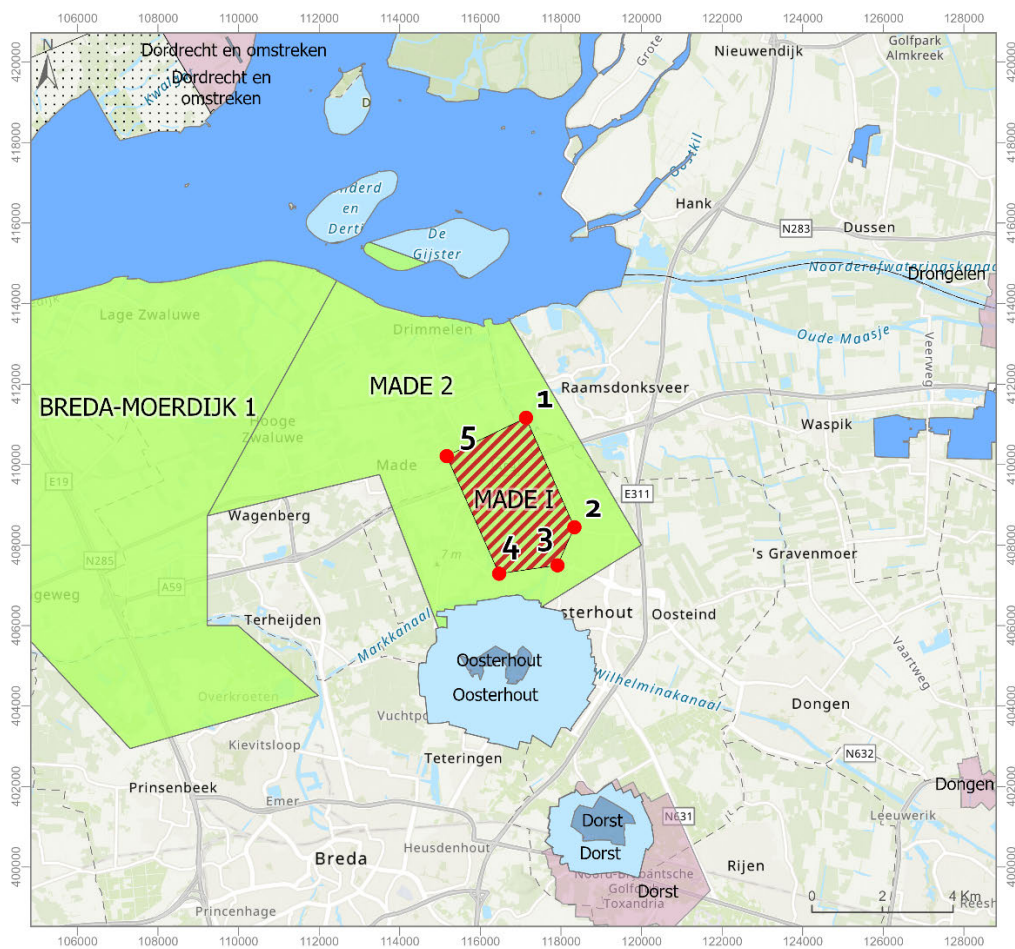
Plaatsvervangend Hoofd TNO Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Referenties

- [1] Geothermie Plukmade B.V., „Aanvraag startvergunning aardwarmte voor het gebied Made I,” 15 november 2024.
- [2] PanTerra Geoconsultants B.V., „Petrophysics and Cuttings Analysis for the Röt Sandstone and Main Buntsandstein near Made,” kenmerk 1900236, juli 2019.
- [3] PanTerra Geoconsultants B.V., „The possibility and Origin of Dissolved Gas in Hot Formation Water Near Made Area,” kenmerk 1900451, augustus 2019 .
- [4] Hydreco GeoMEC, „Geologische evaluatie t.b.v. Geothermie Doublet Plukmade SDE+,” 17 oktober 2019.
- [5] Hydreco Geomec B.V., „Bijlagen van bijlagen van geologisch rapport Plukmade,” 23 oktober 2019.
- [6] Ennatuurlijk B.V., „Addendum Plukmade Geothermie Doublet 2 – PKM-GT-03 en PKM-GT-04”.
- [7] P. Veenhof, „Plukmade seismic interpretation 2022 incl. SCAN 32&33 lines,” december 2022.
- [8] Geothermie Plukmade B.V., „Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Aanvraag startvergunning Plukmade,” oktober 2024.
- [9] Aardyn B.V., „HCRA Plukmade,” juni 2024.
- [10] Geothermie Plukmade B.V., „Seismisch risico beheersplan Aanvraag startvergunning Plukmade,” revisie 01, 15 november 2024.
- [11] „Heads of terms ten behoeve van een warmteleveringsovereenkomst,” 28 februari 2024.
- [12] Geothermie Plukmade B.V., „Addendum aanvraag startvergunning Made I,” 2025.
- [13] SkyGeo, „Bodemdalingskaart,” [Online]. Available:
<https://bodemdalingenkaart.portal.skygeo.com/portal/bodemdalingenkaart/u2/viewers/basic/>.
- [14] H. Mijnlief, S. de Vries, B. Jaarsma en B. Vogelaar, „Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland,” Rapport versie 22 september 2023, 2023.

Bijlage A

Ligging van het aangevraagde gebied



- Aangevraagd gebied Made I
- Hoekpunten aangevraagd gebied Made I
- Toewijzing zoekgebied aardwarmte - verleend
- Startvergunning aardwarmte - aangevraagd
- Natura2000
- Definitief
- Nog niet vastgesteld
- Boringsvrijzone
- Grondwaterbeschermingsgebied
- Waterwingebied

TNO innovation
for life

