

Retouradres: Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Warmte en Ondergrond
t.a.v. [REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

**Onderwerp**

Advies instemming pre-drill winningsplan geothermie Oostvoorne

Geachte [REDACTED],

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) heeft TNO-AGE op 28 juli 2020 om advies gevraagd over het pre-drill winningsplan geothermie Oostvoorne. Het pre-drill winningsplan geothermie Oostvoorne is op 21 juli 2020 ingediend door Duurzaam Voorne Holding B.V. en Hydreco Geomec B.V. De vereisten en weigeringsgronden verwoord in de mijnbouwwet (art. 34 t/m 36) zijn leidend bij de evaluatie van de aanvraag.

Adviesverzoek

EZK heeft TNO-AGE gevraagd om advies uit te brengen op het ingediende pre-drill winningsplan Oostvoorne op de volgende onderwerpen:

- a) Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodembeweging:
 - Bodemtrillingen;
 - Bodemdaling/stijging prognoses;
- b) Planmatig gebruik en beheer van de ondergrond:
 - Wijze van winning, operationeel ontwerp en productiestrategie van het aardwarmtesysteem;
 - Drukbeïnvloeding en ondergrondse interferentie met aanpalende winningsactiviteiten;
 - Duur en hoeveelheden van de winning;
 - Bijvangst van delfstoffen.

Compleetheid winningsplan

Duurzaam Voorne Holding B.V. en Hydreco Geomec B.V. (hierna: Hydreco) zijn beide vergunninghouder van de opsporingsvergunning Oostvoorne. Hydreco zal fungeren als operator en is auteur van het winningsplan [1]. Ter ondersteuning van dit winningsplan heeft aanvrager ook de volgende documenten aangeleverd:

- QuickScan Seismisch Risico Analyse Tinte/Oostvoorne [2]

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum

16 december 2020

Onze referentie

AGE 20-10.112

Contactpersoon

[REDACTED]

E-mail

[REDACTED]@tno.nl

Projectnummer

060.43342/01.06.03

Uw referentie

IV-2356

Bijlage(n)

3

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeed bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl. Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
2/13

- Ondergrond evaluatie aardwarmte Oostvoorne [3]
- End of well reports van de putten TNT-GT-01 & -02 [4&5].

In [3] worden de resultaten van de TNT-GT-putten nauwelijks meegenomen, enkel de bruto dikte en top aquifer worden benoemd, daarom gaat TNO-AGE voor de evaluatie van de reservoirparameters uit van [1].

TNO-AGE heeft de aangeleverde documenten op compleetheid gecontroleerd. Op basis van deze controle heeft TNO-AGE op 7 augustus 2020 een verzoek verstuurd om de rapportages van de verschillende puttesten te ontvangen en op een aantal punten extra toelichting te krijgen van de vergunninghouder. Op 17 augustus 2020 heeft TNO-AGE extra toelichting gekregen van de vergunninghouder op de gevraagde punten [6] en zijn de opgevraagde documenten toegestuurd [7, 8 & 9]. De vraag over het te hanteren debiet was niet eenduidig beantwoord en daarom heeft TNO-AGE op 26 augustus 2020 opnieuw een verzoek gestuurd voor nadere toelichting. Op 24 september 2020 heeft TNO-AGE hierop antwoord ontvangen per e-mail.

Beschrijving winning

In het gebied dat door TNO-AGE wordt geadviseerd [10] als tijdelijke winningsvergunning voor aardwarmte Oostvoorne (17,46 km²) is één doublet gerealiseerd, bestaande uit een productieput (TNT-GT-01) en een injectieput (TNT-GT-02). De vergunninghouder geeft aan dat het beïnvloedingsgebied van de injectieput buiten de aangevraagde winningsvergunning (en huidige opsporingsvergunning) komt. Aanvrager geeft aan dat er private afspraken gemaakt zijn met de vergunninghouders van de opsporingsvergunningen voor aardwarmte Brielle 2 en Vierpolders over het afstaan van een gedeelte van die opsporingsvergunningen zodat die delen bij de tijdelijke winningsvergunning Oostvoorne gevoegd kunnen worden. Hierdoor zou het beïnvloedingsgebied niet meer buiten de vergunning vallen.

Omdat deze afspraken momenteel nog niet hebben geleid tot een vergroting van de vergunning doet TNO-AGE de evaluatie op basis van het geadviseerde areaal [10]. Op het moment van schrijven is er nog geen besluit genomen over het verlenen van de tijdelijke winningsvergunning en wordt in deze evaluatie de naam Oostvoorne gehanteerd.

Sinds januari 2020 is er voor geothermie een tijdelijk beleidskader ingesteld in afwachting van de nieuwe Mijnbouwwet, zodat het beleid beter aansluit bij de ontwikkeling van geothermieprojecten [7]. Dit tijdelijk beleidskader schrijft voor dat er een pre-drill winningsplan ingediend moet worden. Het pre-drill winningsplan is gebaseerd op inschattingen van de parameters voorafgaand aan de boringen i.p.v. gegevens afkomstig van het gerealiseerde doublet. Het winningsplan Oostvoorne [1] wijkt daarvan af omdat deze geschreven en ingediend is nadat beide putten van het doublet geboord waren. De resultaten van deze boringen zoals logs, puttesten en een interferentie- en circulatietest zijn meegenomen in huidig winningsplan. De geldigheidsduur van dit pre-drill winningsplan is nog wel 2 jaar en maximaal 3 jaar indien deze eenmalig met één jaar wordt verlengd.

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
3/13

Hydreco beoogt met het geplande geothermiesysteem warmte te winnen uit de watervoerende lagen van de Hoofd Bontzandsteen Subgroep, die zich bevindt op een diepte van circa 2250 m. De stroming van warm water naar de productieput en injectie van afgekoeld water vindt plaats door en in de poreuze gesteentematrix van dit laagpakket. Het te produceren formatiewater heeft een temperatuur van circa 85,4 °C. De vergunninghouder is voornemens het geproduceerde water uit te koelen tot een temperatuur van 30 °C en vervolgens terug in hetzelfde reservoir te injecteren.

De gewonnen warmte zal in eerste instantie gebruikt worden door glastuinbouwbedrijven. Later zal de warmte mogelijk ook gebruikt worden voor de verwarming van woningen. Hydreco presenteert een aantal verschillende productieprognoses. TNO-AGE gaat uit van een gemiddeld debiet van 270 m³/uur gebaseerd op de productieprognose zoals gepresenteerd in Tabel 11 van [1]. Deze productieprognose toont een variabel debiet gedurende het jaar, met een maximum van 300 m³/uur in de wintermaanden. De totaal te produceren hoeveelheid formatiewater volgens deze prognose komt overeen met de hoeveelheid gewonnen water zoals beschreven in Tabel 10 van [1]. Aanvrager verwacht per jaar een energieopbrengst van circa 0,55 PJ.

Beantwoording adviesvragen

Planmatig gebruik van de ondergrond

TNO-AGE acht de tijdelijke winning van aardwarmte bij Oostvoorne, zoals voorgesteld in het pre-drill winningsplan, in overeenstemming met de principes van planmatig gebruik en beheer van de ondergrond in de genoemde geologische setting.

De modelresultaten laten zien dat na 2 jaar productie, en 3 jaar indien één jaar verlenging gegeven wordt, de koudwaterbel volledig binnen het geadviseerde areaal van de tijdelijke winningsvergunning Oostvoorne ligt. Na 15 jaar productie treedt 1°C afkoeling op aan de voorgestelde winningsvergunningsgrens bij de opsporingsvergunning voor aardwarmte Brielle 2. Dit is binnen de standaard duur van een winningsvergunning voor aardwarmte. Hydreco geeft aan reeds afspraken gemaakt te hebben om een deel van de opsporingsvergunningen Brielle 2 en Vierpolders bij de winningsvergunning Oostvoorne te betrekken.

Op basis van de productieprognose van de vergunninghouder wordt er in 2 jaar een volume van 4,7 miljoen m³ geproduceerd [4]. Indien de tijdelijke winningsvergunning met 1 jaar wordt verlengd, is de totale waterproductie 7,1 miljoen m³.

De vergunninghouder geeft in Tabel 9 van [1] een maximaal benodigde injectiedruk van 34 bar THP (Tubing Head Pressure). Dit kan worden vertaald naar een druk van circa 40 bar op reservoirdiepte. De modelresultaten van TNO-AGE tonen aan dat het door de vergunninghouder voorgestelde maximale debiet

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
4/13

naar verwachting gehaald kan worden binnen deze maximale injectiedruk grenswaarde.

De maximale injectiedruk op reservoirdiepte conform het protocol voor de maximale injectiedruk bij aardwarmtewinning [12] is 73 bar. Dit protocol is slechts adequaat tot een maximale verschiltemperatuur van 40 °C [13], maar de vergunninghouder beoogt in het winningsplan een verschiltemperatuur van 55 °C. Een indicatieve berekening suggereert dat met de geplande operationele condities de integriteit van het afdichtende gesteentepakket naar verwachting gehandhaafd blijft bij de maximale injectiedruk van 40 bar op reservoirdiepte en verschiltemperatuur van 55 °C gedurende de maximale periode van 3 jaar voor dit pre-drill winningsplan. Wel adviseert TNO-AGE dat de operator bij het indienen van het winningsplan voor langdurige winning een adequate onderbouwing aanlevert voor de maximale injectiedruk bij een verschiltemperatuur van 55 °C.

Verwacht wordt dat het geproduceerde formatiewater circa 1 m³ opgelost gas per m³ water bevat [1&6]. Deze verhouding komt ongeveer overeen met wat soortgelijke geothermische installaties in de ruime omgeving produceren. Vergunninghouder geeft aan dat het mee geproduceerde gas na behandeling verbrand wordt in een ketelinstallatie, de warmte die hierbij vrijkomt wordt geleverd aan het warmtenet.

In de ruime omgeving van het Oostvoorne doublet ligt de operationele geothermische installatie Vierpolders, Hydreco is ook van dit doublet de operator. De aanvrager heeft in de modelberekeningen het Vierpolders doublet niet meegenomen. De modelberekeningen van TNO-AGE laten zien dat het Oostvoorne doublet zorgt voor een verandering in de verschildruk in de putten van het Vierpolders doublet van circa 1 bar. Gezien de opgelegde verschildruk is deze interferentie verwaarloosbaar.

Het gasveld Maasdijk ligt, met een afstand van circa 7 km, het dichtstbij het Oostvoorne doublet. Het gas wordt geproduceerd uit de midden-Bunter Zandsteen Subgroep. Er is geen drukcommunicatie tussen dit gasveld en het Oostvoorne doublet omdat het doublet in een ander breukblok ligt en van het gasveld gescheiden wordt door tenminste één afsluitende breuk.

Het dichtstbijzijnde Natura2000 gebied, de Voornes Duin, ligt op circa 3,5 km afstand.

Bodemdaling

TNO-AGE ziet geen geotechnische belemmeringen betreffende de berekening van de verwachte bodemdaling.

De modelmatig berekende bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte is na 2 en 3 jaar respectievelijk 1,6 en 1,7 mm. Na 35 jaar productie modelleert TNO-AGE een bodemdaling van 6,2 mm. Vergunninghouder rapporteert een maximale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 35 jaar van 3,5 mm. Dit verschil komt waarschijnlijk doordat de aanvrager niet het Vierpolders doublet heeft mee gemodelleerd. Wanneer TNO-AGE enkel het Oostvoorne doublet modelleert dan is de maximale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 35 jaar 3,3 mm.

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
5/13

De verwachte bodemdaling binnen het Natura2000 gebied de Voornes Duin is volgens de modelberekeningen verwaarloosbaar.

Bodemtrilling

TNO-AGE komt uit op een lage seismische dreiging voor Oostvoorne. Dit is dezelfde categorie als de vergunninghouder heeft bepaald.

De genormaliseerde seismisch potentieel score van TNO-AGE (0,29) wijkt wel af van de uitkomst van de vergunninghouder (0,22). Dit komt omdat TNO-AGE een afwijkende score geeft aan de volgende categorieën: “breukoriëntatie in huidig spanningsveld” (10 i.p.v. 7) en “connectiviteit tussen de productie- en injectieput” (3 i.p.v. 0). Deze seismisch potentieel score resulteert in een lage seismische dreiging voor Oostvoorne.

Aanvullende adviezen

- De huidige modelresultaten tonen aan dat, met het oog op een duurzame en doelmatige winning van aardwarmte op de lange termijn, een uitbreiding van het huidig geadviseerde vergunningsgebied nodig is. TNO-AGE adviseert dat de vergunninghouder, voor het indienen van het winningsplan voor langdurige winning, er zorg voor draagt dat het huidige vergunningsgebied is uitgebreid, zodat de koudwaterbel ook op langere termijn binnen de vergunningsgrens blijft.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



Hoofd Adviesgroep Economische Zaken en Klimaat

Bijlage 1: Geotechnische evaluatie pre-drill winningsplan geothermie Oostvoorne

Bijlage 2: Resultaten DoubletCalc modelberekeningen

Bijlage 3: Errata

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
6/13

Bijlage 1: geotechnische evaluatie pre-drill winningsplan geothermie Oostvoorne

Ter ondersteuning van het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) te nemen instemmingsbesluit betreffende het winningsplan voor het geothermiesysteem Oostvoorne, heeft TNO-AGE een geotechnische evaluatie uitgevoerd van het aangeleverde winningsplan [1]. In deze bijlage worden de resultaten en bevindingen van de door TNO-AGE uitgevoerde evaluatie samengevat.

DoubletCalc2D modellering

De temperatuurkaarten die het resultaat zijn van de DoubletCalc2D (hierna: DC2D) modellering worden gegeven in Bijlage 2. In het gebied van de opsporingsvergunning Oostvoorne herkent TNO-AGE twee randbreuken met een NW-ZO oriëntatie. Deze breuken zijn ook door de aanvrager herkend, maar het lijkt erop dat de aanvrager deze twee breuken niet meeneemt in de DC2D modelberekeningen. TNO-AGE heeft deze twee breuken wel meegenomen omdat het verzet van de breuken, zoals weergegeven in Figuur 11 in [1], en de waarschijnlijke zand-klei juxtapositie het volgens TNO-AGE aannemelijk maken dat de breuken afsluitend zijn. Deze worden dan ook als zodanig gemodelleerd in DC2D.

Aangenomen wordt dat de productie van Oostvoorne Geothermie start in juni 2021. De resultaten van de modellering kunnen als volgt worden samengevat:

- Vanaf de productiestart (juni 2021) tot het einde van de tijdelijke winningsvergunning van 2 jaar berekent TNO-AGE, op basis van de productieprognoses van de vergunninghouder, dat er een totaal volume van 4,7 miljoen m³ water wordt geproduceerd. Indien de tijdelijke winningsvergunning met 1 jaar wordt verlengd, is de totale waterproductie 7,1 miljoen m³.
- De koudwaterbel blijft na 2 en 3 jaar injectie volledig binnen de door TNO-AGE geadviseerde tijdelijke winningsvergunningsgrens.
- Grensoverschrijding van de koudwaterbel vindt modelmatig plaats na 15 jaar en doorbraak van de koudwaterbel in de productieput (TNT-GT-01) wordt verwacht na >100 jaar.
- Na 3 jaar injectie heeft de koudwaterbel de geïdentificeerde breuken nog niet bereikt. Uit de modelresultaten blijkt dat ook na 35 jaar injectie er nog geen afkoeling bij de dichtstbijzijnde breuk is opgetreden.
- Uit het model van TNO-AGE volgt dat een injectiedruk van 17 bar op reservoirdiepte nodig is om het beoogde debiet van 270 m³/uur te injecteren. De vergunninghouder geeft in Tabel 9 van [1] een maximaal benodigde injectiedruk van 34 bar THP (Tubing Head Pressure). Dit kan worden vertaald naar een druk van ca. 40 bar op reservoirdiepte. Deze druk is hoger dan de uitkomst van TNO-AGE omdat de vergunninghouder uitgaat van hogere skin waarden dan TNO-AGE. De vergunninghouder stelt in [1] dat de skin waarden zijn gebaseerd op de circulatietest. De door de vergunninghouder gebruikte skin waarden in Figuur 24 en Figuur 33 [1] zijn niet overeenkomstig. TNO-AGE

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
7/13

is van mening dat de meetresultaten en interpretatie van de puttest van TNT-GT-01 [7] een hogere betrouwbaarheid hebben dan de circulatietest en gebruikt de hieruit resulterende skin waarde. Voor de injectieput gebruikt TNO-AGE enkel de deviatieskin, zoals de vergunninghouder ook doet in het DC2D model (Figuur 33 in [1]).

- De maximale injectiedruk op reservoirdiepte conform het protocol voor de maximale injectiedruk bij aardwarmtewinning [12] is 73 bar. Dit protocol is slechts adequaat tot een maximale verschiltemperatuur van 40 °C [13], maar de vergunninghouder beoogt in het winningsplan een verschiltemperatuur van 55 °C. Een indicatieve berekening suggereert dat met de geplande operationele condities de integriteit van het afdichtende gesteentepakket naar verwachting gehandhaafd blijft bij de maximale injectiedruk van 40 bar op reservoirdiepte en verschiltemperatuur van 55 °C gedurende de maximale periode van 3 jaar voor dit pre-drill winningsplan.
- Drukverandering op de vergunningsgrens is na 2 en 3 jaar productie minder dan 1 bar en bij de dichtstbijzijnde breuken is dat beperkt tot ca. 0,2 bar.
- De modelmatig te verwachten maximale bodemdaling na 2 en 3 jaar is respectievelijk 1,6 en 1,7 mm. Na 35 jaar productie modelleert TNO-AGE een bodemdaling van 6,2 mm. Dit wijkt gering af van de door de vergunninghouder berekende bodemdaling van 3,5 mm [1]. Het verschil van 2,7 mm voor 35 jaar productie is zeer beperkt. Dit verschil komt waarschijnlijk doordat de aanvrager niet het Vierpolders doublet heeft mee gemodelleerd. Wanneer TNO-AGE enkel het Oostvoorne doublet modelleert dan is de maximale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 35 jaar 3,3 mm.

Bijvangst van delfstoffen

- Verwacht wordt dat het geproduceerde formatiewater ca. 1 m³ opgelost gas per m³ water bevat [1]. Deze verhouding komt ongeveer overeen met wat soortgelijke geothermische installaties in de ruime omgeving produceren, maar is iets hoger dan momenteel bij Vierpolders Geothermie wordt geproduceerd (0,95 m³ gas per m³ water).

Interferentie

- In de omgeving van het Oostvoorne doublet is reeds één geothermie project gerealiseerd: Vierpolders Geothermie. Dit project produceert uit hetzelfde reservoir als Oostvoorne. De aanvrager heeft in de modelberekeningen het Vierpolders doublet niet meegenomen. De modelberekening van TNO-AGE waarin beide doubletten worden meegenomen resulteert in een iets hogere verschuldruk op reservoir niveau voor de injectieput en een iets lagere voor de productieput in het Vierpolders doublet dan wanneer enkel het Vierpolders doublet gemodelleerd wordt. In zowel de injectie- als productie put is dit verschil circa 1 bar. Deze interferentie is gezien de opgelegde verschuldruk van 48 en 31 bar in respectievelijk de injectie- en productieput verwaarloosbaar.
- Het gasveld Maasdijk, dat zich het dichtstbij het Oostvoorne doublet bevindt, ligt op een afstand van circa 7 km. Het gas wordt geproduceerd uit de midden-Bunter Zandsteen Subgroep. Er is geen drukcommunicatie tussen dit gasveld en het Oostvoorne doublet omdat het doublet in een ander breukblok

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
8/13

ligt en van het gasveld gescheiden wordt door tenminste één afsluitende breuk.

- Het dichtstbijzijnde Natura2000 gebied, de Voornes Duin, ligt op circa 2,5 en 3,5 km afstand van respectievelijk de productie- en injectieput. De verwachte bodemdaling binnen dit Natura2000 gebied is volgens de modelberekeningen verwaarloosbaar.

Seismisch Risico en Hazard Analyse (SHRA)

- De vergunninghouder heeft een SHRA-evaluatie uitgevoerd voor Oostvoorne en komt op een genormaliseerde seismisch potentieel score van 0,22 en daarmee dus een laag potentieel voor het induceren van seismiciteit.
- TNO-AGE heeft ook de Quicksan tabel ingevuld en komt op een genormaliseerde seismisch potentieel score van 0,29. Het resultaat wijkt af van de uitkomst van de vergunninghouder (0,22) omdat TNO-AGE een hogere score geeft aan de categorieën: “breukoriëntatie in huidig spanningsveld” (10 i.p.v. 7) en “drukcommunicatie tussen productie- en injectieput” (3 i.p.v. 0).

De vergunninghouder stelt dat de oriëntatie van de breuken in het gebied bij Oostvoorne gemiddeld NW-ZO (330°) is. Vervolgens stelt vergunninghouder op basis van de World Stress Map dat de maximale horizontale stress oriëntatie 310° is. Aanvrager geeft aan dat de breukoriëntatie gunstig is voor bezwijken maar geeft toch een score van 7. Als argumentatie hiervoor haalt aanvrager het rapport van het ROAD-project aan dat beschrijft dat de kans op breukreactivatie in de regio (het West Nederlands Bekken) zeer onwaarschijnlijk is. Ook stelt aanvrager dat tot op heden nog geen seismiciteit is waargenomen in het WNB. Om deze twee redenen vindt aanvragen een score van 7 gerechtvaardigd.

Een analyse van TNO-AGE van de dichtstbijzijnde breuk, die zich ten oosten van het doublet bevindt op circa 670 meter van de injectieput, toont een breukoriëntatie van gemiddeld 335°. Volgens [13] is de oriëntatie van het spanningsveld voor de Hoofd Bontzandsteen Subgroep 319° (± 24°). De hoek van de breukoriëntatie met de oriëntatie van het spanningsveld valt daarmee binnen de 25°. Omdat de methodiek van Qcon en IF [14] enkel de breukoriëntatie in beschouwing neemt als een benadering voor de potentie op breukreactivatie, krijgt dit project volgens deze methodiek een score van 10 voor deze categorie.

De vergunninghouder geeft aan dat zowel de circulatie- als de interferentietest een goede connectiviteit laten zien. TNO-AGE is niet in het bezit van de interpretaties van de circulatietest en van de resultaten uit de interferentietest. De gegevens waarover TNO-AGE wel beschikt laten zien dat connectiviteit tussen de productie- en injectieput zeer waarschijnlijk is maar niet eenduidig. Daarom wordt aan deze categorie een score van 3 toegekend.

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
9/13

Tabel 1: Resultaat Quickscan scoretabel voor het Oostvoorne doublet.

Score	Connectie met basement	Drukcommunicatie tussen productie- en injectieput	Injectie druk [MPa]	Debiet [m ³ /uur]	Afstand tot natuurlijke aardbevingen [km]	Afstand tot geïnduceerde aardbevingen [km]	Afstand tot breuken [km] en kwaliteit van seismiek	Breukoriëntatie in huidig spanningsveld	Netto geïnjecteerd Volume [1000 m ³]		
10	Yes	No	>7	>360	<1	<1	<0,1	Favourable	>20		
7	Possible	Unlikely	4-7	180-360	1-5	1-5	0,1-0,5	Shearing possible	5-20		
3	Unlikely	Likely	1-4	50-180	5-10	5-10	0,5-1,5	Shearing unlikely	0,1-5		
0	No	Yes	<1	<50	>10	>10	>1,5	Locked	<0,1		
										Totaal	Genormaliseerde score
Vergunninghouder	0	0	3	7	0	0	3	7	0	20	0,22
TNO-AGE	0	3	3	7	0	0	3	10	0	26	0,29

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
10/13

Referenties

- [1] Hydreco Geomec B.V., 21 juli 2020. Winningsplan Aardwarmte-Oostvoorne.
- [2] Hydreco Geomec B.V., 14 juli 2020. QuickScan Seismisch Risico Analyse Tinte/Oostvoorne.
- [3] Ondergrond evaluatie Aardwarmte Voorne, Input voor de haalbaarheidsfase 2018.
- [4] Hydreco Geomec B.V. en Duurzaam Voorne Holding B.V. End of Well Report TNT-GT-01-P, 29 juni 2020.
- [5] Hydreco Geomec B.V. en Duurzaam Voorne Holding B.V. End of Well Report TNT-GT-02-I, 19 juni 2020.
- [6] Hydreco Geomec B.V., 13 augustus 2020, 200813 KHu Voorne Winningsplan aanvullende vragen EZK 01.
- [7] Hydreco Geomec B.V., 11 mei 2020, 11052020_TNT-GT-01P_Well-Test-Analysis_V1.1.
- [8] Hydreco Geomec B.V., 9 juli 2020, 09072020_Ctest_TNT-GT-02I.
- [9] Schlumberger, 5 april 2020, Duurzaam_TNT_GT_01_P_QuantiELAN_1279m_2840m_PPT.
- [10] TNO, 22 juni 2020. Geotechnische evaluatie aanvraag tijdelijke winningsvergunning aardwarmte Tinte (Oostvoorne).
- [11] Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 14 november 2019. Tijdelijk beleidskader geothermie – DGKE / 19265357.
- [12] SodM, 2013. Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning, Versie 2.
- [13] Mechelse, Eelco, 2017. The in-situ stress field in the Netherlands: Regional trends, local deviations and an analysis of the stress regimes in the northeast of the Netherlands. Msc Thesis TUD.
<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ab77fc7ef-c316-424f-928d-877947e9ef03>
- [14] Qcon GmbH & IF Technology B.V., 5 oktober 2016. Defining the Framework for seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1.

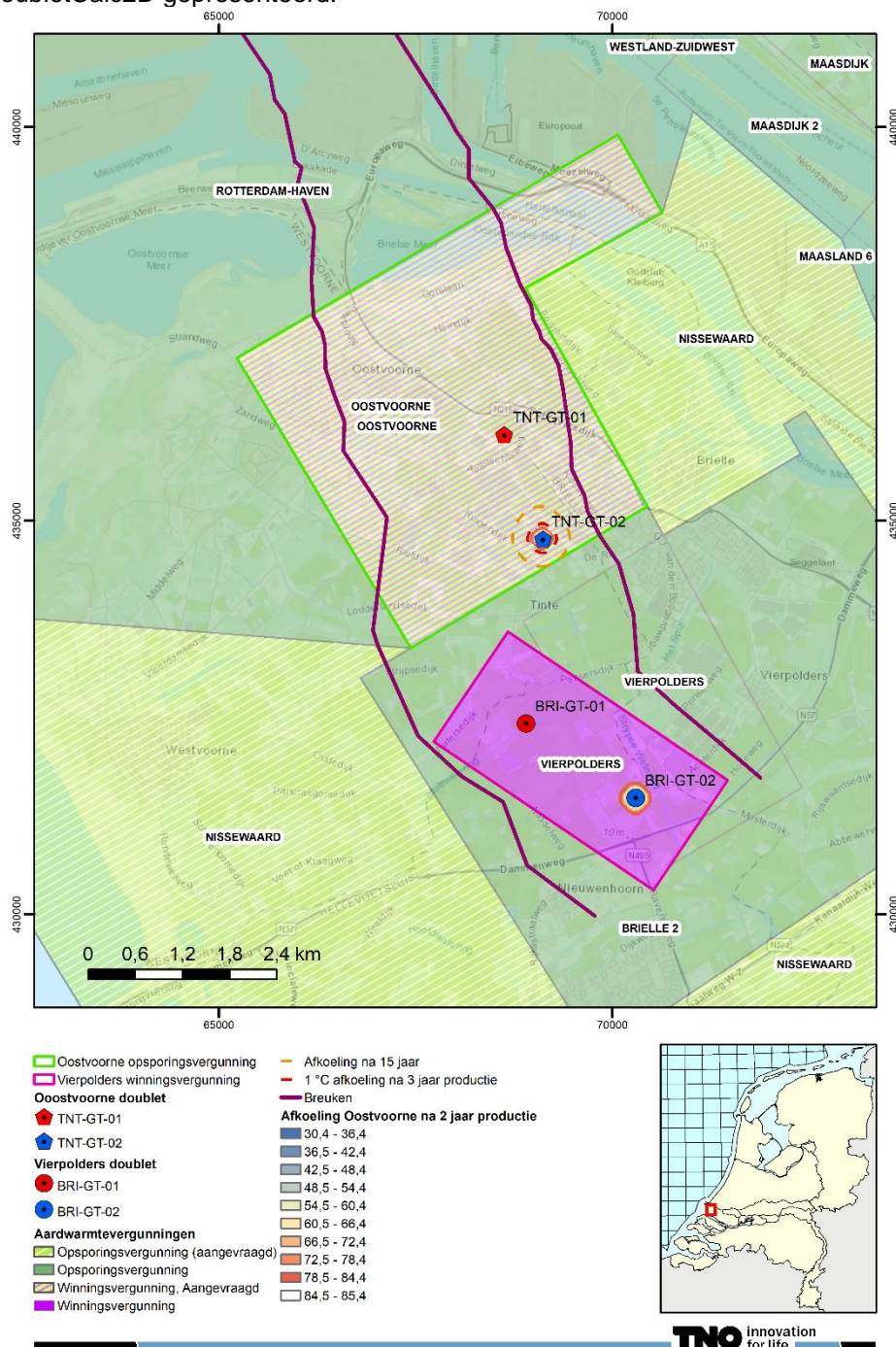
Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
11/13

Bijlage 2: Resultaten DoubletCalc modelberekeningen

In deze bijlage worden de resultaten van de modelberekeningen door TNO-AGE in DoubletCalc2D gepresenteerd.

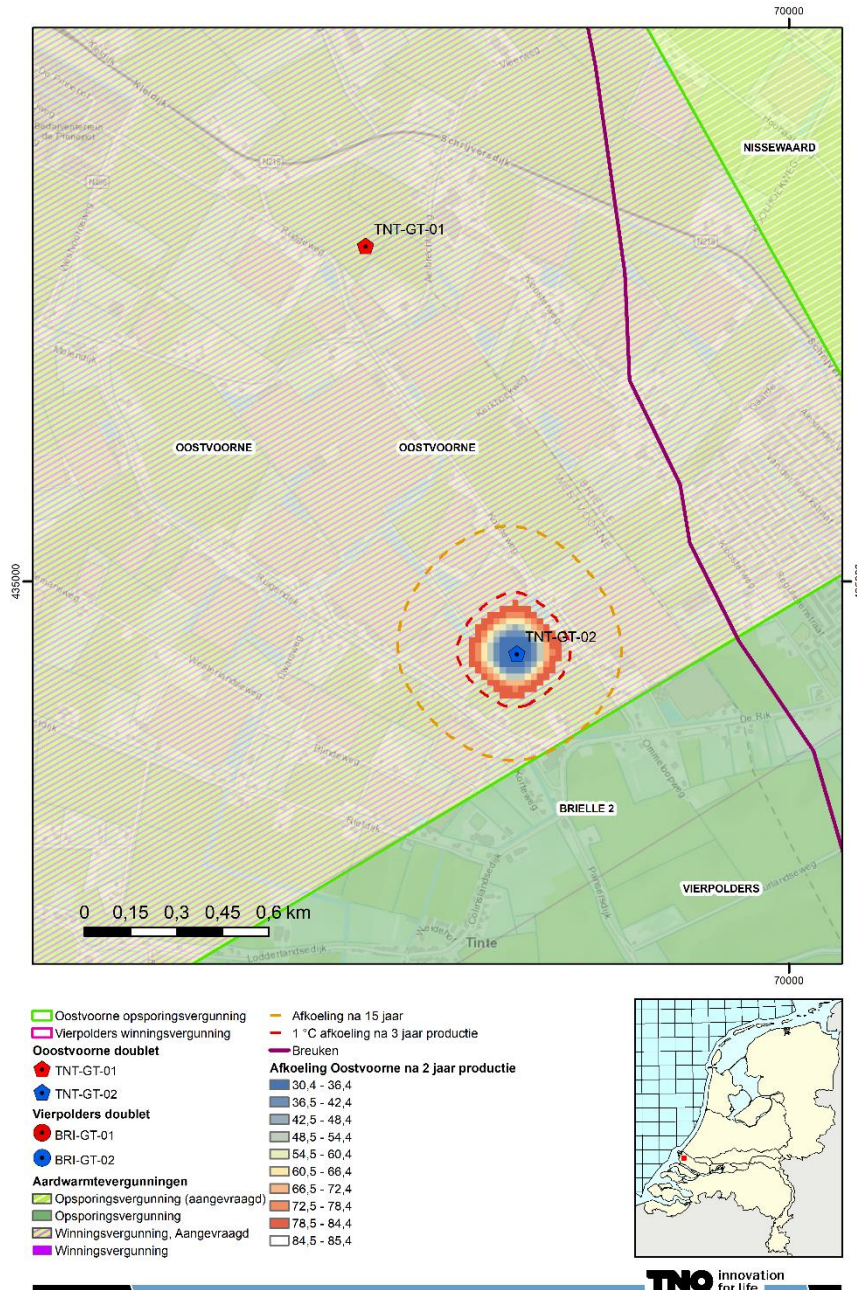


Figuur 1 DoubletCalc2D uitvoer van het TNO-AGE scenario voor Oostvoorne, met daarbij ook de invloed van het Vierpolders aardwarmte doublet. De afgebeelde koudwaterbel van het Vierpolders doublet is na 6 jaar productie. Voor meer detail zie Figuur 2.

Datum
16 december 2020

Onze referentie
AGE 20-10.112

Blad
12/13



Figuur 2 DoubletCalc2D uitvoer van het TNO-AGE scenario voor Oostvoorne. De kaart toont de temperatuurverandering in de ondergrond na 2 jaar. De rode gestreepte cirkel is de 1°C afkoelingscontour na 3 jaar productie, de oranje gestreepte cirkel na 15 jaar.

Bijlage 3: Errata

In het winningsplan [1] wordt de productietemperatuur niet eenduidig gerapporteerd. In de inleiding van [1] geeft Hydreco aan dat het productiewater een temperatuur heeft van 89 °C. In de tabellen en berekeningen worden temperaturen gebruikt tussen 85 en 86,6 °C. De TNT-GT-01 puttest analyse [7] geeft een temperatuur van 85,4 °C.

Datum

16 december 2020

Onze referentie

AGE 20-10.112

Blad

13/13