

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

www.tno.nl

Datum
25 april 2023
Onze referentie
AGE 23-10.053

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK)
RVO/Bureau Energieprojecten
[REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG
NEDERLAND

Onderwerp Adviesverzoek winningsplan ZO-Drenthe Zuur

Geachte [REDACTED],

Naar aanleiding van uw adviesverzoek van 31 januari 2023 (per email) omtrent de geactualiseerde winningsplan ZO-Drenthe Zuur (versie 1.3) van januari 2023 door de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (hierna: NAM), berichten wij u het volgende.

EZK heeft TNO-AGE gevraagd om advies ten aanzien van de onderdelen:

1. **Planmatig gebruik** en beheer van de ondergrond: toetsing van doelmatige en efficiënte gaswinning in het licht van de huidige kennis en technieken. Ik verzoek u ook om historische gegevens daarbij te betrekken.
2. **Bodemdaling/stijging**: graag uw advies ten aanzien van de gemodelleerde bodembeweging en onzekerheden, waarbij u aangeeft waar de nieuwe gemodelleerde bodemdaling afwijkt van de in het vigerende winningsplan aangegeven bodemdaling, waarbij u aangeeft of de gekozen parameters reëel zijn.
3. **Bodemtrilling**: analyse van de risicobeoordeling seismiciteit, is het seismisch risico gewijzigd ten aanzien van het vigerende winningsplan en controle op historische bevingen.

Beschrijving winning

Het ZO-Drenthe Zuur gasveld werd aangetoond en in productie genomen in de periode 1970-1980. Het gasveld bevat zeven voorkomens waarvan er nog vier niet gesloten zijn; het Dalen DC, Dalen ZE, Oosterhesselen ZE en Emmen-Nieuw Amsterdam ZE. In totaal zijn er in deze vier voorkomens 23 putten geboord waarvan er op dit moment twee produceren uit het Oosterhesselen ZE reservoir. Het gewonnen gas wordt aangemerkt als zuur vanwege de in het gas aanwezige H₂S. Tien van de op dit

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor Opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd 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.

moment ingesloten putten zijn aangemerkt als putten met potentie om weer geopend te worden voor productie, bijvoorbeeld na een putinterventie of installatie-onderhoud/-inspectie en/of -modificatie. Deze putten zijn verdeeld over alle vier de voorkomens. Het is niet voorzien extra putten te plaatsen of de bestaande putten hydraulisch te stimuleren.

Het vigerend winningsplan stamt uit 2011. De huidige aanvraag betreft het aanpassen van de verwachte einddatum van 31 december 2022 tot maximaal 31 december 2031. NAM stelt daarbij dat de maximale totale gaswinning binnen het vergunde volume blijft.

1. Planmatig Gebruik

De totale gaswinning uit de vier voorkomens gecombineerd tot 1 januari 2022 is 12.050 miljoen Nm³. In het hoge productiescenario verwacht NAM nog 340 miljoen Nm³ gas te kunnen winnen uit deze voorkomens tot 31 december 2031. Dit zou een totale maximale winning van 12.390 miljoen Nm³ gas betekenen. De verwachte winning is als volgt verdeeld over de voorkomens:

- Dalen ZE: NAM verwacht nog 87 miljoen Nm³ te kunnen winnen uit dit voorkomen in het hoge scenario. Dit resulteert in een totale winning van 7043 miljoen Nm³ en een winningspercentage van 62%.
- Dalen DC: NAM verwacht nog 42 miljoen Nm³ te kunnen winnen uit dit voorkomen in het hoge scenario. Dit resulteert in een totale winning van 798 miljoen Nm³ en een winningspercentage van 11%.
- Oosterhesselen ZE: NAM verwacht nog 147 miljoen Nm³ te kunnen winnen uit dit voorkomen in het hoge scenario. Dit resulteert in een totale winning van 3563 miljoen Nm³ en een winningspercentage van 55%.
- Emmen-Nieuw Amsterdam: NAM verwacht nog 64 miljoen Nm³ te kunnen winnen uit dit voorkomen in het hoge scenario. Dit resulteert in een totale winning van 986 miljoen Nm³ en een winningspercentage van 76%.

De daadwerkelijke productie zal afhangen van het gedrag van de producerende putten.

Beoordeling TNO-AGE

TNO-AGE merkt net als NAM op dat de daadwerkelijke productie zal afhangen van het gedrag van de putten, waarbij de onzekerheden toenemen dichterbij het einde van de verwachte productietermijn. De wijze waarop NAM voornemens is het gasveld te produceren is conform de huidige kennis en technieken. Uit het oogpunt van planmatig gebruik vindt TNO-AGE dit doelmatig en efficiënt. De maximale totale gaswinning blijft binnen het vergunde volume blijft.

2. Bodemdaling

De meest recente bodemdalingsmeting in dit gebied heeft plaatsgevonden in het jaar 2019. De totale gemeten bodemdaling vanaf 1975 is minder dan 5 cm, inclusief autonome daling (Figuur 7-3).

Aan de hand van deze metingen heeft NAM een bodemdalingsmodel gekalibreerd voor de ZO-Drenthe Zuur gasvelden. NAM gebruikt voor de modellering t.o.v. het vigerende winningsplan een compactiemodel dat ook na-ijling kan modelleren, namelijk het rate type compactie model (RTiCM). Dit model wordt nu ook gebruikt voor Noord-Nederland¹.

NAM houdt in het voorliggende winningsplan rekening met onzekerheid in de bodemdaling prognoses door voor de Zuidoost-Drenthe Zuur gasvelden met 3 parametersets modelberekeningen te maken. Het Laag scenario betreft een model waar geen na-ijling plaatsvindt, zoals in het vigerende winningsplan. Het Midden scenario betreft de parameters die a.d.h.v. kalibratie modelresultaten opleveren die het best

¹ NAM, Statusrapport Noord-Nederland 2020

bij de observaties passen inclusief na-ijling. Het Hoog scenario heeft aangepaste compactie parameters die over tijd voor meer bodemdaling zorgen door na-ijling.

NAM stelt dat de totale bodemdaling meer is dan geschat volgens het vigerende winningsplan. Deze werd in het vigerende winningsplan boven Oosterhesselen minder dan 2 cm en boven Dalen en Emmen-Nieuw Amsterdam minder dan 4 cm bodemdaling verwacht.

Figuur 7-7 toont de bodemdaling als gevolg van productie van de velden in dit winningsplan gedurende de hele levensduur van deze velden (vanaf start winning tot 2100). Hierin is te zien dat de maximale bodemdaling, boven Emmen Nieuw Amsterdam, veroorzaakt door de gaswinning van de velden in dit winningsplan minder dan 6 cm is. Inclusief effecten van omliggende velden stelt NAM dat er de maximale bodemdaling boven de Zuidoost-Drenthe Zuur gasvelden minder dan 10 cm bodemdaling plaatsvinden.

Beoordeling TNO-AGE

EZK heeft TNO-AGE gevraagd of “de nieuwe gemodelleerde bodemdaling afwijkt van de in het vigerende winningsplan aangegeven bodemdaling”. TNO-AGE bevestigt dat de bodemdalingsprognose uit het vigerende winningsplan van minder dan 4 cm wordt overschreden². NAM stelt de bodemdalingsprognose bij naar minder dan 6 cm.

EZK vraagt TNO-AGE ook advies ten aanzien van de gemodelleerde bodembeweging en onzekerheden en of de gekozen parameters reëel zijn.

NAM gebruikt in de huidige aanvraag het RTiCM compactie model voor de Zuidoost-Drenthe Zuur voorkomens. RTiCM beschrijft in tegenstelling tot het lineair elastisch model namelijk zowel lineair elastisch als kruip gedrag en is in staat na-ijl effecten te modelleren. Dit model wordt sinds 2016 ook toegepast voor onder andere velden in de Waddenzee, het Groningen veld en de meest recente Statusrapportage van NAM waarin de bodemdaling door gaswinning in Noord-Nederland is beschreven (NAM, Statusrapport Noord-Nederland 2020). Het RTiCM model geeft voor bovengenoemde velden in Noord Nederland in het algemeen een goede overeenkomst met observaties³.

TNO-AGE heeft een controle berekening uitgevoerd op de bodemdalingsprognose veroorzaakt door de Zuidoost-Drenthe Zuur gasvelden aan de hand van de parameters die in de huidige aanvraag zijn gepresenteerd (Tabel 11-1 t/m 11-3). Hierbij komt TNO-AGE op soortgelijke bodemdaling⁴ boven het Emmen Nieuw-Amsterdam voorkomen (minder dan 6 cm). Boven de Dalen en Oosterhesselen voorkomens komt TNO-AGE op iets meer dan 4 cm (maar minder dan 6 cm) bodemdaling uit, waar NAM op minder dan 4 cm uitkomt. NAM heeft aanvullende informatie⁵ geleverd waaruit blijkt dat NAM ook op meer dan 4 cm bodemdaling uitkomt boven de Dalen en Oosterhesselen voorkomens. TNO-AGE merkt op dat op basis van deze parameters ook na 2100 beperkte na-ijlende bodemdaling wordt verwacht. TNO-AGE is het met NAM eens dat verreweg het merendeel van deze bodemdalingsprognose wordt veroorzaakt door de na-ijlende compactie van de gasproductie die al heeft plaatsgevonden (12.050 miljoen Nm³). Het aandeel van de toekomstige gasproductie (maximaal <3% van de totale gasproductie) van de huidige aanvraag zal slechts een geringe extra bodemdaling veroorzaken. De controle berekening van TNO-

² De bodemdalingsprognose van het vigerende winningsplan uit 2011 verwijst naar het winningsplan 2005. In 2005 stelt NAM dat “de bijdrage van deze voorkomens is minder dan 2cm” en “dat de onzekerheid in de verwachte bodemdaling gemiddeld zo’n 20% bedraagt (bereik: -20% tot +20% van de berekende daling) met een minimum van 2 cm”.

³ Bijvoorbeeld: Van Tienen-Visser K, Pruiksmas JP, Breunese JN (2015) Compaction and subsidence of the Groningen gas field in the Netherlands, Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences 372: 367-373.
<https://piahs.copernicus.org/articles/372/367/2015/piahs-372-367-2015.pdf>

⁴ Bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingssom veroorzaakt door gaswinning tussen het begin van de gaswinning en 2100.

⁵ Email NAM naar EZK, d.d. 11 april 2023 met onderwerp: Bodemdaling Dalen Zechstein

AGE laat zien dat het verschil op de totale bodemdaling in 2100 door gaswinning met en zonder extra gaswinning uit de huidige aanvraag slechts een 0,5 millimeter (0,05 cm) bedraagt. Met andere woorden: de in deze aanvraag gepresenteerde na-ijl component van de bodemdaling door gasproductie is al veroorzaakt, de relatief geringe extra gasproductie van de huidige aanvraag heeft hier nauwelijks invloed op.

TNO-AGE merkt op dat het RTiCM model gebaseerd is op compactie experimenten met zandstenen⁶ uit de Rotliegend formatie. De winning uit dit winningsplan vindt plaats uit de zandsteenlagen uit de Tubbergen Formatie en de carbonaatgesteentes uit de Zechstein. Het is niet bekend of het RTiCM model compactie en met name het kruipgedrag van Zechstein carbonaatgesteentes even goed kan beschrijven als dat van zandstenen. Ook is er nog niet veel bekend over het compactie gedrag van zandstenen met ingeschakelde kleistenen (zoals in de Tubbergen formatie), al zal dat waarschijnlijk beter overeenkomen met de zandstenen waarop het RTiCM is gebaseerd. Er kan verschil zijn tussen de onderliggende mechanismes van het kruipgedrag van zandstenen, en die van carbonaten. Het RTiCM maakt hier geen onderscheid in en benadert een algemeen kruipgedrag. Hoewel er nog geen experimenten met Zechstein carbonaten of Tubbergen zandsteen zijn uitgevoerd om het compactiegedrag van deze gesteentes te valideren met het RTiCM model, zal kalibratie aan de hand van observaties het elastisch en kruipgedrag van carbonaten kunnen benaderen.

TNO-AGE is van mening dat het door NAM gepresenteerde bodemdalingsmodel een verbetering is ten opzichte van het vigerende winningsplan. Het huidige model houdt meer rekening met na-ijl effecten en een acceptabele overeenkomst tussen model en metingen zien (Figuur 7-5). TNO-AGE is daarnaast van mening dat de 3 deterministische Laag, Midden en Hoog scenario's een goede spreiding van de bodemdalingsprognoses geven. TNO-AGE kan zich vinden in de conclusie van NAM dat de maximale bodemdaling door gaswinning van de ZO-Drenthe Zuur gasvelden minder dan 6 cm is in 2100.

TNO-AGE benadrukt echter dat nog weinig bekend is over het gebruik van RTiCM voor Zechstein Carbonaten en mogelijke (langdurige) na-ijling van bodemdaling door gaswinning in Zechstein Carbonaten. Nader wetenschappelijk onderzoek is daarom wenselijk. Deze constatering heeft TNO-AGE ook in haar advies gemaakt bij de actualisatie van het winningsplan Schoonebeek Gas van de NAM⁷. TNO-AGE adviseert in navolging van ons eerder advies om de operator de gekozen modelparameters en daaruit voortvloeiende bodemdalingsprognose van met name het Zechstein carbonaat reservoirgesteente te onderbouwen, onafhankelijk van instemming met extra gaswinning van dit winningsplan. Immers de extra gaswinning van de huidige aanvraag heeft nauwelijks invloed op de extra uiteindelijke bodemdaling terwijl de uiteindelijke maximale bodemdalingsprognose door gaswinning sowieso belangrijk blijft. Een goede onderbouwing zal ondersteunt moeten worden met onderzoek naar het elastisch en kruipgedrag van deze carbonaat gesteentes. TNO-AGE schat in dat de operator voor dit onderzoek in alle redelijkheid een tijdsperiode van enkele jaren nodig zal hebben.

3. Seismisch risico

NAM heeft in de actualisatie van het winningsplan ZO-Drenthe Zuur conform de leidraad⁸ een seismische risicoanalyse (SRA) uitgevoerd voor de gasvoorkomens Dalen DC, Emmen-Nieuw Amsterdam, Dalen ZE en Oosterhesselen ZE. Het Dalen ZE voorkomen en het Emmen-Nieuw Amsterdam voorkomen hebben in het verleden gebeefd.

⁶ Pruiksma et al. (2015) Isotach formulation of the rate type compaction model for sandstone, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences

⁷ Wijziging instemming winningsplan Schoonebeek Gas (versie 1.3) van januari 2023 door De Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

⁸ SodM (2016), Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning. Tijdelijke leidraad voor adressering mbb. 24.1.p, versie 1.2

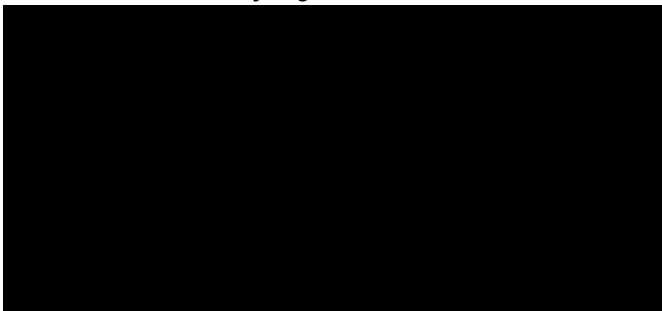
Conform de leidraad heeft NAM de magnitude van de realistisch sterkste bevingen op basis van de breukgeometrie en energiebalans berekend. Het Dalen DC voorkomen heeft een Maximale magnitude die onder de 2,5 ligt, en classificeert daarmee automatisch in seismische risicocategorie 1. Omdat de overige voorkomens een maximale magnitude hebben die hoger is dan 2,5 moet conform de leidraad een risicomatrix worden opgesteld aan de hand van onder- en bovengrondse invloedfactoren. Daaruit volgt dat de Emmen-Nieuw Amsterdam, Dalen ZE en Oosterhesselen ZE voorkomens ook in (de laagste) seismische risicocategorie 1 uitkomen.

Beoordeling TNO-AGE

TNO-AGE heeft de invoer parameters voor bovengenoemde stappen gecontroleerd en eigenstandig nagerekend en komt tot een zelfde resultaat⁹. TNO-AGE classificeert alle ZO-Drenthe Zuur voorkomens, net als NAM, in seismische risicocategorie 1. Hiermee is het seismisch risico niet veranderd ten opzichte van het vigerend winningsplan.

Ik verwacht u hiermee van dienst te zijn geweest.

Met vriendelijke groet,



⁹Voor het Emmen Nieuw Amsterdam voorkomen scoort TNO 1 punt lager op *bevolkingsdichtheid* en 2 punten lager op *dijken*. Dit heeft geen invloed op de uitkomst van de beoordeling van de seismische risicocategorie 1. Voor de Dalen ZE en het Oosterhesselen ZE voorkomens scoort TNO 1 punt lager op *bevolkingsdichtheid*. Dit heeft geen invloed op de uitkomst van de beoordeling van de seismische risicocategorie 1