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

www.tno.nl
5.1.2.e @tno.nl

Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

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

Datum
10 september 2026
Onze referentie
AGE 26-10.070

Onderwerp Plan van Aanpak onderzoek naar de effecten van het afsluiten van de cavernes in Zuidwending en Heiligerlee

Geachte 5.1.2.e ,

Op 20 juli heeft u ons namens het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat per e-mail een adviesverzoek gestuurd over het Plan van Aanpak[1] voor onderzoek naar de effecten van het afsluiten van de cavernes in Zuidwending en Heiligerlee van 9 juli 2026 door Nobian Salt B.V. (hierna: Nobian).

Aanleiding

Met de instemmingsbesluiten[2,3] op de aangevraagde winningsplannen heeft Nobian eind 2025 toestemming gekregen om de zoutwinning in Zuidwending en Heiligerlee tot en met 2035 voort te zetten, onder voorwaarde dat aan een aantal voorschriften wordt voldaan. Deze voorwaarden hebben betrekking op (vervolg) onderzoek naar de wijze waarop de cavernes na beëindiging van de winning kunnen worden afgesloten, en de effecten hiervan. Het Plan van Aanpak beschrijft de wijze waarop Nobian invulling wil geven aan deze voorwaarden.

Adviesvraag

U vraagt ons om bij de beoordeling van het Plan van Aanpak specifiek in te gaan op onderstaande punten:

1. Is het onderzoek zoals beschreven in het Plan van Aanpak technisch haalbaar binnen de gestelde termijnen?
2. Houdt het Plan van Aanpak voldoende rekening met caverne-specifieke eigenschappen?
3. Om een afweging te kunnen maken tussen verschillende scenario's van afsluiten:
   - Worden er voldoende mogelijke afsluitscenario's onderzocht?
   - Wordt er in het onderzoek gebruik gemaakt van de best beschikbare kennis en technieken?
   - Zal voor elk afsluitscenario voldoende duidelijk worden wat de mogelijk te verwachten effecten en bijpassende mitigerende maatregelen zijn?
   - Wordt duidelijk hoe de afweging tussen de afsluitscenario's gemaakt zal worden?
   - Zullen de onderzoeken voldoende bijdragen aan de te maken afwegingen?

[1] Plan van Aanpak onderzoek effecten afsluiten cavernes Zuidwending en Heiligerlee, Nobian Salt B.V., 9 juli 2026
[2] Instemmingsbesluit Zuidwending, kenmerk PDGGO-DTDO / V-65184, 7 oktober 2025
[3] Instemmingsbesluit Heiligerlee, kenmerk PDGGO-DTDO / V-69187, 19 november 2025

In de onderstaande alinea's zal eerst het Plan van Aanpak op hoofdlijnen worden samengevat. Daarna volgt een algemene beoordeling door TNO-AGE. Tot slot worden de individuele adviesvragen beantwoord.

Samenvatting van het Plan van Aanpak

Het onderzoeksprogramma wat in het Plan van Aanpak wordt beschreven is erop gericht om onzekerheden rondom het abandonneren van de cavernes te verkleinen, en de effecten van mogelijke afsluitingsstrategieën beter in beeld te brengen. Het onderzoeksprogramma bestaat uit zes werkpakketten, met een sterke onderlinge samenhang:

- WP1: Pekelinfiltratiestudie – onderzoek naar de mogelijkheden van scheurvorming in het cavernedak en de mogelijke lekkage van pekel naar de ondiepe ondergrond;
- WP2: Dilatatiegedrag en scheurvorming – fundamenteel onderzoek naar het proces van scheurvorming in steenzout en het effect op de permeabiliteit;
- WP3: Veldtest – het op natuurlijke wijze op druk laten komen van een caverne, waarbij de observaties gebruikt worden om m.b.v. 'digital twin' modellen de onzekerheden rondom permeatie en evenwichtsdruk in modelstudies te verkleinen;
- WP4: Update 3D modellen – nieuwe simulaties voor de verschillende afsluitingsstrategieën waarbij de informatie uit de veldtest en werkpakketten 1 en 2 wordt meegenomen;
- WP5: Bodemdalingsprognoses – actualisatie van de verwachtte bodemdaling en effecten daarvan;
- WP6: (optioneel) analyse vulstof – onderzoek naar de eigenschappen en effectiviteit van vulmateriaal. N.B. dit werkpakket treedt alleen in werking als uit de eerdere werkpakketten blijkt dat één of meerdere cavernes preventief opgevuld dienen te worden.

De belangrijkste mijlpalen die voortkomen uit de voorwaarden vanuit de instemmingsbesluiten zijn (op volgorde van opleveren in jaren na het inwerking treden van de instemmingsbesluiten):

- Afronden onderzoek naar pekelvolume dat in de ondiepe ondergrond kan doordringen (na 2 jaar)
- Nieuw afsluitplan (na 5 jaar)
- Update bodemdalingsprognose (na 5 en na 10 jaar)
- Rapportage eindresultaten onderzoek (na 8 jaar)

Een centraal onderdeel van het programma is de veldtest (WP3). Deze is er met name op gericht om aan te tonen dat op termijn een evenwichtsdruk ontstaat na het insluiten van de cavernes. Nobian beschrijft dat de drukopbouw in de cavernes dusdanig langzaam zal zijn dat de veldtest hier binnen de gestelde termijn (5-8 jaar) mogelijk geen uitsluitsel over geeft. Het kunstmatig versnellen van de drukopbouw is niet wenselijk, omdat de natuurlijke processen die een rol spelen bij het vervormingsgedrag van het zout dan niet op dezelfde manier kunnen optreden als tijdens de daadwerkelijke abandonnering. Desondanks is de verwachting dat de tot dan toe waargenomen drukopbouw waardevolle informatie geeft om m.b.v. digital twin modellen de onzekerheden omtrent permeatiegedrag en drukverloop in simulaties te kunnen verkleinen.

Wat betreft de projectorganisatie ligt de verantwoordelijkheid voor de uitwerking en uitvoer van het onderzoeksprogramma volledig bij Nobian. De werkpakketten zelf worden voornamelijk uitgevoerd door consultants en onderzoeksbureaus met de nodige kennis en ervaring op de relevante deelonderwerpen, waaronder ook het CCC (WP4 en WP5) en DEEP.KBB (WP5). Ter ondersteuning bij het maken van projectkeuzes zal een technische commissie worden samengesteld bestaande uit externe partijen, die minimaal jaarlijks worden ingelicht over de voortgang van het onderzoeksprogramma. Daarnaast zal een wetenschappelijke commissie worden aangesteld om rapportages onafhankelijk te beoordelen, en om als klankbord te fungeren voor bijvoorbeeld het analyseren van tussentijdse resultaten. Betrokken instanties en belanghebbenden uit de omgeving zullen worden geïnformeerd via een stakeholder commissie en omgevingsmanager.

Algemene beoordeling TNO-AGE

Het Plan van Aanpak geeft wat TNO-AGE betreft adequate invulling aan de voorwaarden die gesteld zijn met de instemmingsbesluiten op de winningsplannen voor Zuidwending en Heiligerlee, en zal naar verwachting de bestaande onzekerheden in de wijze waarop de cavernes kunnen worden afgesloten significant helpen verminderen. Het plan is helder verwoord en de samenhang van de werkpakketen onderling, en hun relatie met de gestelde voorwaarden in de instemmingsbesluiten, is duidelijk weergegeven. Dit geldt ook voor het overzicht van de projectorganisatie, betrokken partijen, en de mijlpalen van het project.

Uitvoer van de werkpakketten

Met uitzondering van de veldtest (WP3) bevat het plan van aanpak nog weinig informatie over de precieze uitvoer van de werkpakketten. Voor de pekelinfiltratiestudie (WP1) en de studie naar dilatatiegedrag en scheurvorming (WP2) zal de uitvoer sterk afhankelijk zijn van de reacties van andere partijen op de ‘request for proposals’ (bijlages bij het plan van aanpak). Voor WP1 is de aanbestedingsprocedure in een vergevorderd stadium, en heeft Nobian inhoudelijk sterke reacties gekregen van meerdere partijen met aantoonbaar relevante kennis en ervaring.

De actualisatie van de caverne modellen (WP4) en de herziening van de bodemdalingsprognoses (WP5) zijn op hun beurt weer afhankelijk van uitkomsten en inzichten van de veldtest (WP3), en de resultaten van WP1 en WP2. De rapportages en tussentijdse uitkomsten van deze studies (WP1 en WP2), en ook de veldtest, zijn daarom leidend voor de invulling van WP4 en WP5. TNO-AGE verwacht dat de wijze van uitvoering van WP4 en WP5 vergelijkbaar zal zijn met de eerder uitgevoerde modelstudies en prognoses van het CCC en DEEP.KBB, ten behoeve van de winningsplannen voor Zuidwending en Heiligerlee van 2025. Hierbij speelt de input vanuit de technische en wetenschappelijke commissies ook een belangrijke rol.

De veldtest (WP3) is het meest uitvoerig uitgewerkt in het Plan van Aanpak. De keuze om de veldtest uit te voeren in caverne HL-B is wat TNO-AGE betreft doelmatig en goed onderbouwd. Deze caverne is representatief voor het merendeel van de Heiligerlee en Zuidwending cavernes. Door middel van de update van de modelstudies (WP4) zal vervolgens ook het gedrag van de meer afwijkende cavernes na insluiting beter in kaart kunnen worden gebracht. TNO-AGE onderschrijft het belang van het op natuurlijke wijze laten oplopen van de druk tijdens de veldtest (boven de 18 bar/m), om te waarborgen dat de processen die optreden tijdens daadwerkelijke harde insluiting worden geactiveerd, en de kans op het optreden van (haar)scheurtjes in de cavernewand wordt geminimaliseerd.

Projectorganisatie

TNO-AGE benadrukt dat de meerwaarde van het onderzoeksprogramma afhangt van het succesvol integreren van de (uitkomsten van) de onderlinge werkpakketten. Wat TNO-AGE betreft is dit één van de belangrijkste aandachtspunten en uitdagingen voor Nobian en de technische commissie, die Nobian zal adviseren bij het maken van projectkeuzes.

Op welke manier de technische commissie wordt betrokken, en hoe de governance structuur hiervan zal zijn, wordt niet gespecificeerd. Het Plan van Aanpak verwijst naar een nader af te sluiten overeenkomst, waar dit in detail zal worden opgenomen. TNO-AGE benadrukt het belang van het op voorhand vastleggen van een dergelijke overeenkomst, waarin naast de governance structuur ook zal moeten worden vastgesteld welke criteria gehanteerd worden om de veldtest te wijzigen en/of beëindigen, hoe de afweging tussen de mogelijke afsluitscenario’s zal worden gemaakt, en op basis van welke criteria zal worden besloten om de analyse van mogelijke vulstof (WP6) op te starten.

Planning
Met betrekking tot de tijdspaden van de verschillende werkpakketen en de termijnen die volgen uit de voorwaarden van de instemmingsbesluiten, merkt TNO-AGE op dat het aannemelijk is dat het afsluitplan wat na 5 jaar dient te worden ingediend (voorschrift 3, lid 4[1,2]), nog niet definitief zal zijn. De veldtest loopt dan immers nog, en een definitieve rapportage van het onderzoeksprogramma volgt uiterlijk 3 jaar later. TNO-AGE voorziet dan ook dat een actualisatie van het afsluitplan na afronding van het onderzoek voor de hand ligt. Dit is in het Plan van Aanpak al opgenomen als mijlpaal M 4.3 (op te leveren voor 18 november 2033). Wel verwacht TNO-AGE dat na 5 jaar duidelijk is waar op dat moment de belangrijkste onzekerheden nog bestaan, en of deze wel/niet binnen de resterende termijn van het programma beantwoord kunnen worden. Ook verwacht TNO-AGE dat op dat moment duidelijkheid bestaat over de noodzaak om WP6 uit te voeren (eventueel alleen voor individuele, specifieke cavernes).

Beantwoording op de specifieke adviesvragen

1. *Is het onderzoek zoals beschreven in het Plan van Aanpak technisch haalbaar binnen de gestelde termijnen?*
   Beoordeling TNO-AGE: Ja, de verschillende onderdelen van het Plan van Aanpak zijn over het algemeen binnen haalbare en realistische termijnen afgebakend. TNO-AGE plaatst hierbij echter wel twee kanttekeningen.
   I. TNO-AGE adviseert om de mogelijkheid open te houden om de veldtest langer te kunnen laten voortduren dan de termijn van 8 jaar die voor het onderzoek is vastgelegd met de instemmingsbesluiten. De reden hiervoor is dat, zoals Nobian ook beschrijft, het aannemelijk is dat de beoogde evenwichtsdruk niet gehaald wordt binnen 5-8 jaar. Ondanks het feit dat de test nuttige informatie bevat vóórdat de verwachtte evenwichtsdruk wordt bereikt, kan het laten voortduren van de test significante meerwaarde hebben. De monitoring en tussentijdse resultaten zullen hier gaandeweg meer zicht op geven.
   II. TNO-AGE adviseert om ruimte te bieden in de gestelde termijnen voor het eventueel actualiseren van de pekelinfiltratiestudie ten behoeve van het op te stellen afsluitplan. Immers, het integreren van de uitkomsten van WP1 en WP2 vergt mogelijk meer tijd dan de 2 jaar die voor de pekelinfiltratiestudie is vastgesteld met de instemmingsbesluiten. Daarnaast kunnen (tussentijdse) resultaten van de veldtest aanleiding geven om de uitgangspunten van de pekelinfiltratiestudie te herzien.

2. *Houdt het Plan van Aanpak voldoende rekening met caverne-specifieke eigenschappen?*
   Beoordeling TNO-AGE: Ja, de geplande studies, veldtest en model updates/bodemdalingsprognose houden rekening met de specifieke caverne-eigenschappen, net zoals in de eerdere studies van het CCC en aanverwante rapporten t.b.v. de winningsplannen Zuidwending en Heiligerlee van 2025.

3. *Om een afweging te kunnen maken tussen verschillende scenario's van afsluiten:*
   - *Worden er voldoende mogelijke afsluitscenario's onderzocht?*
     Beoordeling TNO-AGE: Ja, de spreiding in mogelijke termijn van 'soft shut-in' (0-10-30-50-215 jaar) is wat TNO-AGE betreft voldoende. Deze termijnen zullen zowel voor de verwachte kruipsnelheid, als voor de conservatieve snelle kruip snelheid worden doorgerekend. TNO-AGE merkt hierbij op dat de 0 jaar en 215 jaar soft shut-in scenario's in praktische zin de minst realistische scenario's zijn, maar wel inzicht geven in de bandbreedte van de effecten op basis waarvan uiteindelijk de afweging zal moeten worden gemaakt.

   - *Wordt er in het onderzoek gebruik gemaakt van de best beschikbare kennis en technieken?*
     Beoordeling TNO-AGE: Naar verwachting wel. Het onderzoek bouwt voort op de state-of-the-art modellen en aanpak van het CCC, en studies die recent in opdracht van Nobian zijn uitgevoerd t.b.v. winningsplannen van eind 2025. Voor het uitvoeren van de veldtest is Nobian uitgerust met alle benodigde expertise en middelen. Wel is Nobian afhankelijk van externe partijen voor het uitvoeren van de overige werkpakketen. Welke aanpak en modellen hiervoor uiteindelijk gebruikt gaan worden, is nog niet vastgesteld in het huidige plan van aanpak, en kan dus nog niet worden

beoordeeld. Het aanstellen van een wetenschappelijk commissie, met daarin toonaangevende experts op de relevante onderwerpen, zal helpen waarborgen dat actuele inzichten worden meegenomen in het onderzoek.

- *Zal voor elk afsluitscenario voldoende duidelijk worden wat de mogelijk te verwachten effecten en bijpassende mitigerende maatregelen zijn?*
  Beoordeling TNO-AGE: Dit is de verwachting, maar is wel afhankelijk van de uitkomsten van de afzonderlijke werkpakketten, en de integratie hiervan. Het Plan van Aanpak beschrijft dat voor de verschillende afsluitscenario's de te verwachten effecten (bodemdaling en pekelinfiltratie) afzonderlijk zal worden onderzocht. In eerste instantie gaat het om 10 scenario's (5 termijnen van soft shut-in tussen de nul en 215 jaar, doorgerekend voor de verwachtte en conservatieve (snelle) kruipsnelheid). Gaandeweg kan Nobian enkele scenario's er uit filteren waarvoor het niet (meer) de moeite waard blijkt om de effecten door te laten rekenen. In het geval dat de resultaten aantonen dat geen van de scenario's tot acceptabele afsluitstrategie leidt, zal werkpakket 6 worden uitgevoerd om de mogelijkheden en effecten van het gedeeltelijk opvullen van de cavernes te onderzoeken.

- *Wordt duidelijk hoe de afweging tussen de afsluitscenario's gemaakt zal worden?*
  Beoordeling TNO-AGE: Nee, details hierover ontbreken in het Plan van Aanpak. Globaal zal de afweging worden gemaakt op basis van de effecten (bodemdaling en effecten op waterhuishouding, en hoeveelheid te verwachten pekelinfiltratie en de bijbehorende risico's), en de uitkomsten van de geomechanische modellen voor stabiliteit/integriteit van de cavernes. Hoe deze afweging precies tot stand zal komen, en wat de criteria voor de afweging zijn, wordt niet concreet beschreven. TNO-AGE adviseert om dit vast te leggen in de nog op te stellen governance overeenkomst – zie opmerkingen hierover onder het kopje 'projectmatig' van de algemene beoordeling TNO-AGE.

- *Zullen de onderzoeken voldoende bijdragen aan de te maken afwegingen?*
  Beoordeling TNO-AGE: De geplande onderzoeken zijn adequaat en doelmatig om de effecten van verschillende afsluitscenario's beter in beeld te kunnen brengen. TNO-AGE benadrukt dat er een sterke onderlinge samenhang is tussen de werkpakketten, waardoor (deel)resultaten van bijvoorbeeld de veldtest (WP3) en de externe studies naar pekelinfiltratie (WP1) en dilatatiegedrag en scheurvorming (WP2), invloed hebben op de keuzes en uitkomsten van de update van de cavernemodellen (WP4) en de bodemdalingsprognoses (WP5). Mits de integratie van deze werkpakketten succesvol wordt uitgevoerd, en de criteria voor de te maken afweging zorgvuldig worden opgesteld (zie opmerkingen hierover in hoofdstuk 'algemene beoordeling'), verwacht TNO-AGE dat het onderzoek als geheel een solide basis vormt voor de te maken afwegingen.

Met vriendelijke groet,

5.1.2.e

Afdelingshoofd TNO-AGE