

Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De minister van Economische Zaken en Klimaat
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Directie Warmte en Ondergrond
t.a.v. de heer

per e-mail: [@minezk.nl](mailto:minezk.nl), [@minezk.nl](mailto:minezk.nl),
[@minezk.nl](mailto:minezk.nl)

Staatstoezicht op de Mijnen

Bezoekadres

Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag

Postadres

Postbus 24037
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)
F 070 379 8455 (algemeen)

info@sodm.nl
www.sodm.nl

Behandeld door

T 070

Datum 19 juni 2020
Betreft Advies pre-drill winningsplan Naaldwijk II (Trias Westland)

Ons kenmerk

ADV-486 / 20063829

Uw kenmerk

IV-167

Bijlage(n)

2

Excellentie,

U heeft Staatstoezicht op de Mijnen (hierna: SodM) op 25 februari 2020 om advies gevraagd betreffende instemming met het winningsplan Naaldwijk II. Het plan is ingediend door Trias Westland B.V. (verder: TWL). Dit advies is gebaseerd op het winningsplan plus aanvullingen, alsmede het advies van TNO-AGE met kenmerk AGE.20-10.045. SodM heeft het winningsplan beoordeeld op veiligheid (bodemtrilling, bodemdaling) en de nadelige gevolgen voor milieu (putintegriteit, reservoir integriteit en hulpstoffen).

SodM is van mening dat TWL het risico op seismiciteit met behulp van de kwalitatieve inventarisatie adequaat heeft ingeschat in de categorie laag. De mate van uitkoeling in de toekomst is een onderwerp van aandacht voor de stabiliteit van breuken. Dit risico is in de huidige SRA leidraad niet meegenomen. Binnen de looptijd van dit winningsplan van 3 jaar verwacht SodM geen impact van de uitkoeling. Daarom raadt SodM aan om de uitgevoerde SHRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuureffecten. Ook adviseert SodM een seismisch respons protocol op te stellen zodat omgeving geïnformeerd wordt in het geval er toch een beving gemeten wordt.

De verwachte gevolgen voor de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodemdaling zijn beperkt. Wel moet TWL aantonen dat er hydraulische communicatie is tussen de putten middels een interferentie- of pulsetest.

Het is essentieel dat TWL haar Well Integrity Management System (WIMS) uitbreidt voor het aan te leggen doublet. Het WIMS moet voldoen aan de ISO 16530-1 norm, waarmee de putintegriteit nauwlettend in de gaten gehouden kan worden. SodM adviseert om op dit punt twee voorwaarden in het instemmingsbesluit op te nemen.

Met betrekking tot de maximale injectiedruk concludeert SodM dat de reservoirintegriteit voldoende kan worden geborgd, maar dat de huidige onderbouwing van TWL niet voldoende is. SodM adviseert daarom een minimale injectietemperatuur en maximale injectiedruk als functie van debiet en temperatuur als voorschrift op te nemen in het instemmingsbesluit op het winningsplan. Uitgangspunt van de voorgestelde limieten en de nadere onderbouwing is dat de reservoirintegriteit, met name van de afsluitende laag, geborgd blijft.

TWL gebruikt geen mijnbouwhulpstoffen in de vorm van corrosieremmer, omdat er gebruikt gemaakt wordt van een nieuw putontwerp dat corrosiebestendiger is. SodM is op dit punt van mening dat het risico op nadelige gevolgen voor het milieu als gevolg van het gebruik hiervan beperkt is.

In dit advies leest u een omschrijving van het adviesverzoek aan SodM, een toelichting op het advies en de conclusie en aanbevelingen.

Adviesvraag aan SodM

Om aardwarmte te kunnen winnen uit een watervoerende gesteentelaag, moet een onderneming een goedgekeurd winningsplan hebben. Om goed geïnformeerd te kunnen instemmen met een winningsplan vraagt de minister advies aan een aantal adviseurs, waaronder SodM. SodM toetst het winningsplan op de volgende onderdelen:

1. Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodembeweging:
 - a. Bodemtrilling: controle op SRA berekeningen en indien vereist beoordeling inschatting effecten en beheersmaatregelen
 - b. Bodemdaling/stijging: controle bodemdaling/stijging prognoses en indien vereist beoordeling inschatting effecten en beheersmaatregelen
2. Nadelige gevolgen voor het milieu:
 - a. Putintegriteit
 - b. Reservoirintegriteit
 - c. Gebruik van hulpstoffen

Dit advies is op basis van de aangeleverde documenten: "200213-TWL-Pre-drill winningsplan TWL-02 NLW GT 03 04 versie 1.0" (d.d. 13 februari 2020) en de bijlagen "200213-TWL-Appendix1-WP TWL-02-Geologisch Rapport OKII" (Panterra, d.d. maart 2018) en "200213-TWL-Appendix-2-WP TWL-02-SHA OKII (002)" (Panterra, d.d. januari 2020). SodM onderbouwt haar advies met behulp van het advies van TNO-AGE (AGE.20-10.045) waarin de berekeningen en prognoses geverifieerd zijn.

Toelichting op advies

Beschrijving van het veld en de winning

Het winningsplan betreft de voorgenomen aardwarmte winning met een doublet aan de Lange Broekweg 70B te Naaldwijk, gemeente Westland, Provincie Zuid-Holland. TWL heeft reeds een geothermie doublet gerealiseerd op genoemde locatie. Zij is voornemens om het tweede doublet aan te leggen in hetzelfde lagenpakket in de Schieland Groep. Naar verwachting zullen de putten vanaf medio 2020 geboord gaan worden. Tegelijkertijd zal zij de bovengrondse installaties aanpassen zodat het extra opgewekte vermogen gebruikt kan worden.

De aardwarmte zal worden gewonnen op een diepte van ongeveer 2300 m door middel van een doublet, bestaande uit één producerende put NLW-GT-03 en één injectie put NLW-GT-04. Het formatiewater heeft een temperatuur van ca. 86 °C

en is afkomstig uit de Delft Zandsteen en het Alblasterdam laagpakketen van de Nieuwerkerk Formatie (Onder Krijt). Er wordt voor de winning uit dit tweede doublet een nominaal debiet van 300 m³/u en een maximaal debiet van 355 m³/u aangehouden. Het water wordt teruggebracht in dezelfde reservoirs bij een verwachte temperatuur van 35 °C. Bij het oppompen van het formatiewater komen opgeloste koolwaterstoffen vrij, waardoor er ongeveer 1,1 Nm³ gas vrijkomt met elke m³ opgepompt water. Dit vrijgekomen gas wordt op de locatie verstoekt. TWL verwacht ook olie als bijvangst te zullen produceren, aangezien de productieput wordt geboord langs het De Lier olieveld. De verwachte hoeveelheden olie zijn onzeker; in het winningsplan wordt er 0,1 m³ olie per m³ opgepompt water opgegeven.

Het tijdelijk winningsplan beschrijft een beoogde duur van de winning voor maximaal 2 jaar vanaf de instemming. Voor het voortzetten van de winning kan er een vervolg plan worden aangevraagd. Dit advies richt zich op het nog aan te leggen tweede doublet bestaande uit bovengenoemde putten. Voor het eerste doublet van TWL met de putten NLW-GT-01 en NLW-GT-02 is een separaat winningsplan opgesteld, die nog niet in behandeling is genomen door het Ministerie.

1. Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodembeweging

a. Bodemtrilling: controle op SRA berekeningen en indien vereist beoordeling inschatting effecten en beheersmaatregelen

Om de kans op aardbevingen, het risico op schade en de consequenties voor de veiligheid als gevolg van aardwarmtewinning te onderzoeken heeft TWL een seismische risico analyse (SRA) laten uitvoeren door IF Technology. Dit is gedaan conform de leidraad "Defining the framework for seismic hazard assessment in geothermal projects" (2016, IF Technology B.V. en Q-Con GmbH). Met behulp van de kwalitatieve scoringstabel komt TWL op een score van 27/90 (0,30) uit, waarmee het in de categorie "laag potentieel" terecht komt.

TNO-AGE heeft volgens dezelfde leidraad de scoringstabel ingevuld op basis van zowel het winningsplan alsmede eigen gegevens. Hieruit volgt een score van 30/90 (0,33) waarmee TWL op de grens, in de categorie: "laag potentieel" uitkomt. De score van TNO-AGE verschilt van TWL op het onderdeel oriëntatie in huidig spanningsveld. TNO-AGE geeft die onderdeel 10 punten in plaats van 7. SodM is het eens met TNO-AGE met de invulling van de scoringstabel. Hiermee blijft het project in de categorie "laag potentieel". In dit geval schrijft de leidraad voor dat monitoren middels het landelijke KNMI netwerk voldoende is. In het geval dat het KNMI een beving detecteert in de nabijheid van het aardwarmteproject is het raadzaam dat de uitvoerder de omgeving adequaat informeert. SodM adviseert bij een eventueel instemmingsbesluit een voorwaarde op te nemen waarmee de uitvoerder een communicatieplan uitwerkt en implementeert als respons op seismiteit.

Wat betreft de mate van uitkoeling, is dit nog een onderwerp voor aandacht; deze is in de huidige SRA leidraad niet meegenomen. Een lage temperatuur kan de lokale spanning op breuken dusdanig verlagen dat breuken in de ondergrond in een instabiele toestand kunnen raken. Dit effect brengt ook risico's m.b.t. de reservoir integriteit met zich mee, en komt daarom in sectie 2b van dit advies nader aan bod. SodM raadt aan om de uitgevoerde SRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuureffecten. Ook TNO-AGE adviseert om het effect van afkoeling op de lokale breuken nader te laten onderzoeken.

Het risico op bodemtrilling valt in de categorie: laag potentieel. De leidraad schrijft voor dat in dit geval op het landelijke KNMI netwerk gebruikt kan worden om eventuele seismiciteit te monitoren.

Op dit moment zijn geen temperatuureffecten meegenomen die het risico mogelijk kunnen verhogen. SodM raadt daarom aan de uitgevoerde SRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuureffecten.

SodM adviseert om TWL een seismiciteit respons protocol op te laten stellen, waarin duidelijk wordt hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval er een beving gemeten wordt.

b. Bodemdaling/stijging: controle bodemdaling/stijging prognoses en indien nodig beoordeling inschatting effecten en beheersmaatregelen

Bij het winnen van warmte uit een geothermisch systeem wordt er water uit een aquifer opgepompt en na afkoeling teruggepompt in de oorspronkelijke aquifer. Er is dus geen sprake van netto onttrekkingen zoals bij delfstofwinning. Het injecteren van afgekoeld water zorgt voor krimp met mogelijk bodemdaling tot gevolg. Tevens kan er bodemdaling/stijging ontstaan als er geen drukcommunicatie tussen de putten is.

TNO-AGE heeft berekend dat de bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 3 jaar (looptijd van de vergunning) ca. 1 mm is. Na 30 jaar wordt deze berekend op 6 mm. TWL rapporteert de bodemdaling na 30 jaar als zijnde 4,2 mm.

TWL heeft de putten van het tweede doublet nog niet geboord. Er is daarom nog geen bewijs dat er hydraulische communicatie is tussen deze putten. TNO-AGE en SodM adviseren om middels een interferentie- of pulse-test tussen de putten de communicatie te laten testen. Indien er sprake is van communicatie dan is het doublet een gebalanceerd systeem. Dit betekent dat het formatiewater waar warmte uit onttrokken is, in dezelfde formatie geïnjecteerd wordt en er geen netto volumeverandering is. Hiermee is de te verwachten bodemdaling ook minimaal zoals berekend door zowel TNO-AGE als TWL.

SodM is van mening dat TWL de bodemdaling/stijging adequaat ingeschat mits er uit de interferentie- of pulse-test blijkt dat de putten onderling verbonden zijn. SodM adviseert daarom dat TWL een dergelijke of gelijkwaardige test uitvoert. Op basis van de verwachte bodemdaling van minder dan 1 mm na 3 jaar en minder dan 6 mm na 30 jaar, zoals berekend door TNO-AGE zijn er geen verdere maatregelen vereist.

2. Nadelige gevolgen voor milieu

Bij het beoordelen van nadelige gevolgen voor het milieu wordt er gekeken naar de reservoir- en putintegriteit en het gebruik van hulpstoffen. Advisering over andere nadelige gevolgen voor het milieu vindt plaats bij andere vergunningen dan dit winningsplan.

a. Putintegriteit

TWL heeft volgens Artikel 33 van de Mijnbouwwet de zorgplicht om nadelige gevolgen voor mens en milieu te voorkomen. Een goede borging van de integriteit van putten behoort ook tot invulling van deze zorgplicht. Onderdeel van de borging van de integriteit van de putten is de aanwezigheid en implementatie van een degelijk Well Integrity Management System (WIMS). In dit WIMS wordt beschreven hoe de putintegriteit bewaakt wordt en wat het plan van aanpak is als problemen worden geconstateerd. De integriteit van de bovengrondse installatie wordt gewaarborgd door een Asset Integrity Management Plan (AIMP). Gebreken aan de put of de installatie moeten worden gemeld aan SodM. SodM ziet toe op het gebruik van het WIMS en het AIMP en controleert deze steekproefsgewijs. Het WIMS en AIMP zijn onderdelen van het Veiligheids- en Gezondheidszorgsysteem van TWL. Een Veiligheids- en Gezondheidszorgsysteem is een wettelijke verplichting¹ en omvat het beleid, planning, implementatie en uitvoering, controle en directiebeoordelingen (van de uitvoering) van de werkzaamheden aan en rond het geothermiesysteem, voor alle fases van het project.

Branchevereniging DAGO en EBN ontwikkelen momenteel een richtlijn voor het ontwerp van geothermie putten. In deze richtlijn zullen er eisen worden gesteld aan het putontwerp met als doel de integriteit te verbeteren. Nabij kwetsbare gebieden zullen de eisen strenger zijn. Totdat deze richtlijn beschikbaar is, zal SodM het putontwerp toetsen volgens het toezichtsignaal² dat SodM op 25 maart 2020 aan uw Ministerie heeft gestuurd. Het resultaat van deze toetsing wordt in de volgende alinea's gegeven.

¹ artikel 2.42e van het Arbeidsomstandighedenbesluit

² Brief SodM met kenmerk 20064390 d.d. 25 maart 2020

Toetsing aanwezigheid kwetsbare gebieden

De mijnbouwlocatie van TWL bevindt zich niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. De geothermieputten doorboren geen drinkwater aquifers binnen een grondwaterbeschermingszone, waterwingebied of strategische reserve. Solleveld & Kapittelduinen is het dicht bijliggende Natura 2000 gebied op ca. 4 km afstand.

Toetsing putontwerp

TWL zal gebruik maken van een nieuw putontwerp. De productieput wordt voorzien van een binnenbuis tot het geothermische reservoir. Deze buis heeft interne glasvezel-epoxy (Glassfiber Reinforced Epoxy, GRE) buis ter voorkoming van corrosie. Met deze buis ontstaat een monitorbare annulus: de ruimte tussen de twee verbuizingen. Ook de injectieput wordt voorzien van een GRE binnenbuis zodat ook hier een monitorbare binnenruimte ontstaat. SodM vindt het nieuwe putontwerp adequaat en passend binnen het reeds genoemde toezichtsignaal.

Well integrity management systeem

Vanwege de GRE binnenbuis is volgens TWL er geen noodzaak om corrosieremmers te gebruiken. Wel kan de binnenbuis beschadigd raken. Daarom blijft het essentieel dat er een op maat WIMS opgesteld wordt met daarin beschreven een monitoringsprotocol (continu annulaire drukmeting, frequente wanddiktemetingen of een combinatie ervan) en de uitgangspunten voor testen en repareren. TWL heeft een WIMS welke reeds wordt toegepast op putten NLW-GT-01&02. Voor de nieuwe putten zal de bestaande WIMS worden uitgebreid.

SodM adviseert u om bij een eventuele instemming op te nemen dat de integriteit van de putten wordt bewaakt door een degelijk WIMS volgens ISO 16530-1. In dit systeem worden ten minste de volgende additionele maatregelen opgenomen:

- inspectie van de buiswanddikte voor alle putten
- coupon monitoring
- toetsing waterkwaliteit:
 - analyse watermonsters op samenstelling;
 - pH;
 - het ijzergehalte in het productiewater;
- reactieplan.

De frequentie van wanddiktemetingen dient afgestemd te worden op de bevindingen bij de metingen samen met corrosiebevindingen van de andere putten. Gezien er weinig ervaring is met GRE in soortgelijke aardwarmte putten en het onbekend is of er erosie of beschadigingen kunnen optreden bij de centralisatie van de elektrische pomp in de put (ESP) is het advies voor de productieput na een jaar minstens rond de diepte van de ESP metingen te verrichten. Aan de hand van de resultaten kan dan een inspectieplan opgesteld worden.

Monitoringsvoorwaarden en rapportage

Ik herhaal ter ondersteuning van de monitoring van de putintegriteit en met betrekking tot de couponmonitoring en de waterkwaliteit de verplichtingen uit de omgevingsvergunning met kenmerk omgevingsvergunning DGETM-EO / 18019954. De meet- en registratieverplichtingen betreffende de couponmonitoring

en de waterkwaliteit dient jaarlijks geëvalueerd te worden en in een overzicht (jaarrapportage) samengevat. De jaarrapportage bevat tevens een opsomming van de niet routine activiteiten in dat jaar in het kader van de injectie; in deze opsomming komt in ieder geval een overzicht voor van:

- overzicht reparatie en onderhoudswerkzaamheden;
- afwijkingen in de injectiedruk;
- afwijkingen in de annulaire druk;
- mechanische problemen;
- eventuele incidenten of lekkages in het injectiesysteem.

Complementair aan de bovenstaande onderwerpen van de vereiste jaarrapportage verwacht SodM van de uitvoerder dat zij de uitkomsten van de uitgevoerde maatregelen volgend uit het putintegriteit zorgsysteem (WIMS) verwerkt in de jaarlijkse rapportage aan SodM. Met betrekking tot de corrosie- /erosiemonitoring van de verbuizingen betreft dit onder andere:

- de laatst gemeten minimale wanddikte (percentage) en de diepte;
- tijdstip van de meting;
- afgeleide corrosie/erosiesnelheid in percentage wanddikte per jaar;
- verwacht moment van volledige penetratie;
- geplande maatregelen om volledige penetratie te voorkomen.

Dit overzicht wordt binnen drie maanden na afloop van elk kalenderjaar ingediend bij de Inspecteur-generaal der Mijnen.

SodM adviseert bij een eventueel instemmingsbesluit een voorwaarde op te nemen, waarmee TWL ervoor dient te zorgen dat er gewonnen wordt met een gedegen WIMS dat voldoet aan de ISO 16530-1 norm. Tevens adviseert SodM om de jaarreportage (volgend uit de omgevingsvergunning) aan te vullen met eventuele genomen maatregelen volgend uit het WIMS.

b. Reservoirintegriteit

Bij het beoordelen van reservoirintegriteit wordt er onder andere gekeken naar de maximale injectiedruk die veilig kan worden toegepast. Tevens wordt de injectietemperatuur getoetst: door afkoeling kan er een spanningstoestand ontstaan waardoor er scheuren in de afsluitende laag kunnen vormen. Daarnaast kan een breuk zich in de nabijheid van het aardwarmte systeem bevindt instabiel raken zodra het koud-water front de breuk bereikt heeft. In beide gevallen schaal de spanning lineair met de temperatuurafname: een groter verschil (lagere injectietemperatuur t.o.v. de initiële reservoir temperatuur) leidt tot grotere spanningsafname. TWL vermeldt dat het injectiewater een temperatuur van minimaal 35 °C zal hebben, wat een maximaal temperatuurverschil van 51 °C met de initiële temperatuur is.

De effecten van druk en temperatuur moeten binnen een veilige marge blijven zodat de integriteit van het reservoir en de stabiliteit van bestaande breuken gewaarborgd blijft. Het injectieprotocol (SodM-TNO, 23 november 2013) is als conservatieve leidraad toepasbaar tot een temperatuurverschil van maximaal 40 °C. Voor een groter temperatuurverschil is het protocol niet toereikend is een correctie nodig indien er geen onderbouwing wordt aangeleverd of deze

ontoereikend is. De onderbouwing kan bestaan uit een meer geavanceerde rekenmethode waarin rekening wordt gehouden met de locatie specifieke situatie, bijvoorbeeld een 3D reservoirmodel. Omdat deze effecten van druk en temperatuur naast reservoirintegriteit ook een rol spelen bij breukstabiliteit, adviseert SodM om in de SHRA ook de reservoirintegriteit aan bod te laten komen, zoals eerder in deze brief geadviseerd is.

TWL heeft de maximale injectiedruk onderbouwd in het winningsplan conform het injectieprotocol en bepaald op 62,4 bar op putmond niveau (tubing head pressure). SodM kan zich grotendeels vinden in deze bepaling, echter kan het injectieprotocol gebruikt worden tot een afkoeling van maximaal 40 °C. Voor een temperatuursverschil van 51 °C ontbreekt de onderbouwing in het winningsplan. Om het systeem toch veilig op te kunnen starten adviseert SodM om de injectiedruk te limiteren als functie van het debiet en temperatuur via de tabel in bijlage 1 van dit advies. Qua temperatuur wordt het injectieprotocol gehanteerd, tot aan een temperatuurverschil van 40 °C. Bij grotere temperatuurverschillen wordt een vermindering van 1 bar per graad meer dan het temperatuurverschil van 40 °C gehanteerd. Een nadere onderbouwing van het afkoelingseffect is opgenomen in bijlage 2.

Op basis van deze informatie adviseert SodM dat de maximale injectiedruk van 62,4 bar op putmond niveau te limiteren volgens de tabel in bijlage 1 van dit advies, waarbij de injectietemperatuur niet lager is dan 35 °C.

Als TWL een hogere injectiedruk wenst dan aangegeven in de tabel van bijlage 1 dan dient er een verbeterde onderbouwing geleverd te worden, waarin het effect van afkoeling op de spanningstoestand in het reservoir is meegenomen (thermo-elastisch effect). Het uitgangspunt is dat geen scheurvorming in de afsluitende laag zal optreden alsmede dat er geen schade veroorzakende seismiciteit optreedt door breukbeweging, of dat deze gemitigeerd kan worden. Deze onderbouwing dient goedgekeurd te worden door de inspecteur-generaal der Mijnen.

c. Gebruik van hulpstoffen

Daar waar materialen zijn toegepast die kunnen corroderen in contact met de geproduceerde of geïnjecteerde vloeistoffen is het mogelijk een 'corrosion inhibitor' toe te passen. Bij nieuwe putten kan een gedegen ontwerp ervoor zorgen dat corrosie werende hulpstoffen niet nodig zijn. TWL is niet van plan corrosie remmers te gebruiken omdat de GRE binnenbuis van de verbuizing in combinatie met edelere staal soorten zoals 13% Cr staal, corrosie bestendig zijn.

Op basis van deze beoordeling vindt SodM het aannemelijk dat het risico op nadelige gevolgen voor het milieu beperkt is en ziet daarom geen aanleiding om aanvullende voorwaarden op dit punt te adviseren.

Overige bevindingen

Naast het primaire doel van aardwarmte winning, wordt er ook een hoeveelheid gas en olie gewonnen als bijvangst. Bij het oppompen van het formatiewater komen opgeloste koolwaterstoffen vrij, waardoor er ongeveer 1,1 nm³ gas vrijkomt met elke m³ opgepompt water. Dit vrijgekomen gas wordt op de locatie verstoekt in een gasketel. De verwachting is dat er ongeveer 0,1 nm³ olie meer geproduceerd zal worden, al zijn deze hoeveelheden nog uiterst onzeker. Na het boren van de putten en tijdens de productie test zal er meer duidelijkheid zijn over de verwachte hoeveelheden bijvangst. De geraamde hoeveelheden bijvangst vallen binnen de bandbreedte van de afspraken die hierover gemaakt zijn tussen het Ministerie en de sector³.

Conclusie

SodM is van mening dat TWL het risico op seismiciteit met behulp van de kwalitatieve inventarisatie adequaat heeft ingeschat, in de lage categorie. SodM adviseert wel dat TWL een seismiciteit respons protocol opstelt, waarin duidelijk wordt hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval er een beving gemeten wordt. Ook is de mate van uitkoeling in de toekomst een onderwerp van aandacht voor de stabiliteit van breuken. Dit risico is in de huidige SRA leidraad niet meegenomen. Binnen de looptijd van dit winningsplan van 3 jaar verwacht SodM nog geen impact van de uitkoeling. Daarom raadt SodM aan om de uitgevoerde SHRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuureffecten.

TWL heeft de bodemdaling adequaat ingeschat, de verwachte bodemdaling bedraagt niet meer dan 1 mm voor de looptijd van dit winningsplan (3 jaar). De verwachte gevolgen voor de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken als gevolg van bodemdaling zijn beperkt. Wel moet TWL aantonen dat er hydraulische communicatie is tussen de putten middels een interferentie- of pulsetest.

Om de veiligheid te borgen adviseert SodM dat TWL een Well Integrity Management System volgens de ISO norm 16530-1 heeft voor de putten in het winningsplan. Om het risico op lekkage te minimaliseren adviseert SodM om wanddiktemetingen in de productieput na een jaar rond de diepte van de ESP te verrichten. Aan de hand van de resultaten kan dan een inspectieplan opgesteld worden. SodM adviseert om op dit punt een voorwaarde in een eventueel instemmingsbesluit op te nemen.

Met betrekking tot de maximale injectiedruk concludeert SodM dat de reservoirintegriteit voldoende kan worden geborgd, maar dat de huidige onderbouwing van TWL niet voldoende is. Het injectieprotocol is geldig voor een maximale uitkoeling van 40 °C. SodM adviseert daarom een minimale injectietemperatuur van 35 °C en maximale injectiedruk als functie van de temperatuur als voorschrift op te nemen in het instemmingsbesluit op het

³ https://geothermie.nl/images/bestanden/notitie_bijvangst_def_EZ_19_10-2015.pdf

winningsplan. Uitgangspunt van de voorgestelde limieten en de nadere onderbouwing is dat de reservoirintegriteit, met name van de afsluitende laag, geborgd blijft.

TWL gebruikt geen mijnbouwhulpstoffen in de vorm van corrosieremmer, omdat er gebruikt gemaakt wordt van een nieuw putontwerp dat corrosiebestendiger is. SodM is op dit punt van mening dat het risico op nadelige gevolgen voor het milieu als gevolg van het gebruik hiervan beperkt is.

Met betrekking tot bodemtrilling adviseer ik dat:

1. TWL een seismiciteit respons protocol opstelt, waarin duidelijk wordt hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval er een beving gemeten wordt.
2. TWL het risico van lange termijn uitkoeling op de stabiliteit van breuken onderzoekt en de uitgevoerde SRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuureffecten.

Met betrekking tot bodemdaling adviseer ik dat:

3. TWL een interferentie- of pulse-test uitvoert waaruit blijkt dat de putten onderling verbonden zijn.

Met betrekking tot putintegriteit adviseer ik dat:

4. TWL voor de winning een adequaat Well Integrity Management System (WIMS) volgens de ISO norm 16530-1 geïmplementeerd dient te hebben voor de putten in het winningsplan. Om het risico op lekkage te minimaliseren adviseert SodM om wanddiktemetingen in de productieput na een jaar rond de diepte van de ESP te verrichten. Aan de hand van de resultaten kan dan een inspectieplan opgesteld worden.
5. om de jaarreportage (volgend uit de omgevings-vergunning) aan te vullen met eventuele genomen maatregelen volgend uit het WIMS.

Met betrekking tot de reservoirintegriteit en bodemtrilling adviseer ik dat:

6. de injectiedruk en temperatuur zoals gemeten aan het aardoppervlak (THP en °C) gelimiteerd dient te zijn in navolging van de tabel in bijlage 1.
7. het maximale debiet van het doublet niet hoger mag zijn dan 355 m³/uur zoals is vermeld in het winningsplan en de seismische risico analyse.

SodM gaat ervan uit dat uw adviesvraag hiermee is beantwoord. Vanzelfsprekend is SodM bereid dit advies nader toe te lichten.

Hoogachtend,

T.F. Kockelkoren MBA
Inspecteur-generaal der Mijnen

Bijlage 1 - Maximale injectiedruk

Maximale injectiedruk (Tubing Head Pressure - THP, gemeten in bar) als functie van injectietemperatuur (graden Celcius, °C). Het dynamisch drukverlies effect is niet aangevraagd door de operator en daarom niet meegenomen in onderstaande tabel. Als de putten zijn aangelegd en er meer bekend is over de dynamische drukval, kan de operator een aanpassing van de maximale injectiedruk aanvragen, ter goedkeuring van de inspecteur-generaal der Mijnen.

Injectie Temp. [°C]	Max. THP [bar]
86 t/m 46	62,4
45	61,4
44	60,4
43	59,4
42	58,4
41	57,4
40	56,4
39	55,4
38	54,4
37	53,4
36	52,4
35	51,4

Bijlage 2 - Technische onderbouwing afkoelingseffect

Uitgaande van het maximale temperatuurverschil ($\Delta T = 51$ °C, met T_{initieel} injectieput = 86 °C, injectietemperatuur = 35 °C) en gemiddelde parameters voor zandsteen kan er een spanningsvermindering optreden ter grote van enkele tientallen bar. Het verschil kan worden uitgerekend met:

$$\Delta\sigma_T = E \cdot \alpha \cdot \Delta T / (1 - \nu). \quad (1)$$

Hierin zijn de parameters: $\Delta\sigma_T$ de verandering van de spanning (op hoofdasen), in Pa; E de Young's modulus in Pa; α de thermische lineaire vervorming coëfficiënt, in K^{-1} ; ΔT het temperatuurverschil tussen de initiële reservoirtemperatuur en de injectietemperatuur, in K of °C; en ν de Poisson's ratio.

Ter illustratie volgt hier een berekening op basis van de parameters uit figuur 13 van het winningsplan (Young's Modulus, $E = 10$ GPa; Poisson's ratio $\nu = 0,25$; thermische expansie coëfficiënt, $\alpha = 1 \times 10^{-5} K^{-1}$). Bij een temperatuurverschil van $\Delta T = 51$ K neemt de reservoirspanning met 68 bar af in alle richtingen. Dit komt neer op een spanningsafname van 1,33 bar per graad afkoeling (met:

$$\Delta\sigma_T / \Delta T = E \cdot \alpha / (1 - \nu) \quad (2)$$

en $\Delta\sigma_T / \Delta T$ in [bar/°C]). Dit is meer dan de 1 bar/graad correctie op het injectieprotocol die in de tabel in bijlage 2 verrekend is. Dit is naar verwachting voldoende omdat in de conservatieve spanningsgradiënt van het protocol al impliciet een temperatureffect verwerkt is (i.e., tot een $\Delta T = 40$ °C).