

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. [REDACTED]

Postbus 20401

2500 EK DEN HAAG

per e-mail: [REDACTED]@minezk.nl, [REDACTED]@minezk.nl,

[REDACTED]@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

[REDACTED]
[REDACTED]

Datum 2 juli 2020

Betreft Advies winningsplan Luttelgeest II ACL

Ons kenmerk

ADV-465 / 20038916

Uw kenmerk

DGKE-WO / V-72 IV-119

Bijlage(n)

2

Excellentie,

U heeft Staatstoezicht op de Mijnen (hierna: SodM) op 29 januari 2020 om advies gevraagd betreffende instemming met het winningsplan Luttelgeest II. Het plan is ingediend door Aardwarmte Combinatie Luttelgeest (hierna: ACL). Dit advies is gebaseerd op het winningsplan ingediend op 14 december 2019 plus aanvullingen ontvangen op 2 maart 2020, alsmede het advies van TNO-AGE, met kenmerk AGE 20-10.057.

SodM concludeert dat ACL de risico's op *bodemtrilling en de borging van de reservoir integriteit* door aardwarmte-winning goed heeft beschreven, mits een minimale injectietemperatuur, maximale injectiedruk en maximaal debiet vastgelegd worden in het instemmingsbesluit op het winningsplan. Ook merkt SodM op dat de SRA is gebaseerd op het feit dat de injectieputten LT-GT-05 en LT-GT-06 *niet* in de buurt van breuken worden geboord. Mocht dit anders zijn, dan dient ACL de SRA te actualiseren voor aanvang van de injectie. Verder stelt SodM ook een aantal andere voorwaarden voor.

SodM concludeert dat ACL de *bodemdaling* door aardwarmtewinning goed heeft beschreven. De gevolgen voor de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken door bodemdaling zijn beperkt. Wel stelt SodM een voorwaarde voor.

SodM concludeert dat de *putintegriteit* voldoende wordt geborgd, mits ACL een degelijk Well Integrity Management System (WIMS) geïmplementeerd heeft. Hiervoor stelt SodM een aantal voorwaarden voor.

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: "Winningsplan Aardwarmte, Aardwarmte Combinatie Luttelgeest" (d.d. december 2019); Bijlage 1 "20180625 geologisch onderzoek ACL" (IF technologie d.d. 14 mei 2019), bijlage 2 van het winningsplan "Quickscan for Potential of Inducing Seismicity Bernhard Rozen Luttelgeest" (IF Technology, d.d. 14 februari 2020) en het document "Notitie winningsplan ACL, vragen SodM 12-02-2020". SodM onderbouwt haar advies met behulp van het advies van TNO-AGE (AGE 20-10.057) waarin de berekeningen en prognoses geverifieerd zijn.

Toelichting op advies

Beschrijving van het veld en de winning

Het winningsplan betreft aardwarmte winning in de buurt van Luttelgeest, gemeente Noordoostpolder, Provincie Flevoland. ACL is gestart met de aanleg van een geothermie systeem. Het geothermie systeem zal warmte leveren aan onder andere Bernhard Plantenkwekerij B.V. en Tas Paprika C.v. Het geothermie systeem van ACL zal in totaal bestaan uit twee productie- en drie injectieputten. In 2020 zal eerst een geothermisch doublet worden gerealiseerd. De eerste boring is reeds afgerond en ACL gaat nu verder met de boring van de volgende injectieputten. In dit winningsplan wordt uitgegaan van één geothermisch triplet met een productieput en twee injectieputten, aangezien er voor de overige putten geen informatie is aangeleverd.

Aardwarmte zal worden gewonnen op een diepte tussen 1900 m en 2200 m door middel van een triplet, bestaande uit één producerende put LTG-GT-04 en twee injector-putten LTG-GT-05 en LTG-GT-06. Het formatiewater heeft een productie temperatuur van 79 °C en bevindt zich in de Slochteren formatie binnen de Upper Rotliegend groep. Het water wordt teruggebracht in hetzelfde reservoir bij een verwachte temperatuur van 15 °C (winter) door het toepassen van warmtepompen. Het maximale debiet is 351 m³/uur. Bij het oppompen van het formatiewater komen opgeloste koolwaterstoffen vrij, waardoor er ongeveer 0.4 Nm³ gas vrijkomt met elke m³ opgepompt water. Dit vrijgekomen gas wordt op de locatie verstoekt.

Het (pre-drill) winningsplan beschrijft een beoogde duur van de winning voor maximaal 2 jaar vanaf de instemming. Voor het voortzetten van de winning kan er een vervolgplan worden aangevraagd.

1. Veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructuurle 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 ACL 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 ACL op een score van 0,30 (27/90) uit, waarmee het in de categorie "laag potentieel" terecht komt. TNO-AGE heeft deze analyse geëvalueerd en eigenstandig uitgevoerd conform de SHRA-leidraad. Zij komt uit op een genormaliseerde score van 0,33; deze is hoger dan de uitkomst van de vergunninghouder. Het verschil zit in een hogere score van TNO-AGE voor de categorieën "drukcommunicatie tussen productie- en injectieput" en "afstand tot breuken" en een lagere score voor de categorie "breukoriëntatie in huidig spanningsveld" (zie advies van TNO-AGE voor meer details). SodM is het eens met de invulling van de scoringstabel door TNO-AGE.

Wel maakt SodM een kanttekening bij het beoordelen van de SRA. In de gebruikte SRA methodologie wordt er gebruikgemaakt van een stroomdiagram waar de eerste vraag gaat over het injecteren binnen 100m van een breukzone. Dit is lastig te beantwoorden bij een pre-drill winningsplan. Op het moment van opstellen van dit advies worden de laatste twee injectorputten van ACL geboord. Bij het beoordelen van het werkprogramma van de put LT-GT-05, is geconstateerd dat er breuken aanwezig zijn in de buurt van deze put. Door de beperking van de 2D seismiek in combinatie met de kwaliteit van deze seismiek is nu nog niet vastgesteld of het geplande boorpad binnen 100m van deze breuken zit of niet.

Het boren en injecteren nabij breuken kan zorgen voor risico's wat betreft seismiciteit. Deze risico's zijn niet meegenomen in de SRA uitgevoerd door ACL; SodM heeft daarom recentelijk aan ACL gevraagd om deze risico's te onderzoeken als onderdeel van het werkplan voor de boring. Mocht het blijken dat de SRA op basis van die onderzoek geactualiseerd dient te worden, waarbij er een Level 2 analyse noodzakelijk kan zijn, dan adviseert SodM om deze uit te voeren en te laten goedkeuren voor aanvang van de injectie in deze en/of de volgende put (LT-GT-06).

Naast bovengenoemde voorwaarde, adviseer ik verder nog een aantal voorwaarden die nu besproken zullen worden.

Beperking injectiedruk en temperatuur

Het onderwerp reservoir integriteit wordt doorgaans besproken in sectie 2b verder in dit advies. Gezien de link met het onderwerp seismiciteit, wordt dit nu hier behandeld.

a. Integriteit afsluitende laag wat betreft druk en temperatuur

ACL geeft in het winningsplan aan dat er warmtepompen zijn geïnstalleerd met het doel om het injectiewater met een temperatuur van 15 °C en een maximale putmondruk van 62 bar (42 bar op reservoir niveau) in de ondergrond terug te voeren. De injectiedruk is bepaald met het injectieprotocol (SodM-TNO, 23 november 2013).

Dit protocol is als conservatieve leidraad toepasbaar tot een temperatuurverschil van maximaal 40 °C. Voor een groter temperatuurverschil is het protocol niet toereikend. Voor ACL betekent dit dat de minimum temperatuur die volgens het protocol veilig geïnjecteerd kan worden 39 °C is en niet 15 °C.

Als ACL instemming met een uitkoelingstemperatuur van 15 °C wil verkrijgen dan moet zij een onderbouwing van de effecten aanleveren die binnen een veilige marge blijft zodat de integriteit van het reservoir en de stabiliteit van bestaande breuken gewaarborgd is. Het uitgangspunt is dat geen scheurvorming in de afsluitende laag van het geothermische reservoir zal optreden en geen schade veroorzakende seismiciteit optreedt. De onderbouwing kan bestaan uit een geavanceerde rekenmethode waarin rekening wordt gehouden met de locatie specifieke situatie, bijvoorbeeld een 3D reservoirmodel.

TNO-AGE benadrukt daarom in haar analyse dat de SHRA geldt voor productie bij een maximale injectiedruk van circa 42 bar (op reservoir niveau) en een injectietemperatuur van minimaal 39 °C. SodM sluit zich hierbij aan.

Als handreiking voor de tijd totdat ACL een goedgekeurde onderbouwing heeft ingediend, kan de injectiedruk gelimiteerd worden als functie van de temperatuur. Hiermee kan ACL haar doublet en bovengronds systeem testen. Voor de temperatuur wordt het injectieprotocol gehanteerd, tot aan een temperatuurverschil van 40 °C. Voor meer uitkoeling wordt een vermindering van de injectiedruk met 1 bar per graad gehanteerd. Deze correctie wordt gegeven in een tabel in bijlage 1. Een nadere onderbouwing van het uitkoelingseffect is opgenomen in bijlage 2.

b. Lange termijn uitkoelingseffecten

TNO-AGE en SodM merken op dat de aangeleverde breukinterpretatie is gedaan op basis van 2D seismiek, waarbij de afstand tussen de put tot de dichtstbijzijnde geïnterpreteerde breuk meer dan 1 km is. Door het ontbreken van 3D seismiek is de spatiëring van de seismische lijnen meer dan een km en de kwaliteit van de seismische lijnen matig. Hierdoor is er onzekerheid over welke mate van afkoeling een verlagend effect heeft op de spanning in de ondergrond en daarmee ook de spanningstoestand van breuken; deze kunnen instabiel worden. Dit hoeft in strikte zin niet te leiden tot seismiciteit, maar er dient wel rekening mee te worden gehouden dat er een kans is. Aangezien het thermische front naar waarschijnlijkheid pas over enige tijd bij de breuken zal arriveren is er geen imminent risico. Het ministerie van EZK is op het moment van schrijven bezig met het actualiseren van de SRA (seismische risico analyse), waarin dergelijke thermische effecten worden meegenomen. SodM raadt daarom aan ten tijde van het uitkomen van de herziene SRA leidraad het winningsplan aan te vullen met een vernieuwde versie van de SRA. Bovendien raadt SodM aan om als er alsnog seismiciteit optreedt in het gebied (gemeten door het KNMI), de winning tijdelijk

op te schorten ten behoeve van nader onderzoek naar de oorzaak van de beving en verwachte risico's bij verdere winning. Het KNMI hanteert een minimale detectielimiet van 2,0 op de schaal van Richter. Deze limiet is voldoende nauwkeurig voor een geothermisch project in de lage seismiciteit categorie.

Monitoringseisen

Aangezien de genormaliseerde score van 0,33 gelijk is aan de grenswaarde is het potentieel voor het induceren van seismiciteit laag. Eventuele seismiciteit kan gemonitord worden via het landelijke KNMI seismiciteit meetnetwerk. Dit netwerk kan bevingen vanaf magnitude 2,0 detecteren en lokaliseren. 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 seismiciteit.

Het risico op bodemtrilling valt in de categorie: laag potentieel. Dit is het geval als de toelaatbare injectiedruk op maaiveldniveau (THP) maximaal 62 bar is en de injectietemperatuur minimaal 39 °C.

Mocht blijken dat de putten LTG-GT-05 en LTG-GT-06 in de buurt van breuken geboord zijn, dan dient ACL voor aanvang van de injectie in deze putten, de SRA te actualiseren. Deze actualisatie dient er goedkeuring van de inspecteur-generaal der Mijnen te worden voorgelegd.

Als ACL een lagere injectietemperatuur wenst dan kan zij uit de voeten met de tabel in bijlage 1. Hierin wordt de injectiedruk gecorrigeerd voor de extra uitkoeling. Mocht ACL een verbeterde onderbouwing aanleveren, waarin het effect van afkoeling op de spanningstoestand in het reservoir is meegenomen (thermo-elastisch effect) dan kunnen de limieten worden herzien. Deze onderbouwing dient goedgekeurd te worden door de inspecteur-generaal der Mijnen. SodM adviseert u de genoemde limieten en de tabel in bijlage 1 op te nemen in het instemmingsbesluit.

Op dit moment zijn geen temperatuur-effecten meegenomen in de analyse van ACL die het risico mogelijk wel kunnen verhogen. SodM raadt daarom aan de uitgevoerde SRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuur-effecten. Hiermee kan een adequate onderbouwing worden geleverd van de maximale injectiedruk bij de in het winningsplan voorgenomen minimale injectietemperatuur van 15 °C. Deze onderbouwing dient goedgekeurd te worden door de inspecteur-generaal der Mijnen.

SodM adviseert om ACL 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. Dit protocol dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen.

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 de bodemdalingsprognose gemodelleerd en concludeert dat de modelmatig berekende maximale bodemdaling ten gevolge van de winning van aardwarmte na 3 jaar productie 2 mm is. Na 35 jaar productie is de verwachte maximale bodemdaling ca. 10 mm. Hierbij is het naastgelegen Hoogweg systeem ook meegenomen in de modellering. SodM sluit zich hierbij aan.

De dichtstbijzijnde natuur/ beschermingsgebieden liggen op een afstand van ca. 5 km. De modelmatige absolute bodemdaling door aardwarmtewinning is hier nagenoeg nihil.

ACL heeft nog niet alle putten geboord. Er is daarom nog geen bewijs dat er communicatie is tussen de drie putten. SodM adviseert om middels een interferentie test tussen de putten de communicatie te laten testen. Indien er sprake is van communicatie dan is het triplet een gesloten systeem. Dit betekent dat het formatiewater, waar warmte uit onttrokken is, in dezelfde formatie geïnjecteerd wordt en er geen netto volumeverandering is.

SodM is van mening dat ACL de bodemdaling/stijging adequaat heeft ingeschat mits er uit de interferentietest blijkt dat de putten onderling verbonden zijn. SodM adviseert daarom dat ACL een interferentietest uitvoert als onderdeel van de aanleg van de putten. Op basis van de verwachte bodemdaling van minder dan 3 mm na 3 jaar en minder dan 10 mm na 35 jaar 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

ACL 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 ACL. Een Veiligheids- en Gezondheidszorgsysteem is een wettelijke verplichting^[1] en omvat het beleid, de 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 toezichtsignaal^[2] dat SodM op 25 maart 2020 aan uw ministerie heeft gestuurd. Het resultaat van deze toetsing wordt in de volgende alinea's gegeven.

Toetsing aanwezigheid kwetsbare gebieden

De mijnbouwlocatie van ACL bevindt zich niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. De geothermieputten doorboren geen drinkwater aquifers binnen een grondwaterbeschermingszone, waterwingebied of strategische reserve. Het dichtstbijzijnde Natura 2000 gebied (de Weerribben) ligt ca. 5 km van de oppervlakte locatie van de putten.

Toetsing putontwerp

ACL zal gebruik maken van een nieuw putontwerp. De productieput wordt voorzien van een binnenbuis (L80 staal) tot het geothermische reservoir. De twee injectieputten worden voorzien van een mogelijkheid om in de toekomst een tie-back liner te installeren zodat er een monitorbare binnenruimte ontstaat. Om corrosie in het gehele systeem te voorkomen zal er in de producer, boven het reservoir, inhibitor worden geïnjecteerd.

Well integrity management systeem

Door middel van de binnenbuis wordt de buitenverbuizing van de put beschermd tegen corrosie door het formatiewater (dubbele verbuizing). Wel kan de binnenbuis corroderen of beschadigd raken, waarna alsnog de buiten verbuizing zou kunnen gaan corroderen. Door de druk tussen de buizen continu te meten (annulaire drukmeting) kan het door-corroderen van de binnenbuis onmiddellijk opgemerkt worden. Echter ACL beschrijft in het werkprogramma voor de put dat de annulaire ruimte opgehouden zal worden om implosie van de binnenbuis tijdens productie te voorkomen. Hiermee vervalt de optie van continue metingen. Door het gebruik van een corrosieremmer zal ACL de corrosie in het hele systeem beheersen. Het blijft essentieel dat er een WIMS op maat opgesteld wordt met daarin beschreven het monitoringsprotocol (frequente wanddiktemetingen of een combinatie ervan) en de uitgangspunten voor testen en repareren.

^[1] artikel 2.42e van het Arbeidsomstandighedenbesluit

^[2] Brief SodM met kenmerk 20064390 d.d. 25 maart 2020

SodM adviseert u om bij een eventuele instemming op te nemen dat de integriteit van de putten dient te worden 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 het falen van de binnenbuis niet onmiddellijk geconstateerd kan worden door monitoren van de tussenruimte en 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 corrosie- en wanddiktemetingen te verrichten. Voor de injectieput(ten) is het advies om, na de nulmeting, de corrosie- en wanddiktemetingen binnen de eerste drie jaar uit te voeren. Aan de hand van de resultaten kan dan de volgende inspectiedatum opgesteld worden voor iedere put.

Monitoringsvoorwaarden en rapportage

De meet- en registratieverplichtingen betreffende de couponmonitoring en de waterkwaliteit dienen jaarlijks geëvalueerd te worden en in een overzicht (jaarrapportage) te worden 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 ACL ervoor dient te zorgen dat er gewonnen wordt met een gedegen WIMS dat voldoet aan de ISO 16530-1 norm.

In dit WIMS worden ten minste de volgende additionele maatregelen opgenomen:

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

Voor de productieput dient ACL na een jaar corrosie- en wanddiktemetingen te verrichten. Voor de injectieput(ten) is het advies om, na de nulmeting, de corrosie- en wanddiktemetingen binnen de eerste drie jaar uit te voeren. Aan de hand van de resultaten kan dan de volgende inspectiedatum opgesteld worden voor iedere put.

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 (met andere woorden, een combinatie van verticale en horizontale spanning) ontstaan waardoor er scheuren in het intacte gesteente kunnen vormen en eventueel krimpscheuren kunnen ontstaan. Als er breuken in de nabijheid van het aardwarmte systeem zijn kan de breuk instabiel raken zodra het koud-water front de breuk bereikt heeft.

Aangezien er interactie en overlap is tussen dit onderwerp en de seismisch risico analyse uit paragraaf 1a, is het advies voor reservoir integriteit reeds gegeven in paragraaf 1a.

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 het gebruik van anti-corrosie middelen treden additionele risico's op, zoals H₂S vorming in het reservoir, en schade aan het milieu als er een lekkage optreedt. Ook het transport en opslag van deze stoffen levert additionele risico's op. Het is daarom raadzaam om het gebruik van anti-corrosie middelen zo veel als mogelijk te beperken. Bovendien dienen deze middelen te voldoen aan alle vigerende stoffenregelgeving zoals REACH en biociden-regelgeving.

ACL schrijft in haar winningsplan dat de put LTG-GT-04 zal worden voorzien van een inhibitorstring om vanaf de start productie inhibitor te doseren. De

inhibitorstring zal ter hoogte van de screens (1800m AH) inhibitor injecteren. Naar verwachting zal gebruik worden gemaakt van de inhibitor CRW83133 of CK990. Deze inhibitoren worden reeds toegepast in de sector.

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

Conclusie

SodM is van mening dat ACL het risico op seismiteit met behulp van de kwalitatieve inventarisatie adequaat heeft ingeschat, in de lage categorie. Als echter blijkt dat de injectieputten nabij breuken worden geboord, dan dient ACL de SRA te actualiseren.

De reservoirintegriteit is voldoende geborgd, maar de huidige onderbouwing van ACL is niet voldoende. Het injectieprotocol is geldig voor een maximale uitkoeling van 40 °C. SodM adviseert daarom de injectiedruk in relatie tot de injectietemperatuur als voorschrift op te nemen in het instemmingsbesluit op het winningsplan (bijlage 1, tabel 1). Uitgangspunt van de voorgestelde limieten en de nadere onderbouwing is dat de reservoirintegriteit, met name van de afsluitende laag, geborgd blijft.

SodM adviseert dat ACL een seismiteit 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. Daarom raadt SodM aan om de uitgevoerde SHRA te actualiseren, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuur-effecten.

ACL heeft de bodemdaling adequaat ingeschat, de verwachte bodemdaling bedraagt niet meer dan 3 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 ACL aantonen dat er hydraulische communicatie is tussen de putten middels een interferentietest.

Om de veiligheid te borgen adviseert SodM dat ACL een Well Integrity Management System volgens de ISO norm 16530-1 heeft voor de putten in het winningsplan.

ACL gebruikt mijnbouwhulpstoffen in de vorm van corrosieremmer. 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 het risico op bodembeweging en borging van de reservoirintegriteit adviseer ik:

1. Dat ACL de SRA actualiseert vóór aanvang van de injectie, als blijkt dat de putten LTG-GT-05 en LTG-GT-06 in de buurt van breuken geboord zijn. Deze actualisatie dient er goedkeuring van de inspecteur-generaal der Mijnen te worden voorgelegd.
2. Om een minimale injectietemperatuur en maximale injectiedruk als voorschrift op te nemen in het instemmingsbesluit op het winningsplan zoals gesteld in bijlage 1, tabel 1. Het maximale debiet van het triplet mag niet hoger zijn dan 351 m³/uur zoals is vermeld in het winningsplan en de seismische risico analyse.
3. Dat ACL de uitgevoerde SRA actualiseert, zodra de leidraad is aangepast voor temperatuur-effecten. Hiermee kan een adequate onderbouwing worden geleverd van de maximale injectiedruk bij de in het winningsplan voorgenomen minimale injectietemperatuur van 15 °C. Deze evaluatie met de bijbehorende mitigerende maatregelen dient goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Voor de tussentijdse periode geldt voorwaarde 1.
4. Dat ACL een seismiteit respons protocol moet opzetten. Dit protocol dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen.
5. Dat ACL een interferentietest uitvoert als onderdeel van de aanleg van de putten om de communicatie tussen de putten te bevestigen.

Met betrekking tot putintegriteit adviseer ik:

6. Dat ACL voor de winning een adequaat Well Integrity Management System (WIMS) volgens de ISO norm 16530-1 geïmplementeerd dient te hebben. 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.

7. Om het risico op lekkage te minimaliseren adviseert SodM om corrosie- en wanddiktemetingen in de productieput na een jaar te verrichten. Voor de injectieput(ten) is het advies om, na de nulmeting, de corrosie- en wanddiktemetingen binnen de eerste drie jaar uit te voeren. Aan de hand van de resultaten kan dan de volgende inspectiedatum opgesteld worden voor iedere put.

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

Hoogachtend,



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]
78 t/m 39	62,0
38	61,0
37	60,0
36	59,0
35	58,0
34	57,0
33	56,0
32	55,0
31	54,0
30	53,0
29	52,0
28	51,0
27	50,0
26	49,0
25	48,0
24	47,0
23	46,0
22	45,0
21	44,0
20	43,0
19	42,0
18	41,0
17	40,0
16	39,0
15	38,0

Bijlage 2 - Technische onderbouwing afkoelingseffect

Uitgaande van het maximale temperatuurverschil ($\Delta T = 64$ °C, met T_{initieel} injectieput = 79 °C, injectietemperatuur = 15 °C) en gemiddelde parameters voor zandsteen kan er een spanningsvermindering optreden ter grootte 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 hoofdassen), 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 bijlage 3, pagina 40 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 $\Delta T = 64$ K neemt de reservoirspanning met 85 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 $[bar/^\circ C]$). Dit is meer dan de 1 bar/graad correctie op het injectieprotocol die in de tabel in bijlage 1 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).