



> 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

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

**Ons kenmerk**

19199421 / ADV-300

**Uw kenmerk**

e-mail 25-6-2019, aanvulling 2-12-2019

**Bijlage(n)**

Datum 16 JAN 2020  
Betreft Advies winningsplan Middenmeer I

Excellentie,

U heeft Staatstoezicht op de Mijnen (verder: SodM) op 25 juni 2019 om advies gevraagd betreffende instemming met het winningsplan Middenmeer I. Het plan is ingediend door ECW GeoWarmte I B.V. (verder: ECW). Op 2 december 2019 is er een aanvulling ontvangen met een onderbouwing voor de dynamische drukval. Op 16 december 2019 heeft SodM het definitieve advies van TNO-AGE ontvangen. SodM heeft het winningsplan op vijf onderdelen beoordeeld. De conclusies zijn als volgt.

ECW heeft de risico's op *bodemtrilling* door aardwarmtewinning lager inschat dan SodM. Daarom stelt SodM een aantal voorwaarden voor.

ECW heeft de *bodemdaling* door aardwarmtewinning goed beschreven. De gevolgen voor de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken zijn beperkt.

ECW heeft de *nadelige gevolgen voor het milieu* goed beschreven, de nadelige gevolgen voor het milieu zijn beperkt. SodM concludeert dat de *reservoirintegriteit* voldoende worden geborgd, mits een minimale injectietemperatuur, maximale injectiedruk en maximaal debiet vastgelegd worden in het instemmingsbesluit op het winningsplan. Daarnaast adviseert SodM dat ECW een onderbouwing aanlevert om de (lange termijn) afkoelingseffecten op het reservoir te onderbouwen, en de kwaliteit hiervan te waarborgen middels goedkeuring van de Inspecteur-generaal der Mijnen.

SodM concludeert dat de *putintegriteit* minimaal wordt geborgd. Het is essentieel dat ECW een degelijk en door SodM goedgekeurd Well Integrity Management System (WIMS) geïmplementeerd heeft.

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

## Adviesverzoek aan SodM

Om aardwarmte te kunnen winnen uit een geothermische aquifer 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/bodemstijging: controle bodemdaling/bodemstijging prognoses en indien vereist beoordeling inschatting effecten en beheersmaatregelen.
2. Nadelige gevolgen voor het milieu:
  - a) putintegriteit;
  - b) reservoirintegriteit;
  - c) gebruik van hulpstoffen.

SodM onderbouwt haar advies met behulp van onafhankelijke expertise en vraagt waar nodig advies aan derden, zoals TNO-AGE en de Provincie. Hierbij worden ook de berekeningen en prognoses van ECW geverifieerd. In dit advies op het winningsplan Middenmeer I is gebruik gemaakt van het advies van TNO-AGE aan het Ministerie van EZK (referentie AGE 19-10.072).

## Toelichting op advies

### Beschrijving van het veld en de winning

Dit winningsplan beschrijft de winning van geothermische warmte uit de Slochteren Formatie op een diepte van ongeveer 2200 m. Vanuit dit geothermische reservoir wordt het warme water opgepompt met een pomp in de productieput. Als het water bovengronds komt, wordt de warmte gewonnen via warmtewisselaars. Daarna wordt het afgekoelde water teruggepompt. De aardwarmtewinningsinstallatie van ECW Middenmeer omvat zes geothermieputten in een configuratie van 3 doubletten op 2 mijnbouwlocaties.

Op de locatie Oostlanderweg zijn 5 putten en de winningsinstallatie gesitueerd en op de locatie Tussenweg één put met bijbehorende injectiepomp en toebehoren.

ECW heeft twee winningsplannen opgesteld, namelijk Middenmeer I en Middenmeer II. Het winningsplan Middenmeer I omvat twee doubletten. De productieput MDM-GT-02-S2 vormt samen met de injectieput MDM-GT-05 een doublet en de productieput MDM-GT-06-S2 vormt samen met de injectieput MDM-GT-01 een doublet. Met deze twee productieputten en twee injectieputten wordt heet water omhoog gepompt, uitgekoeld en vervolgens weer in hetzelfde reservoir

geïnjecteerd. Het reservoir is 150 tot 200 m dik en heeft een temperatuur van ongeveer 90°C. In het water dat wordt opgepompt zit opgelost gas (ongeveer 0,3 tot 0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>); dit opgeloste gas wordt ook gebruikt voor de warmteproductie. Het afgekoelde formatiewater gaat met 30°C terug in het reservoir gepompt.

Het winningsplan Middenmeer II beschrijft de winning uit het derde doublet met de putten MDM-GT-03 en MDM-GT-04 en wordt in een apart advies behandeld.

De winning van aardwarmte uit het eerste doublet gevormd door de putten MDM-GT-01 en MDM-GT-02, vindt plaats sinds november 2014. In 2017 is de installatie uitgebreid en zijn er twee putten bij geboord. ECW heeft het oorspronkelijke systeem omgebouwd tot de huidige twee doublet combinaties. MDM-GT-02-S2 en MDM-GT-05 vormen samen een doublet en MDM-GT-06-S2 en MDM-GT-01 vormen het tweede doublet. De productie van de huidige configuratie vindt plaats vanaf januari 2018 en het systeem opereert sindsdien met een maximaal debiet van respectievelijk circa 230 en 260 m<sup>3</sup>/uur.

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

Bij het beoordelen van de veiligheid van omwonenden en schade door bodembeweging wordt er gekeken naar de kansen en de eventuele gevolgen van bodemtrilling en bodemdaling/stijging.

### **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 ECW een seismische risico analyse (SRA) uitgevoerd. 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). In deze SRA zijn een negental factoren meegewogen die invloed kunnen hebben op het risico van seismiciteit door geothermische activiteiten.

ECW heeft de SRA uitgevoerd voor het gezamenlijke systeem van twee doubletten. Zij komt volgens stap 1 uit de leidraad (QuickScan) uit op een genormaliseerde score van 0,31. Hiermee concludeert zij dat de twee geothermie doubletten in de laagste risicocategorie voor seismische dreiging vallen.

TNO-AGE heeft deze score gecontroleerd en komt voor het gecombineerde systeem uit op een genormaliseerde score van 0,41. Voor de SRA categorieën injectiedruk, afstand tot breuken en oriëntatie in het spanningsveld, scoort TNO-AGE 10 punten per categorie in plaats van 7. Een score van 0,41 is niet de laagste risicocategorie, maar de middelste categorie. Als de doubletten individueel worden

gescoord, dan komt doublet 1 uit op een score van 0,33 en doublet 2 op een score van 0,38. Ook hier bevindt het systeem zich in de middelste categorie.

SodM onderschrijft de analyse van TNO-AGE, behalve op het onderdeel injectiedruk. De aanvrager geeft in het winningsplan aan dat zij een maximale injectiedruk aan het maaiveld (Tubing Head Pressure, hierna THP) van 58.2 bar heeft bepaald voor de injectie putten MDM-GT-01 en MDM-GT-05. Deze druk is bepaald met het protocol van SodM (bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2, TNO-AGE en SodM, 2013). Hiermee komt de SRA score voor de categorie injectiedruk op 7 punten (i.p.v. 10 volgens TNO-AGE, omdat de injectiedruk valt in de categorie 4-7 MPa).

Het systeem valt hiermee in de middelste categorie van de SRA en niet in de laagste categorie volgens ECW. Dit betekent dat ECW aanvullende maatregelen moet nemen, zodat de aardwarmte winning veilig kan plaatsvinden.

Daarbij is voor de locatie-specifieke inschatting van het seismisch risico ook de lage retourtemperatuur van het injectiewater ten opzichte van het formatiewater van belang. ECW geeft in de aanvraag toelichting op deze afkoeling van het reservoirgesteente rondom de put en hoe het koud-water temperatuurfront zich na verloop van tijd ontwikkelt. Van belang is dat als er breuken in de nabijheid van het aardwarmte systeem zijn, deze breuken op termijn instabiel kunnen raken zodra het koud-water temperatuurfront de breuk bereikt heeft. Op ca. 17 km afstand heeft reeds seismiciteit plaatsgevonden nabij Anna-Paulowna, wat in het verlengde van de strekking van het breuksysteem nabij Middenmeer ligt. Dit geeft aan dat er een kans bestaat dat de breuken in het gebied (nabij) kritisch gespannen zijn. De locatie-specifieke onderbouwing dient onder andere aan te geven van hoe het temperatuureffect op de spanningen op breuken kan veranderen, en of dit kan leiden tot seismiciteit.

SodM adviseert daarom twee voorwaarden, voor zowel de korte als de lange termijn:

- ECW voert een evaluatie uit van de locatie specifieke gevaren-analyse, zoals omschreven in de leidraad "Defining the framework for seismic hazard assessment in geothermal projects" (2016, IF Technology B.V. en Q-Con GmbH). Hiermee wordt het risico van geïnduceerde aardbevingen verder gekwalificeerd. Als hieruit blijkt dat er een verhoogd risico op seismiciteit bestaat dienen de mitigerende maatregelen onder andere te bestaan uit een seismiciteit respons protocol en een stoplichtsysteem (traffic light system, TLS). Deze evaluatie dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW dit protocol ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.

Met het seismiciteit respons protocol dient ECW laten zien dat er op de juiste manier wordt gehandeld wanneer er seismiciteit gemeten wordt. Het reguliere meetnetwerk van het KNMI heeft in de omgeving van Middenmeer een

lokalisatiegrens van 1.0. Dit betekent dat bevingen van magnitude 1.0 en hoger op de schaal van Richter gelokaliseerd kunnen worden. Uit de geadviseerde locatie specifieke SRA zal ook moeten blijken of deze lokalisatiegrens voldoende is voor een goed werkend TLS.

*Op basis van deze informatie adviseert SodM dat ECW een seismiteit respons protocol opzet. Dit protocol dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen.*

*Ook adviseert SodM dat ECW een evaluatie van de locatie specifieke gevaren-analyse uit te laten voeren, zoals omschreven in de leidraad "Defining the framework for seismic hazard assessment in geothermal projects" (2016, IF Technology B.V. en Q-Con GmbH). Deze evaluatie met de bijbehorende mitigerende maatregelen dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen.*

*Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten redelijkerwijs ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.*

### **b. Bodemdaling/stijging: controle op bodemdaling/stijging prognoses en -indien vereist- 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.

ECW heeft middels het door TNO-AGE ontwikkelde simulatieprogramma DoubletCalc2D een inschatting gemaakt voor de verwachte bodemdaling na 30 jaar. Deze bedraagt 8 mm. ECW verwacht daarom ook geen negatieve gevolgen en effecten. TNO-AGE heeft de berekeningen gecontroleerd en komt uit op een bodemdaling van 11 mm. Het kleine verschil zit in de duur van de winning; TNO-AGE heeft 39 jaar gebruikt consistent met de duur van de winningsvergunning.

In de omgeving zijn er geen grondwaterbeschermingszones en/of waterwingebieden. Het dichtstbijzijnde Natura2000 gebied (het IJsselmeer) bevindt zich ca. 4 km van de projectlocatie. De resultaten van de berekening van TNO-AGE tonen dat de verwachte bodemdaling op deze locatie, aan het einde van de winningsvergunningsduur, ca. 9 mm is.

SodM sluit zich aan bij de berekening van TNO-AGE en vindt het aannemelijk dat de bodemdaling als gevolg van de aardwarmte winning te verwaarlozen is. SodM ziet daarom geen aanleiding aanvullende voorwaarden te adviseren.

*Op basis van deze evaluatie vindt SodM het aannemelijk dat de totale bodemdaling als gevolg van de aardwarmte winning zoals beschreven 11 mm zal zijn en dat deze nauwelijks meetbaar is. SodM ziet daarom geen aanleiding aanvullende voorwaarden te adviseren.*

## 2. Nadelige gevolgen voor het 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

Onderdeel van de borging van de integriteit van de putten is de aanwezigheid en implementatie van een degelijk zorgsysteem voor de putten, een Well Integrity Management System (WIMS). In dit WIMS wordt beschreven hoe de integriteit bewaakt wordt, hoe het onderhoud van de putten geregeld is en wat het plan van aanpak is als er problemen worden geconstateerd. SodM ziet toe op het gebruik van het WIMS en controleert deze steekproefsgewijs. De werkprogramma's voor onderhoud en werkzaamheden aan de putten moeten aan SodM worden gerapporteerd, en gebreken aan de putintegriteit of de installatie moeten aan SodM worden gemeld.

De mijnbouwlocatie bevindt zich nabij een Natura2000 gebied op 4 km afstand (het IJsselmeer). De geothermieputten doorboren geen drinkwater aquifers binnen een grondwaterbeschermingszone of waterwingebied. In de omgeving van het winningsgebied zijn er tevens ook geen grondwaterbeschermingszones en/of waterwingebieden.

De twee doubletten van het aardwarmte systeem zijn reeds aangelegd. De status van de putten is als volgt:

- Bij de productieputten MDM-GT-02 en MDM-GT-06-S2 zijn wanddiktemetingen gedaan op 23/01/2016 en resp. 02/05/2017. Er is een herinspectie gepland binnen 5 jaar. SodM vindt deze termijn niet passend, omdat er bij de put MDM-GT-04 verregaande corrosie is aangetroffen. Deze put is momenteel ingesloten. Het is daarom noodzakelijk dat de inspectiemetingen voor de wanddikte van de productie putten *jaarlijks* wordt uitgevoerd, nadat de putverbuizingen voldoende zijn schoongemaakt. Tijdens de veldinspecties zal SodM controleren of het jaarlijkse inspectie interval voldoende is om de integriteit voor de looptijd van de winning te kunnen borgen.
- Bij de injectoren (MDM-GT-01 en MDM-GT-05) zijn wanddiktemetingen gedaan op 23/11/2016 en resp. 01/03/2018. Er is een herinspectie

gepland binnen 5 jaar. De inwendige integriteit van de MDM-GT-01 put is met druktesten op 10 nov 2018 bevestigd. Wel is er een kleine stroom formatiewater dat van ongeveer 1000 m diepte in de annulaire ruimte van de 13-3/8" en 18-5/8" verbuizing omhoog komt. ECW mag onder voorwaarden en met een meet- en regelprotocol, deze injector blijven gebruiken. Deze voorwaarden zijn met een apart traject tussen SodM en ECW vastgelegd. Ook voor deze putten is het noodzakelijk dat er *jaarlijks* wanddiktemetingen worden uitgevoerd, nadat de putverbuizingen voldoende zijn schoongemaakt. Mocht er uit de resultaten blijken dat dit jaarlijkse interval kan worden verlengd, dan zal SodM dit ter overweging nemen.

In de periode na het boren van de putten zijn er nieuwe inzichten ontstaan over een degelijk putontwerp. De putten zijn niet geboord volgens deze laatste inzichten. De aanwezigheid van een adequaat WIMS is daarom essentieel om de veiligheid van het milieu en de omgeving te borgen, zodat lekkages naar de omgeving zo veel als mogelijk worden voorkomen. Ik adviseer de minister om maatregelen als voorwaarde op te nemen in het instemmingsbesluit. Wanneer er onverhoopt toch een integriteitsissue is, kan dit tijdig worden ontdekt en kan er worden ingegrepen.

Ik adviseer u om bij een eventuele instemming op te nemen dat de integriteit van de putten wordt bewaakt door een degelijk en goedgekeurd WIMS volgens ISO 16530-1 en dat de put MDM-GT-01 slechts gebruikt kan worden als aan de voorwaarden, overeengekomen met SodM (brief met kenmerk 19107748), wordt voldaan.

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

- inspectie van de buiswanddikte voor alle putten, waarbij de frequentie van wanddiktemetingen wordt afgestemd op de bevindingen bij de metingen van de andere putten. De minimale termijn is nu gesteld op 1 jaar. Mochten de resultaten positief uitvallen, dan kan de termijn worden herzien;
- coupon monitoring;
- toetsing waterkwaliteit:
  - analyse watermonsters op samenstelling;
  - pH;
  - het ijzergehalte in het productiewater;
  - deeltjes;
  - systeemdruk en temperatuur;
  - elektrisch potentiaal;
- reactieplan;

- de meet- en registratieverplichtingen betreffende de couponmonitoring en de waterkwaliteit worden jaarlijks geëvalueerd en in een overzicht (jaarrapportage) samengevat.

De jaarrapportage bevat tevens een opsomming van:

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

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

*Op basis van de door ECW aangeleverde informatie over de put constructie en monitoring, is SodM van mening dat de putintegriteit minimaal geborgd wordt.*

*De aanwezigheid en goede werking van een adequaat WIMS is essentieel om de veiligheid van het milieu en de omgeving te borgen. ECW dient ervoor te zorgen dat er ten alle tijden een degelijk en door de Inspecteur-generaal der Mijnen goedgekeurd WIMS aanwezig is.*

## **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 op termijn 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. Deze effecten schalen lineair met het temperatuurverschil: een groter verschil (lagere injectietemperatuur t.o.v. de initiële reservoir temperatuur) leidt tot grotere spanningsafname. Deze afkoelingseffecten bereiken de afsluitende laag boven het geothermische reservoir naar verwachting over enkele jaren. De effecten van druk en temperatuur moeten binnen een veilige marge blijven zodat de integriteit van het reservoir en bestaande breuken gewaarborgd blijft.

ECW stelt dat uit de protocolberekening (bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2, TNO-AGE en SodM, 2013) voor de bepaling van de maximale injectiedruk voor beide injectieputten, een waarde van 58,2 bar berekend wordt. In een aanvulling d.d. 15 november 2019, ontvangen door SodM op 2 december 2019, wordt door ECW een dynamische drukval toegevoegd bovenop de maximale statische drukken per put.

SodM heeft deze injectiedruk beoordeeld. Als eerste is getoetst of de integriteit van de bovengrondse en ondergrondse leidingen en verbuizingen (inclusief cement) zijn ontworpen en getest voor de aangevraagde drukken. Vervolgens is gekeken naar de onderbouwing van de injectiedruk met betrekking tot de



integriteit van het reservoir en de afsluitende laag. Hierbij is uitgegaan van het SodM protocol, versie 2. Dit protocol houdt rekening met enige mate van afkoeling, tot aan een verschil van ca. 40 °C. Met een initiële reservoir temperatuur van 90 °C en een herinjectietemperatuur van 30 °C leidt dit tot een temperatuurverschil van 60 °C. ECW heeft geen onderbouwing geleverd over het effect van afkoeling op de spanningstoestand in het reservoir, de afsluitende laag en breuken binnen de invloedssfeer van de doubletten. TNO-AGE adviseert om een onderbouwing van de maximale injectiedruk te vragen aan ECW, waarin het effect van afkoeling op de spanningstoestand in het reservoir is meegenomen (thermo-elastisch effect). SodM onderschrijft dit en adviseert een nadere onderbouwing. Hierbij zijn de uitgangspunten dat er geen scheurvorming in de afsluitende laag zal optreden of dat deze gemitigeerd kan worden, en dat er geen breukbeweging veroorzaakt wordt binnen het vergunde gebied. Immers kan breukbeweging leiden tot lekken buiten het reservoir langs de geactiveerde breuken, ook als de breukbeweging geen meetbare seismiciteit oplevert. Er is hier geen sprake van acuut risico, met name de thermische effecten zullen naar verwachting pas op termijn een risico voor de reservoir integriteit vormen. SodM adviseert daarom om binnen een termijn van 6 maanden een injectiedruk (eventueel als functie van debiet en temperatuur) vast te stellen op basis van de aanvullende onderbouwing die gecontroleerd is door SodM. Dit kan worden vastgesteld door middel van goedkeuring door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten redelijkerwijs ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.

Om de winning van aardwarmte in de tussentijd veilig te kunnen voortzetten, adviseert SodM dat de injectiedruk per put wordt vastgelegd volgens tabellen 1 en 2 (onderstaand). Hierin is rekening gehouden met het dynamisch drukverlies effect zoals door ECW onderbouwd in haar memo (d.d. 15 november 2019). Hierbij geldt dat deze worden toegepast op de pomp (bovengronds) met een minimale injectietemperatuur van 30 °C. Deze waarden blijven van kracht tot nadere onderbouwing is goedgekeurd door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Mocht er na 6 maanden nog geen acceptabele onderbouwing zijn aangeleverd dan moet rekening gehouden worden met een temperatuureffect. De maximale druk in onderstaande tabellen zal moeten worden aangepast met 1 bar per graad temperatuurverschil boven de 40 °C. Bijvoorbeeld, een vermindering van de maximale injectiedruk van 20 bar als het temperatuurverschil 60 °C is.

*Tabel 1: Tijdelijke maximale injectiedruk voor de put MDM-GT-01 per debiet, geldend tot een minimum injectietemperatuur ( $T_{inj}$ ) van 30 °C.*

|                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Debiet<br>(m <sup>3</sup> /h) | 0    | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 325  | 350  |
| Max. THP<br>(bar)             | 58,5 | 60,1 | 60,8 | 61,4 | 62,2 | 62,9 | 63,9 | 64,8 | 65,9 | 66,9 |

Tabel 2: Tijdelijke maximale injectiedruk voor de put MDM-GT-05 per debiet, geldend tot een minimum injectietemperatuur ( $T_{inj}$ ) van 30 °C.

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Debiet (m <sup>3</sup> /h) | 0    | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 325  | 350  |
| Max. THP (bar)             | 56,0 | 57,1 | 57,2 | 57,4 | 57,9 | 58,4 | 58,9 | 59,4 | 60,0 | 60,6 |

Op basis van deze informatie adviseert SodM dat ECW een onderbouwing levert van de maximale injectiedruk, 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 dan wel geen breukbeweging plaatsvindt. Als onderdeel van de evaluatie dient ECW ook een seismiciteit respons protocol op te stellen zodat duidelijk is hoe gehandeld wordt bij het optreden van seismiciteit.

De onderbouwing dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten redelijkerwijs ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.

Ook adviseert SodM om voor de overbruggingsperiode de injectiedruk te limiteren op basis van tabellen 1 en 2 en deze op te nemen in het eventuele instemmingsbesluit. Daarnaast adviseert SodM om in een eventueel instemmingsbesluit de injectietemperatuur te limiteren op minimaal 30 °C.

### 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. Voor bestaande putten is dit vaak de enige methode om de integriteit van de put te kunnen borgen.

Bij het gebruik van anti-corrosie middelen treden additionele risico's op, zoals H<sub>2</sub>S 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. Daarom dient het gebruik van anti-corrosie middelen zo veel als mogelijk beperkt te worden. Deze middelen moeten voldoen aan alle vigerende stoffenregelgeving zoals REACH en biocidenregelgeving.

ECW beschrijft in haar plannen een corrosie-inhibitor te gebruiken, in een verhouding van 10 ml inhibitor per 1 m<sup>3</sup> formatiewater. De inhibitor wordt bij beide producers op een diepte van ca 1800 m (2000 m langs het boorgat) losgelaten via een "chemical injection line", zodat het al vermengt met het formatiewater in de pomp (ESP) en daarna de bovengrondse situatie terecht komt. De hulpstof wordt vervolgens via de injectors het reservoir in gepompt. Op

basis van deze informatie vindt SodM het aannemelijk dat er geen risico's op nadelige gevolgen voor het milieu zijn. SodM ziet daarom aanleiding aanvullende voorwaarden op dit punt te adviseren.

*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.*

## Conclusie

SodM concludeert in haar advies dat ECW de risico's op bodemtrilling door aardwarmtewinning lager inschat dan SodM. Daarom stelt SodM een aantal voorwaarden voor.

Verder concludeert SodM dat ECW de risico's op bodemdaling door aardwarmtewinning goed heeft beschreven. De gevolgen voor de veiligheid van omwonenden, schade aan gebouwen of infrastructurele werken zijn beperkt. SodM ziet geen aanleiding om voorwaarden te adviseren.

SodM is van mening dat ECW de nadelige gevolgen voor het milieu goed heeft omschreven en dat de nadelige gevolgen voor het milieu beperkt zijn.

SodM is van mening dat de putintegriteit minimaal geborgd wordt. Daarom adviseert SodM voorwaarden.

SodM vindt dat de reservoir integriteit op korte termijn geborgd is. Op langere termijn kunnen er risico's zijn voor de borging van de afsluitende laag. Daarom adviseert SodM een voorwaarde.

SodM adviseert de minister om de volgende voorwaarden in het instemmingsbesluit op te nemen:

### *Bodemtrilling:*

1. ECW dient een evaluatie van de locatie specifieke seismische dreiging uit te voeren, zoals omschreven in de leidraad "Defining the framework for seismic hazard assessment in geothermal projects" (2016, IF Technology B.V. en Q-Con GmbH). Deze evaluatie met de bijbehorende mitigerende maatregelen dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen. In de evaluatie dient ECW een seismiciteit respons protocol op te nemen naast eventuele mitigerende maatregelen, waaronder een stoplichtsysteem (TLS). Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.

### *Putintegriteit:*

2. ECW dient een degelijk en door de Inspecteur-generaal der Mijnen goedgekeurd Well Integrity Management System (WIMS) volgens de ISO norm 16530-1 te implementeren voor de putten in het winningsplan

Middenmeer I, zoals beschreven in paragraaf 2a. Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten redelijkerwijs ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen.

*Reservoirintegriteit:*

3. De operator dient nader aan te tonen dat de integriteit van het reservoir geborgd is onder operationele parameters zoals maximale injectiedruk en minimale temperatuur. Dit gaat met name op voor de afsluitende laag en breuken binnen de invloedssfeer van de aardwarmte winning. Deze evaluatie met de bijbehorende mitigerende maatregelen dient binnen 6 maanden na instemming op het winningsplan goedgekeurd te zijn door de Inspecteur-generaal der Mijnen. Rekening houdend met de beoordelingstijd dient ECW de documenten redelijkerwijs ruim voor de periode van 6 maanden in te dienen. Voor de tussentijdse periode adviseert SodM onderstaande voorwaarden (4 en 5).
4. De minimum injectiewater temperatuur mag niet lager zijn dan 30 °C, gemeten aan de injectieput.
5. De injectiedruk zoals gemeten aan het aardoppervlak (Tubing Head Pressure, THP) per put dient tijdelijk gelimiteerd te zijn in navolging van onderstaande tabellen.

*Tabel 1 (herhaling): Tijdelijke maximale injectiedruk voor de put MDM-GT-01 per debiet, geldend tot een minimum injectietemperatuur ( $T_{inj}$ ) van 30 °C.*

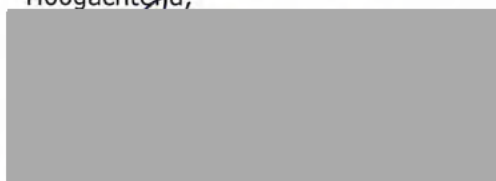
|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Debiet (m <sup>3</sup> /h) | 0    | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 325  | 350  |
| Max. THP (bar)             | 58,5 | 60,1 | 60,8 | 61,4 | 62,2 | 62,9 | 63,9 | 64,8 | 65,9 | 66,9 |

*Tabel 2 (herhaling): Tijdelijke maximale injectiedruk voor de put MDM-GT-05 per debiet, geldend tot een minimum injectietemperatuur ( $T_{inj}$ ) van 30 °C.*

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Debiet (m <sup>3</sup> /h) | 0    | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 325  | 350  |
| Max. THP (bar)             | 56,0 | 57,1 | 57,2 | 57,4 | 57,9 | 58,4 | 58,9 | 59,4 | 60,0 | 60,6 |

Ik ga ervan uit dat uw adviesvraag hiermee is beantwoord. Vanzelfsprekend ben ik bereid dit advies nader toe te lichten.

Hoogachtend,



*Inspecteur-generaal der Mijnen*