



## 2. Nadelige gevolgen voor milieu:

- a) reservoirintegriteit;
- b) putintegriteit;
- c) gebruik van hulpstoffen.

SodM onderbouwt haar advies met behulp van onafhankelijke expertise en vraagt waar nodig advies aan derden, zoals TNO-AGE. Hierbij worden ook de berekeningen en prognoses van KKP geverifieerd.

### Toelichting op advies

#### Beschrijving van de winning

Het aardwarmte doublet van KKP is gelegen in het tuinbouwgebied Koekoekspolder, in de gemeente Kampen en in de Provincie Overijssel. De winningsvergunning is op 26 september 2014 verleend en geldig voor een periode van 30 jaar. Het aardwarmte doublet en de geothermische installatie worden gezamenlijk gebruikt om aardwarmte te winnen. Deze warmte wordt gebruikt door een aantal aanliggende glastuinbouwbedrijven.

Het winningsplan beschrijft de winning van aardwarmte uit de Slochteren zandsteen op een diepte van 1850 meter (top reservoir TVD). De aanleg van de putten KKP-GT-01 en KKP-GT-02 is in september 2011 voltooid. In december 2011 zijn de wellheads en de Electrical Submersible Pump (ESP) geïnstalleerd. De ESP zit in de productieput en wordt gebruikt om het hete water omhoog te pompen. Nadat de warmte is onttrokken via een warmtewisselaar, wordt het afgekoelde water in de injectieput naar het reservoir gepompt. Het meegeproduceerde gas wordt na scheiding en behandeling gebruikt als brandstof. Wanneer het nodig is om de installatie te openen, bijvoorbeeld voor onderhoud, zal het gas worden afgevoerd naar een fakkelininstallatie.

Het water heeft een temperatuur van ongeveer 75 graden Celsius en wordt met een debiet van maximaal 150<sup>1</sup> m<sup>3</sup>/uur rondgepompt door een doublet om de warmte bovengronds te onttrekken. Hierbij wordt er ook gas meegeproduceerd met een verhouding van 0,3 m<sup>3</sup> gas per geproduceerde m<sup>3</sup> water. Het geothermische water wordt na onttrekking van warmte met een temperatuur van 35 graden Celsius weer in dezelfde laag in de ondergrond gebracht.

Er zijn plannen om het systeem uit te breiden met een extra productieput naar een triplet. Ook zal het injectiewater verder uit gekoeld worden met

---

<sup>1</sup> Operator geeft een gemiddeld debiet van 130 m<sup>3</sup>/u aan; het maximale debiet uit de productiedata geeft aan dat deze 150 m<sup>3</sup>/u is geweest

warmtepompen. Door deze uitbreiding zal het debiet van het triplet worden opgevoerd naar 260 m<sup>3</sup>/uur vanaf het jaar 2021. De injectietemperatuur gaat volgens de planning naar 20 graden Celsius vanaf het jaar 2024. De risico analyse voor deze uitbreiding gaat uit van een aantal aannames; de extra productieput is immers nog niet geboord en de gevolgen voor de extra uitkoeling zijn nog niet beschreven. SodM zal daarom in dit advies beperkende voorwaarden voorstellen aan het debiet en de injectie temperatuur, waarmee de operator de derde put veilig kan aanleggen en winnen. Na de boring en een kortdurende testfase kan de operator gegevens van de put verzamelen om de aannames te actualiseren. Hiervoor zal hij een gewijzigd winningsplan moeten indienen, waarna de beperkende voorwaarden (kunnen) worden herzien.

### **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 op en de eventuele gevolgen van bodemtrilling en bodemdaling/bodemstijging.

#### **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 KKP een 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. Elk project krijgt een genormaliseerde score als uitkomst. Gebaseerd op deze score wordt het project in een categorie ingedeeld: laag, midden en hoog. Gelet op deze uitkomst kunnen er maatregelen worden geadviseerd om het risico op seismiciteit zo klein mogelijk te houden.

#### *Beoordeling SRA doublet*

KKP heeft twee SRA's uitgevoerd; een voor het doublet (Addendum SRA Koekoekspolder, 7 november 2019) en een voor het triplet (bijlage bij het winningsplan). De uitkomst van de SRA voor het doublet is dat het systeem een genormaliseerde score krijgt van 0,28. Het doublet komt hiermee in de lage categorie van de SRA methodiek. TNO-AGE heeft deze SRA niet formeel gecontroleerd, omdat zij reeds haar advies heeft uitgebracht.

SodM kan zich vinden in de beoordeling van KKP dat het doublet in de lage categorie van de SRA valt.

Een punt van aandacht is dat de operator ervoor kiest om een injectiedruk van 75 bar in de SRA in te vullen dan hij momenteel nodig heeft (ongeveer 40 bar). Deze druk van 75 bar is consistent met de vergunde maximale injectiedruk van de omgevingsvergunning voor de inrichting die SodM reeds heeft getoetst. SodM heeft daarom geen bezwaar tegen de injectiedruk van 75 bar.

#### *Beoordeling SRA triplet*

De uitkomst van de SRA opgesteld door KKP voor het systeem met 3 putten komt uit op een genormaliseerde score van 0,32. Deze score valt in de categorie laag. TNO-AGE heeft deze SRA wel gecontroleerd en heeft een hogere score van 0,37 bepaald; dit is de middelste categorie. Het verschil komt doordat TNO-AGE de categorie breukoriëntatie hoger heeft gescoord dan de operator (10 punten TNO-AGE versus 3 van KKP). De score van deze categorie zal niet veranderen nadat de put is geboord. Dit betekent dat het triplet bij een debiet van 360 m<sup>3</sup>/uur en een injectiedruk van 75 bar uitkomt in de middelste SRA categorie. Bij een debiet tot 180 m<sup>3</sup>/uur valt het triplet in de lage categorie van de SRA.

Om de derde put na het boren, veilig te kunnen winnen met een debiet hoger dan 180 m<sup>3</sup>/uur moet de operator een goedgekeurde locatie specifieke SRA bezitten. Tot die tijd kan de derde put in productie genomen worden met een maximaal debiet van 180 m<sup>3</sup>/uur.

#### *Beoordeling uitkoeling tot 20 graden Celsius*

Wat betreft de verdere uitkoeling van het water door warmtepompen, geldt dat de risico's van deze uitkoeling tot 20 graden Celsius ook onderbouwd moeten worden. Tot die tijd is een minimale injectietemperatuur van 35 graden Celsius toegestaan.

SodM adviseert om de injectiedruk, debiet en temperatuur voor het doublet en het triplet vast te leggen in het instemmingsbesluit zodat de winning van aardwarmte binnen de bandbreedte van de SRA blijft, zoals deze is uitgevoerd en gecontroleerd.

*Op basis van deze informatie adviseert SodM om voorwaarden op te nemen in het instemmingsbesluit voor zowel het huidige doublet als het te ontwikkelen triplet.*

*Doublet: de injectiedruk mag maximaal 75 bar zijn, het debiet mag maximaal 180 m<sup>3</sup>/uur zijn en de injectietemperatuur mag niet lager dan 35 graden Celsius zijn.*

*Triplet: de injectiedruk mag maximaal 75 bar zijn, het debiet mag maximaal 180 m<sup>3</sup>/uur zijn en de injectietemperatuur mag niet lager dan 35 graden Celsius zijn. Hiermee blijft de winning in de lage categorie van de SRA.*

*Als KKP een hoger debiet wenst dan 180m<sup>3</sup>/uur dan dient zij voorafgaand aan de winning een goedgekeurde locatie specifieke SRA te hebben.*

**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. Voor het reeds aangelegde doublet is de drukcommunicatie aangetoond; voor het triplet moet dit nog gebeuren.

De operator geeft aan dat de bodemdaling aan het maaiveld ten gevolge van compactie in het reservoir ca. 2 mm is voor het doublet en ca. 4 mm voor het triplet. Hierbij is uitgegaan van een periode van 30 jaar tot 2044.

TNO-AGE heeft de bodemdalingsprognose van de operator nagerekend. Uitgaande van de huidige situatie komt TNO-AGE uit op een maximale bodemdaling van ca. 2 mm aan het einde van de huidige winningsvergunning in 2044 en ca. 4 mm voor de toekomstige situatie. De dichtstbijzijnde natuur/beschermingsgebieden liggen op een afstand van ca. 3 km, waardoor de bodemdaling veroorzaakt door de geothermie winning niet meetbaar is.

SodM sluit zich aan bij de berekeningen van TNO-AGE en vindt het aannemelijk dat de bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning zeer beperkt en niet meetbaar is. SodM ziet geen aanleiding om aanvullende voorwaarden te adviseren.

*Op basis van deze informatie ziet SodM geen aanleiding om voorwaarden te adviseren wat betreft de bodemdaling.*

## 2. Nadelige gevolgen voor het milieu

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

### a) Reservoir integriteit

Bij het beoordelen van reservoir integriteit wordt er gekeken naar de maximale injectiedruk die veilig kan worden toegepast zodat de afsluitende gesteentelagen (caprock) intact blijven. Tevens wordt ook de injectietemperatuur getoetst: door afkoeling kan er spanning en krimp ontstaan in het gesteente. De effecten van druk en temperatuur moeten binnen een veilige marge blijven zodat de integriteit van de caprock en bestaande breuken gewaarborgd blijft.

Om de injectiedruk van de injectieput binnen deze veilige marge te houden, heeft KKP de maximale injectiedruk berekend met het injectieprotocol "Bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2, TNO-AGE en SodM, 23/11/2013". De berekening is aangeleverd bij de Wabo vergunning van de bovengrondse locatie in het document "maximale toelaatbare injectiedruk", kenmerk 20150623/NB/58351, d.d. 23 juni 2015. De maximale injectiedruk is bepaald op 75 bar aan de pomp met een minimale injectietemperatuur van 35 graden Celsius. De operator geeft aan dat er verdere uitkoeling van het injectiewater en verhoging van het debiet is gepland door middel van het aansluiten van warmtepompen en het boren van een extra productieput. Of deze aanpassingen veilig kunnen, is nog niet onderbouwd.

Om de effecten van injectie en afkoeling binnen een veilige marge te houden, heb ik u reeds geadviseerd om een maximale injectiedruk van 75 bar, een maximaal debiet van 180 m<sup>3</sup>/uur en minimale injectietemperatuur van 35 graden Celsius op te nemen als voorschrift in het instemmingsbesluit. Mocht de operator in de toekomst een aanpassing willen van bovengenoemde limieten, dan kan dit middels een goedgekeurde locatie specifieke SRA worden toegestaan.

### b) Put integriteit

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 integriteit 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 KKP. Een Veiligheids- en Gezondheidszorgsysteem is een wettelijke verplichting<sup>2</sup> 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.

De mijnbouwlocatie van KKP bevindt zich niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. De geothermieputten doorboren geen drinkwater aquifers binnen een grondwaterbeschermingszone of waterwingebied. Het dichtstbijzijnde Natura 2000 gebied is het natuurgebied Rijntakken. Dit natuurgebied bevindt zich langs de IJssel ter hoogte van IJsselmuiden, op ca. 3 km afstand van de mijnbouwlocatie.

Het doublet van het aardwarmte systeem is reeds aangelegd; de productieput (KKP-GT-01) en de injectieput (KKP-GT-02) zijn beide geboord in 2011. In augustus 2017 heeft de operator voor de productieput de pomp (ESP) en de productietubing vervangen. Ook is toen de wanddikte gemeten van beide putten. Op basis van deze metingen is besloten om een scab liner (binnenbuis) vanaf 439 m tot 2044 m in de productieput te installeren om de put integriteit te versterken. Om de integriteit van de productieput te kunnen borgen, is er een inhibitor string (hulpstoffen buis) geïnstalleerd, die corrosie inhibitor injecteert vanaf 2135 m en de put hiermee van een beschermende laag voorziet (zie ook het kopje onder c. gebruik van hulpstoffen).

In de periode na het boren van de putten, zijn er nieuwe inzichten ontstaan over een degelijk putontwerp. De putten KKP-GT-01 en KKP-GT-02 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 als voorwaarde op te nemen dat de integriteit van de putten wordt bewaakt door een degelijk WIMS dat door SodM

---

<sup>2</sup> artikel 2.42e van het Arbeidsomstandighedenbesluit

is goedgekeurd. In dit systeem worden ten minste de volgende maatregelen opgenomen:

- Inspectie van de buiswanddikte
- Coupon monitoring
- Toetsing waterkwaliteit:
  - analyse watermonsters op samenstelling;
  - pH-waarden;
  - 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 injectiedrukken;
- afwijkingen in de annulaire drukken;
- 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 KKP 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. KKP dient ervoor te zorgen dat zij een degelijk WIMS heeft geïmplementeerd welke is goedgekeurd door SodM.*

### **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 borgen. Bij KKP wordt dit continu uitgevoerd met een inhibitorstring in de productieput. Daarnaast wordt het corrosieproces gemonitord middels couponanalyse, (visuele) filterresidu inspecties en water analyses. KKP



rapporteert maandelijks aan TNO-AGE de hoeveelheden inhibitors die gebruikt worden, deze worden gepubliceerd op de website [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl). Bij het gebruik van anti-corrosie middelen treden additionele risico's op, zoals 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. Verder is het verboden andere dan de met het eigen geothermisch doublet geproduceerde vloeistofstromen de bodem in te brengen. KKP rapporteert maandelijks aan TNO-AGE de hoeveelheden inhibitors die gebruikt worden, deze worden gepubliceerd op de website [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl).

*Op basis van deze informatie heeft SodM geen bezwaar tegen het voorgestelde gebruik van inhibitors door KKP.*

### Conclusie

De gecontroleerde risicobeoordelingen voor de bodemdaling en integriteit van het geothermische reservoir van het huidige geothermische systeem zijn correct onderbouwd. De voorgestelde beheersmaatregelen zijn passend voor de risico inschattingen. SodM is van mening dat de putintegriteit minimaal geborgd wordt. Daarom adviseert SodM voorwaarden. De nadelige effecten voor het milieu zijn voldoende omschreven en worden adequaat beheerst.

Wat de SRA betreft scoort de operator deze in de lage categorie voor het doublet en het triplet. SodM is akkoord met de score van het doublet in de lage categorie. TNO-AGE scoort het triplet in een midden categorie. SodM ondersteunt deze conclusie. Om zowel het doublet als het triplet veilig te kunnen opereren, adviseert SodM de injectiedruk, het debiet en de injectietemperatuur vast te leggen. Voor het triplet, geldt er een beperkend debiet, zodat de winning veilig kan geschieden. Als de operator deze limiet wil verruimen, dan dient zij te beschikken over een goedgekeurde locatie specifieke SRA.

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

1. de injectie temperatuur mag niet lager zijn dan 35 graden Celsius voor zowel het doublet als het triplet gemeten aan de injectieput.
2. de maximale injectiedruk mag niet hoger zijn dan 75 bar zoals ook opgenomen in de omgevingsvergunning voor zowel het doublet als het triplet.

3. het maximale debiet van het doublet mag niet hoger zijn dan 180 m<sup>3</sup>/uur.
4. het maximale debiet van het triplet mag niet hoger zijn dan 180 m<sup>3</sup>/uur. Hiermee blijft de winning van het triplet in de lage categorie van de SRA. Met een goedgekeurde locatiespecifieke SRA kan deze limiet verhoogd worden.
5. KKP dient een degelijk Well Integrity Management System (WIMS) te implementeren voor de putten in het aardwarmtewinningsgebied Kampen, zoals beschreven in paragraaf 2b. Dit WIMS dient goedgekeurd te zijn door SodM. Met dit WIMS kan de integriteit van de putten worden bewaakt. Rapportage van de meet- en registratieverplichtingen, zoals beschreven in paragraaf 2b, wordt binnen drie maanden na afloop van elk kalenderjaar ingediend bij de inspecteur-generaal der Mijnen.
6. de looptijd van het winningsplan is, gelijk aan de duur van de winningsvergunning, tot het jaar 2044. Na deze periode zal er een nieuw ingestemd winningsplan moeten zijn, voordat de winning kan worden voorgezet.

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