

Protocol bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning – versie 2

Samengesteld door SodM en TNO-AGE

23 november 2013

Inhoudsopgave

Dit concept protocol bevat:

1. Richtlijnen voor het bepalen van de maximale injectiedruk bij een aardwarmte injectieput:
 - Uitgangspunten voor het veiligstellen van de omgeving van de put
 - Vastlegging van de maximale injectiedruk in WABO omgevings-vergunning (en winningsplan)
2. Richtlijnen voor het beperken van seismiciteit ten gevolge van de winning van aardwarmte [wordt nog verder uitgewerkt]

Inleiding

Deze richtlijnen zijn geschreven voor vergunninghouders aardwarmte en hun adviseurs.

Partijen die een aardwarmteproject ontwikkelen, willen op een zo efficiënt en effectief mogelijke manier warmte onttrekken aan de ondergrond. Afhankelijk van de warmtevraag, zijn er momenten in het jaar waarop de operator zo veel mogelijk warmte wil produceren. Dit heeft tot gevolg dat hij al het geproduceerde water snel daarna moet injecteren. Over het algemeen geldt dat er meer druk nodig is op de boosterpomp om meer water in de ondergrond geïnjecteerd te krijgen.

Het verhogen van de injectiedruk kan gevolgen hebben voor de ondergrond. Vooral omdat het water geïnjecteerd wordt met een temperatuur die lager is dan de omgeving, kunnen er in de ondergrond scheuren ontstaan. Deze scheurvorming kan onschuldig zijn, maar kan ook vergaande gevolgen hebben. Bijvoorbeeld als er breuken gereactiveerd worden of als afsluitende lagen naar drinkwaterlagen, doorbroken worden. Het mag duidelijk zijn dat deze gevolgen vermeden dienen te worden.

1. Richtlijnen voor het bepalen van de maximale injectiedruk bij een aardwarmte injectieput

Uitgangspunten voor het veiligstellen van de omgeving van de put

- Alle bovengrondse en ondergrondse leidingen en putten moeten ontworpen en getest zijn op de te gebruiken druk
- Het te injecteren water kan gefilterd worden, zodat de put niet verstopt raakt en de injectiedruk om deze reden verhoogd moet worden

De intentie van het limiteren van de druk is het veilig stellen van de omgeving van de injectieput. Hierbij dienen de volgende uitgangspunten in acht te worden genomen:

- De injectie van water heeft geen negatieve invloed op in de omgeving aanwezige
 - drinkwaterlagen
 - olie- of gasvelden of -prospects
 - andere geothermische projecten
 - ondergrondse gas- of CO₂-opslag
 - zoutcavernes
- De injectie van water veroorzaakt geen (schade veroorzakende) seismiciteit

De maximaal toelaatbare invloedssfeer van het doublet bepaalt dus de maximale injectiedruk. Het principe van 'containment' en 'confinement' beschrijft de grenzen van de invloedssfeer van het doublet. In het vergunde volume (de container) is het acceptabel dat op beperkte schaal (door temperatureffecten) scheuren veroorzaakt worden naar andere lagen dan de formatie waarin geïnjecteerd wordt. De gebruikers dienen echter wel aan te tonen dat de integriteit van de als begrenzing gedefinieerde afsluitende lagen (confinement) niet aangetast wordt. Ook dienen de fracs, en dus de stroming van uitgekoeld water, binnen de grenzen van de vergunning te blijven. Schade veroorzakende seismische events mogen niet veroorzaakt worden.

Vastleggen maximale injectiedruk (THP) in Wabo-omgevingsvergunning en winningsplan

De maximaal vastgestelde injectiedruk wordt vastgelegd in de (aanvraag) Wabo-omgevingsvergunning. Met het ministerie van EZ is afgesproken dat de maximale injectiedruk ook vastgelegd wordt in de instemming met het winningsplan. De invloedssfeer van de injectie (en productie) bepaalt overigens de driedimensionale afbakening van de aardwarmte-winningsvergunning.

Een richtwaarde voor een bij alle aanvragen acceptabele grenswaarde voor de vloeistofdruk ter hoogte van de top van het reservoir is een gradiënt van 0,135 bar/m * de diepte (van de injector) tot top reservoir. Deze waarde is gebaseerd op de verwachte ondergrens van de fracture propagation druk op dat niveau. De grenswaarde 0,135 bar/m is opgebouwd uit een schatting van de te verwachten laagste horizontale spanning in afsluitende lagen bij de geothermieprojecten. Daarnaast is er een correctie voor de invloed van thermische effecten op fracture propagatie en een veiligheidsmarge.

Als voldoende data beschikbaar zijn kan die ondergrens mogelijk verder gespecificeerd worden per regio. Ook bij individuele projecten, bij goede onderbouwing, afgeweken worden van de generieke grenswaarde.

Opmerking over het gebruik van Formation Integrity Tests (FIT's):

Een FIT wordt gezien als een puntwaarde. De Laagste horizontale spanning in een gebied is niet met één test te bepalen maar wel af te leiden uit de 'lower bound' van een serie tests in een regio. Een enkele FIT is dus niet geschikt om de laagste horizontale spanning of fracture propagationdruk in te schatten in een regio; helemaal niet i.v.m. de verlaging van de spanningen door tientallen jaren uitkoeling.

De maximale injectiedruk, de max. Tubing Head Pressure (THP) op de injectieput is:

$$THP \text{ max} = Dt * (0,135 - \text{Grad. inj. water}) \text{ bar}$$

Dt = diepte van injectieput van maaiveld tot de top van het reservoir (m, TVD)

Grad. inj. water = Hydraulische Gradiënt van het lokale injectiewater als functie van het zoutgehalte (0,103-0,108 bar/m) * [zie opmerking 2](#)

Voorbeeldberekening:

Met Dt = 2000 m en hydraulische gradiënt zout injectiewater = 0,105 bar/m:

$$THP \text{ max} = 2000 * (0,135 - 0,105) = 60 \text{ bar}$$

Opmerking 1: het verlies aan druk door dynamische weerstand is bij lage debieten (bijv. bij injectiviteit problemen) relatief klein en daarom niet (standaard) als correctie opgenomen in de formule van THP max.

Opmerking 2: Hogere waarden voor de hydraulische gradiënt worden met name in het noordelijk deel van Nederland ook waargenomen. Deze kunnen dermate hoog oplopen dat er, op basis van de bovenstaande formule, een lage operationele THP-waarde berekend wordt.

In dergelijke gevallen is maatwerk benodigd en kunnen hogere drukken wellicht toch worden toegestaan mits men een aanvullende geologische onderbouwing levert bij de vergunningaanvraag die aantoont dat dit op verantwoorde wijze mogelijk is, zonder de afsluitende laag of nabijgelegen breuken nadelig te beïnvloeden.

2. Richtlijnen voor het beperken van seismiciteit ten gevolge productie van aardwarmte

Het KNMI kan nu vrijwel overal in Nederland voelbare bevingen detecteren. (zie detectiegrenzen in rapport <http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmipubWR/WR2012-03.pdf> .) Om kleinere bevingen te monitoren, kan een aanvulling van het seismisch netwerk vereist worden met real-time monitoring. Van geval tot geval zal bekeken worden wat de optimale aanpak is.