

Bijlage 1 - Protocol injectiedrukken

Protocol ter bepaling maximale injectiedrukken bij aardwarmtewinning - versie 3

SodM, april 2019

Inleiding

Dit document is een actualisatie van het gelijknamig protocol van 23 november 2013 (versie 2).

De wijzigingen betreffen voornamelijk een correctie voor het temperatuureffect en een beperking van de diepte waarbinnen dit protocol gebruikt kan worden.

Bij het produceren van aardwarmte wordt het afgekoelde reservoirwater weer terug gepompt in de ondergrond via een injectieput. De productie- en injectievolumes van een aardwarmtedoublet moeten met elkaar in evenwicht zijn. Om dit te bereiken, is er meestal extra druk nodig om het water in de ondergrond geïnjecteerd te krijgen.

Dit protocol is een richtlijn voor het bepalen van de maximale injectiedruk bij een aardwarmte-injectieput. Hierbij is het uitgangspunt het veiligstellen van de omgeving van de put bij de injectie van geothermisch water.

De vergunninghouder is verantwoordelijk voor het toepassen van een veilige injectiedruk. Dit protocol is een hulpmiddel dat bij veel conventionele aardwarmteprojecten toegepast kan worden. De toepasbaarheid van het protocol is beperkt tot een diepte van injectie tussen de 1500 m en 3000 m (TVD). Verder kunnen er locatie- en projectspecifieke beperkingen zijn, waarbij de injectiedruk op een andere manier bepaald moet worden.

Indien het protocol gevolgd wordt, dient er twee weken voordat er met het injecteren mag worden begonnen, een bepaling van maximale injectiedruk ter goedkeuring overlegd te worden aan SodM. Indien van dit protocol wordt afgeweken, geldt een termijn van vier weken. Deze injectiedruk moet goedgekeurd zijn voordat er met de injectie mag worden begonnen.

Randvoorwaarden

De maximaal toe te passen injectiedruk voor aardwarmtewinning moet voldoen aan een aantal randvoorwaarden:

- Alle bovengrondse en ondergrondse leidingen en verbuizingen (inclusief cement) moeten ontworpen en getest zijn op de te gebruiken druk en temperatuur.
- De injectie van water mag geen negatieve invloed hebben op de omgeving, bijvoorbeeld op aanwezige:
 - drinkwaterlagen
 - olie- en/of aardgasvelden of olie- en/of aardgasprospecten

- andere geothermische projecten en bodemenergiesystemen zoals warmte- en koude-opslag (WKO) projecten
 - ondergrondse aardgas- of CO₂-opslag
 - zoutcavernes.
- De injectie van water mag geen (schade veroorzakende) seismiteit veroorzaken.
- De gemiddelde initiële reservoirdruk dient te worden gehandhaafd om de integriteit van het reservoir en de afsluitende laag te borgen:
 - Het te injecteren water moet in hetzelfde reservoir worden gebracht als waar de productie uit geschiedt.
 - Het geïnjecteerde water moet binnen dit reservoir blijven; scheurvorming in de afsluitende laag moet worden voorkomen.
 - De productie- en injectievolumes van een aardwarmte-douplet moeten met elkaar in evenwicht zijn.

Berekeningsmethodiek

Om de maximale injectiedruk te bepalen kan gebruik worden gemaakt van de volgende berekening.

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

$$THP_{max} = TVD * (0,135 - dp) - \text{temperatuureffect [bar]}$$

Waarbij:

| | |
|-------------------|--|
| TVD | Verticale diepte van de injectieput, gemeten vanaf het maaiveld tot de top van het reservoir (gemeten in meters, TVD) |
| dp | Hydrostatische druk gradiënt van het lokale injectiewater als functie van het zoutgehalte (gemeten in bar/m) |
| 0,135 bar/m | Deze constante waarde is gebaseerd op een conservatieve waarde voor de kleinste horizontale gesteentespanning. |
| Temperatuureffect | Indien de uitkoeling groter is dan 40 graden Celsius geldt voor elke graad extra uitkoeling, één bar temperatuureffect. Is de uitkoeling minder dan 40 graden Celsius dan vervalt deze term. = (dT - 40), waarbij dT de mate van uitkoeling is in graden Celsius. |

Echter, indien de bovengrondse en ondergrondse leidingen en verbuizingen (inclusief cement) niet op de bepaalde maximale injectiedruk zijn getest maar op een lagere druk, dan geldt uiteraard deze geteste druk als maximale injectiedruk. Daarom is het noodzakelijk om ook de geteste drukken in de evaluatie van de maximale injectiedruk aan te geven.

Voorbeeld berekening:

TVD = 2000 m
dP = 0,105 bar/m
dT = 50 graden Celsius

$$THP_{max} = 2000 * (0,135 - 0,105) - (50 - 40) = 50 \text{ bar}$$

Casing is getest tot 45 bar

Conclusie: De maximale injectiedruk die is toegestaan is 45 bar

Afwijkingen van het protocol

Voor veel projecten (waar injectie plaats zal vinden op een diepte tussen de 1500 en 3000 m) zal dit protocol geschikt zijn. In sommige gevallen kan het nodig zijn om van het protocol af te wijken, omdat het protocol niet goed toepasbaar is door locatie- en projectspecifieke situaties. Zowel afwijkingen naar een kleinere als een grotere THP-waarde zijn mogelijk. Een goede onderbouwing van de voorgestelde maximale injectiedruk is noodzakelijk om aan te tonen dat injectie bij deze afwijkende druk verantwoord is.

SodM kan per project te allen tijde beslissen dat de protocol berekening niet van toepassing is.