

Ondiepe geothermie in de Roerdalslenk

Samenvatting van het rapport: “Seismicity potential of geothermal operations in the North Sea Supergroup in the Roer Valley Graben” Publicatie: april 2025

In Nederland groeit de belangstelling voor ondiepe geothermie, ook wel lage temperatuur aardwarmte genoemd, waarbij warmte gewonnen wordt op een diepte tussen 500 en 1500 meter. De lagen op deze diepte zijn vaak goed doorlatend en de temperatuur is geschikt voor het gebruik in bijvoorbeeld lage temperatuur- of, in combinatie met een warmtepomp, in midden-temperatuur warmtenetten. De Roerdalslenk is een geologisch gebied in het zuidoosten van Nederland. Dit gebied heeft mogelijk een goede potentie voor lage temperatuur aardwarmte omdat hier dikke, goed doorlatende gesteentelagen van de Noordzee Groepen zijn afgezet. Dit gebied wordt echter gezien als een potentieel risicogebied voor geothermie, omdat er van nature aardbevingen voorkomen. Zoals bij alle geothermie projecten moeten ook mogelijke projecten in de Roerdalslenk voldoen aan de Mijnbouwwet en zorgen voor een veilige productie, ook wanneer het gaat om risico op seismische trillingen.

De ondieper liggende lagen van de Noordzee Groepen ervaren minder druk van bovenliggende lagen dan dieperliggende gesteentes. Als gevolg daarvan zijn ze minder samengedrukt (geconsolideerd) waardoor ze kunnen vervormen zonder te breken. Op basis daarvan wordt verwacht dat de kans dat hier trillingen ontstaan lager is dan in diepere lagen die wel geconsolideerd zijn. Om te onderzoeken of het toepassen van geothermie in deze lagen van de Noordzee Groepen inderdaad een lagere kans geeft op trillingen heeft Energie Beheer Nederland opdracht gegeven aan TNO een verkennend onderzoek te starten om antwoord te geven op de vraag: Hoe verschilt de kans op trillingen door activering van een bestaande breuk in de lagen van de Noordzee Groepen met de kans hierop in geconsolideerde lagen?

Het onderzoek

Voor deze studie is eerst een literatuuronderzoek en analyse uitgevoerd van de KNMI-catalogus om te beoordelen of er aanwijzingen zijn voor eerdere natuurlijke aardbevingen in de Noordzee Groepen in de Roerdalslenk. Daarnaast is een inventarisatie gemaakt van de eigenschappen die op dit moment bekend zijn van deze lagen, zoals reservoir-, gesteente- en breukeigenschappen, spanningen en drukken. Deze inventarisatie is gebruikt als input voor het modelleren van afkoeling in de ondergrond en de mogelijke activatie van bestaande breuken in deze lagen. Als laatste is een simulatie gemaakt van activering van bestaande breuken door fictieve geothermieprojecten op casestudielocaties in de Roerdalslenk te modelleren.

Inventarisatie van bestaande kennis

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat de natuurlijke aardbevingen in de Roerdalslenk voornamelijk beperkt zijn tot dieptes ver beneden de Noordzee Groepen. De natuurlijke trillingen in deze regio ontstaan op dieptes tussen de 10 en 20 km. Er zijn aanwijzingen dat 10.000-13.000 jaar geleden wel trillingen zijn geweest in de lagen van de Noordzee Groepen. Deze zijn destijds waarschijnlijk veroorzaakt door breukbewegingen als gevolg van het gewicht van het landijs dat tijdens de ijstijden op dit gebied lag. Er zijn in de KNMI-catalogus verder drie trillingen in de Roerdalslenk vastgelegd waarvoor een ontstaansdiepte van 1.0 km is geregistreerd. Deze zouden daarmee mogelijk in de Noordzee Groepen kunnen zijn ontstaan. Uit dit onderzoek is echter gebleken dat voor deze trillingen, door een beperkte netwerkdekking, een automatische dieptebepaling niet mogelijk was. Daarom is de diepte ervan ingesteld op een standaard, willekeurige, waarde van 1.0 km. Uit een niet-automatische her-bepaling van de diepte voor één van deze trillingen is gebleken dat die in werkelijkheid op grote diepte (ca. 8,6 km) is ontstaan. Het is om deze redenen aannemelijk dat ook de overige twee trillingen met een waarde van 1.0 km diepte in de KNMI-catalogus in werkelijkheid op een andere diepte zijn ontstaan. Uit de inventarisatie van de gegevens blijkt verder dat er slechts beperkte of kwalitatief slechte gegevens beschikbaar zijn over de lagen van de Noordzee Groep in de Roerdalslenk. Meer gegevens zijn nodig om een betrouwbare dreigings- en risicoanalyse te kunnen maken voor het wel of niet optreden van trillingen.

Simulaties van casestudies

Om het effect van de niet-geconsolideerde lagen op breukbewegingen (en daarmee mogelijk trillingen) te onderzoeken zijn simulaties uitgevoerd met twee typen modellen. Tijdens het onderzoek bleek dat het bestaande SRIMA model, een hulpmiddel voor het analyseren van seismische trillingen bij geothermieprojecten, voor geconsolideerde lagen onvoldoende geschikt is voor het modelleren van de niet-geconsolideerde lagen uit de Noordzee Groepen. Daarom is er een nieuw verkennend model gemaakt dat vervolgens is toegepast op één van de case studies. De uitkomsten hiervan zijn vergeleken met de uitkomsten uit het bestaande SRIMA model.

Voor de SRIMA simulaties werden vier locaties geselecteerd om te gebruiken als case studie voor een toekomstig hypothetisch aardwarmte-doubling (injectieput en productieput). Deze case studies vertegenwoordigen verschillende diktes, breukpatronen en dieptelocaties van de Noordzee Groep sedimenten van in de Roerdalslenk om zo een goed beeld te krijgen van de onderlinge verschillen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor scenario's waarbij een bestaande breuk zich bevindt in de buurt van de injectieput. Eerst hebben de onderzoekers scenario's berekend met de conservatieve aanname dat de breuk zich vrijwel op de locatie van de injectieput bevindt, om zo steeds het 'worst case' effect te simuleren. In de praktijk probeert de operator in de planningsfase van een geothermieproject juist zoveel mogelijk afstand te houden

tussen de injectieput en eventuele breuken om het risico zo klein mogelijk te maken. De SRIMA-berekeningen voor deze fictieve cases laten zien dat de breuk in een aanzienlijk deel van deze simulaties opnieuw zou kunnen gaan bewegen als gevolg van afkoeling door injectie van het afgekoelde water uit het doublet. Naarmate de breuk zich verder van de injectieput bevindt, wordt deze kans op activatie lager. Wanneer de breuk zich buiten het koudefront ($>300 - 500$ m) van de put bevindt wordt de kans op activatie van de breuk zelfs zeer laag tot uiteindelijk nihil.

Uit de simulaties met het tweede model blijkt dat het opnemen van het plastisch (vervormbaar) gedrag, dat kenmerkend is voor niet-geconsolideerde gesteentelagen, in het model een belangrijk effect heeft op de kans op breukactivatie. Wanneer in het model wel rekening wordt gehouden met het plastisch bewegen van de laag waaruit aardwarmte wordt gewonnen dan worden de spanningen op de breuk minder kritisch dan in het SRIMA model dat dit gedrag niet meeneemt. Dit betekent dat het opnemen van dit gedrag in voorspellende modellen zal leiden meer realistische en dus lagere kansen op een breukbeweging.

Het is voor deze studie belangrijk om te vermelden dat een kans op breukactivatie niet hetzelfde is als een trilling. Een kans op activatie betekent niet automatisch dat de breuk ook zal gaan bewegen. Verder leidt het bewegen van een breuk niet perse tot een trilling. In de modellen is alleen de kans op activatie van bestaande breuken onderzocht; het modelleren van trillingen vergt uitgebreider onderzoek.

Conclusies

Deze studie naar de Noordzee Groepen in de Roerdalslenk toont met modelresultaten aan dat het SRIMA model (of vergelijkbare simulatiesoftware die uitgaat van geconsolideerde gesteenten) niet optimaal is om ook het materiaalgedrag en de spanningsopbouw in de minder geconsolideerde ondiepe reservoirs te simuleren. Dit komt doordat deze ongeconsolideerde lagen anders reageren op afkoeling en breuk activatie dan geconsolideerde (vaak diepere) lagen. Het onderzoek wijst erop dat wanneer er wel rekening gehouden wordt met het gedrag dat bij ongeconsolideerde lagen hoort, de kans op activatie van breuken (en daarmee uiteindelijk het mogelijke risico op trillingen) realistischer kan worden ingeschat en voor deze lagen veel lager uitvalt. Met aanvullende gegevens kan gecontroleerd worden of de aangenomen waardes kloppen en kunnen de modellen verbeterd worden. Deze studie heeft belangrijke gevolgen voor de mogelijkheden voor ondiepe geothermiewinning in gebieden in de Roerdalslenk, zoals de provincies Noord-Brabant en Limburg. Dit zijn dichtbevolkte gebieden die duurzame oplossingen voor warmtevoorziening nodig hebben.

Vervolg

Deze studie laat zien hoe belangrijk het is dat de kans op seismische trillingen van de Noordzee Groepen in de Roerdalslenk verder wordt bestudeerd en doet hiervoor een aantal aanbevelingen. Zo kunnen tijdens toekomstige boringen in de Roerdalslenk aanvullende, ontbrekende gegevens worden verzameld om zo de onzekerheid in de modellen te verkleinen. Er moeten verder realistische modellen gemaakt worden hoe druk, temperatuur en spanning veranderen om daarmee ook de mogelijkheid op trillingen in de ongeconsolideerde lagen van de Noordzee Groepen goed te kunnen modelleren. Deze modellen moeten worden gevalideerd met veldgegevens. Laboratoriumexperimenten moeten daarnaast meer inzicht geven in of en zo ja wanneer een breuk in deze lagen zal gaan bewegen. Als laatste moet het monitoringsnetwerk worden uitgebreid om de diepte en de oorzaak van waargenomen trillingen beter te kunnen bepalen en moet lokale monitoring in de buurt van actieve breuken en bij toekomstige geothermie projecten in de Roerdalslenk meer inzicht bieden.