

Geleerde lessen uit de UDG-rapporten

Naar aanleiding van de Green Deal UDG zijn binnen het Exploratie Werk Programma (EWP) onderzoekstudies uitgevoerd in de periode 2018-2020. Deze studies helpen om beter te beoordelen of Ultradiepe Geothermie (UDG) in Nederland haalbaar is. Daarbij is vooral gekeken naar het beoogde reservoir, het Dinantien. De studies waren generiek en zoveel mogelijk landsdekkend en hebben geleid tot gegevens, interpretaties en rapporten waarmee projecten eenduidig kunnen worden geanalyseerd en vergeleken. De UDG-studies zijn uitgevoerd door projectteams met (inter)nationale experts bij TNO en EBN.

Het Dinantien als mogelijk reservoir

Voor UDG wordt vooral gekeken naar de Dinantien carbonaatlagen (die bestaan bijvoorbeeld uit kalksteen). Deze lagen liggen in delen van Nederland mogelijk diep genoeg voor de hoge temperaturen waarop UDG zich richt. Of een laag geschikt is voor aardwarmtewinning hangt vooral af van drie factoren: dikte, doorlatendheid en temperatuur. De studies richtten zich daarom op vragen als: is de laag aanwezig, hoe dik is de laag, wat is de temperatuur en vooral: hoe goed kan water door het gesteente stromen?

Dikte, diepte en facies

Om te bepalen waar de Dinantienlagen aanwezig zijn en hoe dik deze zijn, zijn op basis van seismische gegevens kaarten gemaakt van de diepte en dikte van deze carbonaatlagen (in [WP2.1.1 & WP2.1.2](#) en [WP2.1.4](#)). Niet overal in Nederland is echter voldoende goede seismiek beschikbaar. Daardoor bevatten deze kaarten nog onzekerheden en ‘witte vlekken’. Daarnaast verschilt het type carbonaat binnen het Dinantien sterk per gebied. Deze verschillen, ook wel facies genoemd, hangen samen met de omstandigheden waarin het gesteente oorspronkelijk is afgezet, bijvoorbeeld in een ondiepe of juist diepe zee. Deze facies zijn onderzocht (in [WP2.1.5](#)) met gesteentemateriaal uit eerdere boringen en met vergelijkbare gesteenten die in omliggende landen aan het oppervlak liggen. Zo is een beter beeld ontstaan van de verspreiding van verschillende typen Dinantien carbonaatlagen in Nederland.

Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van het Dinantien beter te begrijpen, zijn metingen uit eerdere boringen gebruikt voor petrofysische analyses (in [WP2.2.3](#)). Daaruit blijkt dat deze lagen van zichzelf meestal weinig poriën en een lage doorlatendheid hebben. De kansen voor aardwarmtewinning hangen daarom vooral samen met de aanwezigheid van natuurlijke breuken en zogenoemde ‘karsten’, waardoor water beter door het gesteente kan stromen. Om beter te voorspellen waar breuken en karsten kunnen voorkomen, is onderzocht hoe de Dinantien carbonaatlagen na afzetting zijn veranderd. Dat gebeurde onder meer door middel van een reconstructie van de begravingsgeschiedenis (in [WP2.1.3](#)).

In [WP2.2.2](#) is er ook gekeken naar chemische processen die de doorlatendheid kunnen verbeteren of juist verminderen. Natuurlijke oplossing van kalk kan bijvoorbeeld karsten vormen en de doorlatendheid vergroten. Neerslag van mineralen of metalen kan poriën en breuken juist afsluiten. Door gesteentemateriaal uit boringen te combineren met de begravingsgeschiedenis is beter te voorspellen hoe de doorlatendheid zich kan ontwikkelen op plekken waar nog niet is

geboord. Breuken en spleten zijn verder belangrijk om voldoende water uit het gesteente te kunnen produceren of erin te kunnen injecteren. Daarom is (in [WP2.2.1](#)) onderzocht of de hoeveelheid, oriëntatie en doorlatendheid van deze breuken in het Dinantien beter kunnen worden ingeschat. De studie laat zien dat de hoeveelheid en grootte van breuken sterk kunnen verschillen. Daardoor kan de doorlatendheid per locatie variëren.

Temperatuur

Temperatuur is de derde belangrijke factor voor aardwarmtewinning. In het algemeen neemt de temperatuur toe met de diepte, maar de snelheid waarmee dat gebeurt verschilt per gebied en per gesteentetype. Daarom zijn ook de temperatuurvariaties in de Dinantien carbonaatlagen onderzocht (in [WP2.3](#)). Op basis van nieuwe kaarten, gegevens uit boringen en thermische eigenschappen van gesteentelagen is een verbeterd 3D-temperatuurmodel voor de diepe Nederlandse ondergrond gemaakt. Daarmee kunnen temperaturen op verschillende dieptes beter worden voorspeld. Volgens dit model is het Dinantien vanuit temperatuuroogpunt geschikt voor UDG.

Veiligheid, risico's en winning

Veilige en verantwoorde winning staan voorop bij de ontwikkeling van UDG. Om mogelijke risico's goed in beeld te brengen, heeft een groep experts uit de olie- en gasindustrie en de geothermiesector een overzicht gemaakt van risico's die kunnen spelen bij UDG-boringen. Dit UDG Hazard Register ([WP4.1](#)) kan per locatie worden gebruikt om risico's te identificeren en passende beheersmaatregelen te bepalen.

Omdat aardwarmtewinning op sommige punten vergelijkbaar is met olie- en gaswinning, zijn ook vergelijkbare veiligheids- en beheersmaatregelen relevant. Observaties uit eerdere boringen naar het Dinantien ([WP2.2.3](#)) laten zien dat de temperaturen op Dinantien-niveau vaak hoger zijn dan gemiddeld. Op sommige plekken zijn bovendien forse overdrukken gemeten. Ook is er een aanzienlijke kans op aanwezigheid van H₂S en andere gassen, en kunnen zware metalen voorkomen. Bij boren, produceren en injecteren zijn daarom passende beheersmaatregelen nodig, vergelijkbaar met maatregelen uit de olie- en gasindustrie.

Ook natuurlijke spanningen in de ondergrond zijn relevant. Ze beïnvloeden zowel de doorlatendheid van breuken als de kans op geïnduceerde seismiciteit. Daarom is een grootschalige inventarisatie gemaakt van de richting en grootte van spanningen, inclusief de invloed van lokale geologische factoren en best practices voor spannings-modellering (in [WP2.4](#)). Het rapport geeft aan dat spanningsrichtingen in bovenliggende formaties mogelijk indicatief zijn voor het Dinantien, maar dat nieuwe data op Dinantien-niveau waardevol blijven omdat er nog weinig gegevens beschikbaar zijn.

Daarnaast is een internationale vergelijking gemaakt van geothermieprojecten met en zonder geïnduceerde seismiciteit (in [WP 3.1A](#)) en is (in [WP 3.1B](#)) specifiek gekeken naar factoren die een rol spelen bij geïnduceerde seismiciteit in het Dinantien. De conclusie is dat geïnduceerde seismiciteit waarschijnlijk beperkt blijft tot enkele projecten waar meerdere lokale factoren samenkomen. Om het mogelijke vermogen van UDG-doubletten te kunnen inschatten, is (in [WP 3.2](#)) een studie uitgevoerd naar productiviteit en injectiviteit. Door onzekerheden over

breuken en doorlatendheid lopen de geschatte vermogens sterk uiteen: van 3 tot 180 MW per doublet. Voor een haalbare businesscase is naar verwachting ten minste 30 tot 60 MW nodig.

Methodes en technieken

Naast seismisch onderzoek zijn er andere geofysische meetmethoden waarmee de ondergrond in kaart kan worden gebracht ([WP2.1.4](#)). Methoden op basis van zwaartekracht en aardmagnetisme worden al regelmatig gebruikt bij aardwarmte-exploratie. Ze geven minder detail dan seismiek, maar kunnen seismische interpretaties wel ondersteunen, vooral in gebieden met weinig of minder goede seismische data. Andere technieken zijn minder gangbaar. Voor deze technieken is onderzocht of ze toepasbaar kunnen zijn binnen de Nederlandse geothermie, ook op andere diepteniveaus dan het Dinantien.

Conclusie

Binnen het programma is veel onderzoek gedaan om beter te bepalen of het Dinantien geschikt is als reservoir voor UDG in Nederland. De studies gingen onder meer over dikte, diepte, facies, doorlatendheid, temperatuur, risico's en mogelijke productie. Ze hebben geleid tot een publieke set ondergrondgegevens, interpretaties en rapporten en nieuwe inzichten over de Dinantien carbonaatlagen. Daarmee kunnen projecten op een eenduidige manier worden geanalyseerd en vergeleken. De onzekerheden rond UDG zijn hierdoor kleiner geworden, maar de doorlatendheid blijft de belangrijkste onzekerheid. Daarom kan UDG in Nederland op dit moment nog niet worden gezien als een bewezen duurzame energiebron. De onzekerheden zouden verkleind kunnen worden door uitvoering van een onderzoeksboring naar het beoogde reservoir, om de doorlatendheid daadwerkelijk te meten.