

# High Performance Geothermal Well (HIPE)

## Openbare samenvatting

### Projectgegevens

Projectnummer : THE117011

Projecttitel : Openbare samenvatting High Performance Geothermal Well (HIPE)

Penvoerder : iiprojects b.v.

Medeaanvragers : TNO Princetonlaan 6, 3584 Utrecht  
ECW Netwerk Agriport 109, 1775 TA Middenmeer  
Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL) Computerweg 11, 3821 AA Amersfoort  
Californië Lipzig Gielen Geothermie b.v. Wilhelminaplein 6, 5961 ES Horst  
Radial Drilling Europe b.v. Westhaven 34, 2801 PK Gouda  
Aardwarmtecluster 1 KKP B.V Hartogsweg 6, 8271 PE IJsselmuiden

Project periode : 15 juni 2017 tot 1 april 2023

“Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.”

## Uitgangspunten

Uit een groot aantal publicaties en interviews blijkt dat Radial Jet Drilling (RJD) in de olie- en gasmarkt succesvol het contact oppervlak tussen boorgat en reservoir kan verbeteren als de condities goed zijn<sup>1</sup>. Dit extra oppervlak wordt gemaakt door kanalen loodrecht op het boorgat te jetten. Een studie van TNO<sup>2</sup> laat zien dat 8 van deze kanalen met een lengte van 100 meter een debiet vergroting kunnen realiseren van 30 tot 300 % afhankelijk van het reservoir.

## Doelstelling

Het doel van het HIPE project was het technisch- en economisch potentieel van RJD voor geothermieoperaties in Nederland aan te tonen door het uitvoeren van experimentele RJD operaties in bestaande en nieuwe putten.

## Behaalde resultaten,

De potentiële opbrengsten (debietverhoging) zijn sterk afhankelijk van het reservoir en de warmtevraag. Voor vier locaties is de mogelijke toepassing van RJD onderzocht en voor twee locaties werd uiteindelijk een demonstratie uitgevoerd. De vier locaties die onderzocht werden, zijn:

- Een doublet in het Westland producerend uit de Delft Zandsteen
- Een sub-verticale injectieput in de Slochteren Zandsteen.
- Een injectie put in een verbreukt reservoir in het zuiden van Nederland.
- Een nieuwe put met als target de Slochteren Zandsteen.

Bij twee van de vier genoemde locaties is na verkennend onderzoek uiteindelijk geen RJD demonstratie uitgevoerd. De eigenschappen van het reservoir in het Westland zijn zo goed dat het maximale debiet niet bepaald wordt door het reservoir maar door de verbuizing en de warmtevraag. Een verbetering van het contact met het reservoir zou hier slechts beperkte toegevoegde waarde hebben. Het reservoir in zuid Nederland is niet meer beschikbaar voor het winnen van geothermische warmte.

Bij de twee locaties in de Slochteren zandsteen is er een RJD operatie uitgevoerd. Stimulatie van de injectieput in de Slochteren Zandsteen werd als zeer kansrijk beschouwd. Op de beschouwde locaties stroomt het water met moeite in en uit het reservoir wat vraagt om extra pompvermogen. Dit extra vermogen vraagt om extra investeringen en extra operationele kosten. Stimulatie van de put zou volgens de theorie binnen een jaar extra warmte kunnen leveren zonder extra pompvermogen. De kosten per MWh kunnen daardoor dalen.

### Eerste demonstratie

Tijdens de eerste demonstratie bleek er een groot verschil tussen de theorie en de praktijk te zijn. Na de stimulatie uitgevoerde puttesten toonden aan dat er waarschijnlijk geen debietverhoging behaald was. De kwaliteit van beschikbare data van zowel de put als de stimulatieactiviteit was helaas zeer beperkt. Er was zo veel onduidelijk dat besloten werd om diverse testopstellingen te bouwen. In deze opstellingen zijn combinaties van gereedschap, steenmonsters en sensoren getest.

---

<sup>1</sup> [https://radialdrilling.com/?page\\_id=23](https://radialdrilling.com/?page_id=23)

<sup>2</sup> [https://www.nlog.nl/sites/default/files/tno2015%20r10799%20radial%20drilling\\_final\\_public.pdf](https://www.nlog.nl/sites/default/files/tno2015%20r10799%20radial%20drilling_final_public.pdf)

## Tweede demonstratie

De tweede demonstratie in de Slochteren zandsteen met gebruik van de verbeterde datalogger heeft zeer gedetailleerde gegevens opgeleverd. De gerapporteerde penetratiesnelheid bleek veelal meer dan 3 meter per minuut en daarmee duidelijk sneller dan de testen in het bovengrondse gesteentes. Helaas is er geen duidelijk aantoonbare debietverbetering gerealiseerd. Het gemeten debiet ligt binnen het onzekerheidsbereik van het verwachte debiet. Een mogelijke verklaring voor de combinatie van de gemeten hoge penetratiesnelheid en het ontbreken van een debietverhoging is een probleem met het ondergronds ingezet gereedschap. De jet nozzle gaat zeer waarschijnlijk niet het reservoir in en kiest een weg tussen het gereedschap en het reservoir. De nozzle vervolgt zijn weg verder het boorgat in. De weerstand is hier veel minder dan in het reservoir wat de hoge snelheid verklaart.

Het data acquisitie systeem van de testopstellingen werd mobiel gemaakt en ingezet tijdens diverse opdrachten en testen binnen- en buiten de geothermische markt.

## Knelpunten

Er zijn een aantal knelpunten geïdentificeerd.

### De ondergrondse schoen

De schoen (afbeelding rechts) buigt de nozzle van een verticale richting in de put naar een meer horizontale richting in het reservoir. De schoen moet strak tegen het reservoir aangedrukt zijn zodat de nozzle alleen maar het reservoir in kan. Het lijkt er op dat de nozzle ruimte heeft gekregen om tussen de schoen en het reservoir terug de put in te gaan.



*Dit knelpunt komt zowel in een olie put als een geothermie put voor.*

### De lengte van de flexibele as

Een alternatief voor de nozzle is boren met een flexibele as (onderste afbeelding rechts). Dit is succesvol in de testomgeving gedemonstreerd. De flexibele as is op dit moment te kort om gaten van voldoende lengte te maken.



*Dit knelpunt komt zowel in een olie put als een geothermie put voor.*

### De hardheid van het reservoir

Bijna geen reservoir is gelijk. Het lijkt er op dat in de voor jetten geschikte reservoirs stimulatie niet nodig is. Reservoirs die wel gestimuleerd zouden moeten worden lijken te hard.

*Er is een groot verschil tussen de beide markten. In eerste instantie lijkt het verschil heel klein omdat;*

- *Olie voerende lagen bevatten ook water*
- *In de olie-industrie wordt ook water geïnjecteerd. Deze putten zijn eerder succesvol gestimuleerd (basis interview met zowel de eigenaar van RDS als Senior Operator).*

*Het verschil zit mogelijk in de leeftijd van de putten. Olieputten zijn veelal aan het einde van hun economische levensduur. De olie direct om het boorgat is inmiddels geproduceerd. De olie moet van verder komen en rond om de put is de toegang verslechterd door neerslag van zouten en vuil. Zelfs een hoog permeabel / hoog poreus reservoir heeft hier mee te maken. De eigenaren van deze reservoirs melden zich bij RDS en kunnen door de hoge permeabiliteit porositeit prima worden geholpen. De mineralisaties bevatten vaak ook kalk. De toevoeging van 15 tot 30 % zoutzuur helpt*

*het proces te versnellen. Natuurlijk melden zich ook operators van putten met een slechte permeabiliteit / porositeit en zal ook in deze markt jetten niet lukken. Echter gaat het in de olie markt om deze reden vaker goed.*

### **Het beperkt aantal putten per operator**

Het knelpunt beperkt zich tot de keuze van het juiste gereedschap. Mogelijk moet een lateral gemaakt worden door verschillende runs achter elkaar eventueel aangevuld met hulpstoffen. Het boren werkt goed maar heeft een beperkte diepte. Jetten kan goed werken maar heeft moeite met de eerste paar cm. Een combinatie van beide gereedschappen zou een oplossing kunnen zijn. Een hulpstof zou de snelheid kunnen vergroten. Het kost veel tijd en geld om dit ondergronds te testen. In andere markten is de mogelijk winst per put veel groter en is het aantal putten een veelvoud. Dit maakt testen voor dergelijke markten een stuk eenvoudiger.

*Ook hier lijkt op het eerste gezicht geen verschil. Toch is dit de factor met de grootste invloed om twee redenen;*

- *Door het veel grotere economisch potentieel wordt er langer gezocht naar een oplossing. Bij vijf geobserveerde projecten is er zeker een maand gezocht naar een oplossing. Het lijkt er op dat 2 van de vijf projecten als nog succesvol zijn afgerond.*
- *Het grootste verschil wordt veroorzaakt door dat een succes eindeloos wordt herhaald. Als een project succesvol is afgerond kan het kunstje nog tientallen keren worden uitgevoerd in hetzelfde veld. Een rekenvoorbeeld laat het verschil zien.*

	Geothermie	Olie
<b>Successcore project met 1 put</b>		
Kans op succes bij eerste put	10%	10%
Kans op succes na maand voorbereiden in de put		20%
<b>Successcore na stimulatie heel veld</b>		
Aantal putten nodig voor 1 succes		5
Aantal vervolg projecten in hetzelfde reservoir		100
Totaal aantal niet succesvolle putten		5
Totaal aantal succesvolle putten		100
Totaal aantal putten		105
Succesratio over een heel veld	10%	95%

*De cijfers over de succesratio zijn arbitrair. Het bovenstaande voorbeeld laat wel zien dat een succesratio van 1 op 5 door de aantallen oploopt tot 95 uit 100.*

## Oplossingsrichting

Er zijn meerdere wegen naar Rome. Diverse aanbieders hebben een vergelijkbare service waarbij de energie via water wordt overgebracht op het ondergronds gereedschap. De maximale beschikbare hoeveelheid water wordt bepaald door de diameter van de roestvrijstalen slang (coil tubing). Een grotere diameter dan 1 inch is niet meer eenvoudig te transporteren en maakt een technologie duur. De door RDS gebruikte coil levert ondergronds tussen de 5 en 15 kW energie af. Dit lijkt voldoende. RDS is waarschijnlijk de aanbieder met de meeste machines en daarmee de meeste kansen om verschillende soorten gereedschap snel te ontwikkelen en in bedrijf te nemen. Als deze uitwisselbaar zijn zou een prima oplossing ontstaan voor een groot aantal onbekende reservoirs. Andere aanbieders werken min of meer op dezelfde manier maar hebben een net iets ander gereedschap <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <http://www.maxperf.ca/maxperf-drilling-tool.php>

<https://www.fishbones.as/geothermal>

<https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2022/january-2022/micro-drilling-turbines-improve-efficiency-of-geothermal-systems.html>

## Perspectief voor toepassing;

RJD lijkt op basis van beschikbare informatie een prima oplossing voor zachte reservoirgesteenten. Geothermische reservoirs met een potentie voor stimulatie lijken nu grotendeels van een relatief harder gesteente type met een lagere porositeit. De standaard jet technologie werkt hier niet. Op termijn kunnen bestaande putten in zachte reservoirs ook problemen krijgen met afnemende productiviteit en injectiviteit en baad hebben bij stimulatie met RJD.

De lagere penetratiesnelheid bij harder gesteente stelt andere eisen aan het ondergrondse gereedschap. De nozzle zal veel meer tijd nodig hebben om een begin van een gat te maken. In deze tijd is de kans groot dat de nozzle niet een gat in het reservoir maakt maar juist een weg zoekt tussen schoen en reservoir. In de afbeelding rechts is te zien dat de nozzle focus mist en gaat "wandelen". De data van de tweede Slochteren demonstratie laat vaak een patroon zien waarbij de eerste meters tijd kosten en daarna een snelheid van meer dan 10 meter per minuut wordt bereikt. Deze hoge snelheid is een indicatie dat er niet gejet wordt, maar dat de nozzle in de put is. Het laboratorium sample liet een zeer ruw gat zien. Gatens met een lage penetratiesnelheid zouden succesvol kunnen zijn. Een mogelijke verklaring voor de geringe diepte is de ruwe wand. Deze zal extra weerstand geven voor de slang en daarmee de maximale diepte beperken.



## De bijdrage van het project aan de doelstellingen van de subsidieregeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)

Stimulatie van geothermieputten zou enkele tientallen procenten extra warmte kunnen opleveren in putten in het Slochteren Reservoir in het noorden van Nederland. Het is nog niet duidelijk of dit zowel economisch als technisch haalbaar is. Duidelijk is wel dat er voor een economisch haalbare casus minimaal 30 meter lateral per dag gejet moet worden.

Aangetoond kon worden dat de complete equipment op locatie volgens de wettelijke regels kan worden opgesteld en er op 2.000 tot 4.000 meter diepte water onder druk gebracht kan worden. Het proces is opgedeeld in deelprocessen en van ieder deelproces zijn de kritische waarden bepaald zodat het proces goed gestuurd kan worden. Wat ontbreekt is een boorsysteem dat beter past bij de Nederlandse ondergrond en die de nodige minimale lengte per dag kan leveren. Dit is een veel beter startpunt dan een paar jaar geleden. Als de volgende stap gemaakt kan worden zou de bijdrage aan de Nederlandse energiehuishouding substantieel kunnen zijn.

## Spin off binnen en buiten de sector

Er is nog geen spin off gerealiseerd.

## Overzicht van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden zijn:

Geological model and radial well design for wells HAG-GT-01 and HAG-GT-02, site Haagse Aardwarmte Leyweg (HAL). Author(s) E. Peters, J.G. Veldkamp<sup>4</sup>

Temperature changes in geothermal wells during shut-in Author(s) Veldkamp, J.G., Peters, E.<sup>5</sup>

Rock evaluation and recommendation for radial jetting experiments in the framework of the planned Koekoekspolder GT-03 well Author(s).<sup>6</sup>

Preparatory work for radial jet drilling operation in well CAL-GT-05, site Californië Veldkamp, J.G., Peters, E.<sup>7</sup>

## Meer informatie

Meer informatie kunt u krijgen via Ronald den Boogert onder +31 654268181 of [ronalddenboogert@radialdrilling.com](mailto:ronalddenboogert@radialdrilling.com)

---

<sup>4</sup> <https://publications.tno.nl/publication/34640900/wVyYvn/TNO-2018-R10260.pdf>

<sup>5</sup> <https://publications.tno.nl/publication/34640901/NkuYpi/TNO-2021-R10902.pdf>

<sup>6</sup> <https://publications.tno.nl/publication/34640902/nK758i/TNO-2020-R11034.pdf>

<sup>7</sup> <https://publications.tno.nl/publication/34640903/GAZAWk/TNO-2018-R11253.pdf>