

Eindrapportage DEI119027

GRE voering in stalen buizen voor geothermieputten

| | |
|-----------------|---|
| Projectlocatie: | Lange Broekweg te Naaldwijk |
| Datum: | 12 december 2022 |
| Status: | Definitief |
| Projectperiode: | 15 juli 2019 tot en met 1 augustus 2022 |
| Penvoerder: | Trias Westland B.V. |
| Projectleider | Gerrit Schurink |
| Auteurs: | Joram Bogers |
| Co-lezer: | Gerrit Schurink |

Inhoud

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Inleiding | 3 |
| 1.1 | Aanleiding | 3 |
| 1.2 | Doel en resultaten samengevat | 3 |
| 1.3 | Activiteiten | 3 |
| 2 | Deelnemers en uitbestedingsrelaties | 4 |
| 3 | Projectbeschrijving | 4 |
| 3.1 | Doelstelling..... | 5 |
| 3.2 | Resultaten | 6 |
| 4 | Projectaanpak | 6 |
| 5 | Bijdrage CO ₂ -reductie en verduurzaming | 10 |
| 6 | Innovatie..... | 10 |
| 6.1 | Product en productie | 11 |
| 6.2 | Putontwerp | 12 |

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Trias Westland B.V. heeft met de ontwikkeling van haar tweede geothermiedoublet in het Westland (TW2) de kans aangegrepen om een technische optimalisatie door te voeren in het ontwerp en materiaalkeuzes waardoor het project robuust en toekomstbestendig is.

In de geothermiesector is er grote behoefte aan ontwikkeling van de techniek om het risicoprofiel van projecten te reduceren. Vooral de kans op corrosie aan de putten is een groot risico. Door corrosie kunnen de putten beschadigen en water uit de dieper gelegen reservoirs naar de omgeving weglekken. Daarmee ontstaat een risico op milieuschade en de kans dat een project voortijdig buiten gebruik wordt gesteld. Dit demonstratieproject appelleert aan de behoefte om dat risico te reduceren.

De geothermiesector in Nederland is relatief jong. Er zijn een aantal projecten gerealiseerd en er wordt steeds meer kennis en kunde ontwikkeld. Dat neemt niet weg dat er nog veel potentieel is om de geothermiesector naar een hoger niveau te brengen. Er zijn een aantal specifieke problemen van de geothermie waarop dit project een oplossing heeft kunnen demonstreren:

- corrosie van de stalen verbuizing van de geothermieputten;
- vervroegde afschrijving van geothermieprojecten door corrosie;
- gebruik van chemicaliën om corrosie tegen te gaan en onbekend effect ervan op bodem en milieu;
- suboptimale ontwerp van de verbuizing van de geothermieputten; en
- monitoring van putintegriteit.

1.2 Doel en resultaten samengevat

Doel van dit project was het demonstreren van een nieuw type stalen buis die aan de binnenzijde gevoerd is met glasvezels versterkt epoxy. De voering is bovengronds in de stalen buizen geplaatst.

De materialen die in dit project zijn gebruikt waren bekend maar de innovatie zit in de samenstelling van de materialen en de specifieke toepassing. Deze innovatie vergde een proces van ontwerp, engineering, realisatie en demonstratie die specifiek is voor de Nederlandse situatie.

Ook het putontwerp is geoptimaliseerd. Daardoor wordt het geothermieproject beter geëxploiteerd tegen lagere investering- en operationele kosten. Aanvullend wordt de integriteit van de putten continue gemonitord. Waardoor het risico op milieuschade geminimaliseerd wordt omdat er direct ingrepen kan worden als er schade aan de buizen ontstaat.

In dit rapport wordt de afkorting GRE gebruik om de glasvezels versterkte epoxy aan te duiden. Het is een afgeleide van het Engelse Glass Reinforced Epoxy.

1.3 Activiteiten

Het project is uitgevoerd in vijf werkpakketen.

- 1 **Projectmanagement** - voor aansturing van het project en nemen van besluiten.
- 2 **Optimalisatie putontwerp en GRE voering** - van de stalen buizen in samenwerking met een leverancier.
- 3 **Realisatie van het geothermiedoublet** - gerealiseerd aan de Lange Broekweg te Naaldwijk.
- 4 **Validatie** - van toegepaste GRE gevoerde stalen buizen en het nieuwe putontwerp.
- 5 **Delen uitkomsten** - van dit project in de geothermiesector en kennisinstellingen. Met als doel de geothermiesector in Nederland naar een hoger niveau te tillen en daarmee de energietransitie te kunnen versnellen.

2 Deelnemers en uitbestedingsrelaties

Het demonstratieproject is uitgevoerd door Trias Westland B.V. Er is geen samenwerkingsverband waarbij partners risicodragend aan het project deelnemen. Daarnaast hebben diverse partijen expertise geleverd om het demonstratieproject tot een succes te maken.

Trias Westland

Trias Westland is een samenwerking van diverse partijen die het publiek belang dienen en een belangrijke rol hebben in de energietransitie. Hieronder worden kort de aandeelhouders benoemd.

HVC

HVC is een energie- en afvalnutsbedrijf van 48 aandeelhoudende gemeenten uit Noord-Holland, Zuid-Holland en Friesland en acht waterschappen. Als samenwerkingsverband van deze gemeenten en waterschappen beoogt HVC bij te dragen aan de doelstellingen van de deelnemende overheden op het gebied van duurzaam afval-, energie- en waterbeheer.

Royal FloraHolland

Royal FloraHolland heeft als de grootste coöperatie in de sierteeltsector een voorbeeldfunctie voor de totale glastuinbouw. Zij wil aanjager zijn op het gebied van innovatie en ontwikkeling met oog voor het maatschappelijke doel. Dit is dan ook de reden waarom FloraHolland graag partner is in het geothermieproject.

Capturam

Capturam is onderdeel van NV Juva en richt zich op innovatieprojecten ter ondersteuning van de energietransitie in het Westland. Juva Energy Support is de moedermaatschappij van Westland Infra, Anexo en Capturam en beschikt over unieke kennis van het tuinbouwsegment en haar specifieke energiebehoeften.

Coöperatie A.U.

Coöperatie A.U. behartigt de belangen van de warmteafnemers. Zij zijn via deze coöperatie aandeelhouder in Trias Westland. Zij hebben geen stemrechten of aansprakelijkheid maar worden na vijftien jaar de volledig eigenaar van het geothermiebedrijf. Dat is het moment waarop de leningen van de banken en de bovengenoemde initiatiefnemers zijn afgelost.

Derden

Bij de voorbereiding en uitvoering van het demonstratieproject zijn diverse partijen ingehuurd. Bijvoorbeeld voor het uitvoeren van de boring van de geothermieputten of voor de begeleiding van het financieringsproces en het omgevingsmanagement. Daarmee is de voorbereiding en de uitvoering van dit demonstratieproject niet anders dan bij een regulier geothermieproject. Wat afwijkt is de inpassing en demonstratie van de glasvezels versterkte epoxyvoering in de stalen buizen.

Voor het ontwikkelen van de GRE voering in de stalen buizen is samengewerkt met het National Oilwell Varco (NOV), afdeling Tubescape. NOV is een mondiaal opererend bedrijf dat voornamelijk service verleent aan de olie- en gasindustrie. NOV, afdeling Tubescape, is de producent van de GRE gevoerde stalen buizen. De afdeling Tubescape is in Aberdeen in Schotland gevestigd. NOV ziet een groot marktpotentieel voor corrosiebestendige buizen voor geothermie in Nederland.

De bijdrage van NOV Tubescape aan het project is de ontwikkeling van de GRE binnenbuizen in grote diameters, en het bindmiddel om de GRE voering aan de stalen buizen te hechten.

3 Projectbeschrijving

Het project is uitgevoerd conform de het projectplan dat is ingediend bij de aanvraag van de DEI+ subsidie.

GRE is als dunwandige buis aan de binnenzijde van stalen buizen gehecht. Dit zijn stalen buizen met een diameter van 13 3/8e inch en 9 5/8e inch die standaard gebruikt worden voor respectievelijk productie- en injectieput van geothermieprojecten. Via de productieput wordt warmwater uit de

geothermiebron onttrokken en via de injectieput wordt het gekoelde water weer geïnjecteerd. Dit water is vanwege het hoge zoutgehalte zeer corrosief voor de stalen buizen waardoor beschadigingen kunnen ontstaan en de warmteproductie moet worden stilgelegd.

De toepassing van een GRE voering in de stalen buizen is een oplossing van dit probleem want er ontstaat een corrosiebestendige mantel. Daarmee is de kwaliteit van de putten en het geothermieproject geborgd. Corrosie van de stalen buizen is één van de grootste risicofactoren voor geothermieprojecten. Het is een barrière voor de verdere ontwikkeling van aardwarmteprojecten in Nederland¹. Corrosie werd tot voor kort tegen gegaan door continu chemicaliën te injecteren. Als resultaat van dit project is het niet langer toegestaan dat voor nieuwe geothermieprojecten chemicaliën worden toegepast.

Corrosie verkort de levensduur van de geothermieput aanzienlijk. Hierdoor kunnen putten verloren gaan en moeten aardwarmteprojecten voortijdig stoppen. Dat is een doodsteek voor het project en de aardwarmtesector. Want financiering wordt daardoor moeilijker te organiseren en duurder. Ook het verkrijgen van de nodige vergunningen voor aardwarmteprojecten wordt daardoor lastiger. De vergunning voor het opsporen en winnen van aardwarmte worden verstrekt door EZK, het Staatstoezicht op de Mijnbouw (SodM), beoordeeld en houdt toezicht op de realisatie van de putten. Zij hebben in het rapport Staat van de Sector Geothermie² kritische noten geplaatst bij de veiligheidscultuur in de sector. Daar is corrosie en putintegriteit een belangrijk onderdeel van.

Putontwerp

De huidige putontwerpen van het geothermieproject zijn gebaseerd op die van de olie- en gasindustrie. Daar wordt met standaard kleinere diameters van de buizen gewerkt in de diepere ondergrond. Voor de olie- en gasindustrie is dat logisch omdat de geologische setting en eigenschappen van olie en gaswinning wezenlijk anders zijn dan die van aardwarmteprojecten.

Bij een aardwarmteproject is het van cruciaal belang dat de investering in de geothermieputten, het debiet (m³ per uur) en de benodigde elektriciteit om het warme water omhoog te pompen in verhouding staan tot de energie die uit het warme water wordt gewonnen. Deze verhouding is veel kleiner dan bij olie- en gasprojecten. Er is veel te winnen op dit gebied door het putontwerp beter aan te sluiten op de kenmerken van een aardwarmteproject.

Dat betekent dat de putdiameters aan de binnenzijde groter worden om meer water door te kunnen transporteren. Ook levert de toepassing van GRE gladde wanden op waardoor de weerstand in de put wordt verkleint ten opzichte van stalen buizen. Er is daardoor minder elektriciteit nodig om het grondwater omhoog te pompen.

3.1 Doelstelling

De drie doelstellingen van dit project waren als volgt:

- 1 Demonstratie van GRE voering in stalen buizen, die voorafgaand aan plaatsing in de grond zijn geproduceerd, ter voorkoming van corrosie in de exploitatiefase van het aardwarmteproject en daarmee het overbodig maken van chemicaliën.
- 2 Toepassing van de GRE gevoerde buizen in nieuwe geothermieputten met geoptimaliseerd putontwerp dat gebaseerd is op een grotere diameter dan tot nu toe gebruikelijk is in geothermieprojecten.
- 3 Continue monitoring van putintegriteit.

¹ Trouw – Frank Straver (21 januari 2019). Schadelijke lekkage dreigt bij alle duurzame aardwarmteprojecten in Nederland.

² Staatstoezicht op de Mijnen (12 juli 2017). Staat van de Sector Geothermie.

Het resultaat is dat injectie van corrosie werende chemicaliën niet meer nodig is, en door het innovatieve ontwerp de integriteit van de put continu kan worden gemonitord. Daarmee wordt voorkomen dat milieuschade optreedt door weglekkend water uit de geothermiebron.

3.2 Resultaten

Het project heeft de volgende resultaten opgeleverd conform hetgeen opgenomen is in het projectplan bij de indiening van de subsidieaanvraag:

- stalen buizen met GRE voering;
- potentieel 96 miljoen kg CO₂-uitstoot reductie over de looptijd van 30 jaar als gevolg van de GRE voering;
- geen gebruik van chemicaliën (inhibitor) voor het tegen gaan van corrosie;
- reductie risico van buiten bedrijf stellen geothermieproject door gecorrodeerde stalen buizen;
- dit eindrapport 1 jaar na ingebruikname van het geothermiedoublet als evaluatie van de GRE toepassing; en
- optimalisatie van het putontwerp creëert de mogelijkheid van de continu monitoring van de integratie van de put.

4 Projectaanpak

De uitvoering van het demonstratieproject was verdeeld over vijf werkpakketen. In tabel 4.1 is de verdeling van de werkpakketen weergegeven.

Tabel 4.1 *Werkpakketen demonstratieproject*

| WP | Korte beschrijving | Betrokken partijen | Resultaat |
|------------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1. Project-management | Opzetten en sturing geven aan project, besluitvorming en verantwoording. | Trias Westland | Financial close voor realisatie van het project. |
| 2. Ontwerp | Engineering van GRE voering voor grote diameters buizen en putontwerp. | Trias Westland i.s.m. NOV Tubescope | Ontwerp van GRE gevoerde stalen buizen. |
| 3. Realisatie | Realisatie geothermiedoublet met nieuw putontwerp en GRE gevoerde stalen buizen. | Trias Westland | Geothermiedoublet met GRE gevoerde stalen buizen. |
| 4. Validatie | Monitoren projectprestaties. | Trias Westland | Rapport. |
| 5. Kennis-disseminatie | Uitkomst projectprestaties delen via publicaties en bijeenkomsten. | Trias Westland | Publicaties en bijeenkomsten. |

Per werkpakket is een toelichting gegeven over de verloop in de van het project.

1 Projectmanagement

Het project is uitgevoerd en aangestuurd door Trias Westland. Trias Westland onderhoudt nauw contact met NOV over het ontwerp en de productie van de GRE gevoerde stalen buizen. Daarnaast initieert en organiseert Trias Westland het gehele traject van ontwerp tot exploitatie, het geothermieproject waar de GRE gevoerde stalen buizen worden gedemonstreerd en het geoptimaliseerde putontwerp.

2 Ontwerp

In dit werkpakket zijn de details van het project uitgewerkt. Hierbij lag de focus op de ontwikkeling van de GRE voering wordt geproduceerd. Daarnaast optimaliseert Trias Westland het putontwerp.

- Ontwikkeling mal waarmee de dunwandige GRE buis wordt gemaakt die als voering in de stalen buis wordt toegepast.
- Ontwikkeling juiste samenstelling en opbouw van GRE buis. Bepalend hierin is de hoek waarin de vezels worden geplaatst, de exacte dikte van de GRE buis en samenstelling van de diverse componenten.
- Ontwikkeling bindmiddel om de GRE aan de stalen buizen te hechten. Dit moet aan diverse eisen voldoen om een goede hechting mogelijk te maken.

- Ontwikkeling apparatuur om het bindmiddel tussen de GRE en de stalen buis te kunnen injecteren.
- Ontwikkeling van corrosiebestendige koppelingringen in de GRE gevoerde buizen. Speciaal design van de diameters.
- Detailontwerp van productie- en injectieput die specifiek voor geothermie is.
- Een putontwerp die corrosiebestendig is en de putintegriteit continu gemonitord kan worden door een afgesloten 'annulus' te creëren rondom het grondwaterniveau en daarmee het drukk niveau in de put continue te kunnen monitoren.

In hoofdstuk 6 is de innovatie van dit project verder toegelicht.

3 Realisatie

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de verschillende onderdelen van het realisatietraject inclusief een activiteitenbeschrijving weergegeven.

De ingebruikname van het geothermiedoublet heeft gedurende het project vertraging opgelopen. Er zijn twee belangrijke redenen voor de vertraging.

Ten eerste omdat start boring niet in maart 2020 maar juni 2020 is gestart. Dit heeft te maken met de dynamiek van zo'n complex project als geothermie. Dan zit de uitloop van de planning in een klein hoekje. Bijvoorbeeld voor het verkrijgen van financial close en het organiseren van de start boring. De vertraging is uiteindelijk een opeenstapeling van diverse gebeurtenissen. Een kwartaal vertraging is dan nog beperkt.

Ten tweede heeft de vertraging te maken met afspraken over de financiering van het project. De boorputten zijn medio 2020 gerealiseerd maar het doublet kon op dat moment nog niet in gebruik genomen worden. Hiervoor moet de noodzakelijke infrastructuur (leidingen) worden gerealiseerd om de warmte naar de eindgebruikers te transporteren. De financiering voor de infrastructuur is na aantonen het doublet goed functioneert vrijgekomen. Het organiseren en realiseren van de infrastructuur kost tijd. Uiteindelijk is het geothermiedoublet in juli 2021 in gebruik genomen.

4 Validatie

Gedurende het eerste jaar van de exploitatie is de toepassing van de GRE voering en het putontwerp worden gevalideerd. Er is onder ander gekeken naar de vooraf verwachte uitgangspunten. In tabel 4.4 zijn de resultaten van de validatie weergegeven.

Tabel 4.2 Resultaten van de validatie

| Uitgangspunt | Verwacht resultaat | Werkelijk resultaat |
|---------------------------|--|---|
| Realisatietermijn doublet | Door het aangepaste putontwerp van twee type buizen in plaats van drie is de verwachting dat de boorperiode sneller gaat voor TW2. Hierbij kan er vergelijk gemaakt worden met Trias Westland 1 (TW1). | Dit onderdeel succesvol verlopen. In paragraaf 6.2 is putontwerp nader toegelicht. In totaal is de bouwtijd door mede door het aangepaste putontwerp ongeveer een maand korter ten opzicht van een regulier putontwerp met stalen buizen in drie verschillende maten en de toepassing van screens. |
| Lagere boorkosten | Lagere boorkosten door sneller boren. | Door de aanpassing van het putontwerp zijn ook de totale boorkosten lager. Als referentie is dit project (TW2) vergeleken met voorgaande project (TW1). De lagere bouwkosten heeft verschillende oorzaken. <ul style="list-style-type: none"> • Kortere bouwtijd. De totale bouwtijd van TW2 was ongeveer 30 dagen per put, totaal 60 dagen. Bij TW1 was de bouwtijd een maand langer voor twee putten. De kortere bouwtijd is mogelijk doordat dat er perforatie (gaten schieten in de buizen) wordt toegepast in plaats van screens die worden geplaatst. Dit levert een besparing op door een kortere huur boortoren: <ul style="list-style-type: none"> ○ een week per put voor het boren zelf |

| | | |
|-----------------------|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ○ een week per put voor runnen van screens. ● Kleiner vermogen ESP-pomp door de grotere diameter van de productieput levert een besparing op. ● Kleiner vermogen injectiepomp door de grotere diameter van de injectieput geeft een besparing. |
| Exploitatiekosten | De verwachting is dat de exploitatiekosten lager worden omdat de benodigde pompenergie lager is. Daarnaast vervallen de kosten van de chemicaliën die nodig zijn om corrosie te voorkomen (inhibitors) en de kosten van periodieke monitoring van de putintegriteit. | <p>De besparingskosten zijn opgebouwd uit reductie energieverbruik door een kleinere ESP-pomp, reductie pompenergie bij de injectieput en voor vermeden verbruik inhibitors.</p> <p>Elektraverbruik ESP-pomp productieput Het elektraverbruik van de ESP-pomp in de productieput is bij TW2 aanzienlijk lager dan bij TW1. Dat komt doordat het benodigde vermogen van de pomp lager is bij TW2 dan bij TW1.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● TW1 ESP-pompvermogen 1.600 pk ● TW2 ESP-pompvermogen 675 pk <p>Deze verlaging komt door het nieuwe putontwerp met een grotere binnendiameter van de GRE bij TW2 dan bij TW1 en door de verminderde frictieweerstand van de GRE-voering door die grotere binnendiameter.</p> <p>Het lagere pompvermogen leidt tot een geschat lager.</p> <p>Elektriciteitsverbruik injectieput Ook voor het injecteren van het opgepompte water in de injectieput kost minder elektriciteit. Het aantal bar dat nodig is voor de injectie is bij TW2 bijna twee keer lager dan bij TW1.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● TW1: injectie met 54 bar ● TW2: injectie met 24 bar <p>Dit verschil vertaalt zich in vermindering van elektrisch.</p> <p>Perforatie versus screens Ook perforeren van de buis bij TW2 geeft goede resultaten. Dit is een alternatief op de toepassing van screens. Perforeren is goedkoper (investering) en minder risicovol. Screens zijn gevoelig voor vervorming. Door perforatie is er minder risico op het stil moeten leggen van de productie. Deze grotere betrouwbaarheid en productiviteit heeft naar verwachting lagere exploitatiekosten. Perforeren geeft ook een aantoonbaar betere flow in de putten. Dat is te zien aan de lagere ESP-pompvermogen en een lagere injectiedruk. Door perforatie ontstaan langere tunnels horizontaal vanaf de productieput vanaf wat de toestroom van grondwater vergemakkelijkt. Daardoor ontstaat een lagere flow rate en daardoor wordt er ook geen zand mee produceert. Omdat er geen zand wordt mee geproduceerd zijn screens overbodig. De belangrijkste functie van de screens is het voorkomen dat zand mee wordt opgepompt.</p> <p>Inhibitor Omdat de GRE-mantel voldoende bescherming biedt tegen corrosie van de stalen putbuizen hoeven geen chemicaliën (inhibitors) te worden toegepast die traditioneel worden toegepast in de geothermie.</p> |
| Corrosiebestendigheid | Corrosiebestendigheid van de putten | De corrosiebestendigheid van de putten laat tot nu toe goede resultaten zien. Via het monitoringssysteem wordt de integriteit van de |

| | | |
|----------------|--|--|
| | | putten continue gemonitord. Daarnaast zijn er visuele inspecties uitgevoerd met zogenoemde 'camera runs' om de kwaliteit van de injectieput te bekijken. Daaruit blijkt dat de GRE volledig in tact is na ongeveer een jaar na realisatie van de injectieput van TW2. |
| Putintegriteit | Werking Well Integrity management system | <p>Door toepassing van het well integrity management system (WIMS) kan de putintegriteit continue worden gemonitord.</p> <p>Integriteit betekend dat de stalen buizen van de productie- en injectieput niet verroesten en grondwater naar de naar de omgeving kan gaan lekken. De monitoring gebeurt door druk te zetten op de annulus van ongeveer 2 bar. De annulus is de ruimte tussen de buiten en binnenste stalen buis waarin de GRE-voering is toegepast. Met een sensor wordt de druk van 2 bar continue gemonitord. Wanneer de druk wegvalt wordt een waarschuwingssignaal afgegeven en kan er tijdig worden ingegrepen.</p> <p>Het WIMS werkt goed en wordt ook bij nieuwe projecten toegepast. Een goed werkende WIMS is een vereiste van de Staatstoezicht op de Mijnbouw voor de in gebruik name van geothermieprojecten.</p> |

5 Kennisdisseminatie

Een belangrijk onderdeel van het demonstratieproject is het delen van kennis en ervaring om ook voor ander geothermieprojecten toepasbaar te maken. De kennis is breed verspreid via onderstaande activiteiten.

- Met alle geothermie operators en de geothermiesector zijn de ontwerpen van TW2 uitvoering besproken.
- Het nieuwe putontwerp van TW2 is de basis geworden voor de nieuwe leidraad putontwerp voor geothermieputten in Nederland. Via de branche vereniging Geothermie Nederland is deze leidraad voor iedereen beschikbaar.
- Alle nieuwe geothermieputten moeten voldoen aan de vereisten van de Staatstoezicht op de Mijnbouw en het ministerie van Economische Zaken. Daarin wordt vereist dat er een Well Integrity Management System wordt toepassing en geen gebruik wordt gemaakt van corrosiewerende inhibitoren. Het TW2 project heeft daarvoor het bewijs geleverd dat dit mogelijk is en een voorbeeld voor toekomstige projecten.
- EBN en TNO zijn nauw betrokken bij de ontwikkeling TW2. Zij ontvangen van Trias Westland alle drilling rapporten om bij te dragen aan de kennisopbouw van de geothermiesector.
- Door de goede resultaten en vertrouwen dat bij de ontwikkelaar, operator en afnemers is ontstaan is een vervolg gegeven aan de geothermieontwikkeling in het Westland. Er wordt op dit moment gestart met de realisatie van zes nieuwe putten in Maasdijk. Daarnaast staan er twee nieuwe putten in Polanen gepland en twee putten in Wateringen. Allen gebaseerd op de ontwikkelde technologie en ontwerp van TW2.
- Als resultaat van TW2 heeft operator ECW (Middenmeer) zijn gecorrodeerde geothermiedoubletten nu reeds voorzien van GRE-productiebuizen die afkomstig zijn van Tubescope.
- Door de verschillende leveranciers in dit project met elkaar te verbinden, stalen buizen producent (ITECO) en GRE-voering producent (Tubescope), is er een efficiënte aanvoerlijnen ontstaan die de geothermiesector in Nederland optimaal kan bedienen.

Door kennisdeling kan de geothermie zich via op een transparante en democratische wijze tot een volwassen sector ontwikkelen.

5 Bijdrage CO₂-reductie en verduurzaming

CO₂-uitstoot

Het demonstratieproject heeft een directe bijdrage aan de CO₂-reductie bij de exploitatie van het geothermiedoublet. De CO₂-reductie wordt primair behaald door een lager elektriciteitsverbruik om het water uit de productieput te pompen en de injectieput in te pompen.

De reductie in pompenergie komt door de combinatie van een aangepast putontwerp en de dunne GRE-voering waardoor een grotere binnendiameter in de buis ontstaat. Door deze grotere diameter kan een groter waterdebiet stromen. Bijkomend voordeel is dat de GRE-voering een lagere frictieweerstand heeft dan een stalen buis. Dit geeft bij elkaar een lagere weerstand waardoor minder pompenergie nodig is om eenzelfde hoeveelheid warmte te kunnen leveren.

Op basis van de monitoring en evaluatie van het systeem blijft de verwachte CO₂-reductie bij TW2 ten opzichte van een traditioneel systeem met stalen buizen in stand. Over de gehele looptijd van 30 jaar het project een verwachte directe besparing op van ruim 6,2 miljoen kg CO₂-uitstoot. Op basis van de resultaten is deze verwachting bijgesteld naar een besparing van 96 miljoen kg CO₂-uitstoot. In tabel 5.1 is de berekening van de CO₂-reductie weergegeven.

Tabel 5.1 Directe CO₂-reductie

| Omschrijving | Oorspronkelijke verwachting | Bijgestelde verwachting | Eenheid |
|---|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Vermeden pompenergie | 373.333 | 5,7 miljoen | kWh/jaar |
| CO ₂ -uitstoot | 0,56 | 0,56 | kg CO ₂ /kWh elektriciteit |
| Vermeden CO ₂ -uitstoot | 209.067 | 3,2 miljoen | kg CO ₂ /jaar |
| Totaal vermeden CO ₂ -uitstoot | 6.272.000 | 96 miljoen | kg CO ₂ (30 jaar) |

De belangrijkste oorzaken voor de veel grotere besparingspotentieel is een veel hoger vermeden elektriciteitsverbruik door de ESP-pomp en de injectiepomp.

Milieu

Even zo belangrijk als de CO₂-uitstoot is de bijdrage van dit project aan de verduurzaming van geothermie waarbij het risico op milieuschade wordt gereduceerd. Milieuschade kan ontstaan wanneer stalen buizen als gevolg van corrosie beschadigen en water uit de geothermiebron naar andere bodemlagen lekt. Door toepassing van de GRE voering en door de continue monitoring via het Well Integrity Management System is de toepassing van inhibitoren niet meer nodig. Daardoor kunnen deze chemicaliën niet meer weglekken naar de omgeving. Bijkomend voordeel is dat het risico om voortijdig de exploitatie van aardwarmte te moeten stoppen door corrosie nagenoeg nul is doordat het corrosieve water uit de geothermieputten geen corrosie veroorzaken op de GRE voering.

6 Innovatie

De innovatie zit hem in de combinatie van technieken waarmee een nieuw product ontstaat. De stalen buizen die in de geothermieputten worden geplaatst worden op voorhand aan de binnenzijde bekleed met GRE ter bescherming tegen corrosie. Zo op het eerste gezicht lijkt de innovatie vrij eenvoudig, maar als we dieper inzoomen op het demonstratieproject kunnen we twee innovaties onderscheiden.

- Product en productie.
- Putontwerp.

6.1 Product en productie

De voering van GRE in een stalen buis is op zichzelf niet nieuw. In de olie- en gasindustrie wordt dit al toegepast³. Maar daarbij zijn de buizen veel kleiner waardoor de druk die op de buizen komt te staan goed weerstaat. Daarnaast wordt GRE nu ook al toegepast in bestaande geothermieputten. In dat geval wordt GRE als een dikwandige buis van wel 5 centimeter dikte in een bestaande put geschoven.

In dit demonstratieproces is een dunwandige GRE buis van ongeveer 4 millimeter in een stalen buis geplaatst met een grote diameter van 13 3/8e inch en 9 5/8e inch die standaard gebruikt worden voor respectievelijk productie- en injectieput voor geothermie. Dat zijn veel grotere diameters dan in de olie- en gasindustrie gebruikelijk zijn. Doordat de GRE dunwandig is ontstaat een grotere binnen diameter waar meer water doorheen kan stromen (meer kubieke meter water per uur). Daarnaast is er minder weerstand van de leidingen door de eigenschappen van het GRE waardoor er minder pompenergie nodig is om water omhoog te pompen via de productieput en het terugpompen via de injectieput. Het verwachte resultaat na een jaar van productie is een significant lagere elektriciteitsverbruik.

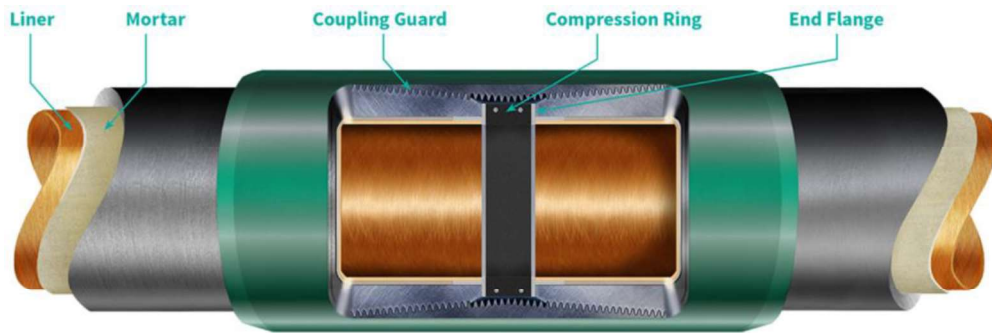
Om de GRE gevoerde stalen buizen te kunnen maken is eerst de GRE geproduceerd. Het gaat om een dunwandige GRE buis van ongeveer 4 millimeter maar met een grote diameter die precies past in een 13 3/8e inch en 9 5/8e inch buis over de totale lengte van 12 meter. De GRE wordt in de stalen buizen geplaatst. Hiervoor is door NOV een aangepast productieproces ontworpen. In basis zijn het mallen die bestaat uit een stalen kern die ronddraait en waar omheen de GRE wordt gegoten.

Vervolgens wordt de mal (stalen kern) verwijderd en houd je een dunwandige GRE buis over. Deze GRE buis wordt in de stalen buis voor de geothermieputten geschoven. De holte tussen de GRE en de stalen buis is ongeveer 3 millimeter. Deze holte wordt opgevuld met een bindmiddel om de GRE aan de stalen buis te hechten. Er zijn in dit proces verschillende technieken ontwikkeld en getest om de juiste hechting te laten plaats vinden welke gelijkmatig verdeeld is tussen over de gehele lengte van de buis. Bijvoorbeeld de wijze waarop de mallen ontworpen moet worden en de eigenschappen van de dunwandige GRE voering.

Het bindmiddel is speciaal voor dit project ontwikkeld omdat het specifieke eigenschappen moet hebben. Het moet een lage viscositeit hebben om in de holle ruimte van 3 millimeter dikte tussen de GRE en de stalen buis geperst te worden. Daarbij mag de persdruk mag niet te hoog zijn want dan kan de GRE in elkaar klappen. Het bindmiddel moet daarnaast snel drogen maar mag niet krimpen of uitzetten. Ook moet het bindmiddel zich gelijkmatig verdelen tussen de stalen buis en de GRE. Om dit goed te kunnen testen en monitoren heeft Trias Westland plexiglas kokers geleverd die dezelfde lengte en diameter heeft van de stalen buizen voor de geothermie putten. Na dat het productieproces onder de knie is kunnen de stalen buizen worden gevoerd met GRE.

Om te voorkomen dat bij de GRE gevoerde stalen buizen een lekkage ontstaat op het punt waar twee buizen aan elkaar worden geschroefd, komt er een ring tussen beide buizen die precies over de twee buizen past. Dit zal specifiek voor de GRE gevoerde stalen buizen aangepast moeten worden. De koppeling tussen twee GRE gevoerde stalen buizen is een zogenoemde API connection zoals in figuur 6.1 is weergegeven.

³ Website Tuboscope™ TK™ Liner:
https://www.nov.com/Segments/Wellbore_Technologies/Tuboscope/Corrosion_Control/TK_Liner.aspx



Figuur 6.1 API Connection

6.2 Putontwerp

Tot op heden zijn de putten van geothermieprojecten gebaseerd op de ontwerpen die ook bij de olie- en gasindustrie worden toegepast. In het nieuwe putontwerp is een optimalisatie toegepast waardoor de put een grotere diameter krijgt en beter in staat is om energie te winnen uit warm water.

In het traditionele putontwerp worden verschillende buisdiameters en dikten toegepast in combinatie met screens in de bron. Dit had voornamelijk te maken met de hogere drukken die van toepassing zijn bij olie- en gaswinning. In figuur 6.2 is dit zichtbaar en heeft de onderste buis een diameter van 9 5/8 inch. De hogere drukken zijn niet van toepassing in reguliere geothermieprojecten tot ongeveer 3.000 meter diepte. Voor geothermieprojecten kun je dus uit met twee diameters. Dit is in figuur 7.3 zichtbaar. Beide figuren zijn tevens als bijlage I bijgevoegd.

| Nr. | Item Description | Wellhead and Xmasree | Depth | | Hole ID | Pipe OD | | Collar OD | Pipe ID | Pipe ID | |
|-----|--|--|-------|------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|--------|
| | | | m | ft | | m | in | | | | m |
| 1 | 30' 0.5" WT S355 Conductor | NLW-GT-02-S1 1x joint 6.5S 32# L80 installed below tubing hanger. | 134 | 134 | 35.433 | 30.000 | welded | 29.000 | 29.000 | | |
| 2 | 20' x 16" liner hanger & packer X/O to 13 5/8" 20' 133# NT95DE ERW BTC Casing | | 975 | 992 | 1085 | 1102 | 24.00 | 21.000 | 18.730 | 18.542 | |
| | | | 1089 | 1106 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 3 | 13 5/8" x 9 5/8" Liner Hanger + Packer 13 5/8" 882# L80 VAM21 Liner + Tie back | | 2254 | 2325 | 2297 | 2376 | 17.6" | 13.625 | 14.699 | 12.375 | 12,250 |
| | | | 2304 | 2385 | | | | | | | |
| | | | 2365 | 2460 | | | | | | | |
| | | | 2368 | 2464 | | | | | | | |
| | | | 2453 | 2578 | | | | | | | |
| 4 | 9 5/8" 53.5# L80 VAM21 WWIS | | 2499 | 2842 | 2525 | 2850 | 12.25" | 9.625 | 10.542 | 8.536 | 8,500 |
| | | | | | | | | | | | |

Figuur 6.2 Huidig putontwerp

| Nr. | Item Description | Wellhead and Xmasree | Depth | | Hole ID | Pipe OD | | Collar OD | Pipe ID | Pipe ID | Geology |
|-----|---|------------------------------|-------|------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|--|
| | | | m | ft | | m | in | | | | |
| 1 | 20' 0.5" WT S355 Conductor | NLW-GT-03 Production well | 125 | 125 | 30" | 28.000 | welded | 25.000 | - | - | North Sea Group |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | 20' x 16" liner hanger & packer X/O to 13 3/8" 20' 133# NT95DE ERW BTC Casing | | 790 | 790 | 24" | 20.000 | 21.000 | 18.730 | 18,542 | | 712 721 Chalk Group |
| | | | 890 | 890 | | | | | | | 1046 1046 Chalk Group |
| | | | 1200 | 1200 | | | | | | | 1172 1172 M (Holland) |
| | | | 1518 | 1530 | | | | | | | 1728 1763 M (Vlaand) |
| | | | 2253 | 2348 | | | | | | | 2212 2302 Top Deft 2298 2398 Blaze Deft 2341 2445 Scheldend Group |
| 3 | 13 3/8" 68# L80 13%Cr VAMTOP casing | | 2420 | 2540 | 18" TD | 13.375 | 14.175 | 12.415 | 12,250 | | 2867 2842 Alena |

Figuur 6.3 Nieuw putontwerp

In het nieuwe putontwerp wordt de 9 5/8 inch niet toegepast maar de stalen buizen met een diameter van 13 3/8 inch voor het onderste gedeelte, inclusief GRE voering en perforaties in het onderste gedeelte in plaats van screens.

Voor de bovenste 800 meter van het nieuwe putontwerp wordt in zowel de injectie- als de productieput een dubbele stalen buis geplaatst. De binnenste buis is GRE gevoerd. Tussen de twee buizen is een holle ruimte die met brine wordt gevuld en onder druk wordt gezet en er een 'annulus' ontstaat die continue de putintegriteit monitort. Zodra er verandering in druk op treedt kunnen maatregelen

genomen worden om te voorkomen dat er beschadigingen of lekkages ontstaan. Bijvoorbeeld de holle ruimte tussen de twee buizen vol te storten met cement om een lek te dichtten.

In de voorgaande ontwerpen van geothermieputten is er geen annulus aanwezig. Daardoor moet elke twee jaar de geothermie-installatie stil worden gelegd en de ESP pompen uit de putten worden gehaald om de wanden van de putten te inspecteren. Deze zogenoemde kalibratieruns zijn een kostbare operatie.

Een nadeel van het traditionele ontwerp is dat door corrosie de wanddikte van de stalen buizen dunner wordt. Een risico is dat daardoor de stalen buis in elkaar kan klappen door de druk die op de buizen staat. Wanneer op aangeven van de SodM de veiligheid en controles op de putten intensiever zou worden, dit corrosieprobleem wordt opgelost met de GRE voering en de monitoring door de annulus continue worden gedaan (Well Integrity Management System) waardoor kalibratieruns niet meer nodig zijn. Daar zit een dubbele winst.

Nog een voordeel van dit putontwerp is de verkorte realisatietermijn. Na realisatie van de geothermieputten hoeven er niet nadien losse GRE buizen in de putten te worden geplaatst als alternatief op de inhibitors. Dit scheelt ongeveer een maand aan realisatietijd.