

Janssen Pharmaceutica NV

Turnhoutseweg 30  
B-2340 Beerse, Belgium



Janssen Pharmaceutica nv  
Eindrapport betreffende de waarborg voor het opsporen en winnen van aardwarmte  
in de diepe ondergrond in de regio Beerse  
Datum: 14 Juni 2023

## Inhoud

1.	INLEIDING .....	3
2.	PROJECTGEGEVENS.....	3
3.	RESULTATEN .....	3
4.	UITVOERING VAN HET PROJECT .....	4
5.	VERSCHILLEN TUSSEN BEGROTING EN WERKELIJK GEMAAKTE KOSTEN .....	4
6.	PERSPECTIEF .....	5
7.	EINDCONCLUSIE .....	6
8.	BIJLAGEN .....	6

## 1. Inleiding

In oktober 2018 diende Janssen Pharmaceutica een aanvraag in voor de waarborgregeling voor het opsporen en winnen van aardwarmte in de diepe ondergrond, ingesteld door de Vlaamse overheid. De waarborgregeling helpt om het risico af te dekken als gevolg van de geologische onzekerheid die er nog is bij aanvang van het boren naar aardwarmte. Meer specifiek zijn de diepte, dikte en doorlatendheid van het reservoir niet exact gekend op de plaats van de boring, evenals de samenstelling en temperatuur van het water. Deze parameters bepalen samen het thermische vermogen dat het project kan realiseren.

Na het aanleveren van bijkomende toelichting en aanvullingen op het dossier, werd de aanvraag van Janssen Pharmaceutica goedgekeurd in maart 2019 (Ministerieel besluit tot toekenning van een waarborg voor het opsporen en winnen van aardwarmte in de diepe ondergrond in de regio Beerse aan Janssen Pharmaceutica nv). De waarborg werd toegekend met een verwacht P90 vermogen van 8,4 MW.

Dit document vormt het eindrapport voor de waarborgregeling voor het geothermieproject van Janssen Pharmaceutica op de site in Beerse. Het rapport is opgesteld volgens het opgegeven format (Bijlage 6 Model eindrapportage).

Na de inleiding (Hoofdstuk 1) en de projectgegevens (Hoofdstuk 2) worden de resultaten van het project voorgesteld in Hoofdstuk 3. Hier worden de werkelijke geologische parameters zoals diepte en dikte van het reservoir, de stromingseigenschappen van het reservoir, en de eigenschappen van het water (temperatuur en zoutgehalte) behandeld. Op basis van de geactualiseerde parameters zijn berekeningen gemaakt in DoubletCalc om het werkelijke thermische vermogen van het doublet te bepalen en te vergelijken met het verzekerde scenario.

In Hoofdstuk 4 wordt de uitvoering van het project beschreven (boringen en puttesten) en worden de verschillen in uitvoering ten opzichte van de geplande werken (zoals opgegeven in de aanvraag voor de waarborgregeling) toegelicht. De problemen die zich door overmacht voordeden tijdens de uitvoering worden tevens vermeld. Tenslotte wordt in Hoofdstuk 5 een overzicht gemaakt van de werkelijke kosten en wordt een verklaring gegeven voor de belangrijkste verschillen ten opzichte van de vooraf ingeschatte kosten. Het verdere perspectief komt aan bod in Hoofdstuk 6, terwijl de eindconclusie is opgenomen in Hoofdstuk 7.

## 2. Projectgegevens

Aanvrager	Janssen Pharmaceutica NV
Projecttitel	Geothermie Janssen Beerse
Projectleider	Chris Van Offenwert
Projectperiode	November 2018 – Juni 2023

## 3. Resultaten

De resultaten worden uitvoerig besproken in bijgevoegd rapport van VITO (bijlage 1 - 2023\_RMA\_R\_2981\_Eindrapportage\_JnJ-Beerse\_Resultaten-en-Uitvoering\_14062023).

In dit onderdeel wordt verder ingegaan in de Geologie en de eigenschappen van het formatiewater. Verder wordt de transmissiviteit en de permeabiliteit besproken. Aansluitend worden de resultaten verwerkt om zo een gerealiseerd vermogen te bekomen.

#### 4. Uitvoering van het project

Toelichting bij het uitgevoerde project wordt uitvoerig besproken in bijgevoegd rapport van VITO (bijlage 1 -2023\_RMA\_R\_2981\_Eindrapportage\_JnJ-Beerse\_Resultaten-en-Uitvoering).

Onder dit deel wordt ingegaan op de uitgevoerde boring met betrekking op de Injectie put Beerse GT-02 en de Productie put Beerse GT-01a. Aansluitend wordt ook de testfase meer in detail besproken waarbij uiteindelijk de putten samen getest werden via een Closed loop test.

#### 5. Verschillen tussen begroting en werkelijk gemaakte kosten

Volgend overzicht geeft het verschil weer tussen de originele projectbegroting en de werkelijk gemaakte kosten. Meer detail wordt in bijlage meegedeeld (bijlage 2 - Projectbegroting Janssen Waarborgregeling - Actuals 2023-Finaal).

	Schatting 2018	Werkelijke kost
<b>A Onderdeel A Investeringskosten</b>		
A1 Ondergrondse investeringskosten (zie toelichting hieronder)	12,447,500	18,961,706
A2 Bovengrondse investeringskosten (vast bedrag = pomp en toebehoren, of dichten put(ten))	500,000	500,000
A Totale Investeringskosten	12,947,500	19,461,706
<b>B Onderdeel B: Voordeel uit overige subsidies en andere verzekeringen</b>		
Overige subsidies of financieringen van overheidswege	2,597,025	3,500,000
<b>C Onderdeel C: Gevraagd Waarborgbedrag per deelnemer</b>		
C1 A Investeringskosten	12,947,500	19,461,706
C2 B Voordeel uit overige subsidies	2,597,025	3,500,000
C3 Verwachte in aanmerking komende investeringskosten (A-B)	10,350,475	15,961,706
<b>D Onderdeel D: Totaaltelling over alle deelnemers</b>		
D1 Investeringskosten	12,947,500	19,461,706
D2 Voordeel uit overige subsidies/verzekeringen	2,597,025	3,500,000
D3 Verwachte in aanmerking komende investeringskosten	10,350,475	15,961,706
D4 Maximum gewaarborgd bedrag (=85% * D3, met een maximum van € 11.050.000 of € 18.700.000 bij diepe put)		
<b>E Vermogen waarover waarborg wordt aangevraagd</b>		
Vermogen waarover waarborg wordt aangevraagd	10.2	

De kosten voor de uitvoering van de boringen zoals oorspronkelijk voorzien liggen in lijn met de inschattingen.

De grootste meerkosten vallen onder:

- De aanvullende diensten voor het aanmaken en opvolgen van de boorvloeistof, het gestuurd boren, het cementeren van de casing, en de data-acquisitie (+0,53 M Euro): de hogere kost heeft vooral te maken met de grotere hoeveelheid en hogere eenheidsprijzen voor solids en fluids
- Het leveren van materialen zoals de casing (+0,44 M Euro): tijdens de boring moesten nog bijkomende materialen besteld worden
- Het afvoeren van cuttings, boorvloeistof en cement (+0,16 M Euro): de extra kost is het gevolg van een groter volume, bijkomende afvalstromen en de nodige uren assistentie
- Het uitvoeren van de ESP pomptest (+0,13 M Euro)

Daartegenover staan meerdere posten waar de gemaakte kosten lager uitvielen dan ingeschat. Het gaat hierbij voornamelijk om:

- De kosten voor de boortoren en de bediening (drilling contractor) (-0,35 M Euro) vielen lager uit omwille van de snellere uitvoering van Beerse-GT-02
- Het constructiemanagement (-0,10 M Euro): een deel van het werk werd opgevangen door de supervisor
- Het gieten van de beton voor de boorlocatie (-0,44 M Euro): er waren grote verschillen tussen de offertes en de prijs kon gedrukt worden na de finale onderhandeling
- Het plaatsen van de geluidschermen (-0,10 M Euro): de finale offerte lag aanzienlijk lager dan oorspronkelijk ingeschat

Hierbij worden de bijkomende kosten gerelateerd aan de onvoorzienbare en onoverkomelijke situaties, en die dus niet toerekenbaar zijn aan Janssen, buiten beschouwing gehouden. Concreet gaat het hier over het boren van een sidetrack (Beerse-GT-01a) en de stand-by periode tijdens het stilleggen van de werken tijdens de COVID-19 lockdown.

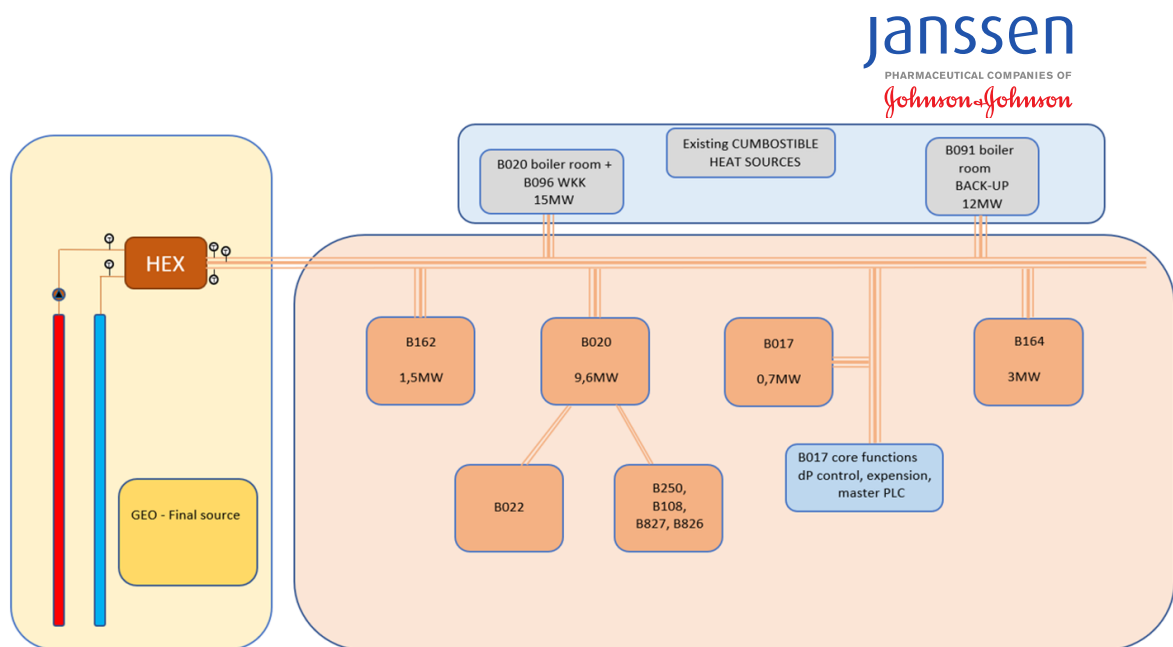
De extra kosten gerelateerd aan het boren van een sidetrack (Beerse GT-01a) door onvoorziene Geologische omstandigheden komt uit op 5,24 M euro. Bijkomend worden ook de extra kosten gerelateerd aan de stand-by periode tijdens COVID-19 van 0,51 M euro gerapporteerd.

## 6. Perspectief

Janssen Pharmaceutica heeft heel ambitieuze doelstellingen, waarbij het de intentie heeft om tegen 2030 alle gebouwen te voorzien van 100% hernieuwbare energie.

De geothermische energiecentrale werd ingepast in een nieuw verwarmingswaternet (4de generatie warmtenet) binnen het bedrijf. Het warmtenet van de 4de generatie maakt intelligent gebruik van duurzame energiebronnen, water op lagere temperaturen en geïsoleerde leidingen. Dankzij het aanwenden van water op lagere temperatuur kunnen restwarmte en hernieuwbare warmte perfect benut worden. Dit houdt in dat de bestaande installaties op de site van Janssen Pharmaceutica worden omgebouwd van een hoge naar een lage temperatuur. Deze wijzigingen vergen tijd en zullen nog verder plaatsvinden in de komende jaren. Door de intelligente sturing van het gehele systeem wordt zoveel mogelijk energie uit het verwarmingswater gehaald.

Dankzij de combinatie van het warmtenet met het gebruik van aardwarmte kan Janssen Pharmaceutica significant dalen in CO<sub>2</sub> uitstoot. Dit zal met de jaren nog sterk toenemen door uitbreiding van het warmtenet en verdere optimalisaties van de eindgebruikers.



Figuur 1 - Schema van het warmtenet op de campus van Janssen Pharmaceutica in Beerse, gevoed door geothermie.

Janssen Pharmaceutica voorziet in kennisoverdracht door middel van rondleidingen en georganiseerde bezoeken op de geothermie site.

## 7. Eindconclusie

De uitvoering van de eerste boring en puttest verliep volgens plan. Tijdens de tweede boring (Beerse-GT-01) deden zich enkele onvoorziene geologische problemen voor, alsook diende door overmacht ook een COVID-19 stand-by periode ingebouwd te worden. Uiteindelijk moest een sidetrack (Beerse-GT-01a) geboord worden. De kosten voor de boringen en puttesten (exclusief de sidetrack en COVID stand-by) lagen in lijn met de originele begroting.

De resultaten van beide boringen (Beerse-GT-02 en Beerse-GT-01a) zijn positief. Zowel de permeabiliteit als de temperatuur liggen boven de verwachtingen. Het werkelijk gerealiseerde thermisch vermogen hangt af van de gekozen parameters (geologische parameters uit Beerse-GT-02 of uit Beerse-GT-01a), met of zonder aangepaste niet-geologische parameters.

Het finale resultaat van het gerealiseerde doublet op basis van aangepaste geologische en niet-geologische parameters bedraagt 12,1 MWth of 12,4 MWth al naargelang de permeabiliteit, bruto dikte en netto/bruto verhouding uit Beerse-GT-02 of Beerse-GT-01a gehanteerd worden.

In alle scenario's ligt het gerealiseerde vermogen hoger dan de waarde van 8,4 MWth uit het verzekerde scenario.

## 8. Bijlagen

- Bijlage 1: 2023\_RMA\_R\_2981\_Eindrapportage\_JnJ-Beerse\_Resultaten-en-Uitvoering\_14062023
- Bijlage 2: Formulier Begroting voor deelname aan de waarborgregeling diepe aardwarmte – update met werkelijk gemaakte kosten





# Het geothermisch doublet op de site van Janssen Pharmaceutica te Beerse – Eindrapportage Waarborgregeling

Studie uitgevoerd in opdracht van Janssen Pharmaceutica NV  
Referentie: 2023/RMA/R/2981  
Juni 2023



Vision on technology  
for a better world

**vito.be**

# Het geothermisch doublet op de site van Janssen Pharmaceutica te Beerse – Eindrapportage Waarborgregeling

**VITO**

Boeretang 200

2400 MOL

Belgium

BTW No: BE0244.195.916

[vito@vito.be](mailto:vito@vito.be) – [www.vito.be](http://www.vito.be)

IBAN BE34 3751 1173 5490 BBRUBEBB

**Matsen Broothaers**

Onderzoeker

+32 14 335625 / [matsen.broothaers@vito.be](mailto:matsen.broothaers@vito.be)



## AUTEURS

Broothaers Matsen, VITO

Distributie: publiek

I

Ref: 2023/RMA/R/2981

Dit rapport is de weerslag van een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek op basis van de stand van de kennis van wetenschap en techniek beschikbaar bij VITO op het moment van het onderzoek. Alle intellectuele eigendomsrechten, waaronder het auteursrecht, op dit rapport berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. Dit rapport kan zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO niet geheel of gedeeltelijk worden gereproduceerd of worden gebruikt voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin. Tenzij uitdrukkelijk anders bepaald is de informatie zoals verstrekt in dit rapport van vertrouwelijk aard en kan dit rapport, of delen ervan, niet worden verspreid aan derden. In het geval dat reproductie of verspreiding wel is toegestaan, vb. door de vermelding "algemene verspreiding", is bronvermelding verplicht.

# INHOUDSTAFEL

Auteurs .....	I
Inhoudstafel .....	II
Lijst van figuren.....	III
Lijst van tabellen .....	IV
Lijst van afkortingen .....	V
1      Inleiding.....	1
2      Resultaten .....	2
2.1    Geologie .....	2
2.1.1    Diepte van het reservoir .....	2
2.1.2    Dikte van het reservoir .....	6
2.1.3    Netto dikte van het reservoir en netto/bruto verhouding .....	6
2.2    Eigenschappen formatiewater.....	7
2.2.1    Temperatuur .....	7
2.2.2    Saliniteit .....	8
2.3    Transmissiviteit en permeabiliteit .....	9
2.4    Samenvatting resultaten .....	10
2.5    Gerealiseerd vermogen .....	11
3      Uitvoering van het project.....	13
3.1    Uitvoering put Beerse-GT-02 .....	13
3.2    Uitvoering put Beerse-GT-01a .....	14
3.3    Testen Beerse-GT-02 .....	16
3.4    Testen Beerse-GT-01a / closed loop test.....	18
3.5    Afwijkingen van de voorschriften voor puttesten .....	21
3.5.1    Puttest Beerse-GT-02 .....	21
3.5.2    Puttest Beerse-GT-01a .....	21
3.6    Problemen die zich hebben voorgedaan tijdens de uitvoering.....	22
3.6.1    Problemen tijdens de uitvoering van Beerse-GT-02 .....	22
3.6.2    Problemen tijdens de uitvoering van Beerse-GT-01 en Beerse-GT-01a.....	22
Bijlage A – Scenario 1 .....	24
Bijlage B – Scenario 2.....	25
Bijlage C – Scenario 3.....	26
Bijlage D – Scenario 4.....	27

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Zuidwest-noordoost georiënteerd profiel langsheen de boringen in Beerse. De paarse horizon geeft de basis van het Krijt weer, de bruine horizon de top van de Kolenkalk Groep. Boring Beerse-GT-02 is gedeveerd naar het noordoosten (in het blauw), putten Beerse-GT-01 (rood) en Beerse-GT-01a (oranje) naar het zuidwesten.....	2
Figuur 2: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-02 zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring. Zie de figuur voor Beerse-GT-01a voor de legende.....	3
Figuur 3: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-01 zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring. Zie de figuur voor Beerse-GT-01a voor de legende.....	4
Figuur 4: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-01a zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring. ....	5
Figuur 5: Putschema van Beerse-GT-02 (Niederseer & Prenner, 2020a). Op het ogenblik van de testen was de 7" (geperforeerde) liner nog niet geplaatst.....	14
Figuur 6: Putschema van Beerse-GT-01a (Niederseer & Prenner, 2020b).....	15
Figuur 7: Schema met overzicht van de activiteiten tijdens de testfase van Beerse-GT-02, zoals uitgevoerd (Hörbrand & Savvatis, 2020a, 2020b).....	16
Figuur 8: Schema van de testopstelling tijdens de injectiefase op Beerse-GT-02 (Bron: Bakker Oilfield Supply). Het water vertrekt uit de opslagtanks (linksboven) en stroomt in de injectieput (rechtsonder). FM-01 is de debietsmeter, gevolgd door druk- en temperatuursensoren (PI en TI). ....	17
Figuur 9: Schema van de testopstelling tijdens de closed loop test op Beerse-GT-01a en Beerse-GT-02 (Bron: Bakker Oilfield Supply).....	20
Figuur 10: Schema van de testopstelling tijdens de deep displacement na aanzuring in Beerse-GT-01a (Bron: Bakker Oilfield Supply).....	20

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2: Chemische samenstelling van het water uit Beerse-GT-01a (staalname op diepte, EXPRO, 2020).....	8
Tabel 3: Data en resultaten voor Beerse-GT-02. De opgegeven netto/bruto verhouding gaat uit van een totale dikte van 325 m. Als de netto dikte in verhouding wordt gezet met de vooraf ingeschatte dikte van 500 m, dan bedraagt de waarde 0,068 tot 0,086 (6,8 tot 8,6%).....	10
Tabel 4: Data en resultaten voor Beerse-GT-01a. De opgegeven netto/bruto verhouding gaat uit van een totale verticale dikte van 544 m.....	10
Tabel 5: Vergelijking tussen het verzekerd scenario (0) en de scenario's (1 t/m 4) berekend aan de hand van de resultaten van de boringen en puttesten. ....	11
Tabel 6: Overzicht van de verschillende casing secties van put Beerse-GT-02, zoals gerealiseerd.....	13
Tabel 7: Overzicht van de verschillende casing secties van put Beerse-GT-01a, zoals gerealiseerd.....	15
Tabel 8: De uitgevoerde fasen van het testprogramma op Beerse-GT-01a na afloop van het boren en circuleren (Hörbrand, 2020b).....	19
Tabel 9: Meetpunten tijdens de closed loop test (bovengronds).....	19

## LIJST VAN AFKORTINGEN

BHA	Bottom Hole Assembly – het geheel van boorkop, zwaarstukken en stabilisators aan de onderkant van de stangentrein
COP	Coefficient Of Performance – aantal kW warmte per kW pompenergie
ESP	Electric Submersible Pump – productiepomp afgehangen in de put
GL	Ground Level – maaiveld
GR	Gamma Ray – gammastraling gemeten tijdens boorgatmetingen
IARF	Infinite Acting Radial Flow
MD	Measured Depth – gemeten diepte of lengte van het boorgat
PTA	Pressure Transient Analysis
PTS	Pressure Temperature Spinner – meting van druk, temperatuur en stroomsnelheid in het boorgat
TD	Total Depth – einddiepte van de put
TDS	Total Dissolved Solids
TVD	True Vertical Depth – verticale diepte van de boorgat

# 1 INLEIDING

In oktober 2018 diende Janssen Pharmaceutica een aanvraag in voor de waarborgregeling voor het opsporen en winnen van aardwarmte in de diepe ondergrond, ingesteld door de Vlaamse overheid. Het dossier werd in maart 2019 goedgekeurd en de waarborg werd toegekend met een verwacht  $P_{90}$  vermogen van 8,4 MW.

Dit document vormt een onderdeel van het eindrapport voor de waarborgregeling voor het geothermieproject van Janssen Pharmaceutica op de site in Beerse. Het beschrijft de resultaten van het project (Hoofdstuk 2) en de uitvoering (Hoofdstuk 3).

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de werkelijke geologische parameters zoals diepte en dikte van het reservoir, de stromingseigenschappen van het reservoir, en de eigenschappen van het water (temperatuur en zoutgehalte). Op basis van de geactualiseerde parameters zijn berekeningen gemaakt in DoubletCalc om het werkelijke thermische vermogen van het doublet te bepalen en te vergelijken met het verzekerde scenario.

In Hoofdstuk 3 wordt de uitvoering van het project beschreven (boringen en puttesten) en worden de verschillen in uitvoering ten opzichte van de geplande werken (zoals opgegeven in de aanvraag voor de waarborgregeling) toegelicht.

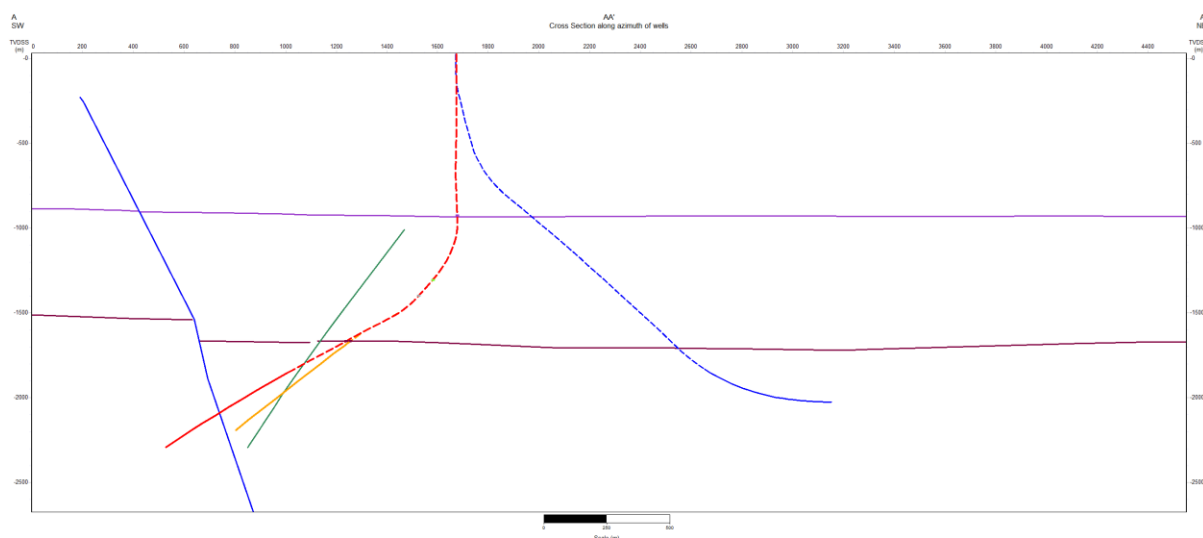


## 2 RESULTATEN

### 2.1 Geologie

De algemene structuur van de ondergrond in Beerse wordt geïllustreerd in onderstaand profiel. Het profiel loopt in een zuidwest-noordoost richting langs de boringen (zoals uitgevoerd). Putten Beerse-GT-01 en Beerse-GT-01a doorsnijden een naar het westen afhellende normaalbreuk. Beerse-GT-01 doorsnijdt ook nog een tweede breuk, afhellend naar het oosten.

Over het algemeen hebben de drie putten het reservoir (de Kolenkalk Groep van het Onder Carboon) op grotere diepte aangeboord dan verwacht. Geen van de drie putten heeft de volledige sequentie doorkruist. Figuren 2 t/m 4 geven de stratigrafie weer van de reservoirsectie voor elk van de drie putten.

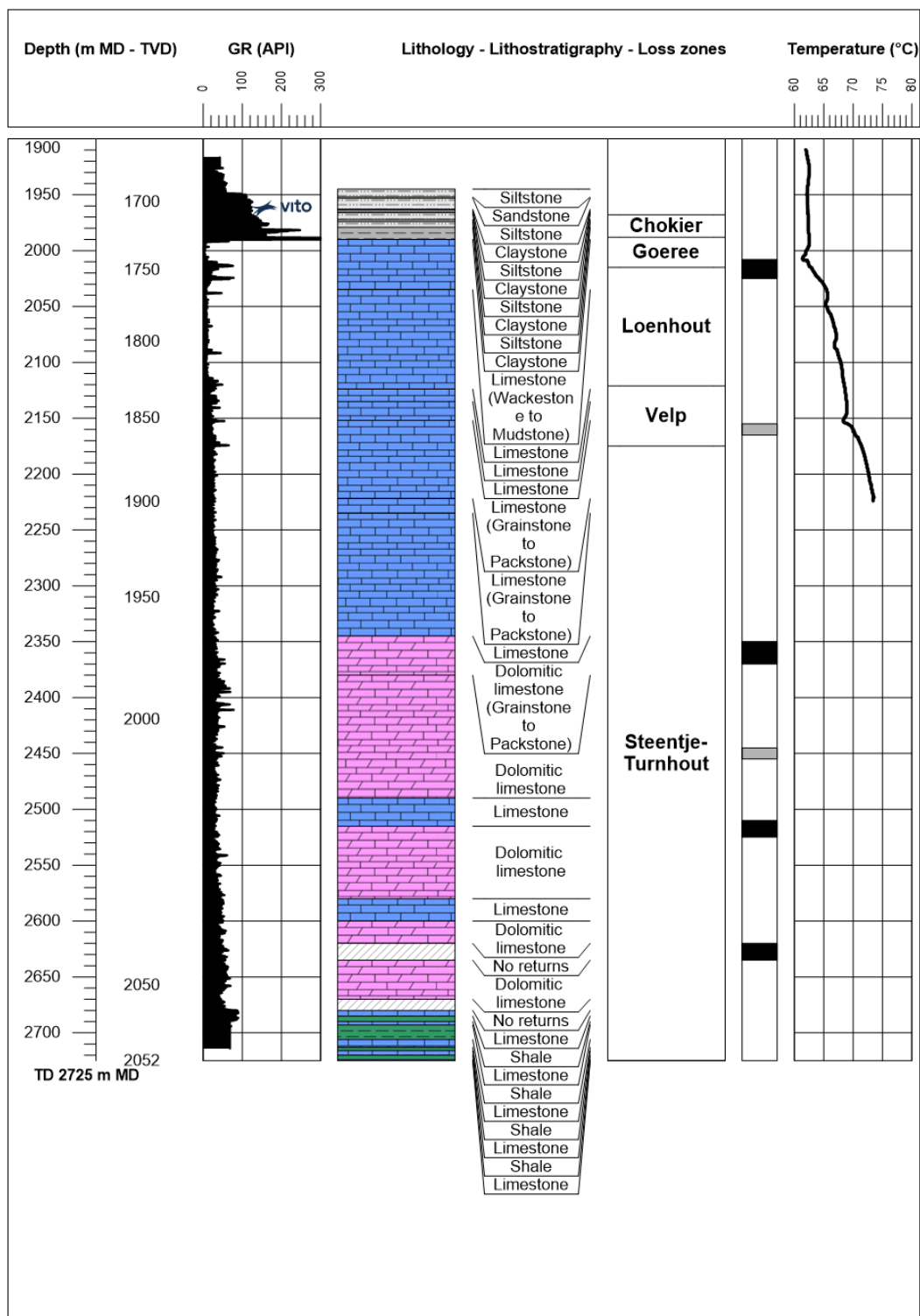


*Figuur 1: Zuidwest-noordoost georiënteerd profiel langsheen de boringen in Beerse. De paarse horizon geeft de basis van het Krijt weer, de bruine horizon de top van de Kolenkalk Groep. Boring Beerse-GT-02 is gedeveieerd naar het noordoosten (in het blauw), putten Beerse-GT-01 (rood) en Beerse-GT-01a (oranje) naar het zuidwesten.*

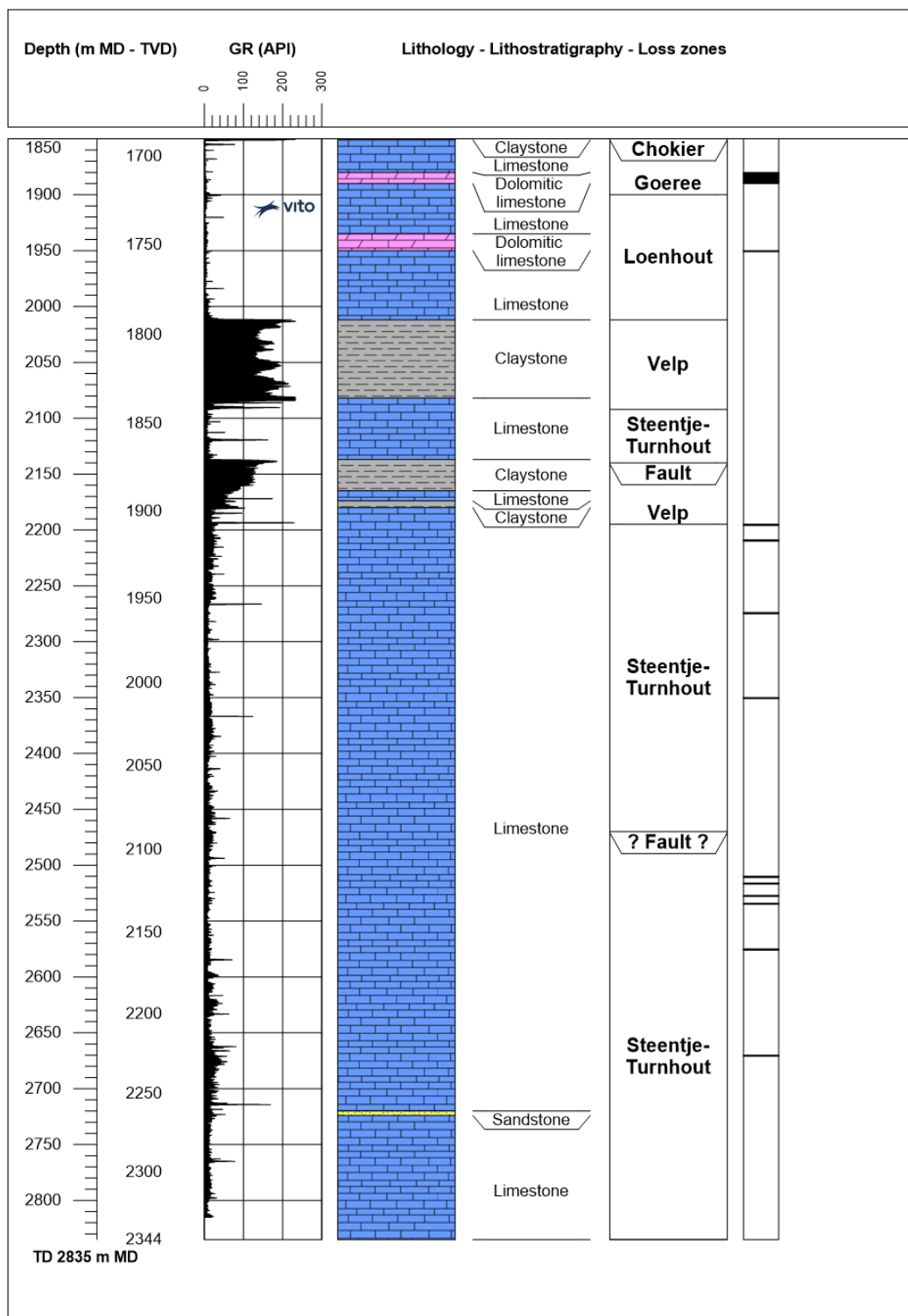
#### 2.1.1 Diepte van het reservoir

In Beerse-GT-02 werd de top van het reservoir (top Goeree Formatie) aangeboord op een diepte van 1988 m MD (of 1725,50 m TVD) onder maaiveld, dieper dan voorspeld (1832 m MD of 1599 m TVD). De top van het reservoir is vastgelegd op basis van de *cutting* beschrijvingen (overgang van overwegend kleisteen met siltsteen, naar kalksteen). Deze transitie uit zich ook in een daling van de GR-waarden en een plotse verandering in de boorsnelheid (van bijna 20 m/h naar circa 5 m/h).

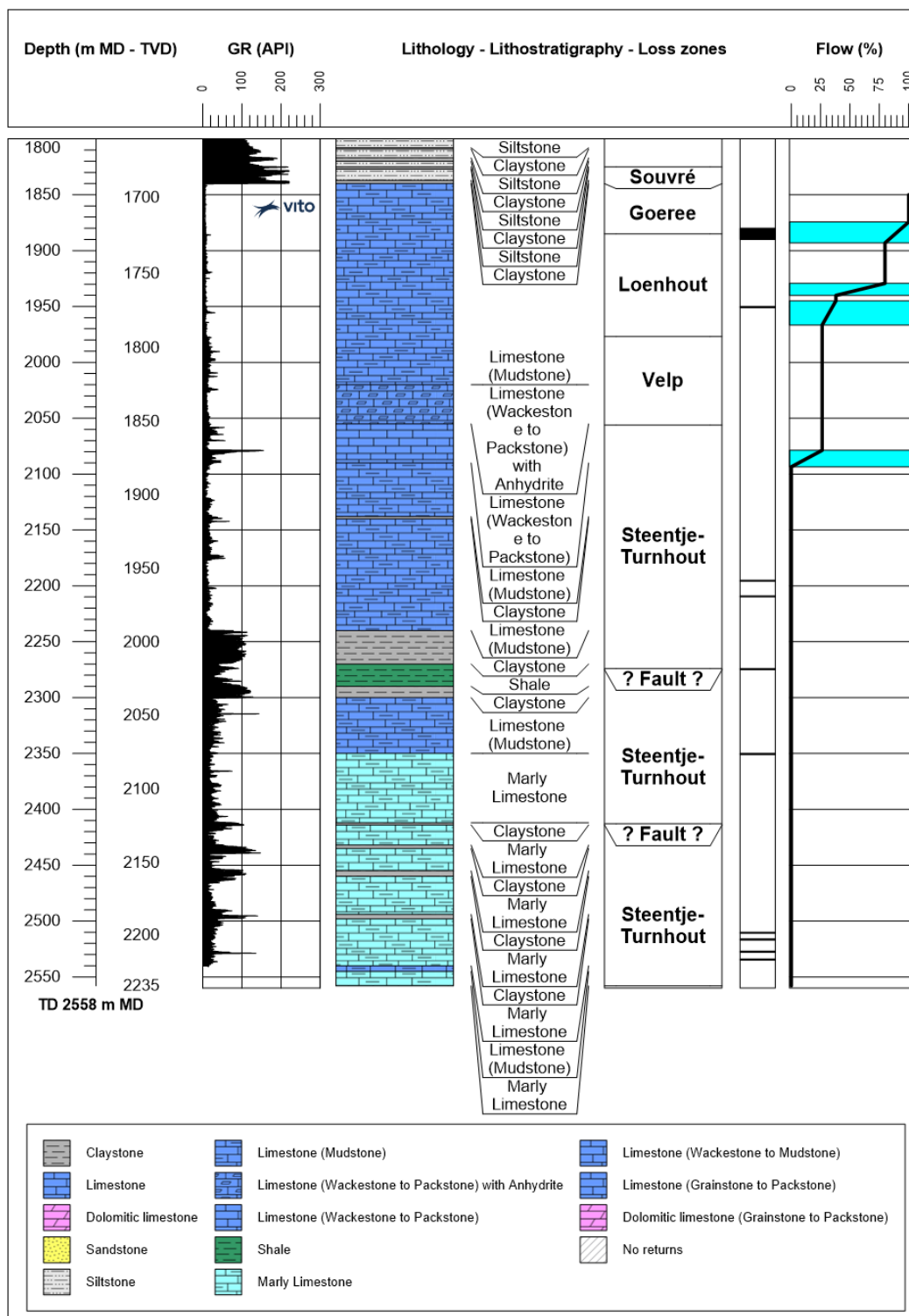
Ook in Beerse-GT-01a werd de top van het reservoir (top Goeree Formatie) aangeboord op grotere diepte dan voorspeld. De top werd aangetroffen op een diepte van 1840 m MD, of 1691 m TVD onder maaiveld (in plaats van 1742 m MD of 1629 m TVD).



*Figuur 2: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-02 zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring. Zie de figuur voor Beerse-GT-01a voor de legende.*



*Figuur 3: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-01 zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring. Zie de figuur voor Beerse-GT-01a voor de legende.*



*Figuur 4: Lithologie en lithostratigrafie van Beerse-GT-01a zoals geïnterpreteerd na afloop van de boring.*

### 2.1.2 Dikte van het reservoir

Voor de bruto dikte van het ganse reservoir werd vooraf een inschatting gemaakt van ongeveer 500 à 550 m. Deze inschatting was louter gebaseerd op de seismische data, geen enkele boorput in de directe omgeving heeft het volledige pakket reeds doorboord. Deze dikte ligt ook in lijn met de minimale dikte zoals aangeboord in Turnhout.

De boring Beerse-GT-02 werd gestaakt op een diepte van 2725 m MD of 2052 m TVD. Dat betekent dat er een verticale sectie van 325 m werd aangeboord. Hierbij is er nog geen rekening gehouden met de afhelling van de lagen. De dikte van 325 m wordt niet als de totale dikte aanzien, het onderste gedeelte en de basis van de Kolenkalk Groep werden niet aangeboord.

De boring Beerse-GT-01a werd gestaakt op een diepte van 2558 m MD of 2235 m TVD. Dat betekent dat er een verticale sectie van bijna 544 m werd aangeboord. Hierbij is er nog geen rekening gehouden met de afhelling van de lagen. De dikte van 544 m wordt niet als de totale dikte aanzien, in Beerse-GT-01 werd een verticale dikte van 645 m aangetroffen. Ook hier werd de basis niet bereikt. Ook de dikte van 645 m wordt niet als de totale dikte aanzien. De onderliggende gesteenten van het Devoon (Eveux Formatie) werden niet aangeboord. Ook de dolomiet van de Vesder Formatie die elders in het Bekken van de Kempen werd aangetroffen werd hier (nog) niet aangeboord. Beide putten doorsnijden in principe twee normaalbreuken (herkend op de seismische data). Bij de eerste breuk wordt een herhaling van een stratigrafische sectie verwacht, bij de tweede breuk zou een stuk van de stratigrafie ontbreken.

### 2.1.3 Netto dikte van het reservoir en netto/bruto verhouding

De netto dikte van het reservoir is niet rechtstreeks gemeten in Beerse-GT-02. Omwille van de moeilijkheden om de boorgatmetingen tot op de bodem van de put uit te voeren, werd besloten om geen stromingsmetingen (*spinner* of PST) te doen tijdens injectie. Hierdoor zijn er geen metingen van de stroomsnelheid (en daaruit afgeleid het debiet) in de put en kan niet kwantitatief worden nagegaan in welke zones van het reservoir het water wegstroomt.

Er zijn echter wel indirecte metingen en aanwijzingen waar de permeabele zones zich bevinden. Deze informatie is gehaald uit:

- Waarnemingen van spoelingsverliezen tijdens het boren in combinatie met de boorparameters (snelheid van boren)
- Onregelmatigheden in de grootte en vorm van het boorgat, afgeleid uit caliper metingen
- Toename van de porositeit via de *sonic log*
- Het gemeten temperatuurprofiel na afloop van de boring (enkel in het bovenste deel van het reservoir tussen 1725 en 2248 m MD)
- De analyse van de FMI log.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden uit de observaties en metingen in Beerse-GT-02:

- Er zijn meerdere permeabele zones in het reservoir, waarvan de belangrijkste zich nabij de top bevindt;
- Samen hebben deze zones een cumulatieve dikte van 73 tot 93 m (volgens het puttraject), afhankelijk of de zone rond 2350 m MD wordt meegeteld; verticaal komt dit neer op een cumulatieve dikte van circa 34 tot 43 m;
- In verhouding tot de totale aangeboorde dikte van het pakket komt dit neer op een netto/bruto verhouding van 10-13%.

Voor Beerse-GT-01a zijn er zowel indirecte metingen en aanwijzingen als directe metingen (stromingsmetingen: *spinner* of PST) waar de permeabele zones in het reservoir zich bevinden. Deze informatie is gehaald uit:

- Rechtstreekse metingen zijn beschikbaar vanuit stromingsmetingen; deze konden echter niet tot de bodem van de put uitgevoerd worden, maar bleven beperkt tot de 5" sectie tot op een diepte van 2311 m MD (2046 m TVD);
- Waarnemingen van spoelingsverliezen tijdens het boren in combinatie met de boorparameters (snelheid van boren) en schommelingen in de volume boormodder in de tanks;
- Er zijn ook aanwijzingen op basis van de resistiviteitsmetingen tijdens het boren die een soort *image log* uitmaken.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden uit de observaties en metingen in Beerse-GT-01a:

- Er zijn meerdere (4) permeabele zones in het reservoir tussen 1870 en 2100 m MD; dit is vergelijkbaar met Beerse-GT-02;
- De belangrijkste zone bevindt zich tussen 1929,3 en 1940,1 m MD, met een bijdrage van bijna 42%; dit is ook de zone met de grootste bijdrage per meter;
- Tijdens de boring waren er ook observaties die wezen op de aanwezigheid van permeabele zones in het diepere deel van het reservoir; de aanwezigheid van deze zones werd echter niet bevestigd door de stromingsmetingen die aantoonde dat er geen water meer stroomt naar een diepte van meer dan 2100 m MD;
- Samen hebben de permeabele zones een cumulatieve dikte van 66,0 m (volgens het puttraject); verticaal komt dit neer op een cumulatieve dikte van circa 49,0 tot 49,4 m;
- In verhouding tot de totale aangeboorde dikte van het pakket van 544 m komt dit neer op een netto/bruto verhouding van ongeveer 9,0-9,1%.  
Indien gerekend wordt met de grotere verticale dikte van 645 m zoals aangeboord in Beerse-GT-01 komt dit neer op een netto/bruto verhouding van ongeveer 7,6%.

## 2.2 Eigenschappen formatiewater

### 2.2.1 Temperatuur

De beste indicatie voor de temperatuur is gebaseerd op de gemeten productietemperatuur uit Beerse-GT-01a tijdens de *closed loop test*. Tijdens de test werd zowel aan de oppervlakte, aan de ESP als in de put net boven het reservoir de temperatuur gemeten. Deze liep op tot 81,6°C aan het puthoofd, 84,0°C aan de ESP (op 664 m MD) en ruim 83°C aan de sensor in de put op 1669 m MD. De hogere temperatuur aan de pomp heeft te maken met de warmte van de pomp motor. Bij het beëindigen van de test was de temperatuur nog steeds in beperkte mate aan het stijgen. De verwachting is dat deze waarde nog lichtjes zal stijgen indien er gedurende langere tijd geproduceerd wordt (Savvatis, 2020).

De gemeten waarden liggen hoger dan de verwachtingen, waarbij een temperatuur halfweg het reservoir werd vooropgesteld van ruim 76°C (Broothaers et al., 2018).

Voorafgaand aan de *closed loop test* werd een temperatuursensor geplaatst in Beerse-GT-02, ter hoogte van de top van het reservoir. De temperatuur liep er op tot circa 81°C. Deze meetwaarde benadert wellicht het best de natuurlijke toestand in de diepe ondergrond.

Voor de verdere berekeningen in DoubletCalc is uitgegaan van een temperatuurgradiënt van 37,2°C/km. Deze vertrekt van een temperatuur van 10°C aan maaiveld en gaat ervan uit dat



de tijdens de test gemeten waarde van 83°C toegekend wordt aan het midden van het reservoir, zijnde 1963 m TVD.

Dit is hoger dan de waarde opgegeven bij aanvraag van de waarborgregeling waar rekening werd gehouden met een gemiddelde gradiënt van 35,5°C/km.

## 2.2.2 Saliniteit

Tijdens de testfase werden in de productieput stalen genomen van het water, op reservoirniveau op 1950 m MD (EXPRO, 2020). De resultaten geven inzicht in de chemische samenstelling van het formatiewater, waaronder het zoutgehalte en hoeveelheid gas in oplossing.

In totaal zit er ongeveer 125 g/l aan opgeloste stoffen in het water, voornamelijk NaCl (Tabel 1). De densiteit van het water (bij 20°C) is 1,084 kg/l.

*Tabel 1: Chemische samenstelling van het water uit Beerse-GT-01a (staalname op diepte, EXPRO, 2020).*

	Eenheid	Waarde
<b>pH @ 25°C</b>	-	5,9-6,0
<b>Berekende TDS</b>	mg/kg	115.154
<b>Berekende TDS</b>	mg/l	124.830
<b>Densiteit @ 20°C</b>	kg/l	1,084
<b>Chloride</b>	mg/l	75.319
<b>Bromide</b>	mg/l	266
<b>Iodide</b>	mg/l	3,5
<b>Nitraat</b>	mg/l	< 0,1
<b>Sulfaat</b>	mg/l	627
<b>Totaal Carbonaat</b>	mg/l	811
<b>Formaat</b>	mg/l	4,3
<b>Acetaat</b>	mg/l	3,6
<b>Lithium</b>	mg/l	68
<b>Natrium</b>	mg/l	37.400
<b>Kalium</b>	mg/l	2810
<b>Rubidium</b>	mg/l	6,5
<b>Magnesium</b>	mg/l	873
<b>Calcium</b>	mg/l	6200
<b>Strontium</b>	mg/l	316
<b>Barium</b>	mg/l	2,0
<b>Vanadium</b>	mg/l	< 0,00005
<b>Chroom</b>	mg/l	0,006
<b>Mangaan</b>	mg/l	2,4
<b>IJzer</b>	mg/l	78
<b>Nikke</b>	mg/l	0,67
<b>Koper</b>	mg/l	0,015
<b>Zink</b>	mg/l	2,2
<b>Cadmium</b>	mg/l	0,018
<b>Aluminium</b>	mg/l	0,0054
<b>Lood</b>	mg/l	0,051
<b>Boor</b>	mg/l	23
<b>Silicium</b>	mg/l	14
<b>Cesium</b>	mg/l	2,9
<b>Zwavel</b>	mg/l	210

Het vastgestelde zoutgehalte ligt hiermee aan de lage kant van de verwachtingen. Bij aanvraag van de waarborgregeling werd op basis van de metingen in Merksplas en Turnhout een mediane waarde verwacht van 138000 ppm, met een bereik tussen 120000 en 153000 ppm).

Het gasgehalte van het water is 0,52-0,58 Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, al loopt hier nog verder onderzoek naar ter verificatie van de resultaten. Het grootste aandeel van het gas komt van CO<sub>2</sub> (76-79%<sub>mol</sub>), in mindere mate van N<sub>2</sub> (11-13%<sub>mol</sub>), CH<sub>4</sub> (10-11%<sub>mol</sub>) en H<sub>2</sub> (3-6%<sub>mol</sub>).

## 2.3 Transmissiviteit en permeabiliteit

Voor de analyse van de data van de *closed loop test* werd een *pressure transient analysis* of PTA uitgevoerd in het programma AQTESOLV.

De resultaten van de analyses voor Beerse-GT-01a wijzen op een transmissiviteit tijdens de *infinite acting radial flow* of IARF van 58,6 D.m. Hierbij is uitgegaan van een porositeit x dikte van het reservoir van 2,35 m, een viscositeit van 0,45 cP en een totale compressibiliteit van  $1,62 \times 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$ .

Voor de skin ligt de waarde rond -3,5, gebaseerd op een debietsafhankelijke skin van 0,1218 (l/s)<sup>-1</sup>. Dit wijst op een optimale connectie tussen put en reservoir.

Deze waarden zijn afgeleid voor de middelste periode.

Voor Beerse-GT-02 werd een transmissiviteit afgeleid van 555 D.m, voor een intermediaire periode (*short-term radial flow*). Net zoals voor Beerse-GT-01a is de porositeit x dikte hier genomen op 2,35 m, de viscositeit op 0,45 cP en de totale compressibiliteit op  $1,62 \times 10^{-4} \text{ bar}^{-1}$ .

De evolutie van de druk tijdens de intermediaire tijd lijkt te wijzen op een grens (constante druk) of een toename in permeabiliteit. Dit heeft echter vooral te maken met thermische effecten (afkoeling van het water in de put) en de vrij lage drukopbouw tijdens de injectiefase. Voor de skin ligt de waarde rond -7,0, gebaseerd op een debietsafhankelijke skin van 0,1178 (l/s)<sup>-1</sup>. Dit wijst op een optimale connectie tussen put en reservoir.

Deze waarden liggen nog hoger dan de transmissiviteit bepaald op basis van de eerdere injectietest op Beerse-GT-02 (Hörbrand & Savvatis, 2020a, 2020b), waarbij waarden van 270 en 390 D.m werden afgeleid.

## 2.4 Samenvatting resultaten

Tabel 2: Data en resultaten voor Beerse-GT-02. De opgegeven netto/bruto verhouding gaat uit van een totale dikte van 325 m. Als de netto dikte in verhouding wordt gezet met de vooraf ingeschatte dikte van 500 m, dan bedraagt de waarde 0,068 tot 0,086 (6,8 tot 8,6%).

Gegevens voor testinterpretatie	Waarde	Dimensie
Naam van de put	Beerse-GT-02	
Coördinaten van de put	X 184850,10 – Y 222100,90	(m Lambert 72)
Top aquifer	1988 (1725)	m MD (m TVD)
Basis aquifer	2725 (2052) (TD)	m MD (m TVD)
Dikte aquifer	325 (aangeboord)	m TVD
Netto/bruto aquifer	10-13	%
Gemiddelde porositeit aquifer	< 1	%
Zoutgehalte formatiewater	NVT	ppm
Gestabiliseerde temperatuur	NVT	°C
Diameter boorgat bij aquifer	8 ½	inch
Top productie-interval	1988 (1725)	m MD (m TVD)
Basis productie-interval	2725 (2052)	m MD (m TVD)
Filter permeabiliteit/weerstand	NVT	Darcy of bar
Locatie pomp	NVT	m MD (m TVD)
Locatie meetsonde voor druk	1917,99 ( )	m MD (m TVD)

Uitkomsten test interpretatie en analyse	Waarde	Dimensie
Skin	-6,41	/
$k_H$	270,20	D.m (Darcy.meter)
Aangenomen H	43	m
K	6284	mD
Injectiviteitsindex	210-790	m³/h per bar
Verticale anisotropie ( $k_H/k_v$ )	/	/

Tabel 3: Data en resultaten voor Beerse-GT-01a. De opgegeven netto/bruto verhouding gaat uit van een totale verticale dikte van 544 m.

Gegevens voor testinterpretatie	Waarde	Dimensie
Naam van de put	Beerse-GT-01a	
Coördinaten van de put	X 184850,13 – Y 222107,75	(m Lambert 72)
Top aquifer	1840 (1691)	m MD (m TVD)
Basis aquifer	2558 (2235) (TD)	m MD (m TVD)
Dikte aquifer	544 (aangeboord)	m TVD
Netto/bruto aquifer	9,0-9,1	%
Gemiddelde porositeit aquifer	< 1	%
Zoutgehalte formatiewater	115.154	ppm
Gestabiliseerde temperatuur	83	°C
Diameter boorgat bij aquifer	8 ½	inch
Top productie-interval	1840 (1691)	m MD (m TVD)
Basis productie-interval	2558 (2235)	m MD (m TVD)
Filter permeabiliteit/weerstand	NVT	Darcy of bar
Locatie pomp	664,19 (664,19)	m MD (m TVD)
Locatie meetsonde voor druk	664,19 (664,19)	m MD (m TVD)

Uitkomsten test interpretatie en analyse	Waarde	Dimensie
Skin	-3,5	/
$k_H$	58,6	D.m (Darcy.meter)
Aangenomen H	49	m
K	1196	mD
Productiviteitsindex	21-34	m <sup>3</sup> /h per bar
Verticale anisotropie ( $k_H/k_V$ )	/	/

## 2.5 Gerealiseerd vermogen

Op basis van de resultaten van de boringen en putttesten kan in DoubletCalc een berekening worden doorgevoerd van het gerealiseerde vermogen en debiet. Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt tussen een scenario met aangepaste geologische parameters en een scenario waarin ook de niet-geologische parameters zijn aangepast (deviatie van de put, diameter en diepte van de verschillende casing secties).

Omwille van de verschillende resultaten in Beerse-GT-02 en Beerse-GT-01a zijn er scenario's berekend op basis van ofwel de ene put ofwel de andere. De verschillende scenario's zijn hieronder opgesomd, de resultaten zijn opgenomen in Tabel 4. Het volledige overzicht van parameters en resultaten voor de vier scenario's is opgenomen in de bijlagen.

1. Geologische parameters aangepast op basis van de resultaten uit Beerse-GT-02
2. Geologische en niet-geologische parameters aangepast op basis van de resultaten uit Beerse-GT-02
3. Geologische parameters aangepast op basis van de resultaten uit Beerse-GT-01a
4. Geologische en niet-geologische parameters aangepast op basis van de resultaten uit Beerse-GT-01a

*Tabel 4: Vergelijking tussen het verzekerd scenario (0) en de scenario's (1 t/m 4) berekend aan de hand van de resultaten van de boringen en putttesten.*

	0	1	2	3	4
<b>Injectietemperatuur conform (°C)</b>	55	55	55	55	55
<b>Pompdruk conform (bar)</b>	60	60	60	60	60
<b>P<sub>90</sub> vermogen (MW<sub>th</sub>)</b>	8,4				
<b>Base case vermogen (MW<sub>th</sub>)</b>		26,6	12,1	23,2	12,4
<b>P<sub>90</sub> debiet (m<sup>3</sup>/h)</b>	391				
<b>Base case debiet (m<sup>3</sup>/h)</b>		1035	479	778	422
<b>P<sub>90</sub> aquifer kH (D.m)</b>	55,0				
<b>Base case aquifer kH (D.m)</b>	55,0	267,1	267,1	58,6	58,6
<b>P<sub>90</sub> pomp vermogen (kW)</b>	1249				
<b>Base case pomp vermogen (kW)</b>		2464	1139	1853	1004
<b>P<sub>90</sub> COP (kW/kW)</b>	8,1				
<b>Base case COP (kW/kW)</b>		10,8	10,6	12,5	12,4

Voor scenario's 1 en 3 waarbij de niet-geologische parameters zijn behouden zoals oorspronkelijk opgegeven, zijn enkel de diepte van de boorsectie boven het reservoir aangepast. Die sectie moet immers de top van het reservoir bereiken en dat was niet het geval met de originele waarden.

Voor alle scenario's is de skin waarde aangepast zodat de totale skin (inclusief de skin gerelateerd aan de deviatie van het boorgat) gelijk is aan de skin waarde afgeleid uit de puttesten.

Het finale resultaat van het gerealiseerde doublet op basis van aangepaste geologische en niet-geologische parameters bedraagt  $12,1 \text{ MW}_{\text{th}}$  of  $12,4 \text{ MW}_{\text{th}}$  al naargelang de permeabiliteit, bruto dikte en netto/bruto verhouding uit Beerse-GT-02 of Beerse-GT-01a gehanteerd worden.

Alle scenario's zijn gunstiger dan het verzekerde scenario.

### 3 UITVOERING VAN HET PROJECT

In de periode van december 2019 tot en met augustus 2020 werden op de campus van Janssen Pharmaceutica te Beerse twee putten geboord en getest. In de daaropvolgende periode werden beide putten aangesloten en verbonden met een warmtenet op de campus, dat warmte zal verdelen van het geothermisch doublet. Put Beerse-GT-01a zal hierbij dienst doen als productieput, put Beerse-GT-02 zal fungeren als de injectieput.

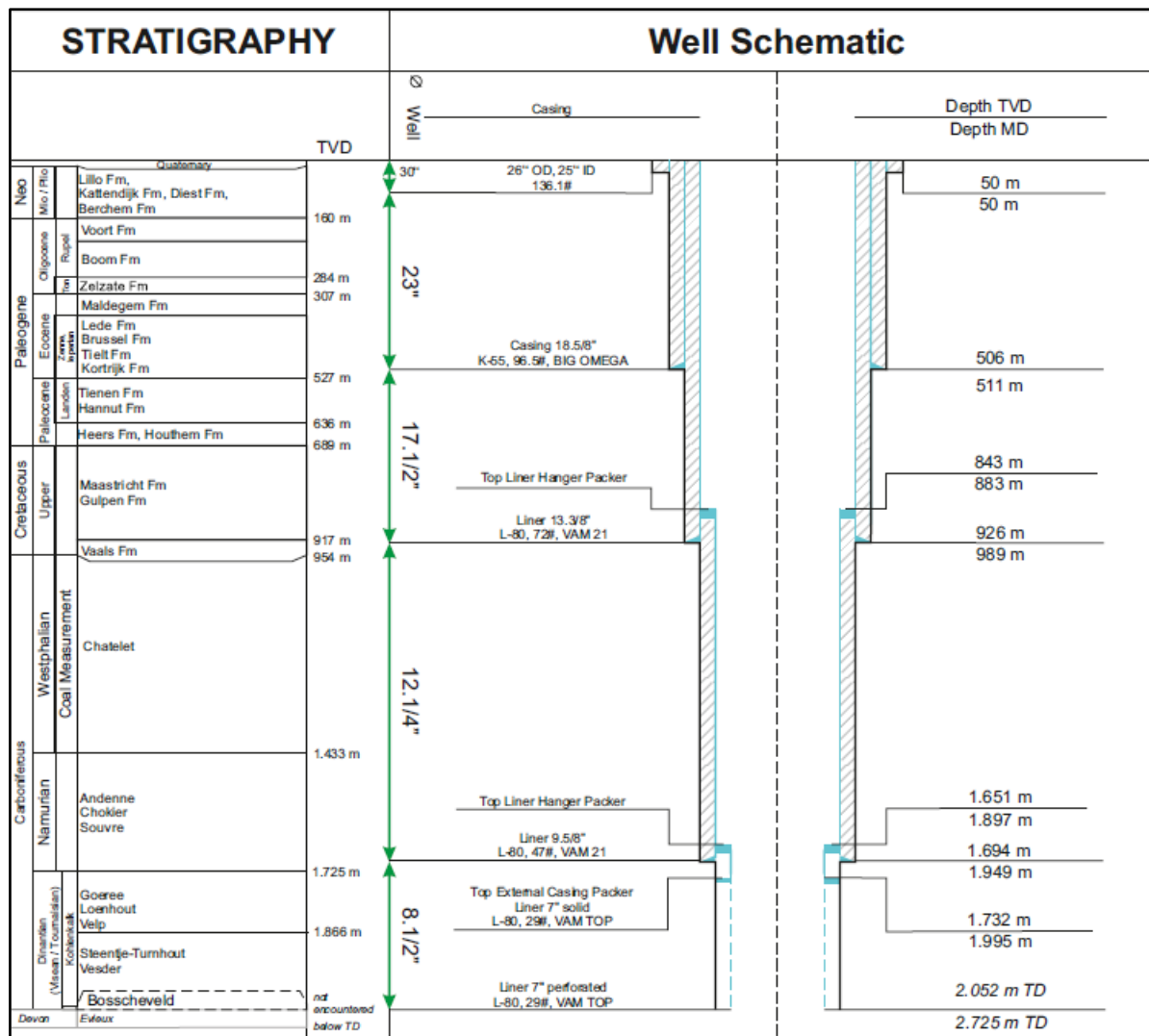
#### 3.1 Uitvoering put Beerse-GT-02

De put Beerse-GT-02 werd geboord van 1 december 2019 tot 12 januari 2020 en bereikte een einddiepte van 2725 m MD. De put werd uitgevoerd in 4 secties, met afnemende diameter. De einddiameter van de put was 8 ½". Deze werd na het uitvoeren van de injectietesten afgewerkt met een *slotted liner* van 7". De verschillende secties van de boring, hun diameter en diepte zijn weergegeven in het putschema in (Figuur 5). De put werd vanuit de boorlocatie gedevieerd naar het Noordoosten.

*Tabel 5: Overzicht van de verschillende casing secties van put Beerse-GT-02, zoals gerealiseerd.*

Sectie	Top (m MD)	Top (m TVD)	Basis (m MD)	Basis (m TVD)	Specificaties	OD (in)	ID (in)
1	0	0	50	50	136,1 lb/ft	26	25
2	0	0	511	506	K-55 96,5 lb/ft Big Omega	18 5/8	17,655
3	0	0	989	926	L-80 72 lb/ft VAM21	13 3/8	12,347
4	883	843	1949	1694	L-80 47 lb/ft VAM21	9 5/8	8,681
5	1949	1694	2725 (TD)	2052	Open Hole		8 1/2





Figuur 5: Putschema van Beerse-GT-02 (Niederseer & Prenner, 2020a). Op het ogenblik van de testen was de 7" (geperforeerde) liner nog niet geplaatst.

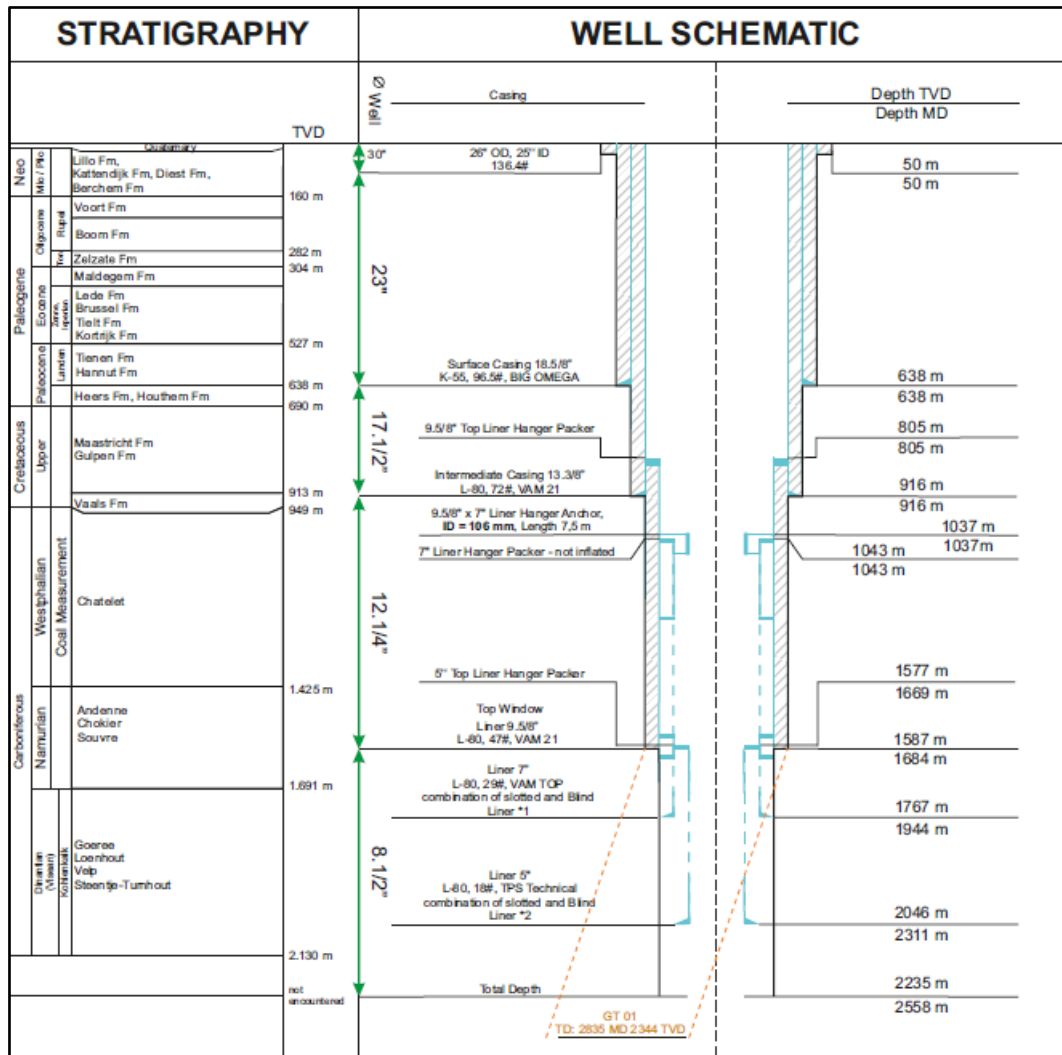
### 3.2 Uitvoering put Beerse-GT-01a

De put Beerse-GT-01 werd geboord van 7 februari 2020 tot 21 maart 2020 en bereikte een einddiepte van 2835 m MD (2344 m TVD). De put werd uitgevoerd in 4 secties, met afnemende diameter. De diameter van de diepste sectie van de put was 8 1/2". Het was echter technisch niet mogelijk om deze af te werken met een 7" liner, of om productietesten uit te voeren. Het boorgat werd verlaten en een nieuw boorgat werd gemaakt vanaf een diepte van 1685 m MD (Beerse-GT-01a).

Het boorgat Beerse-GT-01a werd gedeveerd vanuit put Beerse-GT-01, op een diepte van 1685 m MD. Het uitboren van de casing gebeurde op 26 juni 2020.

De einddiepte van 2558 m MD (2235 m TVD) werd bereikt op 9 juli 2020. Het was niet mogelijk om de 7" liner helemaal tot op de bodem van de put in te bouwen. Deze liner werd noodgedwongen hogerop geplaatst. Vervolgens werd een 5" liner ingebouwd die ook niet tot op TD geraakte, maar slechts tot op 2311 m MD.

De afwerking met een liner en de testfase duurden tot 23 augustus 2020.



Figuur 6: Putschema van Beerse-GT-01a (Niederseer & Prenner, 2020b).

Tabel 6: Overzicht van de verschillende casing secties van put Beerse-GT-01a, zoals gerealiseerd.

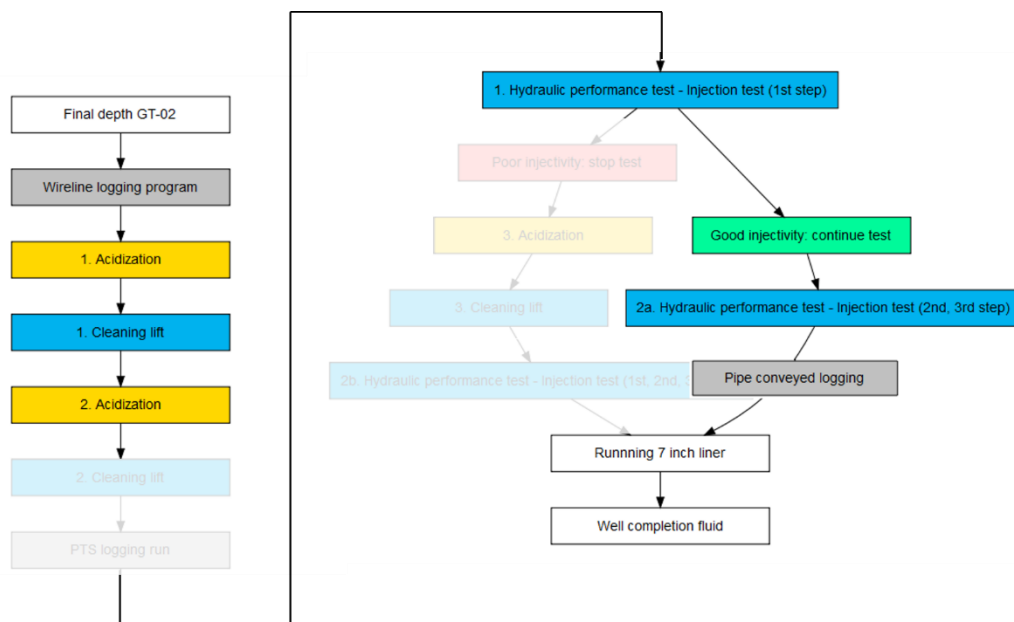
Sectie	Top (m MD)	Top (m TVD)	Basis (m MD)	Basis (m TVD)	Specificaties	OD (in)	ID (in)
1	0	0	50	50	136,4 lb/ft	26	25
2	0	0	638	638	K-55 96,5 lb/ft Big Omega	18 5/8	17,655
3	0	0	916	916	L-80 72 lb/ft VAM21	13 3/8	12,347
4	805	805	1684	1587	L-80 47 lb/ft VAM21	9 5/8	8,681
5	1043	1043	1944	1767	L-80 29 lb/ft VAM TOP slotted & perforated liner	7	6,184
6	1669	1577	2311	2046	L-80 18 lb/ft TPS slotted & perforated liner	5	4,276
7	2311	2046	2558	2235	Open Hole	8 1/2	8,500

### 3.3 Testen Beerse-GT-02

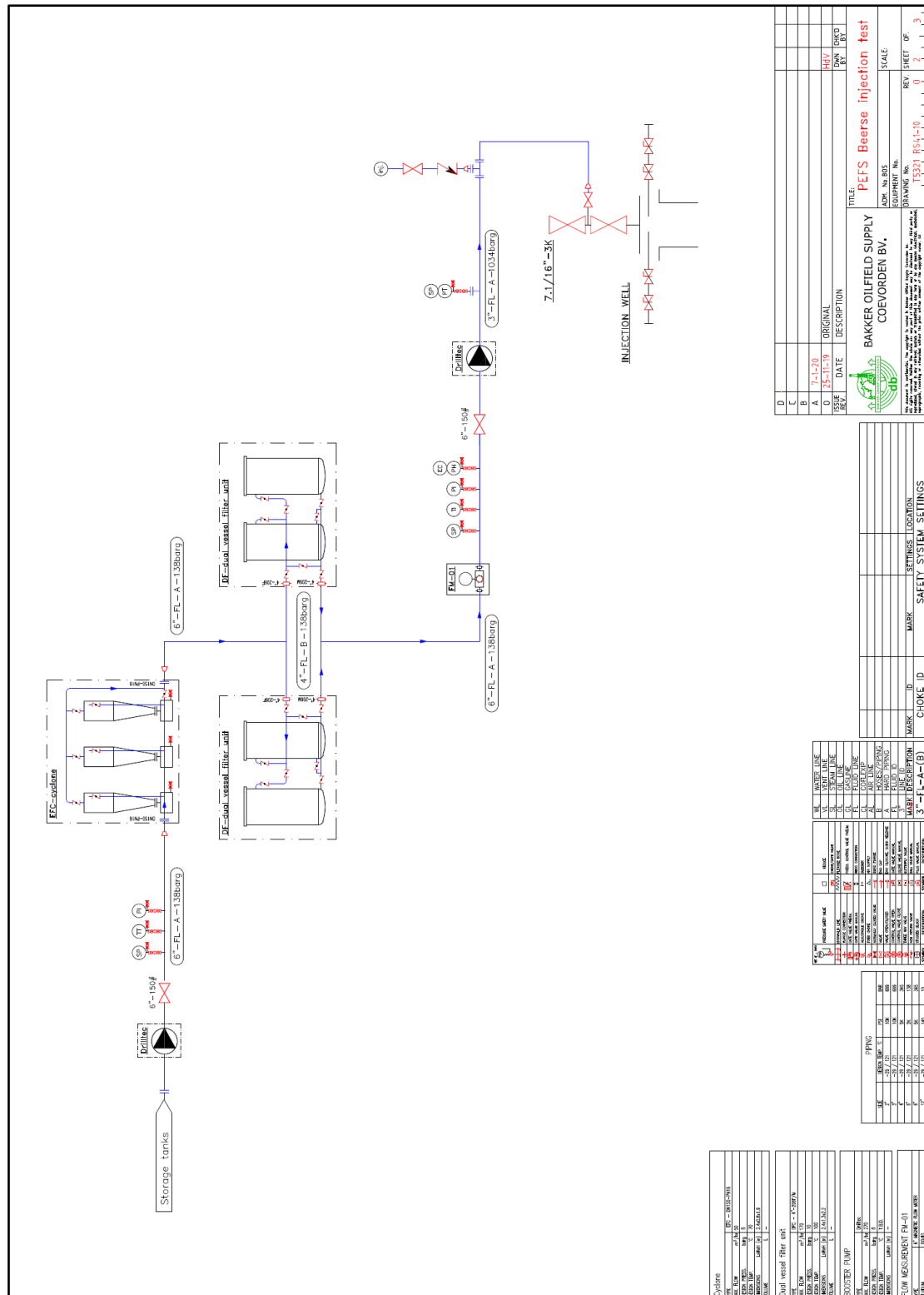
Het testprogramma werd opgesteld door Erdwerk (Hörbrand, 2019). Het programma bestaat achtereenvolgens uit volgende fasen, na afloop van het boren en circuleren:

- Uitvoeren van boorgatmetingen
- Aanzuren voor het schoonmaken van de put (1<sup>st</sup> x)
- Korte productie om de put schoon te spoelen (1<sup>st</sup> x)
- Aanzuren voor het schoonmaken van de put (2<sup>de</sup> x)
- Korte productie om de put schoon te spoelen (2<sup>de</sup> x)
- Boorgatmetingen om druk, temperatuur en debiet te meten op verschillende posities in de put (PTS logging)
- Eigenlijke injectietest (3 stappen); in geval van lage injectiviteit wordt er een bijkomende aanzuring en korte productie voorzien
- Uitvoeren van boorgatmetingen tot op de einddiepte (wanneer de eerste poging niet gelukt is)
- Plaatsen van de 7" liner
- Plaatsen van een "completion fluid" in de put ter stabilisatie

In de realiteit is de uitvoering van het testprogramma afgeweken van de initiële planning. Zo zijn bijvoorbeeld de stromingsmetingen in de put (PTS logging) geannuleerd. De kans werd klein geacht dat deze metingen wel succesvol konden worden uitgevoerd, en het risico op schade of tijdverlies werd als te groot ingeschat. Tijdens de injectietest zelf bleek de injectiviteit zeer hoog te liggen, waardoor de bijkomende aanzuring (derde keer) niet nodig bleek. Deze stap is dus geannuleerd. Het finale programma zoals uitgevoerd is geïllustreerd in Figuur 7.



Figuur 7: Schema met overzicht van de activiteiten tijdens de testfase van Beerse-GT-02, zoals uitgevoerd (Hörbrand & Savvatis, 2020a, 2020b).



Figuur 8: Schema van de testopstelling tijdens de injectiefase op Beerse-GT-02 (Bron: Bakker Oilfield Supply). Het water vertrekt uit de opslagtanks (linksboven) en stroomt in de injectieput (rechtsonder). FM-01 is de debietsmeter, gevolgd door druk- en temperatuursensoren (PI en TI).

Een schema van de testopstelling is weergegeven in Figuur 8. Tijdens injectie werd er zoet water uit een opslagtank gepompt. Na filtering werd het water door een *booster* pomp doorheen een 3" leiding naar de put gestuurd, en vervolgens geïnjecteerd in de *well head*. Temperatuur, druk, debiet, pH en conductiviteit van het water werden gemeten voordat het water de pomp passeerde. Druk en temperatuur werden ook in het boorgat gemeten op een diepte van 1917,99 m MD. Deze sensor werd geplaatst in de *casing*, boven het open gedeelte van de put (reservoirsectie).

De injectietest bestond uit 4 fasen, waarbij het debiet stapsgewijs werd opgevoerd. De eerste fase vond plaats aan een debiet van circa 22 l/s (bijna 80 m<sup>3</sup>/h) en duurde bijna 17 uur. Tijdens de tweede fase werd gedurende 24 uur geïnjecteerd met een gemiddeld debiet rond 32 l/s (ongeveer 115 m<sup>3</sup>/h). Tijdens de derde fase werd het debiet opgevoerd naar ruim 52 l/s (circa 187 m<sup>3</sup>/h) gedurende ruim 18 uur. Het hoogste debiet van bijna 70 l/s (ongeveer 250 m<sup>3</sup>/h) werd bereikt tijdens de laatste fase. Deze duurde 5 à 6 uur.

De injectiedruk werd tijdens de testfase stelselmatig verhoogd tot een waarde van 10 bar tijdens de laatste stap van de test. Beneden in het boorgat op een diepte van 1917,99 m MD liep de druk op tot bijna 171,8 bara.

### 3.4 Testen Beerse-GT-01a / closed loop test

De productietest had volgende objectieven (Hörbrand, 2020b):

- Schoonmaken van het boorgat en recuperatie van zuur (en afbraakproducten)
- Evaluatie van de connectiviteit van het reservoir (skin)
- Bepalen van de hydraulische parameters en evaluatie van het hydraulisch karakter van het reservoir
- Evaluatie van de reservoirtemperatuur
- Testen van het geothermisch doublet in circulatie

Het testprogramma werd opgesteld door Erdwerk, het uitgevoerde programma is schematisch weergegeven in Tabel 7. Daarin zijn alle fasen van het testprogramma opgenomen, na afloop van het boren en circuleren.

Een schema van de testopstelling is weergegeven in Figuur 9. Water wordt opgepompt uit de productieput Beerse-GT-01a. Bovengronds wordt het water naar een separator tank gestuurd. Na filtering werd het water naar de injectieput Beerse-GT-02 gestuurd, en vervolgens geïnjecteerd in de *well head*.

Meerdere meetposities waren voorzien tijdens de *closed loop test* (Tabel 8) en tijdens de *deep displacement* na de aanzuring in Beerse-GT-01a. Druk en temperatuur werden gemeten aan de pomp (664,19 m TVD), vervolgens na het passeren van de *wellhead* en na de filters (Savvatis, 2020). Daarnaast was er meetapparatuur geplaatst in de put, net boven het reservoir (1669 m MD). Deze meetresultaten werden pas beschikbaar nadat de apparatuur weer naar de oppervlakte werd gebracht.

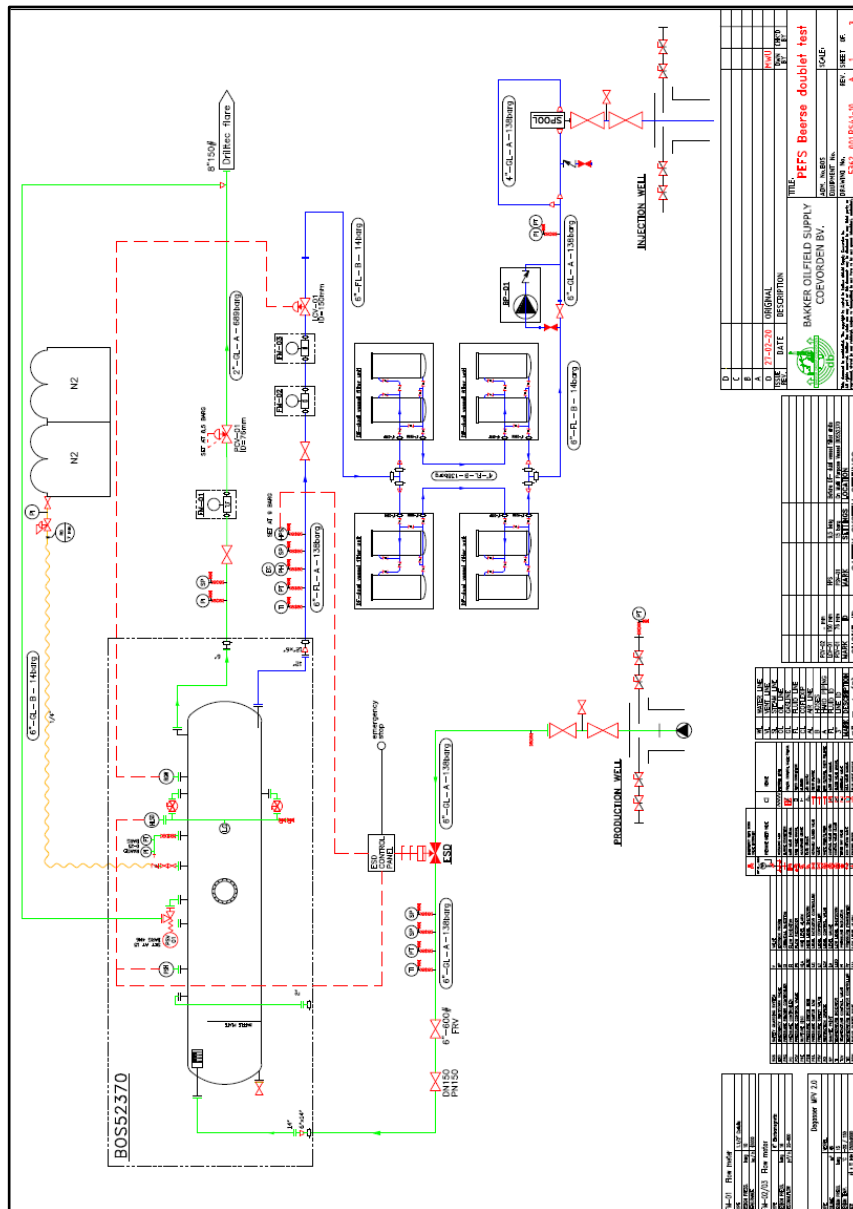
Tabel 7: De uitgevoerde fasen van het testprogramma op Beerse-GT-01a na afloop van het boren en circuleren (Hörbrand, 2020b).

Fase	Start	Einde	Opmerkingen	
Aanzuring #1	30.07.2020 09:34	31.07.2020 00:35	3 stappen, 100 m³	Zoet water met 15%wt HCl
Deep displacement #1	01.08.2020 15:25	02.08.2020 06:00	Duur: 14:35 2315 m³	Temperatuur- & stromingsmeting
Aanzuring #2	07.08.2020 14:22	07.08.2020 20:38	1 stap, 100 m³	Zoet water met 15%wt HCl
Deep displacement #2	09.08.2020 07:11	09.08.2020 15:16	Duur: 08:35 1528 m³	Temperatuur- & stromingsmeting
Aanzuring #3	11.08.2020 02:26	11.08.2020 07:56	3 stappen, 100 m³	Zoet water met 15%wt HCl
Closed loop test	15.08.2020 11:30	20.08.2020 11:34	Duur: 120:04 19185 m³	
Herstel	20.08.2020 11:34	21.08.2020 11:32	Duur: 23:58	
Staalname in de put	23.08.2020 20:15	23.08.2020 23:30	Diepte: 1950 m MD	
Stromings-temperatuursmeting &	24.08.2020 08:40	24.08.2020 20:35	1840-2305 m MD	

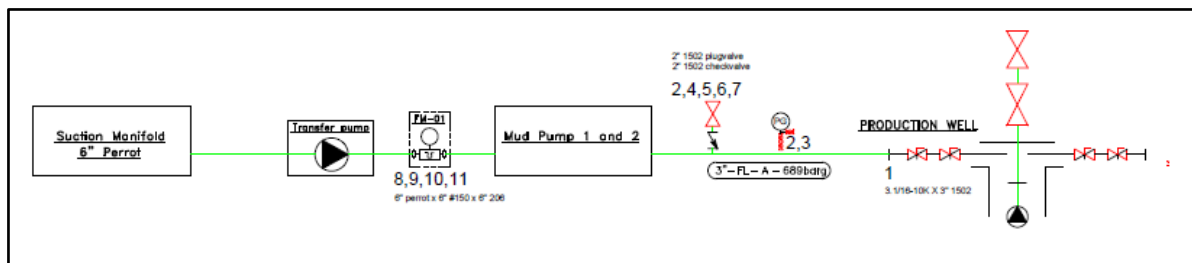
Tabel 8: Meetpunten tijdens de closed loop test (bovengronds).

Type	ID	Positie	Meetinterval
Druk 1	01.1	Druk na wellhead Beerse-GT-01a	1 s
Druk 2	02.1	Druk op gas lijn / in separator	1 s
Druk 3	03.1	Injectiedruk (na filters)	1 s
Temperatuur	05.1	Temperatuur na wellhead Beerse-GT-01a	1 s
Temperatuur	07	Injectietemperatuur (na filters)	1 s
Temperatuur	08	Temperatuur op de gas lijn (niet betrouwbaar)	1 s
pH	09.1	Op de water lijn na separator	1 s
Elektrische conductiviteit	10.1	Op de water lijn na separator	1 s
Water debiet	11.1	Op de water lijn na separator	1 s
Gas debiet	13.1	Op de water lijn na separator	1 s
Druk ESP	17	Aan ESP	1 s
Temperatuur ESP	18	Aan ESP	1 s
Frequentie ESP	19	Aan ESP	1 s





Figuur 9: Schema van de testopstelling tijdens de closed loop test op Beerse-GT-01a en Beerse-GT-02 (Bron: Bakker Oilfield Supply).



Figuur 10: Schema van de testopstelling tijdens de deep displacement na aanzuring in Beerse-GT-01a (Bron: Bakker Oilfield Supply).

De test bestond uit 5 fasen, waarbij het debiet stapsgewijs werd opgevoerd (Savvatis, 2020). De eerste fase vond plaats aan een debiet van circa 27 l/s (bijna 98 m<sup>3</sup>/h) en duurde meer dan 26 uur. Tijdens de tweede fase werd gedurende ongeveer 8 uur geïnjecteerd met een gemiddeld debiet rond 31 l/s (ongeveer 111 m<sup>3</sup>/h). Tijdens de derde fase werd het debiet opgevoerd naar 45 l/s (circa 162 m<sup>3</sup>/h) gedurende ongeveer 35 uur. Het debiet werd verder opgevoerd tijdens de vierde fase, tot 53 l/s (ruim 190 m<sup>3</sup>/h) van ruim 17 uur. Het hoogste debiet van bijna 60 l/s (ruim 215 m<sup>3</sup>/h) werd bereikt tijdens de laatste fase. Deze duurde 24 ½ uur.

De afpompingsdruk werd tijdens de testfase stelselmatig verhoogd tot een waarde van 10 bar tijdens de laatste stap van de test.

In totaal werd er bijna 19185 m<sup>3</sup> water geproduceerd over een periode van 120 uur. De temperatuur liep daarbij stelselmatig op, tot 81,6°C aan de oppervlakte. Aan de ESP op 664 m MD liep de temperatuur op tot 84,0°C.

Tijdens de test werd het geproduceerde water weer geïnjecteerd in Beerse-GT-02. De injectiedruk (op 1993 m MD) liep daarbij op tot 0,8 bar bij een injectiedebiet van 59,8 l/s.

### 3.5 Afwijkingen van de voorschriften voor puttesten

#### 3.5.1 Puttest Beerse-GT-02

Analoog aan het vooropgestelde testplan werd voor het testen van Beerse-GT-02 niet gekozen voor een productietest, maar enkel voor een injectietest. Er werd enkel kort geproduceerd om de put schoon te spoelen.

De reden voor het niet uitvoeren van een productietest is het gebrek aan opvangcapaciteit op de site. Bij een langere productietest wordt immers formatiewater naar het oppervlak gebracht. Dit moet in tanks of een opvangbekken opgevangen worden. Janssen Pharmaceutica was niet in de mogelijkheid om zulke opslagcapaciteit te voorzien op de campus in Beerse.

Aangezien voor het testen van de eerste put enkel een injectietest kon worden uitgevoerd en geen productietest, werd vooraf besloten om eerst de injectieput te boren. Hierbij zouden de resultaten van de injectietest wel relevant zijn. Niet alle informatie kan achterhaald worden door middel van een injectietest. Zo is er een grotere onzekerheid over de temperatuur van het water in het reservoir. Die kan dan enkel gemeten worden aan de hand van boorgatmetingen, die minder betrouwbaar zijn, omdat ze worden uitgevoerd in een boorgat dat afgekoeld is ten opzichte van de omgeving (natuurlijke toestand). Dit is echter minder kritiek voor de injectieput. Daarnaast kan door een gebrek aan productie van formatiewater ook nog geen goede inschatting gemaakt worden van de samenstelling van het water (zout- en gasgehalte, samenstelling).

#### 3.5.2 Puttest Beerse-GT-01a

Omwille van het gebrek aan opslagcapaciteit konden de reservoir eigenschappen in productieput Beerse-GT-01a ook niet achterhaald worden door middel van een productietest. Ook hier werd slechts gedurende korte tijd geproduceerd om de put schoon te spoelen. Vervolgens werd een circuit aangelegd om beide putten te verbinden. Tijdens het verdere verloop van de pompproef werd het water geproduceerd uit Beerse-GT-01a meteen weer terug geïnjecteerd in Beerse-GT-02 (*closed loop test* of operationele test).

Tijdens deze test kan de temperatuur van het opgepompte water worden gemeten en kan de samenstelling worden nagegaan na bemonstering.

### 3.6 Problemen die zich hebben voorgedaan tijdens de uitvoering

#### 3.6.1 Problemen tijdens de uitvoering van Beerse-GT-02

Omwille van de spoelingsverliezen vanaf een diepte van circa 2008 m MD werd besloten om de BHA te veranderen om het risico te verkleinen dat dure apparatuur zou kunnen achterblijven in de put. Hierbij werd de BHA met mogelijkheid tot deviëren en sturen van de put (en met de mogelijkheid tot het meten van de GR) uit de put gehaald. In de plaats werd een “*rotary*” BHA geplaatst. Met deze BHA kan er niet meer gestuurd worden tijdens het boren en kan de deviatie (richting en inclinatie) van het boorgat niet gemeten worden. Deze moeten nadien opgemeten worden tijdens het lopen van de boorgatmetingen.

De boorgatmetingen die achteraf werden gelopen hebben aangetoond dat omwille van het gebrek aan controle om de boring te sturen (en afwijkingen te corrigeren), de deviatie van het boorgat is opgelopen tot bijna 90°.

Omwille van onregelmatigheden in de vorm van het boorgat in combinatie met de inclinatie bleek het niet mogelijk om de boorgatmetingen (*wireline logging*) over de volledige lengte van de finale sectie (reservoirsectie) tot aan TD te lopen. De meetsondes geraakten niet voorbij een diepte van circa 2230 m MD. Dit probleem werd opgelost door nadien boorgatmetingen uit te voeren met sondes bevestigd aan de boorstangen. Hiermee kon wel de einddiepte van de put worden bereikt.

#### 3.6.2 Problemen tijdens de uitvoering van Beerse-GT-01 en Beerse-GT-01a

Bij het boren en afwerken van Beerse-GT-01 werd Janssen Pharmaceutica geconfronteerd met enkele onvoorzienbare en onoverkomelijke situaties. Het bleek niet mogelijk om de boring op een correcte en veilige manier af te werken, wat Janssen Pharmaceutica noopte tot het verlaten van Beerse-GT-01 en het zich genoodzaakt zag tot het boren van een *side-track* Beerse-GT-01a.

Het boren van Beerse-GT-01 werd beëindigd op 21 maart 2020 op een diepte van 2835 m MD. Bij het uitbouwen werd er op enkele plaatsen weerstand ondervonden. Het lopen van boorgatmetingen in de put bleek niet mogelijk te zijn, noch aan de kabel (*wireline logging*), noch door middel van de boorstangen (*pipe-conveyed logging*).

De eerste aanzuring werd gedaan in het onderste gedeelte van de put. Er waren echter moeilijkheden bij het uitbouwen van de 5” stangen. Daarom werd besloten om de tweede aanzuring (in het midden van de sectie) te schrappen en meteen de derde aanzuring onder de top door te voeren. Tijdens de daaropvolgende injectie om het zuur in het reservoir weg te duwen kon geen stromingsmeting (spinner of *flowmeter*) gelopen worden beneden 2013 m MD (ter hoogte van de kleisteenlagen). Er werd toen besloten om eerst de 7” *liner* te plaatsen alvorens uitgebreide testen uit te voeren (31 maart).

Bij de daaropvolgende controle van het boorgat door middel van boorstangen (*check trip*) bleek het niet mogelijk voorbij 2300 m MD te geraken, terwijl er ook in het gedeelte erboven weerstand was bij het in- en uitbouwen. Er werd per ongeluk een nieuw gat geboord (*accidental side-track*). De kans om de 7” *liner* tot op TD in te bouwen werd op dat moment zeer laag ingeschat. Er werd besloten om een nieuw boorgat te boren vanuit het bestaande open boorgat (*open hole side-track*). Bij de voorbereidingen hiervoor op 10 en 11 april liepen de stangen echter opnieuw vast tussen 1813 en 1826 m MD.

Op 11 april werd besloten om deze plannen te schrappen en om eerst de put op een veilige wijze af te sluiten. Op een later tijdstip kon dan (mede in functie van maatregelen in het kader van COVID-19) een nieuw boorgat geboord worden vanuit de 9 5/8" casing (*cased hole side-track*).

Het boorgat Beerse-GT-01a werd gedeveieerd vanuit put Beerse-GT-01, op een diepte van 1685 m MD. Voor het puttraject werd gekozen voor een lagere inclinatie (steiler) waardoor er slechts één keer doorheen de meer kleirijke lagen waar de problemen zich voordeden moest worden geboord.

## BIJLAGE A – SCENARIO 1

Geologische parameters aangepast volgens resultaten Beerse-GT-02.

Property	min	median	max	Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer permeability (mD)	5500.0	6284.0	7000.0	aquifer kH net (Dm)	227.35	263.62	295.76
aquifer net to gross (-)	0.1	0.13	0.15	mass flow (kg/s)	299.54	304.1	307.72
aquifer gross thickness (m)	300.0	327.0	350.0	pump volume flow (m³/h)	1018.1	1034.3	1048.0
aquifer top at producer (m TVD)	1522.0	1691.0	1860.0	required pump power (kW)	2424.1	2462.7	2495.2
aquifer top at injector (m TVD)	1553.0	1725.0	1898.0	geothermal power (MW)	22.44	26.51	30.63
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	115154.0	120000.0	COP (kW/kW)	9.2	10.8	12.3
Property	value			aquifer pressure at producer (bar)	162.45	172.54	182.8
number of simulation runs (-)	5000.0			aquifer pressure at injector (bar)	166.09	176.02	185.97
aquifer kh/kv ratio (-)	1.0			pressure difference at producer (bar)	5.64	6.29	7.22
surface temperature (°C)	10.0			pressure difference at injector (bar)	3.04	3.38	3.86
geothermal gradient (°C/m)	0.0372			aquifer temperature at producer * (°C)	75.49	78.97	82.45
[ mid aquifer temperature producer (°C) ]	0.0			temperature at heat exchanger (°C)	75.25	78.71	82.17
[ initial aquifer pressure at producer (bar) ]	0.0						
[ initial aquifer pressure at injector (bar) ]	0.0						
exit temperature heat exchanger (°C)	55.0						
distance wells at aquifer level (m)	1720.0						
pump system efficiency (-)	0.7						
production pump depth (m)	500.0						
pump pressure difference (bar)	60.0						
outer diameter producer (inch)	8.5						
skin producer (-)	-1.08						
skin due to penetration angle p (-)	-2.42						
pipe segment sections p (m AH)	500.0,1169.0,1840.0						
pipe segment depth p (m TVD)	500.0,1153.0,1691.0						
pipe inner diameter p (inch)	7.72,12.52,8.68						
pipe roughness p (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						
outer diameter injector (inch)	8.5						
skin injector (-)	-6.57						
skin due to penetration angle i (-)	-0.43						
pipe segment sections i (m AH)	100.0,1150.0,1988.0						
pipe segment depth i (m TVD)	100.0,1055.0,1725.0						
pipe inner diameter i (inch)	9.5,12.52,8.68						
pipe roughness i (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						
</							

## BIJLAGE B – SCENARIO 2

Geologische en niet-geologische parameters aangepast volgens resultaten Beerse-GT-02.

Property	min	median	max	Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer permeability (mD)	5500.0	6284.0	7000.0	aquifer kH net (Dm)	227.75	263.67	296.39
aquifer net to gross (-)	0.1	0.13	0.15	mass flow (kg/s)	139.62	140.53	141.28
aquifer gross thickness (m)	300.0	327.0	350.0	pump volume flow (m³/h)	475.0	478.5	481.6
aquifer top at producer (m TVD)	1522.0	1691.0	1860.0	required pump power (kW)	1130.9	1139.2	1146.8
aquifer top at injector (m TVD)	1553.0	1725.0	1898.0	geothermal power (MW)	10.3	12.11	13.92
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	115154.0	120000.0	COP (kW/kW)	9.1	10.6	12.2
Property	value			aquifer pressure at producer (bar)	170.32	180.47	190.83
number of simulation runs (-)	5000.0			aquifer pressure at injector (bar)	166.79	176.76	186.72
aquifer kh/kv ratio (-)	1.0			pressure difference at producer (bar)	2.59	2.91	3.36
surface temperature (°C)	10.0			pressure difference at injector (bar)	1.4	1.56	1.8
geothermal gradient (°C/m)	0.0372			aquifer temperature at producer * (°C)	75.5	78.97	82.42
[ mid aquifer temperature producer (°C) ]	0.0			temperature at heat exchanger (°C)	75.01	78.43	81.83
initial aquifer pressure at producer (bar) ]	0.0						
[ initial aquifer pressure at injector (bar) ]	0.0						
exit temperature heat exchanger (°C)	55.0						
distance wells at aquifer level (m)	1720.0						
pump system efficiency (-)	0.7						
production pump depth (m)	500.0						
pump pressure difference (bar)	60.0						
outer diameter producer (inch)	8.5						
skin producer (-)	-2.82						
skin due to penetration angle p (-)	-0.68						
pipe segment sections p (m AH)	10.0,805.0,1043.0,1669.0,1867.0,1944.0						
pipe segment depth p (m TVD)	10.0,805.0,1043.0,1577.0,1710.0,1767.0						
pipe inner diameter p (inch)	7.72,12.35,8.68,6.18,4.28,6.18						
pipe roughness p (milli-inch)	1.8,1.8,1.8,1.8,1.8,1.8						
outer diameter injector (inch)	8.5						
skin injector (-)	-2.58						
skin due to penetration angle i (-)	-4.42						
pipe segment sections i (m AH)	883.0,1897.0,1995.0						
pipe segment depth i (m TVD)	843.0,1651.0,1732.0						
pipe inner diameter i (inch)	12.35,8.68,6.18						
pipe roughness i (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						



## BIJLAGE C – SCENARIO 3

Geologische parameters aangepast volgens resultaten Beerse-GT-01a.

Property	min	median	max	Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer permeability (mD)	900.0	1196.0	1500.0	aquifer kH net (Dm)	50.41	58.68	67.48
aquifer net to gross (-)	0.09	0.09	0.09	mass flow (kg/s)	215.38	228.53	240.19
aquifer gross thickness (m)	500.0	544.0	600.0	pump volume flow (m³/h)	734.1	779.4	819.5
aquifer top at producer (m TVD)	1522.0	1691.0	1860.0	required pump power (kW)	1748.0	1855.8	1951.2
aquifer top at injector (m TVD)	1553.0	1725.0	1898.0	geothermal power (MW)	19.84	23.24	26.69
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	115154.0	120000.0	COP (kW/kW)	11.0	12.6	14.1
Property	value						
number of simulation runs (-)	5000.0			aquifer pressure at producer (bar)	162.49	172.58	182.75
aquifer kh/kv ratio (-)	1.0			aquifer pressure at injector (bar)	165.99	176.01	186.01
surface temperature (°C)	10.0			pressure difference at producer (bar)	19.26	21.27	23.42
geothermal gradient (°C/m)	0.0372			pressure difference at injector (bar)	10.37	11.42	12.53
[ mid aquifer temperature producer (°C) ]	0.0			aquifer temperature at producer * (°C)	79.59	83.07	86.53
inital aquifer pressure at producer (bar) ]	0.0			temperature at heat exchanger (°C)	79.24	82.68	86.12
[ initial aquifer pressure at injector (bar) ]	0.0						
exit temperature heat exchanger (°C)	55.0						
distance wells at aquifer level (m)	1720.0						
pump system efficiency (-)	0.7						
production pump depth (m)	500.0						
pump pressure difference (bar)	60.0						
outer diameter producer (inch)	8.5						
skin producer (-)	-0.89						
skin due to penetration angle p (-)	-2.61						
pipe segment sections p (m AH)	500.0,1169.0,1840.0						
pipe segment depth p (m TVD)	500.0,1153.0,1691.0						
pipe inner diameter p (inch)	7.72,12.52,8.68						
pipe roughness p (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						
outer diameter injector (inch)	8.5						
skin injector (-)	-6.54						
skin due to penetration angle i (-)	-0.46						
pipe segment sections i (m AH)	100.0,1150.0,1988.0						
pipe segment depth i (m TVD)	100.0,1055.0,1725.0						
pipe inner diameter i (inch)	9.5,12.52,8.68						
pipe roughness i (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						
base case (median value inputs)					value		
aquifer kH net (Dm)					58.56		
mass flow (kg/s)					228.29		
pump volume flow (m³/h)					778.4		
required pump power (kW)					1853.3		
geothermal power (MW)					23.22		
COP (kW/kW)					12.5		
aquifer pressure at producer (bar)					172.55		
aquifer pressure at injector (bar)					176.01		
pressure difference at producer (bar)					21.26		
pressure difference at injector (bar)					11.41		
aquifer temperature at producer * (°C)					83.02		
temperature at heat exchanger (°C)					82.64		
pressure at heat exchanger (bar)					17.61		
* @ mid aquifer depth							



## BIJLAGE D – SCENARIO 4

Geologische en niet-geologische parameters aangepast volgens resultaten Beerse-GT-01a.

Property	min	median	max	Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer permeability (mD)	900.0	1196.0	1500.0	aquifer kH net (Dm)	50.3	58.77	67.71
aquifer net to gross (-)	0.09	0.09	0.09	mass flow (kg/s)	120.23	123.77	126.62
aquifer gross thickness (m)	500.0	544.0	600.0	pump volume flow (m³/h)	410.0	422.3	432.2
aquifer top at producer (m TVD)	1522.0	1691.0	1860.0	required pump power (kW)	976.2	1005.4	1029.1
aquifer top at injector (m TVD)	1553.0	1725.0	1898.0	geothermal power (MW)	10.79	12.43	14.17
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	115154.0	120000.0	COP (kW/kW)	10.9	12.4	14.0
Property	value						
number of simulation runs (-)	5000.0			aquifer pressure at producer (bar)	170.32	180.5	190.82
aquifer kh/kv ratio (-)	1.0			aquifer pressure at injector (bar)	166.79	176.81	186.72
surface temperature (°C)	10.0			pressure difference at producer (bar)	10.15	11.5	13.11
geothermal gradient (°C/m)	0.0372			pressure difference at injector (bar)	5.48	6.17	7.02
[ mid aquifer temperature producer (°C) ]	0.0			aquifer temperature at producer * (°C)	79.57	83.06	86.58
inital aquifer pressure at producer (bar) ]	0.0			temperature at heat exchanger (°C)	78.95	82.37	85.83
[ initial aquifer pressure at injector (bar) ]	0.0						
exit temperature heat exchanger (°C)	55.0						
distance wells at aquifer level (m)	1720.0						
pump system efficiency (-)	0.7						
production pump depth (m)	500.0						
pump pressure difference (bar)	60.0						
outer diameter producer (inch)	8.5						
skin producer (-)	-2.76						
skin due to penetration angle p (-)	-0.74						
pipe segment sections p (m AH)	0.0,0.805,0.1043,0.1669,0.1867,0.1944,0						
pipe segment depth p (m TVD)	0.0,0.805,0.1043,0.1577,0.1710,0.1767,0						
pipe inner diameter p (inch)	7.72,12.35,8.68,6.18,4.28,6.18						
pipe roughness p (milli-inch)	1.8,1.8,1.8,1.8,1.8,1.8						
outer diameter injector (inch)	8.5						
skin injector (-)	-2.23						
skin due to penetration angle i (-)	-4.77						
pipe segment sections i (m AH)	883.0,1897.0,1995.0						
pipe segment depth i (m TVD)	843.0,1651.0,1732.0						
pipe inner diameter i (inch)	12.35,8.68,6.18						
pipe roughness i (milli-inch)	1.8,1.8,1.8						
base case (median value inputs)					value		
aquifer kH net (Dm)					58.56		
mass flow (kg/s)					123.63		
pump volume flow (m³/h)					421.8		
required pump power (kW)					1004.2		
geothermal power (MW)					12.44		
COP (kW/kW)					12.4		
aquifer pressure at producer (bar)					180.49		
aquifer pressure at injector (bar)					176.78		
pressure difference at producer (bar)					11.51		
pressure difference at injector (bar)					6.19		
aquifer temperature at producer * (°C)					83.02		
temperature at heat exchanger (°C)					82.33		
pressure at heat exchanger (bar)					6.51		
* @ mid aquifer depth							

**vision on technology  
for a better world**



Formulier Begroting voor deelname aan de waarborgregeling diepe aardwarmte

Begroting penvoerder / deelnemer 1

Naam penvoerder:

Janssen Pharmaceutica

Schatting 2018

Werkelijke kost

Verklaring extra kosten

Uw organisatie is

☒ BTW-plichtig

☐ BTW-vrijgesteld

Is er een verzoek tot gerechtelijk akkoord of faillissement aangevraagd

☐ ja

☒ nee

Onderdeel A Investeringskosten

A1

Ondergrondse investeringskosten (zie toelichting hieronder)

kosten boring productie- en injectieput (doublet);

Hoofdcontract boring (boortoren + bediening)

Boren sidetrack

Stilstand Covid-19

Aanvullende diensten (gestuurd boren, boorvloeistoffen, cement, data-acquisitie, inspecties, ...)

Aanvullende diensten (gestuurd boren, sidetrack

Materialen putten (liner hanger, casing, wellheads)

Materialen sidetrack (mainly liner hanger, casings)

Verbruiksmaterialen (bits)

Verbruiksmaterialen sidetrack (bits en whipstock)

premie die door de aanvrager krachtens artikel 14/39/3 van het BVR wordt betaald

Premie: 7% van D4 (85% van D3)

kosten op- en/of afbouwen boorinstallatie

Inbegrepen in hoofdcontract

kosten boormanagement en toezicht (doublet);

Drilling supervisor (company man) tijdens boring

Drilling supervisor (company man) tijdens sidetrack

Constructiemanagement

Constructiemanagement tijdens sidetrack

Veiligheidsmanagement

Veiligheidsmanagement tijdens sidetrack

Geoloog

Geoloog sidetrack

kosten locatie boorgereed maken

Elektrische werken boorsite (incl. verleggen kabels)

Leidingwerken boorsite (incl. verleggen leidingen)

Betonslab

Geluidsschermen

cuttings/spoeling afvoeren (doublet);

Afvoer cuttings/mud/cement

Afvoer cuttings/mud/cement sidetrack

kosten putttest + rapportage (doublet);

ESP test

Testprogramma GT-01 (origineel traject)

Testprogramma sidetrack en doublet

kosten dataacquisitie voor geologische evaluatie van de boorgaten (doublet)

Inbegrepen in de aanvullende diensten

onvoorziene kosten tot en met de realisatie van het doublet met inbegrip van de putttesten (doublet)

Niet meegenomen

Totaal

A2

Bovengrondse investeringskosten (vast bedrag = pomp en toebehoren, of dichten put(ten))

Vast bedrag (€ 500.000 bij doublet, € 250.000 bij half doublet)

Totaal

A

Totale Investeringskosten

Toelichting op A1 Ondergrondse investeringskosten

Bij onderdeel A1 mogen de volgende kosten worden opgevoerd (zie artikel 14/39/1 van het BVR):

- kosten boring productie- en injectieput (doublet); kosten boring gewaarborgde put (half doublet)

- premie die door de aanvrager krachtens artikel 14/39/3 van het BVR wordt betaald

- kosten op- en/of afbouwen boorinstallatie

- kosten boormanagement en toezicht (doublet); idem, voor realisatie van de gewaarborgde boring incl. putttest (half doublet)

- kosten locatie boorgereed maken

- cuttings/spoeling afvoeren (doublet); idem alleen voor de gewaarborgde put (half doublet)

- kosten putttest + rapportage (doublet); idem alleen van de gewaarborgde put (half doublet)

- kosten dataacquisitie voor geologische evaluatie van de boorgaten (doublet); idem alleen van de gewaarborgde put (half doublet)

- onvoorziene kosten tot en met de realisatie van het doublet met inbegrip van de putttesten (doublet); idem tot en met de realisatie van de gewaarborgde put van het half doublet met inbegrip van de putttest (half doublet)

Later gecorrigeerd, niet meetellen

B

Onderdeel B: Voordeel uit overige subsidies en andere verzekeringen

Overige subsidies of financieringen van overheidswege

STRES (subsidie op deel scope waarborgregeling)

EFRO (subsidie op deel scope waarborgregeling)

Totaal

Overige verzekeringen of garantstellingen (specificeer)

max. uitkering

Geen

Totaal

C

Onderdeel C: Gevraagd Waarborgbedrag per deelnemer

C1

A Investeringskosten

C2

B Voordeel uit overige subsidies

C3

Verwachte in aanmerking komende investeringskosten (A-B)

D

Onderdeel D: Totaaltelling over alle deelnemers

D1

Investeringskosten

D2

Voordeel uit overige subsidies/verzekeringen

D3

Verwachte in aanmerking komende investeringskosten

D4

Maximum gewaarborgd bedrag (=85% \* D3, met een maximum van € 11.050.000 of € 18.700.000 bij diepe put)

E

Vermogen waarover waarborg wordt aangevraagd

Vermogen waarover waarborg wordt aangevraagd