



Datum: 16-06-2023

Geschreven door: [redacted], [redacted], [redacted]

Gecontroleerd door: [redacted]

Inhoudsopgave

0.	Inleiding.....	4
0.1.	Proces	4
0.2.	Wettelijk kader	5
0.3.	Verantwoorde winning – veilig voor mens en milieu	5
0.3.1.	Veiligheidsbeheersing en milieuzorg.....	5
0.3.2.	Veiligheid- en Gezondheidsdocument	6
0.3.3.	Risicomanagement	7
0.3.4.	Noodplan.....	7
0.3.5.	Integriteit van het reservoir	8
0.3.6.	Integriteit van de putten (WIMS)	10
0.3.7.	Integriteit van de bovengrondse installatie	10
1.	Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem.....	11
1.1.	Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem	11
1.2.	Beschrijving van geothermisch systeem.....	11
1.2.1.	Werking van de mijnbouwinstallatie.....	11
2.	Beschikbare en gebruikte putten en seismische data.....	14
2.1.	Keuze van de referentieputten en putinformatie	14
2.2.	Seismische gegevens	16
2.3.	Coördinatensysteem.....	17
2.4.	Beschrijving van de putten	18
2.4.1.	Injectieput NLW-GT-01.....	18
2.4.2.	Productieput NLW-GT-02-S1	21
2.5.	Aquifer karakteristiek	22
2.5.1.	Diepte, structuur en dikte	22
2.5.2.	Beschrijving van breuken	24
2.5.3.	Correlatiediagram	25
2.5.4.	Seismische secties	28
2.5.5.	Aquifer karakteristieken.....	30
2.6.	Formatiewater karakteristiek	35
2.7.	Reservoir modellering	36
3.	Wijze van winning	38
3.1.	Beschrijving winning	38
3.1.1.	Metingen bovengrondse installatie	39
3.1.2.	Hulpstoffen.....	39
3.1.3.	Operationele begrenzings.....	40
3.1.4.	Productieprognose	40

3.2.	Duur van winning.....	42
3.3.	Interferentie	42
3.3.1.	Olie- & gaswinning	42
3.3.2.	Geothermie	43
4.	Bodembeweging	44
4.1.	Bodemdaling.....	44
4.2.	Bodemtrilling	45
4.2.1.	Monitoring seismiteit	46
5.	Appendices.....	48
5.1.	Fracture Containment Trias Westland (Panterra, 2023)	48
5.2.	Seismic Hazard Analysis Trias Westland (Panterra, 2023).....	48
5.3.	Seismic Hazard Analysis Trias Westland (QCON, 2019).....	48
5.4.	QuickScan Seismic Hazard Trias Westland (Panterra, 2019)	48
5.5.	Seismisch risico beheersplan Trias Westland (2023).....	48
5.6.	Samenstelling reservoir water NLW-GT-02-S1	48
5.7.	Doublet Calc 2D input parameters	49
5.8.	THP Berekening	51

0. Inleiding

Trias Westland B.V. (hierna: TWL) heeft twee winningsvergunningen aardwarmte: Naaldwijk I en Naaldwijk II. In het gebied bij Naaldwijk wordt sinds 2019 aardwarmte gewonnen uit geproduceerd formatiewater door middel van de aardwarmteputten die in 2018 (Naaldwijk I) en 2020 (Naaldwijk II) geboord zijn. De warmte wordt geleverd aan deelnemende glastuinbouwbedrijven. Dit document betreft een wijziging van het winningsplan van Naaldwijk I met de intentie om de injectietemperatuur te verlagen.

Winningsvergunning	Putten	Doublet
Naaldwijk I (definitief)	NLW-GT-01 & NLW-GT-02-S1	TWL-01
Naaldwijk II (tijdelijk beleidskader)	NLW-GT-03 & NLW-GT-04	TWL-02

De toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat heeft op 8 februari 2018 een omgevingsvergunning verleend voor aardwarmtewinningslocatie Naaldwijk I. Op 28 oktober 2021 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat ingestemd met het winningsplan Naaldwijk I. Beide aanvragen hebben de Uniforme Openbare Voorbereidingsprocedure (afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht) doorlopen. Op 19 december 2019 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat een winningsvergunning Naaldwijk I verleend.

Operator TWL beheert de mijnbouworganisatie en zet hierbij diverse partijen in voor de uitvoering. De mijnbouworganisatie van aandeelhouder HVC voert hierbij de regie. TWL is eindverantwoordelijk voor de veilige uitvoering van de werkzaamheden op locatie.

Secties waar geen wijzigingen in zijn aangebracht zijn lichtgrijs weergegeven.

0.1. Proces

Op de mijnbouwlocatie van TWL zijn momenteel twee doubletten operationeel; Trias Westland 01 (TWL-01) en Trias Westland 02 (TWL-02).

Op dit moment is er een definitieve winningsvergunning met ingestemd winningsplan aanwezig voor het eerste doublet (TWL-01), Naaldwijk I. Voor het tweede doublet (TWL-02) is een pre-drill winningsvergunning met ingestemd pre-drill winningsplan van kracht, Naaldwijk II, onder het tijdelijk beleidskader vooruitlopend op de wijziging van de Mijnbouwwet.

TWL heeft de wens de twee winningsvergunningen en plannen samen te voegen, in de huidige winningsplannen is daarom reeds vooruitgelopen op samenvoeging van beide doubletten opererend als kwartet binnen één systeem. Echter, gezien de verschillende status van de vergunningen moet de samenvoeging stapsgewijs plaatsvinden. Momenteel is het aannemelijk dat de onderstaande processtappen genomen zullen worden:

1. Herziening injectietemperatuur winningsplan Naaldwijk I
2. Herziening injectietemperatuur pre-drill winningsplan tijdelijk beleidskader Naaldwijk II
3. Aanvraag Vervolgvergunning Naaldwijk II (bij ingaan gewijzigde mijnbouwwet)
4. Samenvoegen Naaldwijk I & II bij gelijke status

0.2. Wettelijk kader

Het winnen van delfstoffen en aardwarmte vanuit een voorkomen geschiedt ex artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet (Mbw) overeenkomstig een winningsplan, dat bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) wordt ingediend en waarop een instemmingsbesluit van de Minister van EZK nodig is.

Het winningsplan betreft enkel die elementen die onder de Mijnbouwwet vallen en die te maken hebben met de ondergrondse winning en de gevolgen van het winnen van aardwarmte, zoals beschreven in Mbw art 35. Het bovengrondse systeem valt onder het regime van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo), waarvoor een omgevingsvergunning dient te worden verleend.

In het winningsplan wordt ingegaan op de organisatie en het beheerssysteem wat toeziet op een verantwoorde winning die veilig is voor mens en milieu, een beschrijving van de locatie en het geothermisch systeem, de wijze van winning, het tempo en duur van de winning en de verwachtingen voor bodembeweging.

Bij de beoordeling van het plan door de Minister van Economische Zaken en Klimaat zal, naast een beoordeling in het kader van het planmatig beheer, ook beoordeeld worden of het winningstempo en de winningswijze met het oog op de veiligheid en het milieu acceptabel zijn en of de voorgestelde maatregelen voldoende waarborgen inhouden om de nadelige gevolgen van die winning op te vangen.

Op de voorbereiding van het instemmingsbesluit is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van toepassing. Dat betekent onder andere dat een ieder zienswijzen naar voren kan brengen op het ontwerpbesluit van de minister. Op het definitieve besluit van de Minister is beroep mogelijk door belanghebbenden bij de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Als een voorgesteld winningsplan de instemming van de Minister van EZK heeft gekregen, zal de winning overeenkomstig het plan plaats moeten vinden. Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) houdt hier toezicht op.

Bovenstaand wettelijk kader wordt voor het winnen van aardwarmte gewijzigd om daarmee beter aan te sluiten bij de specifieke kenmerken van het winnen van aardwarmte ten opzichte van het winnen van delfstoffen. De wijziging van de Mijnbouwwetgeving is in voorbereiding en zal op z'n vroegst van kracht worden per 1 juli 2023. Om een in te dienen winningsplan voor projecten vooruitlopend op de nieuwe wetgeving zoveel als mogelijk hierbij reeds te laten aansluiten is een tijdelijk beleidskader vastgesteld door het Ministerie van EZK en aan TWL kenbaar gemaakt in november 2019 (ref: brief Ministerie EZK dd 14 november 2019 kenmerk DGKE/19265357). Dit winningsplan Naaldwijk I dateert van vóór in werking treden van het tijdelijk beleidskader en is dus een definitief winningsplan waarvoor nu alleen een wijziging voor het herzien van de injectietemperatuur wordt aangevraagd.

0.3. Verantwoorde winning – veilig voor mens en milieu

0.3.1. Veiligheidsbeheersing en milieuzorg

Het managementsysteem (VGM Zorgsysteem) van Trias Westland B.V. (TWL) is de basis voor een verantwoorde winning (veilig voor mens en milieu). Het topdocument van dit managementsysteem dient als vertrekpunt voor de toegepaste beheersinstrumenten op het gebied van kwaliteit, veiligheid en milieu. Het geeft inzicht in de missie, visie en strategie van TWL naar concrete doelen en acties voor het realiseren en exploiteren van de geothermieactiviteiten.

TWL is een zelfstandige entiteit en stelt eigen doelstellingen op. Voor het opzetten van het managementsysteem is gebruik gemaakt van bestaande systemen van Westland Infra (aandeelhouder) die gecertificeerd zijn voor ISO 9001, ISO 14001, ISO 55001 en VCA**.

Het doel van het managementsysteem is:

- Zekerheid op naleving bedrijfsbeleid en wetgeving;
- Beschrijving van taken en verantwoordelijkheden binnen de organisatie;
- Uitvoering van operaties op tijds- en kosten efficiënte wijze;

- Beheersing van VGM-risico's;
- Implementatie van een proces van continue verbetering.

Ten behoeve van het succesvol uitvoeren van de geothermieactiviteiten door TWL zijn er bij aanvang kritische prestatie indicatoren (KPI's) vastgesteld voor veiligheid & gezondheid, milieu, kwaliteit, omgeving, vergunningen, financieel, energieproductie, deelnemerstevredenheid. De KPI's zijn ondergebracht in het managementsysteem en zijn daar onderdeel van de procedures onder prestatiemeting. Beoordeling en waar gewenst aanpassing vindt plaats via de jaarlijkse directiebeoordeling. In de afgelopen jaren zijn diverse aanpassingen doorgevoerd aan de hand van prestatiemeting en voortschrijdend inzicht in de toepassing van beschikbare managementsysteem onderdelen met name vanuit HVC, de aandeelhouder die grotendeels uitvoering geeft aan de TWL operaties en de regie voert.

De veiligheid en gezondheid van de medewerkers en de omgeving staan voorop bij TWL. Daarnaast is het beleid erop gericht om verstoringen van het milieu zoveel als mogelijk te voorkomen. Risico's met betrekking tot de veiligheid en/of milieu dienen in kaart te zijn gebracht en tot een ALARP (as low as reasonably practicable) niveau te worden beheerst. Met een transparant systeem van veiligheidsbeheersing en milieuzorg kan aan de stakeholders worden aangetoond dat TWL in control is.

0.3.2. Veiligheid- en Gezondheidsdocument

Stakeholders die belang hebben bij een goedwerkend systeem voor veiligheidsbeheersing en milieuzorg zijn omwonenden en de toezichthoudende/ vergunningverlenende partij. Daarom zal voor iedere (deel)fase van de geothermie een VG document worden opgesteld conform artikel 2.42f van het Arbeidsomstandighedenbesluit.

In deze documenten zal beschreven zijn:

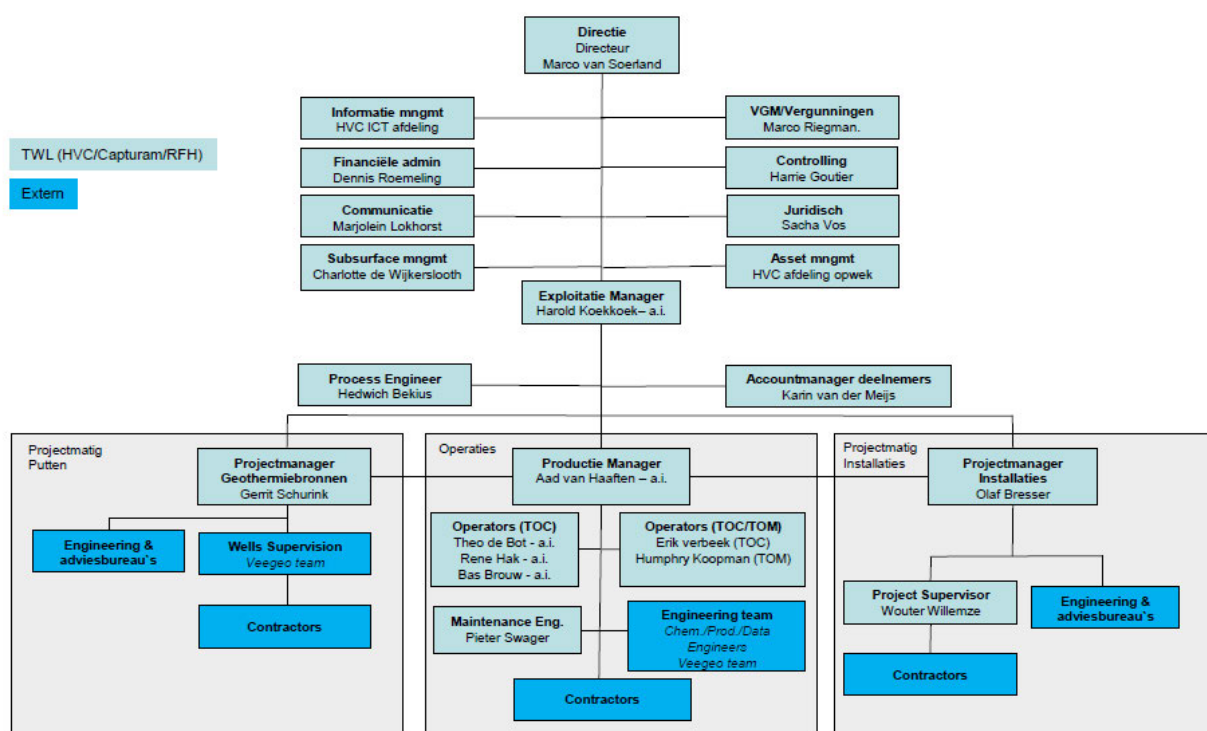
- De opbouw van de organisatie, wie de werkgevers zijn en hoe er wordt samengewerkt;
- De geïdentificeerde risico's, de evaluatie en de beheersing hiervan;
- De taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden;
- Hoe de coördinatie en communicatie plaatsvindt;
- Beschrijving van de calamiteiten en hoe die worden beheerst in het noodplan.

De risico's die aanwezig zijn op de aardwarmte installatie van TWL en de bijbehorende risico's waaraan personeel en bezoekers als gevolg daarvan kunnen worden blootgesteld, zijn zorgvuldig door het management van TWL in overweging genomen. Deze overwegingen worden weerspiegeld in het VG document.

Het VG document gedetailleerd ontwerp, opstarten en gebruik voor Naaldwijk I - TWL-01 is op 25 februari 2019 ingediend bij Staatstoezicht op de Mijnen. Met de uitbreiding van Naaldwijk II – TWL-02 is op 16 april 2021 een VG document addendum gebruik (vervroegd) ingediend om de volledige gecombineerde exploitatie van Naaldwijk I en II in een enkelvoudig VG document onder te brengen.

In de huidige exploitatiefase van TWL is het organisatieschema als volgt:

MS 06.01.03 Organogram Exploitatiefase – rev14 – jan 2023



0.3.3. Risicomanagement

TWL heeft een systematiek voor risicomanagement dat tot doel heeft om risico's met betrekking tot veiligheid, milieu, kosten en prestaties tot een acceptabel niveau terug te dringen. De geïdentificeerde risico's worden opgenomen in een risicoregister en van een gewicht/waarde (weging) voorzien. De kans dat een risico optreedt en de impact, bepalen de prioriteit en de te nemen beheersmaatregelen. Per risico wordt een risico-eigenaar toegewezen die verantwoordelijk is voor het identificeren en bijhouden van risico's en het nemen van maatregelen. Daarnaast is er een risicomanager toegewezen die het geheel van het risicomanagement bewaakt. Risico's worden ingedeeld volgens de RISMAN indeling.

De behandeling van de geconstateerde en geregistreerde risico's vindt plaats tijdens periodieke overleggen. De status van deze risico's wordt gerapporteerd en toprisico's qua effect worden besproken in deze periodieke overleggen. Hierin worden de beslissingen genomen over de status van de risico's op dat moment en wordt een standpunt ingenomen over de weging. De acties die voortvloeien uit de beslissingen worden, nadat ze zijn uitgevoerd en het resultaat van het restrisico bekend is, teruggekoppeld in de overleggen.

0.3.4. Noodplan

In overeenstemming met Nederlandse arbeidswetgeving, voorschriften en vereisten uit het Mijnbouwbesluit, heeft TWL een Noodplan in place (onderdeel van het VGM Zorgsysteem) om de leden van het Crisis Team de informatie te geven die nodig is om te reageren op incidenten in een veilige, snelle, effectieve en efficiënte manier.

Voor de toepassing van dit plan worden incidenten gedefinieerd als gebeurtenissen die plaatsvinden op een mijnbouwlocatie (hier locatie Naaldwijk aan de Lange Broekweg 70B te Naaldwijk) en die onaanvaardbare effecten hebben op mensen, het milieu of eigendommen en die noodmaatregelen vereisen.

Mogelijke noodsituaties zijn afgeleid van de risicobeoordeling in de vorm van scenario's met grote gevaren. Afgezien van de grote gevaren, zijn sommige scenario's gebaseerd op andere noodsituaties, b.v. ziekte of letsel en acties van kwaadwillige intentie.

De volgende scenario's zijn van toepassing op de aardwarmte installatie Naaldwijk:

- Brand met eventuele ontruiming (inclusief brandbare wolk en gasexplosie) in de warmtecentrale;
- Grote lekkage van geothermiewater;
- Incident met persoonlijk letsel;
- Onbeheerst vrijkomen gas uit putten.

0.3.5. Integriteit van het reservoir

Het uitgangspunt met betrekking tot reservoir integriteit is dat het circuleren van water door het beoogde reservoir geen nadelige invloed mag hebben op mens en milieu. Om dit te borgen zal gebruikt worden gemaakt van een reservoir integriteit managementsysteem. Hierin worden de gevaren geïdentificeerd, beoordeeld en vervolgens wordt zeker gesteld dat de voorkomende maatregelen zijn geborgd tijdens de constructie-, exploitatie- en opruimfase van het project.

De twee belangrijkste onderwerpen in het reservoir managementsysteem zijn:

Risico 1: Verlies integriteit van afsluitende lagen

Risico 2: Geïnduceerde seismiciteit

Bovenstaande onderwerpen worden in onderstaande sub paragrafen behandeld, waarbij de volgende sub-onderwerpen worden aangehaald.

1. Beschrijving risico
2. Evaluatie van risico
3. Beschrijving mitigerende maatregelen en monitoring

Risico 1: Verlies integriteit van afsluitende lagen

Beschrijving risico

Aantasting van de afsluitende laag kan mogelijk gevolg hebben dat er lekkage van formatiewater naar een andere formatie plaatsvindt, en dat er op termijn lekkage kan plaatsvinden naar het grondwater. Dit risico moet worden vermeden en de ondergrondse injectiedruk en temperatuur moeten worden afgestemd op de sterkte van de afsluitende laag.

Evaluatie van risico

Circulatie van water vindt plaats in de zanden van de Delft Member en Alblaserdam Formatie, die aan de top worden begrensd door de Rodenijs Claystone en aan de basis door de Altena Groep. Er zijn twee mogelijke mechanismes waardoor formatievloeistof weg kan lekken uit de beoogde reservoirs door injectie van afgekoeld water onder hoge druk; verlies van de integriteit van de afsluitende laag als gevolg van scheurvorming of het weglekken via een breuk

1. Scheurvorming

De operator verwacht dat tijdens de levensduur van het project injectie onder scheurcondities in het reservoir zal gaan plaatsvinden. De vorming hiervan wordt veroorzaakt door de thermische krimp van in combinatie met de druk die uitgeoefend wordt om het water in het gesteente te persen. Vooral de laatste zal bij injectie onder matrix condities altijd oplopen door de cumulatieve ophoping van deeltjes die ondanks het zeer zorgvuldig filteren, aanwezig zijn in het injectiewater.

et uitgangspunt is dat verlies van integriteit van de afsluitende lagen volledig uitgesloten moet zijn en de kans op scheurgroei in de 'waste zone' moet worden geminimaliseerd. Om vast te stellen onder welke omstandigheden dit kan worden gegarandeerd wordt gebruik gemaakt van een modelgebaseerde werkwijze.

Als onderdeel van dit winningsplan is op basis van de beschikbare data door Panterra een studie gedaan naar de veilige parameters waaronder geïnjecteerd kan worden (appendix 5.1). Uit dit onderzoek blijkt dat de afsluitende laag slechts zeer beperkt wordt afgekoeld en dat de in-situ spanning in deze laag nauwelijks zal afnemen ten opzichte van de aanwezige 0,158 bar/m en dat daardoor scheurvorming in deze laag niet zal optreden zolang de injectiedruk lager blijft dan 0,158 bar/m. De maximale veilige injectiedruk gradiënt is 0,158 bar/m met een gemiddelde injectietemperatuur van 25°C en een maximaal debiet van 430 m³/hr als geldigheidsgrens. Om een veilige situatie te garanderen wordt een veiligheidsfactor van 1,1 toegepast. Daarom wordt 0,143 bar/m als veilige injectiedruk gradiënt aangehouden. Deze waarde is ook terug te vinden in sectie 3.1.2 - Operationele begrenzingen.

2. Weglekken via een breuk

Water kan eventueel weglekken via een lekpad als gevolg van niet-afsluitende breuken. In het geval van het Trias Westland project zijn er een aantal breuken waarneembaar op de seismiek binnen de concessie. Op basis van gegevens in de West-Nederland bekken wordt verwacht dat deze breuken niet of deels doorlatend zijn. Injectieputten zijn gepland midden in het horstblok. Doordat druk logaritmisch afneemt als functie van afstand van de put is verandering van de hydraulische aard van de breuk door druk en temperatuur invloed niet aannemelijk.

Ad: Scheurvorming in waste zone

De Rodenrijs Formatie bevat zones met een hoog percentage klei, de zogenaamde “waste zones”. Deze zones worden niet geperforeerd en staan daarom niet in direct contact met het boorgat. In het geval van scheurvorming kunnen deze zones alsnog hydraulisch worden verbonden met het boorgat. Dit kan in het uiterste geval tot drukverhoging in geïsoleerde (dunne) zandlagen in de waste zone. Dit zou kunnen leiden tot extra krachten op natuurlijke breuken in het reservoir. Dit risico is apart onderzocht als onderdeel van de seismische hazard analyse (appendix 5.2). Conclusie is dat voor dit project het risico laag is.

Mitigerende maatregelen

Om het risico op integriteitsbreuk te minimaliseren worden gepaste mitigerende maatregelen genomen. Een overzicht hiervan is hieronder aangegeven:

1. Puttesten om de juiste parameters van het gesteente vast te stellen
2. Primaire monitoring:
 - a. Putmondruk
 - b. Debiet
 - c. Daggemiddelde injectietemperatuur
 - d. Injectiviteit trend
3. Monitoring van de grootte van de scheur door middel van fall-off test
4. Diepte-Temperatuur log (opwarming log)

Risico 2: Bodemtrillingen

De kans op bodemtrillingen en mitigerende maatregelen worden in meer detail behandeld in sectie 4.2.

Beschrijving risico's

Spanningsveranderingen in de ondergrond als gevolg van afkoeling en druk kunnen ervoor zorgen dat kritisch gespannen breuken gaan bewegen; dit kan bodemtrillingen veroorzaken wat schade aan gebouwen als gevolg kan hebben. Ondanks de kleine kans moet een beving die kan leiden tot schade nadrukkelijk vermeden worden.

Evaluatie van risico's

Als onderdeel van de evaluatie van de risico's is er een locatie specifieke seismische dreigingsanalyse (SHA Level 2) uitgevoerd.

Beschrijving mitigerende maatregelen en monitoring

Om het risico op integriteitsbreuk te minimaliseren worden gepaste mitigerende maatregelen genomen. Een overzicht hiervan is hieronder aangegeven.

1. Interferentietest om drukcommunicatie tussen de putten aan te tonen
2. Monitoring seismiciteit
3. Seismisch risico beheersplan met verkeerslicht systeem

0.3.6. Integriteit van de putten (WIMS)

Het put integriteit beleid beschrijft de verplichting om gezondheid, veiligheid, milieu en reputatie te beschermen. Het "Well Integrity Management System" (WIMS) is het systeem dat borgt dat de integriteit van de put wordt gehandhaafd gedurende de gehele levenscyclus van de geothermische putten door de toepassing van technische, operationele en organisatorische processen.

De primaire barrière bestaat uit:

- putmond en spuitkruis;
- casings en liners;
- liner-hangers;
- cement achter de casings en liners.

De fabricage certificaten van deze onderdelen zijn aanwezig en de geplaatste onderdelen zijn na installatie hydrostatisch getest. De casings en/of liners zijn na installatie gemeten voor wanddikte (nulmeting) en er is een cement bond log uitgevoerd.

Ter bescherming van deze primaire casings en/of liners is gekozen voor een binnenbuis van Glass Reinforced Epoxy (GRE). Deze binnenbuis zorgt ervoor dat het corrosieve water niet in contact komt met het staal van de casing. Deze binnenbuis creëert een B-annulus tussen de stalen casing en de GRE binnenbuis, welke continu gemonitord wordt met bijbehorende beveiligingsprotocollen. Bij geen afwijkingen van de druk in de annulus kan een logging frequentie van 15 jaar worden aangehouden. Indien er toch afwijkingen zijn, zal er een wireline onderzoek gestart worden. Het resultaat hiervan bepaalt de vorm van adequate handeling (reparatie/vervanging) en daarmee de bescherming van de primaire barrière.

0.3.7. Integriteit van de bovengrondse installatie

Het maintenance managementproces is zo ingericht dat de integriteit van de bovengrondse installatie met hoge betrouwbaarheid kan worden gegarandeerd. De bouw van de bovengrondse installatie wordt beoordeeld door een certificerende instantie en hiervoor is een conformiteitsverklaring afgegeven.

De doelstellingen zijn:

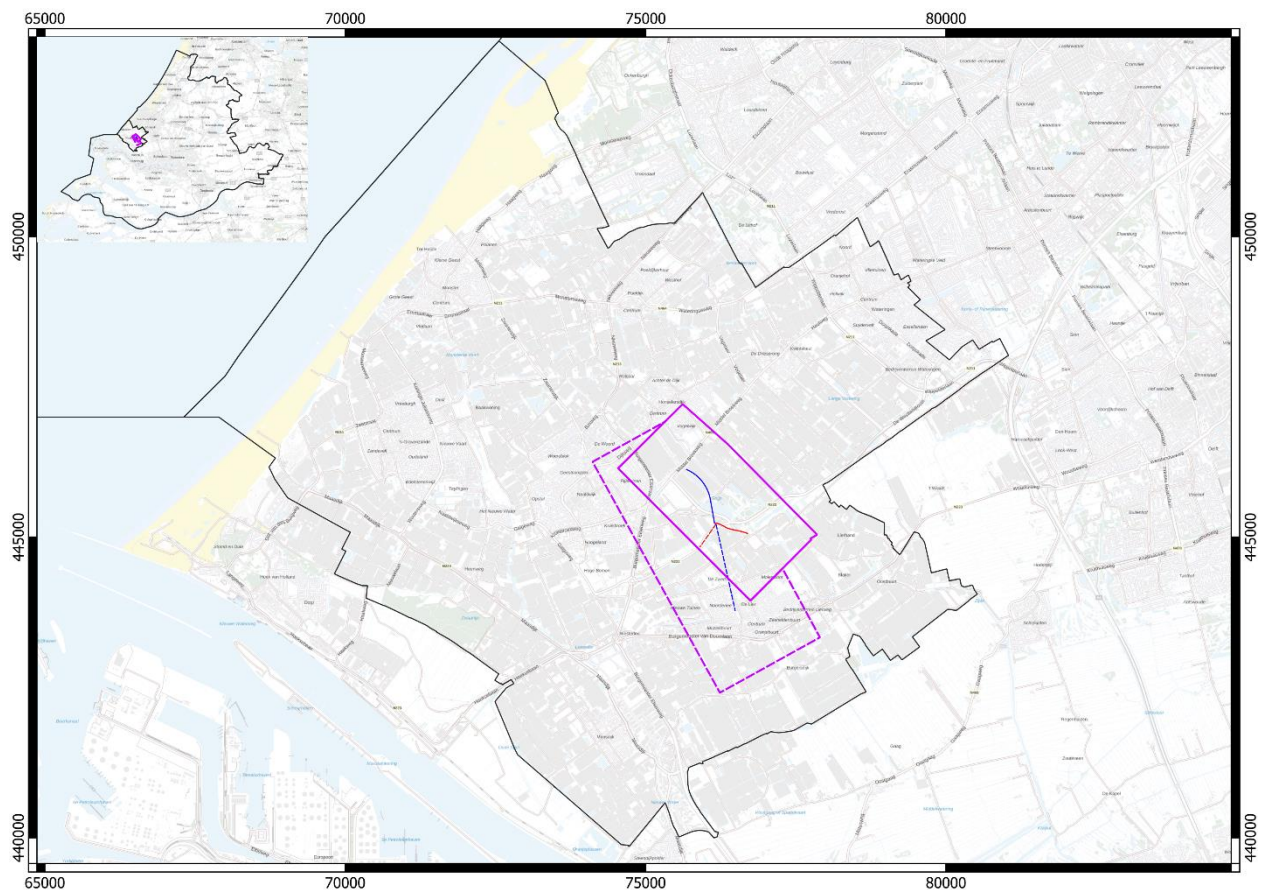
- het bereiken van een ongeval vrije werkplek;
- het elimineren van morsen en milieu-incidenten. Identificeren en mitigeren van belangrijke milieurisico's;
- het leveren van een hoge betrouwbaarheid waardoor productieverlies wordt verminderd en de levering van energie wordt gemaximeerd.

1. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem

1.1. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem

De putten NLW-GT-01 en NLW-GT-02-S1 vormen samen het doublet TWL-01. Dit doublet is in 2018 gerealiseerd in Naaldwijk, adres Lange Broekweg 70B.

De locatie van het geothermisch systeem TWL-01 is gegeven in Figuur 1. Hierin zijn het bereik van de provincie Zuid Holland aangegeven (zie inzet), de gemeente Westland (zwarte kaderlijnen), de winningsvergunning Naaldwijk I en de putten NLW-GT-01 en NLW-GT-02-S1 weergegeven.



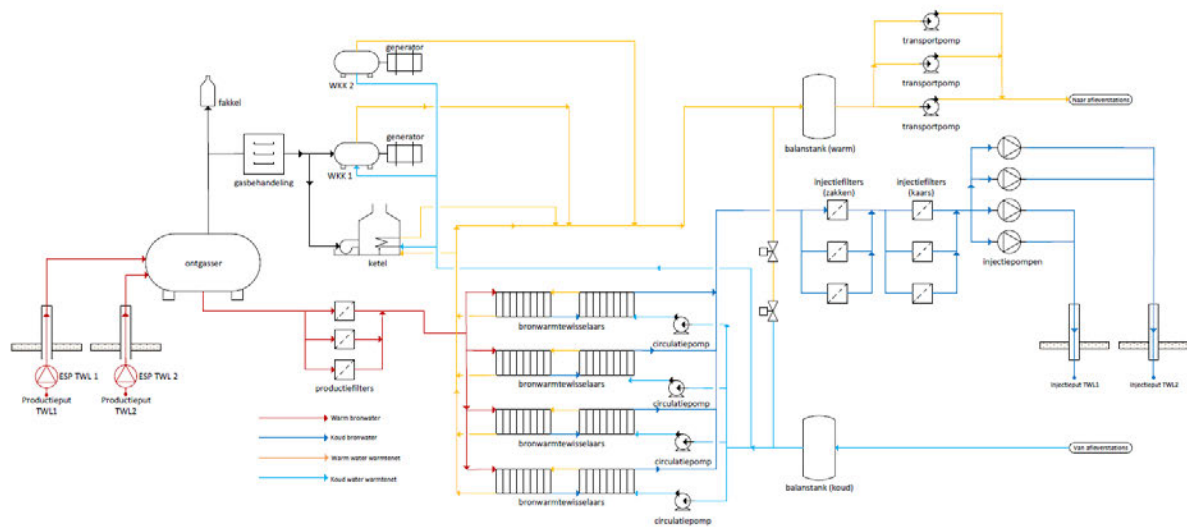
Figuur 1 Locatie geothermisch systeem TWL-01 in relatie tot de Provincie Zuid Holland en de gemeente Westland. Locatie van geothermisch systeem TWL-02 is weergegeven in stippellijnen ter indicatie.

1.2. Beschrijving van geothermisch systeem

1.2.1. Werking van de mijnbouwinstallatie

De mijnbouwinstallatie is ontworpen om warmte te onttrekken uit bronwater (formatiewater uit de Delft Member en Alblasserdam Formatie). De warmte wordt overgedragen aan een secundair warmtedistributienetwerk waarmee de warmte bij de gebruikers wordt gebracht. Het afgekoelde retourwater uit het distributienetwerk wordt in de mijnbouwinstallatie wederom opgewarmd aan het warme bronwater. Het aldus afgekoelde bronwater wordt in de diepe ondergrond teruggebracht. De installatie die hiervoor nodig is, is inmiddels uitgebreid met de extra apparatuur die is toegevoegd voor ook het produceren met het tweede doublet TWL-2. Tezamen is dit nu een geïntegreerde installatie waarmee de integrale verwerkingscapaciteit is vergroot met behoud van de functionaliteit van de installatie. Hierdoor is het mogelijk om het gecombineerde bronwaterdebiet van beide doubletten, maximaal 730 m³/h, te verwerken. De installatie is ontworpen voor bronwater met een maximale temperatuur 88 °C en maximale operationele druk van 16 bar. De retourtemperatuur zal minimaal 25 °C bedragen.

Figuur 2 geeft een schematische weergave van de installatie weer.



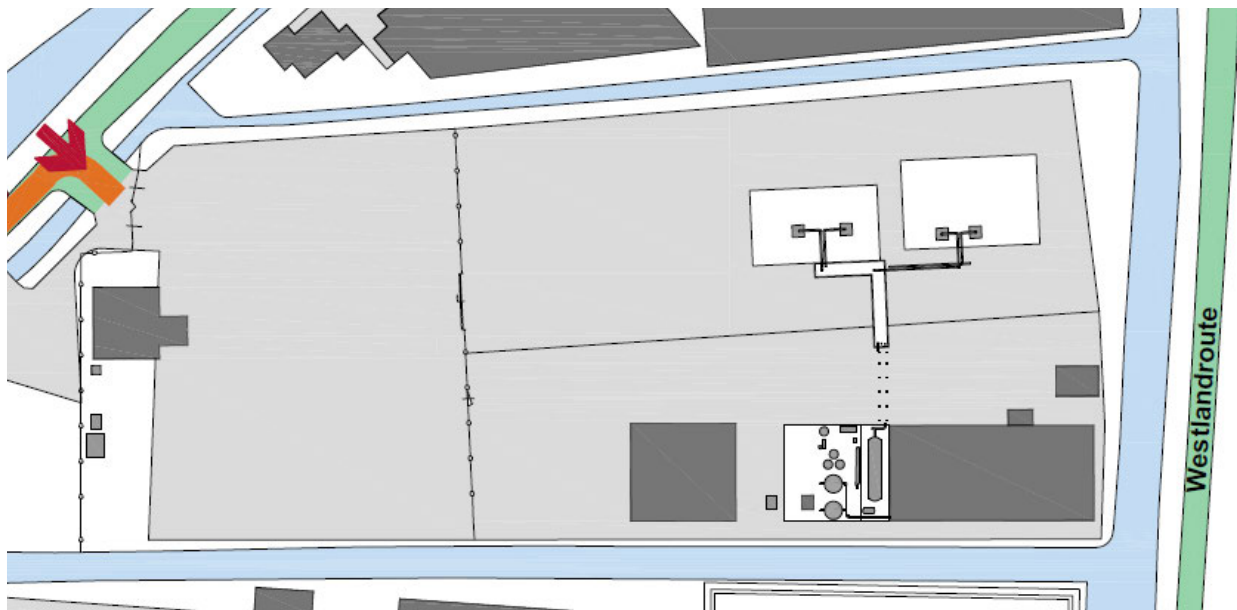
Figuur 2 Schematische weergave van de mijnbouwinstallatie

Het bronwater wordt met behulp van bronpompen (ESP's) opgepompt en in een ontgasser gecombineerd en ontdaan van uittredend opgelost aardgas. Per m³ bronwater wordt ~1 Nm³ gas mee geproduceerd. In een filter wordt het bronwater ontdaan van meegesleurd vaste bestanddelen. Vervolgens wordt met vier parallel geplaatste warmtewisselaarstraten de warmte overgedragen aan het secundaire distributienetwerk. Het afgekoelde bronwater (met daarin uitgekristalliseerd zout) wordt gefilterd door twee in serie geplaatste filters - een type zakken filter en daarna een type kaarsfilter - en door injectiepompen in druk verhoogd. Na de injectiepompen wordt het water naar ratio van de productiedebieten verdeeld over de twee injectieputten om opnieuw in de oorspronkelijke formatie in de diepe ondergrond gebracht te worden.

Het aan het bronwater opgewarmde water in het warmtedistributienetwerk wordt in druk verhoogd met transportpompen om vervolgens via een wijd vertakt distributienetwerk naar de gebruikers gebracht te worden. Daar wordt de warmte onttrokken via warmteoverdrachtinstallaties en het koude retourwater wordt teruggevoerd naar de mijnbouwinstallatie. In de mijnbouwinstallatie wordt het water via vier circulatiepompen over de vier warmtewisselaars verdeeld om wederom in temperatuur verhoogd te worden.

Het geproduceerde gas wat wordt afgescheiden van het bronwater in de ontgasser wordt na conditionering grotendeels in elektriciteit omgezet door twee warmtekrachtkoppeling (WKK) installaties. De elektriciteit wordt voornamelijk ter plaatse gebuikt voor de energievoorziening van met name de ESP's en de injectiepompen. Eventuele surplus elektriciteit wordt aan het openbare net geleverd. Het bijproduct van de WKK's, warmte, wordt gebruikt om het water dat naar de afnemers wordt getransporteerd zoveel mogelijk in temperatuur te verhogen. Indien onverhoopt de WKK's uitvallen, kan het gas worden verwerkt in de gasgestookte ketel en uiteindelijk, mocht de ketel ook uitvallen, wordt het gas verbrand in een gesloten fakkelinstallatie. Zowel de ketel als de gesloten fakkelinstallaties zijn back-up installaties en zijn normaliter niet in bedrijf.

De lay-out en foto van de mijnbouwlocatie zijn weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Lay-out en foto van de mijnbouwlocatie

2. Beschikbare en gebruikte putten en seismische data

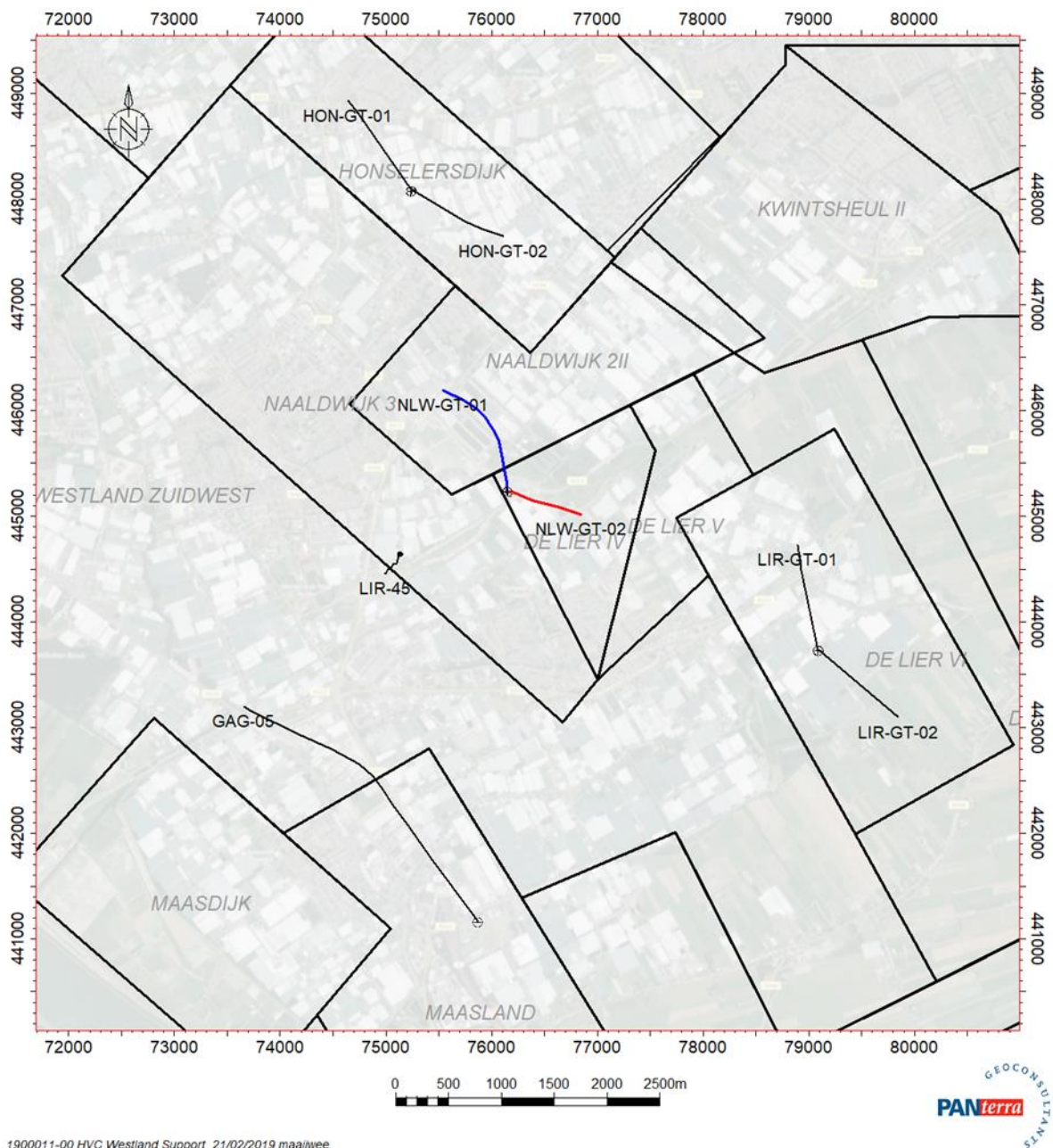
2.1. Keuze van de referentieputten en putinformatie

In deze paragraaf wordt beschreven welke boringen zijn gebruikt voor de seismische interpretatie, de aquifer karakterisering en de waterevaluatie. De referentieputten zijn weergegeven in **Tabel 1** en Figuur 4. Deze selectie van putten is gemaakt op basis van nabijheid, data beschikbaarheid en kwaliteit en reservoir karakteristieken. Zoals te zien in Figuur 4 is er een grote data dichtheid rond NLW-GT-01 en NLW-GT-02-S1.

Tabel 1 Boringen die zijn gebruikt voor de seismische interpretatie, aquifer karakterisering en waterevaluatie

Put	Jaartal	Seismiek (correlatie of QC snelheidsmodel)	Petrofysica	Correlatie	Notities
GAG-05	1998	Ja	Ja*	Ja	
HON-GT-01	2012	Ja	Ja	Ja	
HON-GT-02	2012	Ja	Ja	Ja	
LIR-45	1982	Ja	Ja	Ja	
LIR-GT-01	2014	Ja	Ja		Geen publieke log data
LIR-GT-02	2014	Ja	Ja		Geen publieke log data
MON-02	1982		Ja*		
MON-03	1990		Ja*		
NLW-GT-01	2018	Ja	Ja	Ja	
NLW-GT-02	2018	Ja	Ja	Ja	

* Petrofysische interpretatie is uitgevoerd door TNO in 2013 (www.nlog.nl)

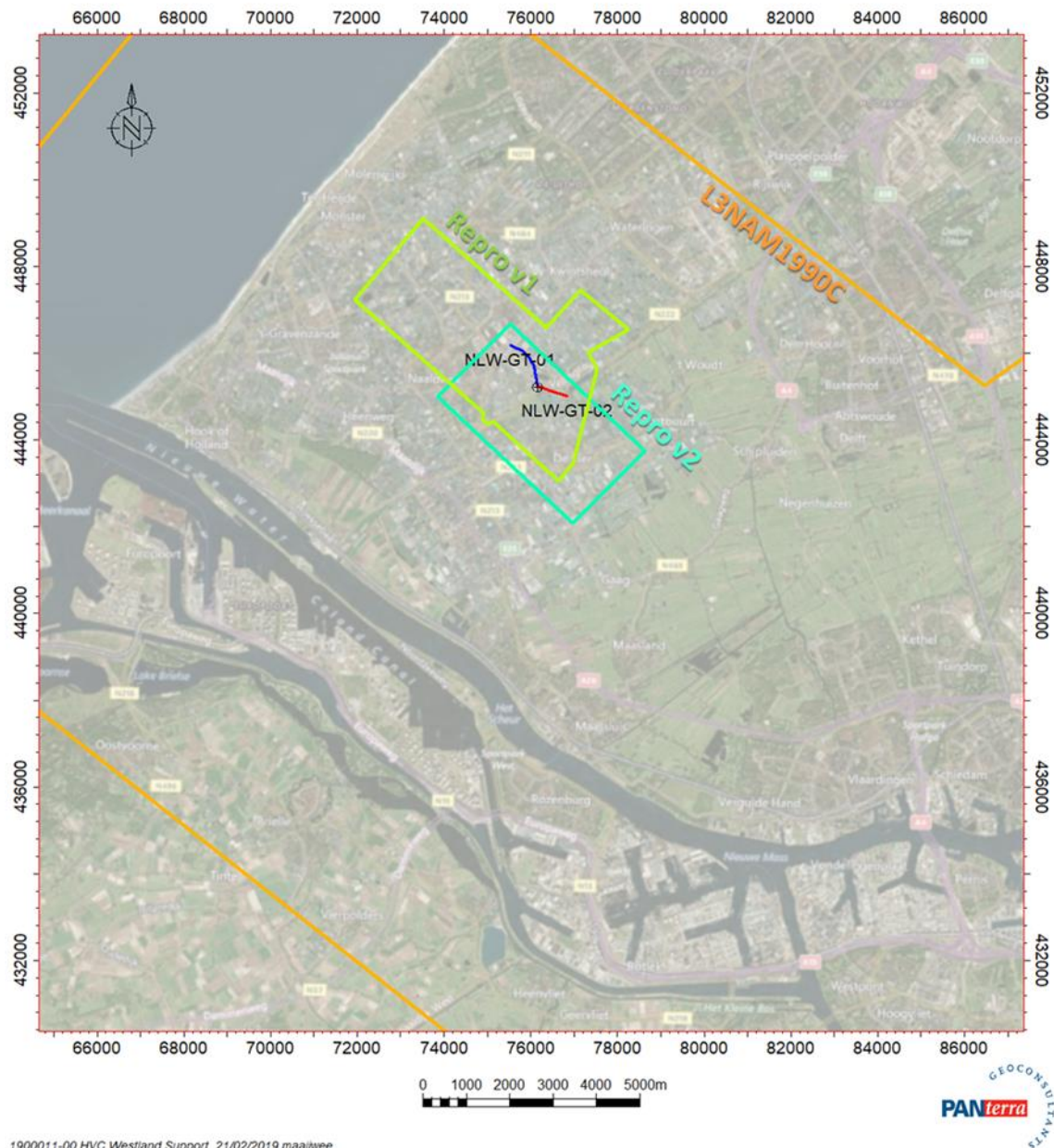


Figuur 4 Geografische verspreiding referentieputten

2.2. Seismische gegevens

Voor de seismische interpretatie zijn verschillende seismische surveys gebruikt:

- L3NAM1990C
- NAM reprocessing op L3NAM1990C- v1 (2015)
- NAM reprocessing op L3NAM1990C - v2 (2015)



Figuur 5 Bereik van seismische surveys

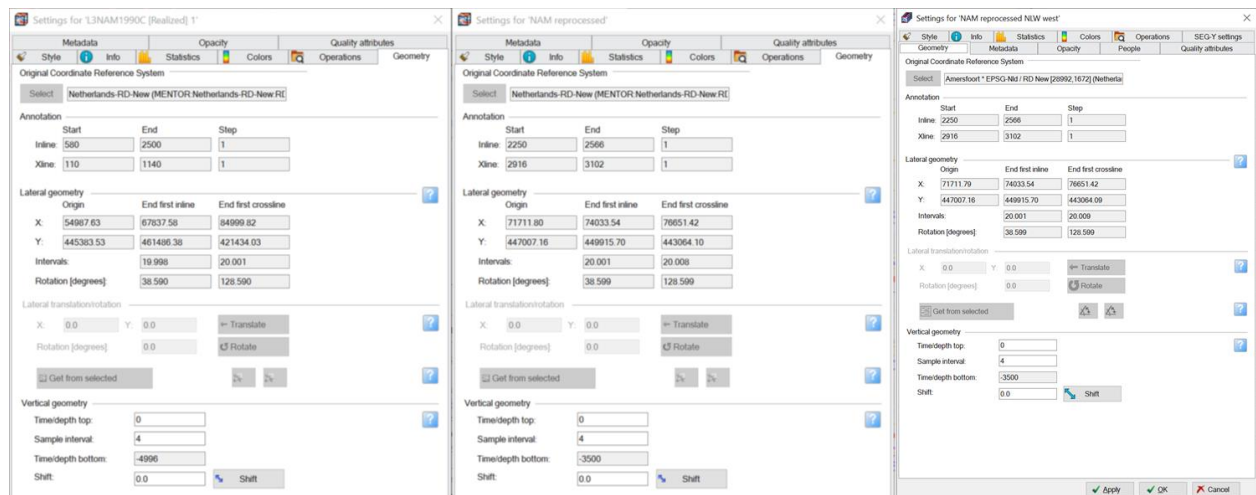
Rondom de putten van TWL-01 is een reprocessing seismische dataset uit 2015 (in tijd) beschikbaar gesteld door de NAM. De reprocessing heeft plaatsgevonden op de originele dataset L3NAM1990c die een groter bereik beslaat, buiten het bereik van de reprocessing is deze dataset gebruikt voor de seismische interpretatie. De correlatie tussen de twee seismische datasets is goed, er waren geen correcties nodig. De reprocessing is van betere kwaliteit met continue reflecties, ruis reductie en betere breukdefinitie. Het bereik van beide surveys is weergegeven in **Figuur 5**. Beide surveys zijn “zero phase” zoals aangegeven in de koptekst en opgenomen in SEG

formaat. Voor alle figuren in dit rapport is een trog een toename in impedantie (hard-kick) en een negatieve amplitude.

Definitie van de kwaliteit van seismiek kan in vier categorieën worden opgedeeld:

1. **Slecht.** De resolutie van het seismisch survey is onvoldoende om de top en basis van het reservoir (of nabije reflector) te identificeren. Ook kan de positie en/of aanwezigheid van breuken niet worden bepaald.
2. **Beperkt.** De top en basis van het geothermisch reservoir, een nabije reflector van de top en basis van het reservoir en/of de aanwezigheid van breuken kunnen worden geïnterpreteerd met een hoge mate van onzekerheid op basis van de beschikbare seismiek.
3. **Redelijk.** De top en basis van het reservoir, een nabije reflector en/of de aanwezigheid van breuken kunnen met redelijke zekerheid worden geïnterpreteerd op basis van de beschikbare seismiek.
4. **Goed.** De top en basis van het reservoir, een nabije reflector en/of de aanwezigheid van breuken kunnen gedetailleerd en met een kleine onzekerheidsmarge worden geïnterpreteerd op basis van de beschikbare seismiek.

De kwaliteit van L3NAM1990C is **redelijk**, maar kan op sommige plekken **slecht** zijn op reservoirniveau. Beide reprocessed surveys zijn van **goede** kwaliteit en zijn **redelijk** op reservoirniveau.



Figuur 6 Geometrie van L3NAM1990C (links) en de twee reprocessings (midden en rechts).

2.3. Coördinatensysteem

Het gebruikte coördinaatsysteem is het Rijksdriehoekstelsel. Geografische coördinaten gerelateerd aan een ander projectiesysteem zijn geconverteerd naar het Rijksdriehoekstelsel.

Name:	Rijksdriehoekstelsel new
Type:	Double Stereographic
Central Meridian:	5.387638889
Origin Latitude:	52.156160556
Scale Factor:	0.999907900
False Northing:	463000.000000
False Easting:	155000.000000
Units:	Meters
Datum:	Netherlands

Ellipsoid:	Bessel 1841
Prime Meridian:	Greenwich
Transform Method:	Molodensky
Delta x (m):	593
Delta y (m):	26
Delta z (m):	478

De eenheden in dit rapport zijn weergegeven in Internationale Stelsel van Eenheden (Frans: Système international d'unités). Afstanden zijn uitgedrukt in meters of kilometers en temperaturen in graden Celsius.

2.4. Beschrijving van de putten

Op de mijnbouwlocatie bevinden zich twee putten. De injectieput NLW-GT-01 en de productieput NLW-GT-02-S1. De put ligging, lengte, diameter, verbuizing en gecementeerde intervallen staan weergegeven in de volgende tabellen en figuren.

Tabel 2 Algemene put informatie.

Putnaam	NLW-GT-01	NLW-GT-02-S1
Type put	Injectie	Productie
Spuddatum	09-11-2017	10-03-2018
Compleetie datum	05-03-2018	02-05-2018
X (RD) oppervlaktelocatie	76147	76154
Y (RD) oppervlaktelocatie	445237	445230
X (RD) einddiepte	75907	76845
Y (RD) einddiepte	446349	445016
Einddiepte (m AH)	4447	2680
Eind diepte (mTVD)	4021	2525

2.4.1. Injectieput NLW-GT-01

De onderstaande tabellen en figuren geven het schema van verbuizing, de gecementeerde intervallen en de schematische putconfiguratie van TWL-GT-01 weer.

Tabel 3 Schema verbuizing NLW-GT-01

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Roughness (")	Weight (ppf #)	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor	0	124	0	124	30	29		0.5"WT	S355	Welded
Surface casing	0	1234	0	1149	20	18.73		133	NT95	BTC
Intermediate Liner	1091	2417	1014	2159	13 5/8	12.375		88.2	L80	VAM21
9 5/8 GRE tubing	0	2259	-	-	11.85 8.98	7.84	0.05	22 kg/m	GRE	
Liner	2427	4113	2168	3763	9 5/8	8.535		53.5	L80	VAM21
7" GRE tubing	2259	2545	-	-	8.10 7.11	6.21	0.05	12.1 kg/m		
Perforations	2595 2728	2688 2743	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4 Gecementeerde intervallen NLW-GT-01

Item	TOC (m MD)	Lead Slurry Volume (m ³)	Lead Slurry Weight (sg)	Tail Slurry Volume (m ³)	Tail Slurry Weight (sg)	Type
20" casing	Surface	150	1.57	43	1.67	PozzoCemoil
13 5/8" Liner	Liner Top	107	1.67	21	1.9	PozzoCemoil/ Class G Silica
9 5/8" Liner	Liner Top	62.5	1.7	9	1.9	PozooCemoil/Class G Silica
Trias Abandonment	4018m	Bottom plug 11 m ³	1.92	Top plug 9m ³	1.92	Dyck G with Silica flour

Well Name: NLW-GT-01-I	Revision Date:		Planned GRE Tapered String				
Well Schematic	Depth		Items	OD	ID	Drift	
	m AHGL	m TVDGL		In	In	In	
	0	0	WELLHEAD Hartmann 5k psi 2x 7-1/16 + 5000PSI Gate Valves Ground Level				
			Rotating Flange + Tubing hanger + Penetrator 2 x 2x 2-1/16" - 5000PSI Gate Valve 1x 2-1/16" - 5000PSI Ball Valve + blind flange Slip on Wellhead 13-5/8" Pupjoint Bottom Celler				
	12	12	6-5/8" VAGT internally coated L80 Tubing 13-5/8" casing X/O to 9-5/8" GRE	8.625	7.921	7.796	
	93	93	Static Fluid Level				
	124	124	30" 0.5" WT S355 Welded Conductor	30.000	29.000	29.000	
			9-5/8" GRE Tubing (Nominal Box OD = 11.85")	8.980	7.840	7.750	
	1091		20" x 16" Liner Hanger. Slips & Packer X/O to 13-5/8" (TOL)				
	1234	1149	Surface Casing: 20" 133ppf NT95DE ERW BTC	20.000	18.730	18.542	
			9-5/8" GRE Tubing (Nominal Box OD = 11.85")	8.980	7.840	7.750	
	2259		9-5/8" GRE X/O to 7" GRE + GRE/SS seal stem in PBR				
	2309		13-5/8" x 9-5/8" Liner Hanger. Slips & Packer (TOL)				
	2417 2545	2159	Intermediate Liner: 13-5/8" 88.2ppf L80 VAM 21 7" GRE Tubing (Nominal Box OD = 8.10") Seal Stem crossing to 7" GRE into Packer / PBR Perforation Interval 1: 2595 - 2688m MD Perforation Interval 2: 2728 - 2743m MD	13.625 7.110	12.375 6.210	12.250 6.110	
			Bridge Plug with 10 ft cement bailed ontop 10k psi differential 1.90 sg Top of Cement plug #2				
		4008 4113	3763	Production liner: 9-5/8" 53.5ppf L80 VAM 21	9.625	8.535	8.500
		4195		1.90 sg Top of Cement plug #1			
	4437	4012	8-1/2" Open Hole TD (Plugged & Abandoned)				

Figuur 7 Schematische put configuratie NLW-GT-01

2.4.2. Productieput NLW-GT-02-S1

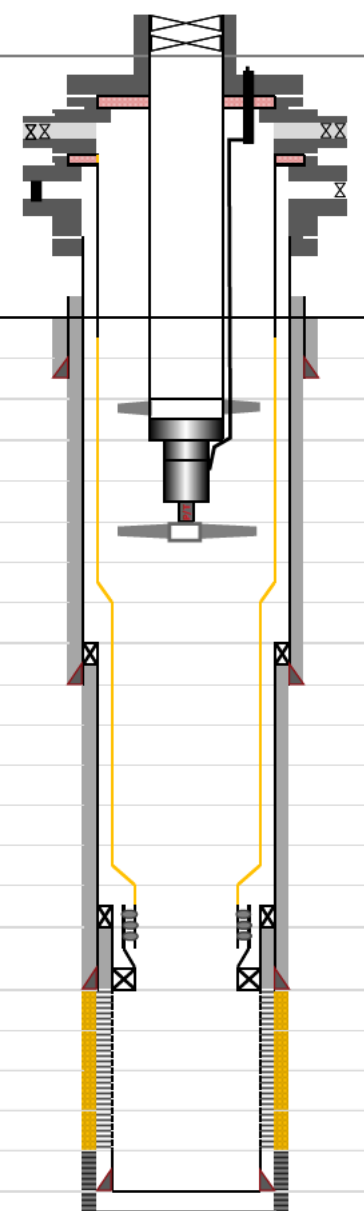
De onderstaande tabellen en figuren geven het schema van verbuizing, de gecementeerde intervallen en de schematische putconfiguratie van TWL-GT-02-S1 weer.

Tabel 5 Schema verbuizing NLW-GT-02-S1

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Roughness (")	Weight (ppf#)	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor	0	134	0	134	30	29	0.3	0.5" WT	S355	Welded
Conductor	0	1102	0	1085	20	18.73	0.3	133	NT95	BTC
Production tubing	0	700	0	700	8 5/8	7.921		32	L80	
13 3/8 GRE	0	942	-	-	17.75	11.97	0.05	54.6 kg/m	GRE	
Intermediate liner	992	2367	976	2297	13 5/8	12.375	0.3	88.2	L80	VAM21
9 5/8 GRE	942	2275	-	-	11.85	7.84	0.05	22 kg/m	GRE	
WSS liner	2325	2642	2254	2499	9 5/8	8.535	0.3	53.5	L80	VAM21
Screen / Productie-interval	2460	2578	2365	2453	-	-	-	-	-	-

Tabel 6 Gecementeerde intervallen NLW-GT-02-S1

Item	TOC (m MD)	Lead Slurry Volume (m³)	Lead Slurry Weight (sg)	Tail Slurry Volume (m³)	Tail Slurry Weight (sg)	Type
20" casing	Surface	153	1.57	38	1.67	PozzoCemoil w/ Cement fibres
13 5/8" Liner	Liner Top	107	1.67	21	1.88	PozzoCemoil/ Class G tail

Well Name: NLW-GT-02-S1-P		Revision Date:		Planned GRE Tapered String		
Well Schematic	Depth		Items	OD	ID	Drift
	m AHGL	m TVDGL		In	In	In
	0	0	WELLHEAD Hartmann 5k psi 2x 7-1/16 + 5000PSI Gate Valves Ground Level			
			Rotating Flange + Tubing hanger + Penetrator 2 x 2x 2-1/16" - 5000PSI Gate Valve 1x 2-1/16" - 5000PSI Ball Valve + blind flange Slip on Wellhead 13-5/8" Pupjoint Bottom Cellar			
	12	12	8 5/8" 32ppf L80 Tubing 13-5/8" casing X/O to 13-3/8" GRE	8.625	7.921	7.796
	93	93	Static Fluid Level			
	tbd	tbd	8 5/8" 32ppf L80 Tubing	8.625	7.921	7.796
	tbd	tbd	Pup joint			
	tbd	tbd	18 stages pump	9.000		
			Seal Motor			
	tbd	tbd	Pressure temperature gauge Bullnose			
	942		13-3/8" GRE Tubing (Nominal Box OD = 17.75") 13-3/8" GRE X/O to 9-5/8" GRE	13.770	11.970	11.870
	992	976	20" x 16" Liner Hanger. Slips & Packer X/O to 13-5/8" (TOL)			
	1102	1085	Surface Casing: 20" 133ppf NT95DE ERW BTC	20.000	18.730	18.542
			9-5/8" GRE Tubing (Nominal Box OD = 11.85")	9.150	7.840	7.750
	2275		9-5/8" GRE X/O to 7" GRE			
	2325	2254	13-5/8" x 9-5/8" Liner Hanger. Slips & Packer (TOL)			
	2376	2297	Intermediate Liner: 13-5/8" 88.2ppf L80 VAM 21 7" GRE Tubing (Nominal Box OD = 8.10")	13.625 6.97	12.380 6.21	12.250 6.11
	2410		Seal Stem crossing to 7" GRE into Packer / PBR			
	2460	2365	Top Screens			
	2578	2453	Bottom screens			
2642	2499	Production liner: 9-5/8" 53.5ppf L80 VAM 21 WWS	9 5/8	8.535	8.5	
2680	2525	TD				

Figuur 8 Schematische put configuratie NLW-GT-02-S1

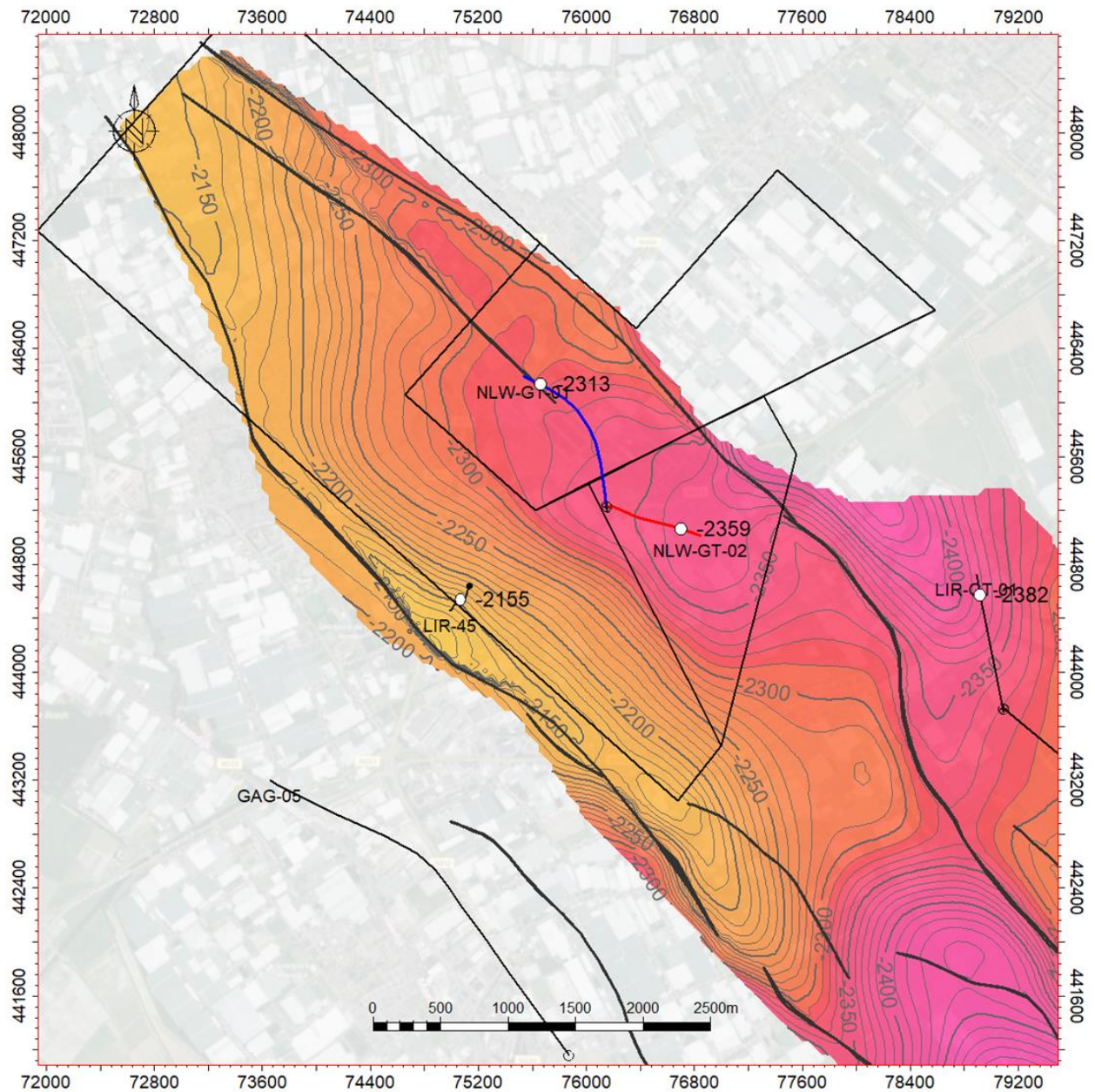
2.5. Aquifer karakteristiek

In deze paragraaf worden de eigenschappen van het geothermisch reservoir middels een serie figuren inzichtelijk gemaakt.

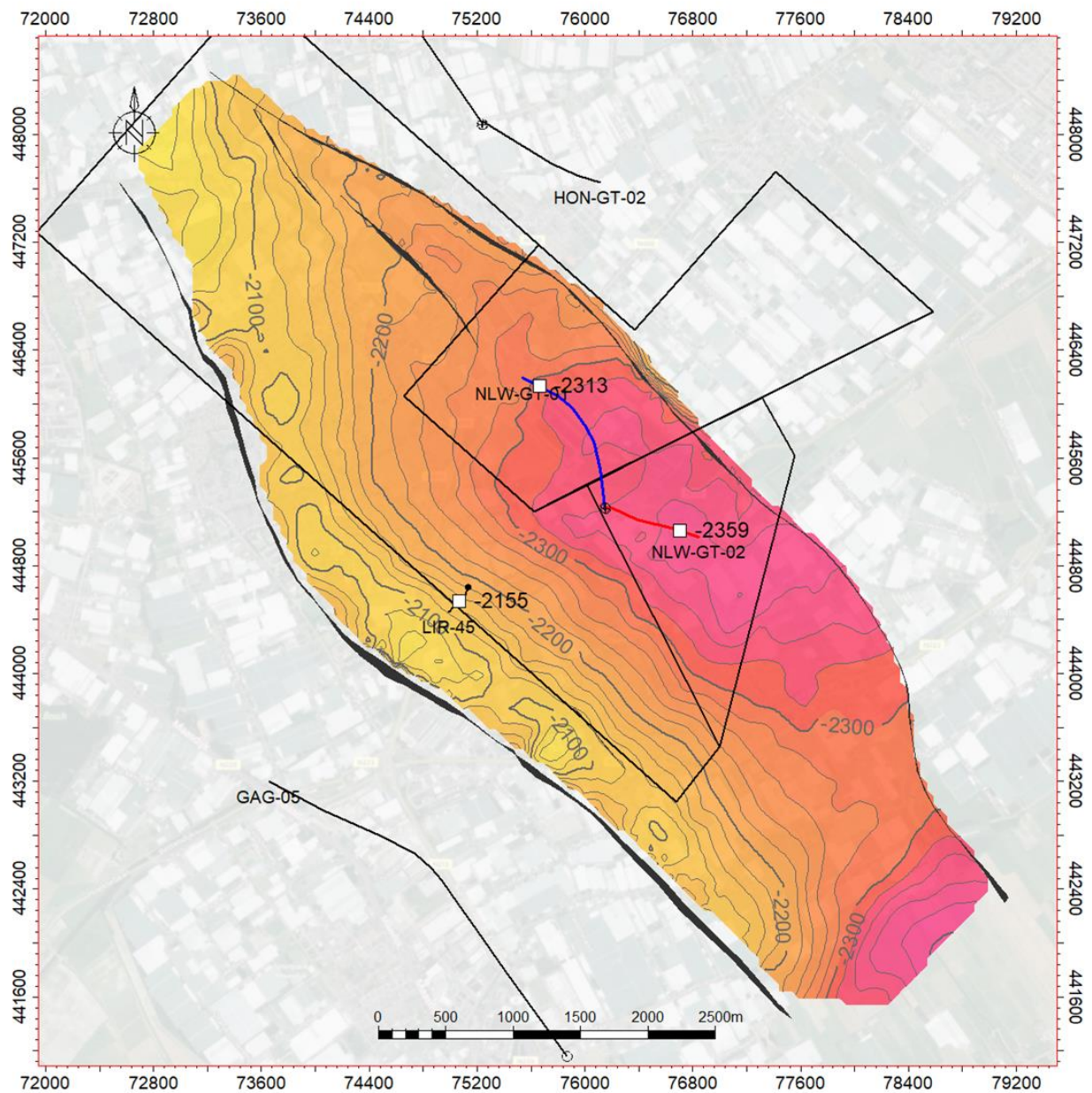
2.5.1. Diepte, structuur en dikte

Figuur 9 geeft de dieptekaart van de top van de Delft Zandsteen weer op basis van het L3NAM1990C seismisch volume. In Figuur 10 is de diepte van de top van de Delft Zandsteen te zien op basis van de reprocessing uit 2015. De breuk die in de voorgaande versie dicht langs de NLW-GT-01 put is gekarteerd, is gebaseerd op een interpretatie van het oude L3NAM1990C seismisch volume. In dit volume zijn de reflectors (ter hoogte van het reservoir) vaak moeilijk te onderscheiden en is relatief veel verstoring te zien. Het nieuwere seismische volume,

uit 2015 laat veel minder verstoring zien en rond de reservoir sectie van NLW-GT-01 zijn de reflectors ononderbroken. Doordat de basis van de Delft Zandsteen een (angular) unconformity vormt, is de gerelateerde reflector op verschillende plekken beïnvloed door tuning-effecten waardoor het soms lijkt of er breuk aanwezig is. Dit komt goed tot uiting in de nieuwe processing. We gaan ervanuit dat de nieuwste kaart gemaakt op basis van de 2015 data het meest betrouwbaar is.



Figuur 9 Dieptekaart van de top van het reservoir (Delft zandsteen) op basis van het oude L3NAM1990C seismisch volume.



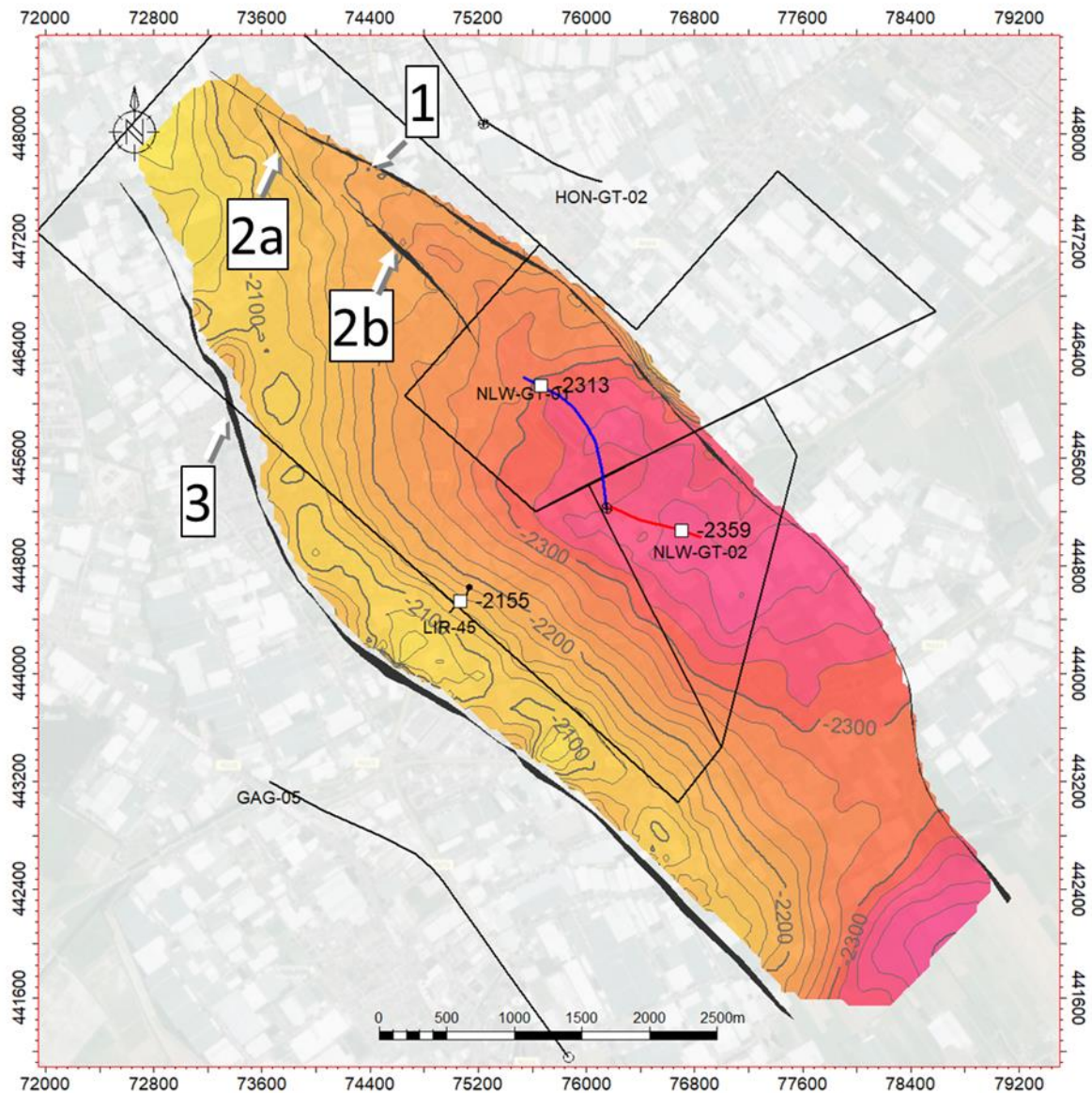
Figuur 10 Dieptekaart van de top van het reservoir (Delft zandsteen) op basis van de reprocessing uit 2015

2.5.2. Beschrijving van breuken

In **Figuur 11** zijn de verschillende breuken weergegeven die zijn geïnterpreteerd. De noordelijk randbreuk (label 1), heeft een lengte van ongeveer 11 km en heeft een verzet van ongeveer 100m nabij de NLW-GT-01 put. Hierdoor is het zand van de Delft Zandsteen dat binnen het gekarteerde gebied valt naast de kleien van de Rodenrijs Claystone Member komen te liggen.

De zuidelijke randbreuk, (label 3), heeft een lengte van ongeveer 15 km en heeft een verzet van ongeveer 50 m nabij de LIR-45 put. Gezien het dikteverloop van de Delft Zandsteen ligt ook hier het gekarteerde reservoirzand naast de kleien van de Rodenrijs Claystone Member.

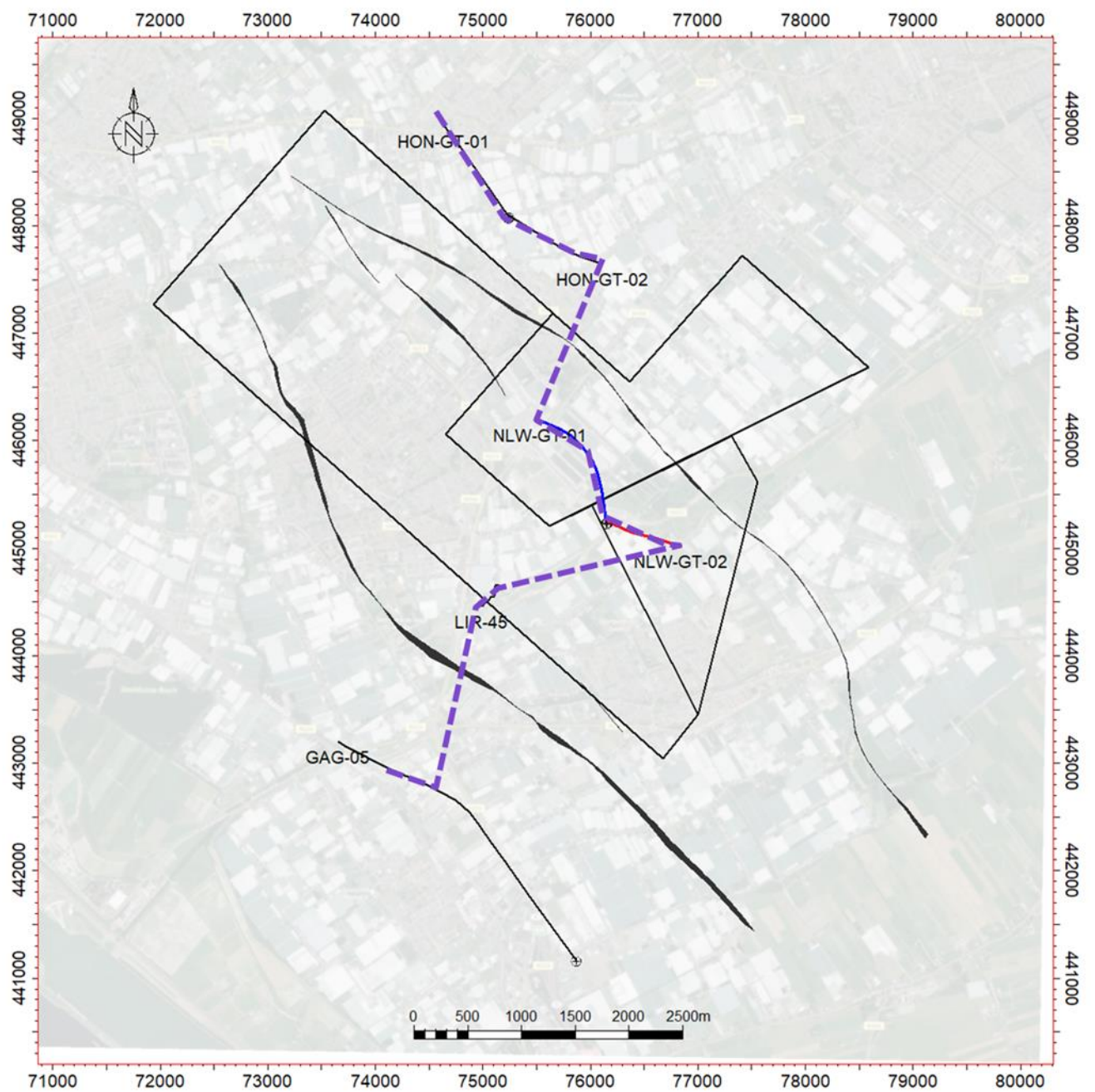
De kleinere breuken met labels 2a en 2b hebben een respectievelijke lengte van ongeveer 1 en 7 km. Het verzet van breuk 2a wordt geschat rond de 10 m en het verzet bij breuk 2b is ongeveer 30 m. Breuk 2b komt in de nieuwste interpretatie niet in contact met de noordelijke randbreuk. Gezien de dikte van het reservoir liggen hier aan beide zijden het merendeel van de Delft Zandsteen nog tegen elkaar. Aan de noordkant van de kleine breuken is het reservoir gedeeltelijk naast de onderste kleien van de Alblasterdam Member gekomen. Aan de zuidkant van de breuken zijn de zanden voor een deel tegenover de kleien van de Rodenrijs Claystone Member gekomen.



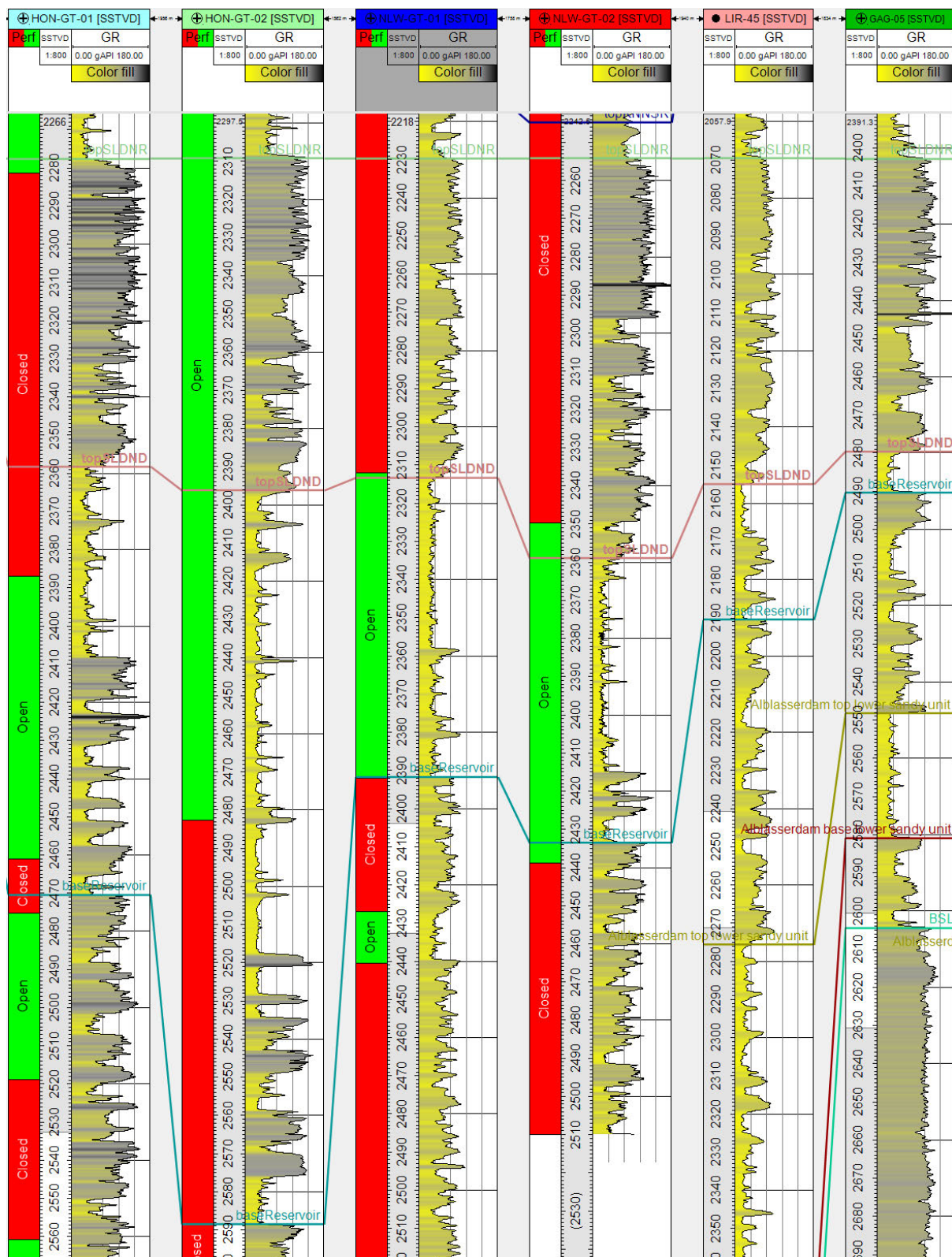
Figuur 11 Geïnterpreteerde breuken in nabijheid van NLW-01

2.5.3. Correlatiediagram

In **Figuur 12** en **Figuur 13** zijn zes putten weergegeven in een correlatiediagram. Dit diagram geeft per put de Gamma Ray (GR) log weer. Bij een GR log wordt de natuurlijke radioactiviteit gebruikt om een inschatting te maken van het type van een mineraal of gesteente. Schalie heeft over het algemeen een hogere GR uitslag dan bijvoorbeeld zandsteen.

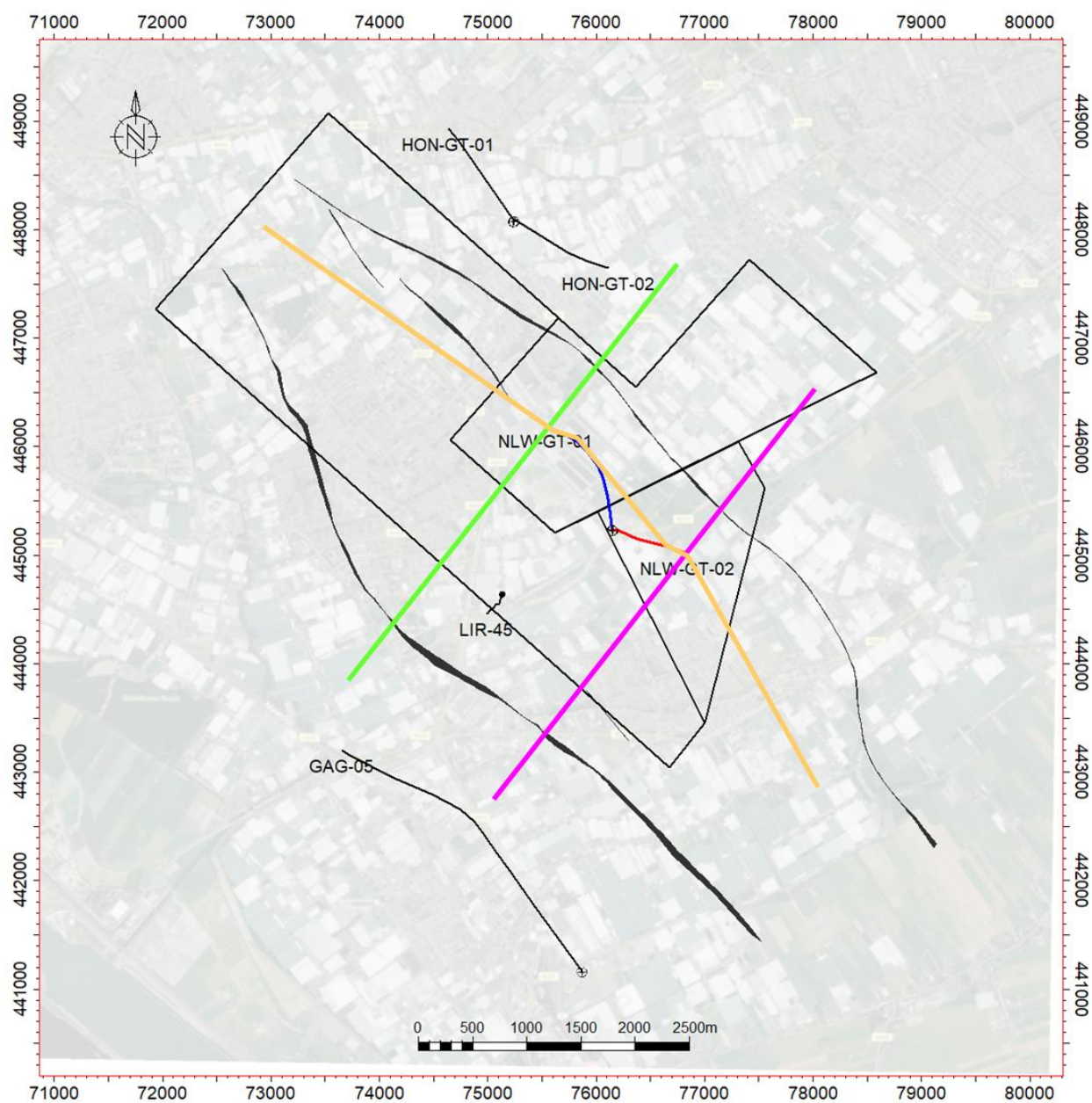


Figuur 12 Geografische locaties van de putten zoals weergegeven in het correlatiediagram (Figuur 13)

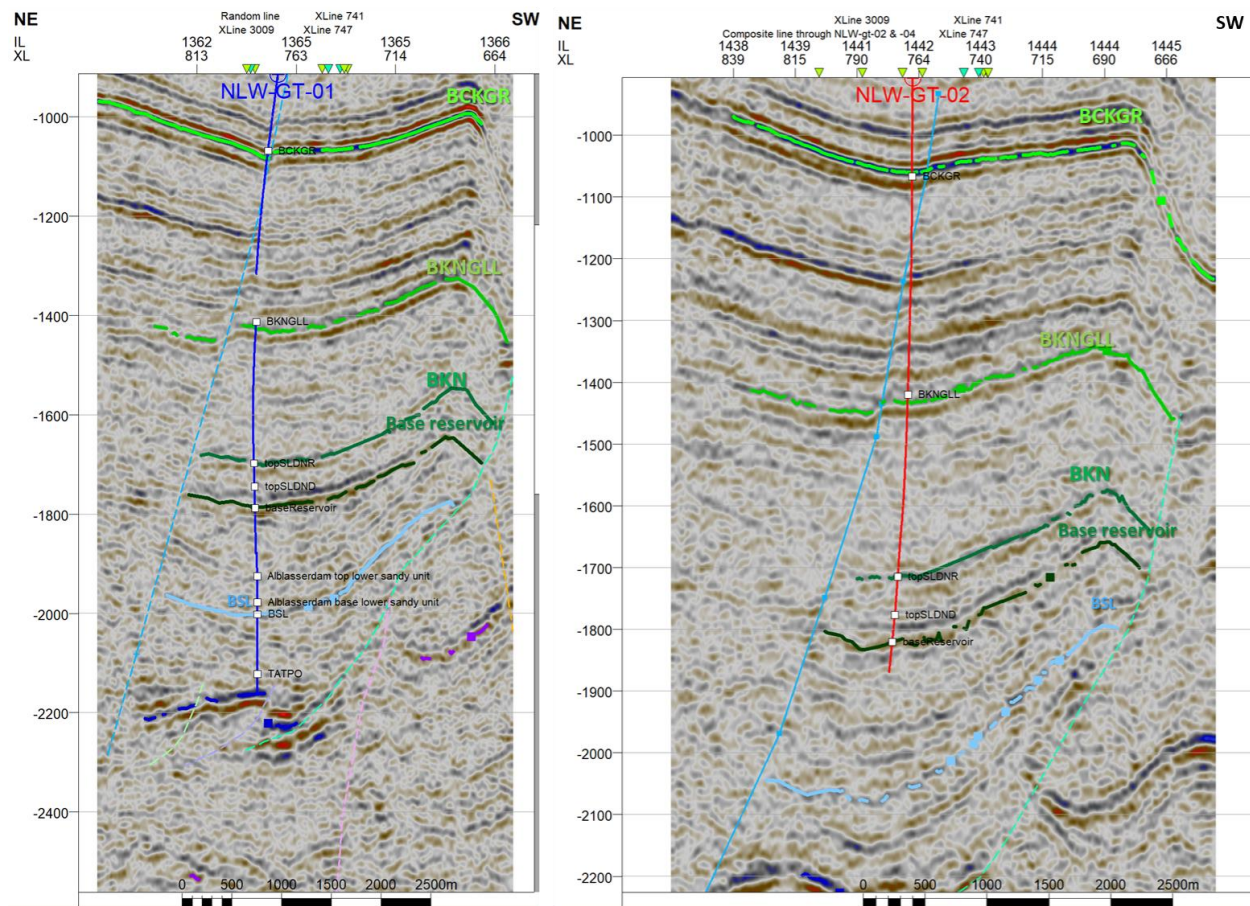


Figuur 13 Correlatiediagram van de putten HON-GT-01, HON-GT-02, NLW-GT-01, NLW-GT-02, LIR-45 en GAG-05.

2.5.4. Seismische secties



Figuur 14 Overzicht van de drie seismische secties weergegeven in de volgende figuren



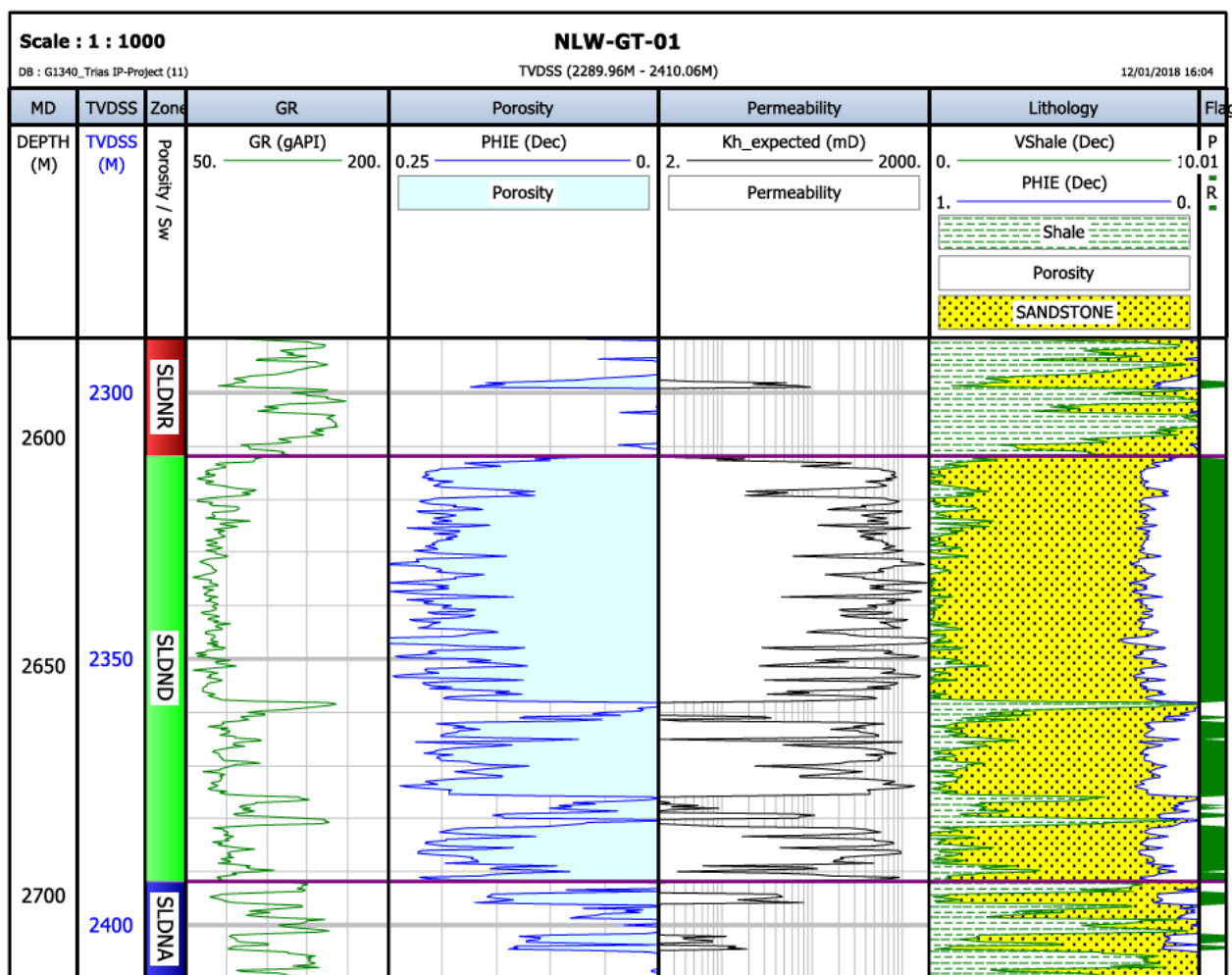
Figuur 16 NO-ZW sectie langs injectieput NLW-GT-01 (links, groene lijn in Figuur 14) en productieput NLW-GT-02 (rechts, roze lijn in Figuur 14)

2.5.5. Aquifer karakteristieken

Voor de put NLW-GT-01 is een petrofysische evaluatie uitgevoerd, de resultaten hiervan zijn te zien in Figuur 17. Een samenvatting van de aquifer karakteristieken per put is weergegeven in Tabel 7. Deze tabel is gebaseerd op een combinatie van seismische interpretatie, petrofysische analyse en de puttest resultaten.

Figuur 18 t/m 21 laten kaarten zien van de variatie van de reservoir eigenschappen op afstand van de putdata. Tabel 7 geeft de aquifer karakteristieken weer van de twee putten. Gezien de kwaliteit van de data en relatief geringe variaties wordt een onzekerheidsbandbreedte van 2% verwacht.

Gezien de zeer hoge natuurlijke permeabiliteit van het reservoir zullen geen stimulatie methodieken worden toegepast.

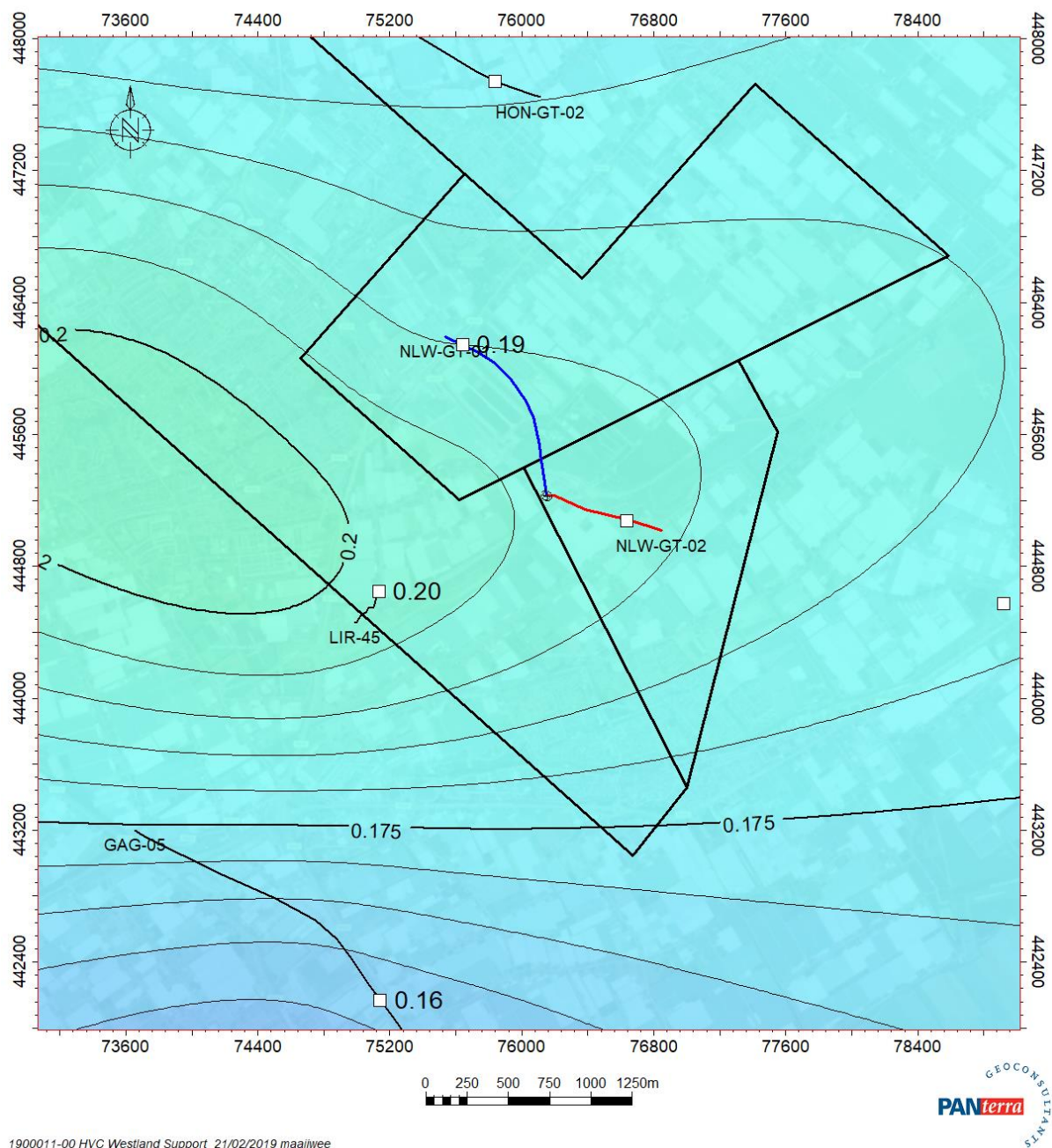


Figuur 17 Petrofysische analyse van de Gamma Ray, density, neutron en sonic wireline logs

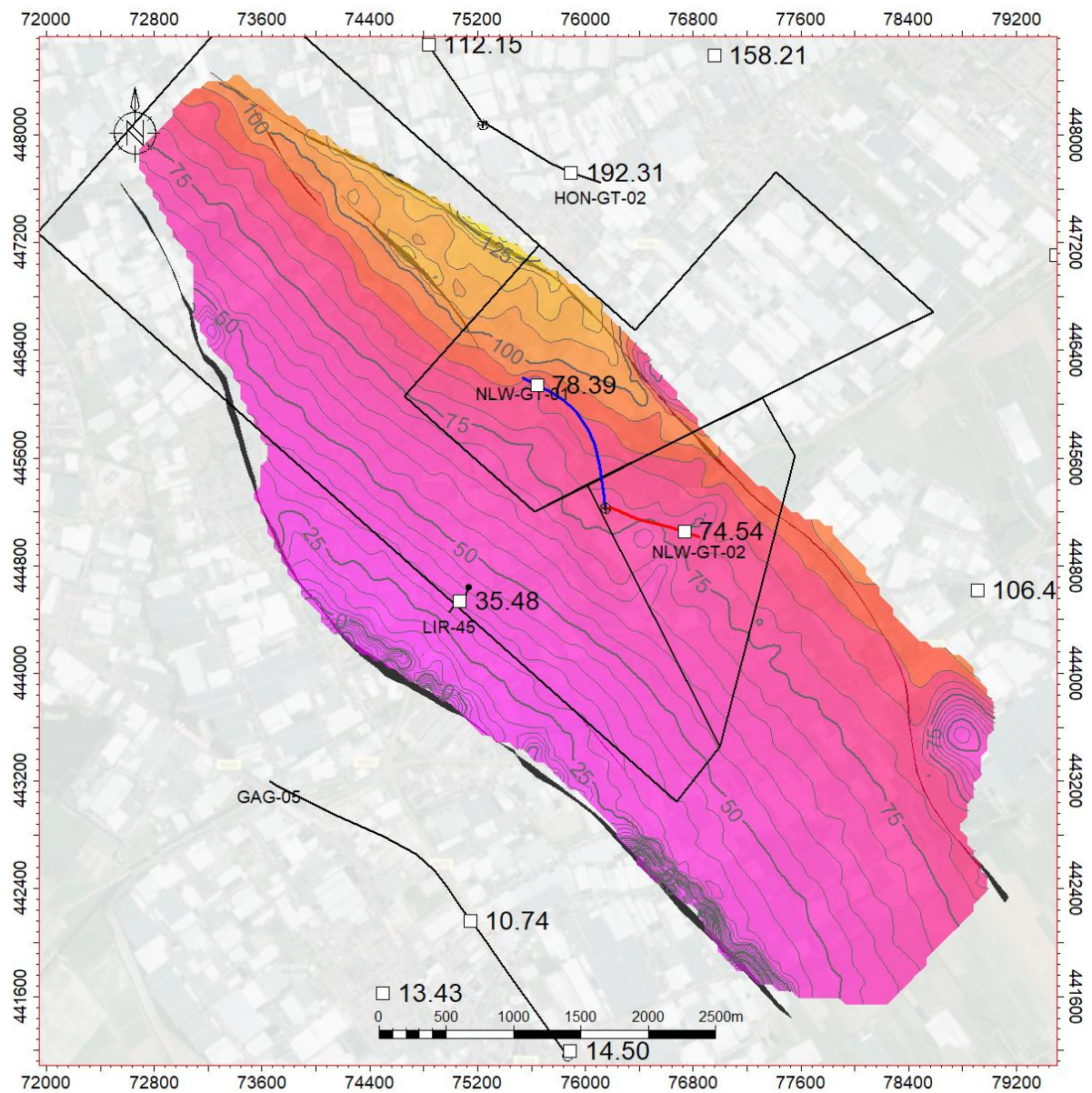
Tabel 7 Aquifer karakteristieken

Parameter	NLW-GT-01	NLW-GT-02-S1
Aquifer stratigrafie	Delft & Alblasserdam Zandsteen	Delft & Alblasserdam Zandsteen
Diepte top aquifer (m MD)	2604	2460
Diepte top aquifer (m TVD)	2312	2365
Diepte basis aquifer (m MD)	2752	2578
Diepte basis aquifer (m TVD)	2440	2454
Bruto Dikte (m)	83,4	64
Netto-Bruto (%)*	89	89
Porositeit (%)	17,7	18,7
Permeabiliteit (mD) uit petrofysica	410	Geen logs
Permeabiliteitsdikte (Dm) uit puttest	58,1	45,6
Permeabiliteit (mD) uit puttest	700	800
Permeabiliteit uit interferentie test (mD)	1550	1550
Skin welltest (-)	1,4	0,48
Temperatuur mid-reservoir (°C)	87	87,5
Reservoir druk top aquifer (bar)	234	240,6

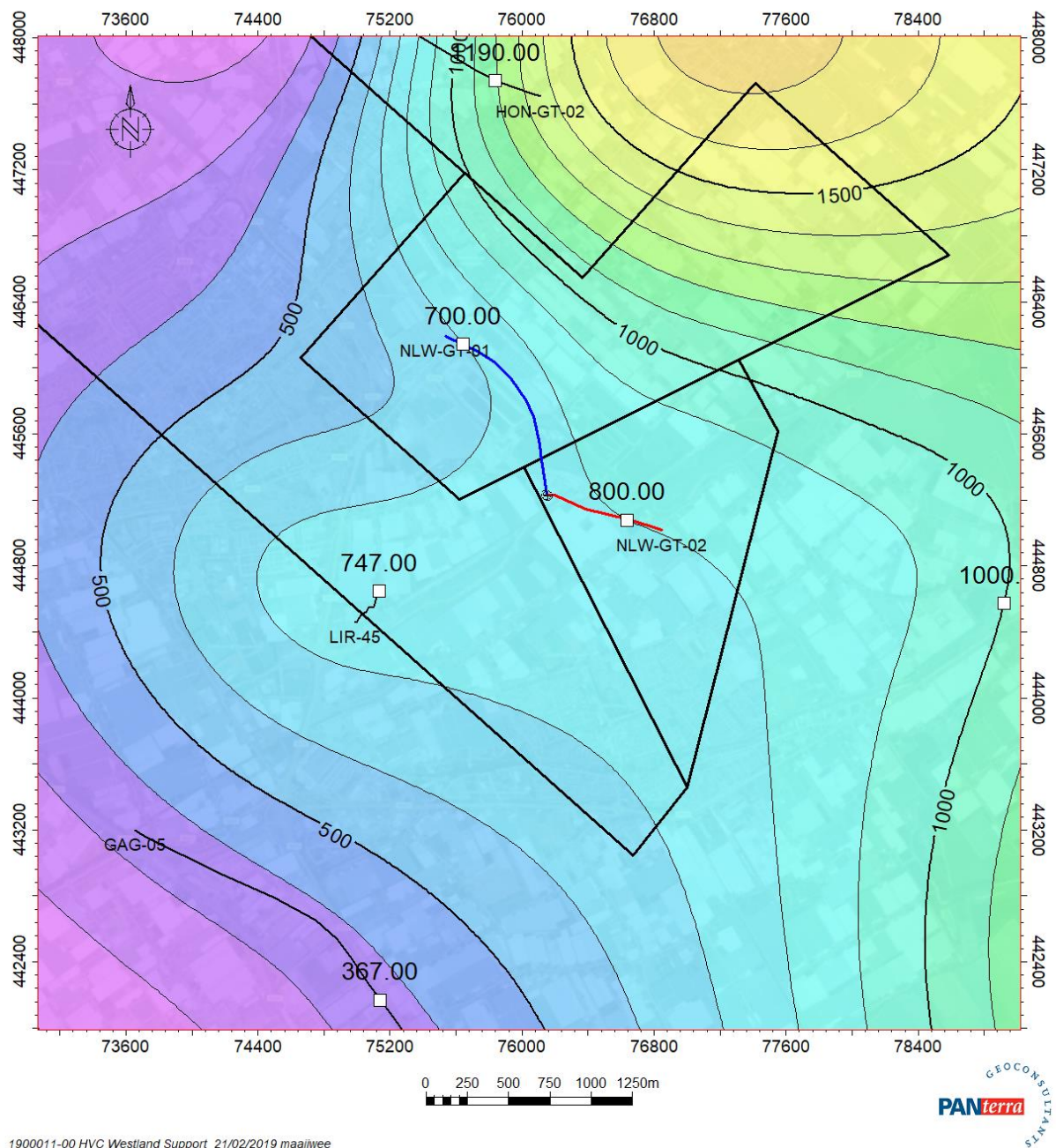
* N/G inclusief Alblasserdam zanden



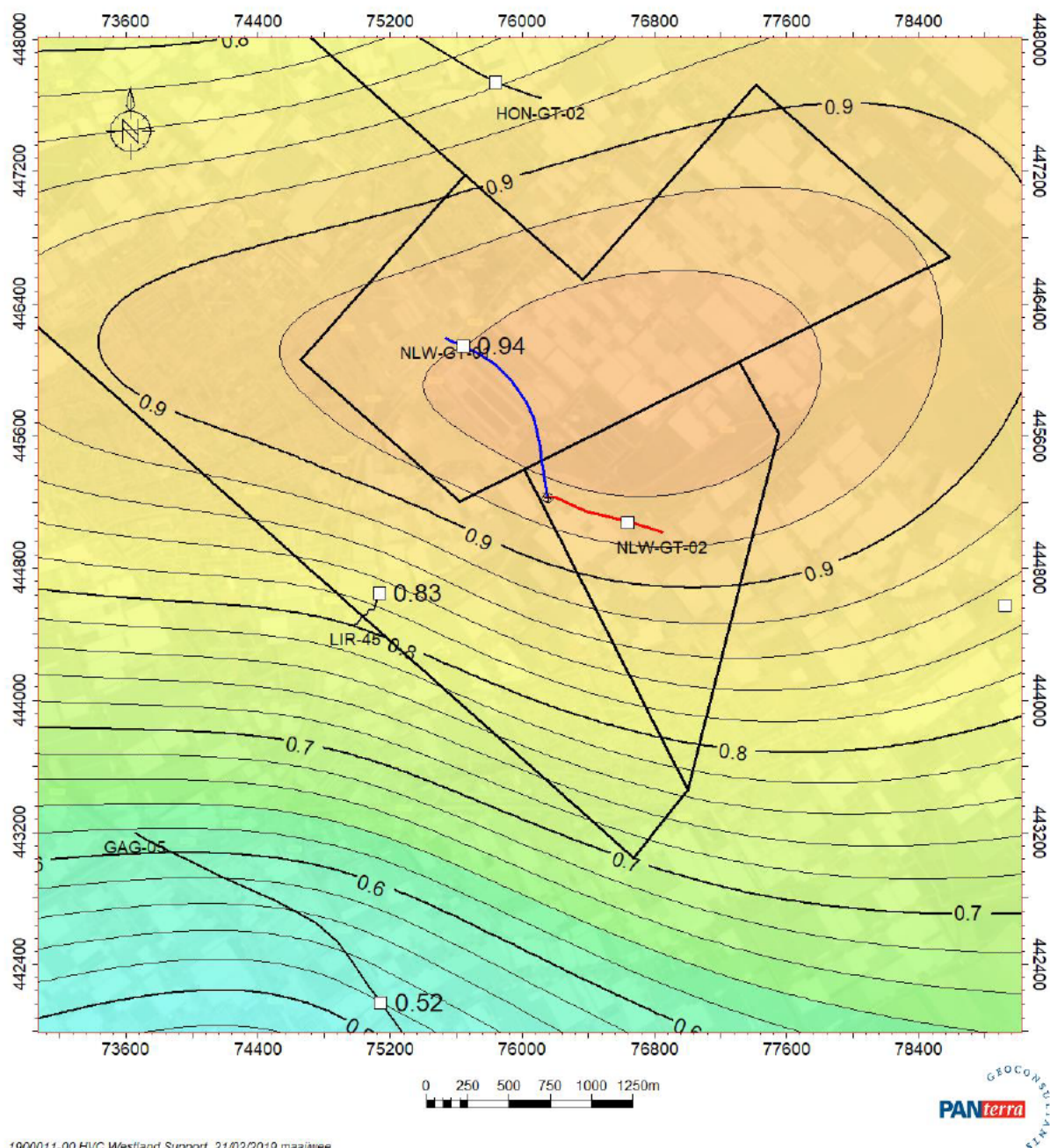
Figuur 18 Porositeitskaart



Figuur 19 Bruto diktekaart van de aquifer



Figuur 20 Permeabiliteitskaart



1900011-00 HVC Westland Support 21/02/2019 maaijwee

Figuur 21 Netto-bruto kaart

2.6. Formatiewater karakteristiek

Voor NLW-GT-02-S1 is een "Pressure-Volume-Temperature" (PVT) analyse uitgevoerd op monsters verkregen op reservoirniveau. In deze analyse zijn voor beide putten de water- en gascomposities geanalyseerd. De fysieke eigenschappen zijn weergegeven in Tabel 8, de volledige analyse is weergegeven in paragraaf 5.1, appendix 1.

Tabel 8 Fysieke eigenschappen van PVT monsters in NLW-GT-02-S1

Parameter	NLW-GT-02-S1 – PT15K085	NLW-GT-02-S1 – PT15K082
pH	6,52	6,47
Resistiviteit (Ωm)	0,058	0,058
Density (g/l)	1091,7	1092,3
Bubblepoint pressure (bar)	96,5	96,1
GWR (Scm/cm)	1,32	1,36

2.7. Reservoir modellering

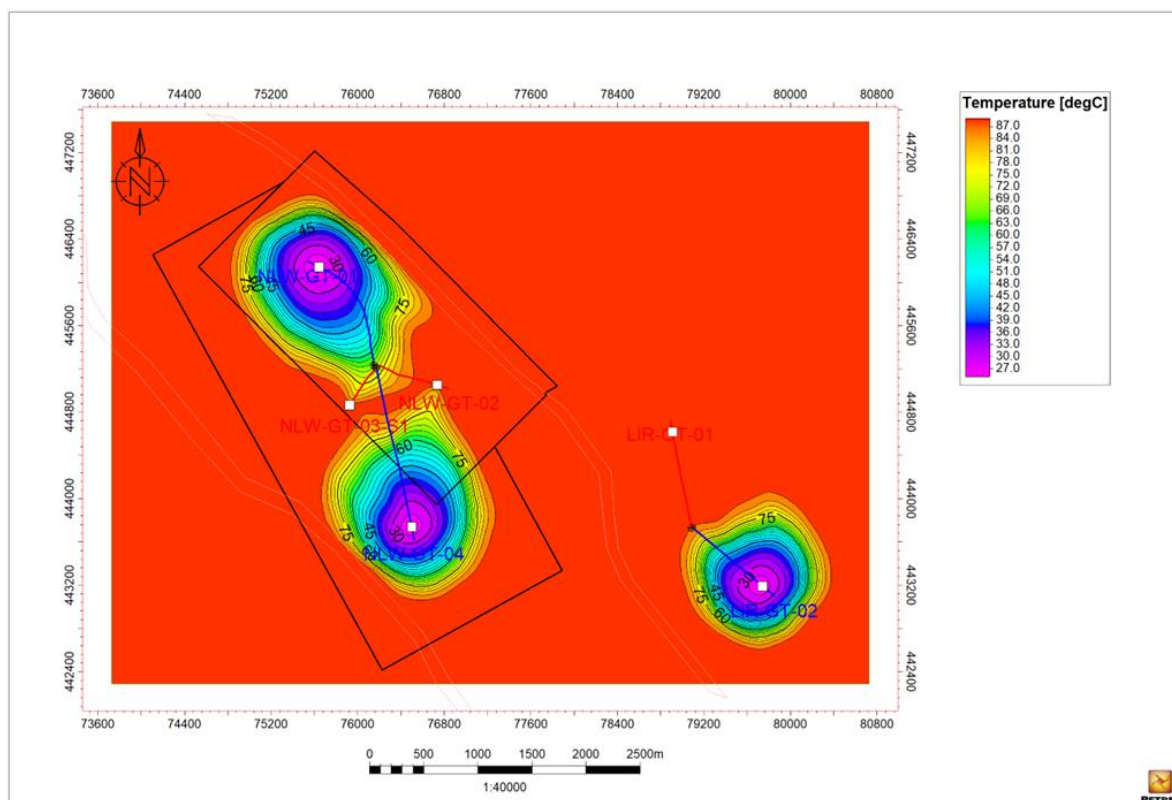
Om de invloed van de grotere breuken op temperatuur- en drukontwikkeling in het reservoir gedurende de winningsperiode te beoordelen is een model gebouwd in DoubletCalc2D (TNO, 2015).

De input parameters zijn weergegeven appendix 5.7. Er is een model gemaakt voor het gecombineerde Delft/Alblasserdam reservoir. Diepte, celdikte, en de reservoir eigenschappen net to gross, porositeit en permeabiliteit zijn als grid ingevoerd, de overige parameters als constanten. Breuken met een verzet groter dan de reservoir dikte zijn als niet doorlatend beschouwd en ingebouwd in het permeabiliteitsgrid.

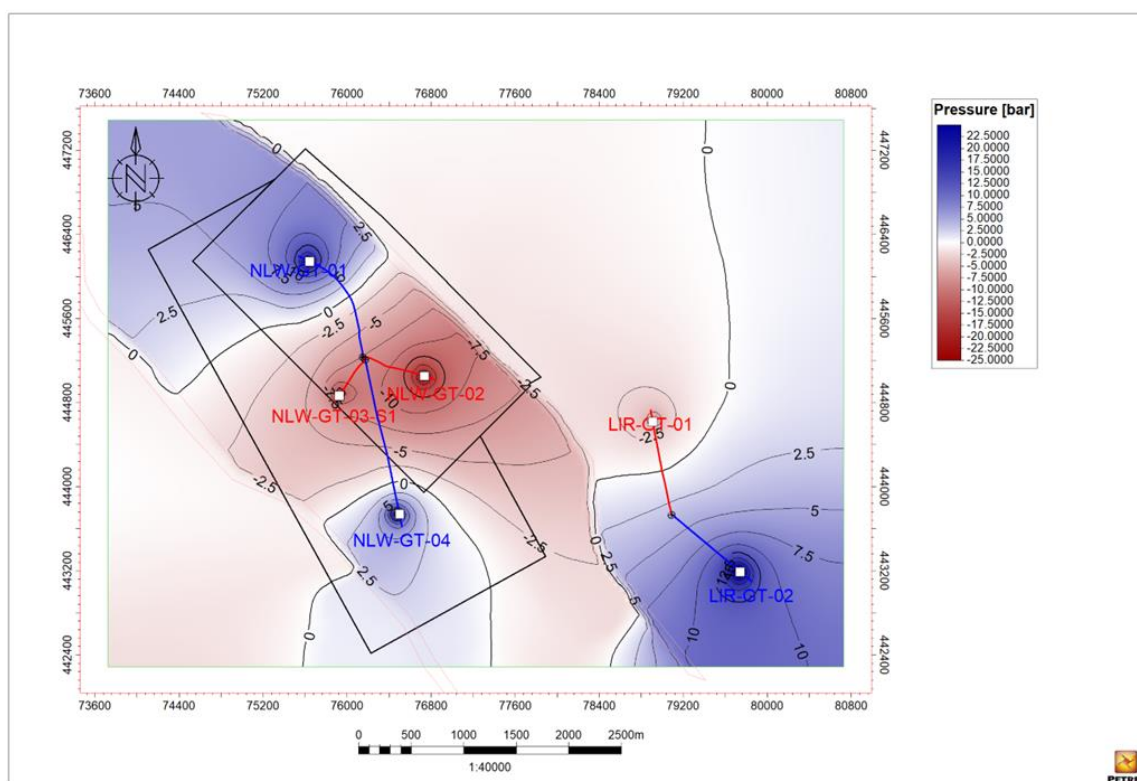
Op basis van de hoeveelheden klei aanwezig in de boven- en onderliggende gesteentelagen (resp. Rodenrijs kleisteen en onder-Alblasserdam) is het aannemelijk dat de Shale Gouge Ratio (SGR) in de breuken die het Trias-Westland breukblok begrenzen zodanig hoog is dat deze niet-doorlaatbaar zijn. Zelfs met de geïnterpreteerde breukverzetten van groter dan 100 meter, waar de Delft en boven-Alblasserdam zanden volledig verzet zouden zijn en potentieel in verbinding zouden staan met de nog verder bovenliggende zandstenen van de Vlieland formatie.

Ondanks dat dit winningsplan alleen TWL-01 beslaat is voor de volledigheid voor de reservoirmodellering beide doubletten beschouwd, ook het nabijgelegen De Lier doublet is opgenomen. Het debiet dat is gebruikt voor de modellering van TWL-01 is 430 m³/uur en van TWL-02 300 m³/uur. De retourtemperatuur is in beide gevallen gemiddeld 25 °C. De verwachting is dat het volledige debiet in het gecombineerde Delft en Upper Alblasserdam reservoir geïnjecteerd wordt.

Gemodelleerde temperatuur- en drukkaarten van de reservoirs zijn weergegeven in Figuur 22 en Figuur 23. Na 30 jaar aardwarmtewinning is er in beide reservoirs een koudepluim ontstaan die de productieput minimaal beïnvloedt. Als gevolg van de productie en injectie van Trias Westland 1 en 2 ontstaat er een drukverschil in het reservoir. Het drukverschil beperkt zich tot circa 30 bar.

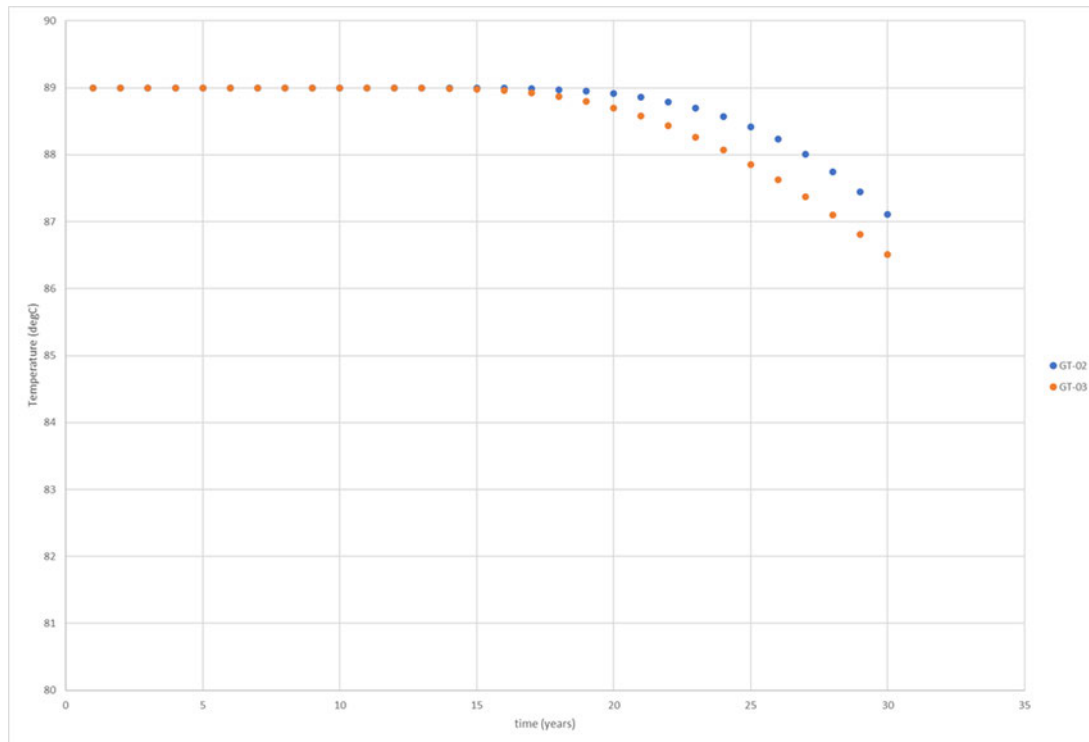


Figuur 22 Temperatuurkaart na 30 jaar productie, uitgaande van niet doorlatende breuken



Figuur 23 Drukkaart na 30 jaar productie, uitgaande van niet doorlatende breuken

De gemodelleerde temperatuur van het productiewater gedurende de winningsperiode is weergegeven in Figuur 3. Afkoeling van meer dan 1°C wordt na 25 jaar bereikt in doublet 1 en na 28 jaar in doublet 2. In de productieput is er dus de eerste 25 jaar geen doorbraak ($< 1^\circ\text{C}$ afkoeling ten opzichte van initiële temperatuur). Het effect op het vermogen blijft laag, na 30 jaar is de productietemperatuur met maximaal 2.5°C afgekoeld zodat er nog meerdere jaren warmte geproduceerd kan worden.



Figuur 24 Temperatuurontwikkeling gedurende 30 jaar productie in de twee productieputten, NLW-GT-02 en NLW-GT-03

3. Wijze van winning

3.1. Beschrijving winning

De warmte wordt primair gewonnen uit geproduceerd formatiewater. Het systeem produceert en injecteert in de Delft en Alblasserdam zandstenen op een diepte van ongeveer 2300 meter. Hierbij is de temperatuur van het geproduceerde water ongeveer 86 °C en wordt dit na afkoeling met een temperatuur van minimaal 25°C geïnjecteerd.

Het water in de productieput wordt omhoog gepompt middels een ESP. Vervolgens wordt het water ontgast in de ontgassingsinstallatie en ontdaan van vaste deeltjes in de filters. Na deze stap wordt de warmte afgegeven aan het secundaire warmtenet door middel van warmtewisselaars. Het afgekoelde water wordt na een 2^e filterstraat middels een injectiepomp en injectieput teruggepompt in de formatie. De operationele begrenzing van de putten ligt op 430 m³/hr vanwege de maximale drawdown in de producer die zorgt voor een collapse pressure op de GRE. Deze drawdown is 300 meter en dat correspondeert met een debiet van 430 m³/hr.

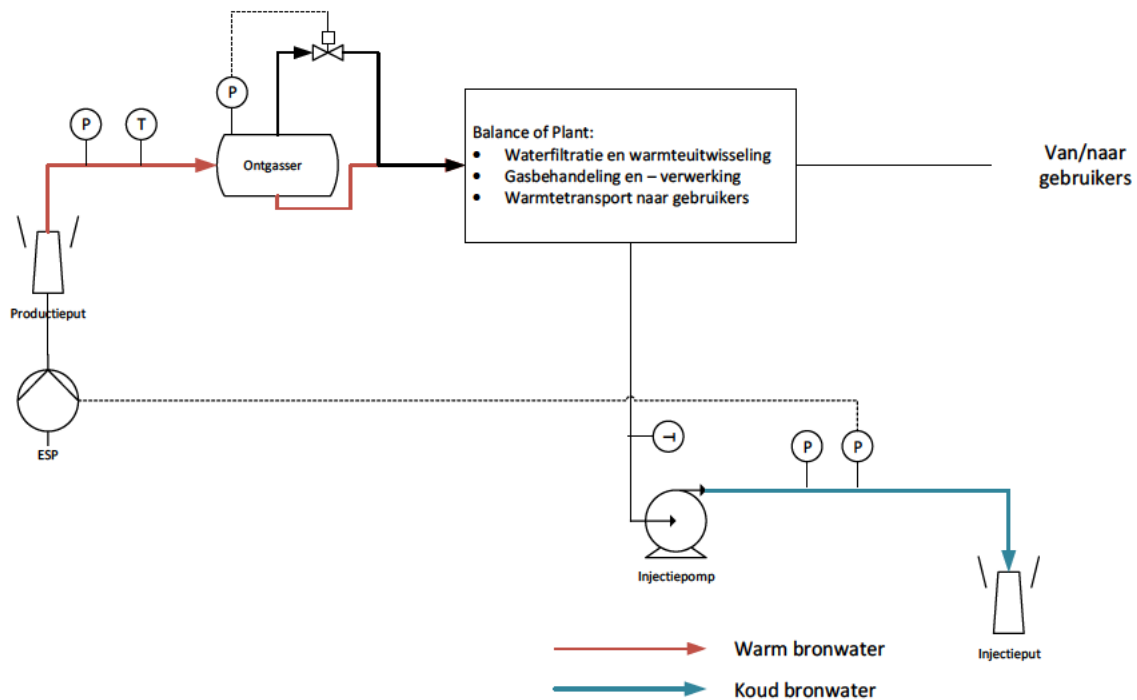
Het opgewarmde water aan de secundaire zijde van de bronwarmtewisselaars wordt door middel van een warmtenet bij de afnemers gebracht.

In het productiewater komt opgelost gas vrij door drukafname. Dit gas wordt afgevangen in de gasscheider. Vanaf de gasscheider wordt het gas naar het gasdroog- en koelsysteem geleid om vervolgens gebruikt te worden in

WKK's die worden gebruikt om de eigen benodigde elektriciteit op te wekken. Als back up voor de WKK's zijn een gas gestookte ketel en een gesloten fakkelinstallatie aanwezig.

3.1.1. Metingen bovengrondse installatie

Op diverse punten in de bovengrondse installatie worden de temperaturen en drukken van het geproduceerde bronwater gemeten, zie **Figuur 25**. De meeste meetpunten zijn ter verificatie dat het proces goed verloopt, maar enkele meetpunten worden specifiek gebruikt voor de sturing van het proces. Het gaat daarbij om de volgende meetpunten:



Figuur 25 Schematische weergave van meetpunten

De druk en temperatuur van het geproduceerde bronwater wordt gemeten voor de ontgasser (de instrumenten aangegeven met P voor drukmetingen en T voor temperatuurmeting). De bedrijfsdruk van de ontgasser, welke belangrijk is voor de instelling van het CO₂ evenwicht tussen het bronwater en het vrijgekomen gas, wordt door een drukmeting op de ontgasser (wederom aangegeven met het symbool P) ingesteld. Dit instrument controleert de gas reduceerklep waarmee de bedrijfsdruk wordt gehandhaafd. Na verwerking en warmteoverdracht van het bronwater wordt dit water door de injectiepomp op druk gebracht. De temperatuur van het afgekoelde bronwater wordt vóór de injectiepomp gemeten. De druk van het injectiewater wordt na de pomp gemeten. Bij een oplopende injectiedruk – gemeten met een separate drukmeting – wordt de ESP teruggeregeld. Op de drukmeting na de injectiepompen zijn in het besturingssysteem alarmeringen ingesteld er voor zorgen dat de maximale toelaatbare putmondruk op de injectieput niet wordt overschreden.

3.1.2. Hulpstoffen

Tijdens de exploitatie fase kan het gebruik van hulpstoffen nodig zijn om warmte effectief te winnen. De volgende hulpstoffen kunnen worden toegepast. Onderstaande gegevens zijn een maximum, het is mogelijk dat er niets of nauwelijks gebruikt gemaakt van wordt.

Hulpstof	Maximale dosering [ppm]	Frequentie	Maximaal volume per jaar [m3]
Corrosion Inhibitor	15	Continue	46
Biocide	ntb	Periodiek	17
Scaling Inhibitor	15	Continue	46

Corrosion inhibitor

- Doel: Het voorkomen van corroderen van staal dat in aanraking komt met geo-water.
- Waar: Tussen de laatste filters voor injectie en de injectiepompen.
- Maximaal volume: op basis van 365 dagen per jaar op 15 ppm bij 350 m3/h.

Scaling Inhibitie

- Doel: Het voorkomen van precipitatie in de putten waardoor deze verstopt raken
- Waar: Tussen de laatste filters voor injectie en de injectiepompen.
- Maximaal volume: op basis van 365 dagen per jaar op 15 ppm bij 350 m3/h.

Biocide

- Doel: Het stoppen en oplossen van bacteriegroei in de injector om geïnduceerde corrosie tegen te gaan en het voorkomen van het ontstaan van Waterstofsulfide tijdens injectie.
- Waar: Via de inhibitor string in de productieput of in het bovengronds systeem.
- Maximaal volume: Op basis van 4x24h treatment per jaar op basis van 350 m3/h en 500 ppm treatment.

Bovenstaande hulpstoffen zijn niet met naam en leverancier beschreven. Indien er een type wordt gekozen zal deze met minimaal 2 weken notificatie worden aangemeld bij het Staatstoezicht op de Mijnen, inclusief de veiligheidsbladen, conformiteit aan de wet en regelgeving welke daarbij van toepassing is (bijv. WGGA, Zeer Zorgwekkende Stoffen, Reach,). Tevens zullen nieuwe installaties worden uitgevoerd conform de geldende Management of Change procedure.

3.1.3. Operationele begrenzings

Tabel 9 geeft een overzicht van de verschillende operationele begrenzings waar het systeem aan onderhevig is uit de vastgestelde risico mitigaties.

Tabel 9 Operationele begrenzings

Operationele begrenzing	Waarde	Dimensie
Max veilige injectiedruk voor integriteit afsluitende laag	106,0	bar
Max veilige injectiedruk obv verbuizingsterkte	89,2	bar

De maximale veilige injectiedruk aan de putmond is debiet afhankelijk (zie Tabel 10).

Tabel 10 Veilige putmondruk als functie van debiet

Q [m3/hr]	0	50	100	150	200	250	300	350	400	430
Max THP [Bar]	83.9	84.3	85.3	86.9	89.0	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2

3.1.4. Productieprognose

Onderstaande data zijn **geen** operationele **begrenzings**. De begrenzings zijn bepaald in paragraaf 3.1.3.

De productieprognose is dat er over een periode van 30 jaar een gemiddelde productie van 344 m³/hr per jaar gerealiseerd gaat worden met een maximum van 430 m³/h. Per jaar kunnen de geproduceerde volumes verschillen en wordt uitgegaan van een cumulatief geproduceerd volume.

Tabel 11 Prognose toekomstige productie

Put	Prognose waarde
Debiet geproduceerd water (m ³ /h)	Max. 430 Gem. 344
Gemiddelde temperatuur van het productiewater, gewogen per volume, gemeten voor de warmtewisselaar (°C)	86
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	36
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	28
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	10
Verhouding hoeveelheid olie uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (mg/l)	0
Verhouding hoeveelheid gas uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Nm ³ / m ³)	1
Verhouding hoeveelheid condensaat uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Sm ³)	-
Hoeveelheid in de productieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	0
Debiet geïnjecteerd water (m ³ /h)	Max 430 Gem. 344
Gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gewogen per volume, gemeten tussen warmtewisselaar en de putmond (°C)	Min. 25 °C
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	59
Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	290
Maximale druk van aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	89,2
Maximale veilige injectiedruk op reservoir niveau (bar)	329,6
Hoeveelheid in de injectieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	0,0015
Aantal vollasturen per jaar (uur)	8.000
Prognose onttrokken warmte per jaar (PJ)	0,59
Hoeveelheid benodigde elektrische energie per jaar (kWh)	8.800.000
Geïnstalleerd vermogen installatie (MW _{th})	24

Tabel 12 Karakterisatie geothermisch systeem performance onder beoogde standaard operationele condities.

Jaar	Jaartal	Vollast uren	Gemiddelde hoeveelheid formatiewater	Gemiddelde temperatuur productie	Warmte productie	Gas	Olie	Energie consumptie
			(mln m3)	(°C)	(GJ)	(mln m3)	(mln m3)	(MWh)
1	2019	3.939	1,12	86,40	212.608	1,00	0,00	3.320
2	2020	8.380	2,76	86,50	522.590	2,65	0,00	8.984
3	2021	5.477	1,98	86,00	378.975	1,90	0,00	1.593 ¹
4	2022	8.238	3,31	86,00	645.329	3,03	0,00	250
5	2023	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
6	2024	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870

¹ Energieconsumptie in 2021 en 2022 geeft het netto verbruik weer (inkoop – WKK), in opeenvolgende jaren is de energieconsumptie ingeschat op basis van een COP van 15

7	2025	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
8	2026	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
9	2027	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
10	2028	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
11	2029	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
12	2030	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
13	2031	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
14	2032	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
15	2033	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
16	2034	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
17	2035	7.012	3,02	86,00	532.963	3,32	0,30	9.870
18	2036	7.012	3,02	85,00	524.226	3,32	0,30	9.708
19	2037	7.012	3,02	85,00	524.226	3,32	0,30	9.708
20	2038	7.012	3,02	85,00	524.226	3,32	0,30	9.708
21	2039	7.012	3,02	85,00	524.226	3,32	0,30	9.708
22	2040	7.012	3,02	85,00	524.226	3,32	0,30	9.708
23	2041	7.012	3,02	84,00	515.489	3,32	0,30	9.546
24	2042	7.012	3,02	84,00	515.489	3,32	0,30	9.546
25	2043	7.012	3,02	83,00	506.752	3,32	0,30	9.384
26	2044	7.012	3,02	83,00	506.752	3,32	0,30	9.384
27	2045	7.012	3,02	82,00	498.015	3,32	0,30	9.222
28	2046	7.012	3,02	82,00	498.015	3,32	0,30	9.222
29	2047	7.012	3,02	81,00	489.278	3,32	0,30	9.061
30	2048	7.012	3,02	80,00	480.540	3,32	0,30	8.899
31	2049	7.012	3,02	79,00	471.803	3,32	0,30	8.737
32	2050	7.012	3,02	79,00	471.803	3,32	0,30	8.737

3.2. Duur van winning

Op basis van de DoubletCalc modellering wordt de duur van de winning vastgesteld op 32 jaar.

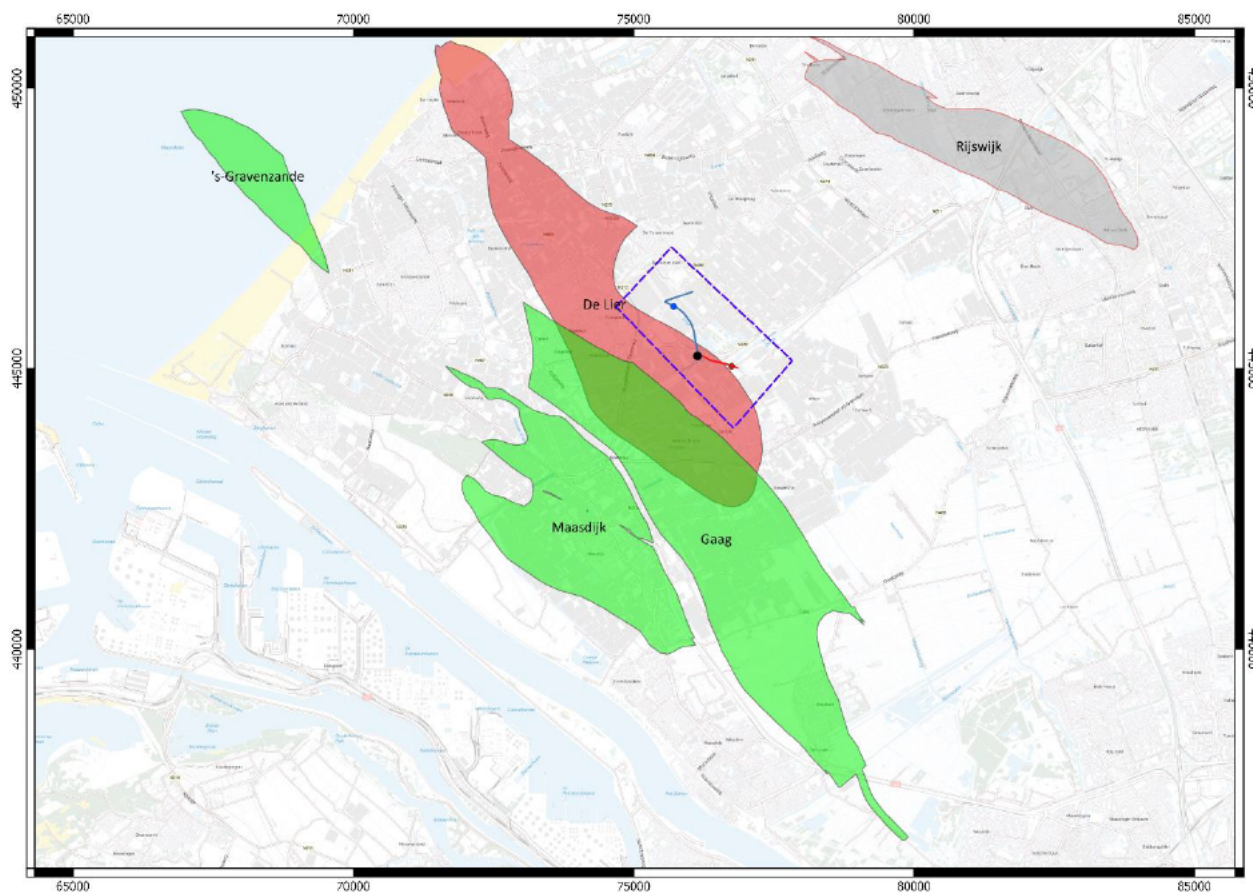
3.3. Interferentie

3.3.1. Olie- & gaswinning

Rond het project TWL-01 liggen verschillende olie- & gasvelden (Figuur 26). De velden Gaag en Maasdijk produceren gas uit de Trias Bundsandstein, het De Lier veld produceert olie uit het Krijt De Lier Member. Geen van deze velden produceren uit de beoogde productieve reservoirsecties van TWL.

Tabel 13 Olie- & gas velden nabij TWL-01

Veld	Delfstof	Productie sinds	Status	Reservoir
De Lier	Olie & gas	01-1957	In productie	De Lier Member/Holland Greensand Member
Gaag	Gas	01-2000	In productie	Bunter
Maasdijk	Gas	01-2000	In productie	Bunter



Figuur 26 Olie- & gas velden in nabijheid van de projectlocatie

3.3.2. Geothermie

In de omgeving van TWL-01 zijn twee andere aardwarmte-projecten reeds in bedrijf: De Lier Geothermie en Honselersdijk Geothermie. Deze aardwarmte-projecten produceren uit hetzelfde reservoir als TWL-01.

Tabel 14 Geothermie projecten nabij TWL-01

Veld	Delfstof	Productie sinds	Status	Reservoir
De Lier Geothermie	Water	11-2014	In productie	Delft & Alblasterdam
Honselersdijk Geothermie	Water	01-2014	In productie	Delft & Alblasterdam

Voor het bepalen van de begrenzing van de winningsvergunning voor aardwarmte zijn onder andere de volgende uitgangspunten van belang (Brief ref. AGE 14-10.050):

- Het te vergunnen gebied voor de winning van aardwarmte moet in zijn geheel binnen het bestaande opsporingsvergunningsgebied liggen;
- De voorkeur wordt gegeven aan een vergunning-polygoon die ruimer is opgezet dan minimaal noodzakelijk;
- Gedurende de looptijd van de winningsvergunning mag de (berekende) temperatuurdaling op de grens van het vergunde gebied maximaal 1°C zijn, om te vermijden dat productie van aardwarmte buiten de winningsvergunning plaatsvindt.

Hiervoor wordt gebruikelijk de ‘Franse methode’ toegepast, welke het beïnvloedingsgebied van een doublet definieert door een rechthoek met twee cirkels. Het middelpunt van deze cirkels zijn de coördinaten van de diepteligging van de productieput en injectieput in het (verticale) midden van het aquifer.

De middelpunten van de cirkels zijn voor het geothermie project in Naaldwijk bepaald aan de hand van de geometrische en geologische put-gegevens. De resulterende beïnvloedingsgebieden zijn verwerkt tot een winningsaanvraag conform de 'Franse methode'.

In alinea 2.7 is het DoubletCalc 2D model van TWL-01 weergegeven. Dit model geeft aan dat de temperatuur beïnvloedingscirkels binnen het bereik van de winningsvergunning blijven. Tijdens de interferentietest tussen NLW-GT-01 en NLW-GT-02-S1 is tijdens de build-up geen communicatie met nabijgelegen geothermieputten geregistreerd.

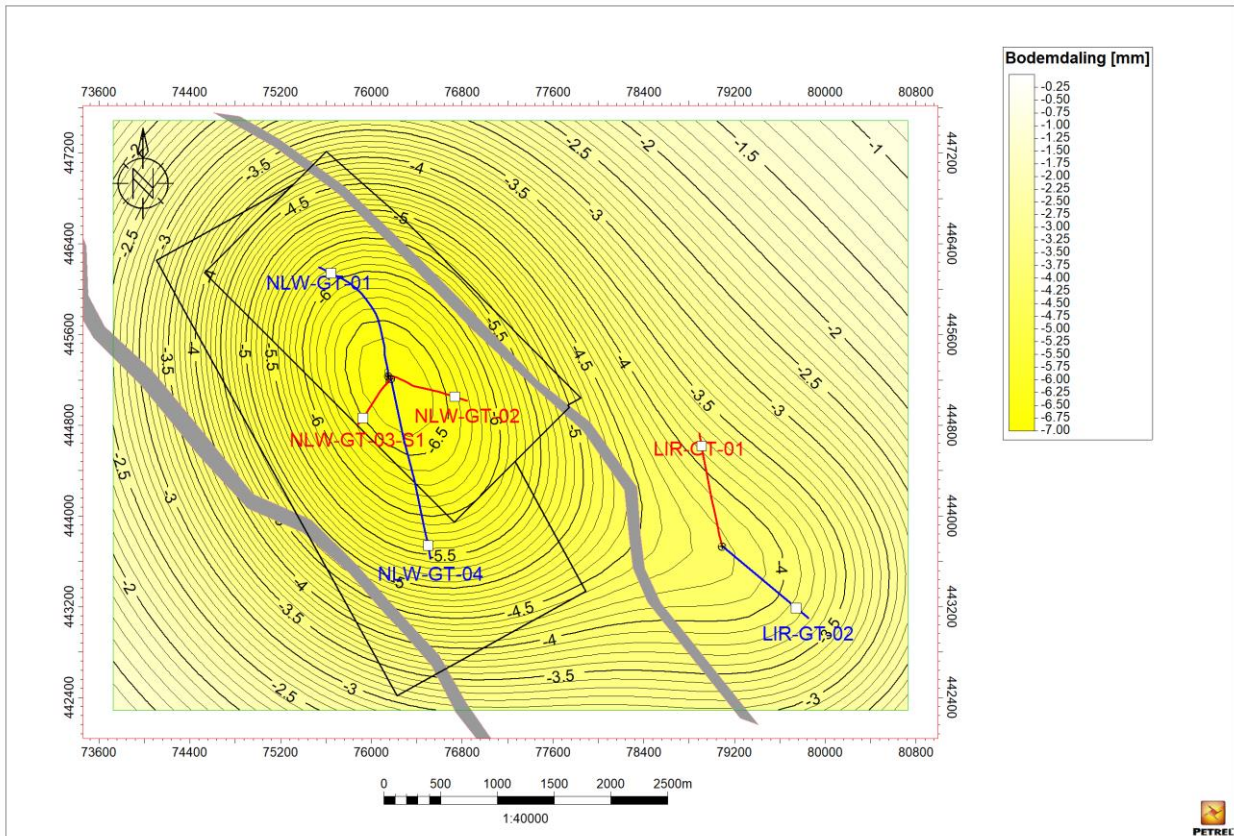
4. Bodembeweging

4.1. Bodemdaling

Bij de aardwarmtewinning in TWL-01 wordt warm water inclusief opgelost gas uit het reservoir onttrokken en afgekoeld water weer in dezelfde bodemlaag teruggebracht. Op deze manier vindt er geen netto onttrekking plaats waardoor de druk in het reservoir ook niet significant zal afnemen. Wel zal er rondom de productie- en injectieput respectievelijk een plaatselijke drukdaling en drukopbouw kunnen plaatsvinden.

In 2015² heeft TNO een artikel gepubliceerd waarin potentieel mogelijke bodemdaling door aardwarmtewinning is geëvalueerd. Uit de analyse blijkt dat het grootst mogelijke aandeel van bodembeweging kan worden veroorzaakt door afkoeling van het reservoir. De absolute waarde van de verwachte bodemdaling is zeer gering en wordt ingeschat op maximaal 2-3 mm na een periode van 30 jaar winning. DoubletCalc2D is ook in staat om een inschatting te geven van de te verwachten bodemdaling als gevolg van de aardwarmtewinning. Het resultaat van deze simulatie is weergegeven in figuur 4, de verwachte bodemdaling na 30 jaar productie is maximaal ongeveer 7 mm.

² Fokker et al. (2015). *Surface Movement Induced by a Geothermal Well Doublet*. *Proceedings, World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April 2015*



Figuur 27 Indicatie bodemdaling (in mm) ten gevolge van 30 jaar winning als gevolg van aardwarmtewinning bij TWL-01, TWK-02 en De Lier. Breuken op reservoirniveau zijn aangegeven in grijs. De winningsvergunning is aangegeven met zwarte lijnen.

In het gebied is ook sprake van een natuurlijke bodemdaling. De Klimateffectatlas geeft een inschatting van de bodemdaling tussen 2016-2050. In de omgeving van Naaldwijk wordt deze natuurlijke bodemdaling momenteel ingeschat op 3-10 cm, maar zeer plaatselijk zijn er uitschieters naar maximaal 60 cm (<http://www.klimateffectatlas.nl/nl/>).

Een bodemdaling/stijging als gevolg van deze aardwarmtewinning in dit gebied is daarmee niet of nauwelijks meetbaar aan het maaiveld en is dermate gering dat het niet zou kunnen resulteren in schade aan gebouwen en infrastructuur, noch nadelige gevolgen voor natuur en milieu zou kunnen veroorzaken.

4.2. Bodemtrilling

Bodemtrillingen ontstaan in de ondergrond als gevolg van een plotselinge beweging in de aardkorst waarbij veel energie vrijkomt. Deze energie plant zich in een golfbeweging voort. De meeste bodemtrillingen vinden natuurlijk plaats in gebieden waar aardplaten aan elkaar grenzen of waar extensie van de aardkorst plaats vindt. Geïnduceerde trillingen vinden plaats door menselijk toedoen en kunnen optreden bij winning van delfstoffen. Geïnduceerde seismiteit wordt veroorzaakt door een verandering in de lokale stress (druk) situatie. Deze stresssituatie wordt beïnvloed door poro-elastische en thermo-elastische effecten.

Voor Trias Westland zijn verschillende studies uitgevoerd om de mogelijkheid op bodemtrillingen in kaart te brengen. In de Level-1 (Quick-Scan of QS) Seismic Hazard Analysis (SHA) worden de risico's op seismiteit bij geothermische exploratie worden omschreven en gekwantificeerd. De uitkomst van deze studie laat zien dat het seismisch risico op de grens van "laag" en "medium" wordt ingeschat. Als gevolg is een Level 2 Seismic Hazard Analyse uitgevoerd door QCON. Omdat in deze studie het effect van afkoeling is meegenomen en kennisontwikkeling op dit vlak aan geeft dat ook afkoeling een effect kan hebben op de spanningen in de ondergrond is er ook nog een vervolg studie gedaan waarin dit effect is gemodelleerd.

Het project Trias Westland gaat uit van exploitatie uit de Delft Zandsteen en Alblasserdam Formatie. De studie zoals uitgevoerd door PanTerra voor het bepalen van de breukstabiliteit gebruikt twee geomechanische modellen; een analytisch 2D-model om de slipneiging (SCU) langs een breukvlak te berekenen, en een Stochastisch model (1D) gebaseerd op het Mohr-Coulombcriterium voor het berekenen van breukstabiliteit op meest kritisch-gespannen punt op het breukvlak dat volgt uit de SCU. De SCU is een model om te slipneiging langs een breukvlak te berekenen; het geeft een indicatie van de neiging van een breuk om te gaan bewegen onder de opgelegde temperatuurveranderingen. De slipneiging is geen directe indicatie van seismiteit.

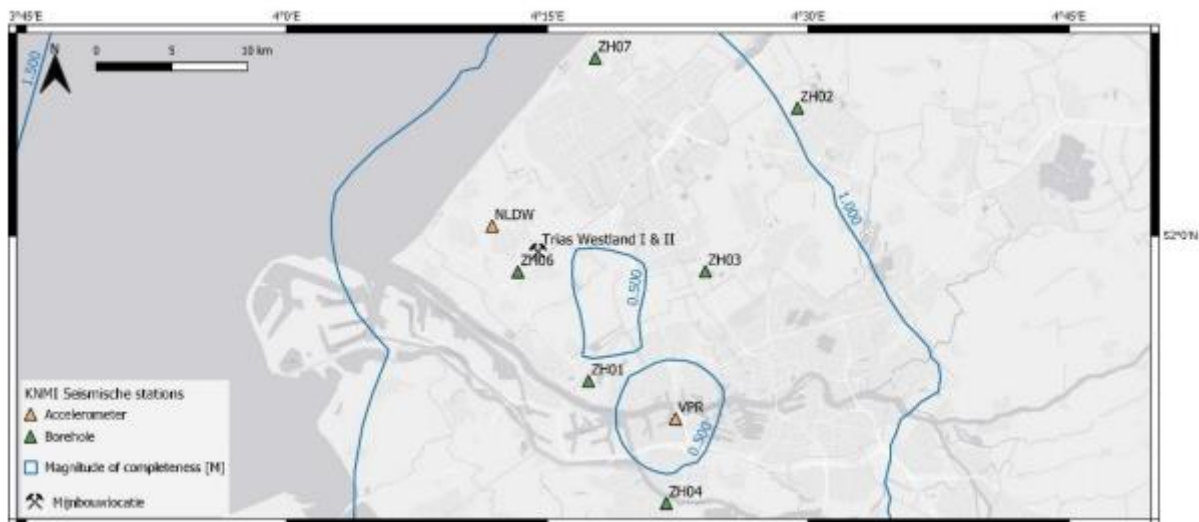
De conclusie van deze studie is dat voor gemiddeld 25°C water injectie in het reservoir bij een debiet van 430 m³/hr @ 80% uptime gedurende 30 jaar de kans op reactivatie van breuk 1 “laag” tot “midden” is voor doublet 1 (~10-20% > 1.0 SCU, afhankelijk van de doorlatendheid van de breuk), en de kans op reactivatie van breuk 3 “laag” (~10% > 1.0 SCU) is. Voor doublet 2 is voor 25°C water injectie in het reservoir bij een debiet van 300 m³/hr @ 80% uptime gedurende 30 jaar het risico op reactivatie van breuk 2 “midden” (~20-30% > 1.0 SCU, afhankelijk van de doorlatendheid van de breuk). Aangezien slipneiging niet direct te vertalen is naar seismiteit geeft dit geen percentage van seismisch risico weer.

Omdat niet kan worden uitgesloten dat nabijgelegen breukvlakken door afkoeling kritisch gespannen kunnen raken is er een Seismisch Risico Beheersplan opgesteld dat als appendix wordt toegevoegd.

Ondanks dat dit winningsplan alleen Naaldwijk I betreft zijn de studies uitgevoerd voor Naaldwijk I en II, dit geeft een betere weergave van de realiteit en sorteert voor op de beoogde samenvoeging.

4.2.1. Monitoring seismiteit

Het seismisch meetnetwerk van het KNMI³ in en nabij Westland bestaat momenteel uit vijf boorgatstations en twee versnellingsmeters aan het oppervlak (Figuur 28). Hiermee ligt de magnitude of completeness voor de mijnbouwlocatie Trias Westland tussen M0,5-1,0.



Figuur 28 Mijnbouwlocatie, de huidige distributie van KNMI seismisch meetstations, en de magnitude of completeness nabij Westland

Om een beeld te krijgen van de situatie voor de start van boren en exploitatie wordt voor het project “Trias Westland” sinds juni 2020 de seismische activiteit die is gemeten bij de regionale meetstations verwerkt. Hierbij gaat het met name om de data van de oppervlaktometers en de diepste boorgatsensoren (~200 m diepte). Per

³ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations>

meetsensor wordt de gemeten seismische activiteit voor de drie channels (meetrichting) geanalyseerd. Deze data worden ook bekeken door de tijd voor trendanalyse en naast de putactiviteitsdata gelegd voor potentiële correlatie. Daarnaast worden network coincidence triggers (waarbij op een kort interval, bij verschillende meetstations hoge waarden gemeten worden) gekarakteriseerd, en geëvalueerd of deze eventueel gerelateerd zijn aan activiteit nabij de mijnbouwlocatie.

De bevindingen worden maandelijks gesommeerd in het Seismisch Monitoring Dashboard. Deze gaat gepaard met een toelichting waar de data en analyses in detail gerapporteerd en gedocumenteerd worden.

5. Appendices

- 5.1. Fracture Containment Trias Westland (Panterra, 2023)
- 5.2. Seismic Hazard Analysis Trias Westland (Panterra, 2023)
- 5.3. Seismic Hazard Analysis Trias Westland (QCON, 2019)
- 5.4. QuickScan Seismic Hazard Trias Westland (Panterra, 2019)
- 5.5. Seismisch risico beheersplan Trias Westland (2023)
- 5.6. Samenstelling reservoir water NLW-GT-02-S1

Parameter	Unit	Result			
Metals [According to ISO 17294-2] (A)			1,4-Dichlorobenzene	µg/l	<0.50
Nickel	µg/l	620	Monochlorobenzene	µg/l	<0.50
Uranium	µg/l	<1.0	1,1,1,2-Tetrachloroethane	µg/l	<0.50
Metals [According to NEN 6966 (EN-ISO 11885)] (A)			1,1,1-Trichloroethane	µg/l	<0.50
Aluminium	µg/l	130	1,1,2,2-Tetrachloroethane	µg/l	<0.50
Arsenic	µg/l	<10	1,1,2-Trichloroethane	µg/l	<0.50
Barium	µg/l	7200	1,1-Dichloroethane	µg/l	<0.50
Boron	µg/l	29000	1,1-Dichloropropene	µg/l	<0.50
Cadmium	µg/l	29	1,2,3-Trichloropropane	µg/l	<0.50
Calcium	µg/l	5900000	1,2-Dichloroethane	µg/l	<0.50
Copper	µg/l	230	1,2-Dichloropropane	µg/l	<0.50
Iron	µg/l	130000	1,3-Dichloropropane	µg/l	<0.50
Lead	µg/l	92	2,2-Dichloropropane	µg/l	<0.50
Lithium	µg/l	9100	Chloroethane	µg/l	<0.50
Magnesium	µg/l	830000	Chloromethane	µg/l	<1.0
Manganese	µg/l	2500	Cis-1,3-dichloropropene	µg/l	<0.50
Potassium	µg/l	350000	Cis-1,2-Dichloroethene	µg/l	<0.50
Selenium	µg/l	<20	Dichloromethane	µg/l	8.5
Silicium	µg/l	14000	Tetrachloroethene	µg/l	<0.50
Sodium	µg/l	39000000	Tetrachloromethane	µg/l	<0.50
Strontium	µg/l	370000	Trans-1,3-Dichloropropene	µg/l	<0.50
Zinc	µg/l	2200	trans-1,2-Dichloroethene	µg/l	<0.50
Acidity/Alkalinity [According to WAC/III/A/006 (based on ISO 9963-1)]			Trichloroethene	µg/l	<0.50
Alkalinity up to pH 4.5	mmol/l	2.0	Trichloromethane	µg/l	<0.50
Alkalinity up to pH 8.3	mmol/l	<0.050	1,2-Dibromo-3-chloropropane	µg/l	<0.50
Bicarbonate same as HCO ₃	mg/l	130	1,2-Dibromoethane	µg/l	<0.50
Carbonate same as CO ₃	mg/l	<2.5	Bromobenzene	µg/l	<0.50
Anionen [According to ISO 10304-1]			Bromochloromethane	µg/l	<1.0
Bromide	mg/l	300	Bromodichloromethane	µg/l	<0.50
Chloride	mg/l	88000	Bromomethane	µg/l	<1.0
Nitrate as N	mg/l	<10 *	Dibromochloromethane	µg/l	<0.50
Sulphate	mg/l	200	Dibromomethane	µg/l	<0.50
Fluoride	mg/l	<10 *	Dichlorodifluoromethane	µg/l	<1.0
Discrete analyser [According to ISO 15923-1]			Tribromomethane	µg/l	<0.50
Phosphate	mg/l	<0.050	Trichlorofluoromethane	µg/l	<1.0
Volatile compounds BTEX [According to ISO 11423-2]			Heptane	µg/l	<1.0
Benzene	mg/l	0.083	Hexane	µg/l	<1.0
Toluene	mg/l	<0.040	Octane	µg/l	<1.0
Ethylbenzene	mg/l	<0.040	MTBE	µg/l	<0.50
M/P-Xylene	mg/l	<0.080	1,2,4-Trimethylbenzene	µg/l	<0.50
O-Xylene	mg/l	<0.040	1,3,5-Trimethylbenzene	µg/l	<0.50
Sum BTEX	mg/l	<0.29	Butylbenzene	µg/l	<0.50
Mineral Oil Fractions [According to OSPAR 2005-15]			Isopropylbenzene	µg/l	<0.50
Gedispergeerde olie	mg/l	14	p-Isopropyltoluene	µg/l	<0.50
Hardness (Calculated)	mg CaCO ₃ /L	18024	Propylbenzene	µg/l	<0.50
pH [According to ISO 10523]			sec-Butylbenzene	µg/l	<0.50
pH	-	6.0	tert-Butylbenzene	µg/l	<0.50
Temperature pH-measurement	°C	22.5	Benzene	µg/l	4.6
Volatile compounds [According to WAC/IV/A/016]			Ethylbenzene	µg/l	<0.50
1,2-Dichlorobenzene	µg/l	<0.50	m- + p-Xylenes	µg/l	<0.30
1,3-Dichlorobenzene	µg/l	<0.50	o-Xylene	µg/l	<0.15
			Styrene	µg/l	<0.50
			Toluene	µg/l	<0.50
			Vinylchloride	µg/l	<0.50
			2-Chlorotoluene	µg/l	<0.50
			4-Chlorotoluene	µg/l	<0.50
			Hexachlorobutadiene	µg/l	<0.50
			Naphtalene	µg/l	<0.50
			Hexachloroethane	µg/l	<1.0

5.7. Doublet Calc 2D input parameters

DoubletCalc 2D 1.0 : 2D project | P:\2200261 HVC TW Models\C - Data\6. DoubletCalc\DC2D\fault\fault.xml

New 2D Project Load Project Save project Calculate View Grid About

Input Aquifer Advanced Settings Input Wells Well Results Grid Results

REGION OF INTEREST

xmin	73702.0	m	nx	91.0
xmax	78252.0	m	ny	105.0
ymin	442263.03125	m		
ymax	447513.03125	m		
grid geometry	topSLDND_DC2Dinput	use values	view	

AQUIFER PROPERTIES

initial temperature	89.0	C	none	use grid	view
aquifer depth	1500.0	m	topSLDND_DC2Dinput	use value	view
(cell) thickness	100.0	m	Thickness_DC2D	use value	view
porosity	0.12	-	average map for PHIE^Zone 2	use value	view
net to gross	1.0	-	average map for NG_high^Zone 2	use value	view
actnum	1.0	-	none	use grid	view
permeability in xdir	200.0	mDarcy	average map for PERM_HIGH^Zone 2_with faults	use value	view
permeability in ydir	200.0	mDarcy	average map for PERM_HIGH^Zone 2_with faults	use value	view
water salinity	90000.0	ppm			

CALCULATION SETTINGS

time end production	30.0	yrs
time end analysis	30.0	yrs
output interval	1.0	yrs
output/calculation interval after production	250.0	yrs

DoubletCalc 2D 1.0 : 2D project | P:\2200261 HVC TW Models\C - Data\6. DoubletCalc\DC2D\fault\fault.xml

New 2D Project Load Project Save project Calculate View Grid About

Input Aquifer Advanced Settings Input Wells Well Results Grid Results

ADVANCED AQUIFER PROPERTIES

storage capacity	1.0E-9	m3 Pa-1
water conductivity	0.6	W K-1 m-1
temperature dependent viscosity	yes	
viscosity	0.001	Pa s
temperature dependent density	yes	

ADVANCED ROCK PROPERTIES

rock conductivity	4.0	W K-1 m-1
heat capacity	1000.0	J kg-1 K-1
rock density	2700.0	kg m-3
Young's modulus	9.0E9	Pa
Poisson's ratio	0.35	-
compaction coefficient	1.0E-5	bar-1
thermal compaction coefficient	2.0E-5	C-1

OUTPUT SETTINGS

output fileformat	ZYCOR
output VTK (ParaView) fileformat	no
write debug output grids	no

CALCULATION SETTINGS

cooling 3D	yes
calculate subsidence	no
no flow boundary	yes

DoubletCalc 2D 1.0 : 2D project | P:\2200261 HVC TW Models\C - Data\6. DoubletCalc\DC2D\fault\fault.xml

	Well 0	Well 1	Well 2	Well 3	
name					
x	75643.57	76734.81	75925.57	76500.08	m
y	446142.65	445052.2	444863.57	443739.48	m
well diameter	12.25	8.681	12.415	8.681	inch
well skin	0.0	0.0	0.0	0.0	-
well excess pressure	30.0	-30.0	30.0	30.0	bar
well (inj) temperature	25.0	-1.0	-1.0	25.0	C
well flow rate	430.0	-430.0	-300.0	300.0	m3/h
pressure constraint	no				

5.8. THP Berekening

Om putbodemdruk (BHP) te vertalen naar putmondruk maakt HVC gebruik van THP-BHP bepaling zoals vastgelegd in een eigen procedure. De procedure maakt gebruik van industriestandaard methodes en kan op verzoek gedeeld worden.

In deze bijlage wordt de input en output gedeeld specifiek voor NLW-GT-01.

Input

	Parameter	Waarde	Beschrijving
Vloeistofeigenschappen	Zoutgehalte	130 g/L	Zoutgehalte TW
	Dichtheid	1.086 kg/ltr	Berekend uit zoutgehalte en temperatuur (Batzle & Wang, 1992).
	Viscositeit	0.994 mPa.s	Berekend uit zoutgehalte en temperatuur (Batzle & Wang, 1992).
Puteigenschappen	Absolute ruwheid 13Cr casing	0.05 mm	Gemeten waarden absolute ruwheid van 13 CR pijp. (Farshad & Rieke, 2006)
	Absolute ruwheid GRE	0.04 mm	Gegeven door(Farshad & Rieke, 2006)

Output NLW-GT-01

Q	ΔP_{fric}	ΔP_{stat}	$\Delta P_{BHP-THP}$
[m ³ /hr]	[bar]	[bar]	[bar]
0	0.0	245.7	245.7
50	0.4	245.7	245.3
100	1.4	245.7	244.3
150	2.9	245.7	242.7
200	5.1	245.7	240.6
250	7.7	245.7	237.9
300	11.0	245.7	234.7
350	14.8	245.7	230.9
400	19.2	245.7	226.5
430	22.0	245.7	223.6