



HaagseAardwarmte

Aanvraag vervolgv vergunning aardwarmte voor het gebied **Den Haag**

Aanvragers:
Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V.

Uitvoerder:
Aardyn B.V.

Versie 2: 10 december 2024

Aanvraagformulier

Deze aanvraag is ingediend op grond van Artikel 24b Mijnbouwwet (hierna: Mbw), in samenhang met artikel 24ae Mijnbouwwet en artikel 1.3b.4 Mijnbouwregeling.

Deze aanvraag is elektronisch ingediend bij:

Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat

mijnbouwvergunningen@minezk.nl.

<u>Artikel</u>	<u>Onderwerp</u>	<u>Beschrijving</u>
Algemene informatie aanvraag vervolvergunning aardwarmte		
24b, Mbw	Aanvraag vervolvergunning	☒ Aanvraag vervolvergunning ☐ Wijziging vervolvergunning
	Naam indiener	Aardyn B.V
	Adres	Laan van Barcelona 800 3317 DD DORDRECHT
	Contactpersoon	
	E-mailadres contactpersoon	
	Telefoonnummer contactpersoon	
24n, Mbw	Beoogde vergunninghouders	• Haagse Aardwarmte Leyweg B.V • Aardyn B.V.
	Kvk-nummers	• 52172872 (Aardyn B.V.) • 65345983 (Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.)
Ligging aanvraag		
	Toegewezen startvergunning incl. zaaknummer EZK	Startvergunning Den Haag (in besluit met kenmerk PDGGO-DTDO/V-54193 aangemerkt als DGKE-WO/V-39)
	Uitvoerder	Aardyn B.V. (kenmerk PDGGO-DTDO/V-
	Provincie	Provincie Zuid-Holland
	Gemeente	Gemeente Den Haag
	Waterschap	Hoogheemraadschap Delftland
	Doelreservoir(s) warmtewinning	Delft Zandsteen
Ondertekening		
Datum 27 mei 2024		
Namens	Directie Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.	
Namens	Directe Aardyn B.V.	

Samenvatting van de aanvraag

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. is eigenaar van de aardwarmte installatie aan de Leyweg in Den Haag. Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. treedt tevens als warmteleverancier op richting haar afnemers. Aardyn B.V. is uitvoerder binnen de startvergunning en als zodanig verantwoordelijk voor de uitvoering van de activiteiten.

Aardyn B.V. en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. beschikken over een door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat afgegeven startvergunning aardwarmte voor het gebied genaamd Den Haag. Deze vergunning geeft toestemming om voor een korte periode aardwarmte te winnen.

Binnen de startvergunning Den Haag wordt sinds 2021 aardwarmte gewonnen door middel van een aardwarmtesysteem bestaande uit twee aardwarmteputten en een bovengrondse productie-installatie. Door de productieput wordt warm water opgepompt vanuit op circa 2.000 m diepte gelegen zandsteenlagen. Het warme water wordt bovengronds door warmtewisselaars geleid, waardoor de warmte wordt overgedragen op het warmtenet van Eneco. Het afgekoelde water wordt door de injectieput teruggebracht in de zandsteenlaag op circa 2.000 m diepte. Het warmtenet van Eneco loopt door een deel van Den Haag Zuidwest waarop momenteel circa 2.500 woningequivalenten zijn aangesloten.

De onderhavige aanvraag vervolgvergunning heeft tot doel om onder het wettelijk kader van de Mijnbouwwet van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat toestemming te krijgen om uit de twee bestaande en inbedrijf zijnde putten langjarig aardwarmte te winnen en te leveren aan het warmtenet van Eneco. Hiermee wordt de winning zoals deze al is vergund zonder wijzigingen in de wijze van winning voortgezet.

Op basis van risicobeoordelingen wordt geconcludeerd dat het project voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm, en dat geen schade wordt verwacht als gevolg van bodembeweging. Er worden geen nadelige gevolgen verwacht voor natuur en milieu als gevolg van de aardwarmte activiteiten.

Inhoud

Samenvatting van de aanvraag	3
Inhoud	4
1. Indieningsvereisten.....	6
2. Inleiding op de aanvraag	11
2.1 Doel van de aanvraag	11
2.2 Aangevraagde vergunningsduur	12
2.3 Organisatie en algemene gegevens van de aanvragers	12
2.4 Communicatieplan.....	14
2.5 Wijzigingen ten opzichte van aanvraag startvergunning Den Haag.....	15
3. Locatie van het aangevraagde gebied.....	16
4. Ondergrond van het aangevraagde gebied	18
4.1 Geologische beschrijving van het reservoir	18
4.2 Reservoirkarakterisatie	21
4.3 Geohydrologische status van het gebied.....	21
4.4 Samenstelling en karakteristieken formatiewater	24
4.5 Planmatig beheer van de ondergrond.....	25
4.6 Interferentie met andere mijnbouwactiviteiten	26
5. Beoogde wijze van winnen	30
5.1 Meerjarenprogramma winning	30
5.2 Operationele instellingen tijdens de winning	30
5.3 Integriteit van de afsluitende lagen	35
5.4 Hoeveelheid en verwerking bijvangst.....	36
5.5 Gebruik hulpstoffen	36
6. Aardwarmtesysteem	37
6.1 Systeemconfiguratie	37
6.2 Verbuizingsschema putten.....	37
6.3 Putontwerp.....	38
6.4 Putintegriteit	43
7. Bodembeweging	47
7.1 Bodemstijging en/of -daling.....	47
7.2 Bodemtrilling	49
7.3 Monitoring bij wijze van winning	50
8. Financiën.....	52
8.1 Financiële situatie aanvragers	52
8.2 Opbrengsten en kosten	52
8.3 Financiering.....	52
8.4 Aansprakelijkheid.....	53
9. Warmteaanbod en -afzet	54
9.1 Warmteaanbod	54

9.2 Warmtetransport en -afzet	55
Bijlagen	56
Bijlage 1a – KvK uittreksel Haagse Aardwarmte B.V.	56
Bijlage 1b – KvK uittreksel Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.....	56
Bijlage 1c – KvK uittreksel Aardyn B.V.....	56
Bijlage 1d – Statuten Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.	56
Bijlage 1e – Statuten Aardyn B.V.	56
Bijlage 1f – Concept Jaarverslag Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. 2023 - VERTROUWELIJK.....	56
Bijlage 1g – Jaarverslag Aardyn B.V. 2022	56
Bijlage 2a – Deviatietabel HAG-GT-01	56
Bijlage 2b - Deviatietabel HAG-GT-02	56
Bijlage 3 - SHA QuickScan Panterra.....	56
Bijlage 4 - SHA Level2 Panterra	56
Bijlage 5 - HAL Seismische nulmetingen	56
Bijlage 6 - HAL Seismisch respons protocol	56
Bijlage 7 - Overzicht conclusies maandelijksse rapportages seismische monitoring	56
Bijlage 8 - SDE Geologische rapportage	56
Bijlage 9. Communicatieplan	56
Bijlage 9a. Informatieposter Haagse Aardwarmte.....	56
Bijlage 9b. Brief informatieavond	56
Bijlage 10. Operations and Technical Maintenance Contract - VERTROUWELIJK.....	56
Bijlage 11. Overzicht en uitgangspunten kosten en opbrengsten – VERTROUWELIJK	56
Bijlage 12. Prognose warmtevraag – VERTROUWELIJK	56
Bijlage 13. Beantwoording vragen SodM	56
Bijlage 14. Beantwoording vragen TNO.....	56
Bijlage 15. Beantwoording vragen RVO.....	56
Bijlage 16. WellTest Analysis HAG-GT-02	56

1. Indieningsvereisten

	Indieningsvereisten aanvraag vervolgv vergunning	
24af, lid 1a, Mbw	De aardlaag en de begrenzing ervan waar de aanvrager aardwarmte wint	§4.1
24af, lid 1b, Mbw	De verwachte exploitatieduur	§2.2
24af, lid 1c, Mbw	De verwachte invloedssfeer van de winning en de verwachte afkoeling;	§5.2
24af, lid 1d, Mbw	Indien van toepassing, wijziging ten opzichte van de startvergunning aardwarmte in de wijze waarop de aanvrager voornemens is aardwarmte te winnen en de wijze waarop hij zijn put heeft ingericht	n.v.t
24af, lid 1e, Mbw	De gemeten en nog te verwachten bodembeweging ten gevolge van de winning.	§7
24af, lid 1f, Mbw	Indien dit nodig is gelet op de nog te verwachten bodembeweging 1) de veiligheidsrisico's voor omwonenden, het risico op schade aan gebouwen of infrastructurele werken of het risico op verstoring van de functionaliteit daarvan, 2) de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken; 3) de maatregelen die worden genomen om de schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken;	§7
24af, lid 1g, Mbw	Indien van toepassing, wijziging ten opzichte van de startvergunning aardwarmte in de wijze waarop de aanvrager voornemens is de kosten in verband met de winning en de hierbij behorende aansprakelijkheden, waaronder het stellen van financiële zekerheid, anders dan bedoeld in de artikelen 46 en 47, ter dekking van de aansprakelijkheid voor de schade door verontreiniging van grondwater of bodem in verband met de opsporing en winning van aardwarmte indien de in de aanvraag aangegeven aardlagen zich geheel of gedeeltelijk bevinden onder een gebied dat is aangewezen voor de winning van drinkwater uit grondwater, te dragen.	n.v.t
24af, lid 1h, Mbw	De wijze waarop de aanvrager voornemens is om kosten in verband met het geheel of gedeeltelijk buiten gebruik stellen van een boorgat tijdens de looptijd van de vervolgv vergunning of na afloop hiervan te dragen.	§8.3
24af, lid 2, Mbw	Indien een nieuwe uitvoerder aardwarmte wordt aangewezen, gaat de aanvraag voor een vervolgv vergunning aardwarmte vergezeld van een verzoek om instemming met de aanwijzing van een uitvoerder aardwarmte als bedoeld in artikel 24z, derde lid.	n.v t
1.3b.4, lid 1a, Mbr	De gegevens, bedoeld in artikel 1.3b.1, eerste lid, voor zover die de winning van aardwarmte betreffen.	zie onder
1.3b.1, lid 1a	De ligging en oppervlakte van het aangevraagde gebied.	§3

1.3b.1, lid 1b	een beschrijving van de door de provinciale staten op grond van artikel 1.2, tweede lid, onderdeel a, van de Wet milieubeheer met het oog op de waterwinning aangewezen gebieden, uitgesplitst naar type gebied en de Natura 2000-gebieden als bedoeld in artikel 1.1. van de Wet natuurbescherming binnen het aangevraagde gebied	§4.5
1.3b.1, lid 1c	een beschrijving van de mijnbouwactiviteiten die reeds worden uitgevoerd of waartoe kenbare voornemens bestaan die mogelijk kunnen interfereren met de door de aanvrager voorgenomen opsporing en winning van aardwarmte, de aardlagen waarin die andere mijnbouwactiviteiten plaatsvinden of plaats zullen vinden, en de plaats van reeds aanwezige putten, zowel operationeel als buiten gebruik of buiten werking	§4.6
1.3b.1, lid 1d	een beschrijving van de eerder voorgekomen natuurlijke en geïnduceerde seismiteit.	§7.2 (bijlage 3)
1.3b.1, lid 1e	een beschrijving van de breuken en de plaats daarvan	§4.1 (bijlage 8)
1.3b.1, lid 1f	een beschrijving van de geohydrologische status van het aangevraagde gebied	§4.3
1.3b.1, lid 1g	een beschrijving van de hoeveelheid potentieel winbare warmte in het aangevraagde gebied, uitgedrukt in PJ	§9.1
1.3b.1, lid 1h	een beschrijving van het potentieel vermogen dat in het aangevraagde gebied kan worden bereikt, bij een waarschijnlijkheid van 50% en 90%, uitgedrukt in MWth, een onderbouwing daarvan, en een vermogensverwachtingscurve	§9.1
1.3b.1, lid 1i	een beschrijving van het doel, de omvang, uitgedrukt in PJ, en de temperatuur van de voorgenomen afzet van warmte	§9.2
1.3b.1, lid 1j	het plan voor de wijze waarop de aanvrager voornemens is te communiceren met de betrokkenen in de omgeving waar de mijnbouwactiviteiten zullen plaatsvinden	§2.3
1.3b.1, lid 1k	de gegevens, opgenomen in bijlage 1a	§2.1
1.3b.4, lid 1b	de gegevens, bedoeld in artikel 1.3b.2, tweede en derde lid, voor zover die de winning van aardwarmte betreffen en met dien verstande dat uit de gegevens, bedoeld in artikel 1.3b.2, derde lid, onderdeel d, blijkt of aan de norm, bedoeld in artikel 29s, eerste lid, onderdeel a, van het besluit, is voldaan	§7.2
1.3b.2, lid 2a, Mbr	Een beschrijving van de opbouw en plaats van het beoogde reservoirinterval met een samenvatting van de bijbehorende geologische, geofysische en petrofysische studies.	§4.1
1.3b.2, lid 2b, Mbr	Een beschrijving van de verwachte temperatuur, druk, porositeit, mate van doorlaatbaarheid, het zoutgehalte en de afsluitende aardlagen van het beoogde reservoirinterval.	§4.2
1.3b.2, lid 2c, Mbr	Een opgave van de naam, functie en beoogde plaats binnen het aangevraagde gebied van de putten waaruit aardwarmte wordt	§6.1

1.3b.2, lid 2d, Mbr	Een beschrijving van het beoogde aantal vollasturen van de beoogde putten en een onderbouwing daarvan.	§5.3
1.3b.2, lid 2e, Mbr	Een beschrijving van de verwachte gemiddelde en maximale injectiedruk aan de oppervlakte en in het beoogde reservoirinterval per reservoirlaag, de verwachte gemiddelde en minimale injectietemperatuur en het verwachte gemiddelde en maximale debiet tijdens de winning.	§5.2
1.3b.2, lid 2f, Mbr	Een beschrijving en onderbouwing van de mate van afkoeling en de verwachte maximale afkoelingsgraad van de invloedssfeer, en de verwachte temperatuurdistributie in de beoogde reservoirlagen aan het eind van de winning gebaseerd op het beoogde gemiddelde en maximale debiet.	§5.2
1.3b.2, lid 2g, Mbr	Een beschrijving en onderbouwing van de verwachte interferentie met andere mijnbouwactiviteiten ten aanzien van de temperatuur en de druk in de beoogde reservoirlagen aan de hand van de verwachte temperatuurdistributie en drukdistributie in de beoogde reservoirlagen aan het eind van de winning gebaseerd op het beoogde gemiddelde en maximale debiet.	§4.6
1.3b.2, lid 2h, Mbr	Een op een geomechanische analyse gebaseerde onderbouwing waaruit blijkt of de integriteit van de afsluitende aardlagen is gewaarborgd aan de hand van de uiterste waarden van de productieparameters.	§5.4
1.3b.2, lid 2i, Mbr	Een beschrijving van de kenmerkende gegevens, maximale hoeveelheid en de concentratie van de hulpstoffen die worden gebruikt bij de opsporing en winning van aardwarmte.	§5.6
1.3b.2, lid 2j, Mbr	Een beschrijving van het putontwerp inclusief een figuur daarvan en van het beheerssysteem en beheersplan voor de putintegriteit die voldoen aan artikel 8.3.5.1.	§6.3
1.3b.2, lid 2k, Mbr	Indien het ontwerp van de put geen dubbele verbuizing ter hoogte van zoet- en brakwaterlagen bevat, een onderbouwing waaruit blijkt dat het ontwerp de putintegriteit ten minste even goed borgt als een dubbele verbuizing.	§6.4
1.3b.2, lid 2l, Mbr	Een beschrijving van de verwachte hoeveelheid delfstoffen die meekomen met de winning van aardwarmte en wat met deze delfstoffen zal worden gedaan.	§5.5
1.3b.2, lid 2m, Mbr	Een meerjarenprogramma waarin de te verrichten winningsactiviteiten worden beschreven, alsmede de technieken die daarbij worden gebruikt.	§5.2
1.3b.2, lid 2n, Mbr	een beschrijving en een cijfermatige onderbouwing van de verwachte opbrengsten van de winning van aardwarmte gedurende de verwachte looptijd van het project.	§8

1.3b.2, lid 2o, Mbr	Een beschrijving en een cijfermatige onderbouwing van de verwachte kosten gedurende de verwachte looptijd van het project en een beschrijving van de wijze waarop de aanvrager voornemens is deze kosten te financieren, uitgesplitst per projectfase ten aanzien van de kosten voor in elk geval: 1°. de te verrichten opsporings- en winningsactiviteiten die zijn opgenomen in het meerjarenprogramma als bedoeld in onderdeel m; 2°. investeringen en afschrijvingen; 3°. onderhoud, vervangingsinvesteringen en bedrijfsvoering; 4°. het buiten gebruik stellen van een boorgat en het verwijderen van het mijnbouwwerk; 5°. de bij de opsporing en winning behorende aansprakelijkheden; 6°. rentelasten en belastingen; 7°. onvoorziene omstandigheden	§8
1.3b.2, lid 2p, Mbr	De voor de ramingen, bedoeld in artikel 29v van het besluit, benodigde gegevens vergezeld van een cijfermatige onderbouwing en toelichting en de beoogde vorm van financiële zekerheid die zal worden gesteld, indien de aanvraag betrekking heeft op aardlagen die zich geheel of gedeeltelijk bevinden onder een gebied dat is aangewezen voor de winning van drinkwater uit grondwater.	n.v.t
1.3b.2, lid 3a, Mbr	Een beschrijving van de verwachte mate van bodemdaling aan het einde van de winning waaruit de verwachte bodemdaling als gevolg van de voorgenomen winning afzonderlijk en de cumulatieve bodemdaling in verband met andere mijnbouwactiviteiten blijkt.	§7.1
1.3b.2, lid 3b, Mbr	Een kaart waarop de bodemdalingscontouren als gevolg van de voorgenomen winning met betrekking tot het aangevraagde gebied, de door de provinciale staten op grond van artikel 1.2, tweede lid, onderdeel a, van de Wet milieubeheer met het oog op de waterwinning aangewezen gebieden, en de Natura 2000-gebieden als bedoeld in artikel 1.1. van de Wet natuurbescherming zijn aangegeven.	§7.1
1.3b.2, lid 3c, Mbr	Een onderbouwing van de kans op schade door bodemdaling als gevolg van de voorgenomen winning aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan en aan natuur en milieu en een beschrijving van de omvang en aard daarvan.	§7.1
1.3b.2, lid 3d, Mbr	Een seismische dreigings- en risicoanalyse van de bodemtrilling als gevolg van de voorgenomen winning waarbij de natuurlijke bodemtrilling en de interferentie met andere mijnbouwactiviteiten worden meegenomen, en waaruit blijkt of aan de norm, bedoeld in artikel 29p, eerste lid, onderdeel a, van het besluit is voldaan.	§7.2
1.3b.2, lid 3e, Mbr	Een onderbouwing van de kans op schade door bodemtrilling als gevolg van de voorgenomen winning aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan en aan natuur en milieu en een beschrijving van de omvang en aard daarvan.	§7.2
1.3b.2, lid 3f, Mbr	Een beschrijving van de wijze van monitoring van de mogelijke bodemtrilling.	§7.3
1.3b.2, lid 3g, Mbr	Het seismisch risico beheersplan waarin de wijze van handelen in het geval van bodemtrilling wordt beschreven, welke drempelwaarden worden gehanteerd voor het nemen van maatregelen en welke maatregelen in dat geval worden genomen.	§7.3

1.3b.4, lid 1c, Mbr	een overzicht waaruit blijkt wat de wijzigingen van de gegevens, bedoeld in de onderdelen a en b, ten opzichte van de eerder ingediende aanvraag startvergunning voor het aangevraagde gebied zijn.	§2.5
1.3b.4, lid 2, Mbr	De aanvrager vermeldt in de aanvraag de bron, de wijze van interpretatie en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses, voor zover van toepassing, van de gegevens, bedoeld in het eerste lid, onderdelen a en b.	§ zie tekst
1.3b.4, lid 3, Mbr	De aanvrager verstrekt bij de aanvraag een figuur van de dwarsdoorsnede van de ondergrond welke een weergave bevat van de plaats en wijze waarop het formatiewater in en uit de verbuizing treedt en van de gegevens, bedoeld in artikel 1.3b.2, eerste lid, onderdeel b, tweede lid, onderdeel a, artikel 1.3b.1, eerste lid, onderdelen a, b en c, en tweede lid, onderdeel e	§6.1

2. Inleiding op de aanvraag

2.1 Doel van de aanvraag

Aardyn B.V. en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. beschikken over:

- een door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat verleende winningsvergunning voor het gebied Den Haag (kenmerk DGKE-WO/V-39). De vergunning is per besluit met kenmerk PDGGO-TDO/V-40176 verlengd tot 28 mei 2024;
- een door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat verleend instemmingsbesluit op het winningsplan voor het gebied Den Haag (kenmerk DGKE-WO/V-109). De vergunning is per besluit met kenmerk PDGGO-DTDO/V-40177 verlengd tot 28 mei 2024.

Per inwerkingtreding van de gewijzigde Mijnbouwwet op 1 juli 2023 zijn bovenstaande winningsvergunning en instemmingsbesluit op het winningsplan van rechtswege overgegaan in een startvergunning aardwarmte voor het gebied Den Haag. De startvergunning Den Haag neemt de geldigheid over van de kortst lopende vergunning waaruit deze is ontstaan, en is daarom geldig tot 28 mei 2024.

De aanvraag vervolgvergunning heeft tot doel om onder het wettelijk kader van de Mijnbouwwet van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat toestemming te krijgen om uit de putten HAG-GT-01 en HAG-GT-02 langjarig geothermische warmte te produceren en te leveren aan het warmtenet van Eneco. Hiermee wordt de winning zoals deze al is vergund zonder wijzigingen in de wijze van winning voortgezet.

Sinds juni 2021 wordt middels de aardwarmte installatie warm water gewonnen van 79°C en via warmtewisselaars geleverd aan Eneco. De geothermische warmte wordt middels een warmtewisselaar in het ketelhuis van Eneco aan de Zuidwoldestraat 1a overgedragen aan het Eneco MT (Midden Temperatuur) warmtenet dat door een deel van Den Haag Zuidwest loopt en waarop momenteel c. 2.500 WEQ is aangesloten (zie figuur 2.1 voor tracé van het MT net van Eneco). Het formatiegas wordt middels een gasscheider uit het geothermische water gehaald. Middels een ketel wordt het formatiegas omgezet in warmte en geleverd aan het Eneco HT (Hoge Temperatuur) warmtenet dat door een groot deel van Den Haag loopt en op deze locatie ook dienstdoet als back-up en piek voorziening voor het MT net. Vervolgens wordt het afgekoelde water weer geïnjecteerd in de bodemlaag op circa 2.000 meter diepte waaruit het water afkomstig was. Er is ruimte om aan minstens 2.000 extra WEQ warmte te leveren.

Versie 2 van 10 december 2024 betreft een geactualiseerde versie van de aanvraag die is opgesteld om de gedurende de behandeling gestelde vragen vanuit de adviseurs TNO, SodM en RVO integraal te verwerken.



Figuur 2.1 Aangevraagde gebied en Franse cirkels ten opzichte van het warmtenet.

2.2 Aangevraagde vergunningsduur

De vervolvergunning wordt aangevraagd voor een duur van 30 jaar na de start van de winning (aangevangen op 1 juli 2021). Dit betekent dat de vervolvergunning wordt aangevraagd voor een duur tot 1 juli 2051.

2.3 Organisatie en algemene gegevens van de aanvragers

Aardyn B.V. en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. zijn gezamenlijk houder van de startvergunning Den Haag. Aardyn B.V. en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. vragen gezamenlijk het verkrijgen van de vervolvergunning Den Haag.

De doelstelling van aanvragers is het produceren van aardwarmte, en onderhoud en beheer van de installaties zodat op een veilige en betrouwbare manier lokaal duurzame warmte kan worden opgewekt en geleverd aan het warmtenet van Eneco.

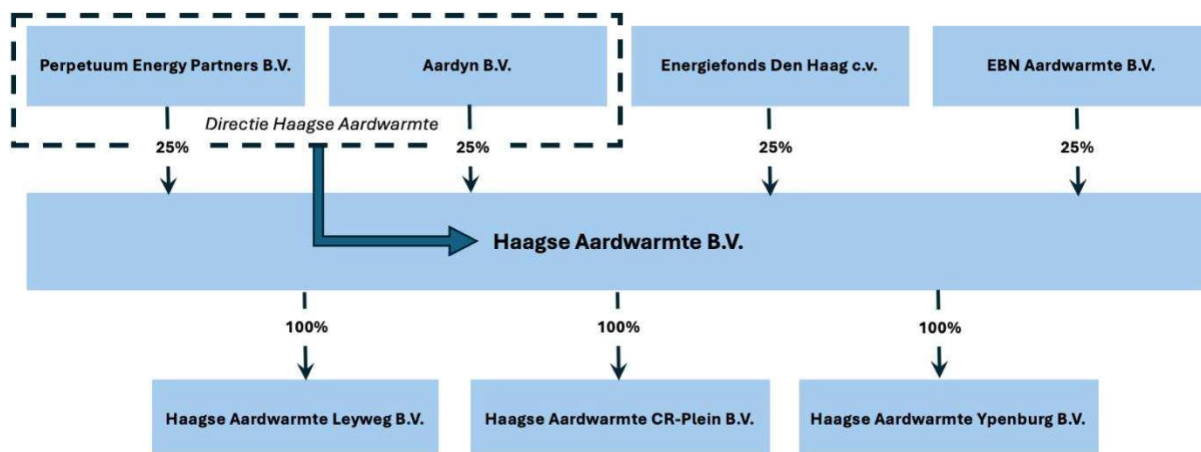
Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.

Per 25 maart 2016 is Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. eigenaar van de assets van de aardwarmte installatie aan de Leyweg in Den Haag. Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. treedt tevens als warmteleverancier op richting haar afnemer.

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. heeft Haagse Aardwarmte B.V. als enig aandeelhouder, welke op haar beurt vier aandeelhouders heeft, te weten Aardyn B.V., Perpetuum Energy Partners B.V., EBN Aardwarmte B.V. en Energiefonds Den Haag C.V. Zie figuur 2.2 voor de aandeelhoudersstructuur van Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. Geen van de aandeelhouders in Haagse Aardwarmte B.V.

heeft bijzondere zeggenschap.

Omdat de aandeelhouders besloten hebben gezamenlijk meerdere projecten te ontwikkelen zijn de aandelen Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. doorgeplaatst naar Haagse Aardwarmte B.V., waaronder meerdere projectentiteiten zitten. De aandelenverhouding publiek/privaat (50/50) is gelijk gebleven; het Energiefonds Den Haag heeft 50% van haar aandelen in Haagse Aardwarmte verkocht aan EBN Aardwarmte.



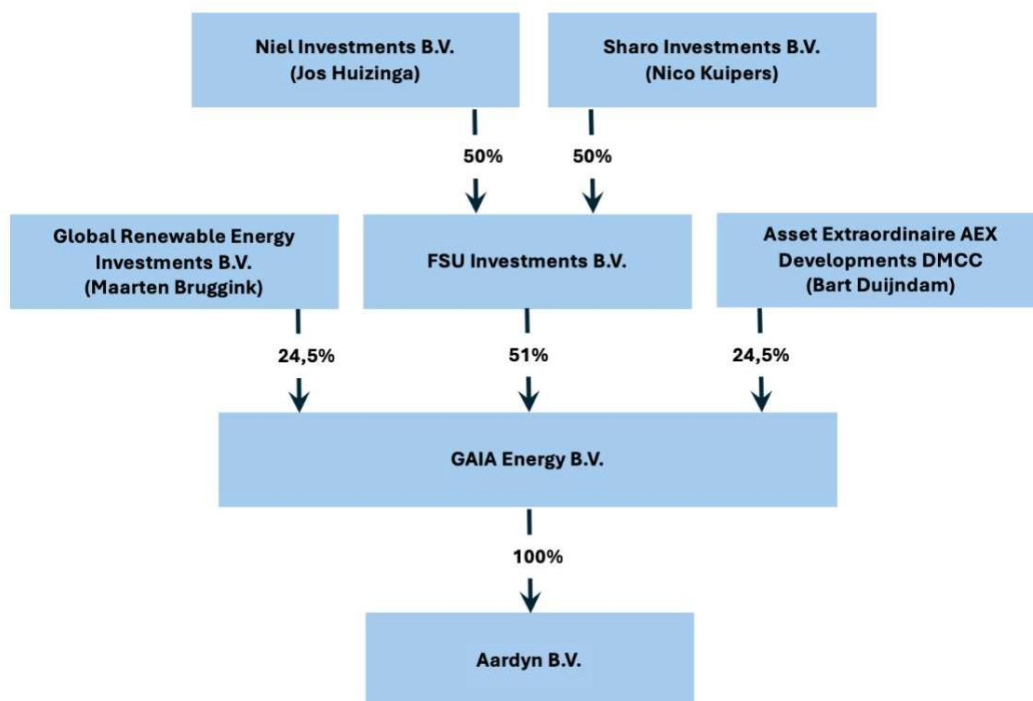
Figuur 2.2 Huidige aandeelhoudersstructuur Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.

Het Kvk-nummer van Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. is 65345983. Zie bijlage 1b voor het Kvk-uittreksel. Zie bijlage 1a voor het Kvk-uittreksel van de enig aandeelhouder Haagse Aardwarmte B.V.

Statuten van Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. staan in bijlage 1d.

Aardyn B.V.

Per 2 oktober 2023 is Gaia Energy B.V. 100% aandeelhouder van Aardyn B.V. Gaia Energy B.V. heeft middels verschillende dochtervennootschappen de afgelopen jaren een portefeuille opgebouwd met toewijzing zoekgebieden en startvergunningen voor de ontwikkeling en realisatie van geothermische projecten. Zie figuur 2.3 voor de aandeelhoudersstructuur van Aardyn B.V. De aandeelhouders van Gaia Energy B.V. zijn bekend met de ontwikkeling en realisatie van geothermische projecten.



Figuur 2.3 Huidige aandeelhoudersstructuur Aardyn B.V.

Het Kvk-nummer van Aardyn B.V. is 52172872. Zie bijlage 1c voor het Kvk-uittreksel.

Statuten van Aardyn B.V. staan in bijlage 1e.

Uitvoerder Aardyn B.V.

Per besluit van de Minister van Economische Zaken en Klimaat is op 28 september 2023 ambtshalve ingestemd met Aardyn B.V. als uitvoerder binnen de startvergunning Den Haag (kenmerk: V-54193). Aardyn B.V. blijft ook onder de vervolvergunning de uitvoerder en heeft de operationele leiding van alle werkzaamheden op de locatie.

Tussen Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V. is op 12 juli 2021 een "Operations & Technical Management Contract" (zie bijlage 10) gesloten voor een periode van 16 jaar met hierna telkenmale een automatische verlenging van 1 jaar. Aardyn B.V. heeft derhalve gedurende de periode van de startvergunning opgetreden als uitvoerder en zal dit blijven doen. Op dit moment is het de intentie van zowel Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. als Aardyn B.V. om het contract na afloop automatisch te verlengen.

2.4 Communicatieplan

Zie bijgevoegd communicatie- en omgevingsplan in bijlage 9.

Haagse Aardwarmte (Leyweg) heeft een website waarop belangrijke ontwikkelingen voor de omgeving worden gepubliceerd (www.haagseardwarmte.nl) Op de contactpagina staan gegevens hoe Haagse Aardwarmte bereikt kan worden. Hier wordt veel gebruik van gemaakt. Er komen regelmatig verzoeken binnen voor een rondleiding waar zo veel mogelijk positief op wordt ingegaan. Ook is op de website een omschrijving te vinden van het project, zodat geïnteresseerden een beeld kunnen krijgen van de aardwarmte installatie.

Voorafgaand aan het schoonmaken van de putten en het bouwen van de bovengrondse installaties

zijn door Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V. stakeholder bijeenkomsten georganiseerd (zie bijlage 9a voor een voorbeeld van een gebruikte informatieposter). Als voorbereiding op de grootste overlast van het project tijdens het schoonmaken van de putten zijn brieven naar omwonenden gestuurd (zie bijlage 9b als voorbeeld) om uitleg te geven over de te verwachten overlast en om contactgegevens van de uitvoerder te delen. Tevens zijn er Facebook en LinkedIn pagina's geopend.

Op het moment dat er in de toekomst grote werkzaamheden gepland worden die overlast voor omwonende zouden kunnen veroorzaken zal een gedegen communicatieplan worden opgesteld. De uitvoerder Aardyn heeft hier ervaring mee bij verschillende andere aardwarmteprojecten.

2.5 Wijzigingen ten opzichte van aanvraag startvergunning Den Haag

Er zijn geen wijzigingen in de wijze van winning ten opzichte van de aanvraag winningsvergunning en aanvraag winningsplan.

De volgende wijzigingen hebben plaatsgevonden sinds het verlenen van de winningsvergunning en het instemmingsbesluit op het winningsplan Den Haag:

- Aandeelhouderssamenstelling Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.

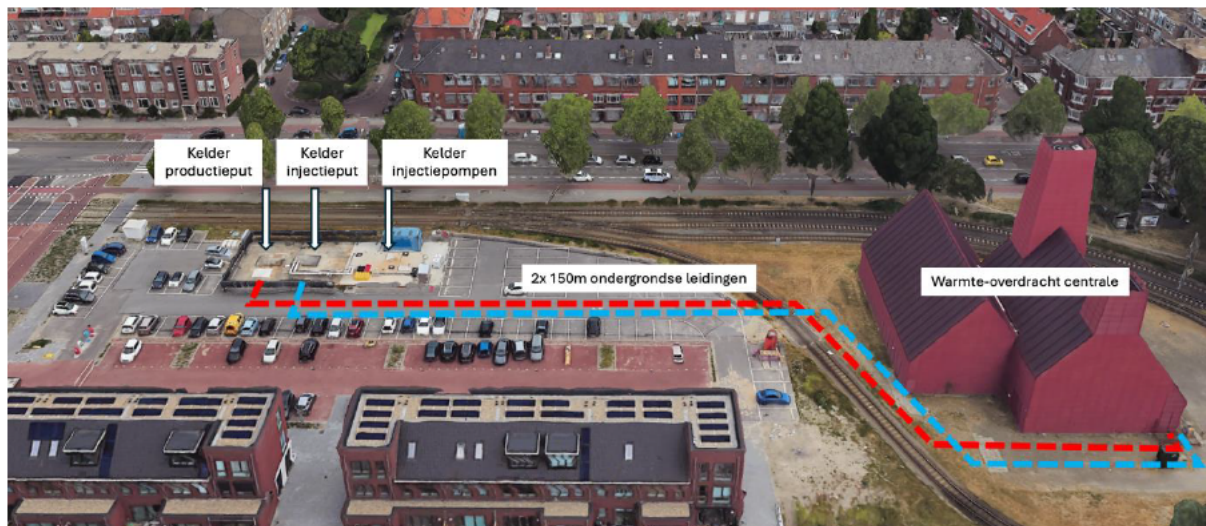
Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 2.3.

- Toename in warmte afname.

Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 9.2.

3. Locatie van het aangevraagde gebied

De mijnbouwlocatie is gelegen aan de Zuidwoldestraat 1k in Den Haag. Het aangevraagde gebied van de vervolvergunning Den Haag bevindt zich in de gemeente Den Haag, in de provincie Zuid-Holland, binnen het hoogheemraadschap Delfland. In figuur 3.1 is de mijnbouwlocatie weergegeven.



Figuur 3.1 Mijnbouwlocatie aan de Zuidwoldestraat 1k, Den Haag.

Het aangevraagde gebied Den Haag is weergegeven in figuur 3.2. De coördinaten van de vier hoekpunten zijn weergegeven in tabel 3.1. De oppervlakte van het aangevraagde gebied is 9,86 km².

Punt	X (RD)	Y (RD)
1	75.792,001	453.175,639
2	80.178,306	453.854,711
3	80.562,293	451.699,399
4	76.175,988	450.961,278

Tabel 3.1 Coördinaten aanvraag vervolvergunning Den Haag.



Figuur 3.2 Het aangevraagde gebied vervolgvergunning Den Haag. Blauw = gemeentegrenzen. Paars = contour vervolgvergunning Den Haag. Zwarte driehoek = de productielocatie aan het oppervlak. Rode punt = locatie van producer HAG-GT-01 op reservoirniveau. Blauwe punt = locatie van injector HAG-GT-02 op reservoirniveau.

4. Ondergrond van het aangevraagde gebied

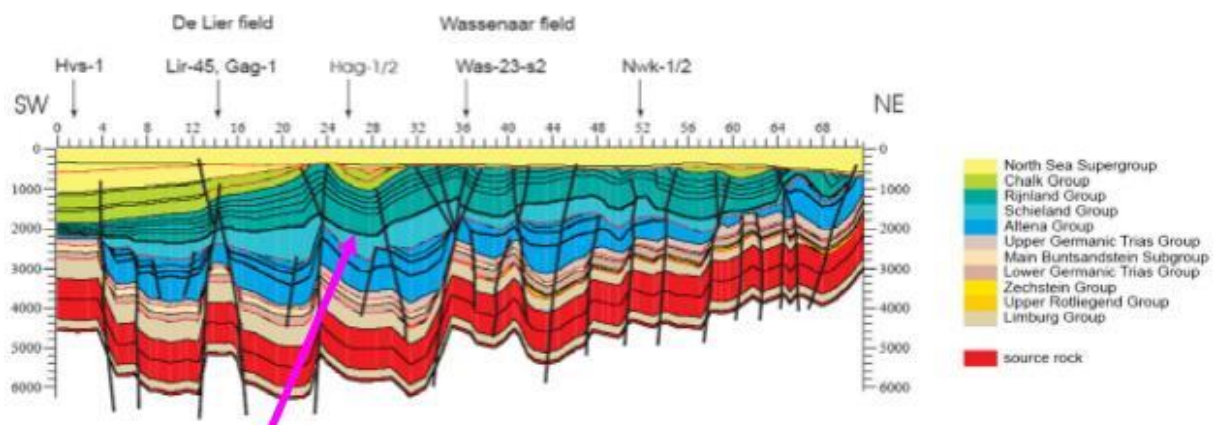
4.1 Geologische beschrijving van het reservoir

De volgende ondergrondstudies zijn uitgevoerd in de loop van het project:

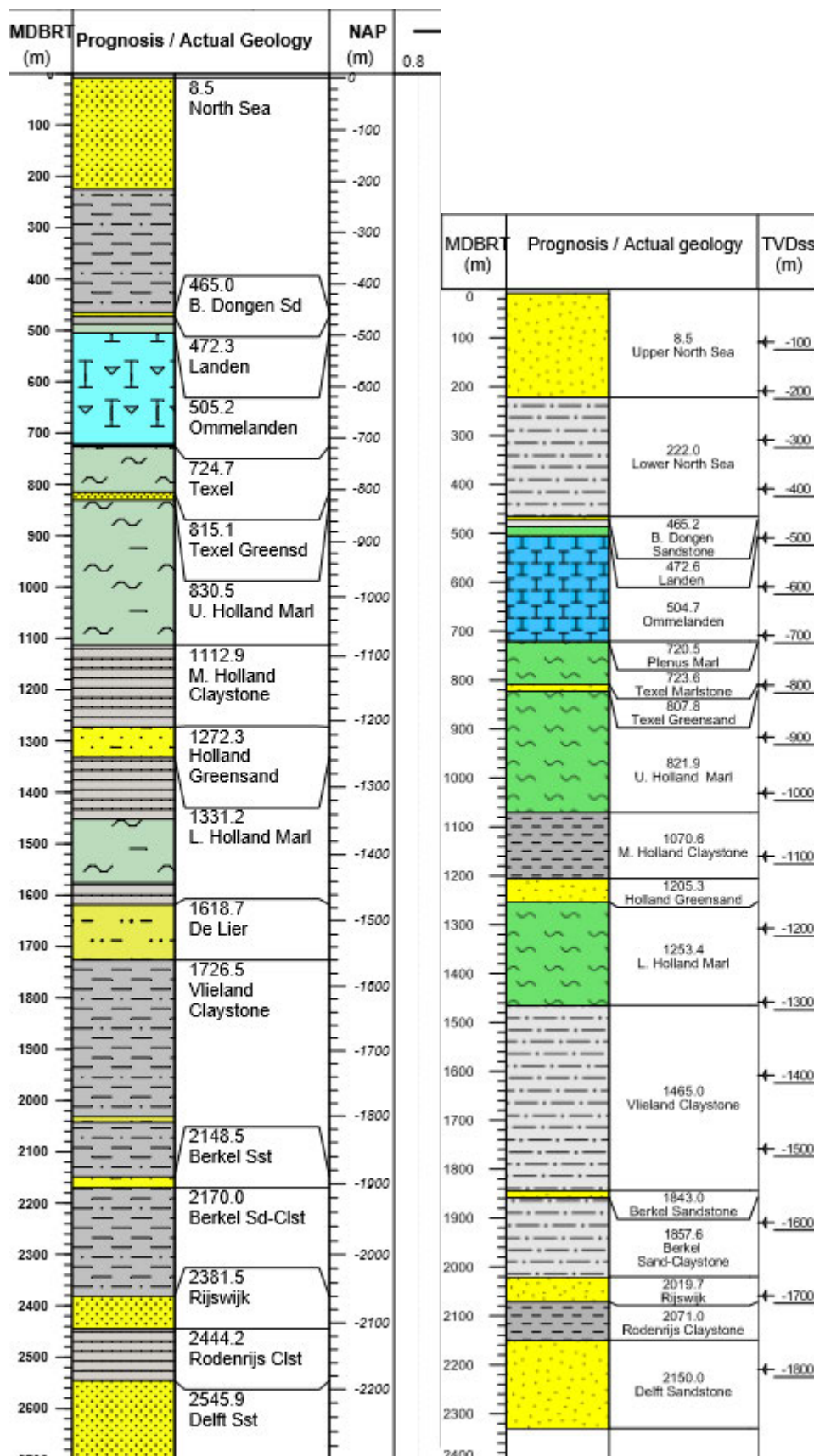
- De HAG-GT-01 en HAG-GT-02 putten zijn geboord in 2010. De informatie hieruit is meegenomen in het geologische rapport van de 2016 SDE aanvraag. Dit rapport vormt de basis voor de huidige ondergrondkennis (bijlage 8).
- In Q1 2018 zijn beiden putten schoongemaakt en getest. Op basis hiervan zijn er nieuwe inzichten verkregen over de reservoir eigenschappen (180412_WellTest_Analysis_HAG-GT-01, 180315_WellTest_Analysis_HAG-GT-02, 180514_Interferencetest_Analysis_HAG-GT-01_HAG-GT-02).
- In 2019 is een nieuwe seismische interpretatie uitgevoerd (190101_SeismicInterpretation_HAL_Panterra).

De putten zijn geboord in het Delft Zandsteen Laagpakket. Zie het SDE-rapport voor details. Figuur 4.1 weergeeft een schematische doorsnede van de lokale geologie. Figuur 4.2 illustreert de stratigrafie van de putten, gebaseerd op de End-Of-Well rapporten uit 2010. Figuur 4.3 geeft een overzicht van de geometrie van het reservoir op basis van de nieuwe seismische interpretatie (PanTerra, 2019). Figuur 4.4 weergeeft een dwarsdoornede van de boortrajecten in het reservoir (PanTerra, 2019). Het Delft Zandsteen Laagpakket heeft een goede reservoir kwaliteit: het bestaat uit 5–15 m dikke fluviatiele zandsteellagen uit het late Juratijdperk, met daartussen soms kleilagen met een dikte van enkele meters.

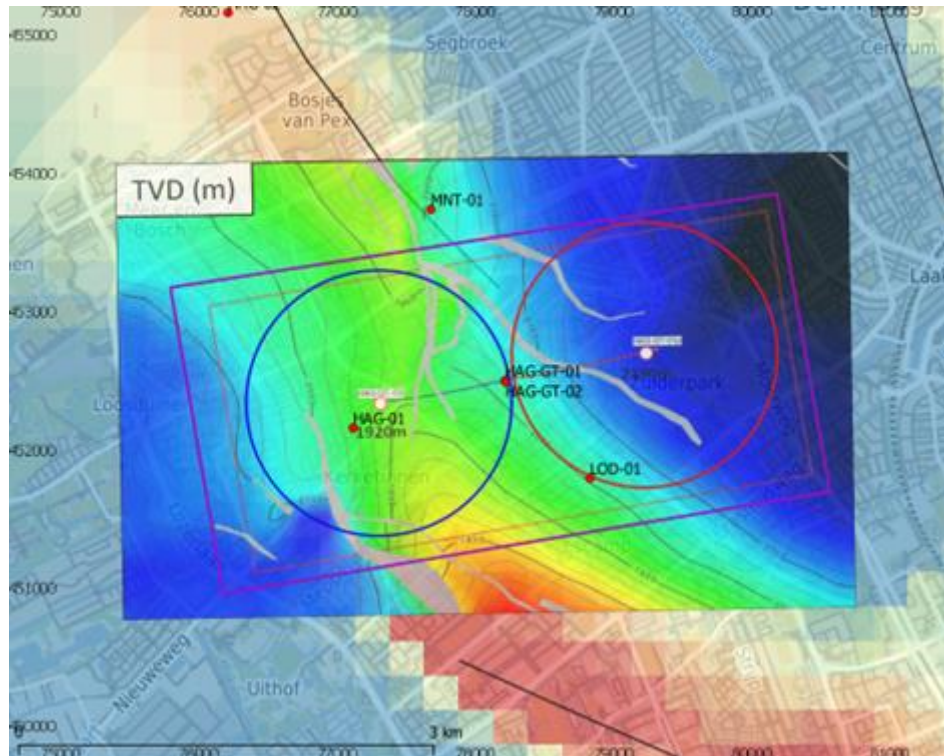
Aan de bovenkant wordt het reservoir begrensd door circa 70 m kleisteen behorende het Rodenrijs Kleisteen Laagpakket. Daarboven bevindt de zandstenen van het Laagpakket van Rijswijk. Door deze significante opstapeling van kleilagen van het Rodenrijs Kleisteen Laagpakket is het niet aannemelijk dat er vermenging plaatsvindt tussen de reservoirbrijn en de brijn in de bovenliggende Laagpakket van Rijswijk. Aan de onderkant wordt het reservoir begrensd door het Laagpakket van Alblasserdam, bestaande uit een afwisseling van zandstenen en kleistenen. De lithologs tonen de overgang van het Delft Zandsteen Laagpakket naar het Laagpakket van Alblasserdam. Hierbij lijken de zanden aaneengesloten te zijn. In verschillende geothermische projecten fungeren het Delft Zandsteen/Alblasserdam als gecombineerd aaneengesloten reservoir. Het is dus zeer aannemelijk dat de brijn tussen deze formatie reeds wordt uitgewisseld. Onder het Laagpakket van Alblasserdam kan, op basis van offset well analysis en de openbaar beschikbare geologische modellen de Altena Groep worden verwacht. Deze bestaat hoofdzakelijk uit fijnkorrelige kleistenen. Het is niet aannemelijk dat het brijn uit het reservoir door deze laag zal dringen.



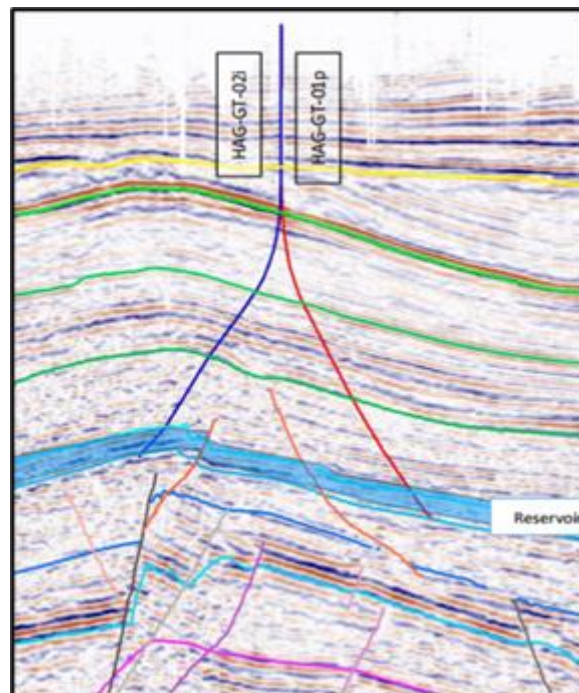
Figuur 4.1 Schematische doorsnede van de stratigrafie in het geothermische project gebied. De target is aangegeven met de roze pijl.



Figuur 4.2 Lithostratigrafie HAG-GT-01-P (links) en HAG-GT-02-I (rechts).



Figuur 4.3 Diepte kaart van de basis Delft Zandsteen Laagpakket, met de twee putten (HAG-GT-01-P (rood) en HAG-GT-02-I (blauw)) en de contour van het aangevraagde gebied in paars. Breuken zijn in grijze contouren weergegeven. De HAG-01, MNT-01 en LOD-01 putten zijn ook aangegeven. De detailkaart TVD(m) is gebaseerd op de 2019 interpretatie (190101_SeismicInterpretation_HAL_Panterra). De achtergrondkaart is gebaseerd op het TNO-model (DGMdiep_v4.0).



Figuur 4.4 Seismische doorsnede door HAG-GT-01 en HAG-GT-02 puttrajecten (190101_SeismicInterpretation_HAL_Panterra)

4.2 Reservoirkarakterisatie

In 2018 is een interferentie test uitgevoerd (180412_WellTest_Analysis_HAG-GT-01, 180315_WellTest_Analysis_HAG-GT-02, 180514_Interferencetest_Analysis_HAG-GT-01_HAG-GT-02). Op basis van deze test wordt aangenomen dat er een goede connectie is tussen de productie- en injectieput. Hierbij wordt wel geconcludeerd dat de verbinding tussen de productieput en injectieput niet in een direct lijn is: deze loopt via een omweg vanwege de aanwezigheid van niet-doorlatende breuken tussen de productie- en injectieputten.

Tabel 4.1 weergeeft de belangrijke reservoirkenmerken, vastgesteld tijdens interferentietest.

Parameter	Lage waarde	Midden waarde	Hoge waarde
Diepte top reservoir (mTVD)	1764	1967	2188
Diepte basis reservoir (mTVD)	1879	2080	2281
Bruto dikte (m)	95	106	118
Netto-bruto verhouding (%)	0.7	0.805	0.91
Gemiddelde porositeit (%)	18	20	22
Gemiddelde permeabiliteit (mD)	600	1350	2330
Kh/Kv	5	10	20
Saliniteit (ppm)	110000	120000	120000
Geothermische gradiënt (°C/km)	-	10°C + 0.031°C/m	-

Tabel 4.1 Reservoirparameters.

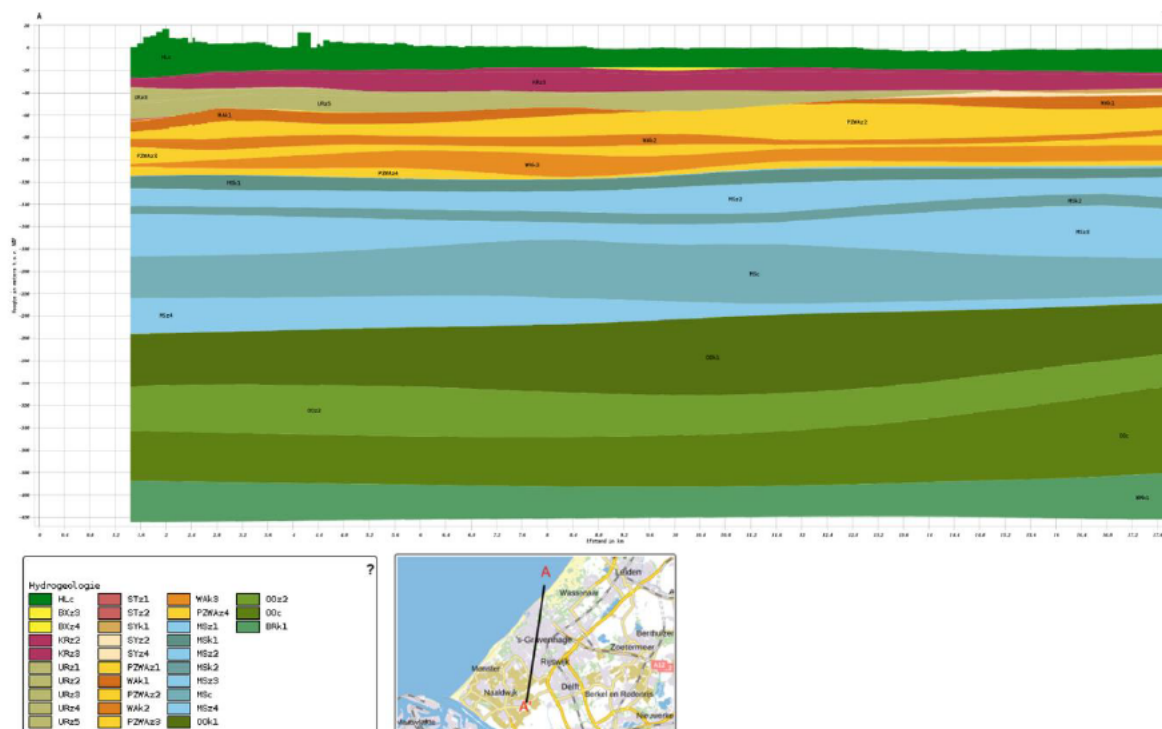
4.3 Geohydrologische status van het gebied

Figuur 4.5 geeft het hydrogeologische profiel voor de bovenste 420 m over de concessie weer.

Tabel 4.2 beschrijft de belangrijkste watervoerende pakketten in de concessie.

- Het meest ondiepe watervoerende pakket betreft een opeenvolging van zandige lagen behorende tot de Formatie van Boxtel (BXz3, BXz4), de Formatie van Kreftenheye (KRz2, KRz3) de Formatie van Urk (URz1, URz2, URz3, URz4), en de Formatie van Stramproy (STz1, STz2). Deze formaties bevinden zich in het diepte-interval tussen 30–65 m. De formaties van Boxtel en Stramproy zijn lateraal niet continu. De Formatie van Urk wordt dikker naar de kust toe, tot maximaal 25 m. De Formatie van Boxtel bestaat uit lichtbruin tot donkerbruin, zeer tot matig fijn zand met een eolisch afzettingsmilieu. De Formatie van Kreftenheye bestaat voornamelijk uit grove zanden en grind, met afwisselend kleiige veenlaagjes. De Formatie van Urk bestaat uit grijs tot geelbruin matig fijn tot uiterst grof zand met een fluviatiel karakter. De Formatie van Stramproy heeft ook een fluviatiel karakter en bestaat uit uiterst fijn tot zeer grof zand met afwisselend leem- en kleilagen.
- Deze lagen zijn op ongeveer 50–60 m diepte in verbinding met de bovenste zandige laag van de formaties van Peize en Waalre (PZWaz1) en zijn plaatselijk in verbinding met de tweede, meer omvangrijke zandige laag hiervan (PZWaz2). De formatie bestaat verder uit twee andere zandige lagen (PZWaz3, PZWaz4). De aquifers zijn 1-35 m dik en bestaan uit medium tot grof zand. De watervoerende lagen staan onderling niet met elkaar in verbinding door de aanwezigheid van 5-15 m dikke kleilagen.
- Onder de formaties van Peize en Waalre, op een diepte van circa 120 m, bevinden zich vier onderling geïsoleerde watervoerende lagen (waarvan de bovenste in contact staat met de formaties van Peize en Waalre, en de middelste twee door een dunne kleilaag worden gescheiden) van de Formatie van Maassluis (MSzk1, MSzk2, MSzk3, MSzk4), welke worden afgewisseld met kleilagen. De dikte van deze lagen varieert tussen 20 – 40 m. De lagen bestaan uit fijn tot grof zand met grind en, in sommige gevallen, schelpen.
- Het diepste grondwatervoerende pakket binnen de concessie betreft de Formatie van Oosterhout (OOz2) op ~310 m diepte met een dikte van ~40 m. Dit aquifer bestaat uit

zeer fijn tot zeer grof zand met macrofossielen.



Figuur 4.5 Hydrogeologisch profiel over het aangevraagde gebied (BRO REGIS II v2.2.1)

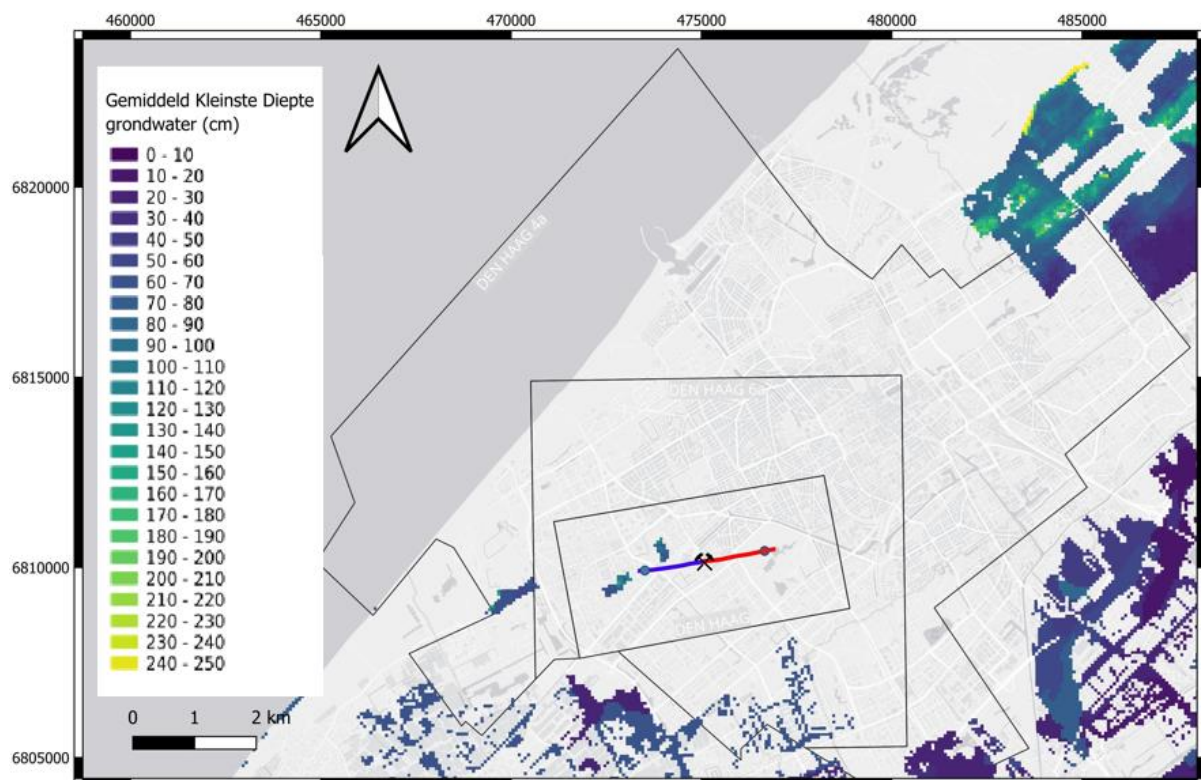
Afkorting	Beschrijving
HLc	Holocene afzettingen, complexe eenheid.
BXz3	Fm. van Boxtel, 3 ^e zandige eenheid
BXz4	Fm. van Boxtel, 4 ^e zandige eenheid
KRz2	Fm. van Kreftenheye, 2 ^e zandige eenheid
KRz3	Fm. van Kreftenheye, 3 ^e zandige eenheid
URz1	Fm. van Urk, 1 ^e zandige eenheid
URz2	Fm. van Urk, 2 ^e zandige eenheid
URz3	Fm. van Urk, 3 ^e zandige eenheid
URz4	Fm. van Urk, 4 ^e zandige eenheid
URz5	Fm. van Urk, 5 ^e zandige eenheid
STz1	Fm. van Stramproy, 1 ^e zandige eenheid
STz2	Fm. van Stramproy, 2 ^e zandige eenheid
SYzk1	Fm. van Stramproy, 1 ^e kleiige eenheid
SYz2	Fm. van Stramproy, 2 ^e zandige eenheid
SYz4	Fm. van Stramproy, 4 ^e zandige eenheid
PZWaz1	Fm. van Peize en Fm. van Waalre, 1 ^e zandige eenheid
WAK1	Fm. van Waalre, 1 ^e kleiige eenheid
PZWaz2	Fm. van Peize en Fm. van Waalre, 2 ^e zandige eenheid
WAK2	Fm. van Waalre, 2 ^e kleiige eenheid
PZWaz3	Fm. van Peize en Fm. van Waalre, 3 ^e zandige eenheid
WAK3	Fm. van Waalre, 3 ^e kleiige eenheid
PZWaz4	Fm. van Peize en Fm. van Waalre, 4 ^e zandige eenheid

MSz1	Fm. van Maassluis, 1 ^e zandige eenheid
MSk1	Fm. van Maassluis, 1 ^e kleiige eenheid
MSz2	Fm. van Maassluis, 2 ^e zandige eenheid
MSk2	Fm. van Maassluis, 2 ^e kleiige eenheid
MSz3	Fm. van Maassluis, 3 ^e zandige eenheid
MSc	Fm. van Maassluis, complexe eenheid
MSz4	Fm. van Maassluis, 4 ^e zandige eenheid
OOK1	Fm. van Oosterhout, 1 ^e kleiige eenheid
OOz2	Fm. van Oosterhout, 2 ^e zandige eenheid
OOC	Fm. van Oosterhout, complexe eenheid
BRk1	Fm. van Breda, 1 ^e kleiige eenheid

Tabel 4.2 Beschrijving van geohydrologische pakketten tot een diepte van 200 m.

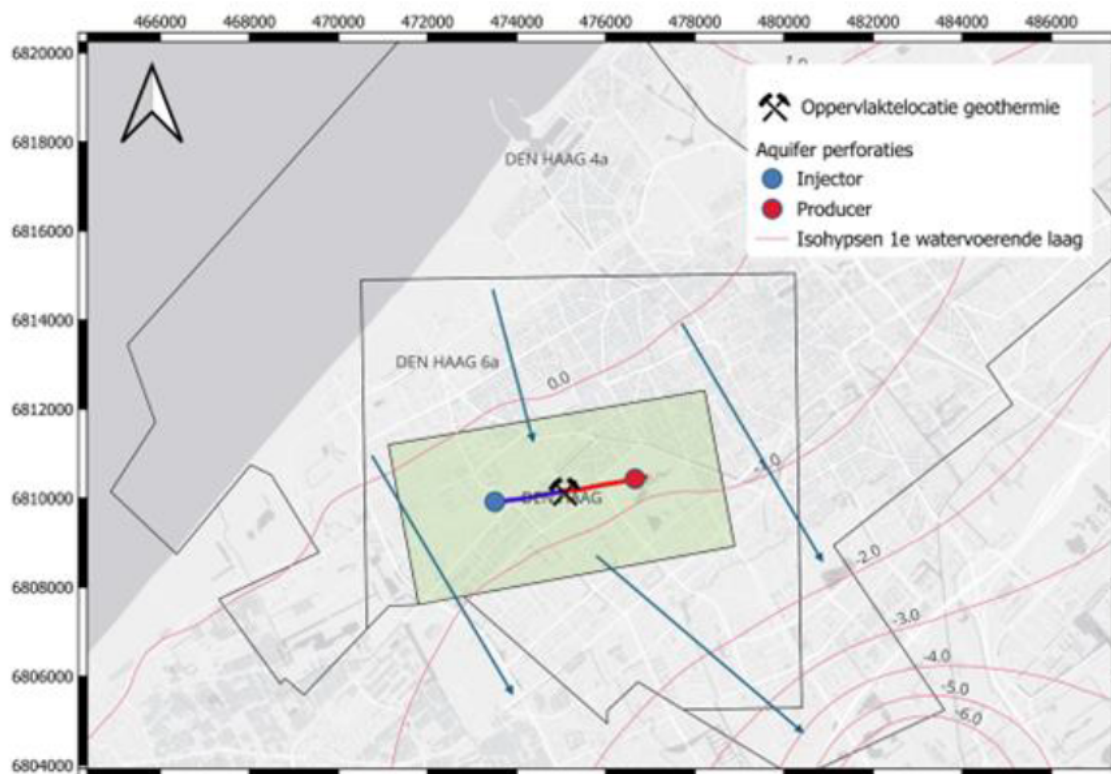
Figuur 4.6 toont de gemiddelde grondwaterspiegeldiepte in de omgeving van de concessie. De oorsprong van deze data komt uit het grondwaterspiegeldieptemodel van BRO. In de omgeving van de aardwarmtewinning is de hoeveelheid waarden zeer gelimiteerd. Dit komt door twee redenen: allereerste zijn grondwatermetingen voornamelijk beschikbaar in het niet-verharde, niet-bebouwde deel van Nederland. Ten tweede bevat het model geen waarden waar de grondwaterspiegel permanent dieper is dan 2,5 meter (bijvoorbeeld onder duinen en stuwwallen) en in de uiterwaarden. Gezien de ligging van Den Haag, nabij duinen, kan een relatief diepe grondwaterspiegel dus worden aangenomen.

In het aangevraagde gebied zijn er veel ondiepe grondwater gerelateerde installaties. Het merendeel hiervan gaat om onttrekkingsputten tot een diepte van maximaal 10 m. De installaties bevinden zich niet in het dieptedomein van de geothermische onttrekking. Er is dus redelijkerwijs geen interferentie te verwachten tussen de aardwarmtewinning en deze installaties.



Figuur 4.6 Kaart met de minimale grondwaterspiegeldiepte in de omgeving van het aangevraagde gebied en de locatie van het gerealiseerde doublet.

Op basis van het eerste twee watervoerende pakketten onder het duingebied toont figuur 4.7 dat de stromingsrichting binnen de bovenste 120 m van de ondergrond in het aangevraagde gebied een grotendeels zuidoostelijke richting volgt.



Figuur 4.7 Isohyphenkaart van de eerste twee grondwatervoerende lagen in het aangevraagde gebied. De blauwe pijlen geven de stromingsrichting weer.

4.4 Samenstelling en karakteristieken formatiewater

In juli 2017 is de samenstelling van het formatiewater in een downhole sample gemeten. Tabel 4.3 weergeeft de resultaten voor het aandeel in opgeloste stoffen.

Metaal	Concentratie (µg/l)
Aluminium	12
Cadmium	1.9
Lead	59
Nickel	440
Sodium	43000000
Strontium	290000
Barium	8700
Calcium	6300000
Iron	120000
Lithium	450

Magnesium	860000
Potassium	280000
Zinc	470
Mercury	96
Chloride	73000000
Nitraat	<100
Nitriet	<10
Sulfaat	150000

Tabel 4.3 Concentratie van de opgeloste stoffen in het formatiewater van Haagse Aardwarmte Leyweg.

De hoeveelheid gas die vrijkomt bij de winning van warmte is ongeveer 1 Nm³/m³. Het gas bestaat uit 79.2 %w CH₄, 2.9% C₂H₄, 5.5 %w hogere koolwaterstoffen, 5.4 %w CO₂, en 7.0 % N₂. Het *bubble point* ligt op ongeveer 60.95 bar. Het gas wordt bij normaal bedrijf ontgast op 8 tot 10 bar. Het geproduceerde gas wordt benut via een gasketel.

Component		Mole%	Weight%
H ₂	Hydrogen	0.000	0.000
H ₂ S	Hydrogen Sulphide	0.000	0.000
CO ₂	Carbon Dioxide	2.263	5.463
N ₂	Nitrogen	4.569	7.023
C1	Methane	89.923	79.154
C2	Ethane	1.768	2.917
C3	Propane	0.502	1.214
C4	i-Butane	0.138	0.439
C4	n-Butane	0.279	0.891
C5	i-Pentane	0.144	0.572
C5	n-Pentane	0.137	0.544
C6	Hexanes	0.069	0.316
	MC Pentane	0.005	0.023
	Benzene	0.006	0.025
	Cyclohexane	0.000	0.001
C7	Heptanes	0.028	0.148
	MC Hexane	0.001	0.005
	Toluene	0.001	0.003
C8	Octanes	0.022	0.132
	E-Benzene	0.000	0.002
	M/P Xylene	0.001	0.006
	O-Xylene	0.001	0.006
C9	Nonanes	0.011	0.071
	1,2,4 TMB	0.001	0.010
C10	Decanes	0.020	0.147
C11+	Undecanes +	0.110	0.889
	Total	100.000	100.000

Calculated Gas Properties	
Gas Density (kg m ⁻³ @ 15°C)	0.808
Gas Mole Weight (g mol ⁻¹)	18.226
Real Relative (to air) Density of Gas	0.625
Mole weight of Heptanes Plus (g mol ⁻¹)	128.772
Density of Heptanes plus (g cm ⁻³ at 60°F)	0.777
Mole Weight of Undecanes plus (g mol ⁻¹)	147.000
Density of Undecanes plus (g cm ⁻³ at 60°F)	0.789
Calorific Value (MJ m ⁻³)	38.904

Air Content: 6.53%

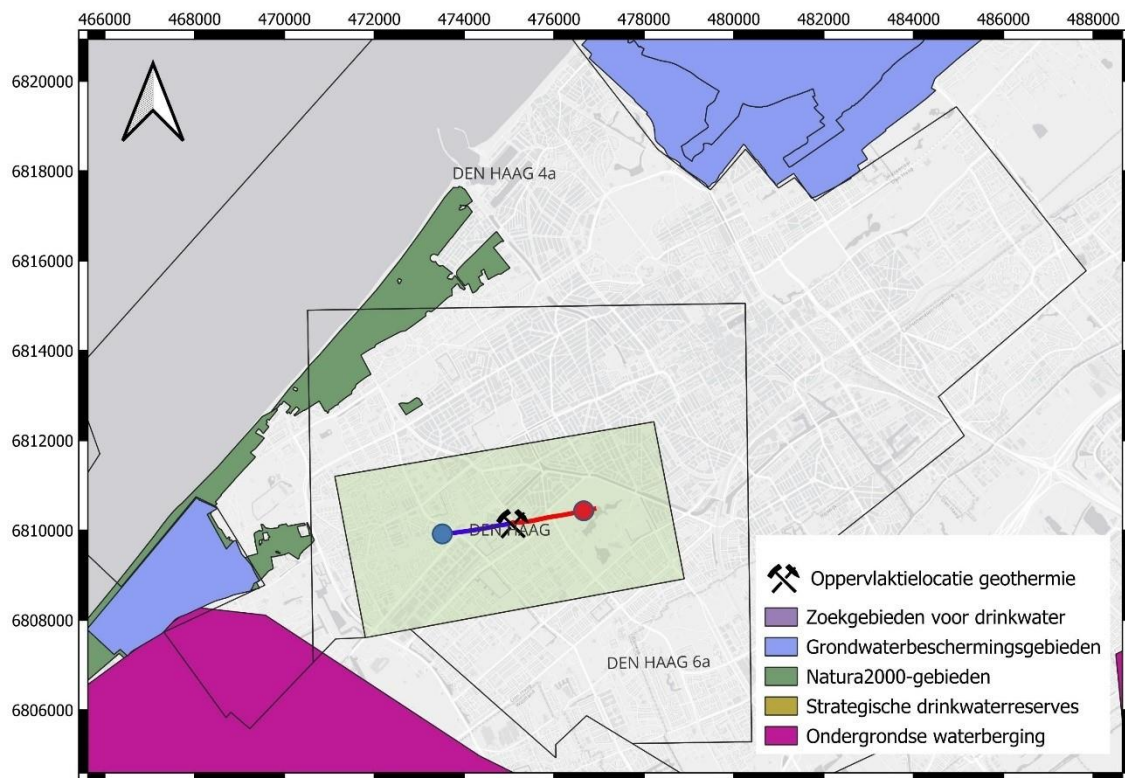
Gas Water Ratio – 0.821 sm³/m³

Tabel 4.4 Gascompositie uit de put HAG-GT-01 (Atmospheric Flash).

4.5 Planmatig beheer van de ondergrond

Figuur 4.8 geeft de locatie van de concessie Den Haag in relatie tot gebieden met conflicterende belangen weer, te weten: Natura2000-gebieden, grondwaterbeschermingszones, waterwingebieden, ondergrondse wateropslag gebieden, en gebieden waar Specifiek Provinciaal

beleid geldt zoals zoekgebieden voor drinkwater, en strategische drinkwaterreserves. Rondom de concessie is geen sprake van landelijk bepaalde Aanvullende Strategische Voorraden of boringvrije zones. Figuur 4.8 toont aan dat er geen overlap is tussen bovengenoemde gebieden en de concessie. Het dichtstbijzijnde Natura2000-gebied bevindt zich op circa 3 kilometer van de oppervlaktelocatie van het geothermiesysteem. Het is dus niet aannemelijk dat de aardwarmtewinning van HAL het Natura2000-gebied negatief zal beïnvloeden. Het risico op ongewenste interferentie tussen de aardwarmtewinning en nabijgelegen beschermde en kwetsbare gebieden is dus nihil.



Figuur 4.8 Ligging van kwetsbare gebieden of gebieden waar specifieke regels gelden voor mijnbouwactiviteiten ten opzichte van de winning.

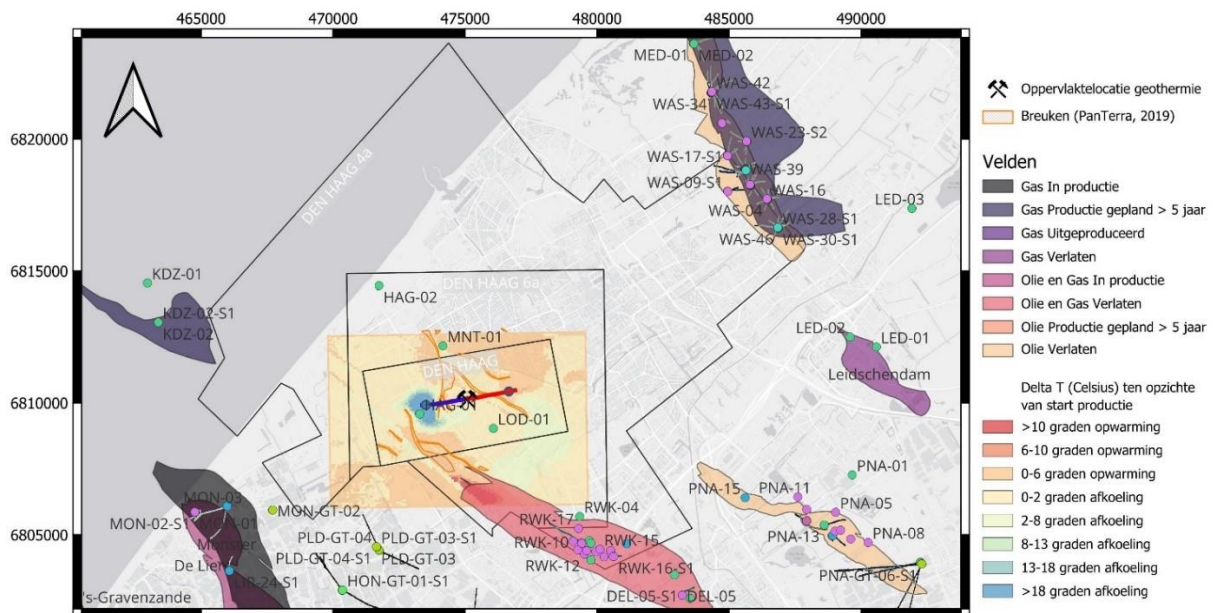
4.6 Interferentie met andere mijnbouwactiviteiten

De aardwarmteconcessie (Den Haag) van HAL ligt binnen de winningsvergunning voor koolwaterstoffen (Rijswijk) van de NAM. Echter binnen de aardwarmteconcessie liggen geen olie en gasvelden. Het meest dichtbijgelegen olie/gasveld is het ingesloten Rijswijk veld. Dit veld is echter geabandonneerd. De concessie van de startvergunning van HAL is omsloten door de toegewezen zoekgebieden van Den Haag 4a en Den Haag 6a en Poeldijk 2. De eerste twee toewijzing zoekgebieden zijn van dezelfde operator (Aardyn) en in dit gebied kan dus gekeken worden naar een *play-based* ontwikkeling. Binnen beide gebieden wordt momenteel gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe aardwarmteprojecten waarbij het succes sterk afhankelijk is van ontwikkeling en uitbreiding van warmtenetten.

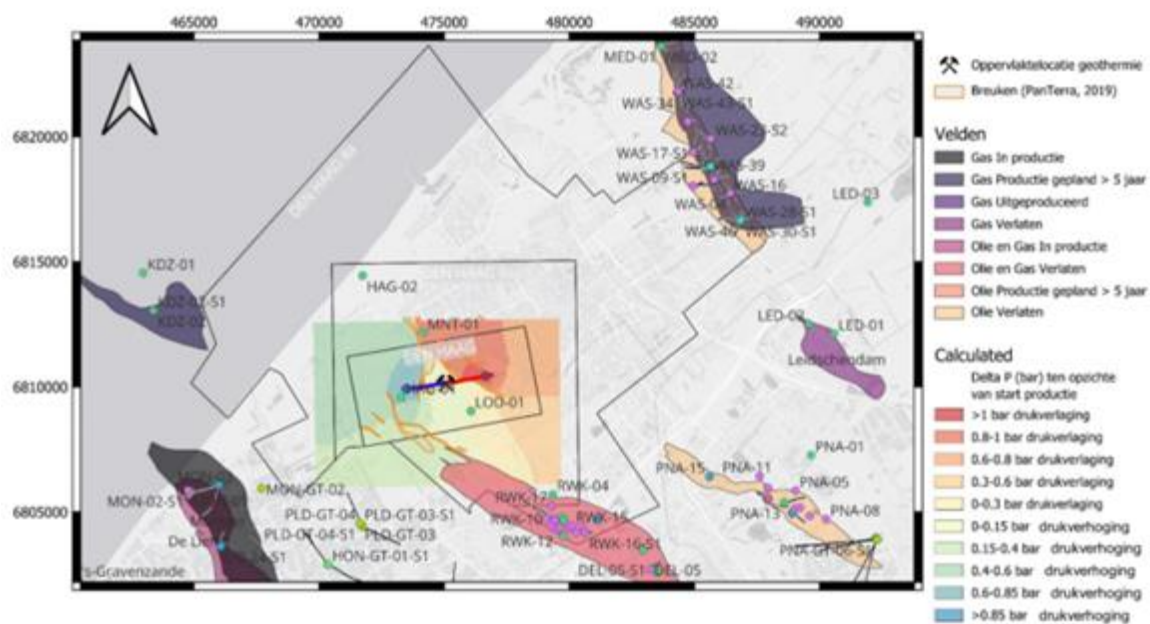
Figuur 4.9 en figuur 4.10 laten de druk en temperatuurverschillen in het reservoir na 35 jaar zien ten opzichte van de start van de winning in 2021. Dit is berekend bij vollast operationele instelling (zie de aannames in hoofdstuk 5) met behulp van DoubletCalc 2D. De input parameters voor de fase vanaf 2024 zijn gegeven in figuur 4.11 en figuur 4.12. Voor de DoubletCalc 2D-modellering zijn de breuken uit PanTerra (2019) meegenomen als niet permeabele zones.

In figuur 4.9 is de ontwikkeling van de koudebel te zien aan het einde van de productie in relatie tot de nabijgelegen mijnbouwprojecten. Te zien is dat er geen interferentie is tussen het koudefront en nabijgelegen operationele geothermieprojecten, aan het einde van de levensduur van het doublet van HAL.

Uit figuur 4.10 kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van negatieve drukinterferentie tussen de productieput van HAL en de injectieputten van de geothermieprojecten ten zuiden van de concessie. De druktoename door de injector is nabij het doublet van Aardwarmte Vogelaar slechts maximaal 0.4 bar. De putten LOD-01, MNT-01, HAG-01, en HAG-02 zijn reeds geabandonneerd. Ten noorden van de producer lijken de drukafnames af te lopen tot minder dan 0.5 bar in de richting van het Wassaar-Diep gasveld. Daarnaast is het van belang dat dit gasveld uit de stratigrafisch onderliggende Rotliegend Groep/Hoofd-Bontzandsteen Subgroep produceert, en niet uit het Delft Zandsteen Laagpakket waaruit HAL aardwarmte produceert. Hierdoor zijn er geen negatieve drukinterferentie te verwachten met nabijgelegen mijnbouwprojecten.



Figuur 4.9 Verdeling van drukverschillen ten opzichte van de start winning aan het einde van de operationele levensduur van het HAL doublet op basis van een DoubletCalc 2D modellering. De locaties van putten en boortrajecten zijn ingetekend waarbij geothermie lichtgroen is. Ook de locatie en status van omringende velden is ingetekend.



Figuur 4.10 Verdeling van temperatuurverschillen ten opzichte van de start winning aan het einde van de operationele levensduur van het HAL doublet op basis van een DoubletCalc 2D modellering. De locaties van putten en boortrajecten zijn ingetekend waarbij geothermie lichtgroen is. Ook de locatie en status van omringende velden is ingetekend.

REGION OF INTEREST			
xmin	74975.0	m	nx
xmax	81025.0	m	ny
ymin	449975.0	m	
ymax	454025.0	m	
grid geometry	depth_HAL_50m.grd	use values	view
AQUIFER PROPERTIES			
initial temperature	65.0	C	temp3.grd
aquifer depth	1500.0	m	depth_HAL_50m.grd
(cell) thickness	100.0	m	thickness_HAL_50m.grd
porosity	0.2	-	none
net to gross	0.805	-	none
actnum	1.0	-	none
permeability in xdir	200.0	mDarcy	permeability_HAL_50m.grd
permeability in ydir	200.0	mDarcy	permeability_HAL_50m.grd
water salinity	120000.0	ppm	
CALCULATION SETTINGS			
time end production	32.0	yrs	
time end analysis	32.0	yrs	
output interval	1.0	yrs	
output/calculation interval after production	250.0	yrs	

Figuur 4.11 Reservoir inputparameters DoubletCalc 2D.

name	Well 0	Well 1	
x	79207.0	77252.13	m
y	452598.0	452364.06	m
well diameter	6.0	6.0	inch
well skin	0.0	5.0	-
well excess pressure	30.0	30.0	bar
well (inj) temperature	78.0	45.0	C
well flow rate	-160.0	160.0	m3/h
pressure constraint	no		

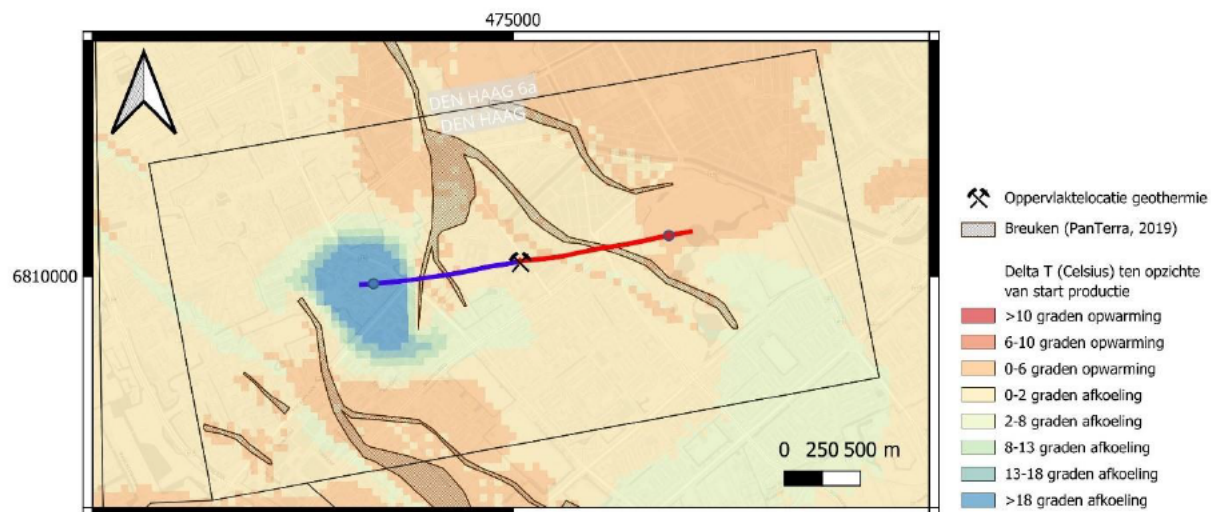
Figuur 4.12 Putten inputparameters DoubletCalc 2D.

5. Beoogde wijze van winnen

5.1 Meerjarenprogramma winning

Productie is sinds december 2021 van start gegaan met een gemiddeld debiet van circa 70 m³/uur. De prestaties van het doublet tonen aan dat er voldoende perspectief is om vast te houden aan de beoogde vergunningsduur van 30 jaar, dus met productie tot en met 2051. In hoofdstuk 9 zetten we uiteen dat de huidige afnemers nog over voldoende resterende warmtevraag beschikken om een productie van het doublet op 165 m³/uur op vollast te verantwoorden.

Gedurende de winning wordt gebruik gemaakt van de systemen zoals beschreven in hoofdstuk 6. Daarnaast vinden diverse monitoring en onderhoudswerkzaamheden plaats welke in sectie 6.4 zijn beschreven. Gedurende de winningstermijn is het uitgangspunt dat jaarlijks 8200 uur op vollast wordt gedraaid, dus met 165 m³/uur. De werkelijke productie varieert momenteel tussen de 80 en 140 m³/uur om aan de huidige warmtevraag te kunnen voldoen.



Figuur 5.1 Ontwikkeling van de koudebel tijdens operationele levensduur op basis van modellering in DoubletCalc 2D.

In figuur 5.1 is de verspreiding van de koudebel te zien aan het eind van de productieperiode op basis van een constante productie van 165 m³/uur. De delta T-kaart laat een geïsoleerde zone ten zuidoosten van het aangevraagde gebied zien waar sprake is van meer afkoeling dan ten westen van dit gebied. Deze afkoeling is hoogstwaarschijnlijk gerelateerd aan de reservoirgeometrie (verplaatsing van ondiep koud water langs een naar beneden dippend top reservoir), in plaats van de ontwikkeling van een koudefront rondom de injector. Figuur 5.1 laat echter zien dat het geïnjecteerde koude water (blauwe gebied rondom injector) ruimschoots binnen het aangevraagde gebied blijft tijdens de operationele levensduur van het doublet.

(Winningsperiode	Te winnen formatiewater per jaar [m ³]	Hoeveelheid potentieel te winnen warmte [PJ]
2024 tot en met 2051	1353000 (8200*165)	0.17

Tabel 5.1 Productieprognose gedurende de voorgenomen winningsperiode.

5.2 Operationele instellingen tijdens de winning

Tijdens de afgelopen jaren is de skin van de injectieput opgelopen tot een waarde van 170. Dit

heeft ertoe geleid dat de injectiepompen een groter drukverschil hebben moeten leveren voor hetzelfde debiet. In het instemmingbesluit op het winningsplan is de maximale injectiedruk bepaald op 57 bar THP en is het maximale debiet bepaald op 165 m³/uur. Dit zijn tevens de operationele beperkingen onder de vigerende startvergunning Den Haag. Deze operationele beperkingen zijn gedurende de historische winning niet overschreden. In deze aanvraag vervolgvergunning worden er **geen wijzigingen** in de operationele beperkingen aangevraagd voor de langjarige winningsperiode ten opzichte van de reeds vergunde waarden.

Op basis van de reservoir- en puteigenschappen beschreven in figuren 5.2 en 5.3 is met DoubletCalc de injectiedruk berekend die nodig is om het maximale vergunde debiet te halen, bij een scenario met een skin van 170 en bij een skin van 5. Bij een skin van 170 is dit 95 bar THP. Dit geeft aan dat het momenteel niet mogelijk is om het maximale debiet te behalen binnen de operationele beperking van de vergunde injectiedruk bij een skin van 170. Het voornemen bestaat om een workover uit te voeren op de injectieput om de skin van 170 te reduceren. Het is aannemelijk dat deze workover in de nabije toekomst near-wellbore scaling bij de injector zal verwijderen. Met een skin van 5 is nog slechts een injectiedruk van 8 bar THP nodig om het maximale debiet te halen. Dit valt ruim binnen de maximaal vergunde injectiedruk van 57 bar THP.

Ter onderbouwing verwijzen wij naar de uitgevoerde berekening in DoubletCalc 1D. Het invoerscherm van deze berekening is gegeven in figuur 5.2 en figuur 5.3. Hierbij zijn de uitgangspunten als volgt:

- de oorsprong van de gebruikte permeabiliteit, saliniteit, aquiferdrukken, en aquifertemperatuur zijn gegeven in tabel 4.1;
- de aquifer gross thickness is afkomstig van de lithologs van HAG-GT-01 en HAG-GT-02 als minimale en maximale waarde, met de mediaan hiertussen in;
- de aquifer net-to-gross is bepaald tijdens het boren, op basis van cuttings, en geldt voor de reservoirsectie langs de screens. Voor de min- en max-waardes is de litholog van HAG-GT-01 en HAG-GT-02 leidend met de mediaan als gemiddelde waarde.
- de doublet en puteigenschappen hangen samen met de eigenschappen van het aardwarmtesysteem zoals beschreven in hoofdstuk 6;
- de skin van de productieput is op 0 gezet naar aanleiding van de welltest en de huidige productiedata. De skin van de injectieput is op basis van de huidige injectiedata op 170 gezet in het eerste scenario. In het tweede scenario na een clean-out zou deze veranderen naar 5.

In figuren 5.4 en 5.5 is het uitvoerscherm van DoubletCalc 1D weergegeven. Hieruit kunnen onder andere de P50 en P90 geothermische vermogens worden afgelezen.

Geotechnical input

A) Aquifer properties

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300	1350	2100
aquifer net to gross (-)	0.7	0.805	0.91
aquifer gross thickness (m)	94	107.5	121
aquifer top at producer (m TVD)	1969.0	2188	2407.0
aquifer top at injector (m TVD)	1588.0	1764	1940.0
aquifer water salinity (ppm)	110000	120000	130000

Property	value
aquifer kh/kv ratio (-)	10
surface temperature (°C)	10.0
geothermal gradient (°C/m)	0.031
[mid aquifer temperature producer (°C)]	78
[initial aquifer pressure at producer (bar)]	231
[initial aquifer pressure at injector (bar)]	188

B) Doublet and pump properties

Property	value
exit temperature heat exchanger (°C)	45
distance wells at aquifer level (m)	3870
pump system efficiency (-)	0.6
production pump depth (m)	577
pump pressure difference (bar)	128

C) Well properties

calculation length subdivision (m)

Producer				
outer diameter producer (inch)		6		
skin producer (-)		0		
penetration angle producer (deg)		44.2		
skin due to penetration angle p (-)		-0.3		
Segment	pipe segment sections p (m AH)	pipe segment depth p (m TVD)	pipe inner diameter p (inch)	pipe roughness p (milli-inch)
1	577	577	6.366	11.9
2	1112	1080	9.95	11.9
3	2423	2097	6.366	11.9
4	2540	2185	3.92	11.9
5	2675	2277	3.92	11.9

Injector				
outer diameter injector (inch)		6		
skin injector (-)		170		
penetration angle injector (deg)		48.4		
skin due to penetration angle i (-)		-0.45		
Segment	pipe segment sections i (m AH)	pipe segment depth i (m TVD)	pipe inner diameter i (inch)	pipe roughness i (milli-inch)
1	148	148	6.366	11.9
2	1097	1034	9.95	11.9
3	2109	1742	6.366	11.9
4	2158	1774	3.92	11.9
5	2318	1879	3.92	11.9

Figuur 5.2. Invoerscherm DoubletCalc met een skin van 170 voor de injector.

Geotechnical input

A) Aquifer properties

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300	1350	2100
aquifer net to gross (-)	0.7	0.805	0.91
aquifer gross thickness (m)	94	107.5	121
aquifer top at producer (m TVD)	1969.0	2188	2407.0
aquifer top at injector (m TVD)	1588.0	1764	1940.0
aquifer water salinity (ppm)	110000	120000	130000

Property	value
aquifer kh/kv ratio (-)	10
surface temperature (°C)	10.0
geothermal gradient (°C/m)	0.031
[mid aquifer temperature producer (°C)]	78
[initial aquifer pressure at producer (bar)]	231
[initial aquifer pressure at injector (bar)]	188

B) Doublet and pump properties

Property	value
exit temperature heat exchanger (°C)	45
distance wells at aquifer level (m)	3870
pump system efficiency (-)	0.6
production pump depth (m)	577
pump pressure difference (bar)	42

C) Well properties

calculation length subdivision (m)

Producer				
outer diameter producer (inch)		6		
skin producer (-)		0		
penetration angle producer (deg)		44.2		
skin due to penetration angle p (-)		-0.3		
Segment	pipe segment sections p (m AH)	pipe segment depth p (m TVD)	pipe inner diameter p (inch)	pipe roughness p (milli-inch)
1	577	577	6.366	11.9
2	1112	1080	9.95	11.9
3	2423	2097	6.366	11.9
4	2540	2185	3.92	11.9
5	2675	2277	3.92	11.9

Injector				
outer diameter injector (inch)		6		
skin injector (-)		5		
penetration angle injector (deg)		48.4		
skin due to penetration angle i (-)		-0.45		
Segment	pipe segment sections i (m AH)	pipe segment depth i (m TVD)	pipe inner diameter i (inch)	pipe roughness i (milli-inch)
1	148	148	6.366	11.9
2	1097	1034	9.95	11.9
3	2109	1742	6.366	11.9
4	2158	1774	3.92	11.9
5	2318	1879	3.92	11.9

Figuur 5.3. Invoerscherm DoubletCalc met een skin van 5 voor de injector.

Geotechnics (Input)

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300.0	1350.0	2100.0
aquifer net to gross (-)	0.7	0.81	0.91
aquifer gross thickness (m)	94.0	108.0	121.0
aquifer top at producer (m TVD)	1969.0	2188.0	2407.0
aquifer top at injector (m TVD)	1588.0	1764.0	1940.0
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	120000.0	130000.0

Property	value
number of simulation runs (-)	1000.0
aquifer kh/kv ratio (-)	10.0
surface temperature (°C)	10.0
geothermal gradient (°C/m)	0.0303
[mid aquifer temperature producer (°C)]	78.0
initial aquifer pressure at producer (bar)]	231.0
[initial aquifer pressure at injector (bar)]	188.0
exit temperature heat exchanger (°C)	45.0
distance wells at aquifer level (m)	3870.0
pump system efficiency (-)	0.6
production pump depth (m)	577.0
pump pressure difference (bar)	128.0
outer diameter producer (inch)	6.0
skin producer (-)	0.0
skin due to penetration angle p (-)	-0.3
pipe segment sections p (m AH)	577.0,1112.0,2423.0,2540.0,2675.0
pipe segment depth p (m TVD)	577.0,1080.0,2097.0,2185.0,2277.0
pipe inner diameter p (inch)	6.37,9.95,6.37,3.92,3.92
pipe roughness p (milli-inch)	11.9,11.9,11.9,11.9,11.9
outer diameter injector (inch)	6.0
skin injector (-)	170.0
skin due to penetration angle i (-)	-0.45
pipe segment sections i (m AH)	148.0,1097.0,2109.0,2158.0,2318.0
pipe segment depth i (m TVD)	148.0,1034.0,1742.0,1774.0,1879.0

Geotechnics (Output)

Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer kH net (Dm)	64.86	114.6	155.06
mass flow (kg/s)	32.35	48.38	57.27
pump volume flow (m³/h)	109.3	163.4	193.6
required pump power (kW)	647.8	968.3	1147.5
geothermal power (MW)	3.48	5.39	6.96
COP (kW/kW)	5.0	5.6	6.3

aquifer pressure at producer (bar)	231.0	231.0	231.0
aquifer pressure at injector (bar)	188.0	188.0	188.0
pressure difference at producer (bar)	3.25	3.78	4.52
pressure difference at injector (bar)	80.59	95.02	114.79
aquifer temperature at producer * (°C)	74.3	78.01	81.66
temperature at heat exchanger (°C)	72.28	75.87	79.56

base case (median value inputs)	value
aquifer kH net (Dm)	116.83
mass flow (kg/s)	48.87
pump volume flow (m³/h)	165.3
required pump power (kW)	979.6
geothermal power (MW)	5.56
COP (kW/kW)	5.7

aquifer pressure at producer (bar)	231.0
aquifer pressure at injector (bar)	188.0
pressure difference at producer (bar)	3.76
pressure difference at injector (bar)	94.57
aquifer temperature at producer * (°C)	78.0
temperature at heat exchanger (°C)	76.09
pressure at heat exchanger (bar)	97.74

* @ mid aquifer depth

Figuur 5.4. Uitvoerscherm DoubletCalc met een skin van 170 voor de injector.

Geotechnics (Input)

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300.0	1350.0	2100.0
aquifer net to gross (-)	0.7	0.81	0.91
aquifer gross thickness (m)	94.0	108.0	121.0
aquifer top at producer (m TVD)	1969.0	2188.0	2407.0
aquifer top at injector (m TVD)	1588.0	1764.0	1940.0
aquifer water salinity (ppm)	110000.0	120000.0	130000.0

Property	value
number of simulation runs (-)	1000.0
aquifer kh/kv ratio (-)	10.0
surface temperature (°C)	10.0
geothermal gradient (°C/m)	0.0303
[mid aquifer temperature producer (°C)]	78.0
initial aquifer pressure at producer (bar)	231.0
[initial aquifer pressure at injector (bar)]	188.0
exit temperature heat exchanger (°C)	45.0
distance wells at aquifer level (m)	3870.0
pump system efficiency (-)	0.6
production pump depth (m)	577.0
pump pressure difference (bar)	42.0
outer diameter producer (inch)	6.0
skin producer (-)	0.0
skin due to penetration angle p (-)	-0.3
pipe segment sections p (mAH)	577.0,1112.0,2423.0,2540.0,2675.0
pipe segment depth p (m TVD)	577.0,1080.0,2097.0,2185.0,2277.0
pipe inner diameter p (inch)	6.37,9.95,6.37,3.92,3.92
pipe roughness p (milli-inch)	11.9,11.9,11.9,11.9,11.9
outer diameter injector (inch)	6.0
skin injector (-)	5.0
skin due to penetration angle i (-)	-0.45
pipe segment sections i (mAH)	148.0,1097.0,2109.0,2158.0,2318.0
pipe segment depth i (m TVD)	148.0,1034.0,1742.0,1774.0,1879.0

Geotechnics (Output)

Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer kH net (Dm)	67.21	114.79	154.1
mass flow (kg/s)	36.16	48.03	57.7
pump volume flow (m³/h)	122.4	162.7	195.1
required pump power (kW)	238.1	316.3	379.4
geothermal power (MW)	3.63	5.44	7.19
COP (kW/kW)	15.1	17.3	19.3

aquifer pressure at producer (bar)	231.0	231.0	231.0
aquifer pressure at injector (bar)	188.0	188.0	188.0
pressure difference at producer (bar)	2.72	3.82	5.98
pressure difference at injector (bar)	5.76	8.24	12.92
aquifer temperature at producer * (°C)	74.35	77.99	81.65
temperature at heat exchanger (°C)	72.2	75.99	79.74

base case (median value inputs)	value
aquifer kH net (Dm)	116.83
mass flow (kg/s)	48.87
pump volume flow (m³/h)	165.5
required pump power (kW)	321.9
geothermal power (MW)	5.56
COP (kW/kW)	17.3

aquifer pressure at producer (bar)	231.0
aquifer pressure at injector (bar)	188.0
pressure difference at producer (bar)	3.76
pressure difference at injector (bar)	8.09
aquifer temperature at producer * (°C)	78.0
temperature at heat exchanger (°C)	76.09
pressure at heat exchanger (bar)	11.9

* @ mid aquifer depth

Figuur 5.5. Uitvoerscherm DoubletCalc met een skin van 5 voor de injector.

5.3 Integriteit van de afsluitende lagen

Voor een veilige en verantwoorde winning van aardwarmte is het van belang dat het gewonnen formatiewater ten gevolge van de injectie zich niet verplaatst naar andere watervoerende reservoirs. Doel van het bepalen van de reservoirintegriteit is het waarborgen van "containment" tijdens de winning van aardwarmte.

De putten van het Den Haag systeem winnen uit de Delft zandsteen. Boven deze zandsteen zit een afsluitende kleilaag in de vorm van de Rodenrijs Kleisteen. In het winningsplan zijn berekeningen gemaakt om te bepalen welke drukken de integriteit van de afsluitende laag waarborgen. Tijdens de afgelopen jaren van productie is er geen nieuwe relevante data beschikbaar gekomen. De berekeningen die destijds zijn uitgevoerd zijn nog actueel. Op basis van het SodM injectieprotocol is bepaald dat de maximale injectiedruk (THP) 57 bar bedraagt bij een minimale injectietemperatuur van 45°C. De maximale uitkoeling bedraagt hiermee niet meer dan 40 °C.

Gedurende de voorgaande jaren van productie zijn deze voorschriften nageleefd en in deze aanvraag vervolgvvergunning wordt dezelfde limiet aangevraagd. Alle berekeningen en uitkomsten

uit en op basis van het winningsplan zijn dus nu ook van toepassing. Hiermee wordt de integriteit van de afsluitende laag gewaarborgd.

5.4 Hoeveelheid en verwerking bijvangst

De hoeveelheid gas die vrijkomt bij de winning van warmte is ongeveer $1 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$. Het gas bestaat uit 79.2%w CH₄, 2.9% C₂H₄, 5.5%w CO₂ en 7.0% N₂. Het gas wordt bij normaal bedrijf ontgast op 8 tot 10 bar. Het gas wordt benut via een gasketel. Tabel 4.4 laat de gassamenstelling zien op 6 bar druk.

5.5 Gebruik hulpstoffen

De huidige injectie- en productieput zijn door het gebruik van carbon staal (K-55 en L-80) onvoldoende beschermd tegen corrosie, scaling, en microbiologie. Om die redenen behouden wij de ruimte om de volgende hulpstoffen te gebruiken tijdens de operationele levensduur van het aardwarmtesysteem:

- de geïnstalleerde verbuizing biedt geen additionele bescherming tegen corrosie. Er zal dus een corrosie inhibitor moeten worden toegevoegd om verdere corrosie tegen te gaan;
- indien op termijn binnen de stalen verbuizingen scaling (bijvoorbeeld ijzeroxide) plaatsvindt zal een scaling-inhibitor noodzakelijk zijn voor het borgen van de effectieve waterstroming;
- indien er micro-organismen (bacteriën) ontwikkelen in het primaire systeem kan corrosie exponentieel versnellen. Dit leidt tot injectiviteit problemen, en mogelijk zelfs het vrijkomen van waterstofsulfide. In dit geval zijn behandelmethode op basis van de dosering van biociden noodzakelijk;
- indien er sprake is van onverwachte verstopping in de injectieput (bijvoorbeeld injectiviteit vermindering leidende tot hoger energie verbruik van de injectiepomp) kunnen diverse oplosmiddelen (zuren en/of solvents) gebruikt worden om verstopping op reservoir niveau op te lossen. Dit kan middels een coiled tubing, bullheading of wireline gebaseerde techniek in het systeem worden toegepast.

De hulpstoffen zijn weergegeven in Tabel 5.2. In alle gevallen zal het gebruik van hulpstoffen worden gemeld bij het bevoegd gezag en zijn de hulpstoffen REACH-compliant. Het doel is om zo min mogelijk hulpstoffen te gebruiken.

Soort hulpstof	Frequentie gebruik	Maximaal gebruikte hoeveelheid
Corrosie inhibitor	Continue	15 ppm
Scaling inhibitor	Continue	15 ppm
Biocide	Incidenteel	Nader te bepalen
Oplosmiddelen	Incidenteel	Nader te bepalen

Tabel 5.2 Te gebruiken hulpstoffen tijdens exploitatie van het doublet.

6. Aardwarmtesysteem

6.1 Systeemconfiguratie

De warmte wordt primair gewonnen uit geproduceerd formatiewater. De productieput (HAG-GT-01-P) van het systeem produceert uit de Delft zandstenen op een diepte van ongeveer 2192 meter met water van ongeveer 80 graden en de injectieput (HAG-GT-01-I) injecteert in dezelfde Delft zandstenen op een diepte van ongeveer 1776 meter. De putten liggen op basis reservoirniveau ~2050m uit elkaar en op top reservoirniveau ~2020m. Het water wordt in de productieput omhoog gepompt middels een ESP. Vervolgens wordt het water ontgast in de ontgassings-installatie en ontdaan van *finés* in de filters. Het formatiegas wordt in een ketel nuttig omgezet in warmte en de warmte wordt geleverd aan het Hoge Temperatuur warmtenet van Eneco. In geval van storingen, onderhoud of calamiteiten kan het gas afgefakkeld worden via de aanwezige fakkel.

Daarna wordt het warme zoute water (primaire circuit) door de bronwarmtewisselaars gestuurd waar het thermische energie overdraagt aan het zoete warmtedistributiesysteem van Eneco (secundaire circuit). Het afgekoelde water wordt opnieuw gefilterd en met behulp van injectiepompen weer naar de diepe ondergrond teruggevoerd.

De twee putten zijn gelegen in zogenaamde putkelders op het terrein en de systeeminstallaties en de pompen zijn grotendeels geplaatst in het aanwezige gebouw (figuur 3.1) en in de pompenkelder naast de putkelders. Een zeer uitgebreid netwerk van sensoren monitoren het systeem real time. Indien bepaalde grenswaarden bereikt worden kan het systeem automatisch wijzigingen doorvoeren of de installatie uitschakelen.

Putnaam	HAG-GT-01-P	HAG-GT-02-I
Type put	Water productie well	Water injectie well
Spuddatum	16-05-2010	29-09-2010
Compleetiedatum	23-09-2010	04-11-2010
X (RD) oppervlaktelocatie	78210.955	78215.39
Y (RD) oppervlaktelocatie	452500.55	452494.28
X (RD) einddiepte	79337.835	77165.58
Y (RD) einddiepte	452712.77	452325.24
Einddiepte (m AH NAP)	2694	2322
Eind diepte (mTVD NAP)	2298	1884

Tabel 6.1 Algemene putinformatie

6.2 Verbuizingsschema putten

De verbuizingsschema's van de putten HAG-GT-01-P en HAG-GT-02-I zijn weergegeven in respectievelijk tabellen 6.2 en 6.3.

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Staalsoort	Roughness (mm)	Type koppelingen	Weight (ppf)
Conductor	0	254	0	254	13.375		K55		Welded	
Production tubing	0	577	0	577	7.000	6.366	K55	0.302	VAGT	23
Casing 1	0	1240	0	1182	10.750	9.950	P110	0.30	VAMTOP	45.5
Casing 2	1112	2459	1080	2122	7.000	6.681	K55	0.302	VAGT	23
Casing 3	2423	2675	2097	2277	4.500	3.920	L80	0.302		13.5
Screen / Productie-interval	2185	2272	2540	2665	5.000	3.920		0.302		13.5

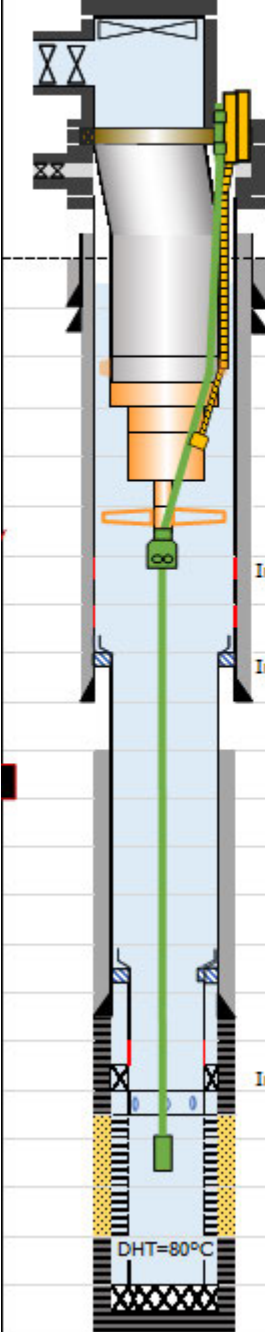
Tabel 6.2 Verbuizingsschema HAG-GT-01-P. Alle dieptes vanaf de wellhead.

Element naam	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Staalsoort	Roughness (mm)	Type koppelingen	Weight (ppf)
Conductor	0	252	0	252	13.375		K55			
Injection tubing 1	0	148	0	148	7.000	6.366	K55	0.302	VAGT	23
Casing 1	0	1190	0	1127	10.750	9.950	P110	0.30	VAMTOP	45.5
Casing 2	1097	2154	1034	1772	7.000	6.366	K55	0.302	VAGT	23
Casing 3	2109	2318	1742	1879	4.500	3.920	L80	0.302		13.5
Screen / Productie-interval	2158	2327	1774	1883	5.000			0.302		13.5

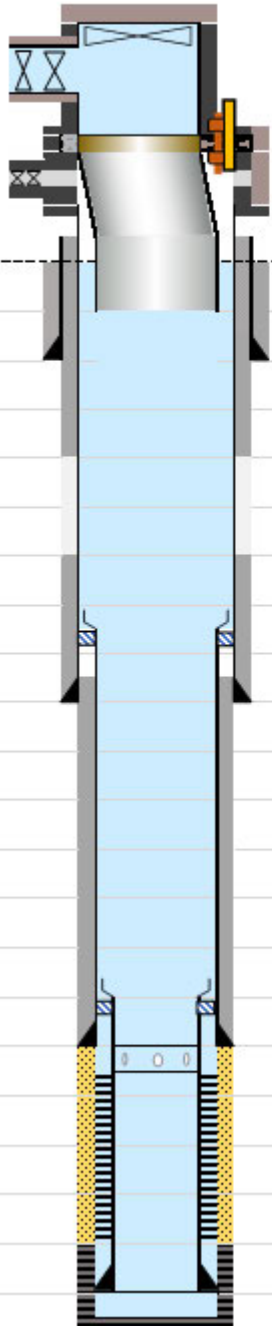
Tabel 6.3 Verbuizingsschema HAG-GT-02-I. Alle dieptes vanaf de wellhead.

6.3 Putontwerp

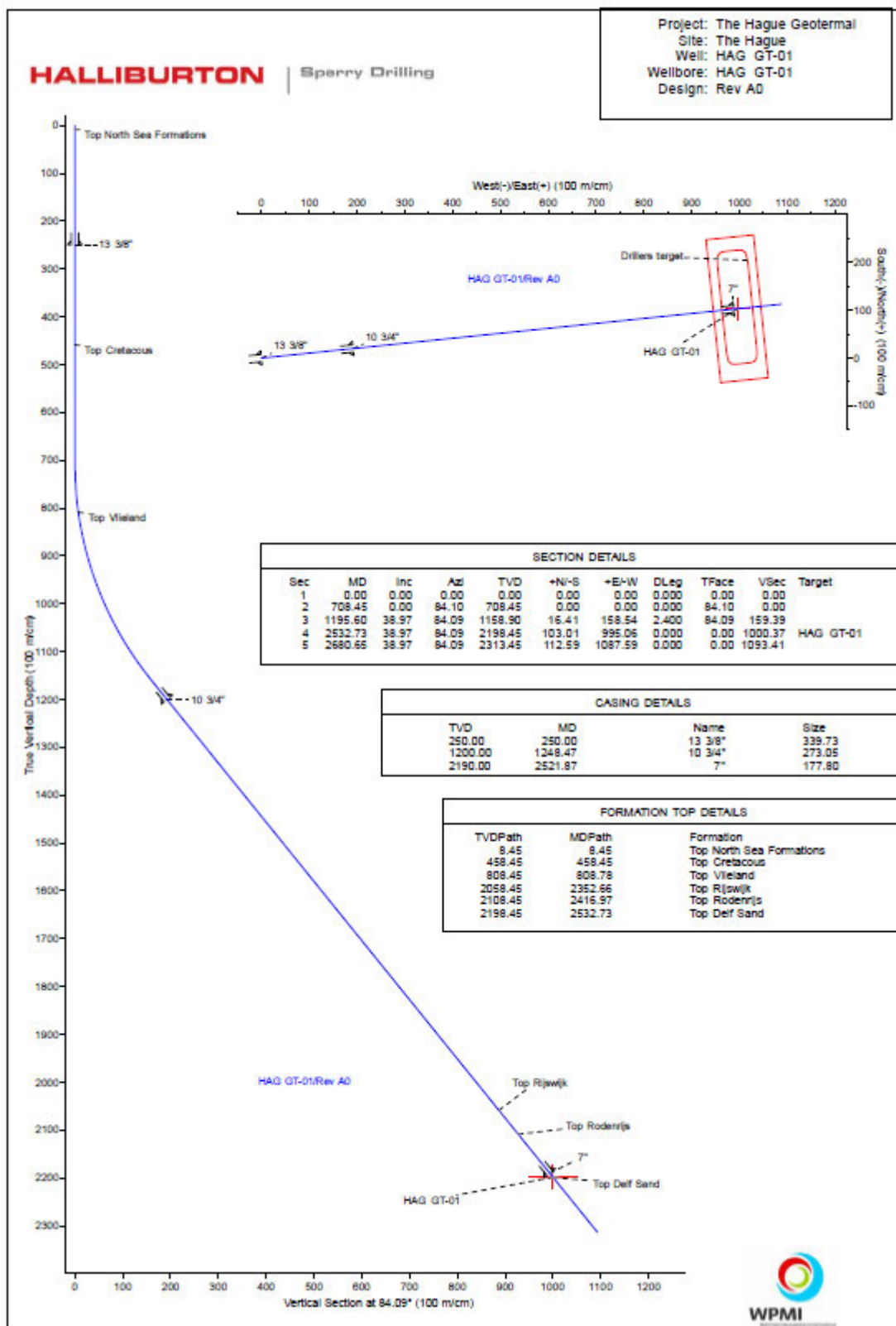
Op de inrichting bevinden zich twee putten; de productieput genaamd HAG-GT-01-P en de injectieput genaamd HAG-GT-02-I. Deze zijn gesitueerd zoals weergegeven in figuur 3.1 (bovengronds), en figuur 6.3 en figuur 6.4 (ondergronds). De actuele putontwerpen zijn weergegeven in figuur 6.1 en figuur 6.2. Deviatietabellen van deze putten zijn in bijlagen 2a en 2b opgenomen.

HAG-GT-01P		Revision Date: 18-11-2020				
Planned Well Schematic	Depth		Items	OD	ID	Drift
	mAHGL	m TVGL		In	In	In
	-8.2 0.0	-8.2 0.0	Rotary table (RT) Ground Level (GL)			
	1.3	1.3	1x 7-1/16" 3KPSI Swabvalve + flange 2x 7-1/16" 3KPSI Gate Valves Tubing head adaptor Eccentric (T-type) Tubing hanger with penetrator + IL feedthrough (EC) 2x 2-1/16" - 3000PSI Gate Valve 13-5/8" 3K PSI Slip on Wellhead X-over pin x pin hanger box to 7" tubing Bottom Cellar			6.377
	254	254	Static Fluid Level 13 3/8" Welded Conductor 54.5#			
	577	577	7" 23# K55 VAGT Tubing	7	6.366	6.241
	584	584	X-over ESP to 7" VAGT Pump (intake) Seal			
	602	602	Motor			
	603	603	Downhole sensor			
	603	603	ESP Bullnose + Plastic centralizers			
	603	603	Suspension tool (clamp type) for inhibitor line			
	668	668	KOP			
	1112	1080	10-3/4"x7" Liner Hanger, Slips + Packer (TOL)			
	1240	1182	Surface Casing: 10 3/4" 45.5# P110 VAMTOP	10 3/4	9.950	9.794
	1544		TOC			
	2423	2097	7"x 4 1/2" Liner Hanger (TOL)			
	2459	2122	Int. Liner: 7" 23# K55 VAGT	7	6.366	6.241
	2539	2183	Swellable packer			
	2540	2185	Port Collar Top 5" WWS	4 1/2		
	2596		28x14mm Flatpack, 1x 3/8"x0.049" + 1x 8mm bumper	1 1/9	0.326	
	2599		Inhibitor line BHA: Material 4140	1 2/3	0.394	
	2665	2272	4 1/2" WSS (Bottom)	5	3.92	3.795
	2675	2277	Blanks: 4.5" 13.5# L80 VAGT	4 1/2	3.92	3.795
	2681	2281	Mudmotor + Bit 5 7/8 TD	5 7/8		

Figuur 6.1 Actueel putdiagram HAG-GT-01.

HAG-GT-02-I		Revision Date: 09/11/2020				
Well Schematic	Depth		Items	OD	ID	Drift
	mAHGL	m TVGL		In	In	In
	-8.2	-8.2	Rotary table (RT)			
	0.0	0.0	Ground Level (GL)			
			1x 7-1/16" 3KPSI Swabvalve + flange			
			2x 7-1/16" 3KPSI Gate Valves			
			Tubing head adaptor Eccentric (T-type)			
	1.4	1.4	Tubing hanger (Eccentric)			6.377
			2x 2-1/16" - 3000PSI Gate Valve			
			13-5/8" 3K PSI Slip on Wellhead			
			X-over pin x pin hanger box to 7" tubing			
			Bottom Celler			
	93	93	Static Fluid Level			
	148	148	7" 23# K55 VAGT Tubing			
	252	243	13 3/8" 54.5ppf K55 Welded Conductor			
	1097	1034	10-3/4"x7" Liner Hanger, Slips + Packer (TOL)			
1185		TOC				
1190	1127	Surface Casing: 10-3/4" 45.5ppf P110	10 3/4	9.950	9.794	

Figuur 6.2 Actueel putdiagram HAG-GT-02.



Figuur 6.3 Puttraject HAG-GT-01.



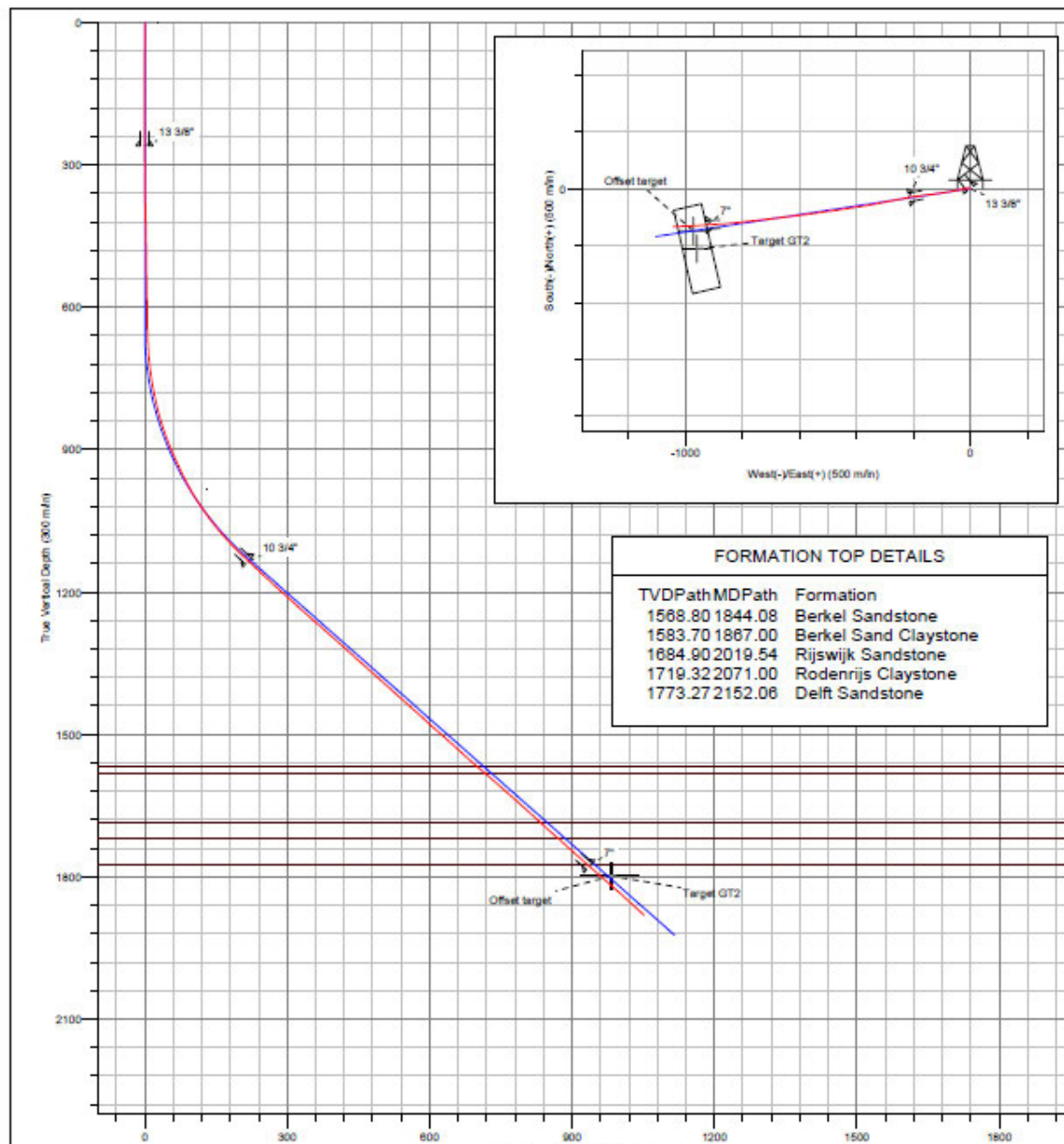
Scientific Drilling
Continental Europe

Project: Aardwarmte den Haag
Site: HAG-GT
Well: HAG-GT-02
Wellbore: HAG-GT-02
Design: HAG-GT-02



Azimuths to Grid North
True North: 0.88°
Magnetic North: 0.76°

Magnetic Field
Strength: 48881.0snT
Dip Angle: 67.07°
Date: 09/27/2010
Model: IGRF2010



REFERENCE INFORMATION		SECTION DETAILS										
Co-ordinate (NE) Reference: Well HAG-GT-02, Grid North		Sec	MD	Inc	Adi	TVD	+N/S	+E/W	DLeg	TFace	VSec	Target
Vertical (TVD) Reference: RKB @ 6.26m (No Limit 01)		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	
Section (VS) Reference: Slot - (0.00N, 0.00E)		2	650.00	0.00	0.00	650.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	
Measured Depth Reference: RKB @ 6.26m (No Limit 01)		3	1189.27	48.53	261.32	1127.05	-32.45	-212.61	2.700	261.32	215.07	
Calculation Method: Minimum Curvature		4	2215.39	48.53	261.32	1806.52	-148.45	-972.73	0.000	0.00	983.99	Target GT2
		5	2391.69	48.53	261.32	1923.26	-168.38	-1103.33	0.000	0.00	1116.10	

Figuur 6.4 Puttraject HAG-GT-02.

6.4 Putintegriteit

De basis van het putintegriteit programma van Aardyn B.V. en Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. wordt gevormd door de ISO-16530-1 standaard. Het doel van dit programma is het definiëren en toepassen van technische, operationele, en organisatorische oplossingen om het risico van een ongecontroleerd verlies van formatievloeistoffen gedurende de gehele levenscyclus (vanaf de boring, naar productie, tot en met de abandonnering) van het aardwarmtesysteem te verminderen.

Het putintegriteit programma (WIMS) is een geïntegreerd systeem met de volgende elementen:

1. Definitie verantwoordelijkheden
2. Analyse risico's en definitie bijbehorende mitigaties
3. Beschrijving put-specificaties
4. Beschrijving put-barrières
5. Beschrijving put-standaarden en -limieten
6. Omschrijving monitoring-, onderhouds- en druk-managementprogramma. Een procedure voor veranderingsmanagement is ook onderdeel van het integrale putintegriteit programma.

De naleving van het putintegriteit programma kan gemeten en geanalyseerd worden met behulp van audits en kritieke prestatie indicatoren. Bij HAL vinden er twee typen monitoring plaats: *continue* en *periodieke* monitoring. In het kader van het veilig produceren van aardwarmte wordt de put uitgebreid gemonitord. In figuur 6.5 zijn de well barrier elements (WBE's) in beide putten gelabeld. In Tabel 6.4 wordt beschreven wat de faalmechanismen zijn van iedere putbarrière (op basis van de nummering in figuur 6.5), en wat de prestatielimieten zijn die in het beheer van dit doublet worden aangehouden.

Het putontwerp van beide putten bevat geen dubbele barrière in de bovenste sectie. Door middel van extensieve monitoring kan de putintegriteit worden gegarandeerd. De volgende secties beschrijven in meer detail hoe de putbarrières gedurende operaties worden gemonitord. Deze methodes worden voldoende geacht om de putintegriteit te waarborgen.

Continue monitoring

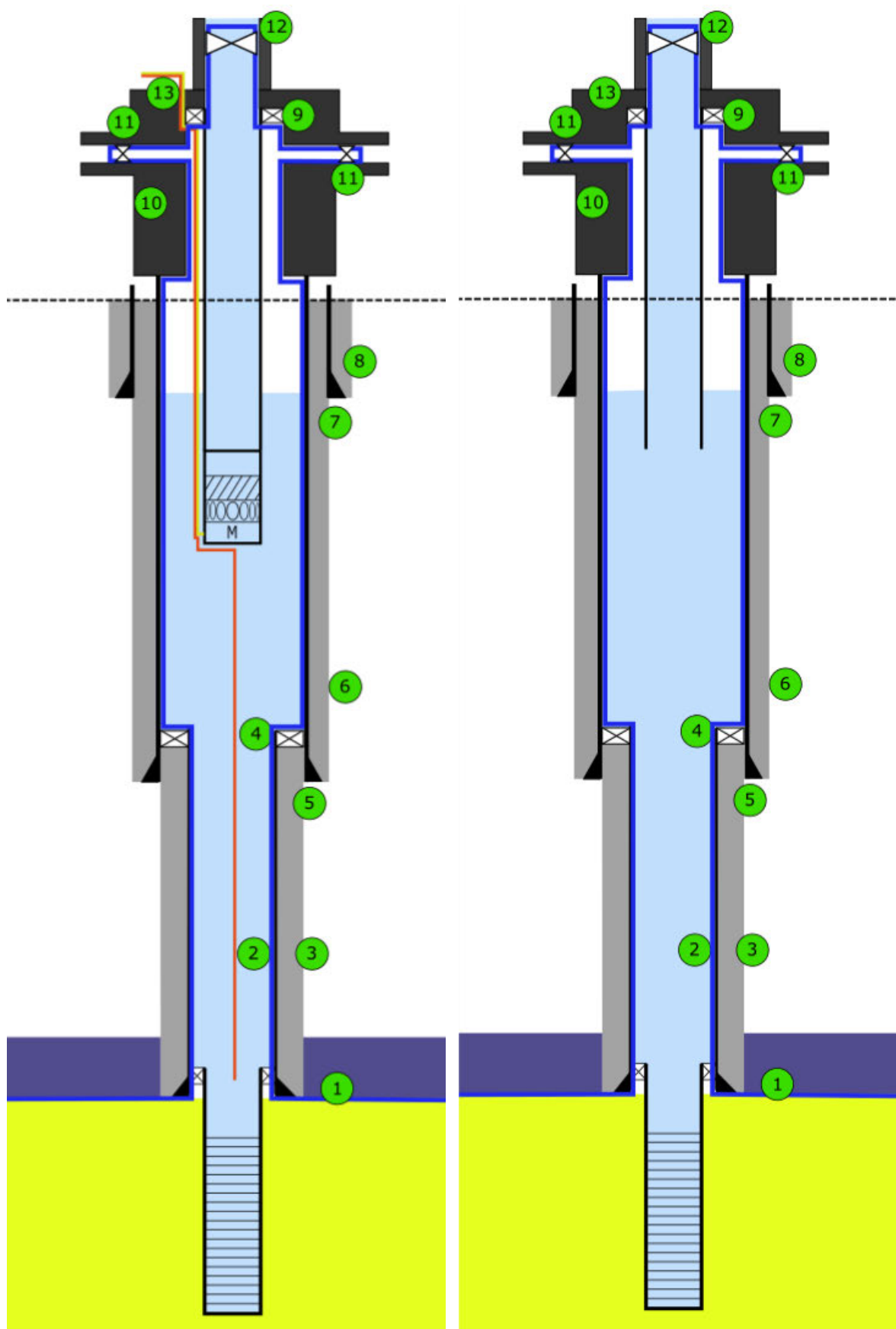
Productiviteit/injectiviteit monitoring

Voor de continue monitoring van productiviteit en injectiviteit worden parameters zoals de druk, debiet, en temperatuur van zowel de injectie als de productieput gemeten. Als afwijkend gedrag van de put wordt waargenomen zal aan de hand van de afspraken in het WIMS worden vastgesteld wat de risico's en corresponderende mitigerende maatregelen zijn.

Hierbij kan het volgende al voorbeeld worden gezien: als wordt vastgesteld dat de productiviteit plotseling verandert geeft het WIMS aan dat het risico bestaat dat er een lek is ontstaan in de casing. De mitigerende maatregel is dat gecontroleerd wordt of er een verandering is in het debiet en de temperatuur in de productieput. Als dit het geval is, is er zeer waarschijnlijk een lek in de casing en zal er gehandeld moeten worden. Als de temperatuur constant is gebleven zal de verandering in productiviteit door een ander fenomeen komen.

Putintegriteit monitoring

Tijdens de productiefase wordt gebruik gemaakt van corrosie inhibitor om de corrosie in de putten te mitigeren en te vertragen. Daarnaast zal de integriteit van de putten continu gemonitord worden. Parameters welke van invloed zijn op de corrosiesnelheid zoals temperatuur worden continue gemeten. Daarnaast worden de filters gewogen en de filterstandtijden gemonitord om de geproduceerde vaste deeltjes te kunnen documenteren en eventueel te analyseren.



Figuur 6.5 Putbarrières van beide putten.

#	Barrière element type	Functie	Performance standard	Faal karakteristieken	Effect	Consequentie
1	Reservoir top seal	Weerhoudt lekkage naar hoger gelegen sedimenten		Van toepassing op injector		
2	Intermediate liner (7")	Weerhoudt vloeistof interactie tussen het boorgat en lager gelegen aquifers	Corrosierate <0.1mm/year Monitoren dmv corrosie coupon, LPR Logging	Casing corrosie Lekkende casing koppelingen Te hoge injectiedrukken Beschadiging door temperatuurschommelingen	Verlies casing integrity Lekkage formatiewater naar ondergrond/ grondwater	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
3	Cement (7")	Ondersteunt casing en weerhoudt communicatie tussen lager gelegen aquifers	Voldoende bonding Monitoren: CBL log	Slechte cementering van de casing	Lekkage formatiewater naar hogere lagen (via buitenkant casing)	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
4	Liner Hanger (10 3/4" x 7")	Weerhoudt vloeistof interactie tussen het boorgat en lager gelegen aquifers	Pressure test = 100 bar	Loss of seal van liner-hanger packer	Lekkage formatiewater naar hogere lagen (via buitenkant casing)	*Herstelkosten casing *Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
5	Surface Casing (10 3/4")	Weerhoudt vloeistof interactie tussen het boorgat en lager gelegen aquifers	Corrosierate <0.1mm/year Monitoren dmv corrosie coupon, LPR en logging	Casing corrosie Lekkende casing koppelingen Te hoge injectiedrukken Beschadiging door temperatuurschommelingen	Verlies casing integrity Lekkage formatiewater naar ondergrond/ grondwater	*Verontreiniging ondergrond/grondwater
6	Cement (10-3/4")	Ondersteunt casing en weerhoudt communicatie tussen lager gelegen aquifers	Voldoende bonding Monitoren: CBL log	Slechte cementering van de casing	Lekkage formatiewater naar hogere lagen (via buitenkant casing)	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
7	Conductor casing (13 3/8")	Weerhoudt vloeistof interactie tussen het boorgat en laag gelegen zoet water aquifers	Corrosierate <0.1mm/year Monitoren dmv corrosie coupon, LPR en logging	casing corrosie Lekkende casing koppeling	Verlies casing integrity Lekkage formatiewater naar ondergrond/ grondwater	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
8	Conductor cement	Support casing, Prevent communication between shallower aquifers	Voldoende bonding Monitoren: CBL log	Slechte cementering van de casing	Lekkage formatiewater naar hogere lagen (via buitenkant casing)	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
9	Tubing Hanger + penetrator systems	Weerhoudt vloeistof interactie tussen het boorgat en de lucht, terwijl het wel stroom en inhibitor vloeistof binnen laat	Pressure test = 100 bar	Slechte drukseal van hanger/ slijtage	Lekkage formatiewater	*Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
10	Wellhead	Prevent fluid interaction between wellbore and atmosphere	Pressure test = 100 bar no leaks	Suboptimaal design/functioneren well head / X-tree	Lekkage barriers: hoofdafsluiters, afdichtingen op casing, afdichting prod tubing	*Lekkage formatiewater *Lekkage gas (Explosiegevaar) *Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
11	Wing valves	Prevent fluid interaction between wellbore and atmosphere	Pressure test = 100 bar no leaks Max leak rate: Gas - 0.43 Sm ³ /min; Liquid - 400 Sm ³ /min	Suboptimaal design/functioneren well head / X-tree	Lekkage barriers: hoofdafsluiters, afdichtingen op casing, afdichting prod tubing	*Lekkage formatiewater *Lekkage gas *Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
12	Main valves	Close well in case of emergency	Kleppen alleen testen bij stilstand plant wegens bescherming seals en ophoping van vuil, zout en corrosie in cavity ruimte	Suboptimaal design/functioneren well head / X-tree	Lekkage barriers: hoofdafsluiters, afdichtingen op casing, afdichting prod tubing	*Lekkage formatiewater *Lekkage gas *Verontreiniging ondergrond *Verontreiniging grondwater
13	Inhibitor line + check valve	Let inhibitor fluid in to prevent casing damage (corrosion), while preventing flow from well to atmosphere.	Pressure test = 100 bar no leaks	Falen van check-valve Slijtage/corrosie inhibitor lijn Breek van inhibitor lijn	Lekkage inhibitor Lekken gas en vloeistof vanuit de put naar oppervlakte Versnelde corrosie door verkeerde dosering	verontreiniging ondergrond/grondwater

Tabel 6.4 Overzicht van putbarrière elementen, prestatienormen, en faalmechanismes.

Periodieke monitoring

Periodieke monitoring vindt op de volgende manieren plaats:

- Casing dikte: de casing dikte wordt gemeten met behulp van de casing logs direct na de realisatie van de put en met intervallen van 4 jaar na opstart van productie. Indien de casing dikte niet (meer dan een vooraf gestelde waarde) afgenomen is zullen er geen extra maatregelen genomen worden. Afhankelijk van de metingen zal er een nieuwe casing logging frequentie bepaald worden. Mocht de casing dikte meer afgenomen zijn dan de vooraf gestelde waarde dan wordt er een nieuw actieplan opgesteld. Als de putintegriteit in het geding is zullen maatregelen genomen worden om deze te herstellen.
- Wellhead/X-mas Tree: de wellhead wordt driemaal per week visueel gecontroleerd op lekkages. Als er lekkages zijn wordt dit direct gemeld, aan de plant manager en vervolgens worden passende mitigerende maatregelen genomen. Daarnaast wordt de wellhead door een gecertificeerde partij gekeurd en bij herinstallatie onderworpen aan een druktest.
- Corrosie en wateranalyse: elk half jaar wordt een watermonster genomen waar een volledige analyse van kationen en anionen wordt gedaan. Er worden standaard twee analyses uitgevoerd met de resultaten van de wateranalyse. Ten eerste wordt gekeken of de concentratie opgeloste/vaste deeltjes niet toeneemt in het geproduceerde water. Dit kan een indicatie zijn voor verhoogde corrosie/erosie. Ten tweede wordt gecontroleerd of de

concentraties schadelijke stoffen in het geproduceerde water binnen de wettelijk norm vallen.

- Coupon analyse: In het bovengrondse systeem zijn corrosie coupons welke gelijkwaardig zijn aan de casing worden geïnstalleerd en worden iedere 3 maanden vervangen. De coupons worden geïnspecteerd op het type- en de snelheid van corrosie. Aan de hand van de coupons wordt een inschatting gemaakt van de integriteit van de putten.
- Proces monitoring: Een zeer uitgebreid netwerk van sensoren monitort het systeem in real time. De systeemconfiguratie staat uitgebreid beschreven in de P&ID. Wanneer bepaalde grenswaarden worden overschreden kan het systeem automatisch wijzigingen doorvoeren of de plant uitschakelen. Vanuit scaling management wordt continu de pH en de conductiviteit gemeten in de bovengrondse installaties. Periodiek worden er gas en water samples genomen. De productie ingenieur kan vanaf een externe locatie meekijken in het data en besturingssysteem van de installaties. Dit gebeurt bij onverwachte events en met een standaardfrequentie.

7. Bodembeweging

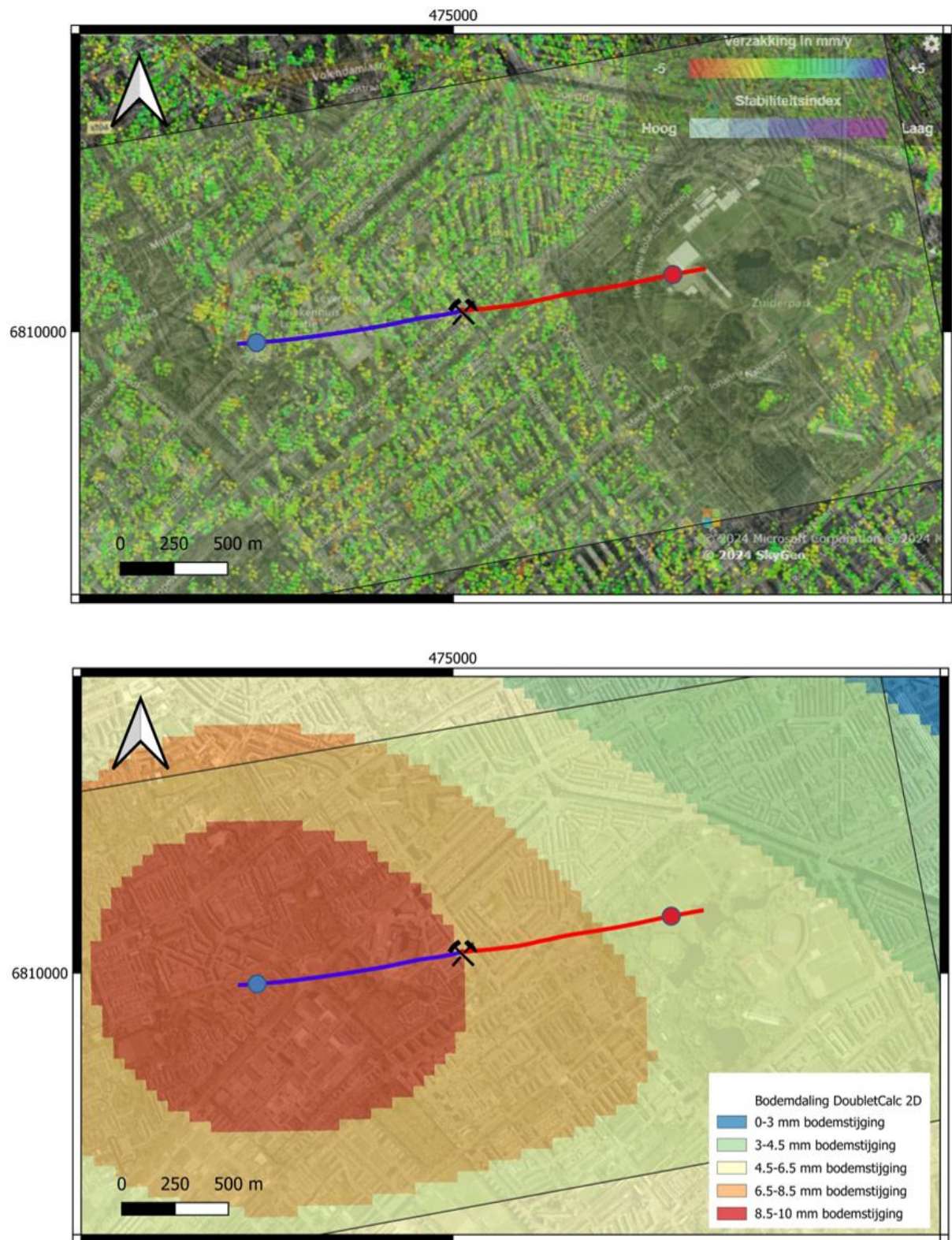
7.1 Bodemstijging en/of -daling

Figuur 7.1 toont een overzichtskaart van het aangevraagde gebied in de buurt van de mijnbouwlocatie en de perforaties van het aquifer in de injector en producer. Het aangevraagde gebied is hierin in zwart gearceerd. De bovenste afbeelding in figuur 7.1 toont de achtergrond trend van de bodemdaling welke in dit gebied is gemeten aan de hand van InSAR-metingen. De kaart is afkomstig van de website: www.bodemdalingskaart.nl. In het deel van Nederland waar de concessie zich bevindt is er over het algemeen sprake van een langzame bodemdaling trend door middel van inklinking van veengrond. Het gaat hier om een relatief ondiep effect. Twee meetpunten uit de kaart van figuur 7.1 lichten we extra uit: één in de buurt van het doorprikpunt in de producer (figuur 7.2), en een in de injector (figuur 7.3). Uit de grafieken in figuur 7.2 en figuur 7.3 is af te leiden dat deze inklinking leidt tot een bodemdaling van ongeveer 0,7-0,9 mm per jaar. Naar verwachting zal deze trend zich doorzetten gedurende de gehele operationele fase van het doublet.

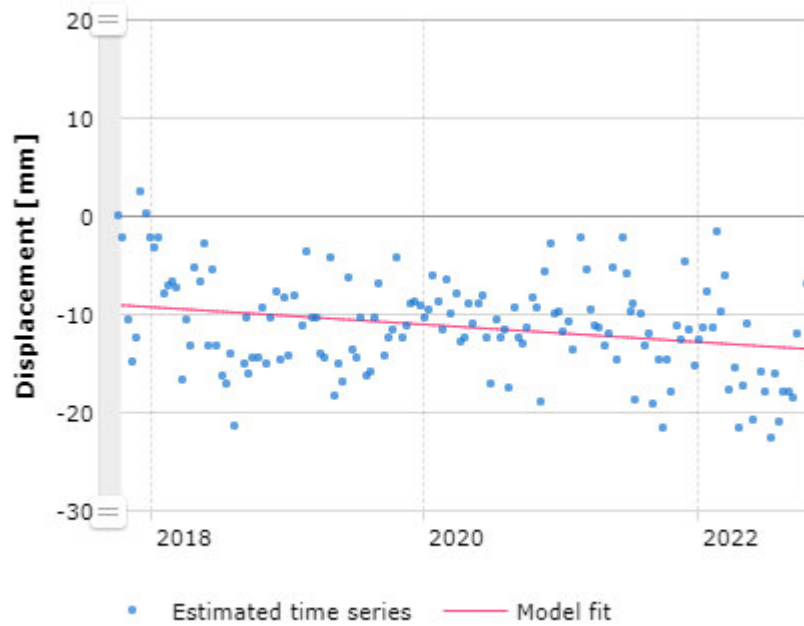
Het aardwarmtesysteem in Den Haag is een hydrothermisch systeem dat water onttrekt en injecteert in een reservoir op een diepte van circa 2188/1764 m. Er is hierbij geen sprake van langdurige bodemdaling effecten door de netto onttrekking van heet water, zoals dit in olie en gasprojecten wel het geval is. Daarnaast kunnen er geen ondiepe bodemdaling effecten worden verwacht.

Het belangrijkste bodemdaling effect dat door de mijnbouwactiviteit kan worden verwacht is bodemdaling of stijging door drukafbouw of opbouw rond respectievelijk de injector of de producer. Dit effect kan versterkt worden bij een slecht communicerend reservoir waarbij er sprake is van beperkte flow tussen de injector en de producer. In DoubletCalc-2D is een berekening gedaan van de bodemdaling die in het invloedgebied kan worden veroorzaakt door de aardwarmtewinning. De uitgangspunten voor de berekening zijn weergegeven in figuur 4.11 en figuur 4.12. De resultaten van de berekening zijn weergegeven in de onderste afbeelding in figuur 7.1. De contouren geven hier de bodemdaling of stijging weer na de volledige operationele levensduur. Te zien is dat in het gemodelleerde gebied slechts sprake is van bodemstijging tussen 0-10 mm. Gelijk aan maximaal 0.03 mm/jaar.

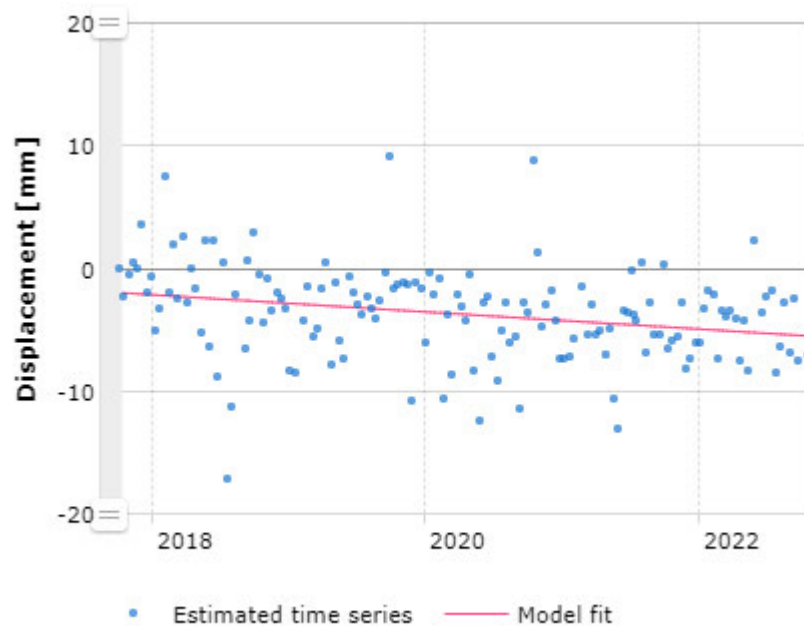
Nabijgelegen mijnbouwactiviteiten liggen ver buiten het invloedgebied van de winning, niet alleen door de afstand tussen de mijnbouwactiviteiten (zie figuur 4.9), maar ook door het feit dat er belangrijke structurele elementen (breuken) zich tussen het project Den Haag en deze verder gelegen naburige mijnbouwactiviteiten bevinden: bodemdaling die boven het achtergrondeffect in de concessie kan worden verwacht zal alleen worden veroorzaakt door het project Den Haag zelf. De berekende stijging in mm per jaar is relatief klein vergeleken met het al voorkomende achtergrondeffect (zie figuur 7.2 en figuur 7.3). We zien dan ook geen reden om aan te nemen dat de mijnbouwactiviteit zal leiden tot negatieve effecten ten aanzien van de veiligheid van omwonenden, gebouwen en infrastructurele werken, of natuur en milieu, die niet al zonder de mijnbouwwinning zouden voorkomen. Een uitgebreid monitoring systeem met TLS achten wij voor het project Den Haag dan ook niet noodzakelijk. Wel zullen we ieder half jaar de geüpdatete bodemdalingskaart op www.bodemdalingskaart.nl bestuderen. Als uit deze kaart blijkt dat de mijnbouwactiviteit samenhangt met een versnelde bodemdalingstrend in het invloedgebied, kan worden gekozen om de operationele parameters van de put (debiet en/of injectiedruk) naar beneden bij te stellen.



Figuur 7.1 Topografische kaart met ligging aangevraagde gebied en ondiepe bodemdaling/stijging op basis van de bodemdalingskaart voor achtergrondeffecten (boven), en op basis van DoubletCalc-2D voor operationele effecten over een periode van 35 jaar. Er is gekozen voor een zoom op het invloedgebied.



Figuur 7.2 Bodemdaling als gevolg van inklinking (dus niet veroorzaakt door aardwarmtewinning) op de lange termijn bij de producer. De trend is een daling van 0,9 mm per jaar.



Figuur 7.3 Bodemdaling als gevolg van inklinking (dus niet veroorzaakt door aardwarmtewinning) op de lange termijn bij de injector. De trend is een daling van 0,7 mm per jaar.

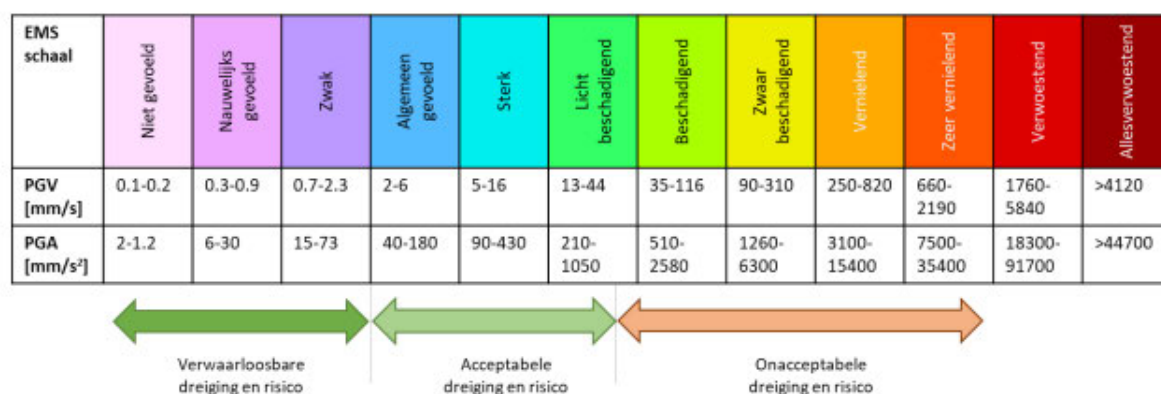
7.2 Bodemtrilling

Ten behoeve van het winningsplan in 2020 is er een seismische dreigingsanalyse uitgevoerd (SHA/SDRA). De initiële scoringsmatrix uit de quickscan (zie bijlage 3) geeft een score die geassocieerd wordt met een "laag risico". Omdat er breuken in het reservoir aanwezig zijn is

destijds ook een Level 2 vervolgstudie SHA uitgevoerd (zie bijlage 4). De conclusies hiervan waren dat de breuken rondom de Den Haag putten stabiel zullen blijven gedurende de gehele operationele periode bij de aangevraagde debieten en injectietemperaturen. Modellerings van een zeer onwaarschijnlijk (kans < 0,1%) worst-case scenario resulteerde in een maximaal mogelijke magnitude van Mw=1,6 na 30 jaar productie. Er zijn geen nieuwe inzichten die aanleiding geven de conclusies van de bovengenoemde onderzoeken te wijzigen. Voor deze aanvraag vervolvergunning worden daarom dezelfde onderzoeken ingediend ter onderbouwing van het seismische risicopotentieel.

De berekende magnitude van 1,6 Mw correspondeert op de reservoirdiepte van het Den Haag project met een PGV (peak ground velocity) van 1,6 mm/s. Deze waarde ligt ruim onder de grenswaarde van 33 mm/s, waarmee het project Den Haag ruim binnen de wettelijke veiligheidsnorm blijft.

Volgens de EMS schaal in figuur 7.4 classificeert een PGV van 1,6 mm/s als “zwak”, wat 3 categorieën onder “licht beschadigend” valt. Deze waarde valt onder het begin van het potentiële schadedomein. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de aardwarmtewinning uit het project in Den Haag geen schade kan veroorzaken.



Figuur 7.4 Koppeling van de kwalitatieve EMS schaal aan grondsnelheden (PGV) en grondversnellingen (PGA), gebaseerd op Zang et al., 2014.

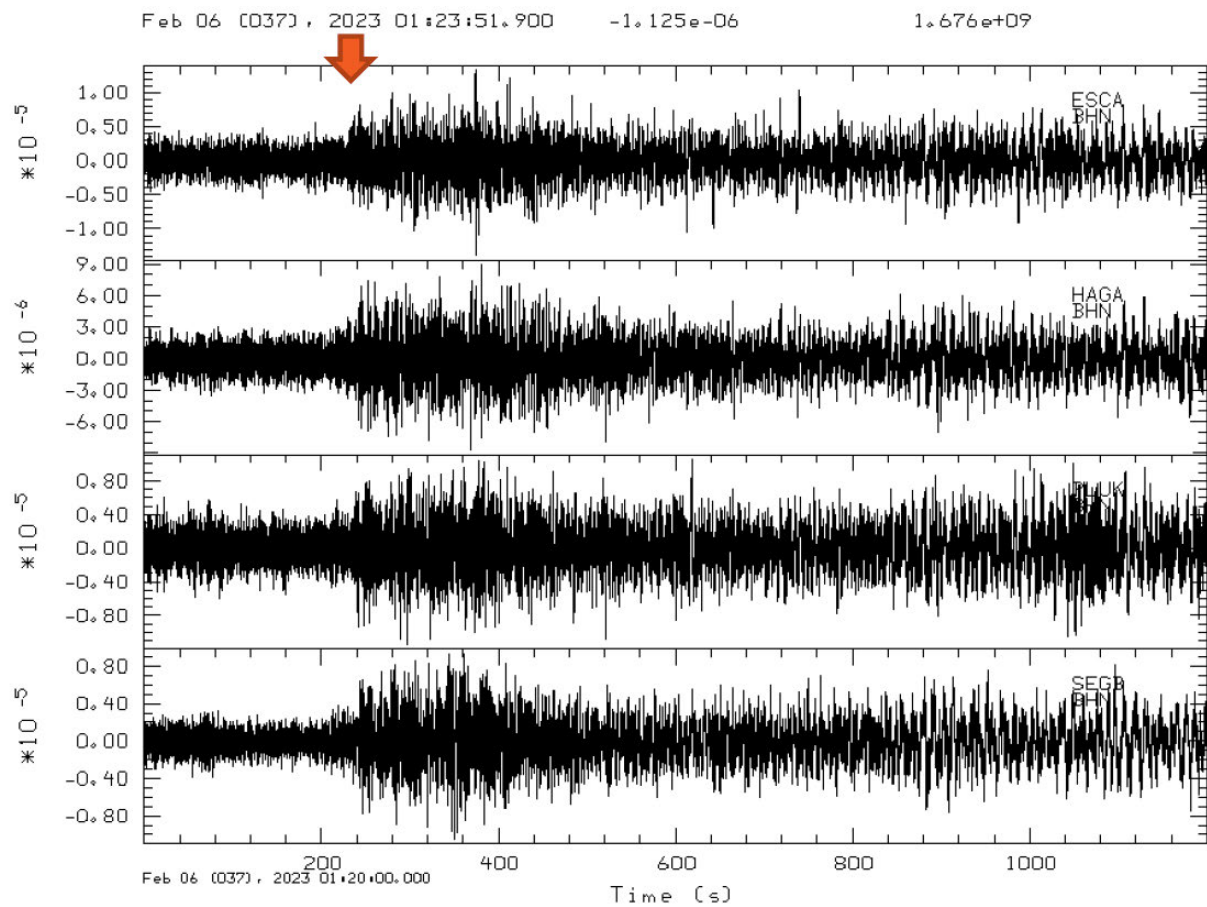
7.3 Monitoring bij wijze van winning

Om de risico's van een in de vorige paragraaf beschreven zeer onwaarschijnlijke beving te mitigeren is een speciaal meetnetwerk aangelegd met vier stations om eventuele trillingen te detecteren en lokaliseren. Bijlage 5 beschrijft het aangelegde meetnetwerk en de nulmetingen voorafgaand aan de aardwarmtewinning.

Een van de voorschriften uit het instemmingsbesluit winningsplan voor Den Haag was het opstellen van een Seismisch Response Protocol (SRP). Bijlage 6 bevat het destijds opgestelde SRP waarop instemming is verleend middels een brief van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat met kenmerk ADV-6974/21157037.

Om het functioneren van het seismische monitoring netwerk te illustreren is in bijlage 7 een overzicht met de conclusies van de maandelijkse rapportages opgenomen. Hier is te zien dat vanaf het begin van de monitoring in 2020 tot en met de meest recente rapportage van april 2024 geen enkel lokaal event is waargenomen. Wel zijn er verschillende grote natuurlijke aardbevingen op grote afstand van Den Haag waargenomen. Een voorbeeld is de grote aardbeving van M 7,8 in Turkije in 2023 die zoals figuur 7.5 laat zien waargenomen kon worden op de Den Haag stations. Daarnaast worden er enkele honderden “valse detecties” geregistreerd die het gevolg zijn van

menselijk activiteiten zoals langrijdende vrachtwagens of constructiewerkzaamheden. Deze detecties tonen aan dat de meetstations in operatie zijn en trillingen kunnen detecteren.



Figuur 7.5 Op 6 februari 2023 om 1:17:34 vond een grote aardbeving van M 7,8 plaats in Turkije. Om 1:23:51 zijn deze trillingen gemeten door de HAL seismische monitoring stations.

8. Financiën

8.1 Financiële situatie aanvragers

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.

De concept jaarrekening over 2023 van Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. staat in bijlage 1f. Deze bijlage is vertrouwelijk.

[REDACTED]

Door de relatief hoge TTF gasprijs voor het jaar 2023 waarop het correctiebedrag op de SDE subsidie wordt bepaald zijn de SDE subsidie inkomsten gedaald. Ondanks de toegenomen hoeveelheid warmtelevering in 2023 t.o.v. 2022 zijn de warmteleveringsinkomsten gelijk gebleven door de over 2023 afgenomen gas spotprijs, de basis waarop de warmteprijs wordt bepaald. De operationele cashflow is door lagere SDE inkomsten en gelijk gebleven warmteleveringsinkomsten over 2023 licht gedaald, maar nog wel steeds positief.

Aardyn B.V.

Jaarrekening over 2022 van Aardyn B.V. staat in bijlage 1g.

Aardyn B.V. is per oktober 2023 overgenomen door Gaia Energy B.V. Het opstellen van de jaarrekening 2023 staat gepland voor mei 2024. Aardyn B.V. genereert omzet door het verlenen van dienstverlening aan verschillende SPV's en samenwerkingsverbanden. Door deze dienstverlening worden de operationele kosten van Aardyn B.V. grotendeels gedekt. In de afgelopen jaren is door de aandeelhouder van Aardyn B.V. de overige liquiditeitsbehoefte waaronder het investeren in ontwikkeling en realisatie van deelnemingen in aardwarmteprojecten van het bedrijf steeds aangevuld. Gaia Energy B.V. kan hier als nieuwe aandeelhouder in voorzien.

8.2 Opbrengsten en kosten

Momenteel is het project een kleine drie jaar operationeel. Toen in 2018 met het warmtebedrijf een langjarige warmteleveringsovereenkomst is ondertekend waren er rond de 800 WEQ op het MT warmtenet aangesloten. Inmiddels is dat gegroeid naar 2.500 WEQ en het is de verwachting dat dit de komende jaren, ondanks het negatieve marktsentiment omtrent collectieve warmtenetten door o.a. het uitblijven van een nieuwe Wcw, verder zal groeien.

In bijlage 11 is het overzicht opgenomen van de meerjarige opbrengsten en kosten. Deze bijlage is vertrouwelijk. Uitgangspunten bij de meerjarige opbrengsten en kosten zijn eveneens vertrouwelijk en meegenomen in bovengenoemde bijlage.

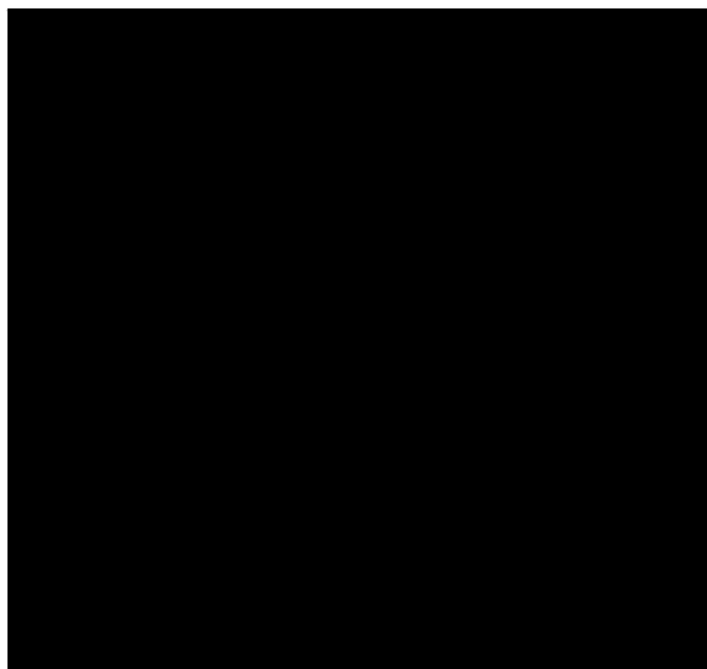
8.3 Financiering

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. heeft momenteel rond de [REDACTED] aan senior financiering bij het Energiefonds Den Haag. [REDACTED]

[REDACTED]

Voor het abandonneren van de putten en verwijderen van de bovengrondse installaties is vanaf start productiefase een bedrag gereserveerd [REDACTED]

[REDACTED] Deze structuur is zodanig opgezet dat in geval van faillissement het gereserveerde geld niet kan worden toegeëigend door de senior financier of andere schuldeisers. Zie hiervoor ook onderstaand schematisch figuur om de structuur van deze opzet te verhelderen.



Figuur 8.1 Structuur financiering voor abandonering.

8.4 Aansprakelijkheid

Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. heeft een uitgebreid verzekeringspakket waaronder:

- een bedrijfsaansprakelijkheidsverzekering met een dekking van [REDACTED], waarbij ook schade door toedoen van verontreiniging of seismische trillingen gedekt is en;
- een machinebreuk verzekering waaronder ook bedrijfsgebouwen vallen, met een totale dekking van [REDACTED] en;
- verzekering voor bedrijfsschade ter dekking van gemiste inkomsten met een dekking van [REDACTED].

Deze verzekeringen worden jaarlijks vernieuwd.

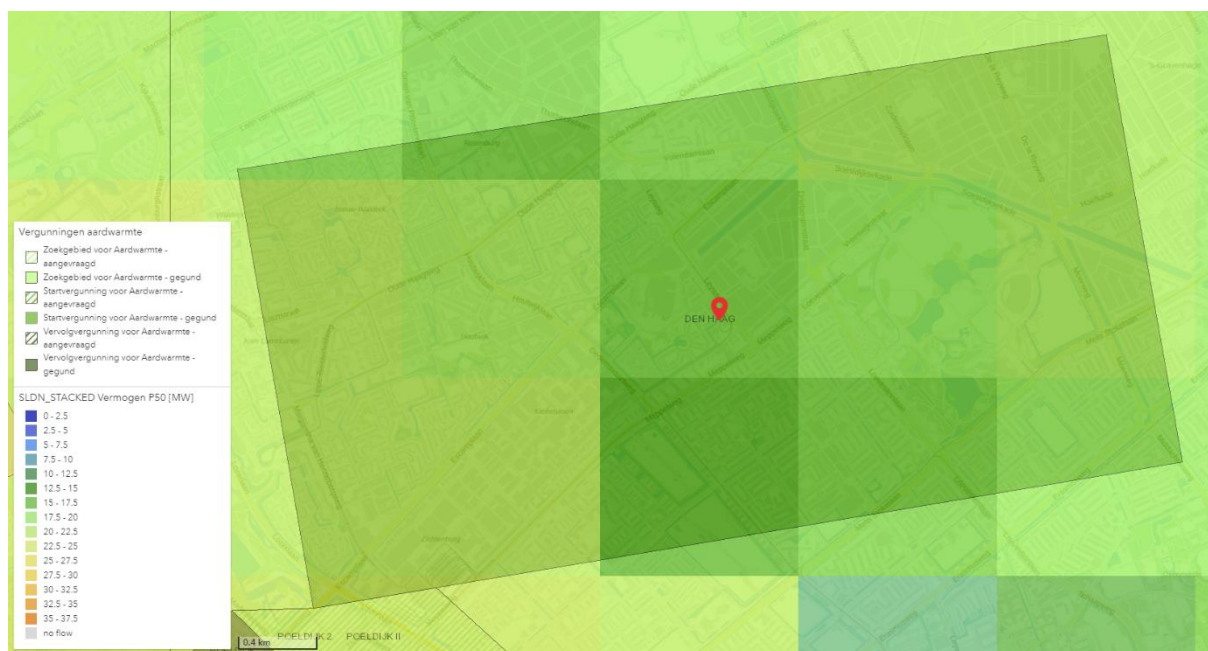
In bijlage 10 is het Operations and Technical Maintenance contract tussen Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. en Aardyn B.V. toegevoegd. Deze bijlage is vertrouwelijk.

Uit de overeenkomst blijkt dat Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. verantwoordelijk blijft voor alle operationele handelingen tenzij er sprake is van grove nalatigheid.

9 Warmteaanbod en -afzet

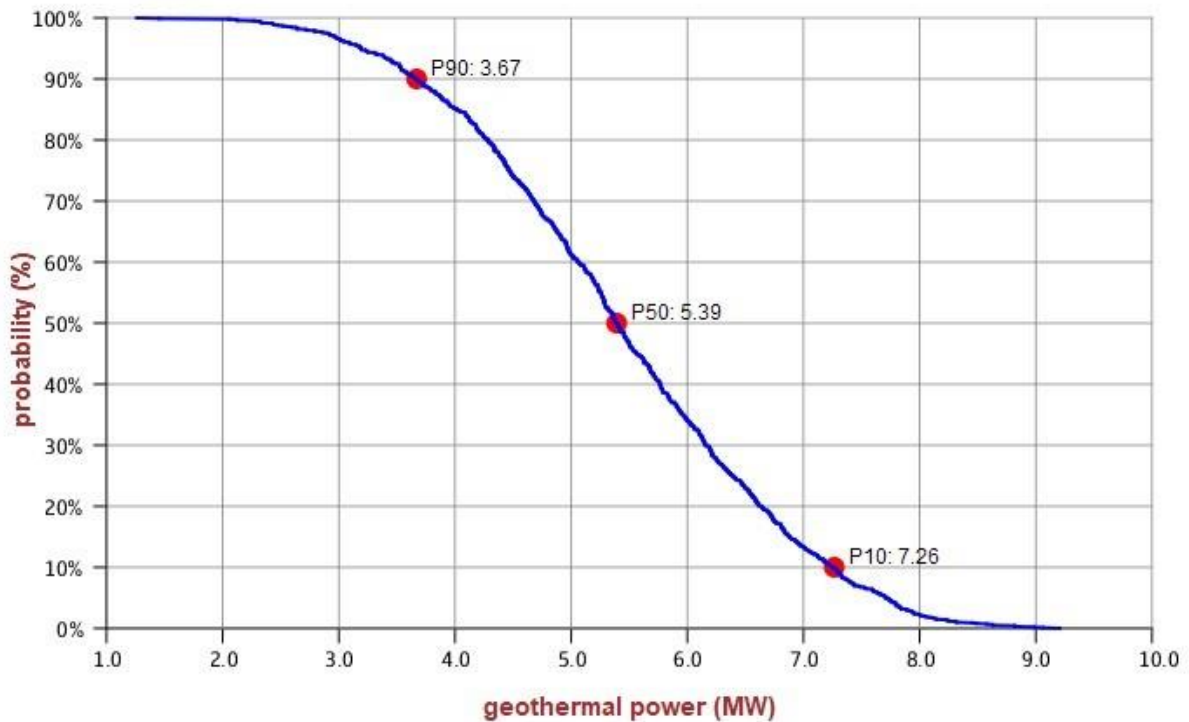
9.1 Warmteaanbod

Figuur 9.1 bevat een kaart met de hoeveelheid potentieel winbare warmte in het aangevraagde gebied, uitgedrukt in PJ (ThermoGIS kaart).



Figuur 9.1 ThermoGIS kaart hoeveelheid potentieel winbare warmte.

Het potentieel P50 vermogen dat in het aangevraagde gebied met het huidige doublet kan worden bereikt binnen de huidige operationele begrenzingen is weergegeven in de vermogensverwachtingscurve uit DoubletCalc in figuur 9.2. Voor deze output is dezelfde DoubletCalc input gebruikt als beschreven in paragraaf 5.2.



Figuur 9.2 Probabilistische curve van het geothermisch vermogen.

9.2 Warmtetransport en -afzet

Sinds juni 2021 wordt middels de aardwarmte installatie warm water gewonnen van 79°C en via warmtewisselaars geleverd aan Eneco. De temperatuur waarop aan het warmtenet geleverd wordt ligt rond de 75 °C. De uitkoeling over het jaar ligt gemiddeld rond de 18 °C. De geothermische warmte wordt middels een warmtewisselaar in het ketelhuis van Eneco aan de Zuidwoldestraat 1a overgedragen aan het Eneco MT warmtenet.

De warmtelevering vindt plaats in Den Haag Zuidwest. In dit gebied staan momenteel 40.000 woningen waarvan 80% sociale woningbouw. Door Den Haag Zuidwest loopt een bestaand MT warmtenet van Eneco (zie figuur 2.1). Toen het project in 2016 geïnitieerd werd had het warmtenet 650 aansluitingen. Inmiddels is dit gegroeid naar 2.500 aansluitingen (WEQ) en is het de verwachting dat dit de komende jaren verder zal groeien naar circa 4.000 aansluitingen. Hiermee komt de totale warmtevraag van het net uit op 124.000 GJ, waarvan HAL zo'n 65% zal kunnen leveren.

In bijlage 12 is de prognose van de warmtevraag verder toegelicht. Dit omvat vertrouwelijke informatie.

Bijlagen

- Bijlage 1a – KvK uittreksel Haagse Aardwarmte B.V.
- Bijlage 1b – KvK uittreksel Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.
- Bijlage 1c – KvK uittreksel Aardyn B.V.
- Bijlage 1d – Statuten Haagse Aardwarmte Leyweg B.V.
- Bijlage 1e – Statuten Aardyn B.V.
- Bijlage 1f – Concept Jaarverslag Haagse Aardwarmte Leyweg B.V. 2023 - VERTROUWELIJK
- Bijlage 1g – Jaarverslag Aardyn B.V. 2022
- Bijlage 2a – Deviatietabel HAG-GT-01
- Bijlage 2b – Deviatietabel HAG-GT-02
- Bijlage 3 – SHA QuickScan Panterra
- Bijlage 4 – SHA Level2 Panterra
- Bijlage 5 – HAL Seismische nulmetingen
- Bijlage 6 – HAL Seismisch respons protocol
- Bijlage 7 – Overzicht conclusies maandelijkse rapportages seismische monitoring
- Bijlage 8 – SDE Geologische rapportage
- Bijlage 9. Communicatieplan
- Bijlage 9a. Informatieposter Haagse Aardwarmte
- Bijlage 9b. Brief informatieavond
- Bijlage 10. Operations and Technical Maintenance Contract - VERTROUWELIJK
- Bijlage 11. Overzicht en uitgangspunten kosten en opbrengsten – VERTROUWELIJK
- Bijlage 12. Prognose warmtevraag – VERTROUWELIJK
- Bijlage 13. Beantwoording vragen SodM
- Bijlage 14. Beantwoording vragen TNO
- Bijlage 15. Beantwoording vragen RVO
- Bijlage 16. WellTest Analysis HAG-GT-02