

Winningsplan Aardwarmte Bleiswijk

VERSIE 2.0 – 27 MAART 2023

VDB-GT-101 & VDB-GT-02-S1

Berkel en Rijswijk zandsteen
laagpakketten



Rev. No.	Details	Datum	Auteur	Controle	Goedgekeurd
C01.01	Eerste versie voor review	01-09-2022			
V1	Finale versie voor indiening	01-11-2022			
V2.0	Finale versie	27-03-2023			
V2.1					

Inhoud

1. Inleiding	5
1.1. Wettelijk kader	5
1.2. Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu	6
1.3. Procedure en Publiekscommunicatie	7
2. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem	8
2.1. Locatie van het geothermisch systeem	8
2.2. Beschrijving van geothermisch systeem	10
2.3. Historie van het geothermisch systeem in de periode 2008 – 2021	11
3. Ondergrond	12
3.1. Algemene beschrijving ondergrond	12
3.2. Seismische gegevens	13
3.3. Coördinatensysteem	13
3.4. Resultaten reservoir karakterisatie	13
3.5. Formatiewater karakteristiek	15
4. Wijze van winning	17
4.1. Putontwerp en putintegriteit	17
4.2. Putintegriteitmonitoring	20
4.3. Installatie	22
4.4. Beoogde ondergronds systeemconfiguratie	24
4.5. Reservoir integriteit	26
4.6. Operationele instellingen	27
5. Prognose winning	29
5.1. Historische winning	29
5.2. Prognose winning 2024 - 2038	29
5.3. Toekomstige ontwikkeling	30
6. Interferentie met ander gebruik (diepe) ondergrond	31
6.1. Interferentie met olie en gas voorkomens	31
6.2. Interferentie met naburige aardwarmte projecten	31
7. Natuur en milieu	34
7.1. Bodemdaling of -stijging	34
7.2. Beschermd gebied	35
7.3. Geohydrologie	36
8. Bodemtrilling	37
9. Voorziene kosten van winning (vertrouwelijke informatie)	38
9.1. Wijze waarop de aanvrager voornemens is de kosten te dragen	38
10. Overeenkomsten met betrekking tot de afzet van warmte	38
11. References	39

12.	Bijlagen.....	40
12.1.	DoubletCalc1D input – output data van gemiddeld en maximaal debiet.....	40
12.2.	DoubletCalc2D (TNO) invoer parameters	43
12.3.	Warmteleveringsovereenkomst(vertrouwelijk)	45
12.4.	Warmtenetwerk cluster petuniaweg.....	47
12.5.	Exploitatie-begroting(vertrouwelijk)	48
12.6.	SHA Level 2 Seismische Risico Studie.....	51
12.7.	Memo: Maximum Injection Pressure VDB-GT-02 with tie-back.....	52

1. Inleiding

Het onderhavige winningsplan aardwarmte Bleiswijk beschrijft de productie van aardwarmte Bleiswijk tot 2038. Het recht om de aardwarmte te mogen winnen is gebaseerd op de in 2008 afgegeven winningsvergunning Bleiswijk met een looptijd tot 2038. Het winningsplan betreft een op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) verbeterde versie van het op 30 september 2019 door A+G Van Den Bosch B.V. ingediende winningsplan. Het oorspronkelijke winningsplan is door EZK in oktober 2019 in procedure genomen conform artikel 34, vierde lid, van de Mbw waarin is vastgelegd dat een besluit tot instemming met het winningsplan voorbereid wordt met toepassing van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure als bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

De inhoudelijke beoordeling van het in september 2019 ingediende winningsplan aardwarmte Bleiswijk is door EZK gestart op 10 mei 2021 door TNO-AGE om advies te vragen over het winningsplan. Op 26 oktober 2021 heeft EZK aan SodM advies gevraagd over het winningsplan. TNO-AGE en SodM hebben op respectievelijk 7 december 2021 en 13 januari 2022 advies uitgebracht aan EZK.

Per 16 december 2021 is de winningsvergunning Bleiswijk overgedragen aan IPS Geothermal Energy BV (hierna: IPS) en 85 Degrees Renewable 1 en 2 BV. De oorspronkelijke winningsvergunning is op 27 november 2008 afgegeven met een looptijd van 30 jaar (Kenmerk: ET/EM 8185294). Het verzoek om een besluit tot instemming met het winningsplan is ook overgedragen aan de nieuwe vergunninghouder. EZK heeft op 16 februari 2022 in verband met de leesbaarheid van het winningsplan van A+G Van Den Bosch (30-9-2019) en de adviezen van TNO-AGE en SodM aan IPS verzocht een gewijzigd winningsplan aan te leveren. Het voorliggende winningsplan Aardwarmte Bleiswijk 2.0 is geheel herzien ten opzichte van het plan uit 2019.

IPS exploiteert mede namens vergunninghouder 85 Degrees Renewable 1 en 2 BV (hierna: 85) de geothermische installatie waarmee aardwarmte wordt gewonnen. Deze warmte wordt gebruikt door een aantal aanliggende glastuinbouwbedrijven. De warmte wordt gewonnen uit het onttrokken formatiewater van het Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten die onderdeel zijn van de Vlieland formatie.

Dit winningsplan is opgesteld om te voldoen aan de verplichtingen vanuit artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet. In dit winningsplan is een geothermisch systeem gedefinieerd als: *Het geheel aan geologische en technische componenten, tezamen met de besturings- en monitoringscomponenten, waardoor het warme productiewater en vervolgens het koude injectiewater stroomt waarbij het geheel als een gesloten systeem acteert, teneinde energie/warmte uit deze waterstroom te extraheren.* Het uitgangspunt is dus dat de productie- en injectievolumes (behoudens afkoelingseffecten en eventuele 'bijvangst') met elkaar in evenwicht zijn.

In dit winningsplan worden achtereenvolgens behandeld: het wettelijk kader van de aanvraag, de locatie en de beschrijving van het geothermische systeem, de beoogde wijze van winning, de prognose van de winning, interferentie met ander gebruik van de ondergrond, effecten op natuur en milieu, risico's op bodemtrilling en de kosten van de winning.

1.1. Wettelijk kader

Het winnen van delfstoffen en aardwarmte vanuit een voorkomen geschiedt ex artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet overeenkomstig een winningsplan, dat bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat ter goedkeuring wordt ingediend. Daarbij hoort de volgende omschrijving:

De vergunninghouder wordt verplicht een winningsplan op te stellen. In dat plan zal hij moeten aangeven op welke wijze en in welk tempo hij de aardwarmte wil winnen. Dit winningsplan is van belang om te kunnen bezien of de hoeveelheid te winnen aardwarmte, de wijze en het tempo van winning in lijn zijn met efficiënt planmatig beheer. Tevens kan het plan worden bezien in het licht van een zorgvuldige winning met het oog op bodembewegingseffecten: bodemdaling en bodemtrilling.

Het winningsplan betreft enkel die elementen die onder de Mijnbouwwet vallen en die te maken hebben met de ondergrondse winning en de gevolgen van het winnen van aardwarmte, zoals beschreven in de Mijnbouwwet, artikel 35. De nadruk ligt in het winningsplan op de te verwachte wijze van winning en de effecten van de winning. Voor het bovengrondse systeem zijn vergunningen

afgegeven onder het kader van de WABO dan wel het BARMM.

Aardwarmte Bleiswijk is een van een twintigtal geothermiesystemen waarvoor in het verleden een winningsvergunning en omgevingsvergunning zijn afgegeven en waarmee al langere tijd aardwarmte is gewonnen zonder dat hiervoor een instemmingsbesluit op een winningsplan is afgegeven. Deze situatie is veroorzaakt doordat een nadere invulling van het winningsplan aardwarmte niet is vastgelegd in lagere regelgeving. Om dit knelpunt op te lossen is, op basis van de Mijnbouwwet en -regelgeving in 2019 een format ontwikkeld voor een winningsplan geothermie (kenmerk: DGKE-W/19086831). Dit format is op 1 april 2019 door EZK aan Aardwarmte Bleiswijk verzonden met het verzoek dit te gebruiken als basis voor het te beoordelen winningsplan.

Aangezien voor deze winning reeds in 2008 een winningsvergunning aardwarmte is afgegeven kan het winningsplan niet onder het tijdelijk beleidskader beoordeeld worden. Dat kader is sinds januari 2020 van toepassing voor het beoordelen van nieuwe aanvragen voor winningen van aardwarmte in afwachting van de implementatie van een wijziging van de Mijnbouwwet. In 2022 is de wijziging van de Mijnbouwwet door de Eerste en Tweede kamer aangenomen. Binnen deze wijziging wordt de aanvraag instemming winningsplan genoemd onder het overgangsrecht zoals is beschreven in Artikel 167 g. Vooruitlopend op de implementatie van de gewijzigde Mijnbouwwet zien wij deze aanvraag instemming winningsplan derhalve als een aanvraag vervolgv vergunning tot het einde van de winningsvergunning.

Winningsvergunning voor 1 januari 2020+ aanvraag instemming winningsplan	Aanvraag vervolgv vergunning	De geldende winningsvergunning wordt per inwerkingtreding van het wetsvoorstel omgezet naar een startvergunning. De aanvraag voor een winningsplan wordt per inwerkingtreding van de wet gezien als een aanvraag voor een vervolgv vergunning.	Artikel 167g
--	------------------------------	--	--------------

Bron: Memorie van Toelichting, Wijziging Mijnbouwwet -Tweede Kamer, vergaderjaar 2019–2020, 35 531, nr. 3

1.2. Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu

Voor het uitvoeren van een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid is een werkgever actief in de mijnbouw (operator) verplicht een veiligheids- en gezondheidszorgsysteem (VGM -zorgsysteem) aanwezig te hebben. Dit systeem ligt aan de basis van de uitvoering van ieder mijnbouwkundig proces - van boor- en testfase, bouwphase, productiefase en sluitingsfase – om de veiligheid en gezondheid van werknemers en omgeving te bevorderen. Dit systeem omvat het geheel van beleid, organisatie, planning, uitvoering, monitoring, evaluatie, bedrijfsinterne doorlichting en verbetering. Voor een doeltreffend VGM-zorgsysteem is het vereist dat de mijnbouwkundige processen en de daarbij behorende procedures, taken, bevoegdheden, verantwoordelijkheden en middelen op consequente wijze in kaart worden gebracht en daadwerkelijk in de praktijk worden uitgevoerd.

IPS heeft een dergelijk systeem in de organisatie geïmplementeerd en ziet het als een continue taak dit systeem verder te ontwikkelen naar gelang nieuwe inzichten en eisen, en per fase van de bedrijfsontwikkeling.

Een verantwoorde winning van aardwarmte betreft een juist ontwerp(proces), kwaliteitszorg bij de realisatie/bouw en een veilig opereren van de boven- en ondergrondse onderdelen van een aardwarmtewinning-installatie als mijnbouwwerk. Hierbij wordt gebruik gemaakt van o.a.

veiligheidsprotocollen, werkinstructies en monitoringsprogramma's en zijn de installaties voorzien van alarmeringen en instrumentele en mechanische beveiligingen ten behoeve van het beheersen van put en installatie integriteit.

Het VGM-zorgsysteem volgt o.a. de onderstaande veiligheid-, gezondheid- en milieukwaliteitsnormen:

- ISO 9001:2015
- ISO 14001:2015
- ISO 45001:2018

De uitvoering van de procedures en instructies vanuit dit VGM-zorgsysteem wordt o.a. gewaarborgd middels werkinstructies, werkplannen en werkvergunningen. Alle VGM-zorg werkzaamheden worden gemonitord middels een Jaarplanning, met bijbehorende actielijst en Plan van Aanpak (PvA). Alle VGM-documentatie en bijbehorende risico-inventarisaties en evaluaties worden periodiek geüpdatet. Veiligheids-protocollen en instructies zijn o.a. vastgelegd in een noodplan en een opstart- en gebruik document.

De integriteit van alle assets en de putten wordt gewaarborgd door de implementatie van een Asset Integrity Management Plan, een Well Integrity Management Systeem en een Well Integrity Management Plan. Het AIMP, WIMS en WIMP volgen respectievelijk de normen ISO 55001 en de ISO 16530-2 en zijn onderdeel van het VGM-zorgsysteem.

1.3. Procedure en Publiekscommunicatie

Voor de beoordelingsprocedure van het winningsplan aardwarmte is afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) van toepassing, waardoor de mogelijkheid van het indienen van zienswijzen bestaat. Het ontwerpbesluit voor het winningsplan ligt tijdens de instemmingsprocedure gedurende 6 weken ter inzage voor het publiek. De vergunninghouder zal op dat moment proactief aan omwonenden publiekelijk uitleg geeft over het winningsplan. Beoogd wordt om in samenwerking met EZK en de adviseurs van EZK een informatiemarkt te organiseren gedurende de periode dat het ontwerp besluit ter visie ligt. IPS heeft als organisatie een proactieve houding inzake informatievoorziening en kennisuitwisseling. IPS benadert direct omwonenden proactief in de verschillende ontwikkelfasen van de mijnbouwactiviteit. Een deel van de omwonenden is tevens direct belanghebbende voor afname van duurzame geothermische warmte.

2. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem

2.1. Locatie van het geothermisch systeem

De aardwarmte-mijnbouwlocatie aan de Petuniaweg 28 te Bleiswijk (AWI01-Petuniaweg-Bleiswijk_GT01-02) van IPS/85 is gelegen in een tuinbouwgebied in de gemeente Lansingerland, in de provincie Zuid-Holland. De winningsvergunning Bleiswijk is verleend aan A.G. van den Bosch bij besluit met kenmerk ET/EM/ 8185908 op 27 november 2008. De winningsvergunning is geldig tot 30 jaar na het onherroepelijk worden van het besluit.

In 2009 is door A.G. van den Bosch B.V. een winningsplan ingediend waarvoor in 2009 instemming is verleend door de toenmalige minister van EZ (ET/EM/9174555) voor een periode van 10 jaar. Tot begin 2021 is aardwarmte geproduceerd met de producer VDB-GT-01 en de injector VDB-GT-02. In het voorjaar van 2021 is de winning uit productieput VDB-GT-01-S1 beëindigd en in 2022 is deze put geabandonneerd.

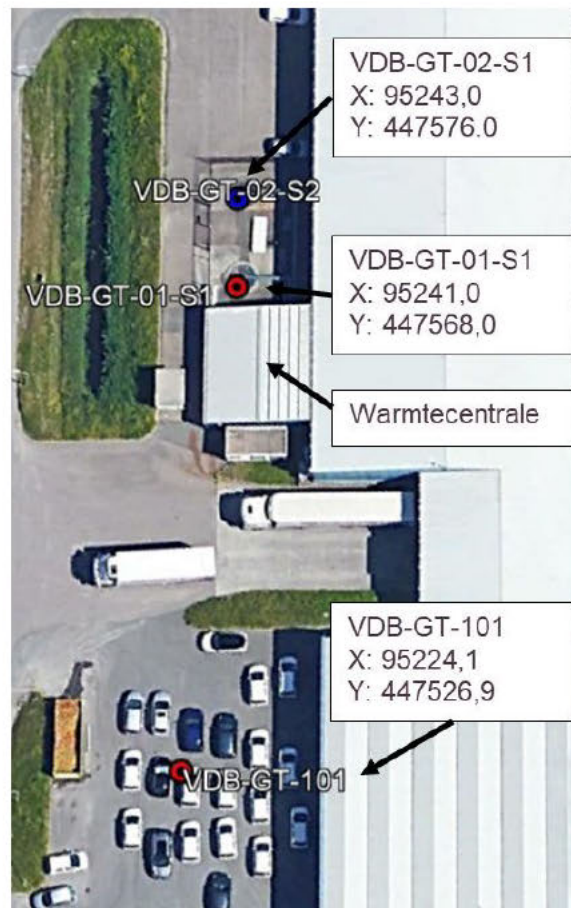
In winningsplan Aardwarmte Bleiswijk 2.0 is beschreven hoe met de nieuwe productieput VDB-GT-101 aardwarmte wordt geproduceerd uit de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten (doelreservoir). Na warmteafgifte wordt het formatiewater terug in het doelreservoir gebracht via injectieput VDB-GT-02-S1.

De positie van het geothermisch doublet in dit winningsplan en de winningsvergunning Bleiswijk is weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1: Kaart met winningsvergunning Bleiswijk en locatie van geothermische putten:
VDB- GT-101 (rode stip) en VDB-GT-02-S1 (blauwe stip).

De ligging van de bovengrondse warmtecentrale, de geothermische productie put VDB-GT-101 en de injectie put VDB-GT-02-S1 is weergegeven in Figuur 2-2. Ook de geabandonneerde voormalige productieput VDB-GT-01-S1 is weergegeven in deze figuur.



Figuur 2-2: Bovengrondse locatie van het geothermisch systeem; productieput VDB-GT-101 en injectieput VDB-GT-02-S1
Tevens afgebeeld de warmtecentrale en de geabandonneerde voormalige productieput VDB-GT-01-S1

In tabel 1 staan de coördinaten vermeld van de op 27 november 2008 afgegeven winningsvergunning aardwarmte gebied Bleiswijk. De oppervlakte van het vergunde gebied is 4,13 vierkante kilometer. De winningsvergunning wordt in verticale zin beperkt tot de laagpakketten die zich bevinden tussen 500 m beneden het aardoppervlakte en de laagpakketten met Trias ouderdom. De winningsvergunning is afgegeven op 27 november 2008 voor een periode van 30 jaar, ingaande vanaf het moment waarop deze onherroepelijk is geworden. De winningsvergunning is 6 weken na afgifte, op 6 januari 2009, onherroepelijk geworden.

Tabel 1: Coördinaten winningsvergunning aardwarmte Bleiswijk 2008

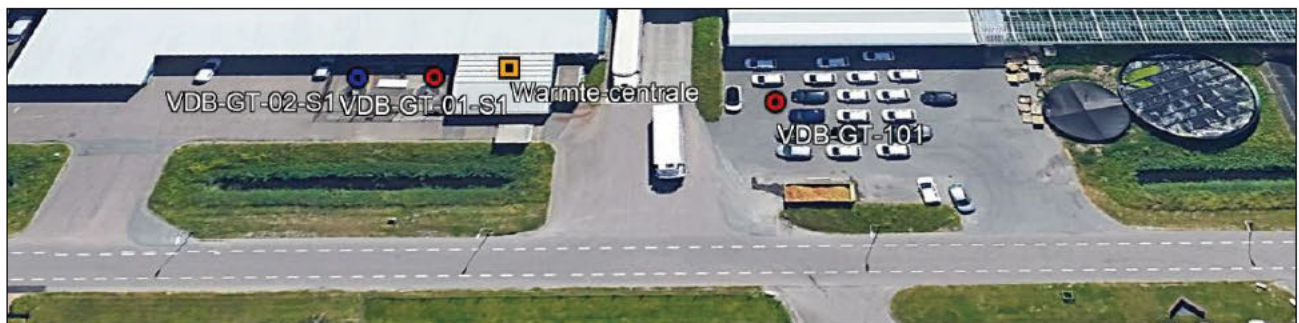
Punt	X	Y
1	93.318,0	447.721,0
2	96.337,9	447.132,5
3	95.900,0	445.600,0
4	93.099,6	446.595,7

2.2. Beschrijving van geothermisch systeem

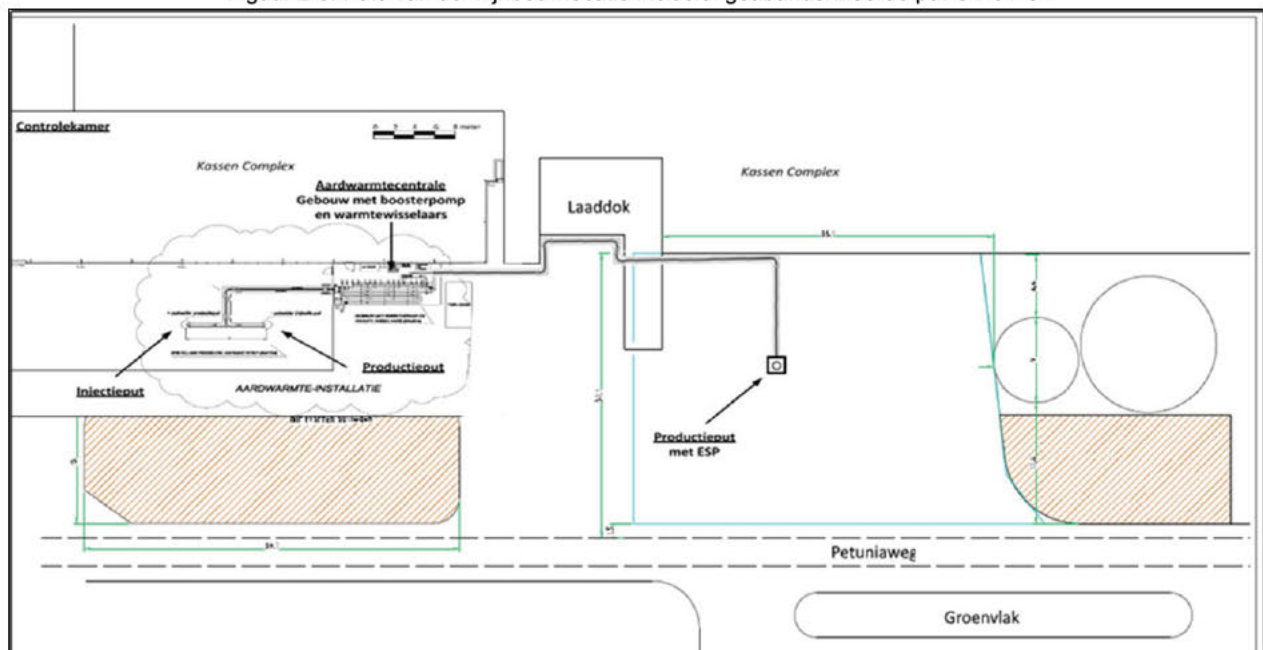
IPS/85 voorziet met behulp van een aardwarmtesysteem een aantal tuinbouwbedrijven in Bleiswijk van duurzame warmte voor het op temperatuur houden van hun tuinbouwkassen. De aardwarmte installatie van IPS/85 is afgebeeld in Figuur 2-3 en schematisch weergegeven in Figuur 2-4. Het aardwarmtesysteem bestaat uit de geothermie productieput VDB-GT-101, de injectieput VDB-GT-02-S1 en een aardwarmtecentrale.

In de aardwarmtecentrale wordt mee-geproduceerd geogas afgescheiden, wordt het formatiewater gefilterd en wordt warmte via warmtewisselaars en na-geschakelde warmtepompen onttrokken uit het formatiewater. Het afgekoelde formatiewater wordt vervolgens met een injectiepomp via de injectieput in het doelreservoir teruggepompt. Via een stelsel van pijpleidingen zijn al deze faciliteiten met elkaar verbonden. Aan de “zoete” kant van de warmtewisselaars wordt de warmte overgedragen aan een transportnet voor levering aan de gebruikerszijde.

Water wordt gewonnen uit de Berkel en Rijswijk Zandsteen laagpakketten op ca. 1500 m onder het maaiveld. Het proces wordt continu gemonitord en gecontroleerd vanuit de controlekamer waar zich de centrale computer bevindt. Bij op- en herstarten en tijdens onderhoud van de faciliteiten is de locatie bemand.



Figuur 2-3: Foto van de mijnbouwlocatie inclusief geabandonneerde put GT-01-S1



Figuur 2-4: Schematische weergave van de mijnbouwinstallatie

De aanleg van de productieput VDB-GT-101 wordt begin 2024 voltooid. VDB-GT-101 wordt geboord op circa 75 m afstand van en parallel aan de buiten bedrijf gestelde productieput VDB-GT-01-S1 (partieel afgesloten). Vanaf 2024 wordt met het doublet de aardwarmtewinning Bleiswijk herstart met de productieput VDB-GT-101 en de injectieput VDB-GT-02-S1.

2.3. Historie van het geothermisch systeem in de periode 2008 – 2021

In de periode 2008-2021 is door Van den Bosch in totaal ongeveer 18,6 miljoen m³ formatiewater geproduceerd. Door bijmenging van kouder productiewater uit ondiepere reservoirs daalde de gemiddelde productietemperatuur sinds 2016 van 60 naar ca 54 graden. Uit nadere analyse van de putintegriteit blijkt dat een deel van het productiewater in de periode 2016 – 2021 uit ondiepere reservoirs met een lagere temperatuur afkomstig was. De oorzaak hiervan was een falende integriteit van productieput VDB-GT-01-S1 (ref. 16).

De mogelijke consequenties van een onbalans tussen productie uit en injectie in het doelreservoir zijn geanalyseerd door Panterra (bijlage 12.6) in een SHA (level 2). Dit is beschreven in het hoofdstuk bodemtrilling. Conclusie van de SHA is dat er geen verhoogd risico is op het optreden van bodemtrilling ten gevolge de onbalans in productievolume en injectie volume in het doelreservoir (Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten).

De draw-down van de waterdruk ten gevolge van de onttrekking in de voormalige productieput VDB-GT-01 is tijdens de periode 2008-2021 nagenoeg onveranderd. De ontwikkeling van de draw-down in de productieput en de injectiedrukken in de injectieput impliceren dat er een goede connectiviteit is tussen productie- en injectieput in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten. De nieuwe productieput VDB-GT-101 wordt op ca. 75 meter afstand parallel aan de voormalige productieput VDB-GT-01-S1 geboord. De prognose is dat de draw-down en connectiviteit ongewijzigd zullen blijven ten opzichte van de productieperiode 2008-2021.

Op basis van de aan TNO-AGE aangeleverde productiedata blijkt dat in de periode 2014-2020 het aardwarmtesysteem produceerde met een gemiddeld debiet van 183 m³/uur en een maximum debiet van 215 m³/uur. In de periode 2008 t/m 2013 is door de voormalige vergunninghouder vermeldt dat het systeem in deze periode met een gemiddeld debiet van 156 m³/uur produceerde. De totale energieopbrengst sinds de start van productie tot en met december 2020 is voor het systeem ca. 2,4 PJ en totale watercirculatie ca. 18,6 miljoen m³ water.

3. Ondergrond

Een gedetailleerde beschrijving van de ondergrond van Bleiswijk is beschreven in de bij EZK ingediende eerste versie van dit winningsplan (refs 1.) in september 2019 door de rechtsvoorganger van IPS/85. Tevens is voor het naastgelegen aardwarmtesysteem Bleiswijk 1b de geologie beschreven bij de aanvraag SDE++ VDB-GT-09/10 (september 2021) (refs. 2). In beide rapporten zijn ook de referentieputten vermeld die zijn gebruikt voor de geologische onderzoeken van Panterra.

TNO heeft in 2006 een geologisch onderzoek uitgevoerd (ref. 3), ook is in 2012 onder leiding van Panterra een MSc afstudeeronderzoek uitgevoerd aan de TU Delft naar de geothermische productiereservoirs binnen de winningsvergunning Bleiswijk voor A+G van den Bosch BV

Het reservoir waaruit het doublet produceert zijn de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten.

Dit hoofdstuk geeft een beknopte samenvatting van de geologie alsmede een overzicht van de reservoir/formatiewater karakteristieken. De verwachte reservoir eigenschappen zijn gebaseerd op het de TNO audit/evaluatie op de SDE++ aanvraag, maart 2022 jl. (ref. 5).

3.1. Algemene beschrijving ondergrond

De doellocatie bevindt zich in het West Netherlands Basin. Dit bekken bevat een opeenvolging van sedimenten die sinds het Jura zijn afgezet op een basis van oudere formaties zoals het Trias en Rotliegend. Het Onder Krijt wordt gekenmerkt door ondiep marine afgezette sedimenten van de Vlieland Formatie. Figuur 3-1 toont de geologische stratigrafie op de projectlocatie tot een diepte van 1700 m.

Productie vindt plaats in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten door middel van productieput (producer) VDB-GT-101 en injectieput (injector) VDB-GT-02-S1 (Figuur 3-2). De Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten zijn ter plaatse 80 m dik (Tabel 3). Producer VDB-GT-101 vervangt de in 2021 onklaar geraakte en in 2022 geabandonneerde producer VDB-GT-01.

Het producerende doublet van aardwarmte Bleiswijk bevindt zich in een NW-ZO georiënteerd slenk-structuur. In deze slenk structuur is tot 2020 ook aardwarmte gewonnen uit de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten met het 3 km noordwestelijk gelegen aardwarmte doublet Bleiswijk 1b (VDB-GT-03 / VDB-GT-04). De winning van aardwarmte uit de Berkel/Rijswijk Zandsteen in Bleiswijk 1b is beëindigd en zal worden vervangen door winning uit de diepere gelegen Delft/Alblasserdam zandsteen laagpakketten.

Het reservoir waaruit door het Bleiswijk doublet wordt geproduceerd is aan de zuidzijde begrenst door de 'De Kieviet'-breuk. Deze breuk heeft een verzet van circa 300 meter (Figuur 3-2) en wordt voor de winning uit de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten als afgesloten breuk beschouwd.

Lithostratigraphic column VDB-GT-101 / VDB-GT-02-S1					Expected Depth (GL)		Depth (GL)		Common / Expected drilling hazards	Faults	Expected drilling hazards
Era	Group	Period	Formation	Member	Lithology	VDB-GT-101	VDB-GT-02-S1	VDB-GT-101	VDB-GT-02-S1		
Cenozoic	Upper North Sea	Quaternary	Naldwijk-Peize		Continental deposits, fluvial sand, silt and clay	0	0	0	0	Claybills, overpull, stuck pipe, swelling	No drilling hazards reported in well reports for PMA-GT-01 S-02 and VDB-GT-02 S-04
			Kraaieste		Very fine to coarse calcareous sand with some clay matrix	100	100	100	100		
		Tertiary	Dosse-thout		Very fine to very coarse sand, contains shell fragments	210	250	210	250		
			Breda		Medium grey to white sand with silt to sandy clay	301	350	301	350		
Mesozoic	Chalk	Cretaceous	Ommelanden			410	420	410	420	Layers of chert possible in top and bottom sections. Mudflows in possible hardening zones. Tight spot while PDCM. Possible swelling clay in bottom section. Trace pyrite, chert	
			Texel	Texel Marlstone	White and light to medium grey, shaly marls, in places very silty to very sandy. Bottom section contains some very clayey marls. Claybills in places. Traces of shell fragments, gillaster, pyrite and chert.	547	553	535	541		
	Holland	Cretaceous	Upper Holland Marl		Light grey and medium grey marls, characterized by a carbonate content which gradually increases towards the top.	590	598	581	589	Revolving (mud + clay) Claybills, overpull, swelling	1940m (MUD) mud losses reported in well PMA-GT-01-S02 1900-1100m - light spots in L31-GT-01 and -02 (possibly due to swelling clay)
			Middle Holland claystone		Grey and red brown calcareous shaly claystone with a distinctly lower fine sand than the under and overlying members.	817	802	806	835		
			Holland Greensand		Alternation of greenish grey, very clayey, very fine to fine grained, argillaceous sandstones.	905	900	894	900		
			Lower Holland Marl		Grey and red brown marl or calcareous, fossiliferous, frequently with intercalated argillaceous claystone beds.	961	1033	949	1052		
			De Lier		Alternation of thin bedded, very fine to fine grained argillaceous sandstones.	1124	1340	1115	1347		
			Vlieland claystone		Dark brownish grey to grey claystone. Mica and very fine light matter are common. Generally, the claystone are only very slightly calcareous.	1193	1475	1194	1403		
	Rijnland	Cretaceous	Vlieland		Light grey very fine to fine and medium to coarse grained sandstone. Locally gravelly, lignitic, locally calcareous or with calcareous concretions.	1570	2231	1555	2180	Mud losses (MUD) due to formation water	No drilling hazards reported in well reports for PMA-GT-02 S-02 and VDB-GT-02 S-04
			Berkel Sandstone		Alternation of fine grained, argillaceous sandstone and brown grey silty to sandy claystone.	-	-	-	-		
			Berkel Sand/Claystone		Light to medium grey sandstone with a very fine to medium and very fine grained sandstone.	-	-	-	-		
			Rijswijk		Light to medium grey sandstone with a very fine to medium and very fine grained sandstone.	-	-	-	-		
	Houwerker	Cretaceous	Houwerker		Medium to coarse grey, silty to sandy lignitic claystone with common laminated or contorted bedding, and lignite/coal beds.	1677	2425	-	-	Mud losses and/or influx of formation water in 2nd part of the member, ballooning, pyrite, cavings	
			Houwerker			1702	2410	1621	2550		

Figuur 3-1: Stratigrafie op projectlocatie VDB-GT-101 & VDB-GT-02-S1

3.2. Seismische gegevens

Verschillende publiekelijk beschikbare 3D seismische datasets rond de vergunning Bleiswijk zijn gebruikt voor de seismische interpretatie, voor de studie van PanTerra zijn deze datasets uiteengezet in Tabel 2.

Tabel 2: Lijst van seismische surveys (ref. 6).

Datasets	Lengte in line directie (m)	Lengte cross line directie (m)	Aantal in lijnen	Aantal cross lijnen	Interval lengte (m)
L3NAM1985P_2	11321.3	14698.97	736	567	20
L3NAM1990C	20601.52	38390.75	1921	1031	20
L3NAM1989K	30001.67	15531.8	778	1501	20
L3NAM1989A	14961.58	16198.57	811	749	20
L3NAM1989B	16061.31	18902.45	946	804	20

3.3. Coördinatensysteem

Alle gegevens zijn weergegeven in het RD-coördinatenstelsel.

3.4. Resultaten reservoir karakterisatie

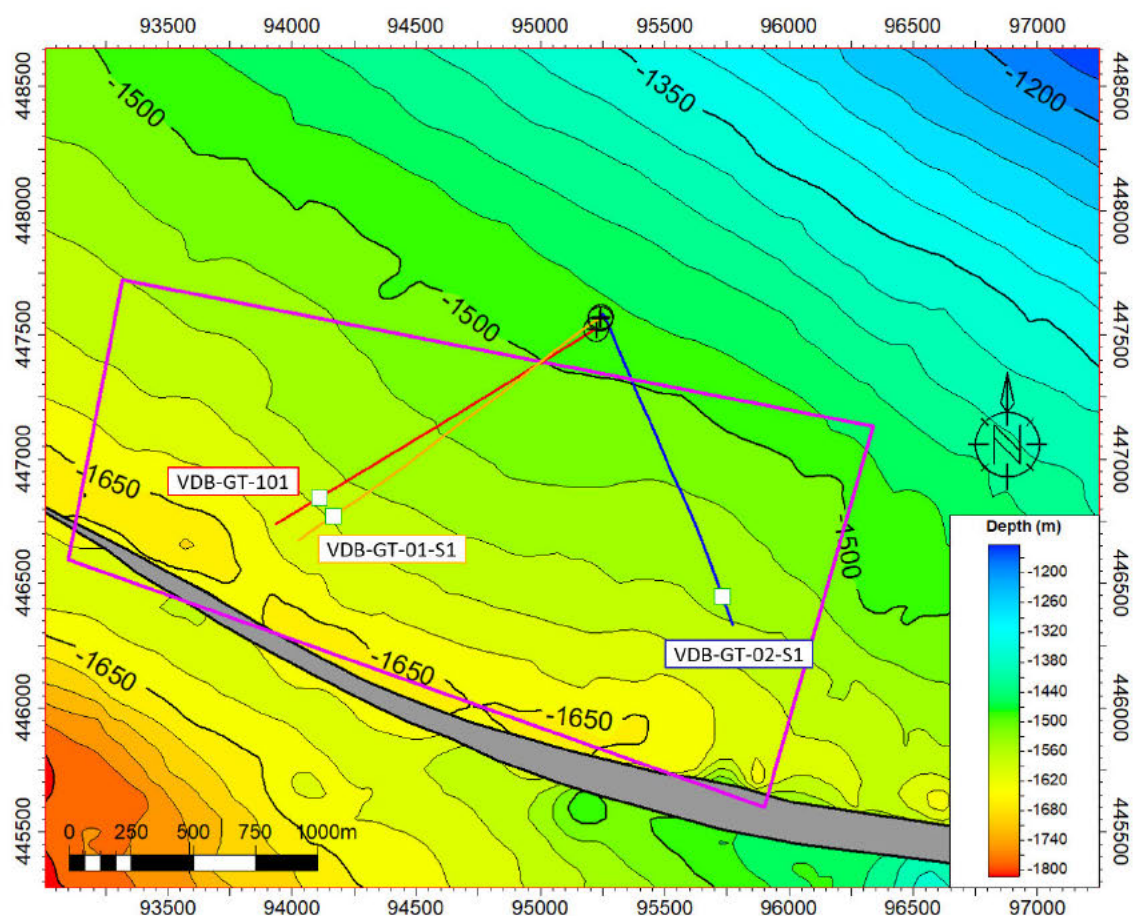
Aardwarmte wordt gewonnen door de productie uit de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten via de productieput VDB-GT-101. Injectie vindt plaats in dezelfde laagpakketten via de injectieput VDB-GT-02-

S1. De voormalige productieput VDB-GT-01-S1 is in juni 2022 partieel afgesloten en heeft op dit moment status “stand-by”. De relevante eigenschappen van deze reservoir zijn samengevat Tabel 3. Figuur 3-2 toont de dieptekaart van het doelreservoir “Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten” binnen het gebied van de winningsvergunning Bleiswijk, de bruto dikte is weergegeven in Figuur 3-3.

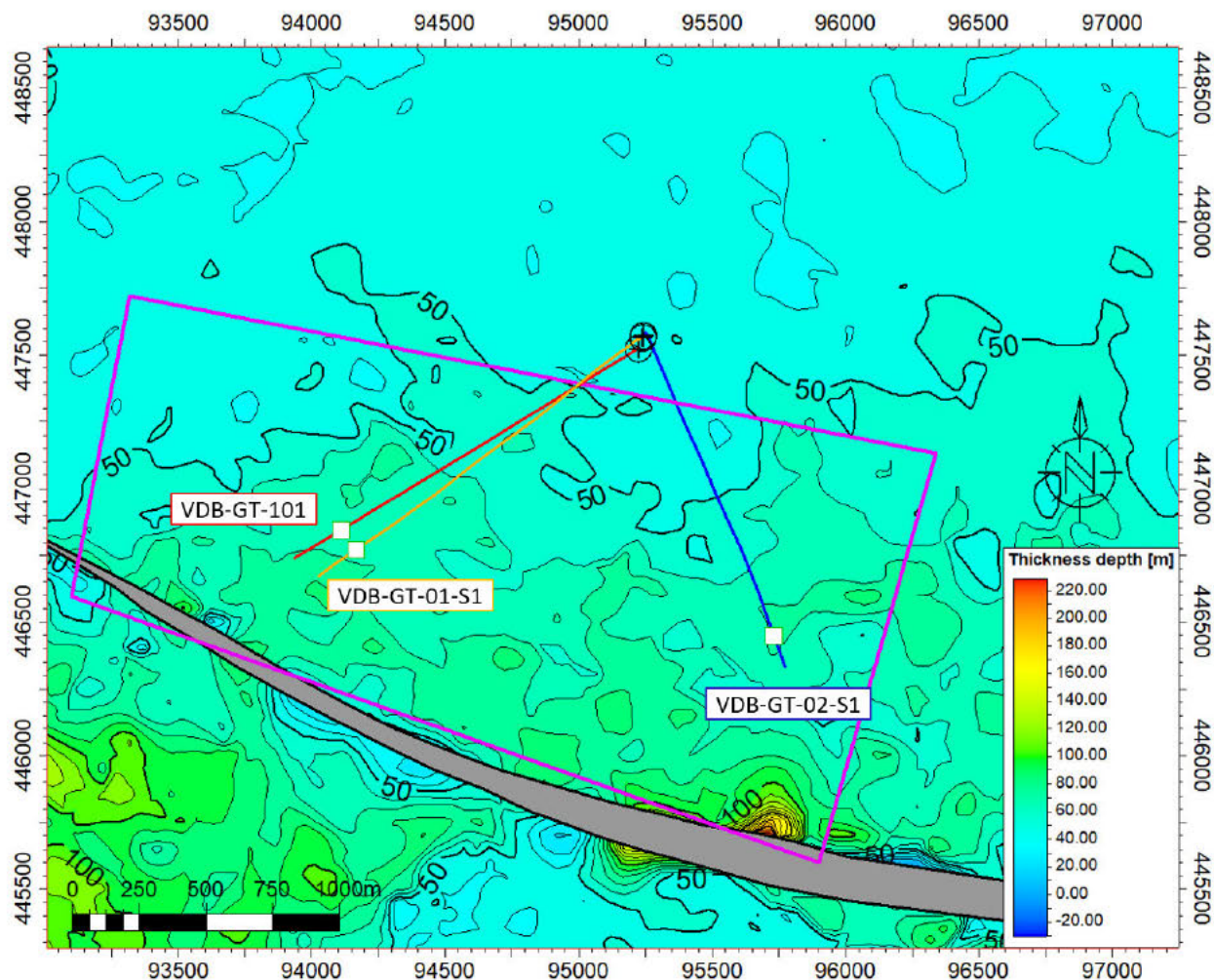
De temperatuurgradiënt bedraagt circa 3,02 °C per 100 m, met een oppervlaktetemperatuur van 10 °C. Op basis hiervan is de theoretische temperatuur aan de top van het doelreservoir (Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten) binnen de contour van de winningsvergunning Bleiswijk circa 60 °C.

Tabel 3: Gemiddelde reservoirparameters (referenties: 1, 2 & 3).

Parameters	Lage waarde	Midden waarde	Hoge waarde
Diepte top reservoir (m MD)	2008 (-10%)	2231	2454 (+10%)
Diepte top reservoir (m TVD)	1421 (-10%)	1579	1737 (+10%)
Bruto dikte (m)	72 (+10%)	80	88 (+10%)
Netto / bruto (%)	76 (+10%)	85	93 (+10%)
Gemiddelde porositeit (%)	15	20	21
Gemiddelde permeabiliteit (mD) uit petrofysica	300	371	530
Saliniteit (ppm)		110000	
K_h/k_v	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Geothermische gradiënt (C/km)	n.v.t.	0,031	n.v.t.



Figuur 3-2: Dieptekaart van de top reservoir (Berkel/Rijswijk) met productieput VDB-GT-101-S1, injectieput VDB-GT-02-S1 en de geabandonneerde put (VDB-GT-01-S1) incl. penetratiepunten van de top Berkel. De grenzen van de Bleiswijk winningsvergunning zijn in paars aangegeven.



Figuur 3-3: Diktekaart reservoir (Berkel/Rijswijk) met productieput VDB-GT-101-S1, injectieput VDB-GT-02-S1 en de geabandonneerde put (VDB-GT-01-S1) incl. penetratiepunten van de top Berkel. De grenzen van de Bleiswijk winningsvergunning zijn met paars aangegeven.

3.5. Formatiewater karakteristiek

In Tabel 4 en Tabel 5 wordt de samenstelling van het formatiewater en de gasbijvangst gegeven op basis van watermonsters en gasanalyse.

Tabel 4: Formatiewater karakteristieken productieput (ref.7).

Parameter	VDB-GT-01-S1
TDS (NaCl eq in ppm)	112326
Density (g/l)	1,05
Bubblepoint pressure (bar)	6,4
GWR (m ³ /m ³)	0.19
OWR (m ³ /m ³)	Nvt
Anorganische Componenten	(mg/l)
Bicarbonaten	185
Chloriden	60265
Sulfaten	135
Fluoriden	0,7
Silica	60,3

Ammonium	0,5
Calcium	4340
Magnesium	940
Strontium	344
Natrium	30900
Kalium	177
Mangaan	1,11

Tabel 5: Karakterisatie gassen en koolwaterstof inhoud (ref. 7).

	VDB-GT-01-S1
Anorganische Componenten	(%)
N ₂	13,42
CH ₄	84,70
CO ₂	0,02
C ₂ H ₆	1,86

4. Wijze van winning

4.1. Putontwerp en putintegriteit

De geothermieputten van IPS/85 zijn voorzien van meerdere barrières om contact tussen productiewater (en additieven) in de put en de omgeving te voorkomen. De productieput VDB-GT-101 wordt tot een diepte van 64 m -mv binnen een 24 inch conductor met een dubbele gecementeerde casing geplaatst. De injectieput VDB-GT-02-S1 heeft tot een diepte van 51 m een conductor en is eveneens voorzien van een dubbele gecementeerde casing. Onderstaande onderdelen zijn in het putontwerp geïdentificeerd als put barrières:

- Christmas tree with valves and Christmas tree connection
- Wellhead
- Conductor
- Casing
- Casing cement
- Casing with hanger and seal assembly
- Liner
- Liner cement
- Liner hanger + packer
- tubing hanger with seals

De productieput VDB-GT-101 wordt conform de industriestandaard duurzaam putontwerp (ref 12) dubbelwandig met annulus uitgevoerd. Waar mogelijk wordt als materiaal voor de binnenzijde van de dubbelwandige productie / injectie casing Cr13 toegepast (tie-back liner) . Door dit ontwerp wordt de buitenste casing beschermd en kan met behulp van de annulus de integriteit van de binnenste buis permanent worden gemonitord en gecontroleerd.

Corrosie inhibitor wordt alleen toegepast indien dat op basis van waarnemingen uit onder andere couponanalyse noodzakelijk wordt geacht. Indien gedurende de productieperiode de integriteit van de Cr13 liner niet meer afdoende is wordt deze vervangen. Met het putontwerp is de integriteit van de gehele put ten alle tijde geborgd door de kwaliteit van de buitenste casing van de dubbelwandige buis. De kwaliteit van deze buitenste casing wordt niet beïnvloed door het productiewater en het productieproces. De put VDB-GT-101 en VDB-GT-02-S1 zijn qua ondiepe barrières opgebouwd uit een geheide conductor waarbinnen een dubbelwandige verbuizing aanwezig is.

Voor de producteur VDB-GT-101 bestaan de put-barrières tot 64 m onder maaiveld (-mv) uit 3 buizen en 2 cement-barrières. Voor de injector VDB-GT-02 bestaan de put-barrières tot 51 m -mv uit 3 buizen en 2 cement-barrières. Dit allen is samengevat in Tabel 6 en Tabel 7 (ref. 8).

Als onderdeel van het WIMS wordt er frequent gemonitord. Op geregelde tijden worden de putten gelogd en worden inspecties uitgevoerd.

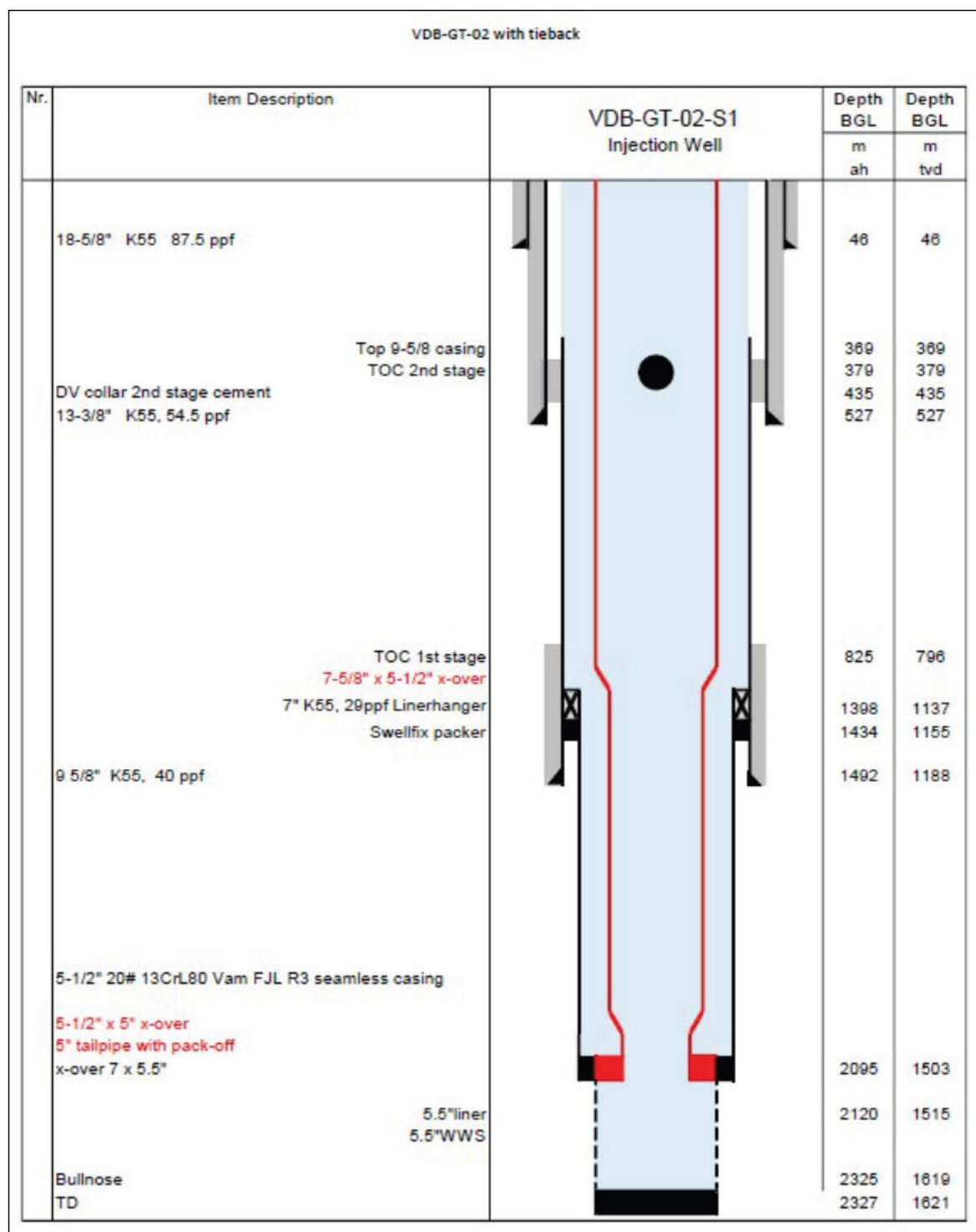
Tabel 6: Verbuizingsschema productieput VDB-GT-101 (all depths from GL)

Element naam	Weight (ppf)	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Roughness (mm)	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor 24"	94.62	0	64	0	64	24.000	23.625	0.15-4.0	X70	gelast
Tie-back liner 1 11 3/4"	54	0	955	0	828	11.750	10.880	0.15-4.0	L-80 13Cr	VAM TOP
Tie-back liner 1 7 5/8"	29.7	955	2135	828	1540	7.625	6.875	0.15-4.0	L-80 13Cr	VAM-TOP
Production tubing 8 5/8"	40	0	764	0	850	8.625	7.725	0.15-4.0	L-80	HC Polseal 1
Casing 1 13 3/8"	61	0	1015	0	870	13.375	12.515	0.15-4.0	L-80	VAM TOP
Liner 1 9 5/8"	40	955	2135	828	1540	9.625	8.921	0.15-4.0	L-80	BTC

6 5/8" WWS 300 Mircron (1 bottom blind joint)	24	2135	2309	1540	1668	6.625	5.921	0.15-4.0	L-80 13Cr	VAM TOP
---	----	------	------	------	------	-------	-------	----------	-----------	---------

Tabel 7: Verbuizingsschema injectieput VDB-GT-02-S1 (all depths from GL)

Element naam	Weight (ppf)	Top (MD)	Base (MD)	Top (TVD)	Base (TVD)	OD (")	ID (")	Roughness (mm)	Staalsoort	Type koppelingen
Conductor 18 5/8"	87.5	0	51	0	51	18.625	17.755	0.15-4.0	K-55	gelast
Tie-back liner 1 * 7 5/8"	29.7	0	1367	0	1125	7.625	6.875	0.15-4.0	L-80 13Cr	TSH-Blue DPLS SC85
Tie-back liner 2 * 5 1/2"	20	1367	2095	1125	1503	5.500	4.778	0.15-4.0	L-80 13Cr	Vam FJL
Casing 1 13 3/8	54.5	0	436	0	436	13.375	12.615	0.15-4.0	K-55	BTC
Liner 1 9 5/8"	40	369	1434	369	1155	9.625	8.921	0.15-4.0	K-55	BTC
Liner 2 7"	29	1398	2095	1137	1503	7.000	6.184	0.15-4.0	K-55	BTC
5 1/2" WWS 300 Mircron (first 25m blind pipe)	15.5	2095	2325	1503	1619	5.500	4.950	0.15-4.0	K-55	BTC



Figuur 4-3 Huidige status putconfiguratie VDB-GT-02-S1.

4.2. Putintegriteitmonitoring

De uitgangspunten en de werkwijze voor het monitoren, testen en repareren van de putten zijn door IPS vastgelegd in een Well Integrity Management Systeem (WIMS). Put barrières worden volgens het WIMS beheerd conform de ISO 16530-2. Verscheidene tests, inspecties en onderhoudsactiviteiten worden periodiek uitgevoerd om de integriteit van de barrières te monitoren en eventueel aanvullende maatregelen te nemen om de integriteit te waarborgen. Zie Tabel 9 voor een opgenomen monitoringsschema voor Bleiswijk putten zoals vastgelegd in het WIMP van Aardwarmte Bleiswijk.

Tabel 9: Overzicht van het monitoringsdoelen en -indicatoren van de productiefaciliteiten

Nr	Doelen en indicatoren*	Methode	Door	Frequentie	Registratie
1	C Productie temperatuur	T meting ESP, T meting voor en na warmtewisselaar	PLC	Continu	PLC
2	S Injectiedruk, injectiecapaciteit, injectiviteit	Persdruk meting injectiepomp, debietmeting	PLC	Continu	PLC
3	C/S Gas-Water ratio	Wordt niet toegepast.			
4	C/S Warmte overdracht efficiency warmtewisselaars	Delta T meting warmtewisselaars	PLC	Continu	PLC
5	S Verschildruk filters	N.v.t., geen filters in gebruik.			
6	C/S Drawdown, capaciteit ESP	Voordruk ESP, debietmeting	PLC	Continu	PLC
7	C/S Verschildruk warmtewisselaars (prim/sec)	Delta P meting warmtewisselaar	PLC	Continu	PLC
8	C/S Corrosie snelheid en zuurstof insluiting	Wordt niet toegepast.		Continu	PLC
9	C/S Zuurgraad formatiewater	Wordt niet toegepast.			
10	C Inhibitor dosering	Wordt niet toegepast.			
11	C/S Waterkwaliteit (gaskwaliteit n.v.t.)	Monsternamen en offline meting in lab	Operator	6-12 maandelijks	Rapportage lab analyse
12	C Corrosie snelheid	Wordt niet toegepast.			
13	S Scaling snelheid	Wordt niet toegepast.			
14	C Waterkwaliteit, IJzer, mangaan, chroom, 'iron counts'	Zie 11.			
15	S Filter residue analyse	N.v.t.			
16	C/S Mate van corrosie, diameter verbuizing (wijziging door	Logging (caliper, PTS, noise, EM, gamma ray etc.)	Operator/ derden	Op basis bedrijfsvoering en resultaat monitoring.	Rapportage logging
17	C/S Wanddikte staal ondergronds (ESP string)	Wanddikte meting (handmeting)	Operator / derden	ESP onderhoud	Verslag ESP onderhoud
18	C Wanddikte staal bovengronds	Wanddikte meting (handmeting)	Operator	Maandelijks	Verslag wanddiktemetingen
19	S Gewicht filters	N.v.t.			
20	C/S Besmetting NORM	Handmeter en lab analyses monsters	Operator / NRG	Bij onderhoud en inspecties	Verslag NORM metingen
21	C Restconcentratie inhibitor(s)	N.v.t.			
22	C Wellhead en annulus druk monitoring	Persdruk, annulaire druk en ESP druk meting	PLC	Continu	PLC

* Doel: S – scaling monitoring en C – corrosie monitoring (C/S beiden).

Hulpstoffen

Daar waar materialen zijn toegepast die kunnen corroderen in contact met de geproduceerde of geïnjecteerde vloeistoffen is het mogelijk een corrosie remmer (corrosion inhibitor) toe te passen. Het gebruik van Cr10 liners heeft naar verwachting minder corrosie tot gevolg. Het gebruik van hulpstoffen zal zo veel als mogelijk beperkt te worden en de middelen die eventueel toegepast worden zullen voldoen aan alle vigerende stoffenregelgeving zoals REACH en de biocidenregelgeving.

IPS voegt naar verwachting pas na 3 jaar productie een corrosion inhibitor toe door middel van een inhibitorstring in de productieput. Toepassing van inhibitor wordt gebaseerd op basis van de monitoring van het corrosieproces middels couponanalyse, (visuele) filterresidu inspecties en water analyses. In het WIMS wordt deze procedure geïmplementeerd. Een in de praktijk gebruikelijk hoeveelheid inhibitor is circa 0,005 l/m3 geproduceerd formatiewater. Voor de aardwarmtewinning Bleiswijk zal bij toepassing van inhibitor circa 8,8 m3 per jaar gebruikt worden. IPS zal maandelijks aan TNO-AGE de hoeveelheden inhibitors rapporteren die gebruikt worden.

4.3. Installatie

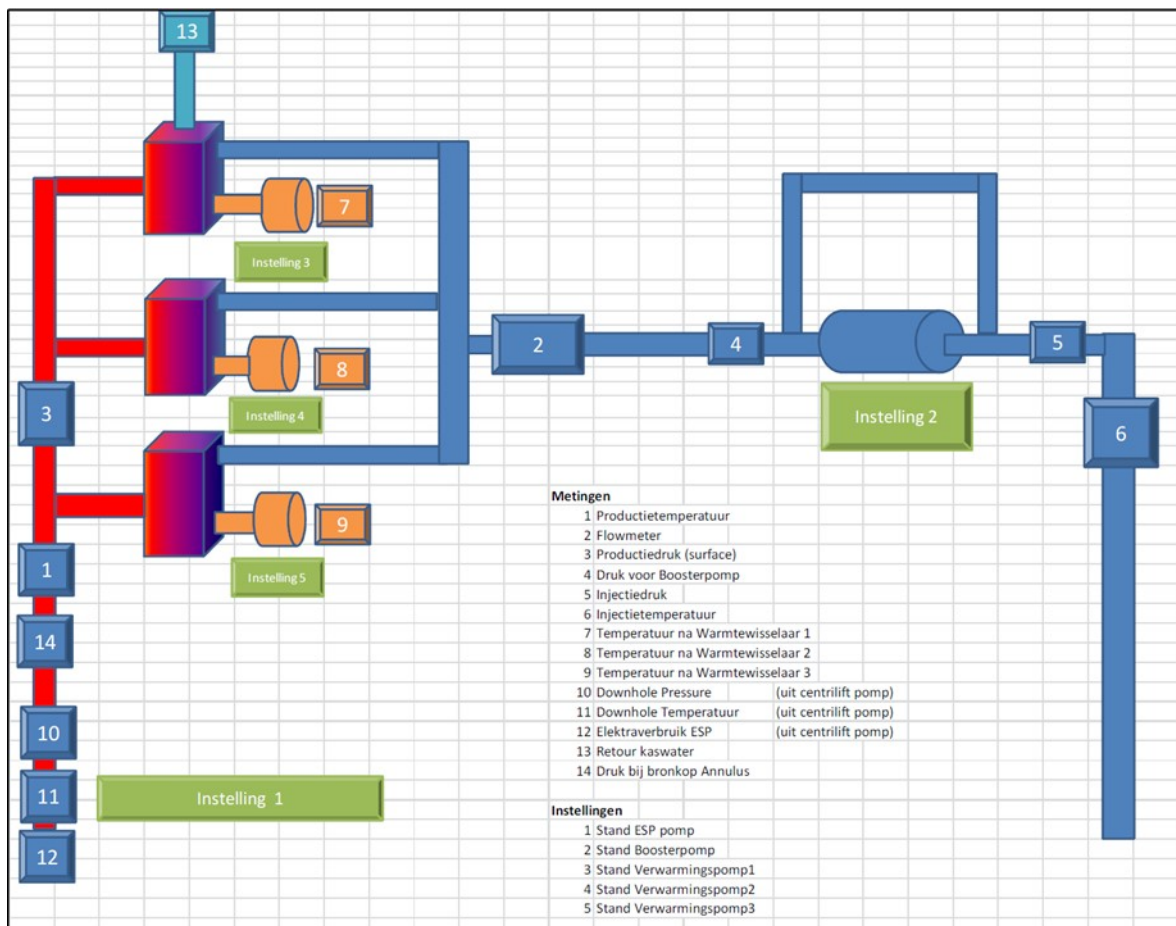
In Figuur 4-4 is een schematisch overzicht van de installatie weergegeven, inclusief de locaties van de meetsondes waarmee het debiet, de drukken en temperaturen worden gemonitord en geregistreerd.

Bij de onttrekking van warmte uit formatiewater wordt mee-geproduceerd geogas afgevangen met een mobiele ontgassingsinstallatie. Het geogas wordt op de locatie verwerkt en aangewend in de aanwezige WKK van A & G van den Bosch. De ingeschatte hoeveelheid geogas per m3 geproduceerd formatiewater is 0,19 Nm3(ref. 7).

De installaties en de procesautomatisering worden zo ontworpen dat onder meer de volgende doelen ingevuld kunnen worden:

- stabiele operatie met een zo constant mogelijke warmteproductie en betrouwbare levering van warmte;
- fail safe ontwerp. Installaties gaan naar een veilige situatie in geval van bijzondere situaties/omstandigheden;
- minimale milieueffecten en minimale hinder voor omwonenden

Het putterterrein is omsloten met een hek, zodat toegang tot de winningslocatie alleen mogelijk is voor bevoegd personeel van de winning. Nabij de locatie is een parkeerplaats voorzien voor personeel. Het buitenterrein is ten o.a. behoeve van het kunnen uitvoeren van de boringen bouwrijp gemaakt en daarvoor met een vloeistof kerende verharding ingericht als 'boorplaats'. De aardwarmtecentrale is direct aangrenzend aan de boorplaats opgericht.



Figuur 4-4: Schematisch overzicht van de boogde installatie waar ook de positie van de meetsondes eenduidig is aangegeven.

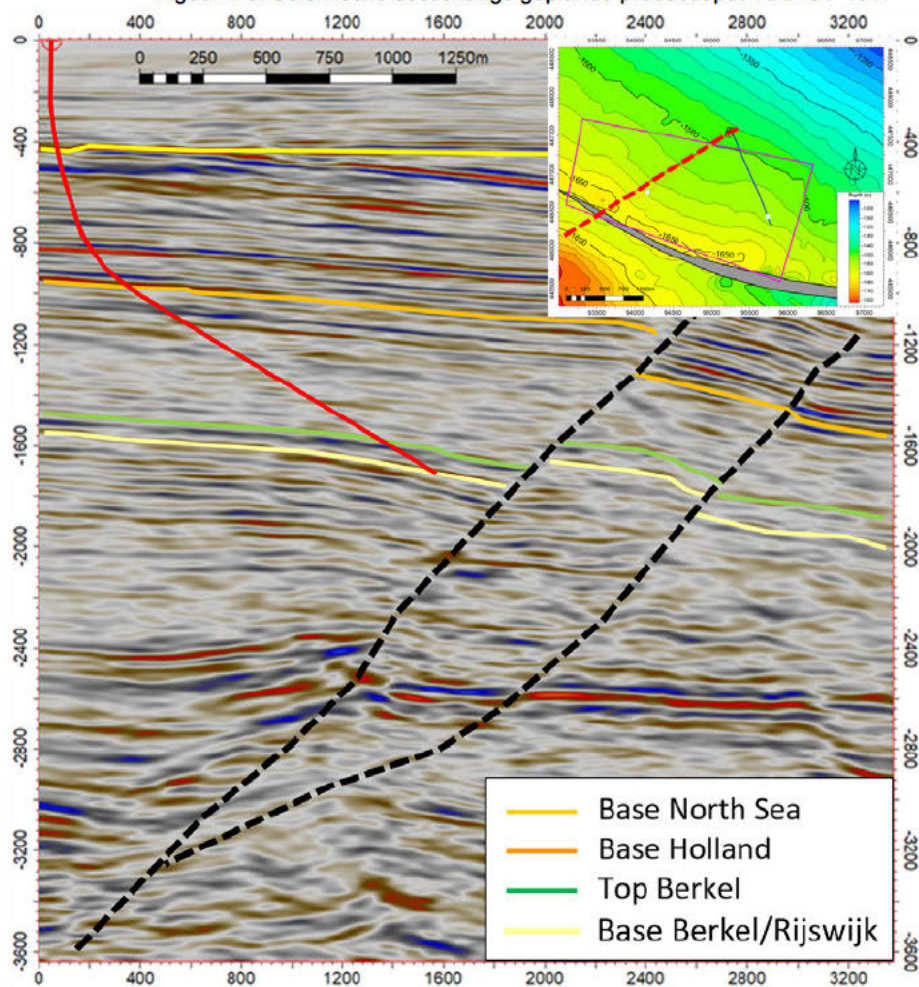
4.4. Beoogde ondergronds systeemconfiguratie

De aardwarmte putten staan afgebeeld in Figuur 3-2. Het doublet bevindt zich circa 660 meter ten noordoosten van de 'De Kieviet' breuk. De afstand tussen producer en injector is circa 1790 m ter plaatse van het midden van de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten. Relevante coördinaten en dieptes van de putten staan in Tabel 10.

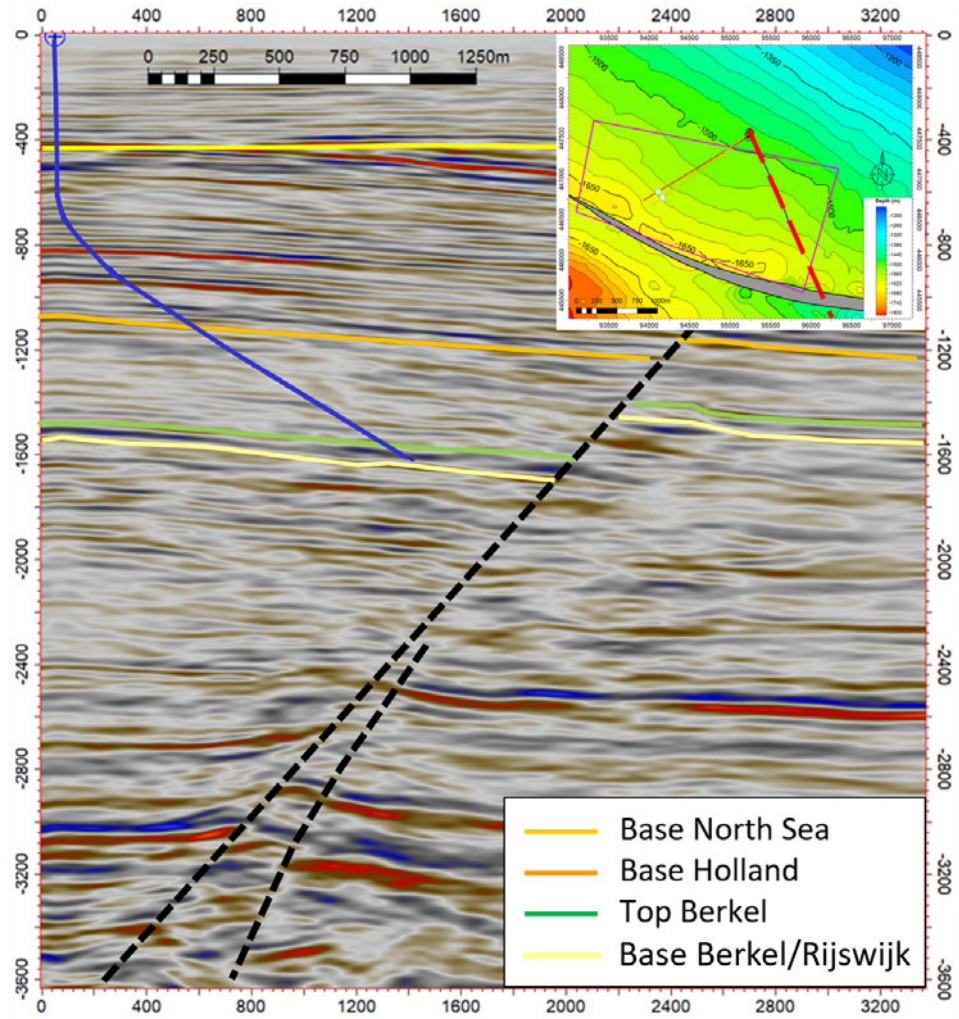
Tabel 10: Coördinaten voor de putten.

Putnaam	VDB-GT-101 (gepland)	VDB-GT-02-S1
Type put	Productie	Injectie
X RD (m) oppervlaktelocatie	95224.1	95243.0
Y RD (m) oppervlaktelocatie	447526.9	447576.0
X RD (m) top Berkel/Rijswijk zandsteen	94112	95733
Y RD (m) top Berkel/Rijswijk zandsteen	446845	446449
X RD (m) einddiepte	93936	95773
Y RD (m) einddiepte	446736	446332
Einddiepte (m TVD)	1702	1621
Einddiepte (m MD)	2470	2300

Figuur 4-5: Seismische sectie langs geplande productieput VDB-GT-101.



Figuur 4-6: Seismische sectie langs bestaande injectieput VDB-GT-02-S1



4.5. Reservoir integriteit

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 maximaal toelaatbare injectiedruk aan maaiveld is te bepalen op basis van het SodM-protocol. Onderstaand is de berekening uit het SodM-protocol van de maximale injectiedruk met correctie voor uitkoeling van het formatiewater van meer dan 40 graden weergegeven.

De maximale injectiedruk, de maximale Tubing Head Pressure (THP) op de injectieput is:	
$THP_{max} = TVD * (0,135 - dP) - \text{temperatuureffect [bar]}$	
Waarbij:	
TVD	Verticale diepte van de injectieput, gemeten vanaf het maaiveld tot de top van het reservoir (gemeten in meters, TVD)
dP	Hydrostatische druk gradiënt van het lokale injectiewater als functie van het zoutgehalte (gemeten in bar/m)
0,135 bar/m	Deze constante waarde is gebaseerd op een conservatieve waarde voor de kleinste horizontale gesteentespanning.
Temperatuureffect	Indien de uitkoeling groter is dan 40 graden Celsius geldt voor elke graad extra uitkoeling, één bar temperatuureffect. Is de uitkoeling minder dan 40 graden Celsius dan vervalt deze term. = (dT - 40), waarbij dT de mate van uitkoeling is in graden Celsius.

Voor de aardwarmtewinning Bleiswijk is conform SodM-protocol de THP bepaald op:

Uitgaande van TVD ter plaatse van injector Top Berkel Zandsteen = 1415 m -mv
 Hydrostatische drukgradiënt van lokale injectie water = $1,05 * 0,098$ = 0,103 bar/m
 Maximale uitkoeling 45 graden tov 60 graden reservoir temp: dT- 40 = 5
 Waarmee de maximale THP (zonder drukval in put) berekend is op = **40,3 bar**

In de injector VDB-GT-02-s1 wordt een tie-back liner aangebracht. Hierdoor is de binnendiameter van de injectieput afgenomen. Op basis van dit aangepaste putontwerp zijn door WEP (ref 13) dynamische drukval berekeningen uitgevoerd. Bij debieten van respectievelijk 200, 220 en 240 m3/h is de berekende drukval respectievelijk 19,9 ; 24,0 en 28,5 bar. Zie bijlage 12.7 en onderstaande overzicht.

Well	SodM/TNO Protocol							Pressure loss		
	Top Berkel SS (mTVD GL)		Density Brine (g/cm ³)		Maximum Injection ΔP @ aquifer (bar)	Correction for ΔT > 40 °C (bar)	Corrected max. injection ΔP (bar)	Injection rate (m ³ /hr)	Dynamic ΔP well (bar)	Maximum allowed injection pressure @WH (bar)
VDB-GT-02	1415	$x (0,135 - ($	1,05	$x 0,0981)) =$	45,3	- 5,0	40,3	200	19,9	60,2
								220	24,0	64,3
								240	28,5	68,8

Bij een injectietemperatuur van 15 graden is op basis van dynamische drukval en SodM protocol de maximale THP **60,2 ; 64,3 en 68,8 bar** bij debieten van respectievelijk 200, 220 en 240 m3/h.

4.6. Operationele instellingen

De operationele begrenzings van de productie in de periode 2024-2039 zijn weergegeven in tabel 12. De onderbouwing van de maximale THP is beschreven in paragraaf 4.5. De operationele begrenzing van maximale druk in de bovengrondse installatie is 44 bar en daarmee lager dan de toelaatbare maximale injectiedruk op basis van de reservoir integriteit en drukval. In de huidige omgevingsvergunning is een maximale operationele injectiedruk opgenomen die gebaseerd is op het SodM injectie-protocol uit 2013. Daarin zijn de effecten van verdere uitkoeling en drukval in de injectieput nog niet meegerekend. IPS zal een aanvraag verzenden om deze waarde in de WABO aan te passen naar 68,8 bar.

Tabel 12: Operationele parameters.

Operationele begrenzing	waarde	dimensie
Max injectiedruk operationeel	68,8	bar
Tubing Head Pressure toegestaan volgens SodM protocol met 5 graden uitkoeling	40,3	bar
Max injectiedruk WABO *	45	bar
Max injectiedruk verbuizing (7 5/8" - 5.5" injectie string)	475	Bar (7 5/8", 5.5" has got higher burst rating than 7 5/8")

*Er wordt een verzoek ingediend de maximale injectiedruk in de WABO aan te passen aan de maximale THP.

Tabel 13: Productie parameters.* = injectiedruk aan maaiveld + hydrostatische kolom – dynamische drukval

Geothermisch systeem	Prognose waarde(max)
Debiet geproduceerd water (m ³ /uur) - gemiddeld	220
Debiet geproduceerd water (m ³ /uur) - max	240
Volume gewogen gemiddelde temperatuur van het productiewater (°C)	60
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	10
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	10
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	3
Olie / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Sm ³ /m ³)	NVT
Gas / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Nm ³ /m ³)	0,19
Condensaat / water ratio indien onttrokken uit het reservoir (Sm ³ /m ³)	NVT
Hoeveelheid ingebrachte inhibitor in de productieput (l/m ³)	NVT
Debiet geïnjecteerd water (m ³ /uur) - gemiddeld	220
Debiet geïnjecteerd water (m ³ /uur) - max	240
Volume gewogen gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gemeten tussen warmtewisselaar en de injectieputmond (°C)	15-25
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar) bij 220 m ³ /h	33** (9 + 24 bar)

Gemiddelde operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar) bij 220 m ³ /h	$9 + 156 = 165$
Maximale druk van aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar) bij 240 m ³ /h	$40,3 + 28,5 = 68,8$
Maximale operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	$40,3 + 156 = 196,3$
Hoeveelheid ingebrachte inhibitor in de injectieput (l/m ³)	***
Aantal vollasturen per jaar (uur)	8000
Max Geïnstalleerd vermogen installatie (MW _{th})	11,4
Hoeveelheid benodigde elektrische energie (kWh/yr)	4752000
Verwachte levensduur (aantal jaren)	15

** Historische productiegegevens geven een benodigde “overdruk” van 8 bar om 200 m³/h te injecteren.

***Indien noodzakelijk wordt na circa 3 jaar inhibitor toegepast met verwachte hoeveelheid van ca. 8,8 m³/jaar

5. Prognose winning

5.1. Historische winning

Aangezien op de locatie aardwarmte Bleiswijk reeds sinds 2008 aardwarmte gewonnen is, is een overzicht van de historische productie in dit hoofdstuk opgenomen. De totale productie uit de periode 2008-2021 is bepaald op basis van analyses van TNO-AGE op 18,6 miljoen m³. Voor zover beschikbaar zijn de historische productieparameters weergegeven in onderstaande tabel. Op basis van de data wordt duidelijk dat de temperatuur van de productie in 2016 gedaald is naar 54 graden. De oorzaak hiervan is nader onderzocht. Op basis van inspectie van de oorspronkelijke productieput is waargenomen dat door een falende integriteit van VDB-GT-01 instromend formatiewater uit ondiepere aardlagen is mee-geproduceerd. Op basis van de falende integriteit is deze productieput geabandonneerd. De mogelijke gevolgen van onbalans in productie- en injectievolume in het doelreservoir (Berkel Zandsteen) zijn door Panterra in een SHA-level 2 onderzocht (zie bijlage 12.6 ...). Panterra concludeert dat ten gevolge van de periodieke onbalans tussen productie- en injectievolume geen toename van seismische risico's zijn opgetreden.

Tabel 11: Historische productiedata periode 2008 -2021

Jaar vanaf status datum	Jaar	Prod. Temp. (°C)	Hoeveelheid water (mln m ³)	Energie (GJ)	Inhibitor (m ³)	Gas (m ³)	Olie (m ³)	Aantal vollast uren (hrs)	Energie-consumptie (kWh)
2008	1	60	1,24	154124	0	0	0	8541	5124600
2009	2	60	1,21	151325	0	0	0	8547	5128200
2010	3	60	1,28	116102	0	0	0	8569	5141400
2011	4	60	1,33	165470	0	0	0	8512	5107200
2012	5	60	1,28	160021	0	0	0	8601	5160600
2013	6	60	1,44	192444	0	0	0	8568	5140800
2014	7	60	1,58	203745	0	0	0	8706	5223600
2015	8	60	1,49	194219	0	0	0	8612	5167200
2016	9	60 - 54	1,58	192444	0	0	0	8725	5235000
2017	10	54	1,29	180061	0	0	0	8641	5184600
2018	11	54	1,68	172193	0	0	0	8702	5221200
2019	12	54	1,67	173224	0	0	0	8702	5252465
2020	13	54	1,49	147324	0	0	0	7272	4667787
2021 tot half juni	14	54	0,80	78926	0	0	0	3984	2491169

5.2. Prognose winning 2024 - 2038

De herstart van de productie is voorzien in januari 2024. Voorafgaand aan de productie zal met de installatie een korte productietest worden uitgevoerd in de aangepaste configuratie met producer VDB-GT-101. De productieprognose is gebaseerd op 8000 vollast uren met een gemiddeld debiet van 220 m³/h en een injectietemperatuur van 15 graden. De productieperiode is 15 jaar tot het einde van de looptijd van de winningsvergunning december 2038. In de deze periode zal 26,4 miljoen m³

formatiewater geproduceerd worden. De operationele productieparameters van de winning zijn beschreven in paragraaf 4.6.

Het vermogen van het doublet volgt uit de geologische parameters, operationele instellingen en putconfiguratie. DoubletCalc1D invoer parameters en resultaten zijn opgenomen in Bijlage 12.1. Het beoogde gemiddelde debiet is 220 m³ /uur gemiddeld gedurende 8000 vollasturen. Bij een gemiddelde uitkoeling van 60 naar 20 graden volgt hieruit een vermogen van ca. 9,1 MW. Bij de uitkoeling naar 15 graden is het vermogen 10,3 MW. Op basis hiervan wordt uit de aardwarmte jaarlijks in totaal ruim 296352 GJ energie geproduceerd (Tabel 14.)

Het jaarlijkse volume bijvangst van gas is gebaseerd op een gehalte van 0,19 m³/m³ formatiewater. Bij een jaarlijkse productie van 1,76 miljoen m³ formatiewater is de gasbijvangst 334.400 m³/jaar. Over de gehele winningsperiode van 15 jaar is dit 5.016.000 m³ gas.

Tabel 14: Verwachte productie van het doublet onder standaard operationele condities, in GJ/jaar.

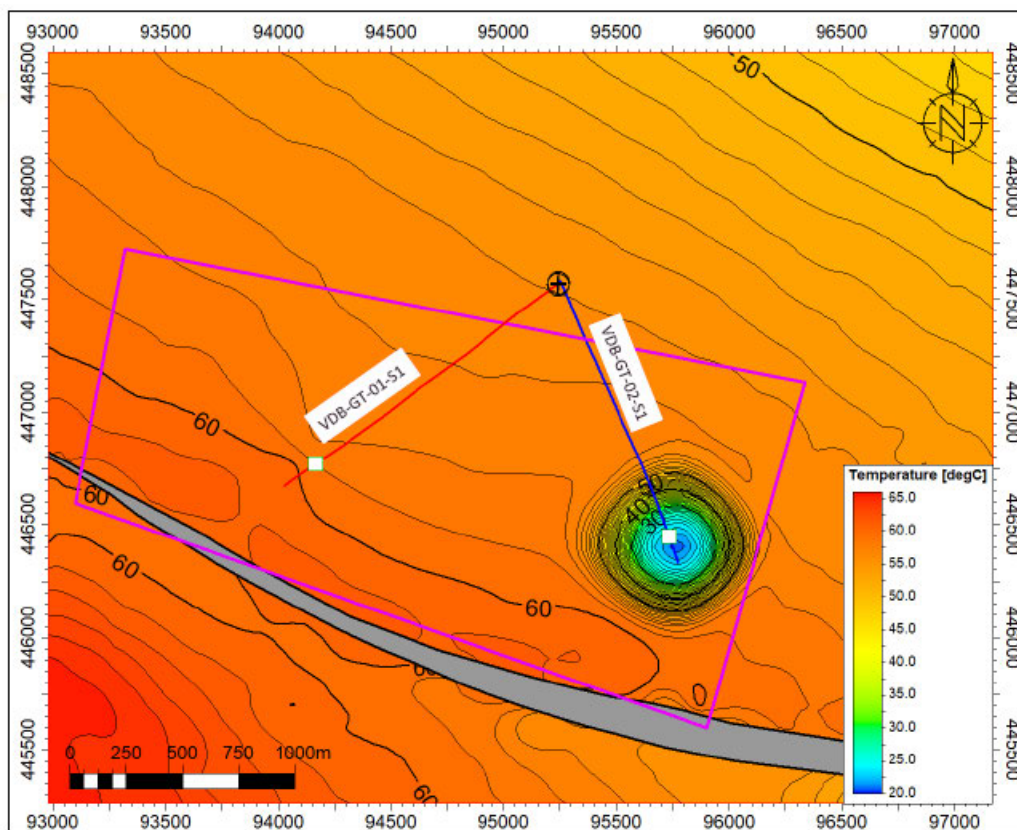
Jaar vanaf start datum 2024	Jaar(vanaf huidig winnings- plan	Prod. temp. (°C)	Hoeveel heid water (mln m ³)	Energie (GJ) op 220 (m ³ / uur), 10,29MW	Inhibi tor (m ³)	Gas (m ³)	Olie (m ³)	Aantal vollast uren (u)	Energie- consumptie (kWh)
2024	1	60	1,76	296352	0	334400	0	8000	4752000
2025	2	60	1,76	296352	0	334400	0	8000	4752000
2026	3	60	1,76	296352	0	334400	0	8000	4752000
2027	4	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2028	5	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2029	6	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2030	7	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2031	8	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2032	9	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2033	10	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2034	11	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2035	12	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2036	13	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2037	14	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000
2038	15	60	1,76	296352	8,8 *	334400	0	8000	4752000

* inhibitor op basis van prognose 0,005 l/ m³ formatiewater – toepassing afhankelijk van couponanalyse corrosie.

5.3. Toekomstige ontwikkeling

De vergunninghouder (IPS/85) is voornemens in de nabije toekomst ook van diepere doelreservoirs in de winningsvergunning gebruik te maken. Dat zijn de Delft en Alblaserdam zandsteen laagpakketten van de Nieuwerkerk formatie. Hiertoe wordt op dit moment onderzoek gedaan en verdere projectontwikkeling. Wanneer deze plannen in een meer gevorderd stadium zijn zal er voor toestemming tot winning uit genoemde reservoirs een aanvraag worden ingediend bij EZK.

Voor de simulatie met het DoubletCalc2D-model is hiervoor een constant debiet van 163 m³/h bij een fulltime productie (8760 vollast uren) als uitgangspunt genomen.

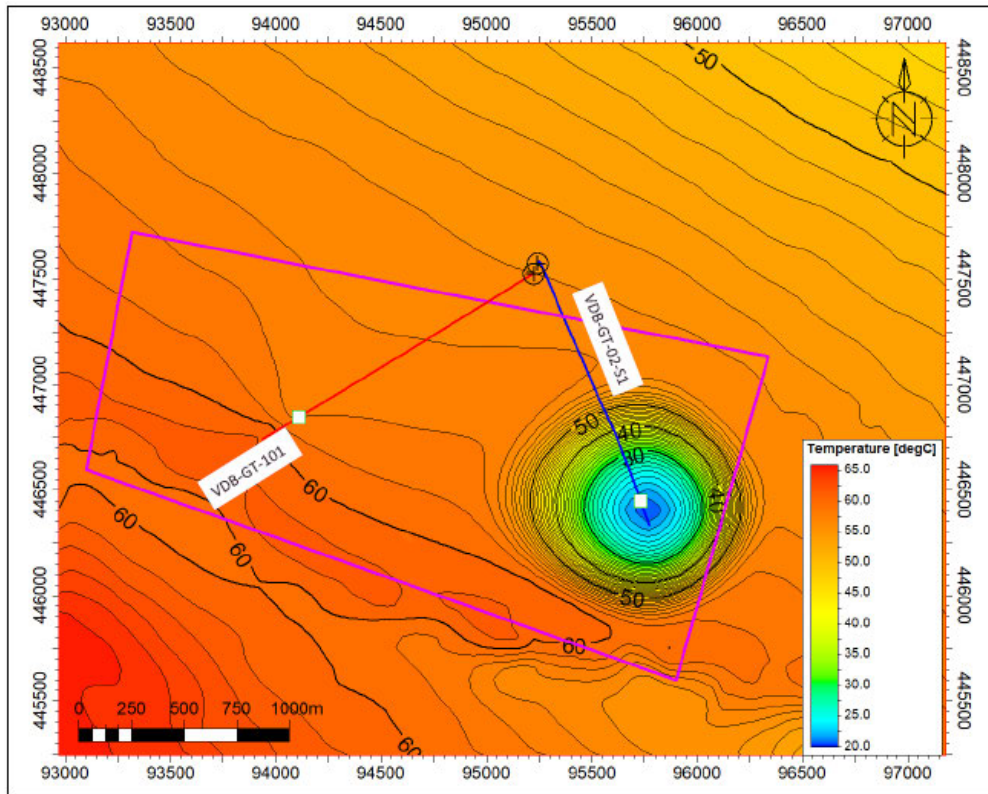


Figuur 6-2a: Berekende temperatuurdistributie in 2024 bij aanvang hervatten van de winning

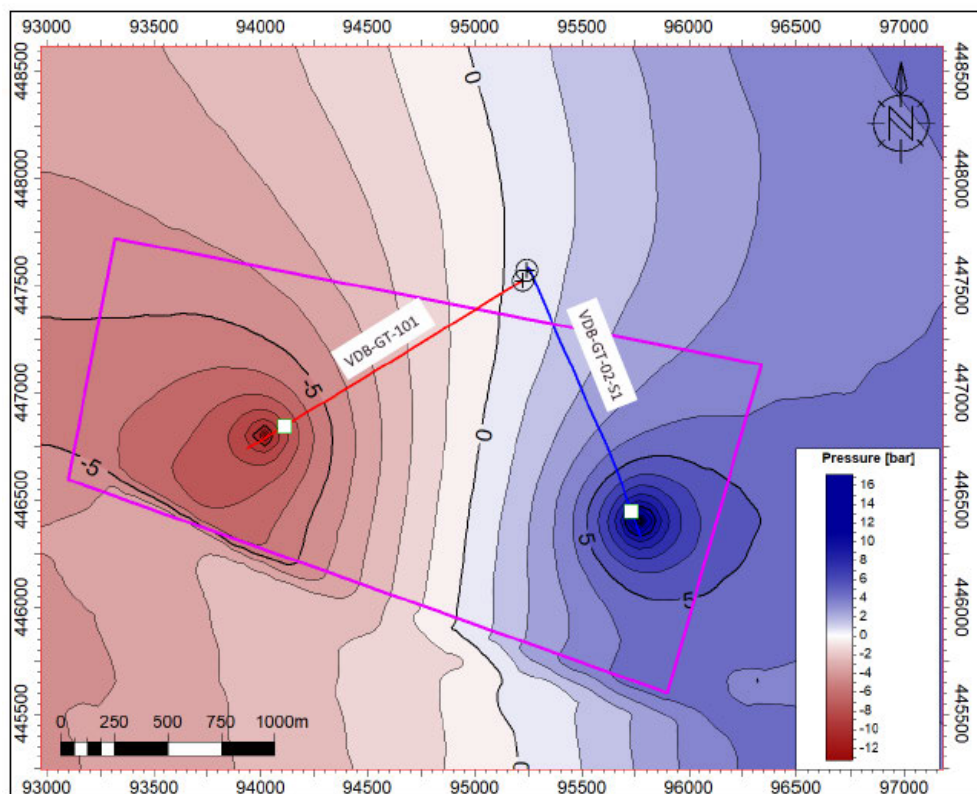
De gemodelleerde reservoirtemperatuur ten gevolge van de winning 2008–2021 is weergegeven in Figuur 6-2a. De temperatuurdistributie toont dat ten gevolge van de historische injectie in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten de temperatuur van het reservoir tot net over de oostgrens van de winningsvergunning Bleiswijk is afgekoeld. Aangezien sinds voorjaar 2021 niet wordt gewonnen zal de werkelijke afkoelingscontour iets kleiner zijn.

Voor de periode 2024-2028 is het geprognostiseerde totale productievolume 26,4 miljoen m³. Het productievolume in deze periode is gebaseerd op 15 jaar productie met 8000 vollast-uur per jaar en een gemiddeld debiet van 220 m³. Het totale productievolume over de tijdsduur van de winningsvergunning (2008 – 2038) is 45 miljoen m³. Om met DoubletCalc2D de temperatuur- en druk-effecten na 30 jaar winning te modelleren is gerekend met 30-jaar productie met 8760 vollast-uren/jaar en een gemiddeld debiet van 171 m³/uur.

De gemodelleerde effecten op reservoirtemperatuur en hydrostatische druk aan het eind van de winning zijn weergegeven in Figuur 6-2b en Figuur 6-3. De temperatuurdistributie toont dat een deel van de afkoeling in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten zich bevindt buiten de contour van de winningsvergunning. De 1 graden temperatuurdaling-contour strekt zich uit tot ca 200 meter buiten de oostgrens van de winningsvergunning van Bleiswijk. Op de oostgrens van de winningsvergunning is de gemodelleerde temperatuur van het formatiewater 40 graden Celsius. In verband hiermee is met de vergunninghouder van het aangrenzende gebied (Opsporingsvergunning Bleiswijk 6, Wayland) contact opgenomen. In overleg met de vergunninghouder is de berekende negatieve beïnvloeding van de reservoirtemperatuur door Wayland, vergunninghouder van toekomstig winningsvergunning Lansingerland III, acceptabel geacht. Wayland heeft bij een toekomstige winning uit hetzelfde reservoir voordeel van de drukdistributie die de injectie in VDB-GT-02 veroorzaakt. Wayland ondervindt geen economisch nadeel ten gevolge van de geringe overschrijding van het koudefront op de oostgrens van de winningsvergunning van Bleiswijk.



Figuur 6-2b: Kaart met verwachte temperatuurdistributie in de Berkel/Rijswijk in 2038



Figuur 6-3: Kaart met de drukdistributie in het reservoir aan het eind van de winning eind 2038

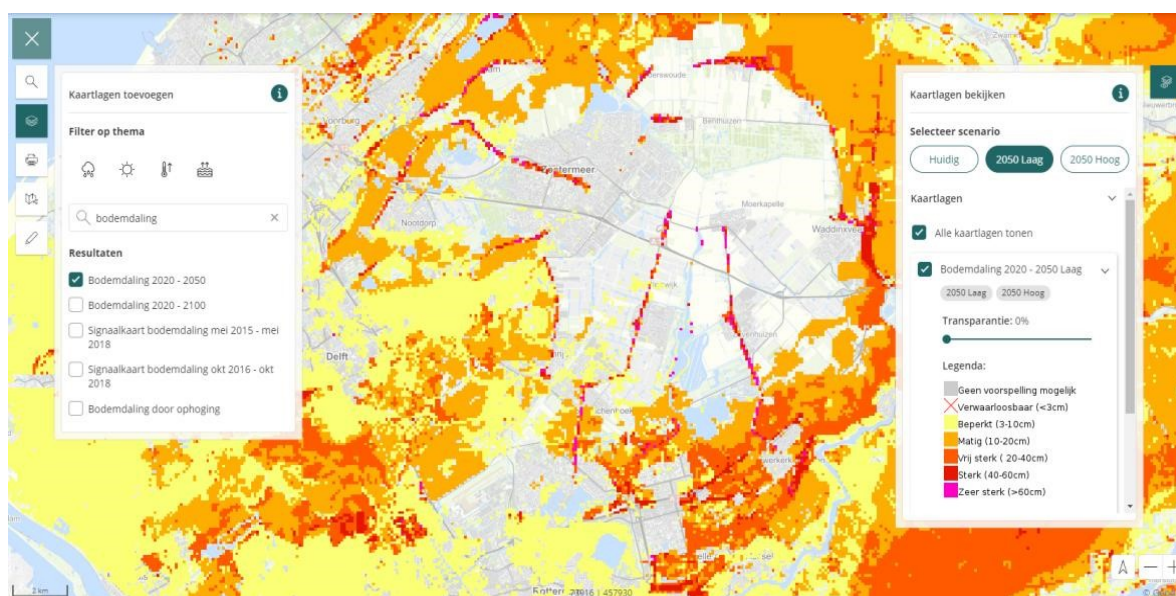
Beïnvloeding van de aardwarmtewinningen Lansingerland I en II, ten zuiden van de aardwarmtewinning van Bleiswijk is ten gevolge van de aanwezige “Kieviet-breuk” niet te verwachten. De breuk heeft een verzet van ca. 300 meter (Figuur 3-2) en wordt voor de winning uit de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten als afgesloten breuk beschouwd.

7. Natuur en milieu

7.1. Bodemdaling of -stijging

Op basis van de berekeningen met DoubletCalc2D is de maximale bodemdaling ten gevolge van de productie van Aardwarmte Bleiswijk kleiner dan 0,2cm aan het eind van de winningsperiode in 2038.

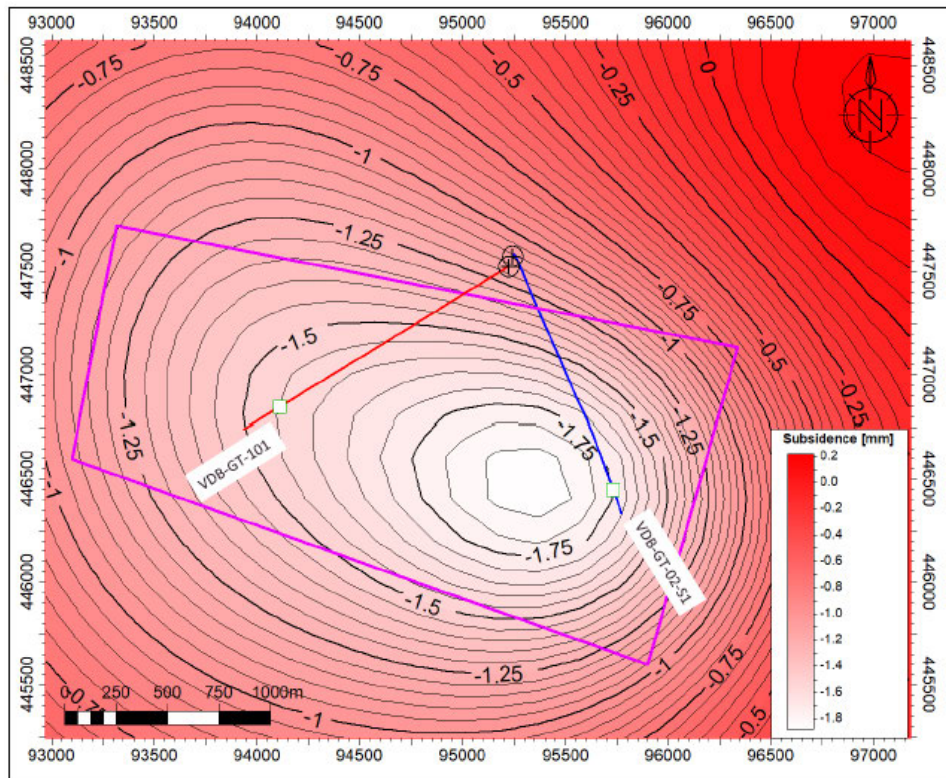
De Klimateffect-atlas(Figuur 7-1) geeft een inschatting van de optredende autonome bodemdaling tussen 2016-2050. Dit is de bodemdaling zonder rekening te houden met aardwarmtewinning. In de klimateffect-atlas is weergegeven dat in de omgeving van Bleiswijk de autonome bodemdaling varieert in de ordegrrootte van 3 tot 10 cm (beperkt) tot verwaarloosbaar <3 cm. Een bodemdaling/stijging als gevolg van de voorgenomen aardwarmtewinning in dit gebied is daarmee niet of nauwelijks meetbaar aan het maaiveld en is dermate gering dat het niet zou kunnen resulteren in schade aan gebouwen en infrastructuur, noch nadelige gevolgen voor natuur en milieu zou kunnen veroorzaken.



Figuur 7-1: Klimateffectatlas, bodemdaling 2020-2050 project gebied.

Toelichting bodemdaling aardwarmtewinning

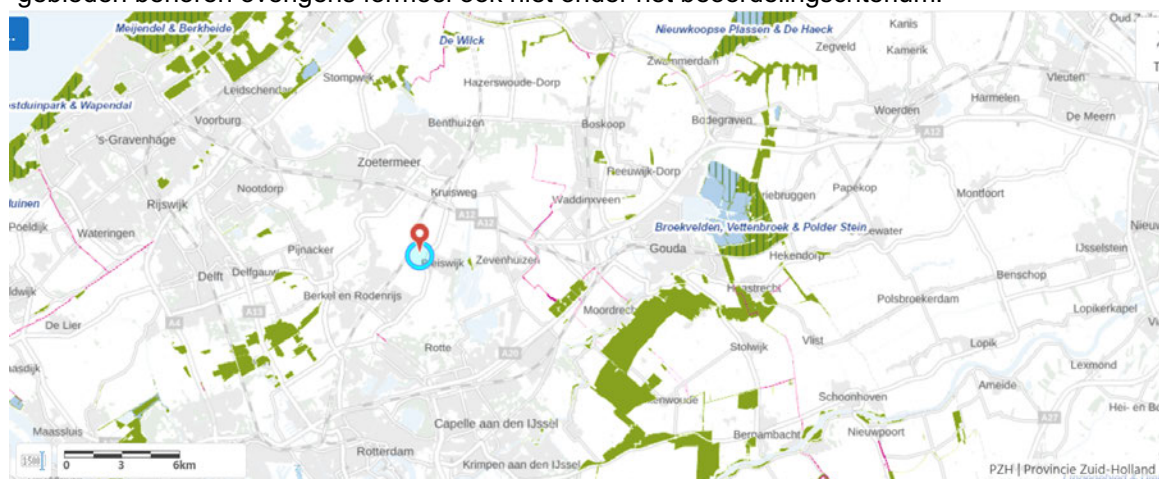
Bij de productie van Aardwarmte Bleiswijk wordt al het opgepompte formatiewater, na warmtewinning, teruggepompt in dezelfde reservoir via de injectieput (massabalans). Aangezien dezelfde massa water wordt teruggepompt in het reservoir waaruit onttrokken is, is ten gevolge van massa-onbalans geen bodemdaling te verwachten. Ten gevolge van afkoeling kan wel een geringe compactie optreden in het afgekoelde reservoir rond de injectieput door (thermo-elastische processen). Ten gevolge van de drukverlaging tijdens productie kan rondom de productieput ook een geringe compactie optreden (poro-elastische processen). Beide processen zijn gemodelleerd en het effect hiervan is doorgerekend naar effect aan maaiveld. Dit effect is afgebeeld in figuur 7-2. De daling van het maaiveld ten gevolge van de aardwarmtewinning is maximaal 2 mm (0,2 cm) aan het eind van de winning in 2038. De grootste daling is berekend voor de geprojecteerde zone nabij de injector. Dit is de zone waar op een diepte van meer dan 1550 meter de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten is afgekoeld.



Figuur 7-2: Berekende bodemdaling in millimeters na 30 jaar aardwarmtewinning in de periode van 2008 - 2038

7.2. Beschermd gebieden

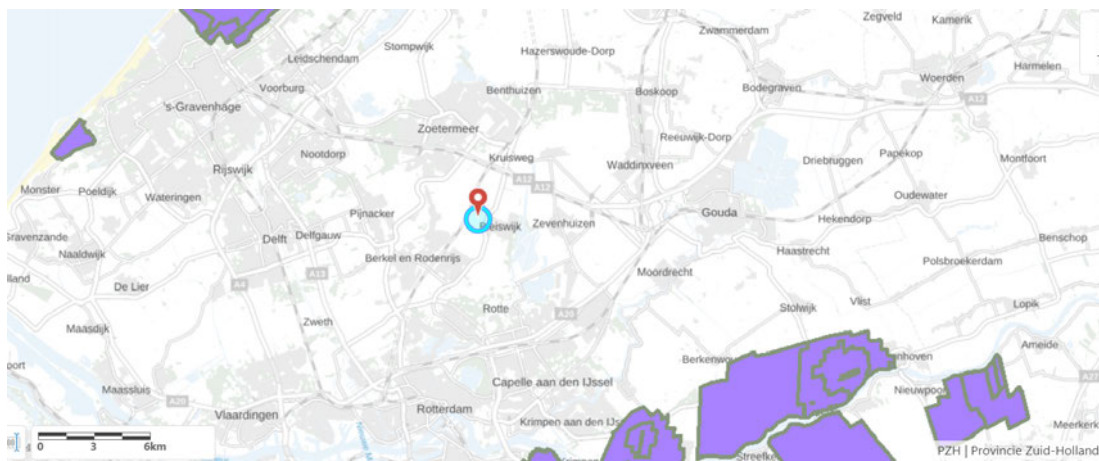
De winningsvergunning van IPS/85 ligt niet in een kwetsbaar natuur- of drinkwatergebied. Het dichtstbijzijnde Natura 2000 gebied is “De Wilck”, dat op een afstand van ca. 10 km ten noorden van de locatie ligt (Figuur 7-3). De winning van Aardwarmte Bleiswijk heeft geen effect op Natura-2000 gebieden. Ten gevolge van de activiteiten van Aardwarmte Bleiswijk treedt geen bodemdaling of andere beïnvloeding op ter plaatse van het Natura 2000 gebied. Ook bij de gebieden van het natuurnetwerk (groen in figuur 7-3) is geen significant effect van de winning aangetoond. Deze gebieden behoren overigens formeel ook niet onder het beoordelingscriterium.



Figuur 7-3: Natura 2000 (blauw-groen gearceerd) en natuurgebieden (groen), aardwarmtelocatie (blauw/rode punaise).
Bron: Bodematlas provincie Zuid-Holland

De putlocaties van Aardwarmte Bleiswijk liggen niet in of nabij een provinciale boringvrije-zone, waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied of aanvullende strategische grondwatervoorraad (Figuur 7-4). Ten aanzien van deze aspecten zijn er geen beperkingen. De putlocaties liggen wel in een

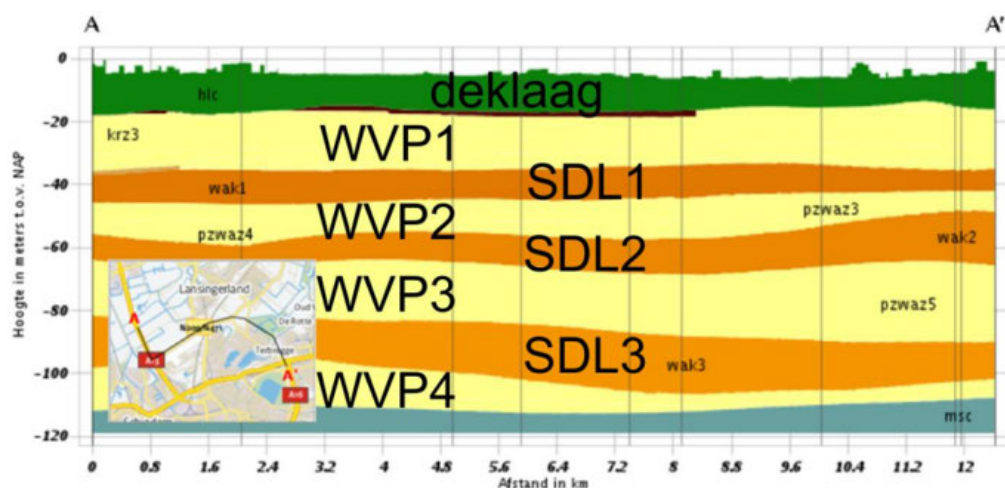
gebied dat in provinciaal beleid als 'strategisch zoetwater' is geclassificeerd. Dit beleid is door de provincie Zuid-Holland opgesteld om te voorkomen dat door ontwikkelingen in de bodemenergie-sector de kwaliteit van het ondiepe "zoete" grondwater negatief beïnvloed wordt door menging met dieper zout grondwater. Bij de winning van aardwarmte Bleiswijk zijn tot een diepte van circa 1500 meter geen mogelijkheden om met grondwater in contact te komen. De aardwarmtewinning heeft geen negatief effect op de kwaliteit van zoet ondiep grondwater.



Figuur 7-4: Grondwaterbeschermingsgebieden in de omgeving van de aardwarmte locatie Bleiswijk.
Bron: Bodematlas provincie Zuid-Holland

7.3. Geohydrologie

De regionale bodemopbouw in geohydrologische eenheden is onderstaand weergegeven (REGIS-2015). Onder een dunne deklaag van ca 15 meter ligt het eerste watervoerende pakket (WVP1) tot een diepte van ca. 38 m -NAP. Hieronder bevinden zich nog 3 opeenvolgingen van scheidende lagen en relatief dunne watervoerende pakketten. De onderzijde van het 4^e watervoerende pakket (WVP4) wordt als geohydrologische basis beschouwd. De verticale weerstand van deze laag is ca 3.700 dagen (ref 15, Arcadis & Witteveen&Bos).



Figuur 7-5: Bodemopbouw in geohydrologische eenheden in de omgeving van de aardwarmte locatie Bleiswijk (Ref 15).

De freatische grondwaterstand op de locatie varieert tussen de 4,8 en 5,3 m -NAP. Het maaiveld ligt op 4,7 m -NAP. De putlocatie bevindt zich in overgangsgebied tussen kwel en infiltratie. De stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket is circa 5 m -NAP.

Het zoet-brak grensvlak (chloride gehalte >150 mg/l) bevindt zich tussen de 0 en maximaal 19m onder NAP oftewel tussen de 0 en maximaal 14 m onder het maaiveld. Het brak-zout grensvlak (chloride gehalte >1000 mg/l) bevindt zich op ca. 50 m -NAP. De conductor van de producer VDB-GT-101 wordt geplaatst tot een diepte van 64 m -mv. De conductor van VDB-GT-01 is tot een diepte

van 46 m – mv geplaatst. Door de aanwezigheid van conductor, de cementering en de dubbelle verbuizing in de put wordt het zoete en brakke grondwater in het eerste en tweede watervoerende pakket volledig afgescheiden van het formatiewater in het aardwarmtesysteem.

8. Bodemtrilling

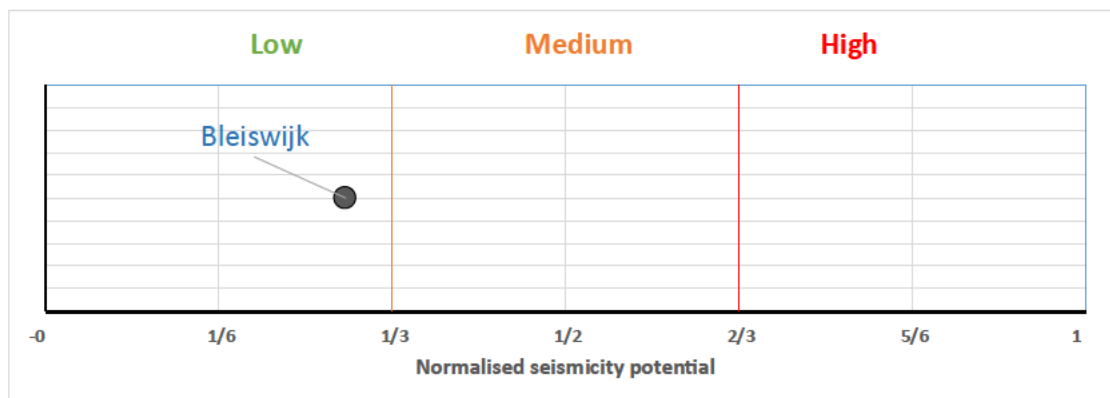
Voor dit winningsplan is zowel een SHRA Quickscan (Level 1) screening en daaropvolgend een Locatie Specifieke SHA (Level 2) uitgevoerd (ref. 10 en bijlage 0). De SHA Level 2 richt specifiek op 1) wat de oorzaak en effecten zijn geweest van de geconstateerde temperatuurverlaging in het productiewater alsmede, 2) het effect van hernieuwde injectie in een reservoir met een bestaand koudwaterfront.

Na aanleiding van de in juni 2016 geobserveerde constante temperatuur verlaging van het geproduceerde formatiewater is een casing-integriteitsstudie uitgevoerd (ref. 16). De studie toont aan dat door falende integriteit van de voormalige productieput uit een of meerdere ondiepere reservoirs water is gewonnen (co-productie). Dit koudere formatiewater is samen met oorspronkelijk formatiewater via de injector in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten gepompt. Het in de periode 2016-2021 extra geïnjecteerd kouder formatiewater ('Net injected volume') is door TNO geraamd op 2.1 miljoen m³. Ten gevolge hiervan kan tijdens de winning in de periode 2016-2020 een drukopbouw hebben plaatsgevonden in de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten met mogelijke consequenties voor het seismisch risico. Op basis van de seismische screening methodiek van Qcon & IF Technology leidraad (ref. 11) geeft de seismische Quickscan in de periode 2016-2020 aan dat sprake is van een "medium normalised seismicity potential" (level 2). Om te verifiëren of de seismische risico's ten gevolge van de historische winning significante effecten voor de huidige situatie heeft is in opdracht van IPS/85 door Panterra een seismische gevaren analyse - SHA - Level 2 uitgevoerd (zie bijlage 12.6)

Op basis van de seismische gevaren analyse - SHA Level 2 (bijlage 12.6) wordt geconcludeerd dat de netto disbalans aan geïnjecteerd formatiewater geen zodanige drukeffecten heeft veroorzaakt dat er sprake is van een toegenomen seismisch gevaar. Op het niveau van de Berkel/Rijswijk zandsteen laagpakketten is de druk-toename berekend op +0.01 bar. In de ondiepere lagen is een maximale druktoename van +0.03 bar berekend. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat voor de huidige situatie uitgegaan mag worden van de SHRA Quickscan. De uitkomst daarvan is Level 1 – met een genormaliseerde score van: 0.29 - en een 'Low seismicity potential' (Figuur 8-1: & Figuur 8-2).

Score	Basement connected	Inter-well pressure communication	Re-injection pressure [MPa]	Flow rate [m ³ /h]	Epicentral distance to natural earth quakes [km]	Epicentral distance to induced seismicity [km]	Distance to fault [km]	Orientation of fault in current stress field	Net injected volume [1000 m ³]	Sum of column scores	Normalized score
10	Yes	No	>7	>360	<1	<1	<0.1	Favourable	>20		
7	Possible	Unlikely	4-7	180-360	1-5	1-5	0.1-0.5	Shearing possible	5-20		
3	Unlikely	Likely	1-4	50-180	5-10	5-10	0.5-1.5	Shearing unlikely	0.1-5		
0	No	Yes	<1	<50	>10	>10	>1.5	locked	<0.1		
Column Score	0	3	3	7	0	0	3	10	0	26	0.29

Figuur 8-1: Resultaat SHRA Quickscan score voor Bleiswijk



Figuur 8-2: Seismisch potentiaal Bleiswijk

Het risico op bodemtrilling is hiermee ook verwaarloosbaar klein geacht. In het V&G systeem zal een Seismisch Risico Beheersplan (SRB) worden opgenomen, waarbij beschreven wordt dat monitoring met behulp van het bestaande KNMI-netwerk zal worden uitgevoerd, waarin respons en communicatie staat beschreven volgens huidige richtlijnen.

9. Voorziene kosten van winning(vertrouwelijke informatie)

Voor een opgave van de jaarlijkse kosten van de winning, onderverdeeld in kosten voor investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken wordt verwezen naar bijlage 12.5.

9.1. Wijze waarop de aanvrager voornemens is de kosten te dragen

De kosten worden gedragen vanuit de exploitatie waarbij de exploitatie begroting in bijlage 12.5 staat, waarbij er een reserveringen worden gemaakt voor groot onderhoud en abandonnering in de Maintenance Reserve Account. Tevens zijn er verschillende investerings- en operationele kosten opgenomen.

10. Overeenkomsten met betrekking tot de afzet van warmte



11. References

1. Well Engineering Partners, 'Winningsplan Aardwarmte, VDB-GT-01 en VDB-GT-02', september 2019.
2. PanTerra Geoconsultants, 'SDE++ Geological Study Bleiswijk, kenmerk 2100164', september 2021.
3. TNO, 'Nader onderzoek naar mogelijkheden van aardwarmtewinning voor de vleestomaatkeukerij van Fa A&G van den Bosch BV te Bleiswijk', 2006, J. Ramaekers, K. Geel, A. Lokhorst en H.J. Simmelink.
4. Panterra, 'Results of the Geological Investigation for a Geothermal Doublet in Lansingerland', 2014, J. Grobleben
opmerking: A+G van den Bosch B.V. heeft toestemming van document eigenaar (Wayland Energy /AMT International) om de weergegeven data te gebruiken voor dit Winningsplan).
5. TNO, 'Geotechnische evaluatie SDE2113786 aanvraag 85 Degrees Renewable, kenmerk 22-10.017', maart 2022.
6. Panterra / TU Delft, 'Study of the Lower Cretaceous sands in the Van den Bosch Geothermal energy concession', 2012, C. Willems.
7. Water-gas sampling, diagnostic electrical measurements on the VDB greenhouse heating doublet at Bleiswijk and Berkel Sites, GPC IP 2011.
8. PGMi, 'End of Well Reports VDB-GT-01 en VDB-GT-02', 2007.
9. www.nlog.nl
10. WEP, 'Quickscan for Potential of Inducing Seismicity' 2019, T. Boerrigter.
11. Q-con GmH & IF Technology, 'Defining the framework for seismic hazard in geothermal projects', oktober 2016.
12. Industriestandaard Duurzaam Putontwerp, Geothermie Nederland, 01-01-2021,
13. WEP, Memo Maximum injection pressure VDB-GT-02 with tie-back, 22-2-2023, V1.1
14. Panterra, doubletcalc2D results production case 171 m3/h VDB-GT-101(prod) & VDB - GT-02-S1(inj), 20 februari 2023.
15. Verkennende geohydrologische analyse A16 Rotterdam, Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Arcadis / Witteveen&Bos, 4 februari 2016 078705889:1
16. Well integrity review Van den Bosch Geothermal Wells Exposé. Well Integrity logging interpretation review from the wells VDB-01, VDB-02, VDB-03 and VDB-04. Kemco GmbH, Revision: 3. Date: 15.10.2020

12. Bijlagen

12.1. DoubletCalc1D input – output data van gemiddeld en maximaal debiet

TNO

Doublet Calculator 1.4.3 Result Table

probabilistic plots

fingerprinting

export base case details

file: ...&re\doubletcalc\bleiswijk_if_2300025\bleiswijk_2023-02-24_in60deg_t20deg_pump220_ppdxx.xml

Geotechnics (Input)

Geotechnics (Output)

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300.0	371.0	530.0
aquifer net to gross (-)	0.76	0.85	0.88
aquifer gross thickness (m)	72.0	80.0	88.0
aquifer top at producer (m TVD)	1421.0	1579.0	1737.0
aquifer top at injector (m TVD)	1398.0	1553.0	1708.0
aquifer water salinity (ppm)	100000.0	110000.0	120000.0

Property	value
number of simulation runs (-)	1000.0
aquifer kh/iv ratio (-)	10.0
surface temperature (°C)	10.0
geothermal gradient (°C/m)	0.0302
mid aquifer temperature producer (°C)	0.0
initial aquifer pressure at producer (bar)	0.0
initial aquifer pressure at injector (bar)	0.0
exit temperature heat exchanger (°C)	20.0
distance wells at aquifer level (m)	1790.0
pump system efficiency (-)	0.75
production pump depth (m)	670.0
pump pressure difference (bar)	71.0
outer diameter producer (inch)	8.5
skin producer (-)	0.0
skin due to penetration angle p (-)	-0.9
pipe segment sections p (m AH)	670.0,850.0,2221.0,2231.0
pipe segment depth p (m TVD)	659.0,824.0,1574.0,1579.0
pipe inner diameter p (inch)	6.28,9.95,6.87,5.92
pipe roughness p (milli-inch)	0.2,0.15,0.15,0.15
outer diameter injector (inch)	8.5
skin injector (-)	0.0
skin due to penetration angle i (-)	-0.96
pipe segment sections i (m AH)	1390.0,2090.0,2190.0
pipe segment depth i (m TVD)	1135.0,1503.0,1553.0
pipe inner diameter i (inch)	9.95,6.87,5.92
pipe roughness i (milli-inch)	0.15,0.15,0.2

Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer KH net (Dm)	21.94	25.27	31.2
mass flow (kg/s)	57.82	64.87	76.01
pump volume flow (m³/h)	195.3	219.2	256.8
required pump power (kW)	513.5	576.4	675.4
geothermal power (MW)	7.92	9.15	10.82
COP (kW/kW)	14.8	15.8	16.9

aquifer pressure at producer (bar)	152.01	161.33	170.95
aquifer pressure at injector (bar)	149.53	158.5	167.46
pressure difference at producer (bar)	22.55	23.7	24.59
pressure difference at injector (bar)	38.36	40.23	41.53
aquifer temperature at producer * (°C)	56.26	58.91	61.53
temperature at heat exchanger (°C)	55.6	58.09	60.65

base case (median value inputs)	value
aquifer KH net (Dm)	25.23
mass flow (kg/s)	64.78
pump volume flow (m³/h)	218.9
required pump power (kW)	575.7
geothermal power (MW)	9.1
COP (kW/kW)	15.8

aquifer pressure at producer (bar)	161.32
aquifer pressure at injector (bar)	158.51
pressure difference at producer (bar)	23.77
pressure difference at injector (bar)	40.31
aquifer temperature at producer * (°C)	58.89
temperature at heat exchanger (°C)	58.07
pressure at heat exchanger (bar)	37.31

* @ mid aquifer depth

DoubletCalc1.4.3. – Gemiddeld debiet van 220 m³ /uur en injectie-temperatuur van 20 graden.

Doublet Calculator 1.4.3

number of simulation runs (-) 1000 Calculate! Open Scenario Save Scenario Exit Program

file: ...&REIDoubletCalc\Bleiswijk_JF_2300025\bleiswijk_2023-02-24_in60deg_t20deg_pump220_ppd71.xml

Geotechnical input

A) Aquifer properties

Property	min	median	max	Property	value
aquifer permeability (mD)	300	371	530	aquifer kh/ky ratio (-)	10
aquifer net to gross (-)	0.76	0.85	0.88	surface temperature (°C)	10.0
aquifer gross thickness (m)	72	80	88	geothermal gradient (°C/m)	0.0302
aquifer top at producer (m TVD)	1421.0	1579	1737.0	[mid aquifer temperature producer (°C)]	0.0
aquifer top at injector (m TVD)	1398.0	1553	1708.0	[initial aquifer pressure at producer (bar)]	0.0
aquifer water salinity (ppm)	100000	110000	120000	[initial aquifer pressure at injector (bar)]	0.0

B) Doublet and pump properties

Property	value
exit temperature heat exchanger (°C)	20
distance wells at aquifer level (m)	1790
pump system efficiency (-)	0.75
production pump depth (m)	670
pump pressure difference (bar)	71

C) Well properties

calculation length subdivision (m) 50

Producer

outer diameter producer (inch)	8.5
skin producer (-)	0
penetration angle producer (deg)	59
skin due to penetration angle p (-)	-0.9

Segment	pipe segment sections p (m AH)	pipe segment depth p (m TVD)	pipe inner diameter p (inch)	pipe roughness p (milli-inch)
1	670	659	6.276	0.2
2	850	824	9.95	0.15
3	2221	1574	6.875	0.15
4	2231	1579	5.921	0.15
5				
6				
7				
8				

Injector

outer diameter injector (inch)	8.5
skin injector (-)	0
penetration angle injector (deg)	60
skin due to penetration angle i (-)	-0.96

Segment	pipe segment sections i (m AH)	pipe segment depth i (m TVD)	pipe inner diameter i (inch)	pipe roughness i (milli-inch)
1	1390	1135	9.950	0.15
2	2090	1503	6.875	0.15
3	2190	1553	5.921	0.2
4				
5				
6				
7				
8				

[] optional

DoubletCalc1.4.3. – Gemiddeld debiet van 220 m³ /uur en injectie-temperatuur van 20 graden.

TNO

Doublet Calculator 1.4.3 Result Table

probabilistic plots

fingerprinting

export base case details

file: .../doubletcalc\bleiswijk_if_2300025\bleiswijk_2023-02-24_in60deg_t20deg_pump220_ppd71.xml

Geotechnics (Input)

Geotechnics (Output)

Property	min	median	max
aquifer permeability (mD)	300.0	371.0	530.0
aquifer net to gross (-)	0.76	0.85	0.88
aquifer gross thickness (m)	72.0	80.0	88.0
aquifer top at producer (m TVD)	1421.0	1579.0	1737.0
aquifer top at injector (m TVD)	1398.0	1553.0	1708.0
aquifer water salinity (ppm)	100000.0	110000.0	120000.0

Property	value		
number of simulation runs (-)	1000.0		
aquifer kh/iv ratio (-)	10.0		
surface temperature (°C)	10.0		
geothermal gradient (°C/m)	0.0302		
[mid aquifer temperature producer (°C)]	0.0		
initial aquifer pressure at producer (bar)]	0.0		
[initial aquifer pressure at injector (bar)]	0.0		
exit temperature heat exchanger (°C)	20.0		
distance wells at aquifer level (m)	1790.0		
pump system efficiency (-)	0.75		
production pump depth (m)	670.0		
pump pressure difference (bar)	79.0		
outer diameter producer (inch)	8.5		
skin producer (-)	0.0		
skin due to penetration angle p (-)	-0.9		
pipe segment sections p (m AH)	670.0,850.0,2221.0,2231.0		
pipe segment depth p (m TVD)	659.0,824.0,1574.0,1579.0		
pipe inner diameter p (inch)	6.28,9.95,6.87,5.92		
pipe roughness p (milli-inch)	0.2,0.15,0.15,0.15		
outer diameter injector (inch)	8.5		
skin injector (-)	0.0		
skin due to penetration angle i (-)	-0.96		
pipe segment sections i (m AH)	1390.0,2090.0,2190.0		
pipe segment depth i (m TVD)	1135.0,1503.0,1553.0		
pipe inner diameter i (inch)	9.95,6.87,5.92		
pipe roughness i (milli-inch)	0.15,0.15,0.2		

Monte Carlo cases (stochastic inputs)	P90	P50	P10
aquifer kH net (Dm)	21.91	25.07	31.02
mass flow (kg/s)	63.66	70.98	83.0
pump volume flow (m³/h)	215.0	239.7	280.5
required pump power (kW)	629.1	701.3	820.8
geothermal power (MW)	8.75	10.06	11.96
COP (kW/kW)	13.3	14.2	15.2

aquifer pressure at producer (bar)	151.93	161.36	170.99
aquifer pressure at injector (bar)	149.62	158.44	167.41
pressure difference at producer (bar)	24.66	26.04	27.01
pressure difference at injector (bar)	42.04	44.22	45.63
aquifer temperature at producer * (°C)	56.29	58.88	61.55
temperature at heat exchanger (°C)	55.66	58.17	60.68

base case (median value inputs)	value
aquifer kH net (Dm)	25.23
mass flow (kg/s)	71.11
pump volume flow (m³/h)	240.3
required pump power (kW)	703.2
geothermal power (MW)	10.01
COP (kW/kW)	14.2

aquifer pressure at producer (bar)	161.32
aquifer pressure at injector (bar)	158.51
pressure difference at producer (bar)	26.09
pressure difference at injector (bar)	44.28
aquifer temperature at producer * (°C)	58.89
temperature at heat exchanger (°C)	58.14
pressure at heat exchanger (bar)	41.82

* @ mid aquifer depth

DoubletCalc1.4.3. – Maximaal debiet van 240 m³ /uur en injectie-temperatuur van 20 graden.

Doublet Calculator 1.4.3

number of simulation runs (-) 1000 Calculate! Open Scenario Save Scenario Exit Program

file: .../doubletcalc\bleiswijk_if_2300025\bleiswijk_2023-02-24_in60deg_t20deg_pump240_ppd79.xml

Geotechnical input

A) Aquifer properties

Property	min	median	max	Property	value
aquifer permeability (mD)	300	371	530	aquifer kh/iv ratio (-)	10
aquifer net to gross (-)	0.76	0.85	0.88	surface temperature (°C)	10.0
aquifer gross thickness (m)	72	80	88	geothermal gradient (°C/m)	0.0302
aquifer top at producer (m TVD)	1421.0	1579	1737.0	[mid aquifer temperature producer (°C)]	0.0
aquifer top at injector (m TVD)	1398.0	1553	1708.0	[initial aquifer pressure at producer (bar)]	0.0
aquifer water salinity (ppm)	100000	110000	120000	[initial aquifer pressure at injector (bar)]	0.0

B) Doublet and pump properties

Property	value
exit temperature heat exchanger (°C)	20
distance wells at aquifer level (m)	1790
pump system efficiency (-)	0.75
production pump depth (m)	670
pump pressure difference (bar)	79

C) Well properties

calculation length subdivision (m) 50

Producer					Injector				
Segment	pipe segment sections p (m AH)	pipe segment depth p (m TVD)	pipe inner diameter p (inch)	pipe roughness p (milli-inch)	Segment	pipe segment sections i (m AH)	pipe segment depth i (m TVD)	pipe inner diameter i (inch)	pipe roughness i (milli-inch)
1	670	659	6.276	0.2	1	1390	1135	9.950	0.15
2	850	824	9.95	0.15	2	2090	1503	6.875	0.15
3	2221	1574	6.875	0.15	3	2190	1553	5.921	0.2
4	2231	1579	5.921	0.15	4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				

[] optional

DoubletCalc1.4.3. – Voor maximaal debiet van 240 m³ /uur en injectie-temperatuur van 20 graden.

12.2. DoubletCalc2D (TNO) invoer parameters

REGION OF INTEREST

xmin 92944.17187 m nx 87.0 -

xmax 97294.17187 m ny 71.0 -

ymin 445178.2812 m

ymax 448728.2812 m

grid geometry T_Berkel Fm use values view

AQUIFER PROPERTIES

initial temperature 65.0 C Temp_Mid_Berkel use value view

aquifer depth 1500.0 m T_Berkel Fm use value view

(cell) thickness 80.0 m none use grid view

porosity 0.2 - none use grid view

net to gross 0.85 - none use grid view

actnum 1.0 - none use grid view

permeability in xdir 200.0 mDarcy Perm_371_Berkel Fm use value view

permeability in ydir 200.0 mDarcy Perm_371_Berkel Fm use value view

water salinity 110000.0 ppm

CALCULATION SETTINGS

time end production 30.0 yrs

time end analysis 30.0 yrs

output interval 1.0 yrs

output/calculation interval after production 250.0 yrs

	Well 0	Well 1	
name			
x	95756.89	94025.31	m
y	446380.59	446792.47	m
well diameter	9.625	9.625	inch
well skin	0.0	0.0	-
well excess pressure	30.0	-30.0	bar
well (inj) temperature	20.0	-1.0	C
well flow rate	171.0	-171.0	m3/h
pressure constraint	no		

add well

ADVANCED AQUIFER PROPERTIES	
storage capacity	1.0E-9 m3 Pa-1
water conductivity	0.6 W K-1 m-1
temperature dependent viscosity	yes
viscosity	0.001 Pa s
temperature dependent density	yes
ADVANCED ROCK PROPERTIES	
rock conductivity	4.0 W K-1 m-1
heat capacity	1000.0 J kg-1 K-1
rock density	2700.0 kg m-3
Young's modulus	9.0E9 Pa
Poisson's ratio	0.35 -
compaction coefficient	1.0E-5 bar-1
thermal compaction coefficient	2.0E-5 C-1
OUTPUT SETTINGS	
output fileformat	ZYCOR
output VTK (ParaView) fileformat	no
write debug output grids	no
CALCULATION SETTINGS	
cooling 3D	yes
calculate subsidence	yes
no flow boundary	yes

Invoerscherm DoubletCalc2D – voor gemiddelde debiet van 220 m³ /uur

12.3. Warmteleveringsovereenkomst(vertrouwelijk)

OVEREENKOMST VOOR DE LEVERING VAN WARMTE

De ondergetekenden:



Overwegende:



Komen hierbij als volgt overeen:





12.4. Warmtenetwerk cluster petuniaweg



Overzicht warmte netwer

12.5. Exploitatie-begroting(vertrouwelijk)

Exploitatieberekening 15 jaar voor de productie-installatie van deze aanvraag

Algemene gegevens

Naam aanvrager
ETS-correctie/Geen ETS-correctie
Projectnaam
Categorie SDE++
Vermogen productie-installatie (kW)
Subsidie looptijd (jaar)

Investeringskosten

Investeringskosten gespecificeerd op hoofdcomponenten (€)

Voorstudie/verkenning/ontwikkelingskosten/financieringskosten/Realisatievoorbereidingen/Onvoorziene
Aankoop land
Aanleg/Aanpassing boorbacatie
Boren put met toebehoren
ESP pomp met toebehoren
Bovengrondse apparatuur en materiaal
Onvoorziene kosten en overschrijdingen

Totale investeringskosten (€)

Financiering

Eigen vermogen (%) Eigen vermogen (€) Vreemd vermogen (%) Vreemd vermogen (€)
Eigen vermogen en vreemd vermogen
Lening Bedrag lening (€) Looftijd lening (jaar) Aflossingsvorm Rente lening (%)
Gegevens lening (maximaal 15 jaar)

Kalenderjaar of boekjaar

Opbrengsten

Opbrengsten energie-of productafnemer (€) Jaarproductie (kWh) Marktwaaarde (€/kWh) Prijsindexatie marktwaaarde (%)
Productie warmte (kWh/jaar)
Totaal: verwachte opbrengst energie (vermeden inkoop en/of terugleververgoeding) (€)
Opbrengsten verminderde inkoop of verkoop ETS-rechten (€) Jaarproductie (kWh) ETS-prijs (€/kWh) Indexatie ETS-prijs (%)
Opbrengsten SDE++ Subsidiebedrag (kWh/aan)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Bas sbedrag of fasebedrag (€/kWh)		Voor op g correct ebedrag Indexat e correct e productpr js (€/kWh) productpr js (%)	
Voor op g correct ebedrag productpr js (€/kWh)			
Verwacht correct ebedrag ETS pr js (€/kWh)		Voor op g correct ebedrag ETS pr s (€/kWh) Indexat e correct e ETS pr s (%)	
Verwacht subs d ebedrag per eenhe d product (€/kWh) Verwachte opbrengst product (€/jaar)			
Totaal verwachte opbrengst SDE++ (€/jaar)			
Overige opbrengsten (€) Over ge exp o lat esubs d es (€)			
Addt one e nkomsten (€)			
Totaal overige opbrengsten (€)			
Totale opbrengsten (€)			
Kosten			
Operationele kosten (exclusief afschrjving, rente, belasting en biomassa) (€) Garant e en onderhoud			
Netbeheer Personee skosten en adm n strat ekosten Adm n strat ekosten Kosten e ekstr c te tsverbru k van de product e nsta at e Contribut es en sponsor ng en omgev ngsmangement Mon tor ngssysteem/te elfoon Onroerende zaakbe ast ng Verzekeringen Reserve de en Afvoerkosten (voor b jvoorbee d afva LSA mater aa en abandonneerkosten) Onvoorz en Over ge kosten			
Operationele kosten (exclusief afschrjving, rente, belasting en biomassa) (€)			
U vraagt niet aan voor biomassa, regels 94 t/m 106 kunt u overslaan!			

Soort biomassa of bijproduct	ton/jaar	€/ton	
Totale kosten biom n en bijproducten per jaar (€)			
gelag, regels 110 t	113 kunt u overslaan!		
Soort kosten	on/ jaar	€/ on	Pr s indexat e %
U vraagt niet aan voor CO ₂ afhang-e			

Totale operationele kosten (€)

Totale kosten CO₂

transport en opslag (€)

Afschrijving (€ / jaar)

Winst voor belasting (€)

Overige aftrekbare bedragen (graag toevoegen
tekstvak)

Toegepaste overige aftrek
Nog beschikbare aftrekverzuimen
uitverreken

Belastbaar inkomen (€)

Tariefwinstbelasting % mvu en afhankelijk van of u IB-plichtig of VPB-plichtig bent

Belasting

Netto winst (€)

Bruto cashflow na belasting exclusief rentelasten (€)

Projectrentabiliteit

Netto cashflow voor eigen vermogen verschafter na belasting en na financieringslasten (€)

Rendement op eigen vermogen

12.6. SHA Level 2 Seismische Risico Studie

12.7. Memo: Maximum Injection Pressure VDB-GT-02 with tie-back

