

Winningsplan aardwarmte

DE LIER-GT-01 & DE LIER-GT-02

Opgesteld in het kader van de Mijnbouwwet en het Mijnbouwbesluit

EnergieWende B.V.

Handelend onder de naam:

V.O.f. Gethermie De Lier

Februari 2019

Update: augustus 2021

V.o.f. Geothermie De Lier



p/a Zijtwende 28

2678 LJ De Lier

Email: @hartingholland.nl

Tel: 

Inhoud

1.	Inleiding.....	3
	Wettelijk kader.....	3
	Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu	4
	Procedure en Publiekscommunicatie	4
2.	Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem	5
	Locatie van het geothermisch systeem	5
	Beschrijving van geothermisch systeem.....	7
3.	Beschikbare en gebruikte putten en seismische data	8
	Keuze van de referentieputten en putinformatie	8
	Seismische gegevens.....	9
	Coördinaatsysteem	10
	Beschrijving van de putten	10
	Aquiferkarakteristiek	13
	Formatiewater karakteristiek	19
	Reservoirmodellering.....	21
4.	Wijze van winning	25
	Beschrijving winning	25
	Duur van winning	29
	Toekomstige ontwikkeling	29
	Interferentie.....	29
5.	Bodembeweging	30
	Bodemdaling	30
	Bodemtrilling.....	31
	QuickScan score tabel	32
	Nadelige gevolgen.....	33
6.	Referenties.....	34

1. Inleiding

Dit winningsplan is opgesteld om te voldoen aan de verplichtingen vanuit artikel 34, eerste lid, van de Mijnbouwwet. Het winningsplan begint met een algemene beschrijving van het geothermisch systeem van Geothermie De Lier in hoofdstuk 2. Daarna volgt een parameterisatie van de aquifer in hoofdstuk 3. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 een beschrijving gegeven van de winningsinstallatie aan de productie kant van de warmtewisselaar. Daarnaast worden gegevens verzameld over het debiet, de injectiedruk en de interferentie met andere mijnbouwactiviteiten. In vervolg hierop wordt informatie gegeven over de operationele condities en het resulterende warmteproductieprofiel. Hoofdstuk 5 is gewijd aan de eventuele consequenties van aardwarmtewinning in termen van bodembewegingen: bodemdaling en bodemtrilling.

De definitie van een geothermisch systeem binnen dit winningsplan is:

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.

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 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. Het bovengrondse systeem valt vergunning technisch onder de WABO dan wel het BARMM. Voor de inhoud van een winningsplan voor delfstoffen wordt nadere invulling van de artikelen 34-38 Mijnbouwwet gegeven in de artikelen 24 en 25 van het Mijnbouwbesluit (Mbb).

Verantwoorde winning, veilig voor mens en milieu

Geothermie De Lier beschikt over een V&G Management Systeem vanuit DAGO. Dit Zorgsysteem is een formeel systeem dat ontwikkeld is om V&G te managen binnen de organisatie in lijn met het overkoepelende beleid en doelstellingen. Het V&G beleid en de doelstellingen zijn terug te vinden in het VG-zorgplan van Geothermie De Lier. Het VG-Zorgsysteem volgt de onderstaande veiligheid, gezondheid- en milieu kwaliteitsnormen:

- ISO 9001:2015.
- ISO 14001:2015.
- ISO 45001:2018.
- NTA 8620:2016.

De uitvoering van de procedures en instructies vanuit dit VG-zorgsysteem wordt gewaarborgd middels werkinstructies, werkplannen en werkvergunningen. Alle VG-zorg werkzaamheden worden gemonitord middels een Jaarplanning, met bijbehorende actielijst en PVA. Alle VG-documentatie en bijbehorende risico-inventarisaties en evaluaties worden periodiek geüpdatet. Veiligheids-protocolen en instructies zijn o.a. vastgelegd in een noodplan en een explosieveiligheidsdocument.

De integriteit van alle assets en de putten wordt gewaarborgd middels een Asset Integrity Management Plan en een Well Integrity Management Plan. Periodiek worden inspecties uitgevoerd, onderdelen gekeurd en wordt onderhoud gepleegd volgens het AIMP en WIMP. Daarbij wordt extra aandacht besteed aan de elementen die belangrijk zijn voor het voorkomen of mitigeren van incidenten met risico's voor veiligheid, gezondheid en milieu.

Er is periodiek overleg met andere geothermie operators en DAGO om ervaringen, aanbevelingen en best practices te bespreken en te delen. Indien van toepassing of meerwaarde, worden aanbevelingen vanuit DAGO door Geothermie De Lier overgenomen.

Procedure en Publiekscommunicatie

Geothermie De Lier communiceert proactief met omwonenden en andere stakeholders in de omgeving. Informatie wordt verschaft via de websites van de aangesloten tuinbouwbedrijven. Daarnaast worden er op verzoek presentaties gegeven.

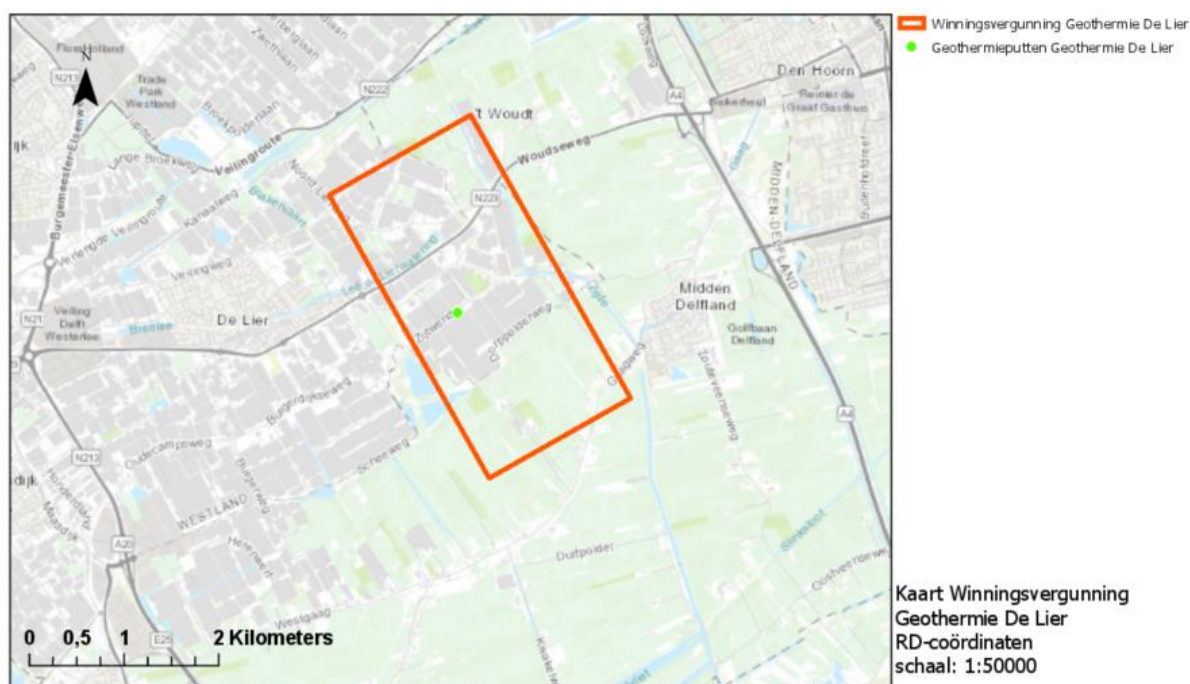
2. Locatie en beschrijving van het geothermisch systeem

Locatie van het geothermisch systeem

Geothermie De Lier exploiteert sinds 2014 een aardwarmte-installatie, aan de Zijtwende in De Lier, in de gemeente Westland, in de Provincie Zuid-Holland. De winningsvergunning is op 13 juli 2016 verleend en geldig voor een periode van 35 jaar. De winningsvergunning heeft een oppervlakte van 5,9 km². De coördinaten van de winningsvergunning zijn:

Punt	X	Y
1	79229,7	445825,6
2	80920,7	442833,7
3	79424,7	441988,2
4	77733,7	444980,1

De ligging van de geothermieputten van Geothermie De Lier en de winningsvergunning is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Overzicht winningsvergunning en geothermieputten Geothermie De Lier

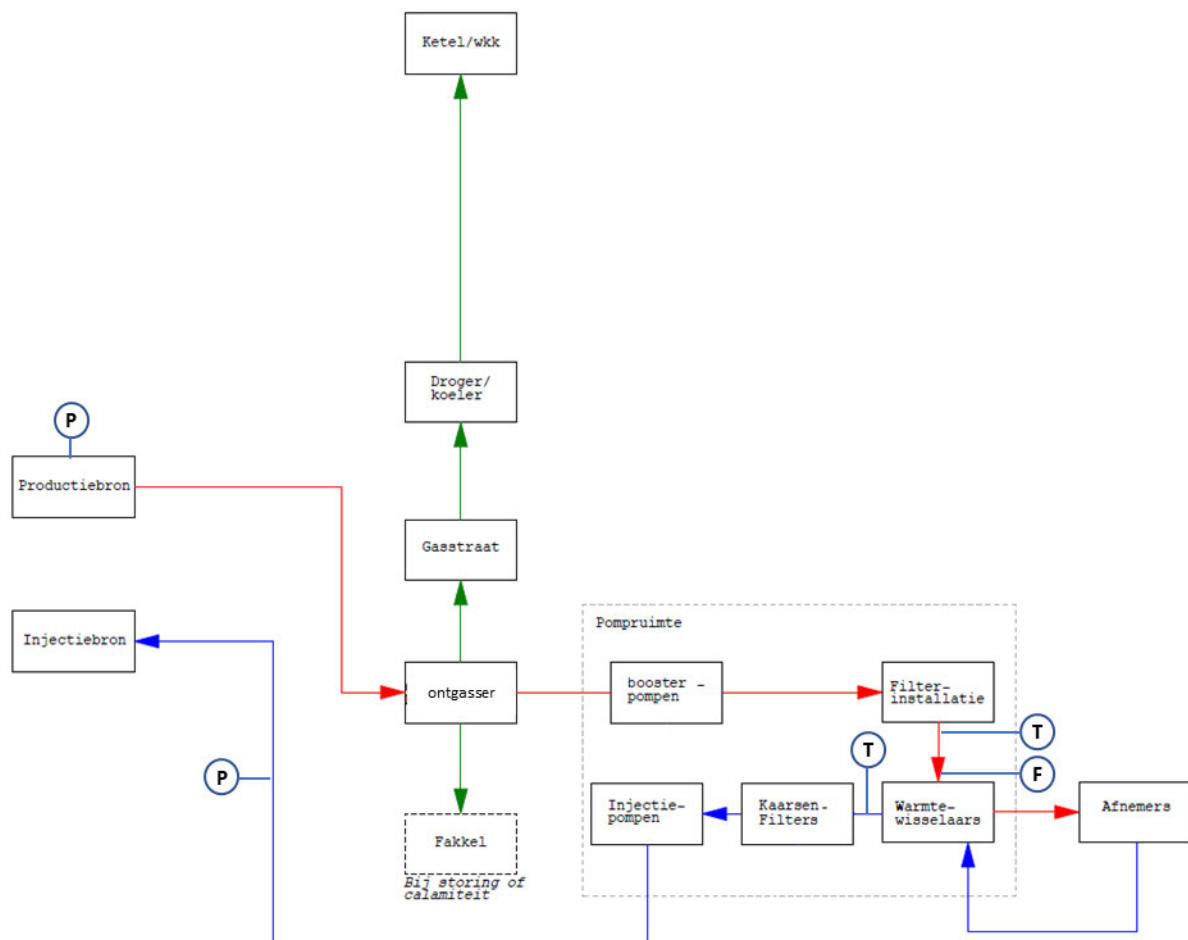
In figuur 2 is op een luchtfoto de ligging van het pomphuis en de geothermieputten weergegeven, inclusief de RD-coördinaten.



Figuur 2: Locatie geothermisch systeem Geothermie De Lier, met de coördinaten van de wellheads

Beschrijving van geothermisch systeem

De geothermische installatie van Geothermie De Lier is schematisch weergegeven in figuur 3 en bestaat in feite uit een productieput en een injectie put met daartussen een ontgassing-, gasdroog- en gasverwerking-installatie, en een aardwarmtecentrale waar warmte wordt onttrokken van het geproduceerde water. Via pijpleidingen zijn al deze faciliteiten met elkaar verbonden. Via de warmtewisselaars wordt de warmte overgedragen aan een transportnet voor levering aan de gebruikerszijde.



Figuur 3: Schematische weergave van de mijnbouwinstallatie

3. Beschikbare en gebruikte putten en seismische data

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke boringen en seismische data zijn gebruikt voor de gedetailleerde evaluatie van de ondergrond. Panterra heeft in 2010 voor geothermie De Lier en een aantal andere operators een geologisch onderzoek uitgevoerd (rapport G790). Daarna is in 2010 een well proposal opgesteld voor de putten LIR-GT-01 en LIR-GT-02 (rapport G865). Hier zijn in 2013 twee bijlages aan toegevoegd (rapport G1015). Voor meer informatie wordt verwezen naar deze geologische onderzoeken en well proposals.

Keuze van de referentieputten en putinformatie

In het onderzoeksgebied zijn ongeveer 80 diepe boringen bekend. De gegevens van deze boringen zijn allemaal bestudeerd voor het geologisch onderzoek van Panterra. Negentien putten binnen de seismische survey beschikken over tijd-diepte informatie en zijn in de database geladen. Voor correlatiedoeleinden zijn 56 boringen toegevoegd aan de database. Deze putten zijn met name gebruikt voor het creëren van de dikte kaarten van de verschillende formaties.

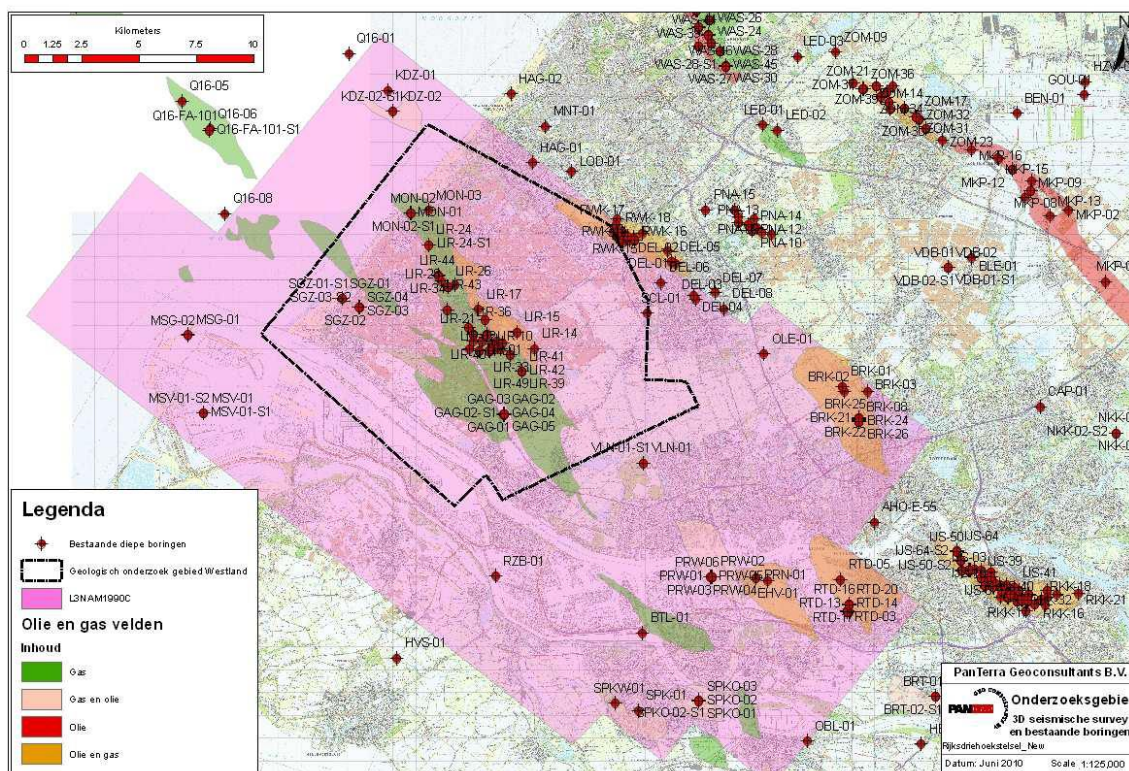
Voor het petrofysische deel van het geologisch onderzoek zijn gegevens van boorkernen gebruikt. In figuur 4 zijn de boorkernen en de bijbehorende putten weergegeven, welke zijn gebruikt voor het geologisch onderzoek.

Boring	Diepte Top (m MD)	Diepte Basis (m MD)	Laag
BRK-02	2039.6	2039.6	Alblasserdam Mbr
BTL-01	2277.3	2279.1	Alblasserdam Mbr
EHV-01	2043.3	2063.5	Alblasserdam Mbr
HAG-02	1826.2	1854	Alblasserdam Mbr
NKK-01	971.5	1710	Alblasserdam Mbr
PRN-01-S1	2384.9	2386.05	Alblasserdam Mbr
RTD-01	1951.4	2259.3	Alblasserdam Mbr
RWK-01	1679.7	1699.7	Alblasserdam Mbr
BRK-01	1300.75	1315	Berkel Sst Mbr
BRK-02	1488	1491	Berkel Sst Mbr
BRK-09	1242.5	1259.3	Berkel Sst Mbr
BRK-13	1287.56	1302.63	Berkel Sst Mbr
BRK-23	1207.1	1277.78	Berkel Sst Mbr
GAG-01	2214.1	2221.9	Berkel Sst Mbr
RWK-01	1651	1659.5	Delft Sst Mbr
RKK-02	1041.5	1044.5	IJsselmonde Sst Mbr
RKK-04	950.4	955	IJsselmonde Sst Mbr
RKK-05	956	956.7	IJsselmonde Sst Mbr
RTD-01	1800.21	1854.25	IJsselmonde Sst Mbr
DEL-03	1594.8	1637.5	Rijswijk Sst Mbr
HAG-01	1696.7	1713.2	Rijswijk Sst Mbr
LIR-19	1975	1977	Rijswijk Sst Mbr
LIR-45	2044	2061	Rijswijk Sst Mbr
MON-01	2145.9	2146.5	Rijswijk Sst Mbr
MON-02	2168	2174	Rijswijk Sst Mbr
PNA-02	1759.4	1807	Rijswijk Sst Mbr
PNA-03	1759	1759	Rijswijk Sst Mbr
PNA-10	1780	1782	Rijswijk Sst Mbr
RWK-01	1559.3	1570.25	Rijswijk Sst Mbr
RWK-02	1549.6	1555.7	Rijswijk Sst Mbr
RWK-03	1526.5	1542.6	Rijswijk Sst Mbr

Figuur 4: diepte interval en formatie van boorkernen uit het geologisch onderzoek

Voor het geologisch onderzoek naar de ondergrond in het Westland is gebruik gemaakt van één 3D seismische survey L3NAM1990C verkregen via het DINO-loket van TNO (www.NLog.nl). De seismische survey is uitgevoerd in opdracht van de NAM en de acquisitie heeft plaatsgevonden in 1990. De seismische survey is aangeleverd met het coördinaten grid in het Rijksdriehoekstelsel, die al in de SEGY bestanden geladen zijn. Figuur 5 laat de ligging van de seismische survey zien.

De seismische data van de survey is (bijna) zero phase. De seismische survey is 50 ms omlaag geschoven, zodat zich op $t = 0$ (s) het aardoppervlak bevindt. De dominante frequentie is ongeveer 40 Hz, wat voldoende is om de belangrijkste lagen te onderscheiden. Over het algemeen is de seismiek van redelijke kwaliteit, alhoewel er delen zijn met een slechte resolutie. In het geologisch onderzoek van Panterra is een overzicht weergegeven van de gebruikte processing parameters.



Coördinaatsysteem

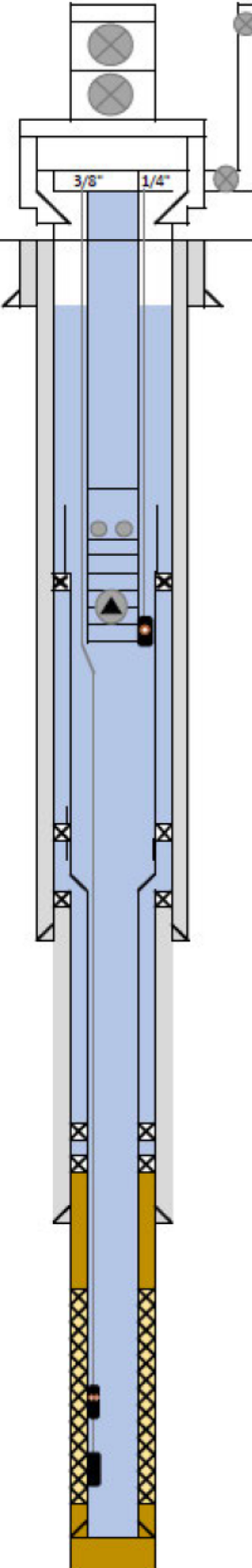
Alle kaarten en gegevens zijn weergegeven in het RD coördinatenstelsel.

Beschrijving van de putten

Geothermie De Lier heeft een aardwarmte installatie welke bestaat uit een productieput (LIR-GT-01) en een injectieput (LIR-GT-02). Beide putten werden in 2014 geboord en voltooid. In Januari 2017 is de ESP na een defect uit de productieput getakeld en is de productieput en de injectieput gelogd. In mei 2017 is een workover uitgevoerd, waarbij een 7 5/8" en een 11 3/4" scab liner geïnstalleerd is in de productieput. Ook is er destijds een inhibitorstring in de productieput geïnstalleerd om ter hoogte van de screens (2454m TVD) inhibitor te kunnen injecteren.

putnaam	LIR-GT-01	LIR-GT-02
Type put	Productie	Injectie
Spuddatum	20-05-2014	08-07-2014
Completie datum	07-07-2014	12-08-2014
X (RD) oppervlaktelocatie	79087,73	79090,55
Y (RD) oppervlaktelocatie	443732,32	443734,5
X (RD) einddiepte	78891,36	79661,59
Y (RD) einddiepte	444728,93	443234,94
Einddiepte (m AH)	2897	2880
Eind diepte (mTVD)	2575	2544

Tabel 1: Algemene put informatie. Bron: EOWR

DESCRIPTION		VOF Geothermie De Lier GDL-GT-01 DEPTH REFERENCE = THS	DEPTH & DIMENSIONS						
X-mas tree 7-1/16" SK (RX46) Spool 7-1/16" SK (RX 46) x 13-5/8" SK (BX160) Wellhead 13-5/8" SK x 13-5/8" SK Tubing Head Spool (THS) Tubing hanger - Excentric - 7" VAM TOP box x box - 6.5" HBPV Feed through: 2x 1" LP - 1x 2" LP - 1/2" NPT test port Casing Head Housing (CHH) 13-3/8" x 13-5/8" SK slip-on lock			RKB - THS	7,09 m					
			RKB - CHH	7,78 m					
			RKB - GL	6,91 m					
			RKB - NAP	5,01 m					
			Depth AH (m)	Depth TVD (m)	Hole ID (in)	Pipe OD (in)	Collar OD (in)	Pipe ID (in)	Pipe Drift (in)
8-5/8" x 7" VT L80 x-over pin x pin tubing			1	1		7	N/A	6,094	5,969
24" - 125# - X65 - Conductor	Shoe		135	135	driven	24,000	welded	23,118	23
8-5/8" - 32# - L80 Polseal HCl Tubing						8,625	9,650	7,921	7,796
3/8"x 0.065" inhibitor line alloy 825 to mid screens									
1/4"x 0.049" inhibitor line SS316L to centralizer									
GOT Top 10.8" Scab Liner PBR 3m stroke ESP Intake	PBR		638 639,2	637 638,2		11,750	Flush	10,800	10,616
GOT Packer 11-3/4" Scab Liner ESP Assembly ESP Sensor	Packer		641	640		11,750	Flush	10,800	10,616
ESP Centralizer 266 mm			655	654					
Resato Injection Nozzle 80 bar opening pressure 3/8" inhibitor line union at bottom centralizer			656	655					
13-3/8" - 68# - Vam Top Casing					15,000	13,375	14,375	12,615	12,459
11-3/4" - 60 - T95 - THS Wedge 513 Scab Liner									
GOT top 10.590" PBR 3m stroke			896	894					
GOT 9-5/8" Tieback stem bottom	PBR		899	897					
GOT packer	Packer		900	898					
GOT top Extension joint (10 ft stroke) set in half open position			901	899					
13-3/8" x 9-5/8" Liner hanger + packer	X-over				7,000	7,681	6,276	6,151	
9-5/8" - 47# - L80 - GT premium Casing	Top of Liner		932	930					
13-3/8" - 68# - Casing	Shoe		1029	1027	15,000	13,375	14,375	12,615	12,459
7-5/8" - 33.7# - L80 SC Polseal HCl Scab Liner						7,625	8,525	6,765	6,540
GOT Bottom packer Scab Liner	Packer		2489	2266					
GOT 7" - 26# - VAM TOP x 7.289" Stinger			2492	2269					
9-5/8" x 6-5/8" Black Cat packer	Top of Liner		2492	2269				4,750	
9-5/8" - 47# - L80 - GT premium Casing	Shoe		2553	2313	12,250	9,625	10,650	8,681	8,525
6-5/8" - 24# - L80 Polseal Blank Joints Liner					8,500	6,625	7,413	5,921	5,796
Top of Screens			2606	2353					
Wire-Wrapped screens (300 micron on 6 5/8" base pipe Polseal)									
Baker Injection Nozzle 6.5mm holes			2734	2448					
Bottom of Sinkerbar			2834	2522		2,500			
Bottom of Screens			2868	2553					
6-5/8" - 24# - L80 - Seal sub - Polseal Blank Joint + bullnose			2881	2558	8,500	7,000	7,191	5,921	5,796
TD			2897	2575	8,5				

Figuur 6: Schematische put configuratie LIR-GT-01. Bron: EOWR

Nr.	Item description Injection Well	Well head and Xmastree LIR-GT-02						
			Depth	Depth	Hole ID	Pipe OD	Collar OD	Pipe ID
	7-1/16" Gate valve		m	m	in	in	in	in
	7-1/16" Gate valve		tvd	ah			(nom)	(drift)
	13-5/8" 5K Wellhead Depth reference: Rotary Table (=6,91m above ground level)		140	140		24	welded	23
	24" Weld conductor							
	Injection tubing 8-5/8" 32# L80 Polseal		132			8-5/8"	9,649	7,921
								7,796
	Kick off point		943	943				
	13 3/8 x 9 5/8" Liner Hanger + Packer End of build (EOB) to 3"			1015	Top of liner (top PBR)			
	13 3/8" 68# L80 VAMTOP		1058	1058				
			1123	1123	17.5"	13 3/8"	14,175	12,415
			1125	1125	17,5"section TD			12,259
	Kick off point		1127	1127				
	End of build (EOB) to 40"		1648	1703				
	9 5/8" x 6 5/8" Blackcat packer		2235	2474	Top of liner			
	9 5/8" 47# L80 Premium GT (gas tight)		2276	2528	12,25"	9 5/8"	10,396	8,681
			2279	2525	Top screens			
			2281	2533	section TD			
	6 5/8" 24ppf L80 Polseal w/7"OD WWS w/ Float shoe		2531	2855	Bottom screens			
	Open hole 8. 1/2" (TD)		2534	2867	8,5	7	7,191	5,921
			2544	2880	8,5	Section TD		5,796

Figuur 7: Schematische put configuratie LIR-GT-02

Aquiferkarakteristiek

De geothermieputten van Geothermie De Lier gebruiken de Delft en Alblasserdam zandsteen member als aquifer. De belangrijkste eigenschappen van deze aquifer zijn samengevat in tabel 2. De filterbuizen beslaan een deel van Alblasserdam, maar de doorlaatbaarheid van Alblasserdam is veel minder dan die van de Delft zandsteen. De verwachting is dat de bijdrage van Alblasserdam aan de productie erg klein is.

De productieput en injectieput staan via de aquifer met elkaar in verbinding. Wanneer de geothermische installatie stil ligt stabiliseert de druk in de aquifers.

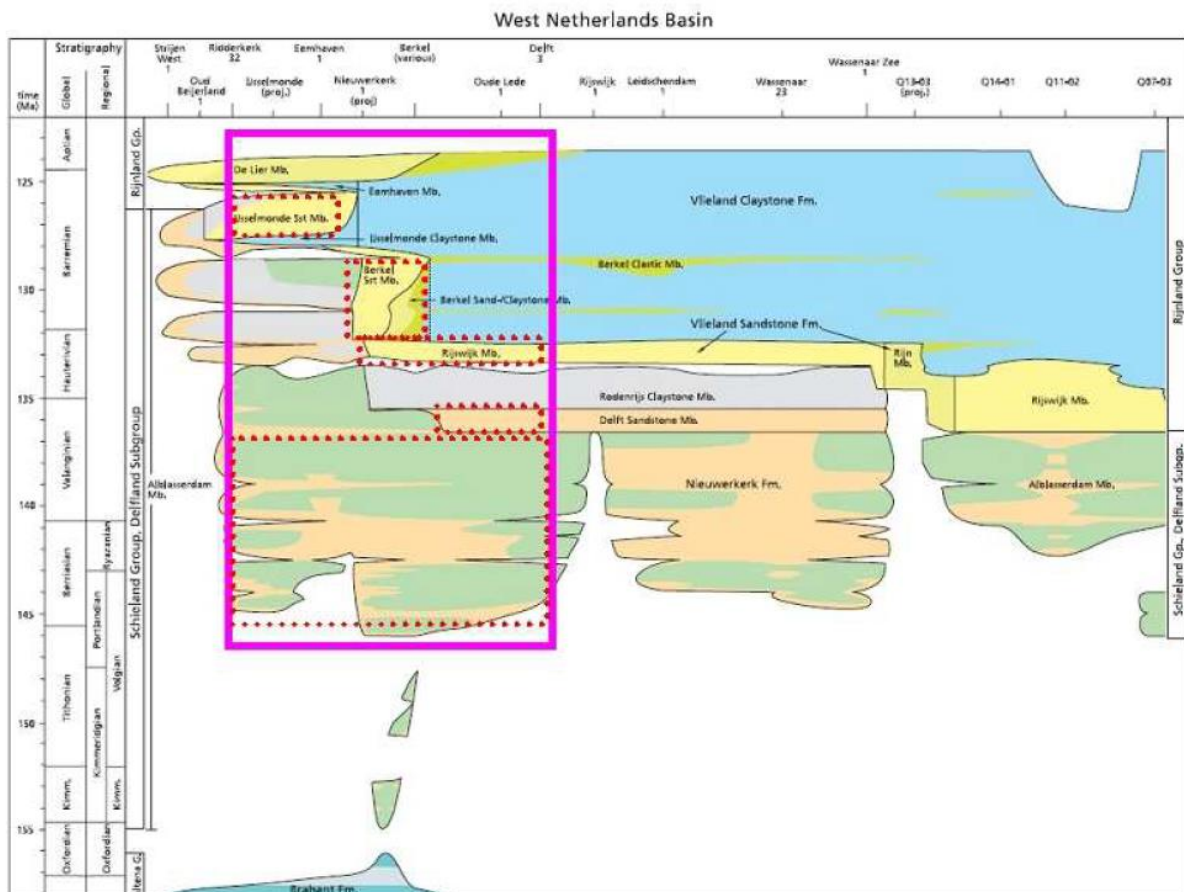
In figuur 8 is de ligging van de aquifer weergegeven en in figuur 9 de verhouding tussen permeabiliteit en porositeit, op basis van putten in de omgeving. In figuur 10 is de diepte van de top van de aquifer weergegeven, voor de Delft zandsteen. In figuur 14 is de dikte van de aquifer te zien en in figuur 15 en 16 is een temperatuurkaart opgenomen. De temperatuurgradiënt bedraagt ongeveer 3,1 °C per 100 m, met een oppervlaktetemperatuur van 10 °C.

In de figuren 11, 12 en 13 zijn enkele seismische secties te zien, parallel aan en loodrecht op de as van de geothermieputten. In deze seismische secties zijn de aanwezige breuken in de ondergrond te zien als blauwe lijnen.

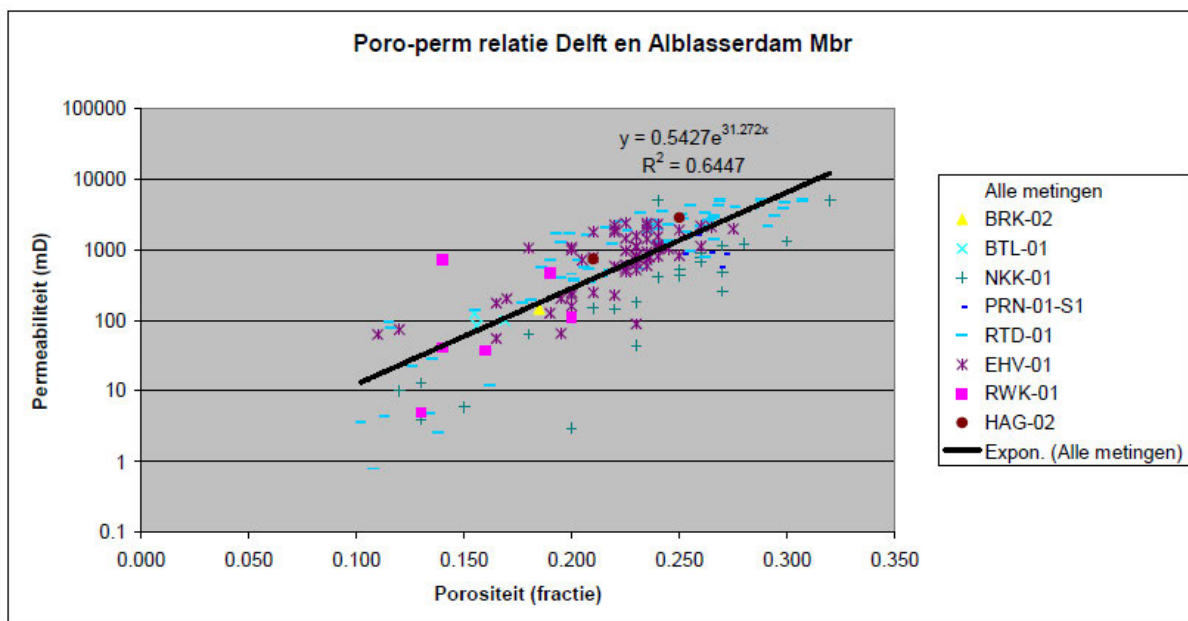
Parameter	LIR-GT-01	LIR-GT-02
Aquifer stratigrafie		
Diepte top Reservoir (m MD)	2651	2590,5
Diepte top Reservoir (m TVD)	2387	2324
Diepte basis Reservoir (m MD)	2868	2867
Diepte basis Reservoir (m TVD)	2553	2534
Bruto Dikte (m)	166	210
Netto Dikte (m)	83	105
Porositeit (%)	16,3	16,8
Permeabiliteitsdikte (Dm) uit puttest	65,1	83
Permeabiliteit (mD) uit puttest	930	1300
Skin welltest (-)	2,2	0,3
Temperatuur reservoir (°C)	91	88
Reservoir druk top aquifer (bar)	245	239

Tabel 2: Aquifer karakteristieken.

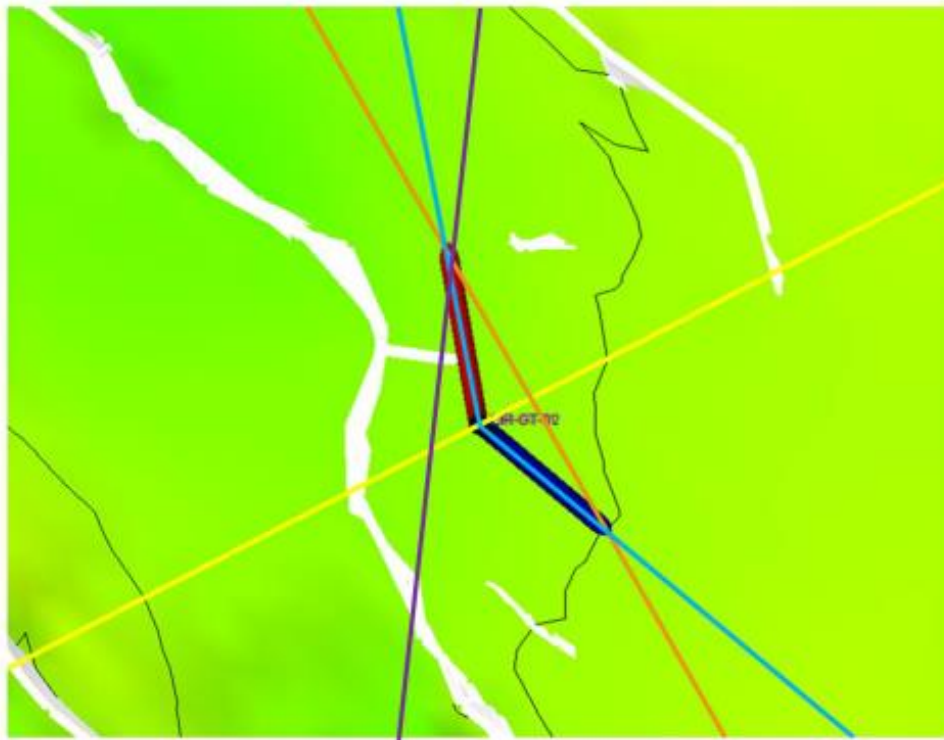
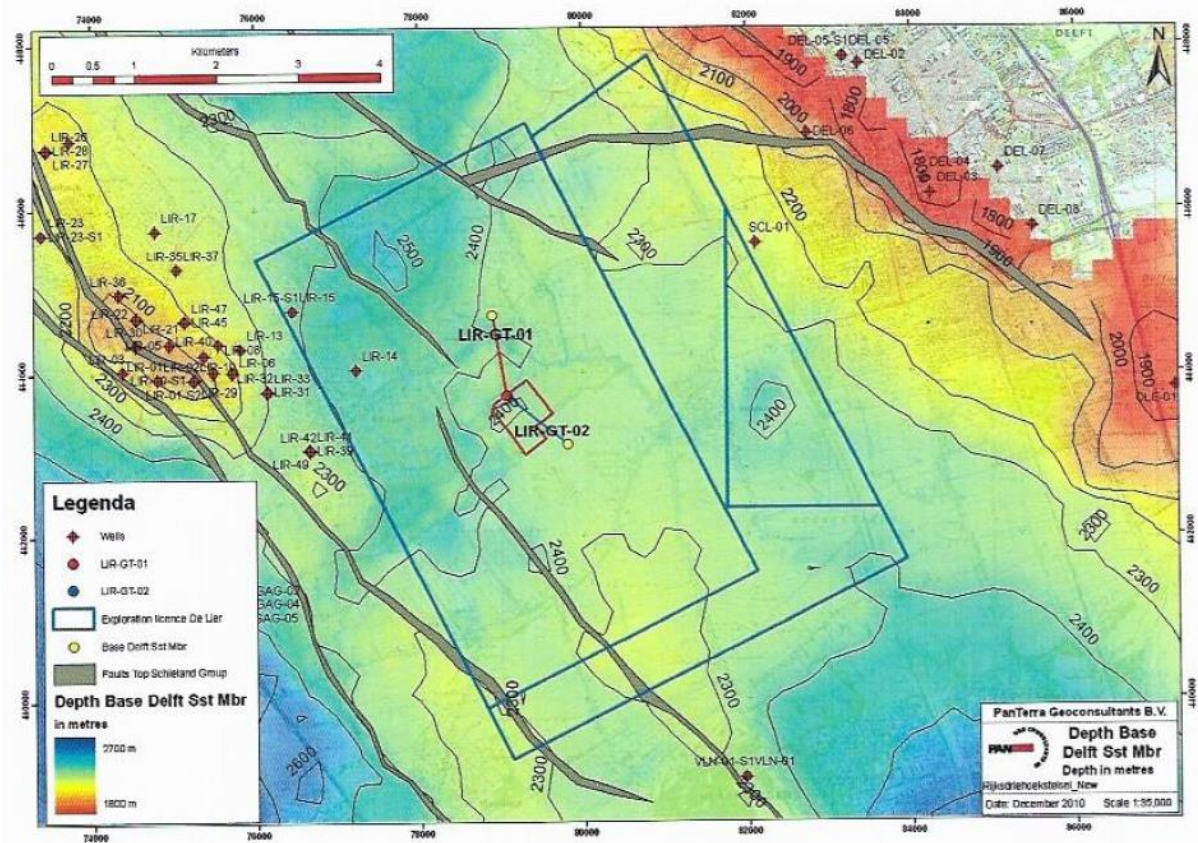
De afstand tussen de doorprikpunten (top reservoir) bedraagt 1.353,9 meter.

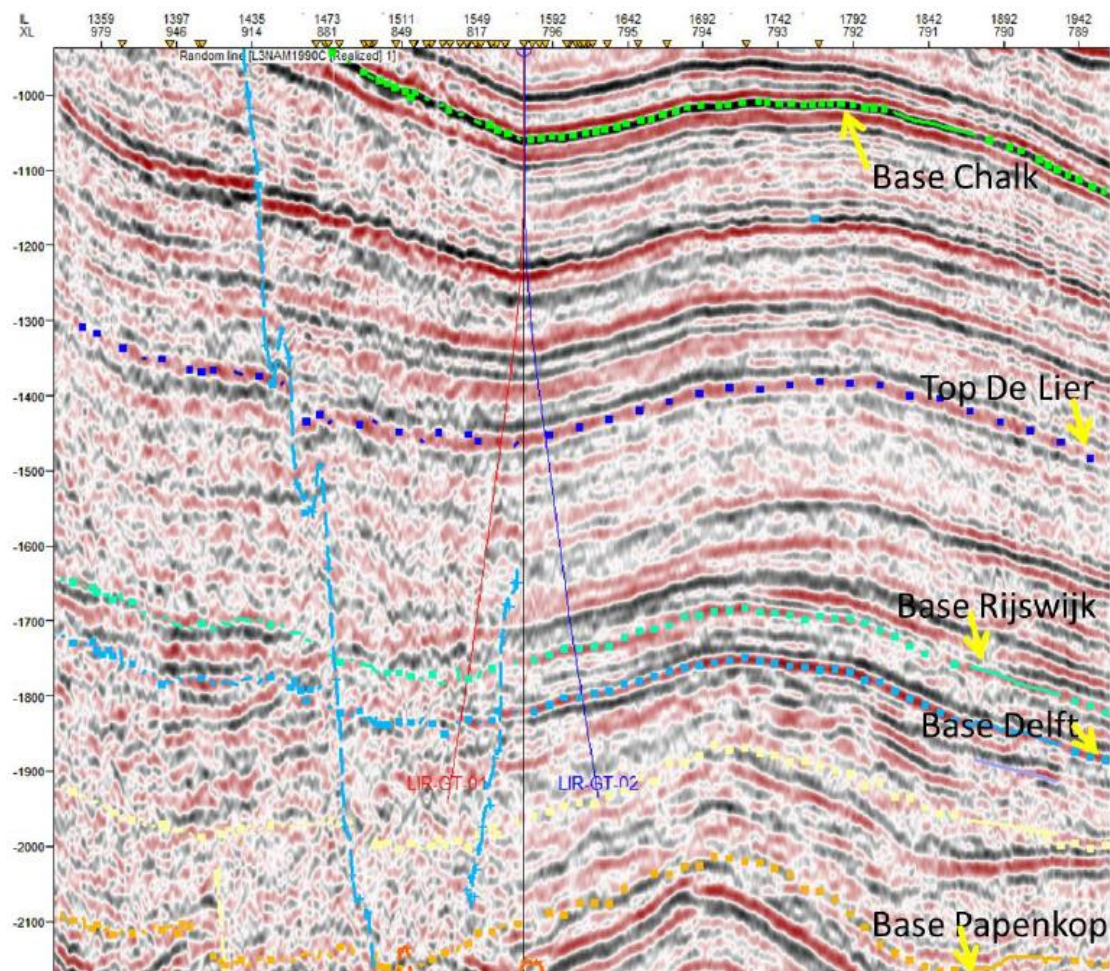


Figuur 8: Correlatie-diagram met de aquifers en aquitards in het West-Nederland Bekken. Bron: Geologisch onderzoek Panterra G790

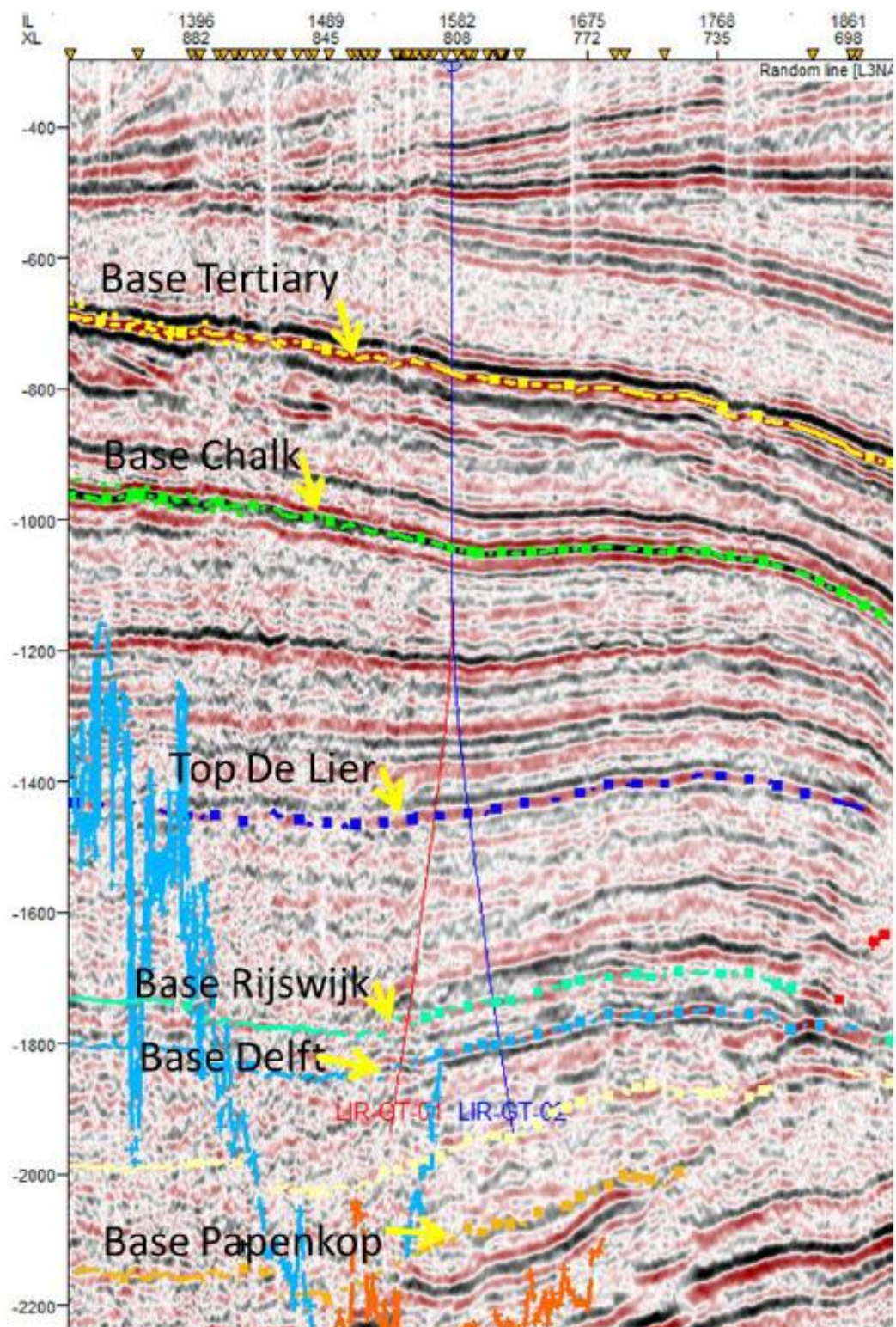


Figuur 9: porositeit-permeabiliteit relatie op basis van boorkernen van de putten in de omgeving. Bron: Geologisch onderzoek Panterra G790

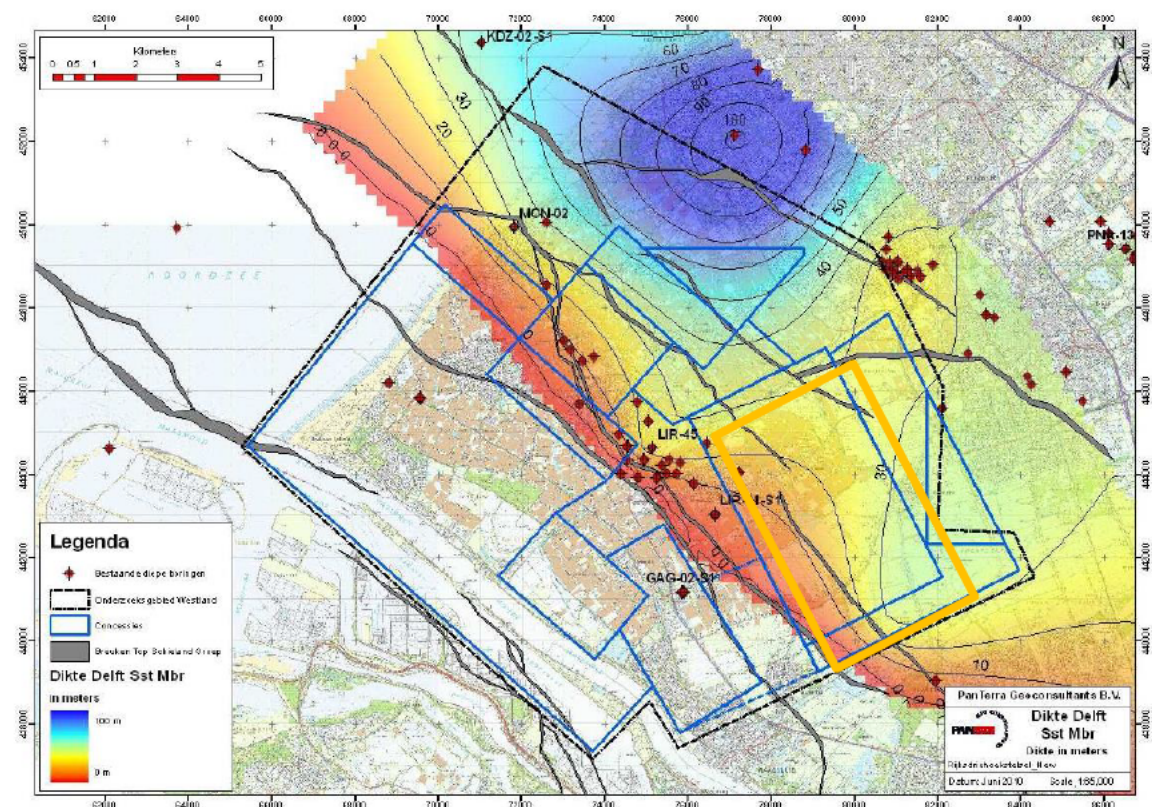




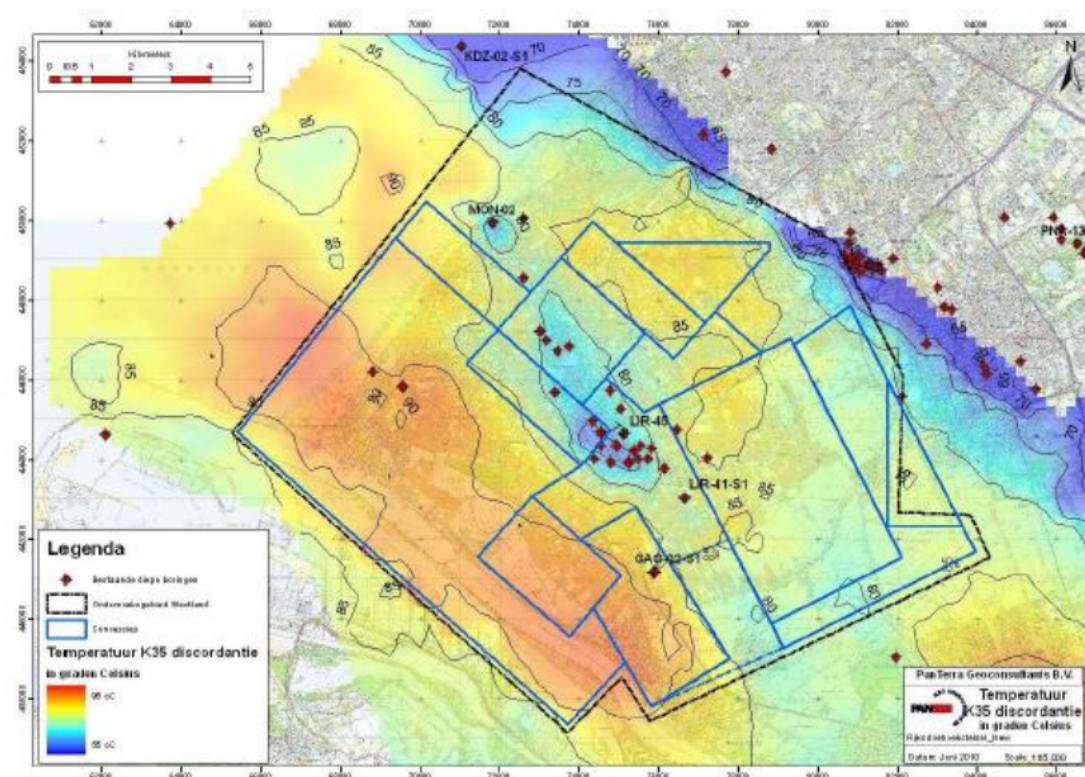
Figuur 12: Seismische sectie parallel aan de as van de geothermieputten, gelijk aan de blauwe lijn in figuur 12. Bron: Second Addendum to Well proposals De Lier G1015



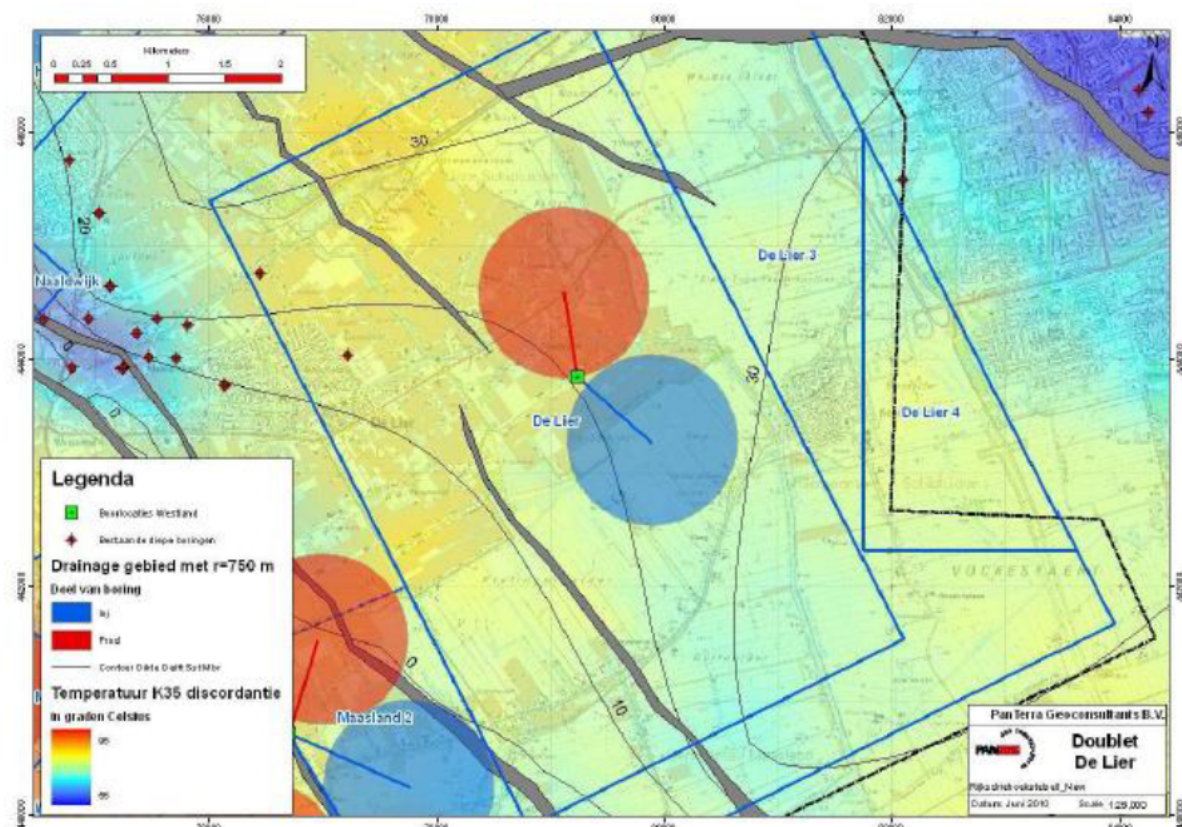
Figuur 13: Seismische sectie loodrecht op de as van de geothermieputten van Geothermie De Lier, zie de oranje lijn in figuur 11. Bron: Second Addendum to Well proposals De Lier G1015



Figuur 14: Bruto dikte kaart van de Delft zandsteen member. De opsporingsvergunning van Geothermie De Lier in een oranje kader. Bron: Geologisch onderzoek Panterra G790



Figuur 15: Temperatuurkaart Delft zandsteen member. De opsporingsvergunning van Geothermie De Lier in een oranje kader. Bron: Geologisch onderzoek Panterra G790



Figuur 16: Dikte en temperatuur van de Delft zandsteen member, ingezoomd op het Opsporingsgebied van Geothermie De Lier. Bron: Geologisch onderzoek Panterra G790

Formatiewater karakteristiek

In tabel 3 en 4 wordt de compositie van het formatiewater en de gasbijvangst gegeven op basis van watermonsters en gasanalyses.

	LIR-GT-01	LIR-GT-02
Anorganische Componenten	(%)	(%)
Helium	0,092	0,092
Argon	0,010	0,010
Waterstof	0,157	0,157
Zuurstof	0,003	0,003
Stikstof	1,878	1,878
Methaan	88,26	88,26
Kooldioxide	7,138	7,138
Ethaan	1,992	1,992
Propan	0,349	0,349
Butaan	0,070	0,070
Pentaan	0,010	0,010

Tabel 3: Karakteristiek gas

Parameter	LIR-GT-01	LIR-GT-02
TDS (mg/l)	140000	140000
Density (g/l)	1,07	1,07
Bubblepoint pressure (bar)	48	48
GWR (m ³ /m ³)	1,075	1,075
OWR (m ³ /m ³)	nvt	nvt
Anorganische Componenten	(mg/l)	(mg/l)
Metalen		
Aluminium (Al)	<0.5	<0.5
Antimoon (Sb)	<0.5	<0.5
Barium (Ba)	7.3	7.3
Boor (B)	25	25
Cadmium (Cd)	<0.1	<0.1
Calcium (Ca)	6400	6400
Calcium (CaCO ₃)	16000	16000
Chroom (Cr)	<0.1	<0.1
Koper (Cu)	<0.1	<0.1
IJzer (Fe)	56	56
Lood (Pb)	<0.1	<0.1
Lithium (Li)	<1	<1
Magnesium (Mg)	830	830
Magnesium (CaCO ₃)	3400	3400
Mangaan (Mn)	1.5	1.5
Molybdeen (Mo)	<0.5	<0.5
Nikkel (Ni)	<0.1	<0.1
Kalium (K)	320	320
Silicium (Si)	16	16
Silica (SiO ₂)	35	35
Natrium (Na)	43000	43000
Natrium (CaCO ₃)	93000	93000
Strontium (Sr)	430	430
Vanadium (V)	<0.5	<0.5
Zink (Zn)	0.2	0.2
Anionen		
Fluoride (F)	<50	<50
Chloride (Cl)	84000	84000
Nitriet (NO ₂)	<50	<50
Bromide (Br)	130	130
Nitraat (NO ₃)	<50	<50
Ortho Fosfaat (PO ₄)	<50	<50
Sulfaat (SO ₄)	140	140

Tabel 4: Formatiewater karakteristieken.

Reservoirmodellering

Op basis van de aquiferkarakteristieken beschreven in voorgaande paragrafen is een reservoirmodel gemaakt met behulp van DoubletCalc 2D. De onderstaande figuren (figuur 17a en 17b) geven de parameters weer waarvan gebruik is gemaakt om de reservoirmodellering op te kunnen stellen in DoubletCalc 2D. De berekeningen resulteren in visuele weergaven van de druk- en temperatuurdistributie in het gebied na 35 jaar (figuren 17c en 17d).

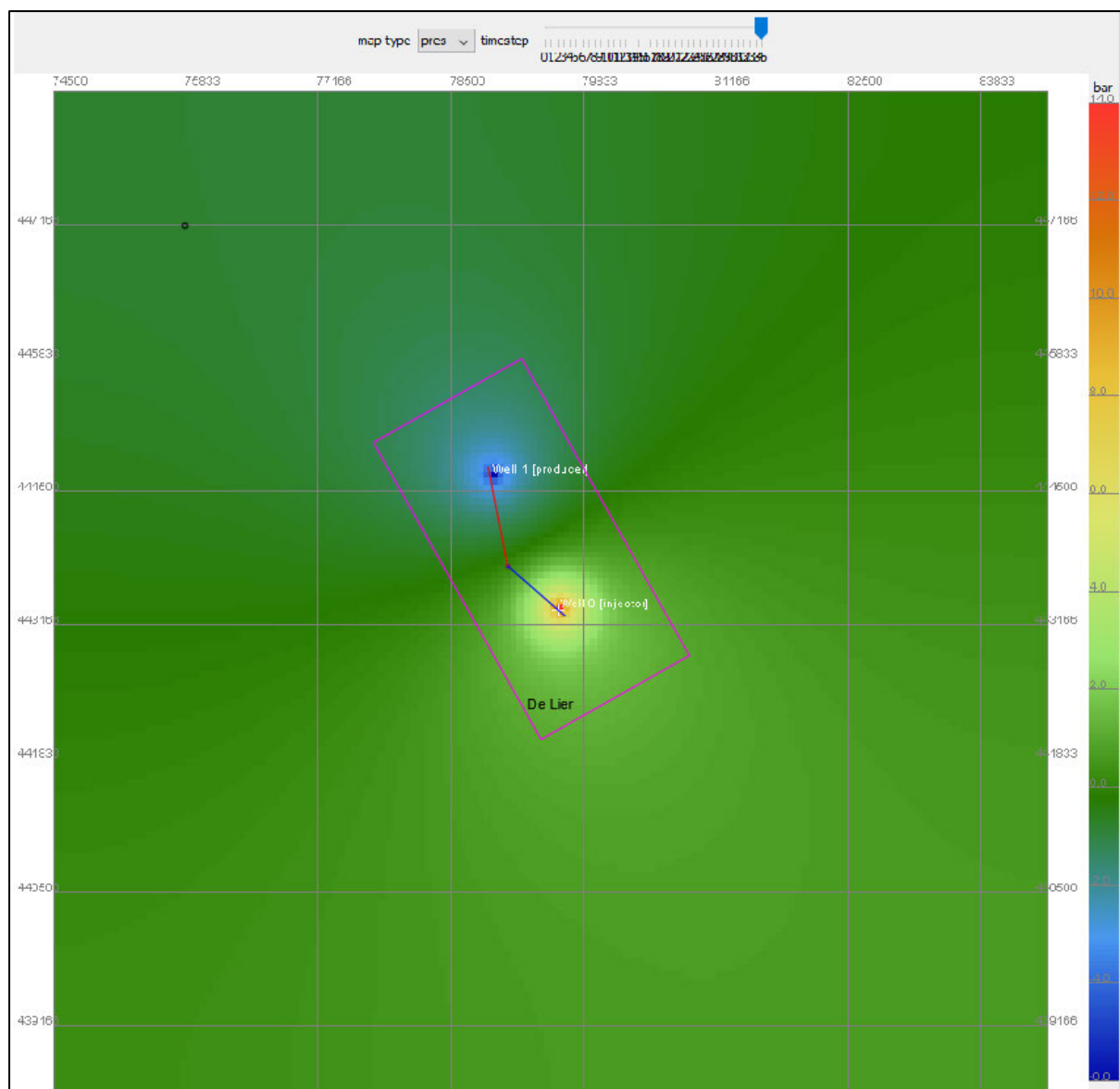
	Well 0	Well 1	
name			
x	79580.0	78906.7	m
y	443306.3	444651.1	m
well diameter	6.625	6.625	inch
well skin	0.3	2.2	-
well excess pressure	30.0	-30.0	bar
well (inj) temperature	15	90.0	C
well flow rate	325.0	-325.0	m3/h
pressure constraint	no		

REGION OF INTEREST			
xmin	74500.0	m	nx
xmax	84500.0	m	ny
ymin	438500.0	m	
ymax	448500.0	m	
grid geometry	none	use grid	view
AQUIFER PROPERTIES			
initial temperature	89.7	C	none use grid view
aquifer depth	2387.0	m	none use grid view
(cell) thickness	94.5	m	none use grid view
porosity	0.16	-	none use grid view
net to gross	0.7	-	none use grid view
actnum	1.0	-	none use grid view
permeability in xdir	930.0	mDarcy	none use grid view
permeability in ydir	930.0	mDarcy	none use grid view
water salinity	140000.0	ppm	
CALCULATION SETTINGS			
time end production	35.0	yrs	
time end analysis	35.0	yrs	
output interval	1.0	yrs	
output/calculation interval after production	250.0	yrs	

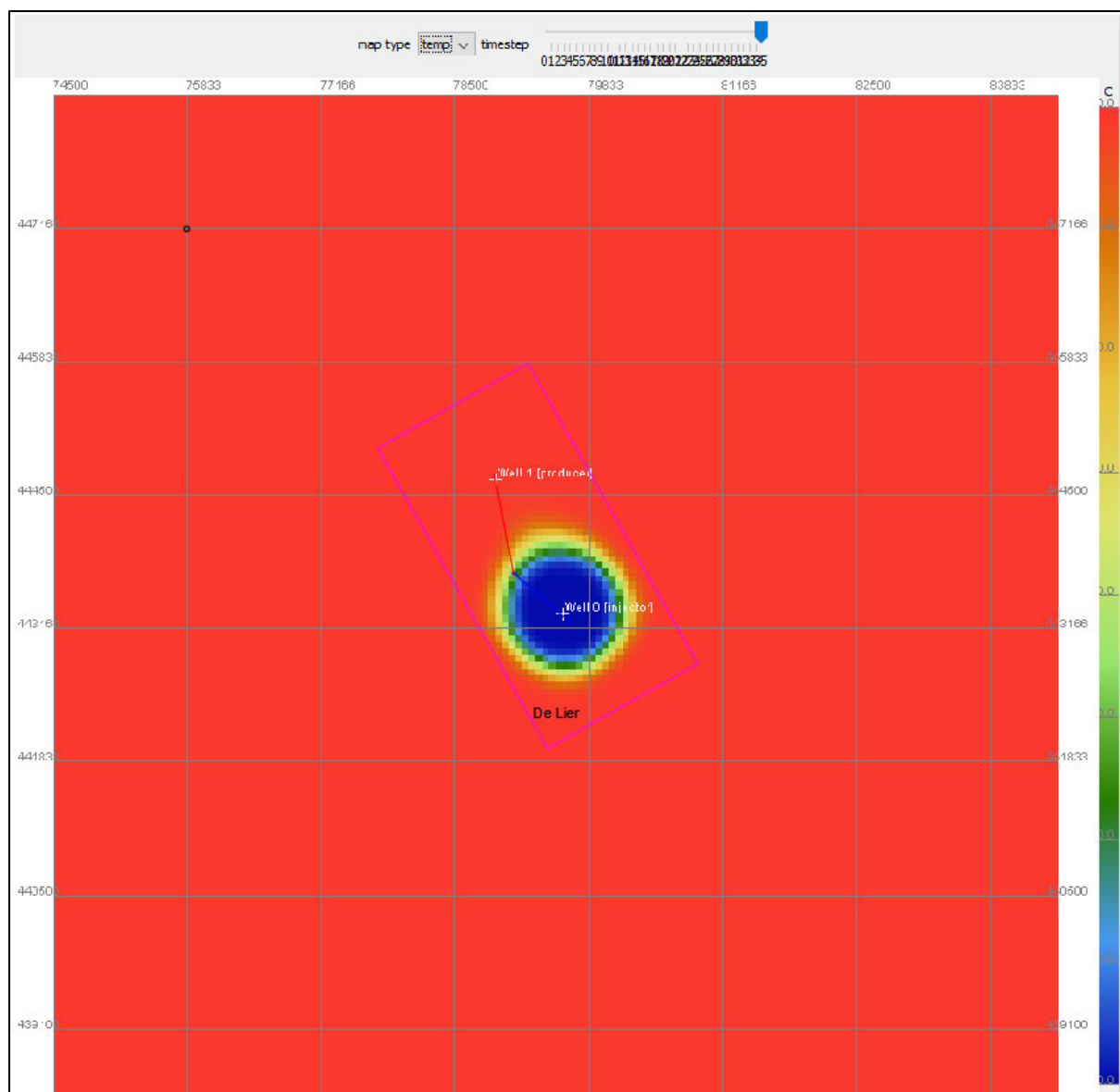
Figuur 17a: Inputwaardes DoubletCalc. 2D

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	SURFER ▾	
output VTK (ParaView) fileformat	no ▾	
write debug output grids	no ▾	
CALCULATION SETTINGS		
cooling 3D	no ▾	
calculate subsidence	yes ▾	
no flow boundary	yes ▾	

Figuur 17b: Input waarden DoubletCalc. 2D



Figuur 17c: Output drukdistributie na 35 jaar



Figuur 17d: Output temperatuurdistributie na 35 jaar

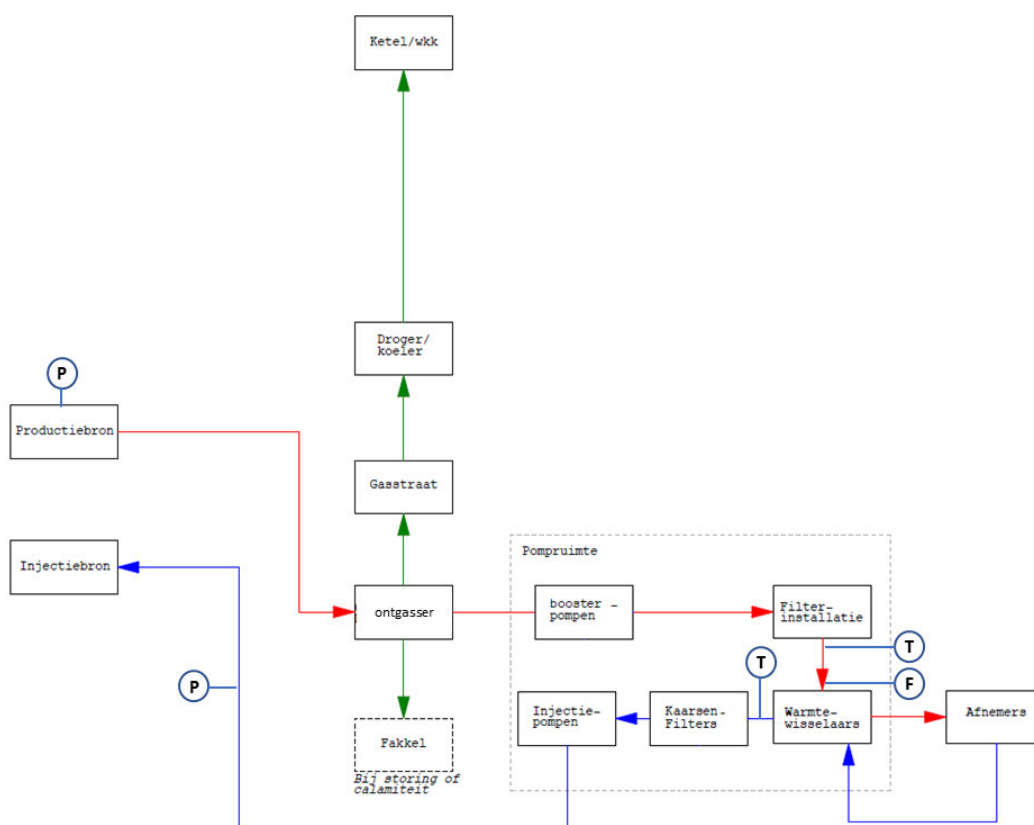
4. Wijze van winning

Beschrijving winning

Geothermie De Lier beschikt over een installatie om warm water te produceren uit de diepe ondergrond (Delft zandsteen) en hiervan de warmte te winnen, om vervolgens het afgekoelde water weer te injecteren. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een warmtewinning-installatie bestaande uit een geothermisch doublet, ontgassing-, gasdroog- en gasverwerking-installatie en een aardwarmtecentrale. Het geothermisch doublet, bestaande uit putten LIR-GT-01 en LIR-GT-02, is in 2014 geboord. De warmtewinning-installatie is sinds 2014 in productie. Middels de warmtewisselaars in de aardwarmtecentrale worden met de gewonnen warmte de kassen van meerdere glastuinbouwbedrijven in het gebied verwarmd.

In het opgepompte water is een hoeveelheid koolwaterstoffen opgelost. Dit gas wordt uit het water gehaald in een ontgasser en gedroogd in een gasdroger. Gedurende de normale bedrijfssituatie wordt het gas middels een gasleiding getransporteerd naar een verbrandingsinstallatie (ketel) die binnen het achtergelegen tuinbouwbedrijf is gesitueerd. Bij storingen of in noodgevallen wordt het gas verbrand in de op de locatie aanwezige affakkelinstallatie.

In figuur 18 is een schematisch overzicht van de installatie weergegeven, inclusief de locaties van meetsondes waarmee het debiet, de temperatuur en drukken worden gemonitord en geregistreerd. In de figuren en tabellen is weergegeven wat het geothermisch doublet tot op heden heeft geproduceerd. De figuren en tabellen bieden inzicht in de productieprognose voor de komende jaren.



Figuur 18: Schematisch overzicht van de installatie met de meetsondes

In tabel 5 zijn de operationele begrenzings van de geothermieputten van Geothermie De Lier samengevat. In tabel 6 worden de drukken en productiegegevens bij regulier bedrijf weergegeven.

Operationele begrenzing	waarde	dimensie
Max. injectiedruk WABO	70	bar

Tabel 5: Operationele begrenzings

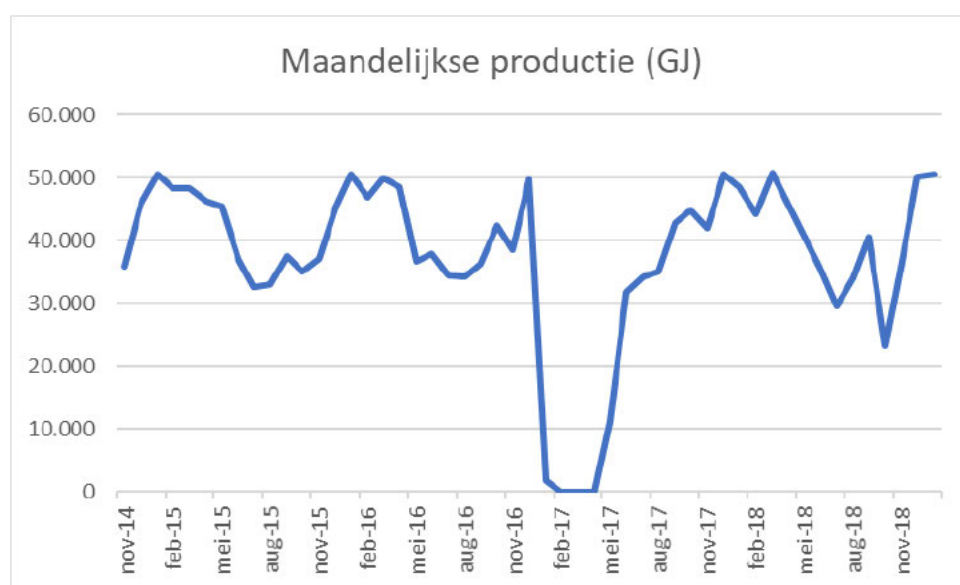
Put	Waarde (Prognose!)
Debiet geproduceerd water (m ³ /h)	Max. 325
Gemiddelde temperatuur van het productiewater, gewogen per volume, gemeten voor de warmtewisselaar (°C)	87,8
Gemiddelde druk direct onder de pomp in productieput (bar)	48
Laagste druk direct onder de pomp in productieput (bar).	43,4
Druk aan de putmond van de productieput (bar)	3
Verhouding hoeveelheid olie uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Sm ³ /m ³)	Nvt
Verhouding hoeveelheid gas uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Nm ³ / m ³)	1,06/1
Verhouding hoeveelheid condensaat uit productieput indien onttrokken uit de aquifer (Sm ³)	Nvt
Hoeveelheid in de productieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	0,01
Debiet geïnjecteerd water (m ³ /h)	Max. 325
Gemiddelde temperatuur van het injectiewater, gewogen per volume, gemeten tussen warmtewisselaar en de putmond (°C)	32,5
Minimale injectietemperatuur (°C)	15
Bij een injectie temperatuur van 32.5 °C: - Maximum injectie THP - Maximum injectie debiet	43 Bar 348 m3/h
Bij een injectie temperatuur van 15 °C: - Maximum injectie THP - Maximum injectie debiet	24 Bar 320 m3/h
Gemiddelde druk aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	8
Gemiddelde operationele historische injectiedruk op reservoir niveau (bar)	257
Maximaal gemeten historische druk van aan de injectieputkant van de injectiepomp (bar)	10,5
Maximaal gemeten historische operationele injectiedruk op reservoir niveau (bar)	260
Hoeveelheid in de injectieput ingebrachte inhibitor (l/m ³)	0,01
aantal vollasturen per jaar (d)	8600
Prognose onttrokken warmte per jaar (GJ)	525000
hoeveelheid benodigde elektrische energie (kWh)	2,75 miljoen
Geïnstalleerd vermogen installatie (MW _{th})	18

Tabel 6: Karakterisatie geothermisch systeem performance (prognose!) onder beoogde standaard operationele condities.

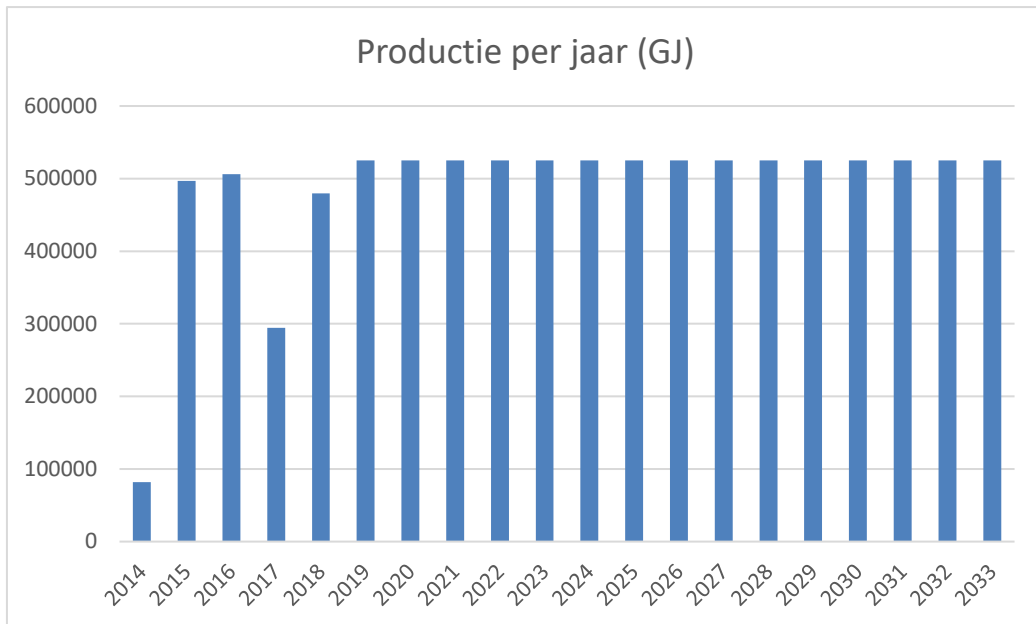
In tabel 7 en figuur 19 is de historische productie van de aardwarmte installatie van Geothermie De Lier vanaf 2012 weergegeven. In tabel 7 is ook de productie voor de komende jaren beschreven. In figuur 20a wordt de productieprognose voor de komende jaren inzichtelijk gemaakt en in figuur 20b de prognose van het jaarprofiel.

Jaar Vanaf Productie	Jaar	Energie (GJ)	Hoeveelheid water(mln m ³)	Prod. Temp. (°C)	Inhibitor (m ³)	Gas (m ³)
1	2014	79004	395928	90		166250
2	2015	496527	2417010	90		2333341
3	2016	506622	2257580	90	43,8	2423411
4	2017	293848	1317576	90	17,6	1421176
5	2018	479960	2138053	90	24,6	2302743
6	2019	525187	2359097	90	23,8	2539175
7	2020	474502	2145737	90	21,6	2289980
8	2021	525000	2400000	90	22	2580000
9	2022	525000	2400000	90	22	2580000
10	2023	525000	2400000	90	22	2580000
11	2024	525000	2400000	90	22	2580000
12	2025	525000	2400000	90	22	2580000
13	2026	525000	2400000	90	22	2580000
14	2027	525000	2400000	90	22	2580000
15	2028	525000	2400000	90	22	2580000
16	2029	525000	2400000	90	22	2580000
17	2030	525000	2400000	90	22	2580000
18	2031	525000	2400000	90	22	2580000
19	2032	525000	2400000	90	22	2580000
20	2033	525000	2400000	90	22	2580000

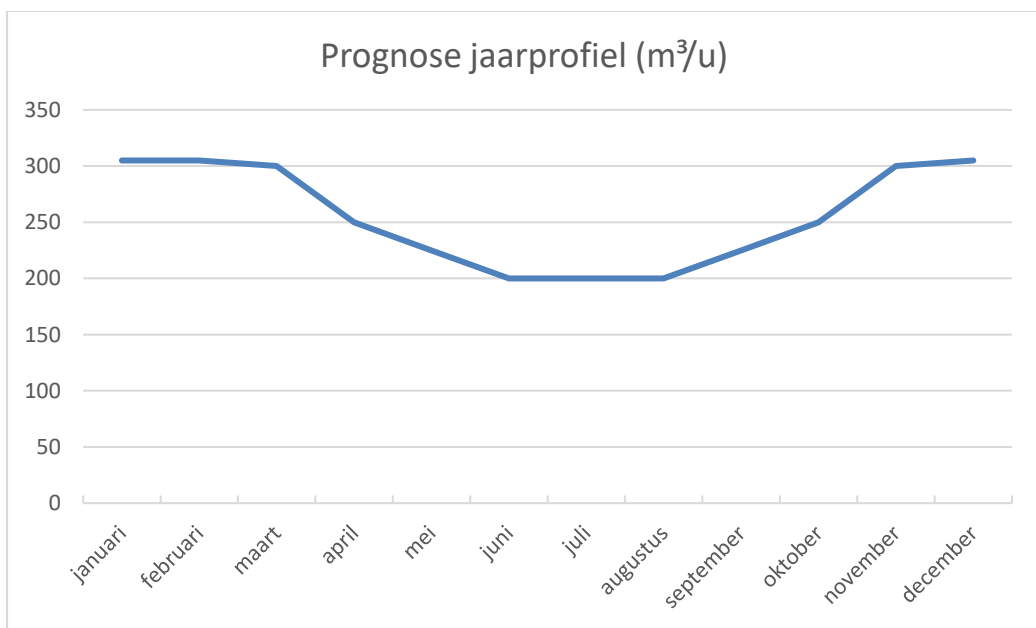
Tabel 7: Productieprofiel data.



Figuur 19: Historische productie doublet.



Figuur 20a: Grafiek productieprognose



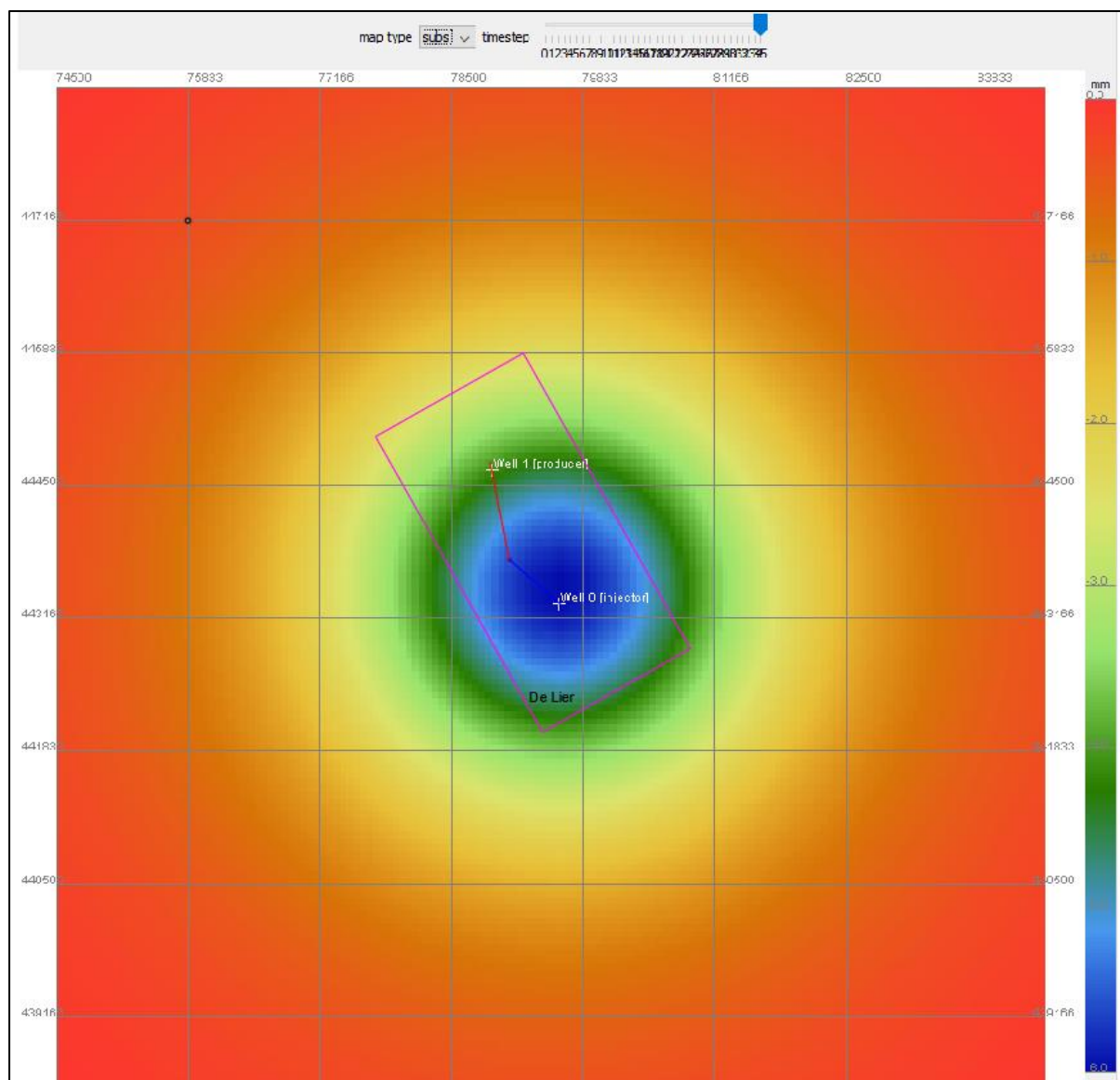
Figuur 20b: Grafiek prognose jaarprofiel

5. Bodembeweging

Bodemdaling

Geothermie onttrekt geen materie permanent aan de ondergrond, zoals bij delfstoffenwinning. Het geproduceerde water wordt na het oppompen weer in dezelfde aardlaag geïnjecteerd. Alleen de warmte blijft bovengronds.

Middels DoubletCalc 2D is te berekenen wat de te verwachten bodembeweging zal bedragen gedurende de levensduur van het doublet. In het onderstaande figuur is het resultaat van de berekeningen weergegeven na 35 jaar.



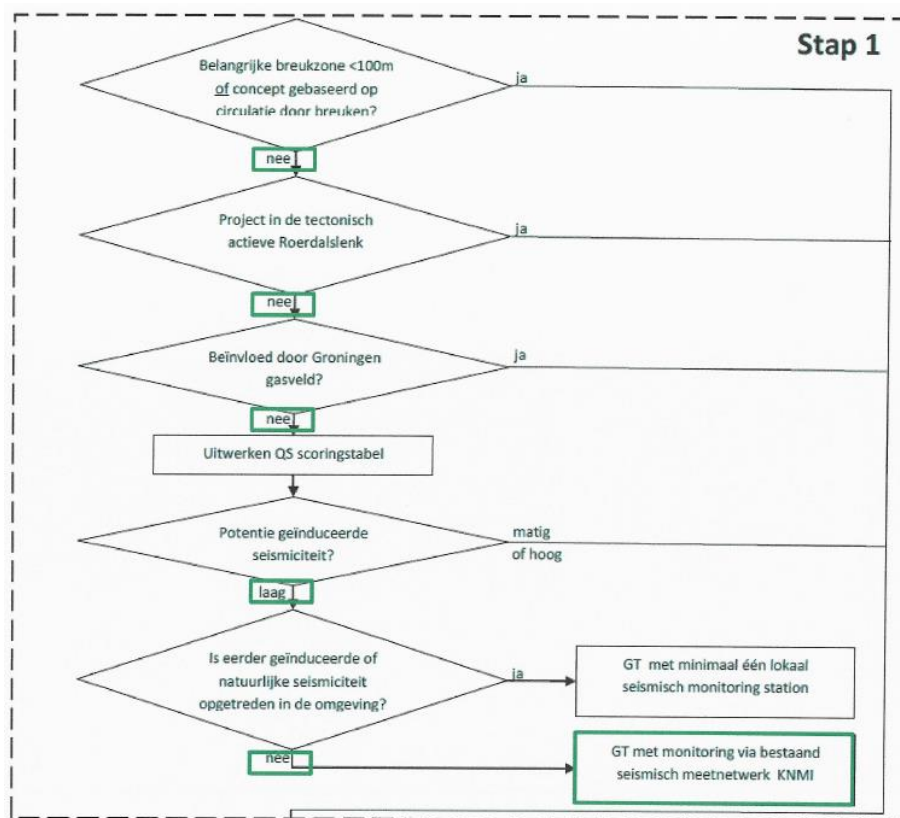
Figuur 22: Output bodemdalingdistributie na 35 jaar

Bodemtrilling

AAB NL heeft voor Geothermie De Lier een seismische risico evaluatie voor de geothermieputten van Geothermie De Lier uitgevoerd volgens de methodiek van Baisch et al. (2016). In de voorgaande hoofdstukken zijn de gegevens, geologische en operationele onderwerpen die betrekking hebben op het geothermische systeem uitgebreid beschreven. Voor de onderbouwing van de seismische risico evaluatie wordt verwezen naar de voorgaande hoofdstukken en paragrafen.

Om te bepalen of het seismische risico laag, middel of hoog is, is de beslissingsboom doorlopen. Deze beslissingsboom geeft ook aan of een aanvullende SHA of SRA moet worden opgesteld en of een seismisch meetnetwerk moet worden geïnstalleerd.

In figuur 23 is weergegeven wat de resultaten van de beslissingsboom zijn voor Geothermie De Lier. De uitkomst van de QuicksScan score tabel is weergegeven in tabel 8. Na de QuickScan score tabel rest nog één vraag om te bepalen wat voor seismische monitoring moet worden toegepast.



Figuur 23: Beslissingsboom seismische risico analyse

QuickScan score tabel

score	basement connected	inter-well pressure communication	re-injection pressure [MPa]	circulation rate [m³/h]	epicentral distance to natural earthquakes [km]	epicentral distance to induced seismicity [km]	distance to fault [km]	orientation of fault in current stress field	net injected volume [1000 m³]	Sum of column scores
10	yes	no	> 7	> 360	< 1	< 1	< 0.1	favorable	> 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	7	7	0	0	3	3	0	Σ 23
										Count of column scores

Tabel 8: QS-scoring table

De normalised score (S) is als volgt berekend:

De som van de kolomscores is gedeeld door het aantal scores maal tien:

$$S = \frac{\Sigma(kolomscores)}{(aantal\ scores \times 10)} = \frac{23}{90} = 0,26$$

De “seismicity potential” bedraagt 0,26. Dit betekent dat de seismicity potential laag is, level 1.

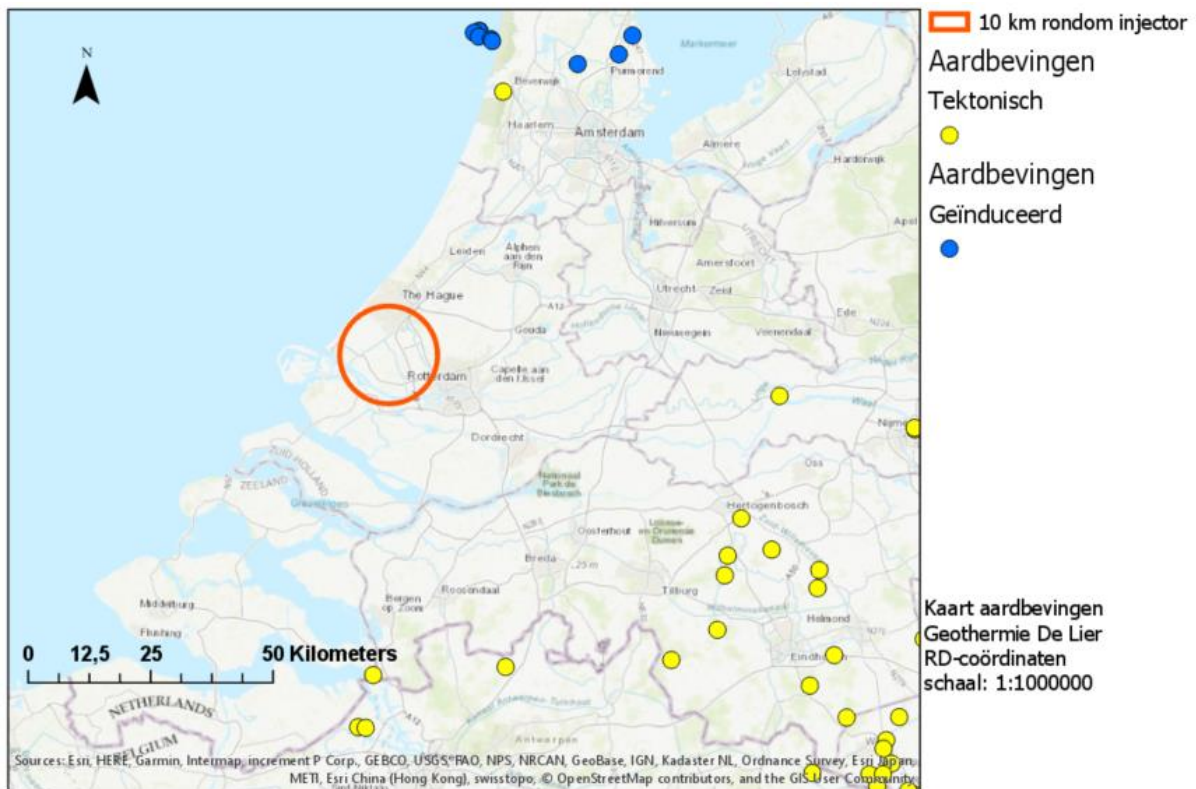
Daarnaast zijn ook in de regio rondom Geothermie De Lier geen tektonische of geïnduceerde aardbevingen waargenomen. Daarom kan voor de monitoring van het seismisch risico gebruik worden gemaakt van het bestaande KNMI meetnetwerk. Zie figuur 24.

Tabel 9: Resultaat Q- scoring.

	Normalised score	Seismicity potential	Hazard level and risk assesment procedure
Geothermie De Lier	0,26	Low	Level 1

Tabel 10: Laatste vraag na QuickScan

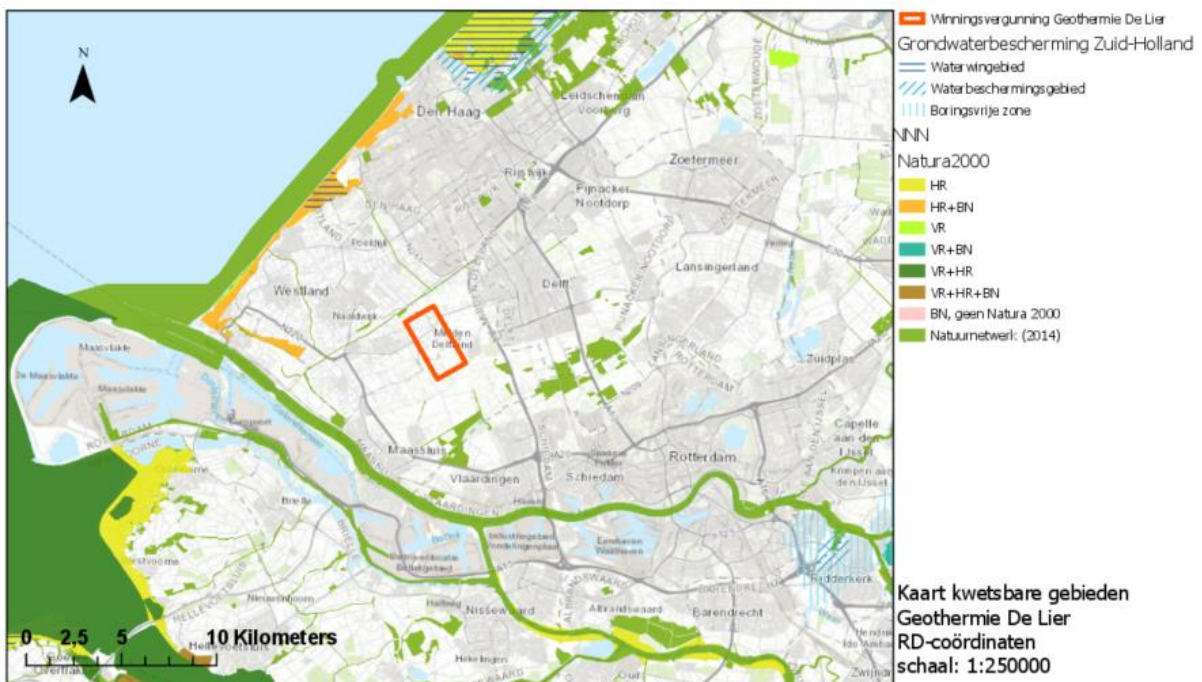
Decission tree questions	Answer (Y/N)	Argumentation or Reference to relevant paragraph
Did previous seismicity (induced or natural) occur in geothermal project region?	N	Zie figuur 24



Figuur 24 : Overzicht voorkomen tektonische en geïnduceerde aardbevingen in Nederland. Met een straal van 10km rondom projectlocatie Geothermie De Lier

Nadelige gevolgen

In onderstaande figuur is de winningsvergunning van Geothermie De Lier weergegeven, met de nabijgelegen natuurgebieden en drinkwatergebieden. Uit de QuickScan is gebleken dat het seismisch risico van de geothermieputten van Geothermie De Lier laag is en geen nadelige gevolgen heeft voor de omgeving. Monitoring middels het bestaande KNMI netwerk is voldoende.



6. Referenties

Baisch, S., Koch C., Stang, H., Pittens, B., Drijver, B. & Buik, N. (2016). Defining the Framework for Seismic Hazard Assessment in Geothermal Projects V0.1 - Technical Report.

Fokker, P., Van der Veer, E. & Van Wees, J-D (2015). Surface Movement Induced by a Geothermal Well Doublet. TNO: Utrecht.