

BESCHRIJVING TESTPROGRAMMA
NATURE'S HEAT/KWINSHEUL
(VOLGENS MIJNBOUWREGELING ARTIKEL 8.2.1)



19 FEBRUARI 2018

Inhoud

1 INTRODUCTIE

2 INLEIDING NATURE'S HEAT

3 PROCESOMSCHRIJVING GEOTHERMIE

3.1	Algemeen.....	3
3.2	Formatie water	4
3.3	Het proces	5
3.4	De productieput	5
3.5	GLCC en buffer ontgasser	6
3.6	Boosterpompen.....	6
3.7	Filters en Warmtewisselaars	7
3.8	Injectie-pompen	8
3.9	De injectieput	9
3.10	Gasdrooginstallatie.....	10
3.11	Fakkel.....	10
3.12	Stikstofinstallatie	10
3.13	Corrosie-inhibitor	11
3.14	Veiligheidstudies.....	11
3.15	Bedrijfsvoering.....	11
3.16	Capaciteit van de inrichting.....	11

4 GRONDSTOFFEN EN HULPSTOFFEN

4.1	Product	12
4.2	Hulpstoffen.....	12

5 TESTBESCHRIJVING

5.1	Technische doelen:.....	13
5.2	Operationele doelen:.....	13

6 STAPPENPLAN VOOR DE TEST

7 ADMINISTRATIE, COMMUNICATIE EN RAPPORTAGE

7.1	Organogram.....	14
7.2	Rapportage	15
7.3	Communicatie	15
7.4	Bijlagen	16

1 INTRODUCTIE

Het doel van dit document is om SodM te informeren over de productietest, die Nature's Heat wil uitvoeren. Het gaat om het doublet met productieput KHL-GT-02 en injectieput KHL-GT-01 en de bijbehorende bovengrondse installatie. De verwachte duur van de test bedraagt zes maanden.

De beschrijving van de installatie met alle uitgevoerde veiligheidsstudies zijn bewust naar verder in dit document verplaatst. Het VG-Zorgsysteem en alle ingrediënten voor een VG-document zijn aanwezig. Zodra de testfase is afgerond, zal de installatie in zijn uiteindelijke staat worden gebracht en zal een definitief VG-document worden samengesteld en aan SodM worden aangeboden.

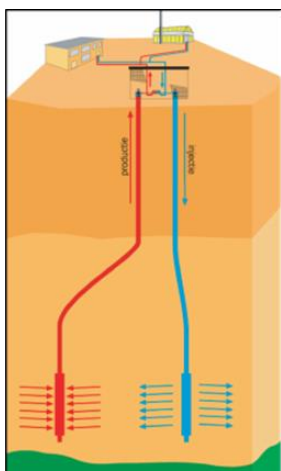
In dit testprogramma staan de doelen en stappen beschreven die genomen worden tijdens de genoemde test.

2 Inleiding Nature's Heat

Nature's Heat heeft in het tuinbouwgebied Hooghe Beer en Gasthuiswei aan de Hooghe Beer 19a te 2295 MX te Kwintsheul een geothermie installatie met een capaciteit van 16MWth gebouwd om uiteindelijk ca. 51 hectare kassen van participanten te gaan verwarmen, met nog de mogelijkheid van uitbreiding met nog 17 hectare van omliggende glastuinbouwbedrijven. Hierdoor zal jaarlijks waarschijnlijk circa 22 miljoen m³ aardgas bespaard worden waardoor 40 miljoen kg CO₂ en 72.000 kg NO_x minder in de atmosfeer zal worden uitgestoten. Waarschijnlijk zal hierdoor een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit optreden in de directe omgeving.

3 Procesomschrijving Geothermie

3.1 Algemeen



Figuur 1 Productie en injectieput

In de aardkern zit veel warmte opgeslagen. Door gebruik te gaan maken van aardwarmte kan deze duurzame energiebron worden benut. Dit zorgt voor een enorme besparing op het gebruik van "hoogwaardig" aardgas (fossiele brandstof) en zorgt voor een reductie van de CO₂-uitstoot.

Een voorwaarde om aardwarmte (of geothermie) te kunnen gebruiken, is dat er een watervoerend zandpakket met een hoge doorlaatbaarheid aanwezig is in de bodem. De winning ervan vereist twee boringen, voor de aanvoer en afvoer van het water uit de diepte. Zie Figuur 1 Productie en injectieput. Dit water noemen we formatiewater: grondwater in diepe lagen dat geen deel uitmaakt van de waterkringloop. Het warme water uit de diepe geologische lagen wordt opgepompt via een geboorde productieput. Vervolgens wordt het door een warmtewisselaar geleid, waarna het met een lagere temperatuur via een

injectieput weer in dezelfde grondlaag (formatie) geïnjecteerd wordt. De twee putten vormen een zogeheten doublet. De op deze manier onttrokken warmte uit aquifers op grote diepte wordt aardwarmte genoemd. Het afgekoelde water terugpompen is noodzakelijk omdat het opgepompte water in het algemeen een hoog

zoutgehalte heeft en om die reden niet mag worden geloosd in oppervlaktewater. Bovendien blijft de druk in de ondergrondse aquifer zo op peil en is er aanzienlijk minder kans op bodembeweging.

3.2 *Formatie water*

Het zoute formatiewater heeft een s.g van 1070 kg/m³ en een temperatuur van ongeveer 82 °C en bevat tussen 1 en 1,5 m³ opgelost gas per 1 m³ formatiewater, dit wordt gasbijvangst genoemd. De samenstelling van het gas is ongeveer 89 vol% methaan en verder geen vervelende componenten zoals H₂S. Het relatief hoge CO₂ gehalte maakt het gas corrosief. Er is nog geen radioactiviteit vastgesteld, maar er wordt rekening mee gehouden dat dit in de toekomst zal optreden.

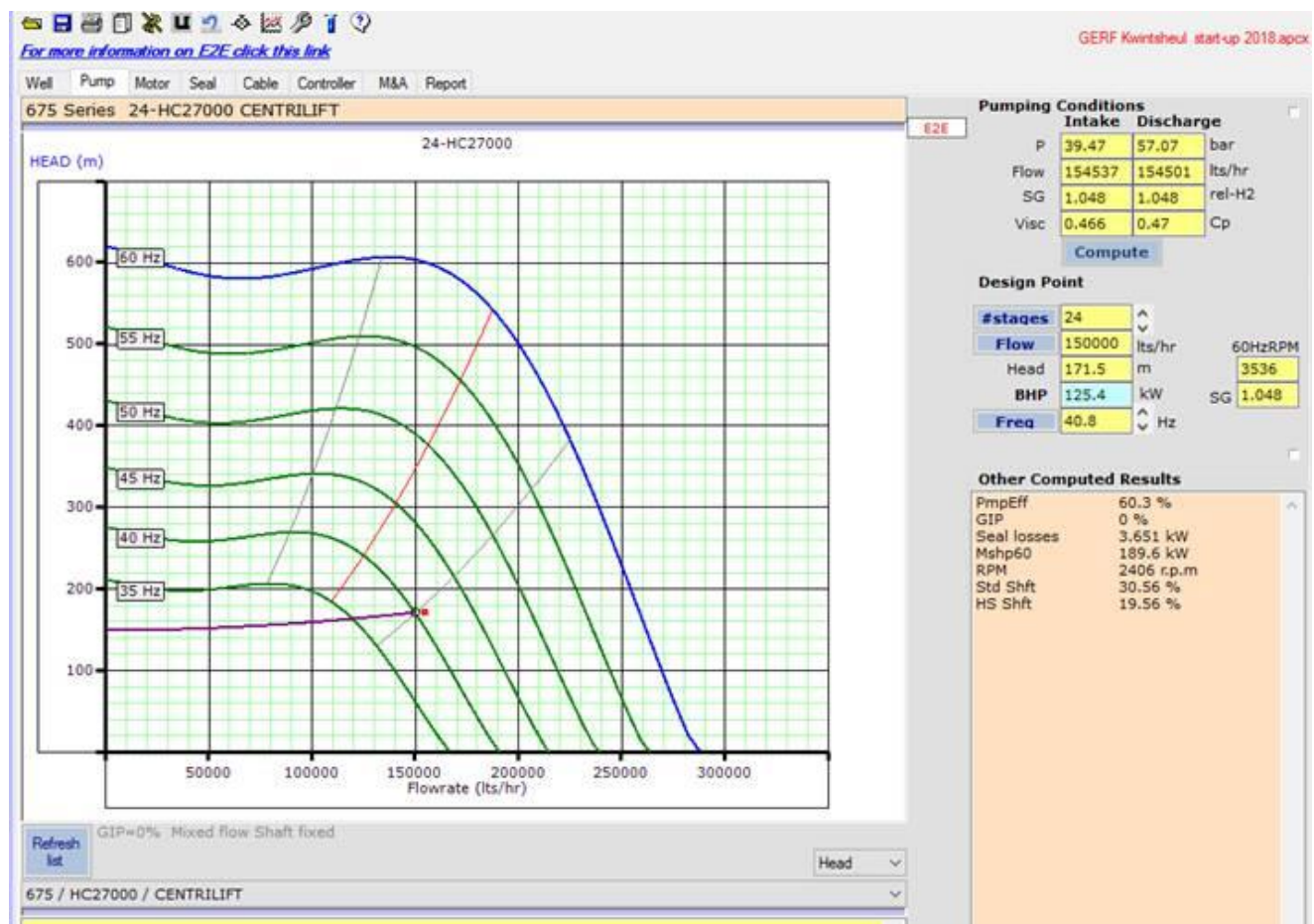
Gas compositie (flash bij 90 °C en 3 bar)

Component	Vol%
H ₂	0
H ₂ S	0
CO ₂	5,9
N ₂	1,9
C ₁	89
C ₂	2
C ₃	0,4
C ₄	0,2
Rest	0,6

3.3 Het proces

3.4 De productieput

Voor het oppompen van warmwater uit de aarde is een productieput naar een diepte van 2480 meter geboord. Op ruim 400 meter diepte in de boorput is de ESP pomp gemonteerd die het warme water omhoog brengt, deze pomp is snelheids geregeld. De momenteel gemonteerde pomp is alleen voor de testfase en de definitieve pomp zal worden ontworpen aan de hand van de testresultaten. (Zie figuur 2 voor de pompcurve). De maximale opvoerhoogte van de ESP overstijgt de maximale leidingdruk (max. 40 bar) en daarom wordt de frequentie in de besturing op 47 Hz gemaximaliseerd en driemaal vergrendeld. De enige klep tussen de ESP en veiligheidsklep wordt direct na de bemande opstartfase in de open stand vergrendeld. De eventueel gasvoerende ruimte van de casing boven het vloeistofniveau wordt zuurstofvrijgehouden door toevoegen van stikstof, dit om overmatige corrosie van de casing te voorkomen. Er is een "wellhead" gemonteerd waarmee de put handmatig kan worden afgesloten.



Figuur 2. Pompcurve ESP

3.5 GLCC en buffer ontgasser

In afwijking van eerdere geothermie-projecten wordt bij Nature's Heat de ontgassing in een GLCC (Gas Liquid Cylindrical Cyclone) uitgevoerd. Als backup is er na de GLCC een verticaal buffervat geplaatst. Dit is een tijdelijk vat met 15m³ inhoud en het wordt gebruikt voor de afvang van vaste stof uit de GLCC en verder als restontgasser. Het definitieve vat zal worden ontworpen aan de hand van de testresultaten. Via een DN250/PN40 leiding wordt het water vanuit de productieput naar de GLCC (Gas Liquid Cylindrical Cyclone) en ontgasserbuffer gepompt. In de GLCC wordt het gas verwijderd uit het water door een neerwaartse centrifugaalkracht. Deze kracht zorgt dat de (veel lichtere) gasbelletjes naar binnen gedreven worden en kunnen coalisceren tot groter bellen. Deze gas stroom verlaat de cycloon aan de bovenkant naar de buffer. In de ontgasser buffer staat een constant vloeistofniveau en wordt het gas afgevoerd. Mocht olie als bijproduct met het formatiewater meekomen, dan kan dat in de ontgasser worden afgescheiden en worden afgetapt. In geval van olie productie zullen aanpassingen moeten worden uitgevoerd volgens de MOC procedure. De ontgasser is ook voorzien van twee afblaasveiligheden. De afblaasveiligheden zijn uitsluitend bestemd om te voorkomen dat de installatie bezwijkt bij falen van de andere beveiligingen van de ontgasser. De GLCC en buffer ontgasser zijn beveiligd tegen een te hoge druk met instrumentele procesbeveiligingen die de ESP pomp uitschakelen. De beveiligingsloop is als geheel SIL 2 geclassificeerd.

3.6 Boosterpompen

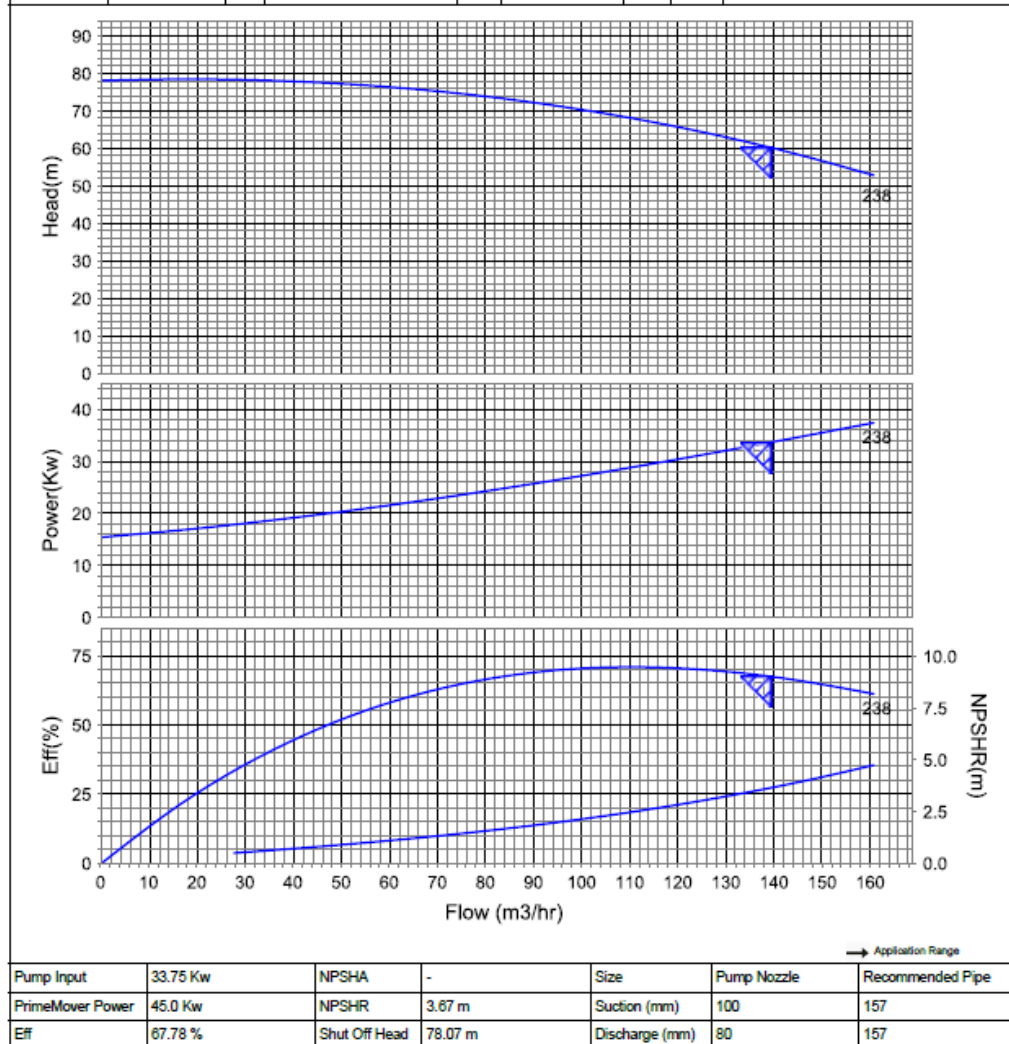
Na de ontgassingssectie gaat de leiding het pompgebouw binnen naar twee parallel geschakelde boosterpompen met een maximale opvoerhoogte van 78 meter. De boosterpompen zijn frequentie geregeld en de maximale uitsturing is begrensd in de frequentieregelaar en de software. Hierdoor kan bij een maximale voordruk van 10 bar de maximale druk van het leidingsysteem aan de perskant (PN16) nooit worden overschreden. Na de testperiode zal dit systeem verder worden geoptimaliseerd, het kan zijn dat de zuigdruk wordt begrensd door de veiligheden in de ontgassingssectie lager af te stellen.

DELTA POMPEN BV

Performance Chart



Customer	DELTA POMPEN				Liquid	Salt Water	
Consultant	-				Specific Gravity	1	
Project	-				Viscosity	0	Cst
Application	SALT TRANSFER				Fluid Temperature	-	Deg C
Speed (RPM)	Frequency (HZ)	PumpModel 4X3-10 RV			Solid Size	-	mm
2955	50	Flow	140.0 m3/hr	Head	80.0 m	Stage	1



Pump Input	33.75 Kw	NPSHA	-	Size	Pump Nozzle	Recommended Pipe
PrimeMover Power	45.0 Kw	NPSHR	3.67 m	Suction (mm)	100	157
Eff	67.78 %	Shut Off Head	78.07 m	Discharge (mm)	80	157

Tag Number	01	Prepared By/Checked By	
		Date	07/02/2018

Note : 1. Pump Performance with : ISO-9906-Gr1
2. NPSHa should be at least 0.5 m higher than NPSHr

Reference: CS-17330

Figuur 3. Pompcurve boosterpomp

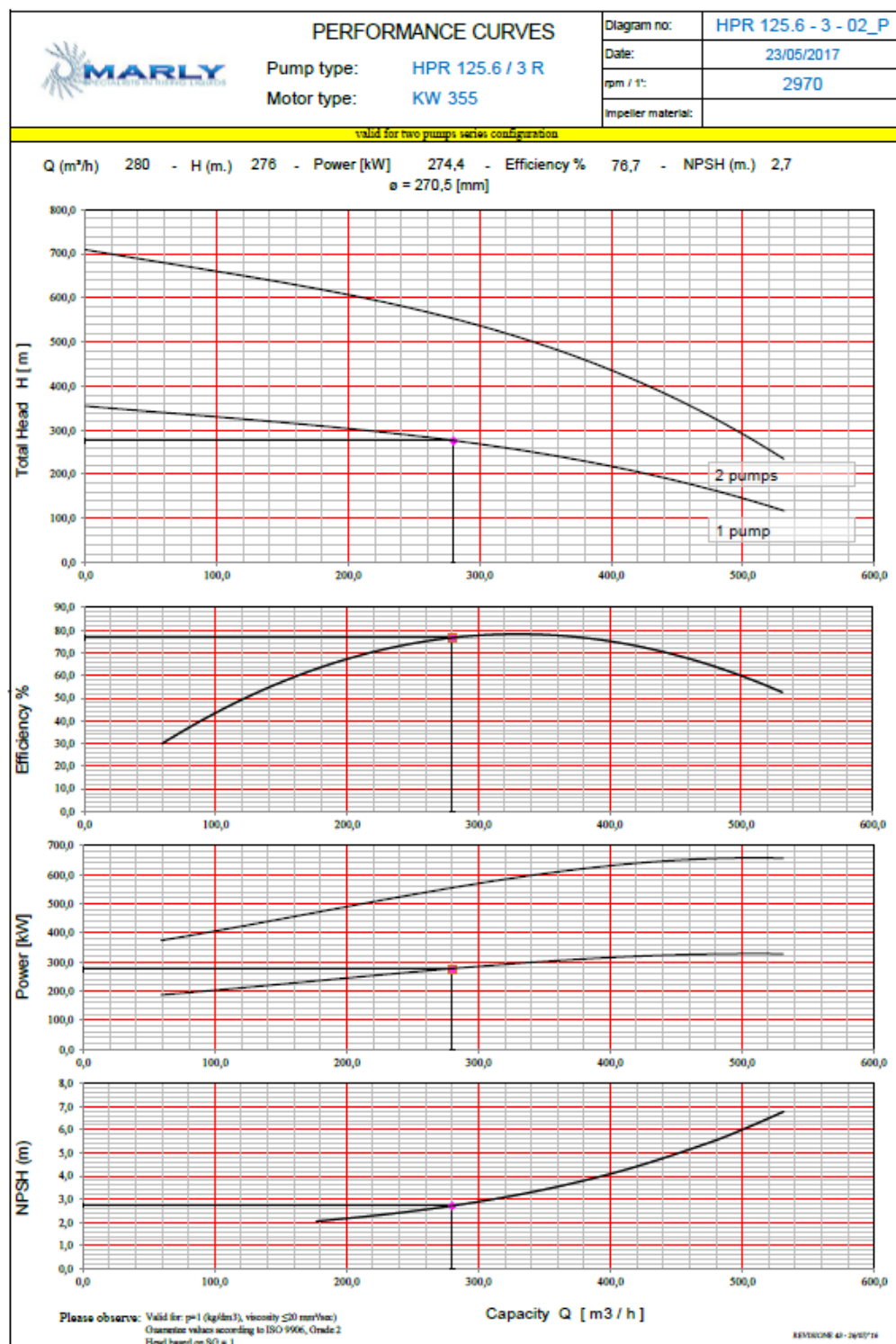
3.7 Filters en Warmtewisselaars

Na de boosterpompen wordt het water naar de filtersectie geleid. Eerst komen de warme zakkenfilters, dan de warme kaarsenfilters, vervolgens de platen warmtewisselaars en vervolgens de koude kaarsenfilters. Iedere filtersectie bestaat uit 2x2 filters met automatische kleppen. Bij een hoog drukverschil wordt automatisch omgeschakeld. Er volgt een melding aan de operator dat de filterelementen vervangen moeten worden. Hiervoor is een procedure aanwezig. De warmtewisselaars zijn in twee secties onderverdeeld voor

twee verschillende afnemers. De warmtewisselaars worden met de hand geoptimaliseerd, hiervoor zijn handkleppen en locale instrumenten geïnstalleerd. In de warmtewisselaars wordt de warmte van het zoute geowater afgegeven aan het secundaire verwarmingscircuit. Hier is ook direct de grens van het onder de mijnbouwwet vallende gedeelte van de installatie. Het zoetwatersysteem blijft in dit document verder buiten beschouwing. Toch vermeldenswaardig is dat een lekkage van geowater in het zoetwatersysteem automatisch wordt gedetecteerd en dat dan een afschakeling van de ESP volgt. Na de warmtewisselaar gaat het dan ongeveer 35 °C afgekoelde water nogmaals door een sectie meer zeer fijnmazige kaarsenfilters.

3.8 Injectie-pompen

Ook in het pomphuis bevinden zich twee frequentie geregelde en in serie geschakelde injectiepompen. De maximale injectiedruk is in de WABO vergunning begrensd op 57 bar. Om te voorkomen dat deze druk ooit wordt overschreden is de maximale uitsturing begrensd in de frequentieregelaar en de software. De injectiepompen moeten eigenlijk altijd beide draaien. Er zijn passtukken aanwezig om één pomp tijdelijk buitengebruik te nemen, maar voor deze ombouw moet dit hele installatie worden afgeschakeld.



Figuur 4 Pompcurve Injectiepomp

3.9 De injectieput

Na de injectiepomp verlaat het afgekoelde water het pomphuis en wordt naar de injectieput gevoerd. De injectieput is ongeveer net zo diep is als de productieput, dus 2480 meter

Bovengronds is op de injectieput een “wellhead” gemonteerd waarmee de put handmatig kan worden afgesloten. De injectiedruk is o.a. afhankelijk van het opnemend vermogen van de formatie. Deze zal tijdens de testfase proefondervindelijk worden bepaald, maar zoals eerder gezegd mag deze nooit meer bedragen 57 barg bij 35 °C (zie WABO vergunning). In de injectieput is een soort tubing afgehangen tot 200 meter. Aangezien er zich bij opstarten stikstof in de put bevindt, zal dit zich ophopen in de annulaire ruimte bij een druk gelijk aan de injectiedruk. Op de wellhead zijn een drukmeting en een onluchttingsventiel aangebracht om hier handmatig druk af te laten.

3.10 Gasdrooginstallatie

Het gas, dat vrijkomt in de ontgasser wordt naar de gas drooginstallatie gevoerd. Deze bevindt zich in een container op het terrein naast het pompegebouw. Hier wordt het vocht uit het aardgas verwijderd door het gas in twee warmtewisselaars te koelen tot een dauwpunt van ongeveer 8°C. De koeleenheid is op het dak van de container geplaatst. Het gedroogde gas gaat als stookgas naar het nabijgelegen kassencomplex. Als de afname van het gas niet mogelijk is wordt het gas gecontroleerd afgefakkeld.

3.11 Fakkel

De fakkel treedt alleen in werking tijdens opstart en als er geen gasvraag is van de WKK-installatie of de ketel. Het is een open fakkel, die in een container is geplaatst. Deze container is aan de bovenzijde geopend.

De fakkel heeft een capaciteit van maximaal 275 Nm³/h en de risico's voor personen ten gevolge van hittestraling reiken niet tot het straatniveau. De contour is weergegeven in bijlage 5.

De fakkel heeft een permanente waakvlam en deze krijgt gas uit het proces of uit een gasfles.



Figuur 5. Fakkel

3.12 Stikstofinstallatie

In het pompegebouw bevindt zich ook de stikstofinstallatie. Stikstof wordt met name gebruikt bij opstarten om lucht uit de casing te verdringen in het kader van corrosiebeheersing. Verder is stikstof nodig bij het verwisselen van de filterelementen. De stikstof wordt lokaal gegenereerd door middel van een PSA (Pressure Swing Adsorption Unit) met twee absorber vaten. Er zijn twee stikstof voorraadvaten:

- 1x 2.000 ltr maximale werkdruk 10 bar;
- 1x 3.000 ltr maximale werkdruk 16 bar;

In het pompegebouw is een zuurstofmeter aangebracht, die indirect waarschuwt bij hoog stikstofgehalte, hetgeen wijst op een lekkage in het stikstofsysteem.

3.13 Corrosie-inhibitor

In het pompgebouw bevindt zich ook de skid met corrosion inhibitor. De skid staat als geheel op een lekbak. De corrosie inhibitor bevindt zich in een 1 m3 IBC en het injectiepompje staat er pal naast.

3.14 Veiligheidstudies

Om de veiligheid van de installaties te garanderen zijn relevante veiligheidsstudies uitgevoerd. De belangrijkste zijn als bijlage bijgevoegd. Het gaat hier om de HAZID (bijlage 10), De HAZOP (bijlage 6) en de studie over de explosie veiligheid van de installatie (bijlage 4 en 11). In gebieden met een zonering is alle apparatuur conform ATEX richtlijnen uitgevoerd. Het gaat hier om de warmte technische installatie met name om de volgende componenten:

1. De productieput met " wellhead"
2. De injectie put met " wellhead"
3. De cycloon en ontgasser
4. De aardgasdrooginstallatie
5. De fakkelinstallatie
6. De mogelijke olieopslagtank(s)

Aangezien het water ontgast is voordat het het pompgebouw bereikt is het pompgebouw een veilige zone en niet in ATEX uitgevoerd. Eventuele restontgassing is onvoldoende om een explosieve atmosfeer te creëren. Toch zijn gasdetectoren aanwezig, die een alarm afgeven en de hele installatie afschakelen zodra 20% van de LEL is bereikt.

Er zijn meerdere druktesten aan het systeem uitgevoerd, bepaald door de drukklassen van de betreffende secties. Alle documenten hiervoor zijn opgenomen in het GSIS systeem van GtS.

3.15 Bedrijfsvoering

De installatie zal uiteindelijk continue in bedrijf zijn, 24 uur per dag, 7 dagen in de week, behoudens stilstand tijdens gepland onderhoud en calamiteiten.

Op werkdagen tussen 7.00 – 19.00 uur kunnen er geplande werkzaamheden zijn. Voor de rest draait de installatie zelfstandig. Via een digitaal meldingssysteem wordt de operator op de hoogte gehouden van het gehele proces en ook van de mogelijke afwijkingen in het proces. Tijdens de eerste dagen van productie zal de installatie 24 uur bemand zijn om de betrouwbaarheid te testen en filterelementen te wisselen. Er wordt gebruik gemaakt van een standalone remote controle systeem, de installatie is hierdoor volledig failsafe en zodra het verantwoord is zal de installatie 's nachts en in het weekend onbemand draaien. De dienstdoende operator kan altijd binnen 30 minuten op de locatie zijn.

3.16 Capaciteit van de inrichting

De ontwerpcapaciteit bedraagt ca 16 MWth bij een productie van ca 275 m3/uur. Als de warmtevraag hoger blijkt lijkt er ruimte in de installatie te zijn voor verdere productieverhoging, maar dit is voorlopig niet aan de orde. (ESP is momenteel toeren begrensd)

4 Grondstoffen en hulpstoffen

4.1 Product

De producten bij de geothermiebron zijn warm zout formatie water en methaan, na het afvangen van het opgeloste gas (een bij-product) wordt het warmte afgedragen via wamtewisselaars aan het warmtenet. Het gas wordt gebruikt als stookgas.

4.2 Hulpstoffen

Er worden verschillende hulpstoffen ingezet te weten:

- Stikstof;
- Corrosiewerend middel, Baker Hughes CGW80007
- Smeer en hydrauliek olie, vergelijkbaar als TURBO T OLIE 46 (2110TH) en Chevron Hydraulic Oil AW
- Koelmiddel Klea 407C (gasdrooginstallatie)

De Productveiligheidsbladen bevinden zich in Bijlage 7.

Soort stof	Opslag	Verbruik per jaar
corrosiewerend middel	IBC van 1000 liter	3.000 l ³
Stikstof	Drukvaten 2000 l en 3000 l.	10.000 l
Smeerolie	200 liter	200 liter
Hydrauliek olie	200 liter	200 liter
Si oxide adsorbens	60 liter in stikstofinstallatie	240 liter

5 TESTBESCHRIJVING

Het is de bedoeling om tijdens de verschillende testfase alle ontbreken parameters te verzamelen en dan het ontwerp en de installaties in de uiteindelijk uitvoering te bouwen. Zodra dit gereed is kan de installatie definitief in bedrijf worden genomen en zal een VG document bij SodM worden ingediend

5.1 Technische doelen:

- Vaststellen van de maximale geothermische output (MWth)
- Vaststellen van de maximale productietemperatuur
- Vaststellen water-gasverhouding
- Vaststellen samenstelling productiewater
- Vaststellen vervuiling, solids kg/m³
- Vaststellen vervuiling, olie kg/m³
- Vaststellen hoeveelheid gas Nm³/m³
- Vaststellen van eventueel optredende corrosie
- Vaststellen effectiviteit en verbruik inhibitor.
- Vaststellen productiekarakteristieken doublet (productie en injectiedruk)
- Stabiliteit in temperatuur, druk en productie
- Optimaliseren elektrische energie per MWth geowarmte
- Optimaliseren secundair warmteleveringscircuit naar tuinders

5.2 Operationele doelen:

- Doelmatige productie
- Geen ongelukken, geen incidenten, geen letsel
- Geen schade aan het milieu

6 STAPPENPLAN VOOR DE TEST

Tijdens een uitvoerige test periode die enkele maanden zal duren zullen de volgende stappen uitgevoerd worden. Aan het einde van iedere testfase zal een evaluatie plaats vinden. Om de warmte kwijt te raken zal reeds tijdens de testfase warmte aan de tuinders worden geleverd.

Fase 1:

Well startup: een volume van 15 m³ water zal naar de ontgasser gestuurd worden

- ESP frequentie 35 Hz (minimum)
- Flow ongeveer 80 m³/hr

- Duur is minder dan één uur

Fase 2:

Eerste start-up productie; bovengrondse installatie in gebruik

- Controle systeem en bedieningselementen
- ESP frequentie 35 Hz
- Flow ongeveer 80 m³/hr
- Water en gas bemonsteren en analyseren
- Referentie vastleggen, volgende testfase definieren.
- Duur ongeveer één maand.

Fase 3:

Optimalisatie van het koeling/warmte-overdrachtsysteem

- Gebaseerd op resultaat referentiestatus
- ESP frequentie 35 Hz - 47 Hz (ESP begrensd)
- Flow ongeveer 80 - 175 m³/hr
- periodieke toename van productie om bron- / productie- / reservoir kenmerken te bepalen
- Duur ongeveer één maand

Fase 4:

Opschaling van de productie: verhoging output naar 12,0 MWt

- Controle van systeem en bedieningselementen
- Lange termijn stabilisatie
- ESP frequentie 50 - 55 Hz (MOC nodig)
- Flow ongeveer 212 m³/hr
- periodieke toename van productie om bron- / productie- / reservoir kenmerken te bepalen
- Duur ongeveer drie maanden.

7 ADMINISTRATIE, COMMUNICATIE EN RAPPORTAGE

7.1 Organogram

In bijlage 12 is een organogram van de projectorganisatie opgenomen.

7.2 Rapportage

Gedurende testfase 2,3 en 4 zullen gedetailleerde rapportages van de uitgevoerde tests met productieresultaten worden overlegd aan SodM. Voor de rapportage zal gebruik gemaakt worden van het format van SodM. Aan het einde van iedere testfase zal een evaluatie rapport worden gemaakt en ook dit zal aan SodM worden gestuurd.

7.3 Communicatie

Er zullen regelmatig meetings gehouden worden door de productie manager en personeel werkzaam op locatie. Tijdens deze meetings kunnen naast voortgang en status van de tests ook HSE kwesties en andere mogelijke punten besproken worden..

7.4 Bijlagen

1. Process Flow Diagram
2. P&IDs
3. Cause & Effect
4. Hazardous Area Drawing
5. Fakkell Contour
6. HAZOP
7. Product Data Sheets
8. RIE
9. Gevaren Analyse
10. HAZID
11. Indeling Gevaren Zone
12. Organogram
13. Test Rapport SodM (format)