

**onderzoeksrapport.**

# **breuk productie- leiding TW1**

# colofon.

<b>kenmerk</b>	Ongevalsonderzoek
<b>status</b>	Definitief
<b>versie</b>	1.0
<b>auteur(s)</b>	<input type="text"/>
<b>datum</b>	6 oktober 2021

# Management samenvatting

Trias Westland (TWL) is een geothermie installatie waar warm geothermiewater omhoog gepompt wordt uit de diepe ondergrond, via warmtewisselaars en een warmtenet wordt deze warmte geleverd aan ongeveer 50 aangesloten tuinbouwondernemingen in de directe omgeving. Voor een geothermiesysteem zijn twee bronnen nodig (een doublet). Dit doublet vormt een gesloten circulatiesysteem van geothermiewater. Het warme water wordt uit de productieput gewonnen en het afgekoelde retourwater wordt via injectieleidingen weer de diepe ondergrond ingebracht.

Sinds de opstart van Trias Westland 1 (2019) is de locatie, de organisatie en systemen op deze locatie in stappen gegroeid/ontwikkeld van een geothermie ontwikkel project naar een operationele mijnbouwlocatie met twee Geothermiedoubletten. Recent, (juli 2021) is de tweede bron (Trias Westland 2 / TW2) in productie gegaan. Het gewonnen geothermiewater van de beide doubletten wordt in één gezamenlijke bovengrondse installatie behandeld.

Op vrijdagochtend 10 september 2021 waren zowel Trias Westland 1(TW1) als Trias Westland 2 (TW2) in bedrijf en vond er normale warmtelevering plaats totdat er in de ochtend een lekkage van een van de pakkingen in de productieleiding van TW1 werd aangetroffen. Na het aantreffen van de lekkage is de productie van TW1 stilgelegd en is door het management van Trias Westland besloten de lekkage te laten verhelpen door een externe contractor. Voordat de werkzaamheden zijn gestart, is de installatie veilig gesteld en druk-loos gemaakt. De gehele dag was TW 2 gewoon in productie. De herstelwerkzaamheden zijn uitgevoerd en rond 16:30 afgerond.

Rond 17:05 was de TW1 gereed om op te starten. Om 17:10 is er gestart met het opstarten van de productie van TW1. Tijdens het opstartproces is de productieleiding tussen de geothermiebron en de ontgassingsinstallatie gebroken. Geothermiewater en methaangas is daarbij uitgetreden en het vrijgekomen methaangas is ontbrand, waarbij een steekvlam is ontstaan. Naast materiële schade is er geen persoonlijk letsel of blijvende schade aan het milieu opgetreden. De gehele installatie is direct veiliggesteld en de bedrijfshulpverlening is opgestart. Hierna is SodM en het management geïnformeerd. Er is direct een onderzoeksteam samengesteld.

## Analyse:

Bij het opstarten van het systeem is bij het opensturen van de hoofdgasklep met grote kracht gas vanuit de ontgassingsinstallatie in de productieleiding gestroomd. Door het nog aanwezige water in de productieleiding is er een drukopbouw in het systeem ontstaan die uiteindelijk heeft geresulteerd in waterslag. Deze waterslagpuls heeft geleid tot het breken van de productieleiding.

De geothermie-installatie beschikt over een opstartprogramma voor het automatisch opstarten van de productie. Deze is "volledig" geautomatiseerd, Daarbij gaat eerst de klep van de bypassleiding open. Die bypassleiding heeft als functie de druk in het systeem op het niveau te brengen van de ontgassingsinstallatie. 60 seconden na het openen van de bypassklep gaat automatisch de hoofdklep open. Hierbij wordt niet vooraf getoetst/gemeten of de druk in het systeem op gelijk niveau is gebracht. In deze opstart bleek de bypassroute niet lang genoeg te hebben opengestaan om drukkivellering te krijgen en was er nog steeds sprake van een zeer groot drukverschil tussen de ontgassingsinstallatie en de productieleiding. De productieleiding is ontworpen en gebouwd om krachten in het geothermiesysteem aan te kunnen. Hierin is geen rekening gehouden met dynamische krachten als gevolg van waterslag.

Er is een HAZOP studie uitgevoerd. In de studie zijn de opstart en stopprocedures meegenomen geweest. Ook zijn operator fouten meegenomen. De HAZOP onderkent het risico op het openen van

de hoofdklep bij een drukverschil en daarom wordt geadviseerd op basis van een verschildrukmeting de klep open te sturen door de omloop met automatische druk-egalisatie te voorzien.

Conclusie:

Wanneer de werkdruk van de ontgassingsinstallatie en de productieleiding eerst in balans gebracht was, had er bij het opstarten geen waterslag plaatsgevonden. Er is voor gekozen de opstart van de productie automatisch te laten plaatsvinden, dit echter ook zonder de benodigde regelomschrijving te raadplegen, en zonder te overzien dat de opstart kon plaats vinden zonder dat het drukverschil in balans gebracht zou zijn.

1

Aanbevelingen:

1. Aanpassen van de regeling, zodanig dat geborgd is dat grote drukverschillen gecontroleerd vereffend worden voordat vervolgstappen in gang worden gezet.
2. Het optimaliseren van de procedures voor routine en non-routine matige werkzaamheden op basis van beschikbare informatie uit HAZOP studies, design / ontwerp studies en de regelomschrijvingen, rekening houdend met de aanwezigheid van 2 doubletten en 1 bovengrondse installatie.  
Specifiek voor:
  - A. Opstart TW1 en TW2;
  - B. (koude en warme) opstart;
  - C. Uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden.
3. Het uitvoeren van een HAZOP studie, waarbij naast de "normale" operationele condities, ook aanvullende scenario's worden opgenomen, zoals bijvoorbeeld een koude start, onderhoud en storingen.
4. Frequent auditen en trainen eigen organisatie m.b.t. naleving managementsysteem.

# inhoud.

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1.1	Doel onderzoek.	6
1.1.2	Meldingen	6
1.1.3	Trias Westland	7
1.1.4	Onderzoekmethode	7
1.1.5	Referentie documenten	8
<b>2</b>	<b>Beschrijving Incident</b>	<b>10</b>
2.1	Tijdslijn	11
2.2	Analyse Incident	12
2.2.1	tripod Beta diagram	12
2.2.2	Analyse op basis van Tripod Beta.	12
2.3	Barrières	13
2.3.2	Automatische sturing (Barrière 1)	13
2.3.3	Opstart Procedure (Barrière 2)	16
2.3.4	Ontwerp leidingsysteem (Barrière 3)	18
2.3.5	Explosie veilige installatie (Barrière 4)	19
2.4	Algemeen	21
2.4.1	Ontwikkeling van de organisatie	21
2.4.2	Open dag	21
2.4.3	Werkzaamheden / vervangen Pakkingen	22
2.4.4	Document beheer / Beschikbare informatie	22
<b>3</b>	<b>Conclusies en Aanbevelingen</b>	<b>24</b>
3.1	Conclusies	24
3.1.1	Ontwerp / Techniek & Installatie	24
3.1.2	Procedures	24
3.1.3	Training en opleiding	25
3.2	Aanbevelingen	25
<b>Appendix:</b>		<b>26</b>
Appendix 1.	Analyse Videomateriaal	28
Appendix 2.	Review Opstart Procedure en Regelomschrijving	36
Appendix 3.	Review HAZOP	55
Appendix 4.	Schematische weergave van incident locatie	62
Appendix 5.	Statements en verklaringen	64
Appendix 6.	Werkvergunning werkzaamheden (vervangen van Pakkingen)	72
Appendix 7.	P&ID Trias Westland, Productie, Deel 1 Tekening nummer, 27003-030.2 Revisie 5.0P&ID	74
Appendix 8	Tekening leidingverloop TW1	77
Appendix 9	MOC S306	80
Appendix 10	Tripod Beta Schema	85
Appendix 11	Logs druk, historische events TW1	87

# 1 Inleiding

Op vrijdagmiddag 10 september 2021 rond 17:00 heeft er tijdens het opstarten van de productie van Trias Westland 1 (TW1) een calamiteit plaats gevonden. Hierbij is de productieleiding tussen de geothermiebron en de ontgassingsinstallatie bezweken. Vervolgens is een mengsel van geothermiewater en methaangas uit de bezweken leidingen getreden. Het vrijgekomen methaangas is ontbrand, waarbij een steekvlam is ontstaan opgevolgd door een kort durende brand. Naast materiele schade is er geen persoonlijk letsel of blijvende schade aan het milieu opgetreden.

Naar aanleiding van deze ernstige calamiteit, is in opdracht van de directie van TWL een uitgebreid incidentonderzoek opgestart, wat wordt uitgevoerd door de HVC-KAM afdeling. Daarnaast hebben de aandeelhouders van het project besloten om de uitkomsten van dit onderzoek te laten toetsen door een onafhankelijke externe partij.

## 1.1.1 Doel onderzoek.

Het doel van dit onderzoek is de directe en achterliggende oorzaken te achterhalen om hiermee de organisatie in staat te stellen maatregelen te treffen om herhaling van dit en dit soort incidenten te voorkomen. Dit kunnen dan technische, procedurele en/of organisatorische maatregelen zijn.

Eveneens wordt dit onderzoeksrapport gebruikt om betrokkenen en de bevoegde instanties te informeren over de oorzaken en de (voorgenomen) acties en aanbevelingen van dit onderzoek.

## 1.1.2 Meldingen

Trias Westland (TWL) is een mijnbouwlocatie waarbij Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) toezichthoudend bevoegd gezag is. Het is verplicht direct melding te doen van een calamiteit of arbeidsongeval in de mijnbouw- of energiesector bij SodM.

Een calamiteit is:

- Een dodelijk ongeval, ziekenhuisopname of (een redelijk vermoeden van) blijvend letsel;
- Brand, explosie of lekkage van gas of olie met gevaar voor de omgeving;
- Een gebeurtenis met gevaar voor de volksgezondheid of onherstelbare schade voor het milieu.

Dit incident is op vrijdagavond door \_\_\_\_\_ gemeld aan SodM, omdat het een brand, explosie of lekkage van gas betrof met een mogelijk gevaar voor de omgeving.

SodM heeft na de melding aangegeven dat de gehele installatie buiten gebruik moet blijven, totdat:

1. Onomstotelijk is vast komen te staan wat de oorzaak (Root-cause) van dit incident is, dit aan SodM gepresenteerd is en er geen verdere vragen meer vanuit SodM zijn.
2. Trias de opgelopen schade aan de gehele installatie in kaart heeft gebracht en deze heeft weten te herstellen,
3. Trias de installatie, beveiliging en/of besturing dusdanig heeft weten te wijzigen en te borgen in het zorgsysteem dat de opstartprocedure veilig kan worden doorlopen.

### 1.1.3 Trias Westland

Bij Trias Westland (TWL) wordt warm geothermiewater omhoog gepompt uit de diepe ondergrond, via warmtewisselaars en een warmtenet wordt deze warmte geleverd aan ongeveer 50 aangesloten tuinbouwondernemingen in de directe omgeving. Voor een standaard geothermiesysteem zijn twee bronnen nodig (een doublet). Dit doublet vormt een gesloten circulatiesysteem van geothermiewater. Het warme water wordt uit de productieput gewonnen en het afgekoelde retourwater wordt via injectieleidingen weer de diepe ondergrond ingebracht.

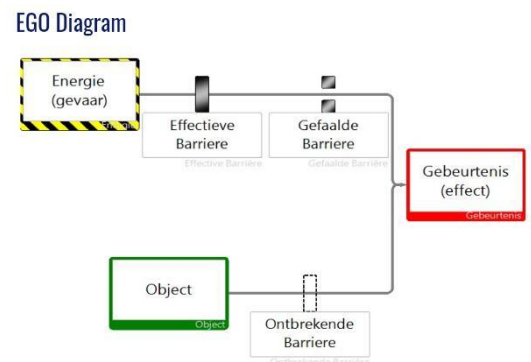
Het doel van het aardwarmte-installatie is om door middel van aardwarmte een warmtenet te voeden en hiermee tientallen kwekerijen aan te sluiten op een duurzame aardwarmtebron, waardoor een grote reductie op het gebruik van aardgas wordt gerealiseerd.

In het geproduceerde geothermiewater zit aardgas (methaan) in de oplossing. Bij het produceren wordt middels een ontgassingsinstallatie het gas afgescheiden en benut door de aanwezige warmte kracht koppeling (WKK's). Hierbij wordt het geogas omgezet in elektriciteit en warmte gemaakt. De elektriciteit wordt gebruikt in de installatie om het water op te pompen en de warmte wordt benut bij de afnemers via het warmtenet.

Sinds de opstart van Trias Westland 1 (2019) is de locatie, de organisatie en systemen op deze locatie in stappen gegroeid/ontwikkeld van een geothermie ontwikkel project naar een operationele mijnbouwlocatie met twee Geothermiedoubletten. Recent, (juli 2021) is de tweede bron (Trias Westland 2 TW2) in productie gegaan. Het gewonnen geothermiewater van de beide doubletten wordt in één gezamenlijke bovengrondse installatie behandeld.

### 1.1.4 Onderzoekmethode

De gekozen onderzoeksmethode is Tripod Beta, deze methode leent zich goed voor het verrichten van analyses wanneer het gaat om incidenten binnen processen. Hierbij wordt schematisch via zogenaamde EGO-diagrammen 3 gekoppelde elementen, te weten, 1. Energie, 2. Object en 3. Gebeurtenis, het incident inzichtelijk gemaakt. Vervolgens worden in dit overzicht de barrières weergegeven inclusief het functioneren van deze barrières. Deze gestructureerde aanpak geeft niet alleen inzicht in de directe oorzaken, maar juist ook in de latente oorzaken.



De onderstaande stappen zijn in dit onderzoek doorlopen.

1. Zeker stellen van de beschikbare data video en film materiaal;
  - a. Beschikbare procesinformatie uit procesbesturingssysteem
  - b. Videobeelden vanuit procestoezicht-camera's. (CCTV)
  - c. Foto's en video materiaal van calamiteitenlocatie.
2. Interviewen van ooggetuigen en direct betrokkenen;
  - a. Interviews met direct betrokkenen (procesoperators en operationeel management)
  - b. Interview met ooggetuigen
  - c. Interviews met management
  - d. Interviews met leveranciers, experts
3. Verzamelen van beschikbare documentatie
  - a. Werkvergunningen en werkplannen
  - b. Van toepassing zijnde procedures

- c. Procesbeschrijvingen en P&ID's
- d. HAZOP's Studies
- 4. Analyses van beschikbare data middels incidenten analyse methodes. (Tripod / root-cause)
- 5. Uitwerken opstellen van analyses en conclusies
  - a. Opstellen van aanbevelingen
- 6. Onafhankelijke review van rapportage en analyses

### 1.1.5 Referentie documenten

#### Veiligheid- en Gezondheidsdocument

Onderdeel: gedetailleerd ontwerp, opstarten en gebruik.

Mijnbouw locatie Naaldwijk / NLW GT 01/02

Versie: 1.1

Datum: 29-7-2019

#### Topdocument / Managementsysteem Trias Westland

Documentnaam: MS 01.01.00.01 Topdocument Trias Westland

Versie: 01

Datum: 31-01-2019

Status: Ter goedkeuring

#### Organisatieoverzicht

MS 06.01.03 Organogram Exploitatiefase TWL (Rev8) – Met namen

MS 06.03.12.01 Def Functieomschrijving Productie Manager

MS 06.03.13.01 Def Functie omschrijving Technisch Operationeel Medewerker

MS 07.02.01 FOR VGM Instructie Formulier (Rev. 01)

MS 07.01.02 FOR Training matrix

#### Handleiding Geothermie-Installatie Trias Westland

Versie 0.0 Datum 5 april 2019

Versie 0.9 Datum 19 mei 2021

Projectnummer 27003\_1219037

#### Regelomschrijving t.b.v. sturing en elektra

Versie 1.3.7 13-1-2021 concept

Versie 1.3.13 10-5-2021 concept

Versie 1.3.15 17-9-2021 As-build

#### Control Narrative

Referentie: TW2-S3.9.1.1-6-8950

Revisie: 2.0

Datum: 16-03-2021

#### Cause&Effect Diagrammen

Document No. TW2-S3.9.1.1-6.8900-1.0

Versie: 1.0

Datum: 02-04-2021

#### P&ID Trias Westland, Productie, Deel 1

Tekening nummer: 27003-030.2

Revisie: 5.0

Datum: 23-08-2021

DRG – Stress rapport GVK Productieleiding Trias Westland

Doc. Number: DRG-01-101271-1954  
Status: Rev. 3A (Update to final report)  
Inclusief Appendix A Tekeningen met opmerkingen en details

HAZOP & SIL classificatie Geothermie installatie

Documentnummer 3416951  
Datum: 21 februari 2018  
Revisie: 0

HAZOP Trias Westland II Detailed Design Uitbreiding locatie Naaldwijk

Referentie 2020103  
Revisie A2/Versie ter commentaar  
Datum: 16-03-2021

ATEX documentatie Trias Westland I

Hazardous Area Classification Data Schedule

IV Document No: 190138-51-LS-E5900  
Revision: 1  
Datum: 29-04-2019

Hazardous Area Classification Data Schedule

Document No. TW2-S1-5.5900  
Revision: 0.1 (voor commentaar klant)  
Datum: 10-07-2020

Hazardous Area Classification Layout

Drawing no. TW2-S1-5.9500  
Revision: 0.1 (voor commentaar klant)  
Datum: 10-07-2020

Verklaring van Ingebruikneming (VvI) Lloyds Register Nederland B.V.

VvI/8133304

Benaming G01HPA10-300-TW/TWG-BR100-PN16-TPI  
Leiding van: Productie well-head  
Leiding naar: Ontgassingstank  
Autorisatie 21-05-2019  
Aanpassing 21-06-2021 (aantekening naar aanleiding van aanpassing)

Rapportage onderzoek Trias Westland BV

Naam rapportage: Beoordeling bezwijkgedrag lijmverbindingen tijdens incident  
Document nummer: QST-21389071.001  
Datum uitgifte: 6-10-2021

(@@ aanvullende stress rapportage voor doorrekenen waterslagpuls (status 6-10-2021)@@)

Referentie documentatie is digitaal beschikbaar

## 2 Beschrijving Incident

Op vrijdagochtend 10 september 2021 waren zowel Trias Westland 1(TW1) als Trias Westland 2 (TW2) in bedrijf en vond er normale warmtelevering plaats totdat er in de ochtend een lekkage van een van de pakkingen in de productieleiding van TW1 werd aangetroffen. Na het aantreffen van de lekkage is de productie van TW1 stilgelegd en is door het management van Trias Westland besloten de lekkage te laten verhelpen door een externe contractor. Voordat de werkzaamheden zijn gestart, is de installatie veilig gesteld en druk-loos gemaakt. De gehele dag was TW 2 gewoon in productie. De herstelwerkzaamheden zijn uitgevoerd en rond 16:30 afgerond.

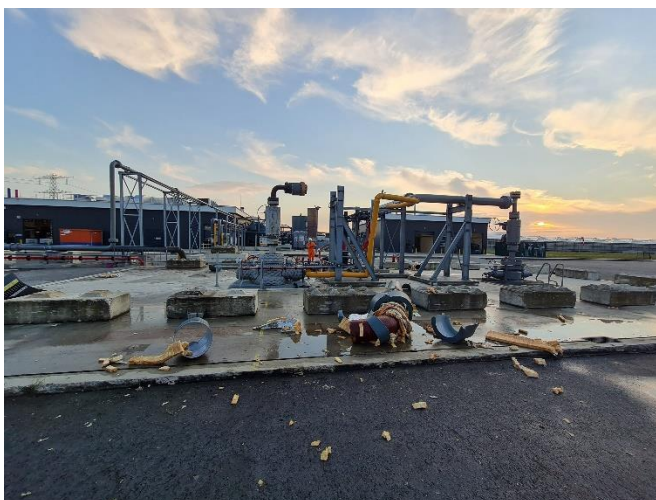
Omdat er op zaterdag 11 september 2021 in het kader van de Open Energie Dag een open dag zou plaats vinden op de locatie van TWL werden er eveneens voorbereidingen getroffen voor dat evenement op de locatie. Er werden informatieborden geplaatst en de nodige faciliteiten om bezoekers te kunnen ontvangen. Deze werkzaamheden zijn rond 17:00 afgerond. De gehele dag hebben medewerkers op en rond de mijnbouwfloer gewerkt.

Nadat 's ochtends het besluit genomen is om de contractor de opdracht te geven voor het verhelpen van de lekkage is de installatie veilig gesteld en druk-loos gemaakt zodat de contractor 's middags haar werkzaamheden kon aanvangen. In de middag zijn deze werkzaamheden uitgevoerd en rond 16:30 afgerond. Na het afronden van de werkzaamheden zijn de voorbereidingen getroffen om de installatie weer op te starten.

Rond 17:05 was de TW1 gereed om op te starten. Om 17:10 is er gestart met het opstarten van de productie van TW1. Tijdens het opstartproces is de productieleiding tussen de geothermiebron en de ontgassingsinstallatie gebroken. Geothermiewater en methaangas is daarbij uitgetreden en het vrijgekomen methaangas is ontbrand, waarbij een steekvlam is ontstaan. Naast materiële schade is er geen persoonlijk letsel of blijvende schade aan het milieu opgetreden.

De noodstoppen voor zowel TW1 als 2 zijn direct geactiveerd, waardoor de gehele installatie uit is gegaan, daarna is er door de medewerkers direct gestart met brand blussen. Daarnaast zijn de alarmdiensten via 112 gebeld. Toen de brandweer ter plaatse was, was de situatie onder controle en de brand geblust.

Nadat de installatie veiliggesteld is, is direct het SodM telefonisch op de hoogte gebracht en het management van TWL en haar aandeelhouders. Ook is Hoogheemraadschap Delfland geïnformeerd over een mogelijke lozing van geothermiewater op het oppervlakte water. Daarnaast is vrijdagavond is een onderzoeksteam samengesteld.



## 2.1 Tijdslijn

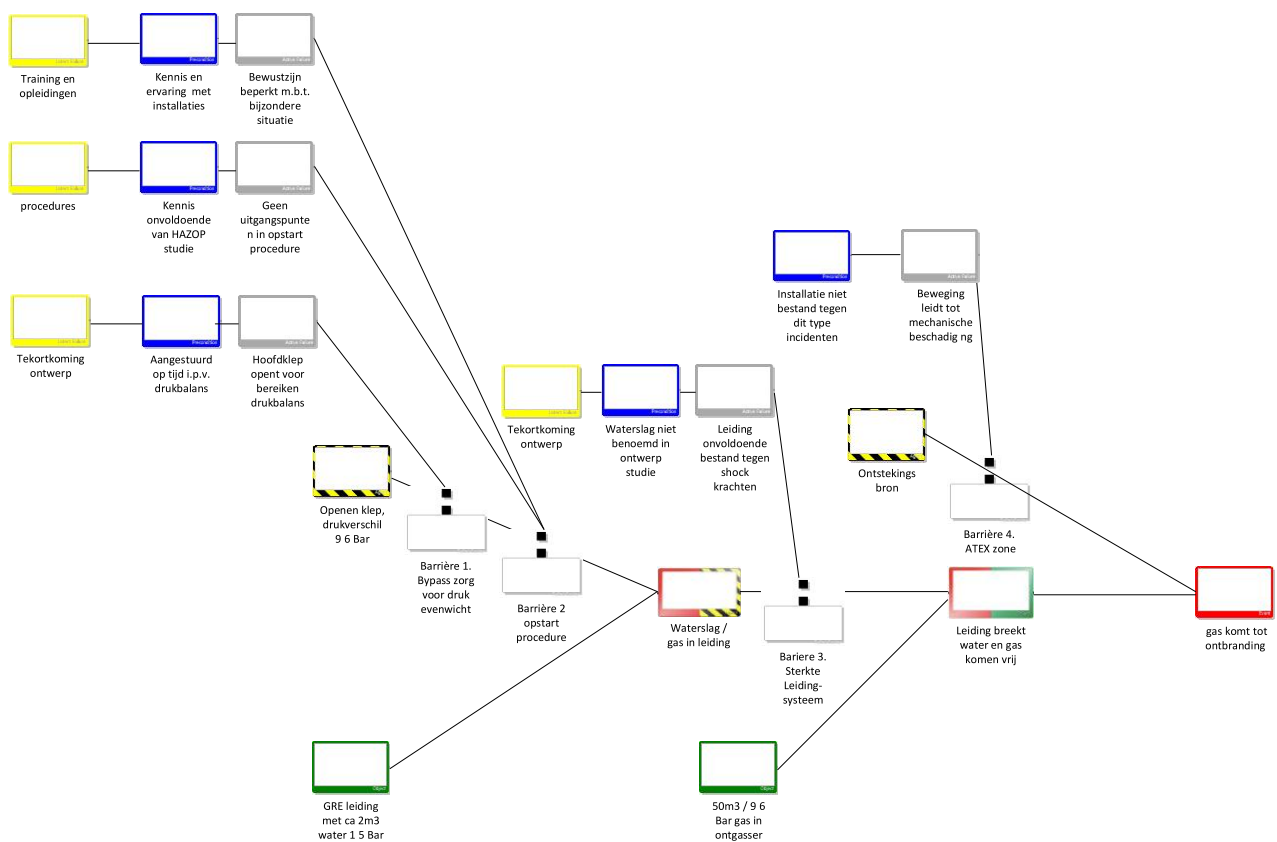
Vrijdag 10 september 2021	
07:00-8:30	Geconstateerd dat pakking lekt door operator 1
08:45	Productie TW1 gestopt
	Afstemming tussen _____
09:15	Besluit Pakkingen vervangen genomen
	Veiligstellen van installatie door _____ / aflaten van druk middels handmatig openzetten van afblaas.
	"inblocken" van ESP motor sturing- handmatig handnoodstop ingedrukt.
	Opdracht aan Contractor en Hijsbedrijf voor uitvoeren werkzaamheden
10:30	_____ gevraagd vervanging te begeleiden
13:00	Hijsbedrijf op locatie
13:10	Contractor voor vervangen van pakkingen op locatie
	Werkzaamheden betroffen loshalen, beoordelen en vervangen van 3 pakkingen.
15:00	Overdracht naar _____ overdracht vindt alleen mondeling plaats
	Bouten van flenzen op "moment" gebracht.
16:00	Ondersteuning _____ op locatie
16:30	Werkzaamheden vervangen pakkingen afgerond
	Installatie voorbereid om op te starten door _____.
17:05	_____ in controle kamer, voorbereiden opstart
17:07	_____ in controle kamer
	Motorsturing / ESP van noodstop gehaald
17:10	Opstart Productie Trias Westland
<b>17:10:32</b>	Falen van productieleiding, uittreden van water en methaangas
<b>17:10:38</b>	Ontstaan steekvlam
<b>17:11:04</b>	Noodstop TW2
<b>17:12:03</b>	Gasvlam dooft, kabelgoot smeult na
17:11	Ooggetuigen (medewerker HVC) belt _____
17:12	Start blussen door Personeel Trias Westland brand kabelgoot gedoofd
17:18	Melding van calamiteit bij _____ (telefonisch)
~17:20	Hulpdiensten ter plaatsen, geen inzet van hulpdiensten
17:30	Contact _____ . Situatie update
17:41	Telefonische melding bij SodM
17:57	Start crisis team, coördinatie bij _____
18:21	Melding naar afnemers warmte over uitval warmte levering voor langere periode
18:30	Contact met piket (SodM) melding afgerond. Maandag 13/9 wordt er vanuit SodM opvolging gegeven.
18:44	Contact met officier van dienst van bevolkingszorg Westland
20:30	Opdracht voor uitvoeren incident onderzoek aan KAM HVC vanuit directie Trias Westland
21:06	Formatie van onderzoeksteam, contact met onderzoeksleider

## 2.2 Analyse Incident

In deze analyse gaan we ervanuit dat er verschillende barrières zijn om een veilige werkomgeving te garanderen, deze barrières beginnen bij de organisatie. (toezicht en supervisie) en eindige bij de persoonlijke factoren van betrokkenen en het technisch falen van systemen.

### 2.2.1 tripod Beta diagram

Incident als gevolg van het in bedrijf nemen van Put Trias 1 verhelpen storing aan pakking.



### 2.2.2 Analyse op basis van Tripod Beta.

Vanuit het Tripod Beta diagram is hieronder een nadere analyse gegeven over de ongewenste gebeurtenissen, de barrières, de directe oorzaken, omgevingsfactoren en achterliggende oorzaken.

#### De ongewenste gebeurtenis

Er zijn een 3-tal ongewenste gebeurtenissen te onderscheiden, deze zijn;

1. Een waterslag die geleid heeft tot het falen van de productieleiding.
2. Het breken van de productieleiding waardoor water en methaangas vrij is gekomen.
3. Het ontbranden van een vrijgekomen gaswolk.

## 2.3 Barrières

Dit onderzoek heeft 4 barrières geïdentificeerd welke hebben gefaald, aan elke barrière is een direct oorzaak gekoppeld, deze directe oorzaken zijn gekoppeld aan de omgevingsfactoren en een achterliggende oorzaak ook wel basis risico factor.

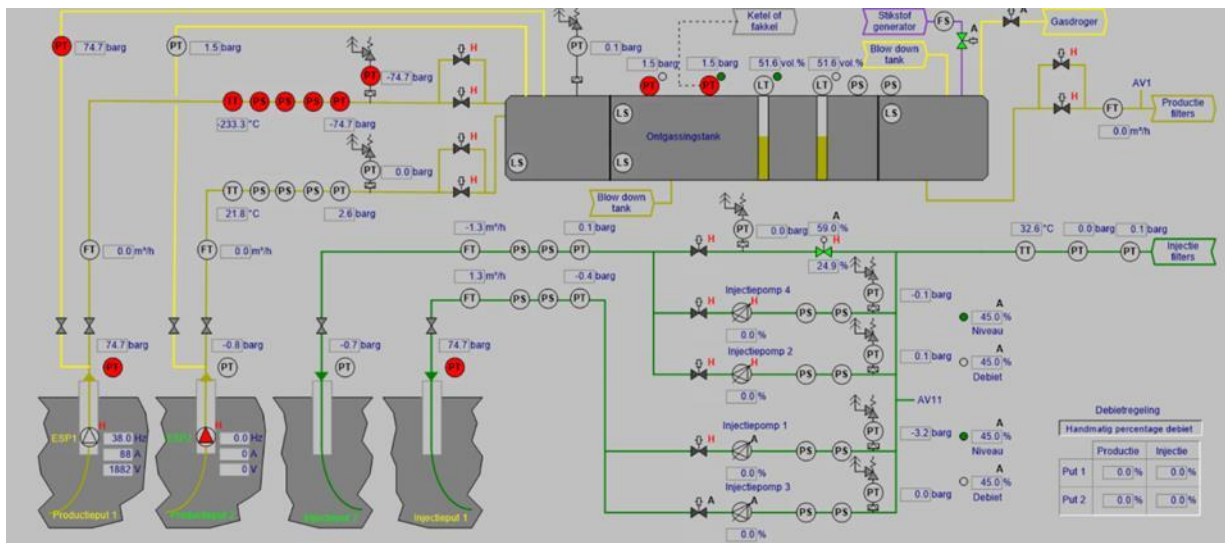
1. Automatische (software) besturing van de Geothermie-installatie;
2. Opstart Procedures;
3. Ontwerp leidingstelsel;
4. Explosie veilige installatie.

In de paragrafen hieronder worden de barrières en achterliggende oorzaken nader uitgewerkt en geanalyseerd.

### 2.3.2 Automatische sturing (Barrière 1)

#### Opstart programma Trias Westland

Er is een opstartprogramma voor het opstarten van de productie van TWL is “volledig” geautomatiseerd. Wanneer installatie na het afronden van de werkzaamheden van handbediend op automatisch gezet is, kan het automatische opstartproces doorlopen worden.



Overzicht procesbesturing Geothermie

Tijdens dit automatische opstartproces opent eerst de bypass (½ inch, pneumatisch gestuurd) (G02HPA10AA035) en vervolgens de hoofd-klep (10 inch, pneumatisch gestuurd) (G02HPA10AA030). Deze bypass en hoofdklep zijn geplaatst in de productieleiding van TW1 tussen de ontgassingsinstallatie (G01HPA20BB010) en de productiebron TW1. (Zie appendix P&ID Trias Westland, Productie, Deel 1 Tekening nummer, 27003-030.2 Revisie5.0)

Het opstartprogramma, openen van de kleppen en opstarten van de ESP, is tijd gebaseerd en niet gebaseerd op andere procesparameters zoals drukverschil. Hierdoor gaat de hoofdklep open voordat er een drukbalans gerealiseerd is. (Zie Cause&Effect Diagrammen Document No.TW2-S3.9.1.1-6.8900-1.0)&(zie regelschrijving Versie 1.3.13 /10-5-2021)

De analyse van de aanwezige videobeelden bevestigen het bovenstaande beeld. (appendix 1. Analyse video beelden) Op deze beelden is te zien dat tijdens het opstart proces het leidingwerk eerst hevig schud, de lijmverbindingen in de leiding op een aantal plaatsen faalt opgevolgd door het uittreden van water en methaangas..

#### Analyse

1. De video beelden bevestigen dat er eerst een hevige beweging van de leiding was, daarna het falen van de verbindingen/leiding en vervolgens de ontbranding van het aanwezige gas.
2. In het automatische opstart proces is tijd gestuurd, het drukverschil tussen de ontgassingsinstallatie en de productieleiding is niet bepalend in het opstart proces.

#### **Context / Omgevingsfactoren**

In het voorjaar van 2021 is de bovengrondse installatie aangepast en TW2 aangesloten en zijn de bypass leidingen aangebracht. Om dit aan te sturen zijn er aanpassingen in de software besturing doorgevoerd. In voorbereiding op de aanpassingen zijn ontwerpstudies en HAZOP's uitgevoerd. De organisatie realiseerde zich onvoldoende welke risico's er waren verbonden aan het opstarten van de installatie op basis van de standaard opstart regelingen. Deze risico's zijn onvoldoende geïdentificeerd in de HAZOP studies. (Zie appendix 3 Review HAZOP)

Er is zijn HAZOP studies uitgevoerd (HAZOP & SIL classificatie Geothermie installatie Documentnr. 3416951, Datum 21 februari 2018) in het kader van oorspronkelijke ontwerp, aanvullend hierop is in maart 2021 een aanvullende HAZOP (HAZOP Trias Westland II Detailed Design Uitbreiding locatie Naaldwijk) gedaan naar aanleiding van de aanpassingen aan het systeem voor de opstart van TW2. De HAZOP's zijn uitgevoerd met behulp van externe expertise op het gebied van het uitvoeren van HAZOP's.

In de HAZOP studie zijn de opstart en stop procedures mee genomen, ook mogelijke operator fouten zijn beperkt mee genomen in de HAZOP studie. Item 16 op bladzijde 11 van HAZOP Trias Westland II DD, van 16 maart 2021 geeft aan dat er een effectieve safeguard aanwezig is.

#### **Effective Safeguard benoemd in HAZOP:**

*Verschildrukmeting zal verhinderen dat de automatische afsluiter wordt open gestuurd. Omloop met automatische drukegalisatie is voorzien.*

#### **Aanbeveling uit HAZOP:**

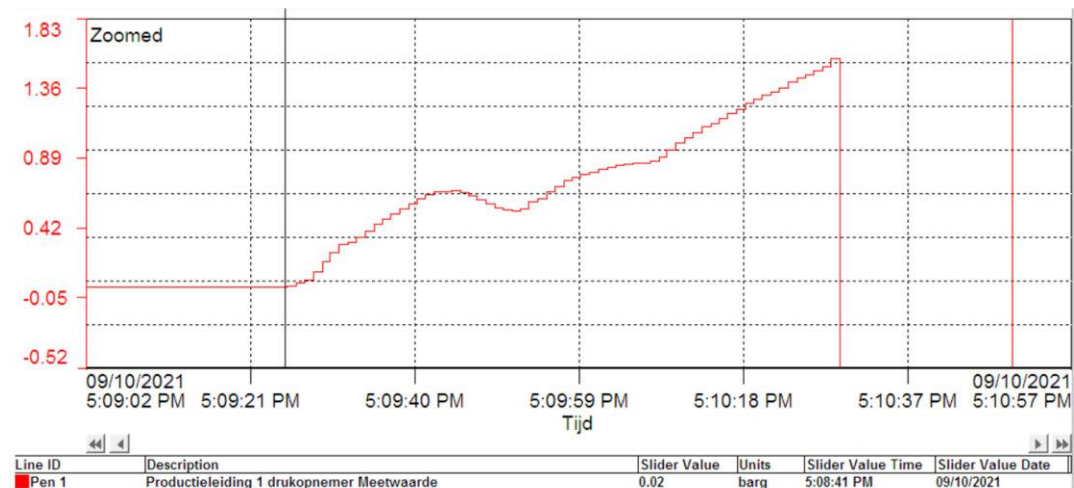
*Stel control narrative op voor het vrijgeven en openen van de automatische afsluiter met drukverschil (G01HPA10AA030 en G02HPA10AA030) als onderdeel van opstarten van beide productieputten.*

Door werkzaamheden aan de productieleiding eerder op de dag, was de installatie “drukloos”, de ontgassingsinstallatie was echter wel in normaal bedrijf doordat TW2 operationeel was, hierdoor werkte de ontgassingsinstallatie op een operationele druk van 9,6 bar.

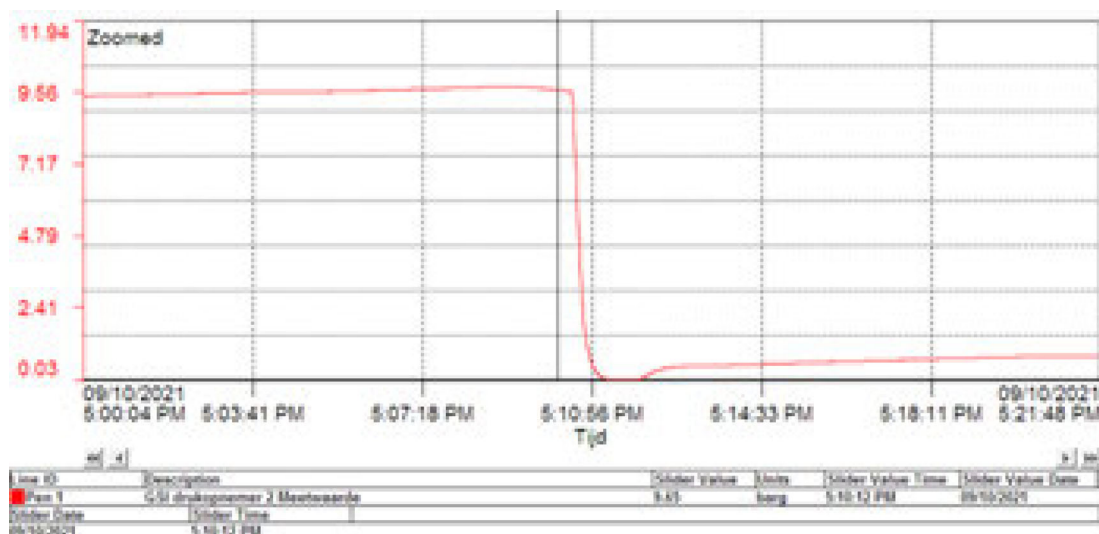
### Achterliggende oorzaak

#### Tekortkoming Ontwerp (Software aansturing)

Gedurende het opstart proces wordt de druk middels de bypass-leiding in de productieleiding eerst verhoogd. Op het moment dat de hoofdklep opende was de druk in de leiding 1,6 bar, de druk in de ontgassingsinstallatie is 9,6 bar, hierdoor was er een drukverschil van 8 bar tussen de ontgasser en productieleiding. (Zie afbeelding drukverloop productieleiding en ontgassingstank)



Afbeelding Drukverloop Productieleiding



Afbeelding Drukverloop Ontgassingstank

De hoofdklep, een vlinderklep in de 10 inch leiding, wordt softwarematig aangestuurd om te openen nadat de bypass een bepaalde tijd (60 seconde) geopend is geweest. Er wordt geen rekening gehouden met een drukverschil. Wanneer er nog geen drukbalans is bereikt leidt dit tot een drukgolf in de leiding.

#### Analyse

1. De geïnstalleerde bypass was er speciaal voor bedoeld om een drukverschil op te heffen. Het aanbrengen van deze bypass is een recent doorgevoerde aanpassing.

#### Wijzigingen in de installatie

Bij het aansluiten van TW2 waren er wijzigingen in de installatie noodzakelijk. De programmatuur moest aangepast worden. Daarnaast was er een proces technische aanpassing gedaan, te weten het aanbrengen van een bypass mogelijkheid op de hoofdafsluiter tussen de ontgassinginstallatie en de productieleiding te bypassen. (deze bypass of omloop is door VB aangebracht en gefactureerd VB referentie 1219037,1 op 2-12-2020). Voor de integratie van TW2 in de TWL installatie, zodat zowel TW1 als TW2 op dezelfde bovengrondse-installatie aangesloten konden worden zijn diverse veiligheidsstudies uitgevoerd.

### **2.3.3 Opstart Procedure (Barrière 2)**

De opstartinstructies en regelomschrijving bevat niet de belangrijkste aandachtspunten en de kritische parameters zoals omschreven in de HAZOP studie. De "koude" opstart van de installatie is geen routinematige activiteit. Voor het opstarten van de ESP / productie is een regelomschrijving aanwezig. (Zie appendix 2 Review Opstart Procedure en Regelomschrijving)

#### **Context / Omgevingsfactoren**

##### Uitbreiding met Trias Westland 2

Medio 2021 is het tweede doublet van TWL opgestart en zijn aanpassingen van de bovengrondse installatie doorgevoerd. De situatie van TW 2 in productie terwijl TW 1 stil ligt voor onderhoud en weer wordt opgestart is nieuw. Ter voorbereiding van deze uitbreiding en aanpassingen zijn de nodige ontwerpstudies uitgevoerd en is de regelomschrijving en besturingsssoftware aangepast. De definitieve versie van de regelomschrijving (as-build) was echter niet aanwezig op de locatie en de concept versie bevatte niet de waarschuwing en of aandachtspunten zoals in de ontwerpstudie benoemd.

##### Versie beheer / wijzigingen aan de installatie

De installatie beschikt over een regelomschrijving t.b.v. de sturing en elektra, De regelomschrijving versie 1.3.15, status as-build met als datum 17-9-2021 (deze datum is van na het incident) / regelomschrijving versie 1.3.13, status concept (klant), met als datum 10-5-2021 en regelomschrijving Trias Westland Geothermie regelomschrijving versie 1.3.7 met als datum 13-1-2021.

#### Analyse

- 1.
2. Document management en versie beheer;

#### Organisatie en ontwikkelingen

In de zomer van 2021 is er een personele wisselingen plaatsgevonden, waarbij de productie manager is vervangen door een nieuwe productie manager. De nieuwe productie manager is op 15 augustus 2021 gestart is en nog niet volledig ingewerkt. De vertrokken productie manager is nog beschikbaar en beperkt betrokken bij de exploitatie van het project.

#### Analyse

1. Door personele wisselingen zorgde voor beperktere kennis bij het operationele team van het (opstart) proces en de doorgevoerde wijzigingen.

#### Management systeem en procedures:

Alhoewel TWL beschikt over een management systeem en regelomschrijvingen (Zie appendix 2 Review Opstart Procedure en Regelomschrijving) worden deze bij het opstarten van de installatie niet geraadpleegd. Daarnaast is er sprake van diverse versies van de regelomschrijving en was de laatste definitieve versie niet aanwezig tijdens het incident.

### **Achterliggende oorzaak / Root Causes**

#### Procedures:

Binnen TWL is onvoldoende bewustzijn aanwezig voor het volgen en het beheer van de juiste veiligheidsinstructies en procedures. Er zijn verschillende concept documenten beschikbaar van de regelomschrijving van de installatie.

#### Training en opleiding:

De organisatie (TWL) heeft een VGM trainingsmatrix (MS 07.01.02 FOR) beschikbaar, echter hierin staan geen installatie specifieke trainingen en opleidingen. Hierbij ontbreken specifieke trainingen met betrekking tot de aanwezige installaties en processen. Ook op het VGM instructie formulier (MS 07.02.01 FOR) worden niet de productie processen benoemd.

In de functieomschrijving van de operator (MS 06.03.13 DEF) wordt aangegeven dat één van de taken van de Operator (Technisch Operationeel Medewerker) is de installatie te controleren en besturen, dit in overleg met de productie manager.

Hierbij wordt op het gebied van kennis en vaardigheden gevraagd om een afgeronde MBO+ opleiding (technische richting) en affiniteit met procestechniek. Er wordt niet gevraagd om aantoonbare kennis of vaardigheden binnen de mijnbouw of aardwarmte sector.

Voor Productie Manager (MS.06.03.12 DEF) wordt als een van zijn taken aangegeven het bedienen van de geothermie-installatie, bijsturen instellingen i.s.m. de operator en energie management. Op het gebied van kennis en vaardigheden wordt gevraagd om een afgeronde HBO+ opleiding in een technische richting en affiniteit met en kennis van de ondergrond en mijnbouw als een pre.

Er wordt in beide gevallen niet gevraagd om specifieke kennis van geothermie-installaties, waarbij vanuit de functie omschrijving niet verwacht kan worden dat de direct betrokkenen specifieke kennis hebben van de specifieke risico's in dergelijke geothermie-installaties.

Medewerkers waren zich onvoldoende bewust van de bijzondere situatie (niet routinematige werkzaamheden) en zijn er vanuit gegaan dat het systeem automatisch opstart. Specifieke documentatie is niet geraadpleegd, er is geen LMRA uitgevoerd.

### 2.3.4 Ontwerp leidingsysteem (Barrière 3)

Door het leidingverloop Appendix 8. Tekening Leidingverloop TW1 van de productieleiding blijft er, bij het afschakelen van de productie, water achter in de leiding. Inschatting is dat er in ca 20 meter leiding water is blijven staan met een massa van ca 2000 kg. Het aanwezige water belemmert een vrije uitstroom van gas en kan resulteren in dynamische vrijgekomen krachten in het leidingsysteem.

Het openen van de hoofdklep veroorzaakt een drukgolf in de productieleiding wat heeft geleid tot de waterslag. Als dit water, als gevolg van een drukgolf in beweging wordt gebracht ontstaat er in de leiding met name ter plaatse van de haakse bochten een flinke waterslag kracht. Deze kracht heeft ervoor gezorgd dat de leiding op de lijmverbindingen is gebroken, gevolgd door een snel uittreden van water en gas. Dit gas is door een kortsluiting in de kanaalbak tot ontbranding gekomen en heeft geresulteerd in een steekvlam gevolgd door een kortdurende brand.

#### Context / Omgevingsfactoren

De productieleiding van TW1 is zodanig aangelegd dat er onbelemmerd gewerkt kan worden aan TW2, hiervoor is gekozen om middels een leidingbrug en een verdiepte leidinggoot de productieleiding vanaf de bron naar de ontgassingsinstallatie aan te leggen. Het "waterslot" wat hierbij ontstaat is niet beoordeeld als risico in de ontwerpstudies.

#### Ontwerp leidingsysteem

De productieleiding was ontworpen en gebouwd om krachten in het geothermie systeem aan te kunnen. (DRG – Stress rapport GVK Productieleiding Trias Westland / Doc. Number: DRG-01-101271-1954 ) Echter hierin was geen rekening gehouden met de mogelijkheid van waterslag. De leiding is zo ontworpen dat er stilstaand water kan blijven staan. Dit in combinatie met het ontwerp van de leiding zelf heeft ervoor gezorgd dat er een waterslag kan optreden. (@@ aanvullende stress rapportage voor doorrekenen waterslagpuls@@)

(DRG – Stress rapport GVK

Productieleiding Trias Westland / Doc. Number: DRG-01-101271-1954 ) Daarnaast is de leiding bij ingebruikname op getest. (Verklaring van Ingebruikneming (Vvl) Lloyds Register Nederland B.V. Vvl/8133304. G01HPA10-300-TW/TWG-BR100-PN16-TPI)

Om achteraf zeker te stellen dat de leiding uitgevoerd is conform de ontwerp voorwaarde m.b.t. de lijmverbindingen is er een onderzoek uitgevoerd. Op basis van dit onderzoek is geconcludeerd dat de lijmverbindingen conform de installatie- en lijm instructies zijn vervaardigd. Er zijn geen aanwijzingen op basis van de visuele waarnemingen dat de bezwaken lijmverbindingen een marginale hechtsterkte hebben gehad.

Om het bezwijken van de lijmverbindingen te verklaren is een schatting van de krachten in de leiding tijdens het incident globaal in kaart gebracht. De zeer snelle waterstroom in de leiding die nog

gedeeltelijk met water was gevuld heeft geresulteerd in niet voorziene relatief hoge krachten. Het zijn met name de hierbij optredende buigkrachten in bochten geweest die de onthechting in de bezweken lijmverbindingen hebben geïnitieerd. (QST-21389071.001 rapportage onderzoek Trias Westland BV).

#### **Achterliggende oorzaak / Root Causes**

#### **2.3.5 Explosie veilige installatie (Barrière 4)**

De installatie is zo ontworpen en uitgevoerd dat er een explosie veilige zone rondom de installatie is. (Geothermie putten, leidingen en ontgassingsinstallatie). Doordat de productieleiding, als gevolg van de waterslag, met kracht verschoven is in de kanaalbak is er een kortsluiting opgetreden in de stroomleiding van de ESP. (pomp in de productieput), deze kortsluiting heeft naar alle waarschijnlijkheid gezorgd voor het laten ontbranden van het vrijgekomen methaangas.

#### **Context / Omgevingsfactoren**

Installatie is niet bestand tegen de waterslag, waardoor de productieleiding is bezweken, de beschadiging van de leiding, waardoor methaangas is ontsnapt gevolgd door een kortsluiting door de met kracht verschoven productieleiding, heeft geleid tot vonkvorming heeft opgetreden. Deze vonk heeft het aanwezige methaangas weer ontstoken, dat tot een steekvlam heeft geleid.

#### **ATEX zonerings**

De installatie is explosie veilig ontworpen en gebouwd, de na de leidingbreuk vrijgekomen methaan is kort na het vrijkomen tot ontbranding gekomen. Nader onderzoek wees uit dat de ontbranding van het gas is ontstaan waar de stroomkabel van de ESP een kortsluiting heeft gemaakt. Deze kortsluiting is ontstaan door een mechanische impact, het met kracht verschuiven van de productieleiding in de kanaalbak.



Ontstekingsbron

#### **Achterliggende oorzaak / Root Causes**

Geen achterliggende oorzaak geïdentificeerd.



## 2.4 Algemeen

Naast de uitkomsten welke direct aan het incident te linken zijn, die uit de Tripod analyse naar komen zijn gekomen, is eveneens een analyse gemaakt om overige mogelijk van invloed zijnde thema's gedaan. De uitwerking van deze thema's is hieronder terug te vinden.

### 2.4.1 Ontwikkeling van de organisatie

#### Ontwikkeling TWL

TW is een geothermielocatie in ontwikkeling, in 2021 is het tweede doublet (TW2) in gebruik genomen en zijn aanpassingen aan de bovengrondse installatie doorgevoerd, zo is er een grotere ontgassingsinstallatie geplaatst en is de software aansturing van de installatie aangepast. In het kader van deze aanpassingen zijn veiligheidsstudies uitgevoerd (HAZOP's) en zijn diverse aanpassingen gedaan.

#### Analyse

1. TWL beschikt over een procedure m.b.t. wijzigingenbeheer, procedure (MS 11.03.00 PRO). Er worden 3 type wijzigingen in beschreven (kleine, matige en grote) waarbij afhankelijk van de impact van de wijziging een andere vorm van besluitvorming en vastlegging is vereist. Voor het integrale gebruik van de bovengrondse installatie (integratie van het tweede doublet met het eerste doublet) is MOC S306 (Zie Appendix 9 MOC S306) opgesteld en in behandeling genomen

#### Complexiteit van de organisatie

Door het in gebruik nemen van TW2 (met de nodige uitbreidingen en aanpassingen van de installatie) is de operationele organisatie vanuit de opstart of projectfase naar de exploitatiefase gegaan. Deze ontwikkeling heeft gevraagd om aanpassingen van de operationele organisatie, haar taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden. In dat kader heeft de organisatie wijzigingen in het management van de locatie doorgevoerd, er is een nieuwe productie manager aangesteld.

#### Analyse

1. Dankzij de bewustwording van de steeds complexer wordende installatie en organisatie is ingezet op het verstrekking van de operationele organisatie. Hierbij is vooral focus geweest op de ontwikkeling van de operationele organisatie en processen, met haar taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden maar niet op de nodige kennis van en ervaring met de geothermieprocessen en besturing.

### 2.4.2 Open dag

Omdat er op zaterdag 11 september 2021 in het kader van de Open Energie Dag een open dag zou plaats vinden op de locatie van TWL werden er eveneens voorbereidingen getroffen op de locatie. Er werden informatieborden geplaatst en de nodige faciliteiten om bezoekers te kunnen ontvangen. Deze werkzaamheden zijn rond 17:00 afgerond. De gehele dag hebben medewerkers op en rond de mijnbouwvloer gewerkt.

#### Analyse

1. In de afweging om de pakking te vervangen is afgewogen de werkzaamheden uit te stellen of direct uit te voeren. Hierbij is gekozen voor het direct op de vrijdag voor de Open Dag de werkzaamheden uit te laten voeren, omdat de werkzaamheden op vrijdag afgerond konden worden en de installatie weer in bedrijf kon worden genomen.

### **2.4.3 Werkzaamheden / vervangen Pakkingen**

De werkzaamheden aan de pakkingen in de productieput van TW1, die op de vrijdag 10 september uitgevoerd zijn in het kader van het verhelpen van de 's ochtends geconstateerde lekkage waren de directe aanleiding voor het afschakelen van de productie van TW1. Hiervoor moest de productieleiding druk-loos en veiliggesteld worden. De werkzaamheden waren rond 16:30 afgerond.

Na de afronding van de werkzaamheden is de installatie klaar gemaakt om op te starten.

#### Analyse

1. De werkvoorbereiding, zoals het opstellen en uitvoeren van een veilig werkvergunning met risico beoordeling en het opstellen van een werkplan heeft niet plaats gevonden. Voor deze werkzaamheden was wel "concept werkvergunning" (Zie Appendix 6 Werkvergunning Vervangen Pakking) opgesteld, echter deze is formeel niet afgegeven en was niet volledig.

### **2.4.4 Document beheer / Beschikbare informatie**

Direct na het onderzoek is de regelomschrijving versie 1.3.7 gedeeld en verondersteld als beschikbaar op de locatie. Deze versie werd direct door betrokken gedeeld met het onderzoeksteam, later zijn de versies 1.3.13 en 1.3.15 gedeeld.

Versie 1.3.7 wordt in deze analyse als uitgangspunt beschouwd, de twee latere versies worden beoordeeld op de wijzigingen ten opzichte van de beschikbare regelomschrijving.

De regelomschrijving is beschikbaar gesteld door de installateur VB en specifiek voor de Trias Westland Geothermie locatie. Het bevat een globale beschrijving van het proces en de specifieke regelingen en besturingen binnen dit proces. Deze analyse richt zich op het onderdeel vanaf de productieput naar de ontgassingsinstallatie en de opstart / inschakelprocedure van de inrichting.

#### Analyse:

- 1.

#### Wijzigingen register van de Regelomschrijving (Aanpassingen / verschillen)

De regelomschrijving bevat een tabel met hierin opgenomen de wijzigingen t.o.v. eerdere versies.



# 3 Conclusies en Aanbevelingen

Vanuit de Tripod Beta analyse zijn 4 barrières en uiteindelijk 3 achterliggende oorzaken geïdentificeerd.

1. Ontwerp, tekortkomingen in het ontwerp van de faciliteiten, installaties of apparatuur (of softwarebesturing)
2. Procedures, niet beschikbare, onduidelijke, incorrecte of anderszins ineffectieve werkinstructies
3. Training en Opleiding, tekortkomingen in het systeem voor het overdragen van de nodige kennis en vaardigheden.

## 3.1 Conclusies

### 3.1.1 Ontwerp / Techniek & Installatie

Binnen de geothermie installatie is een hoge mate van automatisering toegepast.

Er zijn geen aanwijzingen op basis van de visuele waarnemingen dat de bezweken lijnverbindingen een marginale hechtsterkte hebben gehad. Om het bezwijken van de lijmverbindingen te verklaren is een schatting van de krachten in de leiding tijdens het incident globaal in kaart gebracht. De zeer snelle waterstroom in de leiding die nog gedeeltelijk met water was gevuld heeft geresulteerd in niet voorziene relatief hoge krachten. Het zijn met name de hierbij optredende buigkrachten in bochten geweest die de onthechting in de bezweken lijmverbindingen hebben geïnitieerd.

Door het leidingverloop blijft water in leidingsysteem achter wanneer installatie afgeschakeld wordt. Door het toepassen van de juiste procesvoorwaarde moet voorkomen worden dat er waterslag ontstaat door het achtergebleven water.

### 3.1.2 Procedures

Wanneer de werkdruk van de ontgassingsinstallatie en de productieleiding eerst in balans gebracht worden, treden er bij het opstarten van de productie geen ontoelaatbare dynamische krachten op het systeem plaats.

Er is voor gekozen de opstart van de productie automatisch te laten plaats vinden,

### 3.1.3 Training en opleiding

De trainingen en opleidingen van de direct betrokken medewerkers is niet specifiek gericht op de geothermielocatie van TWL of kennis van geothermie-installaties of mijnbouw-installaties in het algemeen.

Medewerkers zijn technisch MBO+ en/of HBO+ opgeleid, waarbij niet alle medewerkers al volledig ingewerkt waren. Er was geen specifiek inwerkprogramma beschikbaar.

## 3.2 Aanbevelingen

1. Aanpassen van de regeling, zodanig dat geborgd is dat grote drukverschillen gecontroleerd vereffend worden voordat verstoppen in gang worden gezet.
2. Het optimaliseren van de procedures voor routine en non-routine matige werkzaamheden op basis van beschikbare informatie uit HAZOP studies, design / ontwerp studies en de Regelomschrijvingen, rekening houdend met de aanwezigheid van 2 doubletten en 1 bovengrondse installatie.  
Specifiek voor:
  - D. Opstart TW1 en TW2;
  - E. (koude en warme) opstart;
  - F. Uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden.
3. Het uitvoeren van een HAZOP studie, waarbij naast de "normale" operationele condities, ook aanvullende scenario's worden opgenomen, zoals bijvoorbeeld een koude start, onderhoud en storingen.
4. Frequent auditen en trainen eigen organisatie m.b.t. naleving managementsysteem.

# Appendix:

Appendix 1. Analyse Videomateriaal

Appendix 2. Review Opstart Procedure en Regelomschrijving

Appendix 3. Review HAZOP

Appendix 4. Schematische weergave van incident locatie

Appendix 5. Statements en verklaringen

Appendix 6. Werkvergunning werkzaamheden (vervangen van Pakkingen)

Appendix 7. P&ID Trias Westland, Productie, Deel 1 Tekening nummer, 27003-030.2 Revisie 5.0P&ID

Appendix 8 Tekening leidingverloop TW1

Appendix 9 MOC S306

Appendix 10 Tripod Beta Schema

Appendix 11 Logs druk, historische events TW1