

Ennatuurlijk Aardwarmte Duurzaam en Innovatief

17-Sept-2026

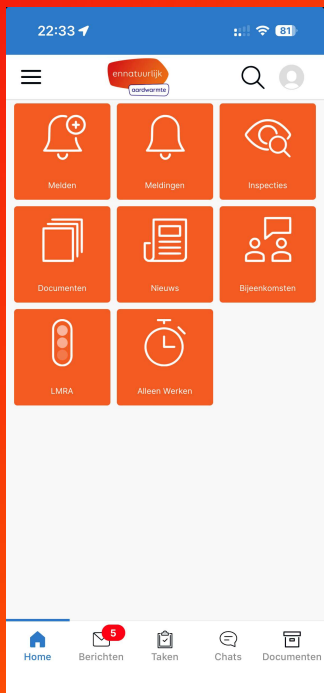
Release the
unlimited energy
of the earth with
zero impact!

ennatuurlijk

aardwarmte

Inhoud

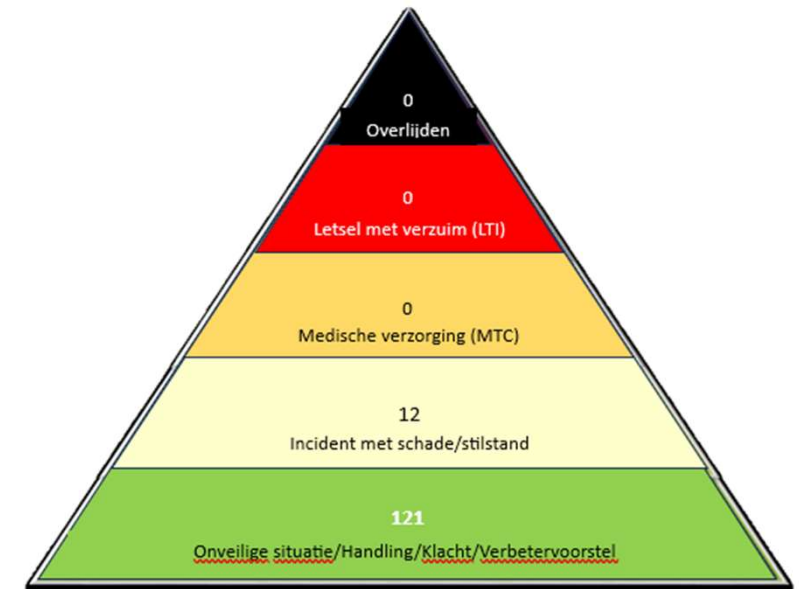
- QHSE
- Ennatuurlijk Aardwarmte
- Van evolutie naar innovatie
 - Aardwarmte Centrale
 - Aardwarmte Bron
- HTO
- En verder!



QHSE

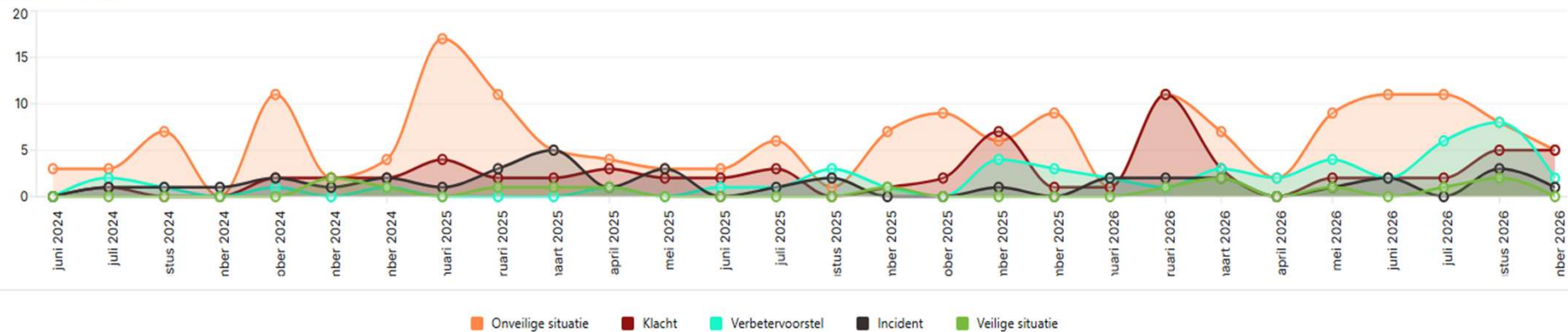
Veilig Werken app

- Meldingen
- LMRA
- Inspecties
- Documenten



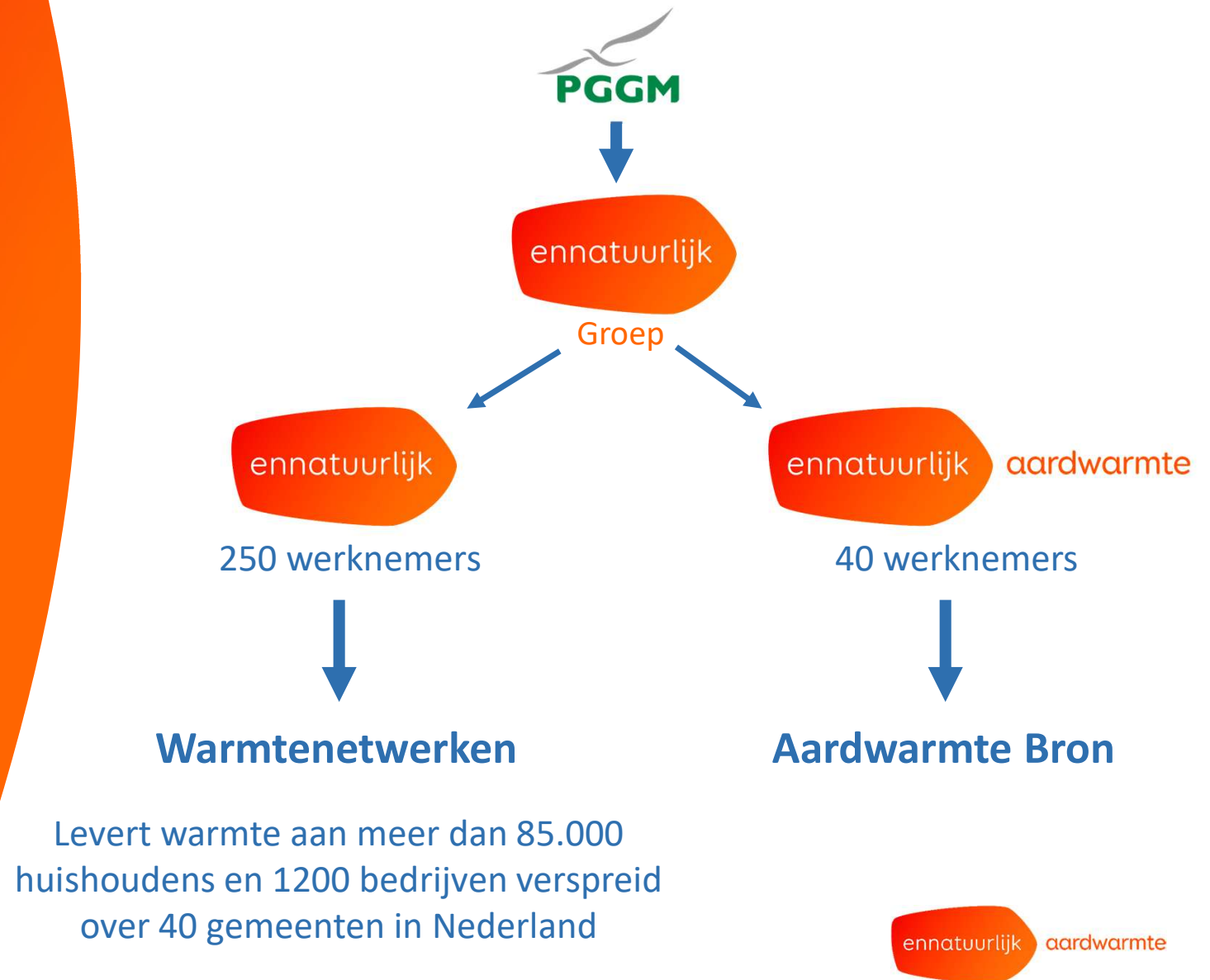
YTD IR ENNA 2026: 133

Meldingstypen over tijd



Ennatuurlijk

Organisatie



Middenmeer

Agriport
gebiedsontwikkeling
gestart door ECW in
2005 met 7 grote
tuinbouw
ondernemers

*ECW Geosystemen is
in 2023 overgenomen
door Ennatuurlijk*



2013



2024

aardwarmte

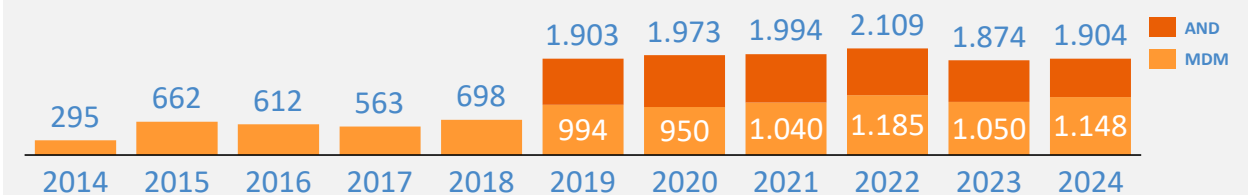
Ennatuurlijk Aardwarmte

Ecosystem:

- Warmtenet
- Directe toepassing van aardwarmte:
 - Glastuinbouw
 - Volgende stap is de gebouwde omgeving
- Ondergrondse warmteopslag (HT-ATES/HTO)
- Biomassa

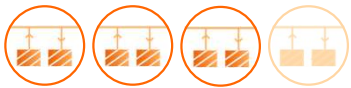


Ennatuurlijk Aardwarmte geothermal production (TJ)



Overzicht

Middenmeer



45 MW (+19 MW) geothermal



8 MW HT-ATES (HTO)

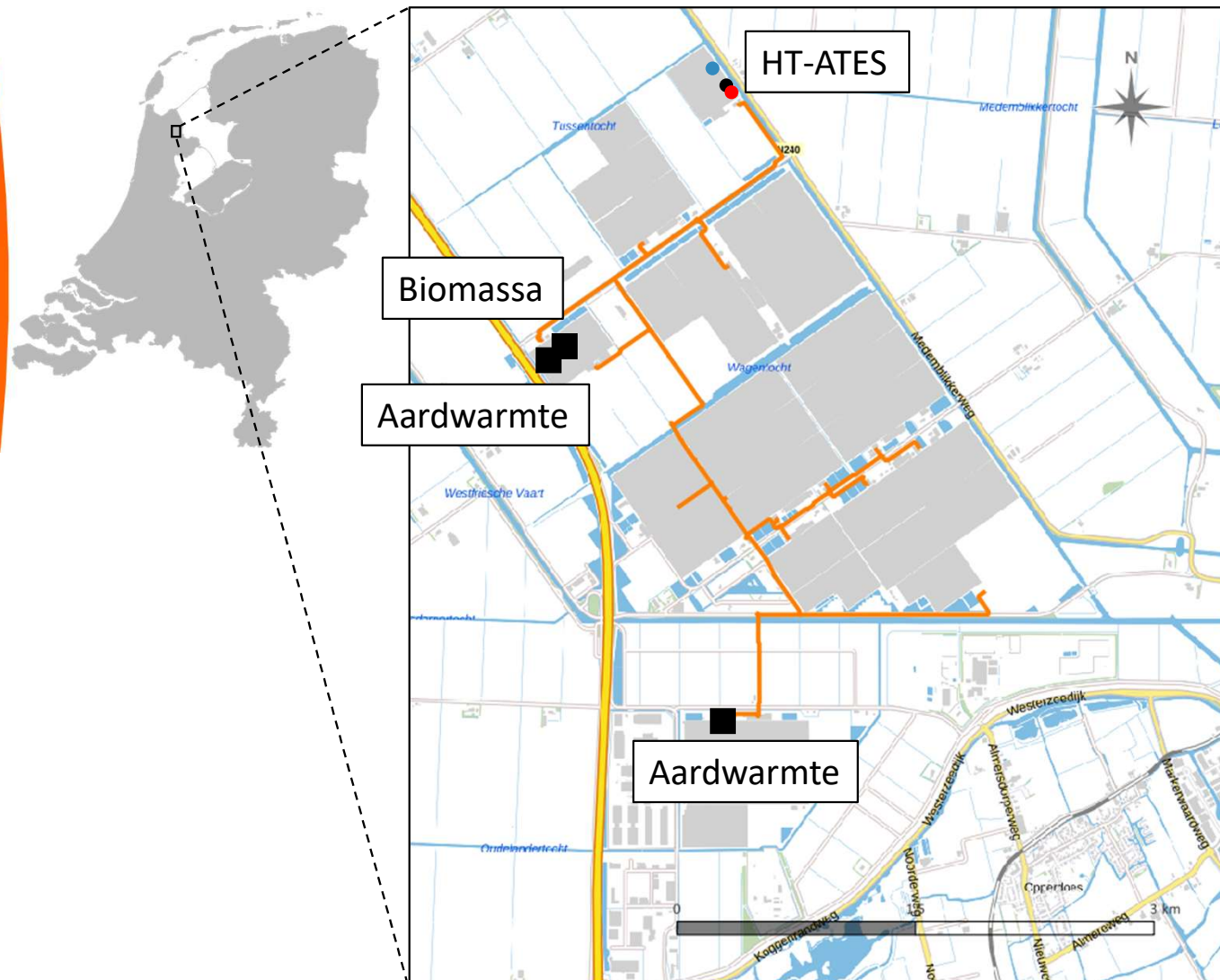


15 MW biomass

Andijk

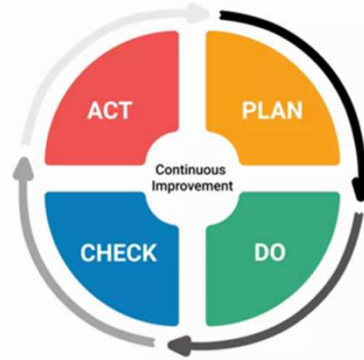


35 MW geothermal



Tijdslijn

Ontwikkeling



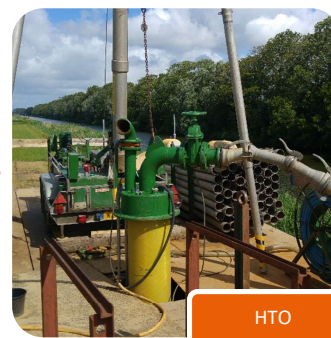
Doublet 1
2013



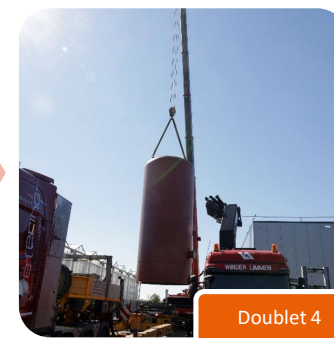
Doublet 2
2014



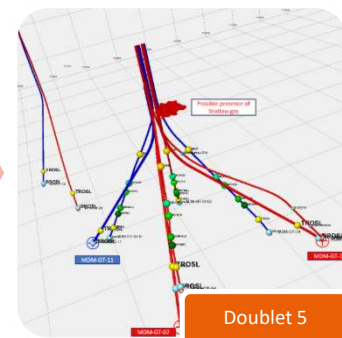
Doublet 3
2017



HTO
2021



Doublet 4
2023



Doublet 5
2024-2025

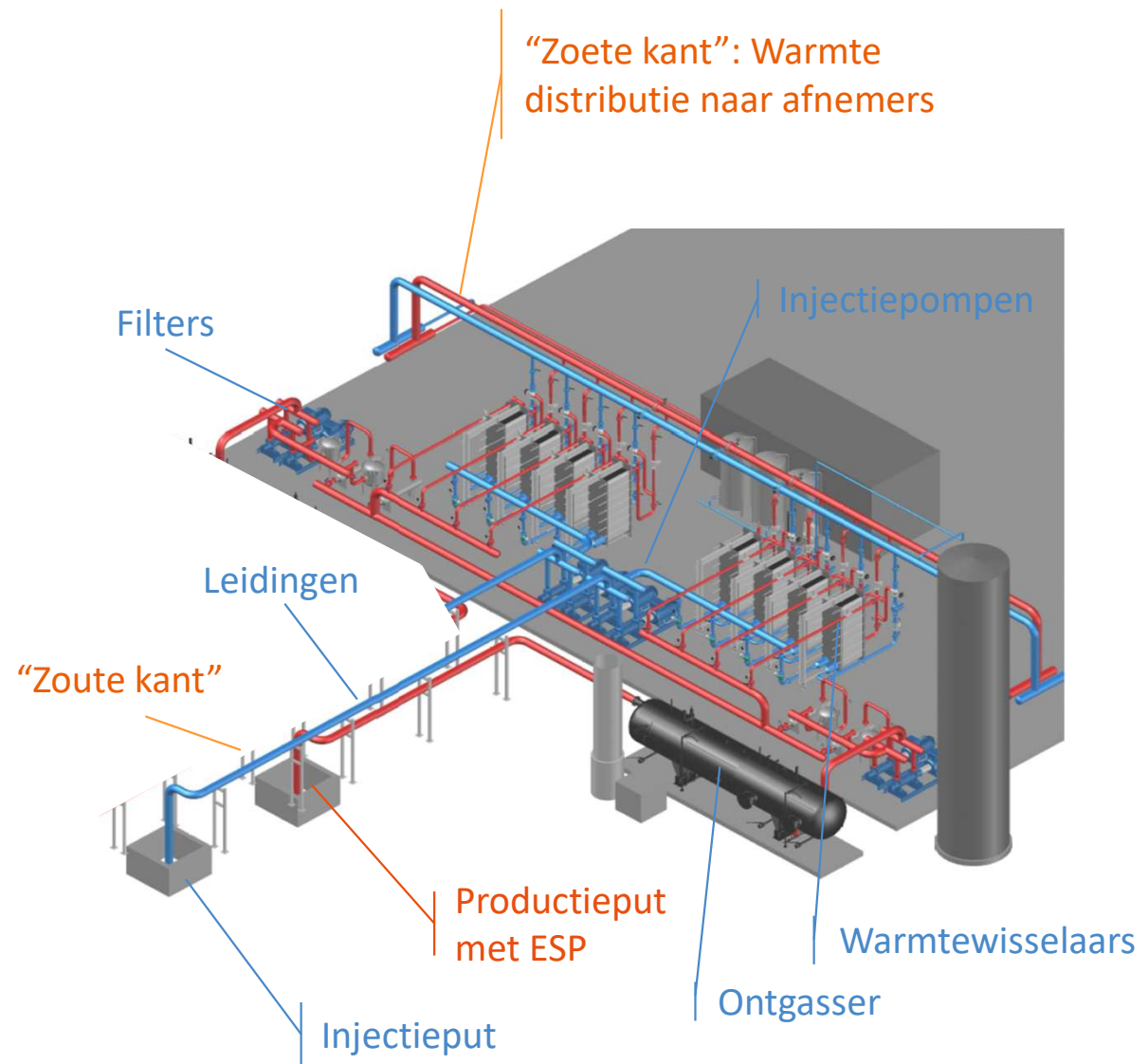
Al doende leert men...

Corrosie

Corrosie waargenomen op onderdelen die blootgesteld zijn aan zout water, ondanks toevoeging van inhibitor.

Corrosie op verschillende plekken

- Verbuizing
- Wellhead
- Warmtewisselaars
- Lasnaden
- Flenzen



Corrosie onderzoek

Doel

1. Begrijpen van corrosie mechanismen

- CO₂ corrosie,
- galvanische corrosie door lood (Pb),
- zuurstof corrosie.

➤ Factoren die corrosie beïnvloeden:

- Aanwezigheid van CO₂
- Temperatuur
- Druk
- Chlorideconcentratie
- pH
- Watersnelheid
- Opgeloste zouten

2. Aanpassen onder- en bovengrondse installatie voor verduurzaming



Corrosie filtervat 2018

Rapport
01.148789.001

Applus[®] RTD

Basisgegevens	Onderwerp	Periode van onderzoek
Rapportnummer 01.148789.001	Analysen van de corrosieschade aan het dubbel systeem (dubbel 3)	April - Juli 2021
Opdrachtgever	Reageer / Afmeting Applus RTD	Onderzochte object(en)
ECW Energy Agriport 109 1775 TA te Middenmeer	DEAS (Dynamisch - Data Collection - Evaluation) - Advies - Solutions	Dubbel 3
Contactpers. opdrachtgever	Locatie van Onderzoek	Contactpersoon Applus RTD
Fr. M. van Houten	ECW Energy Agriport 109 1775 TA te Middenmeer	S.J. Mays shofu.mays@applusrt.com

Samenvatting van de resultaten

Uit de analyse is gebleken dat waarschijnlijk chloride spanningscorrosie de belangrijkste oorzaak is van het falen van de leiding is geweest.
In het onderzochte corrosiemateriaal blijken veel chlorides te zitten. Samen in combinatie met het scheurpatroon en de analyse van het grondwater waar een zeer hoge concentratie chlorides in zitten. Kunnen we er vanuit dat het materiaal / medium / inwendige spanningen (door het lassen) / en hoge temperatuur boven de 40°C de spanningscorrosie hebben veroorzaakt.

Het voorkomen en/of verminderen van het falen van de spoel kan als er een van de 4 elementen worden veranderd:

1. Spanningen verlagen in het materiaal. Wat lastig wordt om het materiaal spanningsvrij te maken na het lassen.
2. Chlorides te verlagen in het medium met een andere inhibitor.
3. Een betere passivering laag laten ontstaan.
4. Andere materiaal soort die beter bestand is tegen een medium die veel chlorides bevat. Bijvoorbeeld een Duplex soort.

Onderzoek uitgevoerd door:	Onderzoek gerapporteerd door:
Naam S.J. Mays	Naam S.J. Mays
Functie Ingenieur	Datum 07-08-2021
	Autorisatie door: Certificaten no. 222

© Applus RTD Benelux



De las aan de binnenzijde van het onderdeel, de positie komt overeen tenzij van foto A-2



Foto A-4. Ingezoomd op de gaten in de binnenzijde van de flens



Figuur 1. De buvenzijde van de ontvangen uitgenomen delen van ECW.



Figuur 2. De binnenzijde van de ontvangen uitgenomen delen van ECW. Het materiaal naast de las is stroomopwaarts aangezet.

Evolutie > Innovatie

Aanpassing noodzakelijk



Bovengrondse Installatie

Vergroten veiligheid van reservoir tot reservoir

1. Vervangen van alle stalen onderdelen door corrosie bestendig materiaal:
 1. Flowlines – staal > RVS > GRE*
 2. Warmtewisselaars – staal > titanium
 3. Wellhead & spoolpieces – staal > cladding met CRA*
 4. Gas-water separator – staal met coating > RVS
2. Continuering onderzoek mbv 'coupons' voor staal (L80), RVS, L80-13Cr en andere CRA's



GRE – Glassfiber Reinforced Epoxy
CRA – Corrosion Resistant Alloys

Evolutie > Innovatie



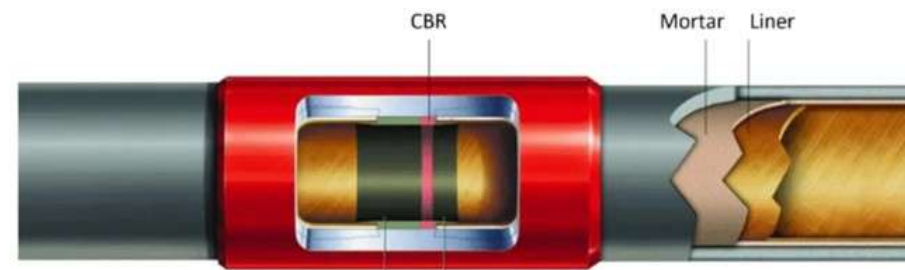
Industriestandaard duurzaam
putontwerp voor
aardwarmteputten

Publicatie: Januari 2021

Putten

Doel:

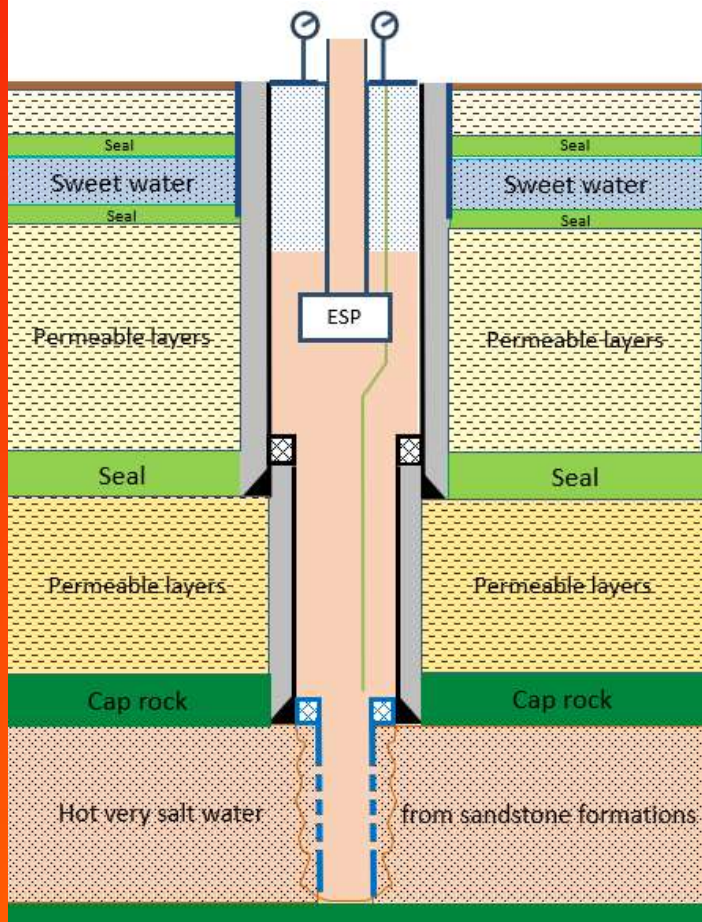
1. *Volgen van Industriestandaard Duurzaam Putontwerp: dubbelwandige uitvoering*
2. *Corrosie bestendigheid verhogen:
Vanaf 2020 uitvoering van putten met GRE lined completion en coated ESP* verbuizing*



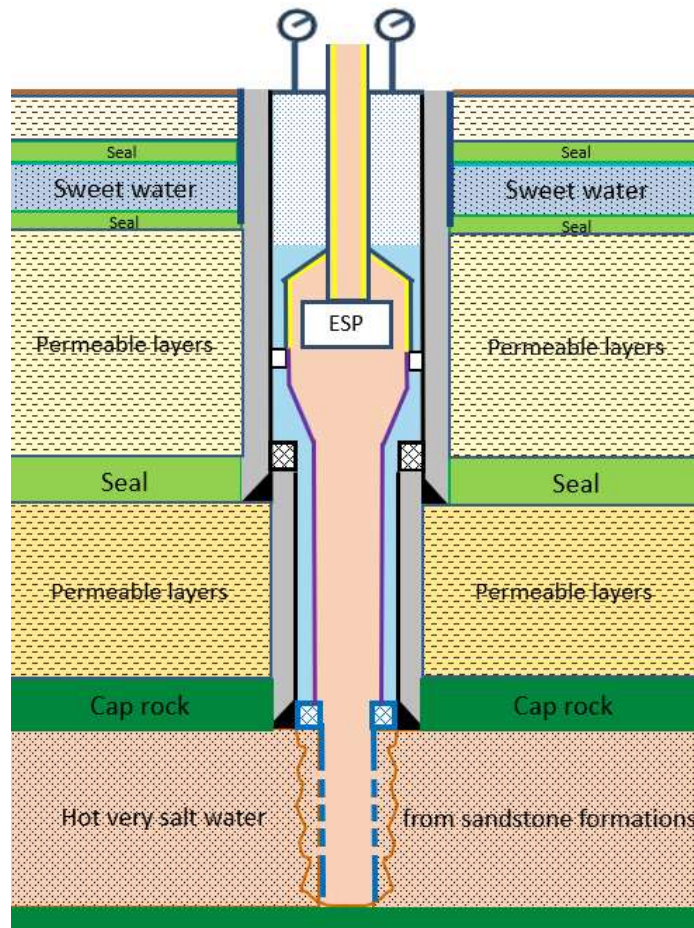
ESP – Electrical Submersible Pump

Innovatie

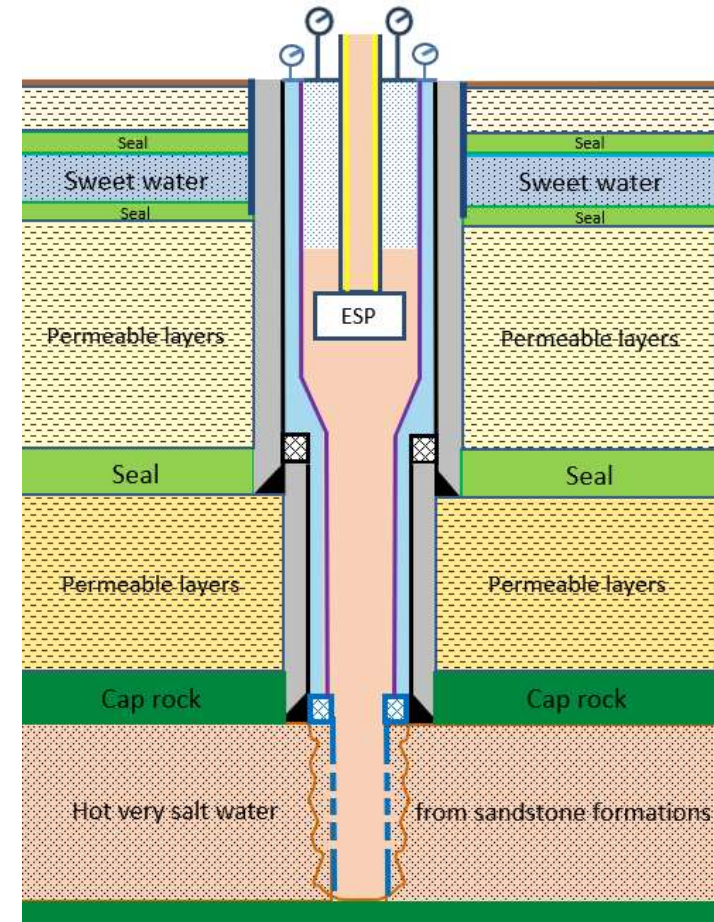
Oorspronkelijk put ontwerp



Upgrade #1: shroud



Upgrade #2: Tieback naar oppervlakte



Volgende Stap

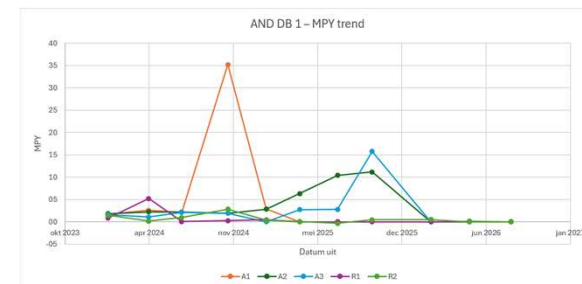
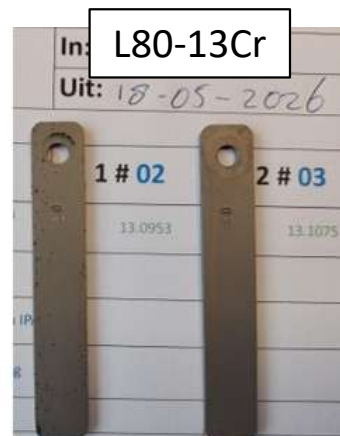
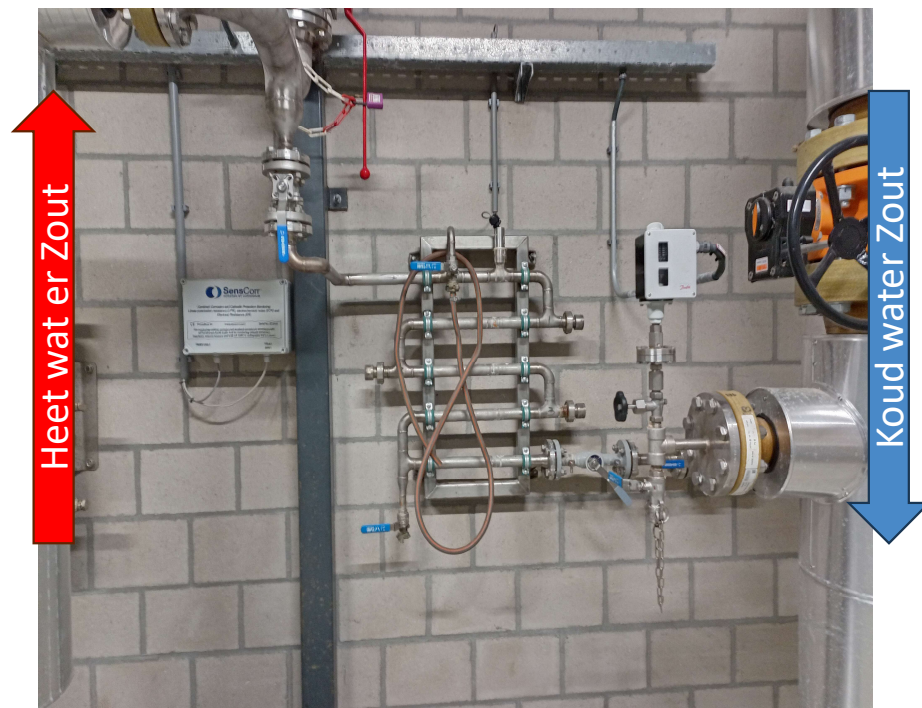
Inhibitor uitfaseren

1. Meten van effect inhibitor op corrosie en neerslag (NORM!)
2. Analyse van alle “*flow wetted*” onderdelen
3. Risico analyse en inventarisatie mogelijke beheersmaatregelen
4. Verdere tijdige vervanging van alle stalen onderdelen door corrosie bestendig materiaal
5. Continuering onderzoek mbv ‘coupons’ voor L8013Cr en andere CRA’s

[illegible]

Test coupons

- Onderzoek mbv 'coupons' voor L80-13Cr en andere CRA's
- In reële omstandigheden qua flow, temperatuur en watersamenstelling
- Wordt vervolgd...

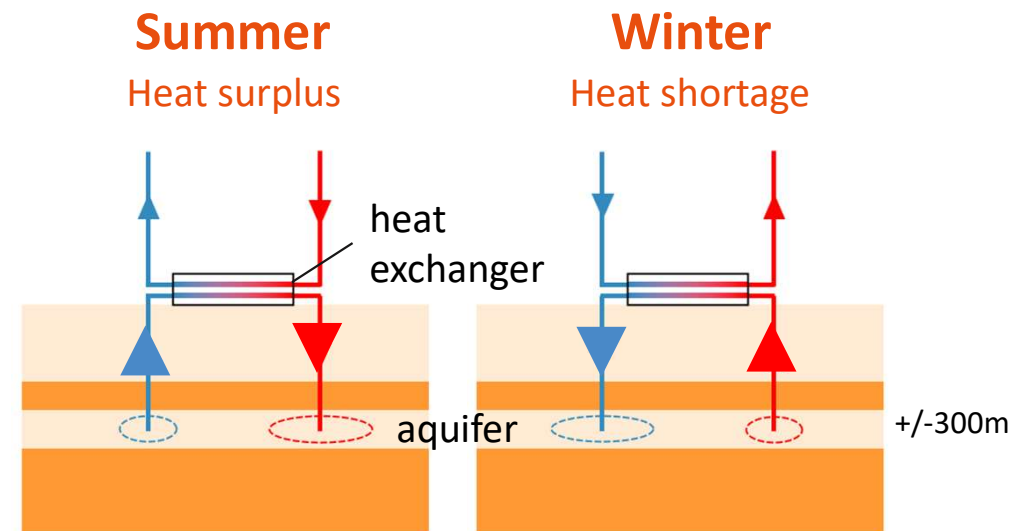


Innovatie

- 2017 – Eerste studie
- 2019 – Test/observatie put in Middenmeer
- 2020 – Doublet geboord
- 2021 – Eerste loading cycle van HTO

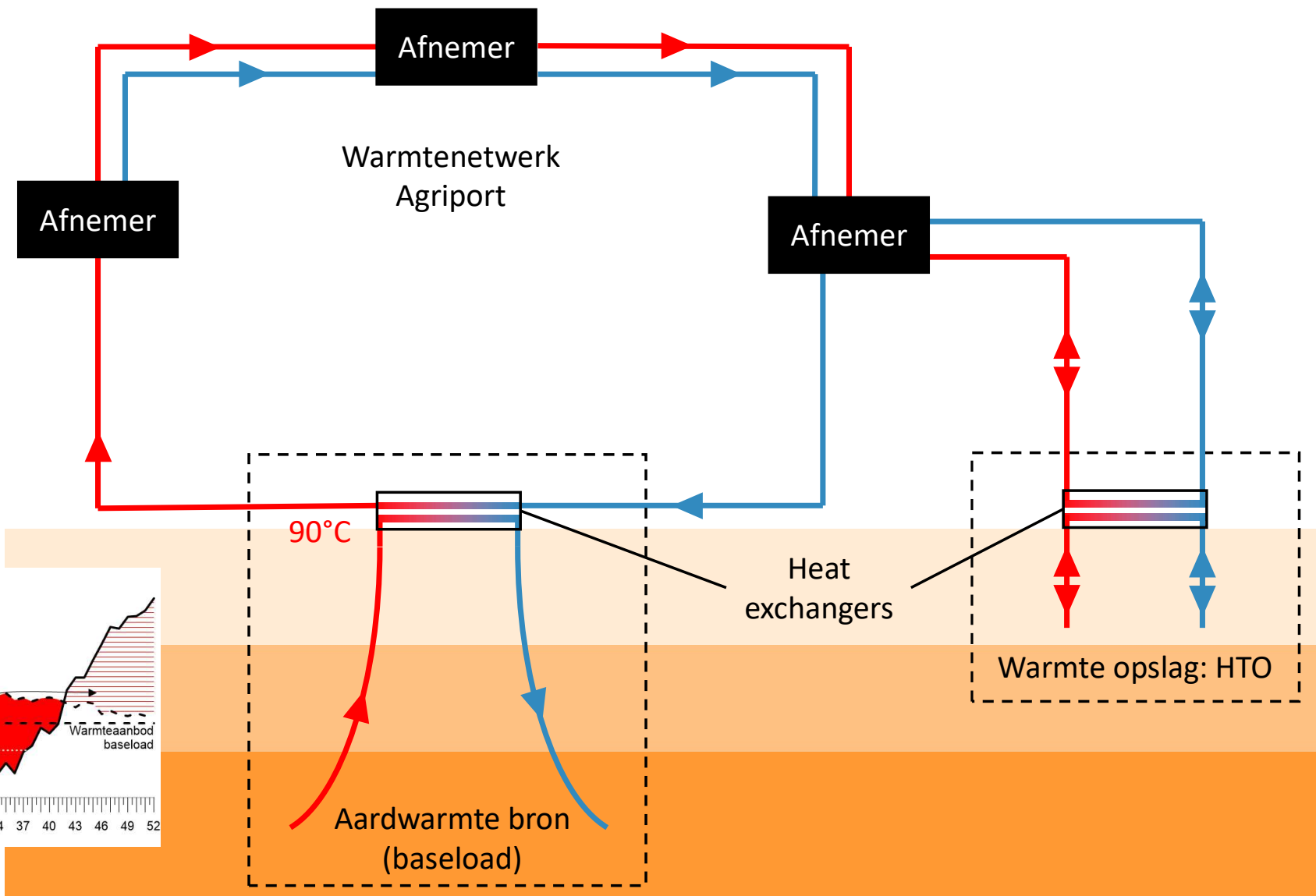
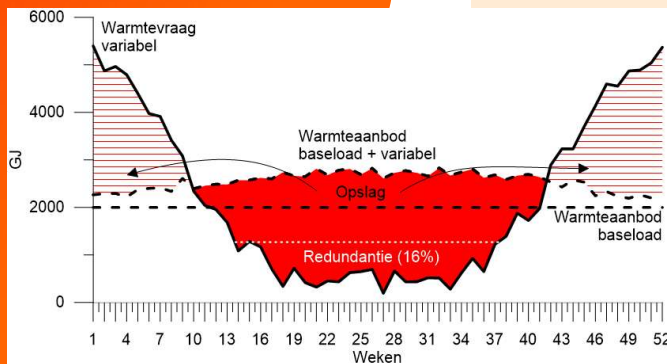


HTO / HT-ATES

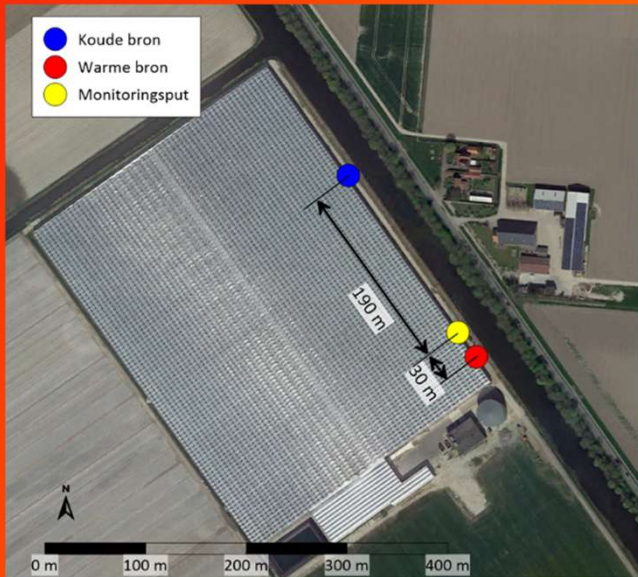


- Eerste en enige operationele HTO installatie in Nederland en Europa (>50 °C)
- Onderdeel van het onderzoeksprogramma Geothermica HEATSTORE
- Samenwerking met 22 internationale partners wereldwijd

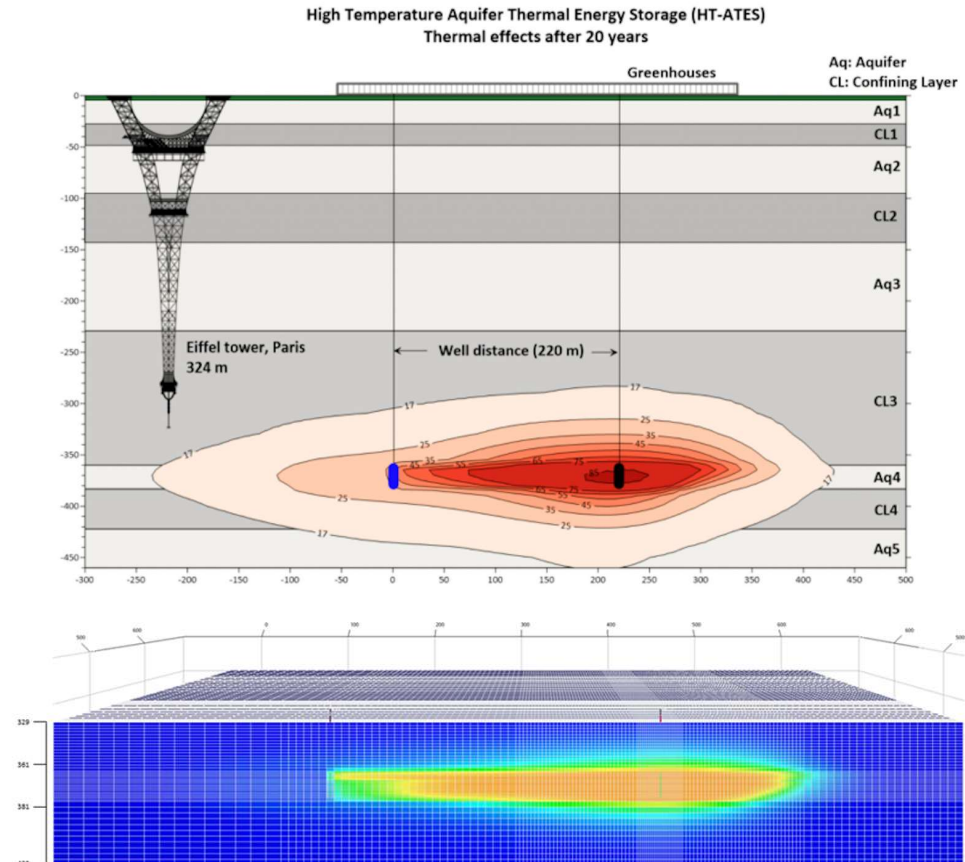
HTO systeem



HTO systeem



Van model naar werkelijkheid



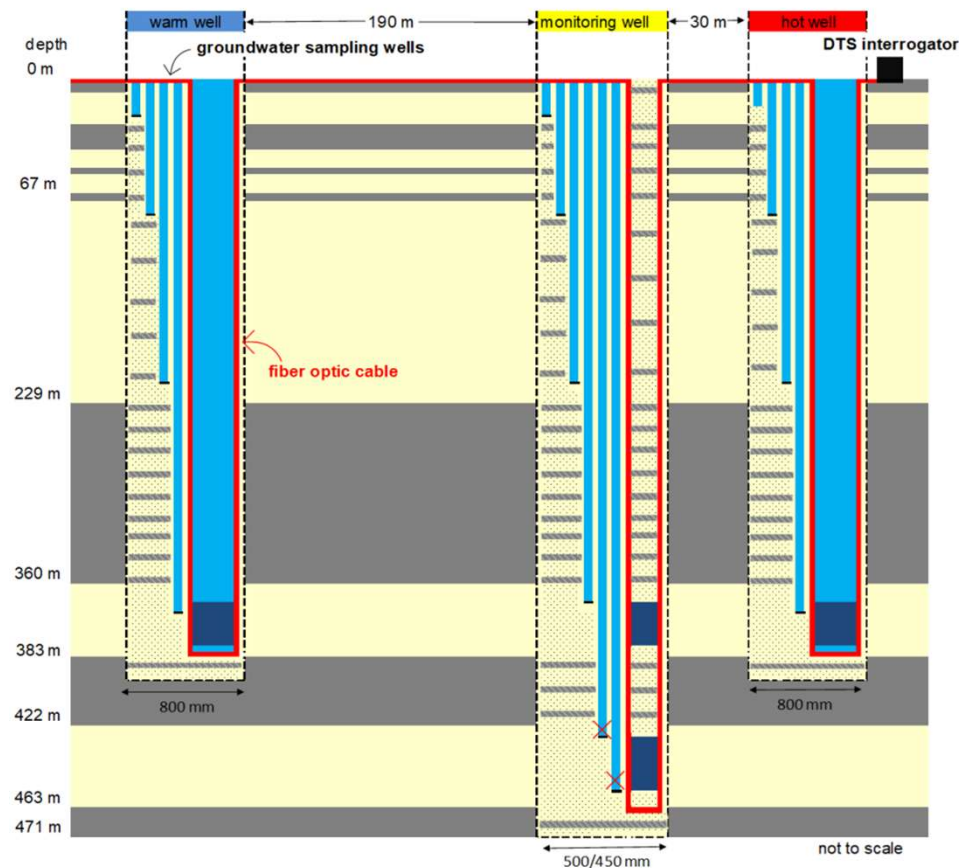
Monitoring



Research project HTO-PEN
(2022-2025):

- Thermal effects
- Chemical effects
- Microbiological effects

Glassfiber DTS kabel meet
temperatuur elke 2 meter,
elke 10 minuten

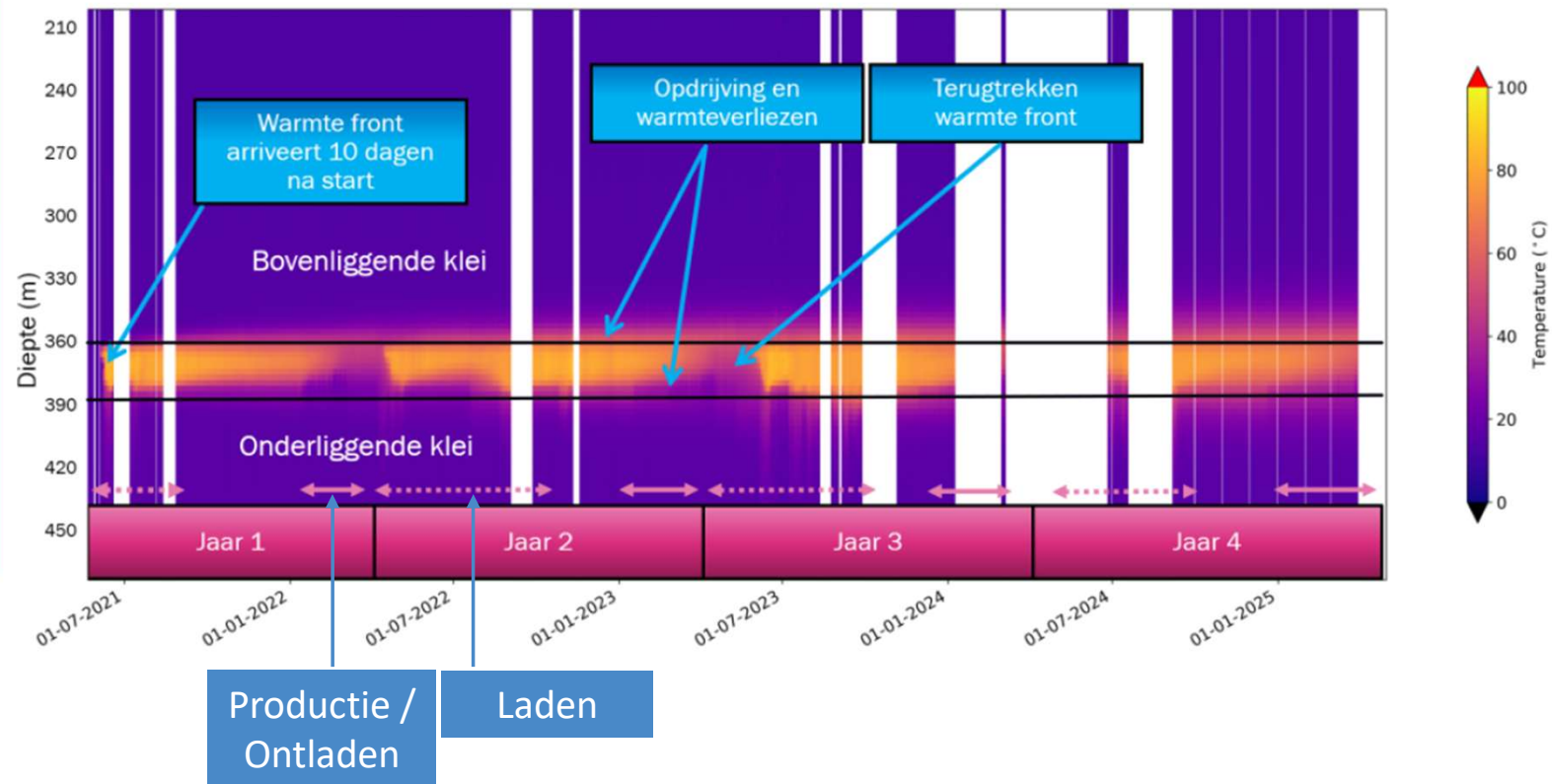


HTO-PEN

Daarnaast ook water
monsters 8 keer per jaar
in verschillende putten &
dieptes om effect op
grondwater te meten

Monitoring

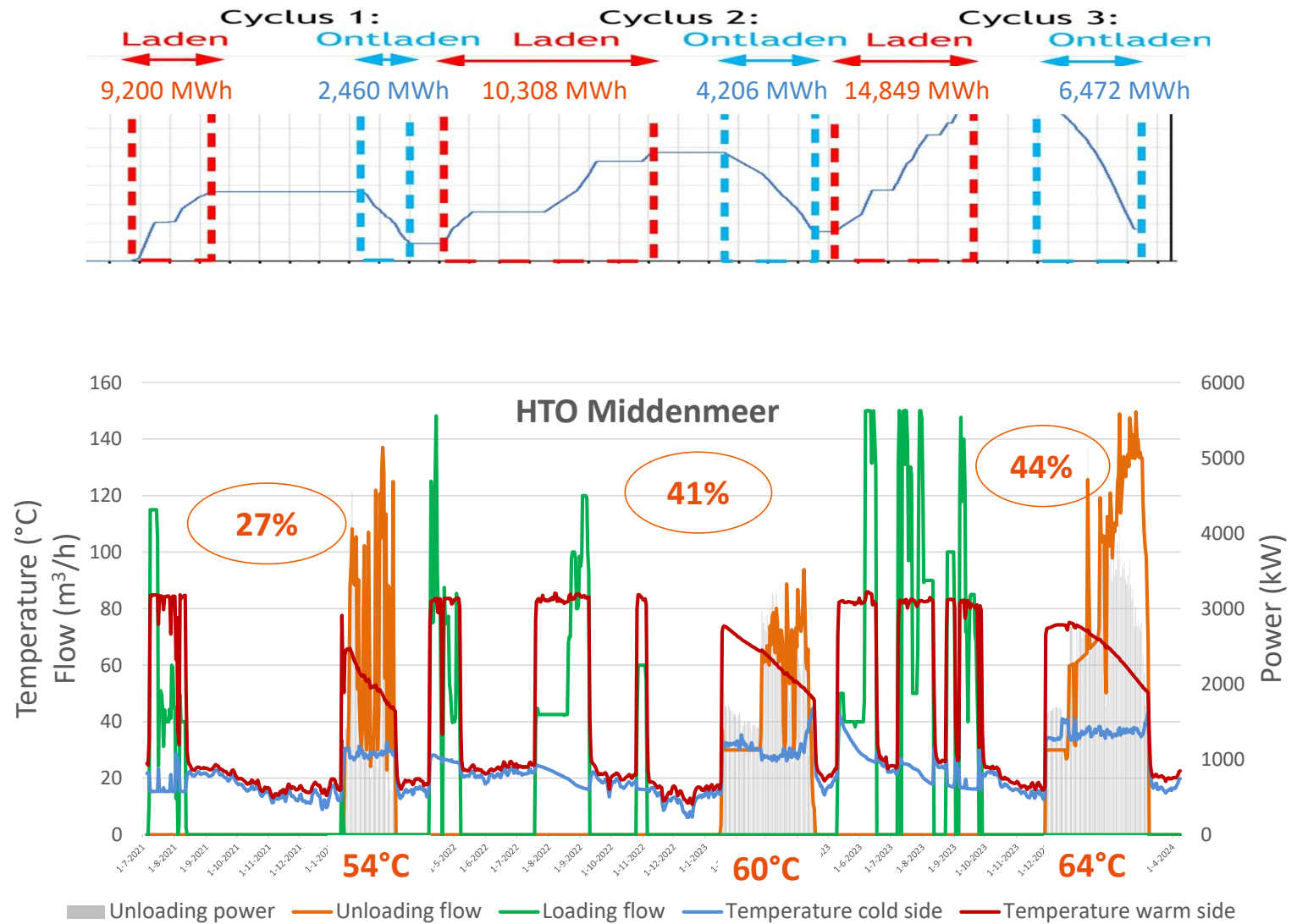
DTS visualisatie



- Efficiëntie neemt toe per jaar
- DTS laat cycli duidelijk zien
- Convectie en warmteverliezen naar afsluitende lagen zichtbaar

HTO Operations

Resultaten gemeten adhv
flow en temperatuur



HTO Operations

Resultaten per cyclus

Cycle 1 (2021-2022)	Loading	Unloading
Pumped volume (m³)	119.230	82.568
Amount of energy (MWh)	9.236	2.469
Average flow (m³/h)	62	69
Average temperature warm side (°C)	85	54
Average temperature cold side (°C)	15	28
Average power (MW)	7,75	2,06

27%
storage
efficiency

Cycle 2 (2022-2023)	Loading	Unloading
Pumped volume (m³)	145.322	105.172
Amount of energy (MWh)	10.384	4.209
Average flow (m³/h)	66	48
Average temperature warm side (°C)	84	60
Average temperature cold side (°C)	22	30
Average power (MW)	7,15	1,94

41%
storage
efficiency

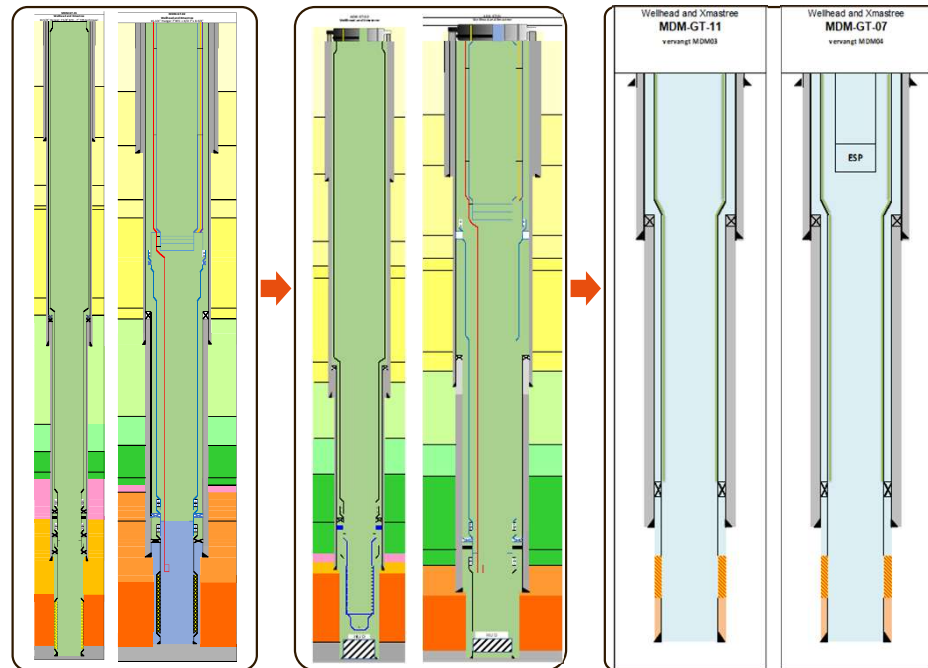
Cycle 3 (2023-2024)	Loading	Unloading
Pumped volume (m³)	216.466	199.408
Amount of energy (MWh)	14.849	6.472
Average flow (m³/h)	89	82
Average temperature warm side (°C)	83	64
Average temperature cold side (°C)	23	37
Average power (MW)	6,86	2,67

44%
storage
efficiency

Annual heat use of ~470 houses

Innovaties

- Leidingen van glasvezelversterkte epoxy (GRE)-leidingen
- Putontwerp met dubbele barrière en corrosiebestendigheid
- Ruimer en symmetrischer ontwerp van de oppervlakte-installaties
- Gescheiden pompruimte voor beperking van geluidsoverlast
- Verbeterde ESP's
- Back-up filterstraat voor hogere beschikbaarheid van de installatie.



Organic growth



Purpose built

Innovaties

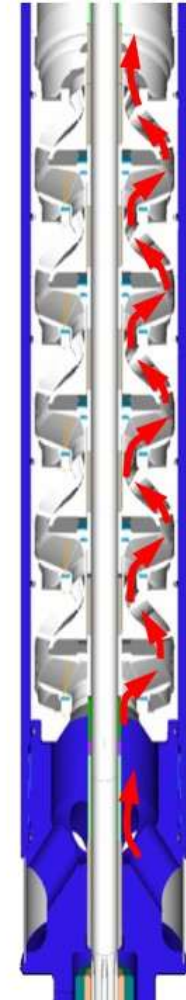
In 2026 hebben bij EnnA de ESP's 5 jaar gedraaid zonder ongepland onderhoud!!



ESP Optimalisatie

ESP levensduur verlenging:

- Design en materiaal ontwerp, o.a.:
 - Dubbel seal in lager
 - MLA connector meer solide
- Intensieve samenwerking met leverancier
- Continue monitoring van ESP data
- Verder opleiden operators
- Aantal starts & stops minimaliseren
- Optimaliseren bovengrondse elektrische installatie



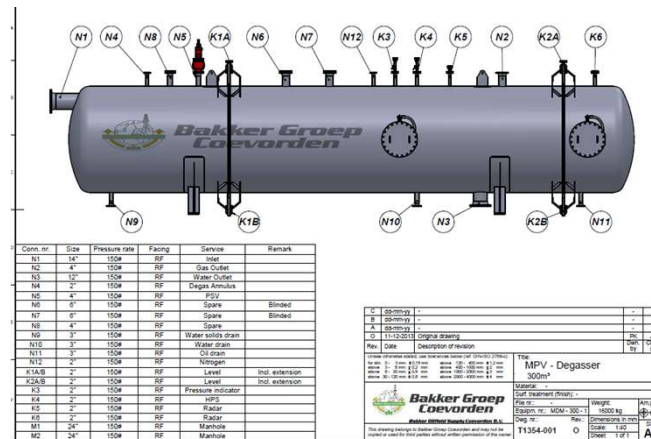
Innovaties

Volgende stap in verbeteren van robuustheid installatie

Onderzoek naar zowel volume als materiaal van de separator

Gas-Water Separator

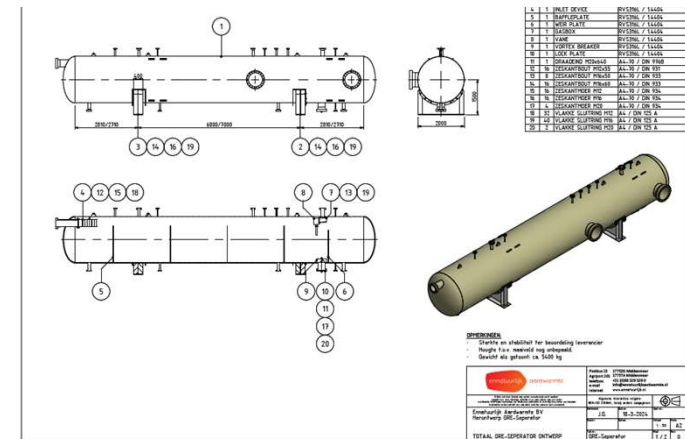
Huidige separator staal (54/73m³)



Staal incl. coating
300 - 350 m³/h
5.4-6.26 min
EN 13445
14.5 - 13.4 m
2.4 - 2.7 m
12,400 – 14,100 kg
57 - 73 m³

Materiaal
Debiet
Verblijftijd
Norm
Lengte
Diameter
Gewicht
Volume

concept GRE/GRV separator (39m³)

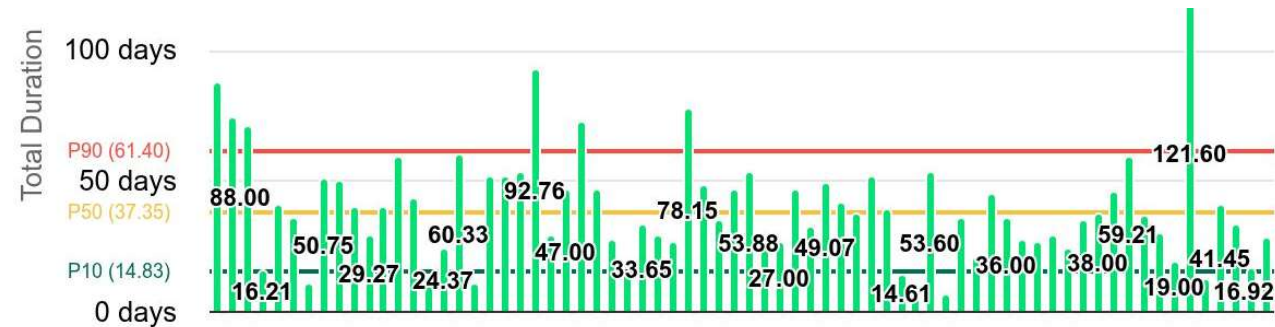


GRE / GRV
400 m³/h
3 min
EN 13121
13.45 m
1.95 m
4,100 kg
39 m³

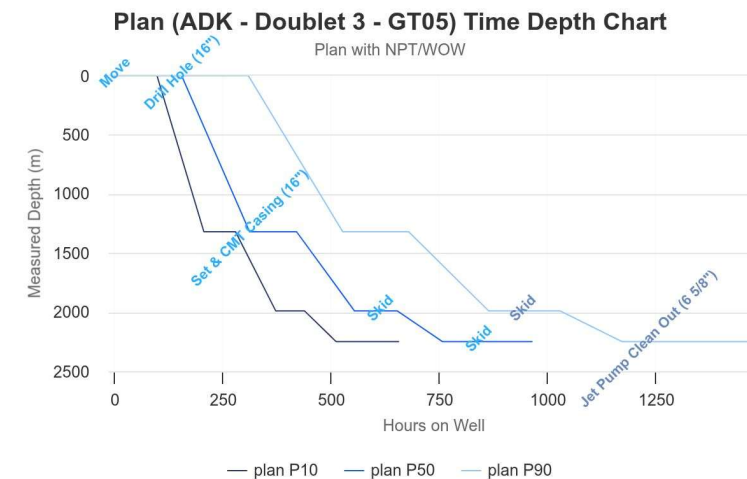
- Concept dimensies gebaseerd op **regelmarge** stop/opstart
- Bevestiging **minimaal benodigde verblijftijd/volume** via onderzoek

Innovaties

Well Planning



- Gebruik van industrie data
- Online software met database voor planning van tijd en kosten boren van de putten
- Werkelijke drilling data van oa EBN en EnnA
- Consistent en snel vergelijken verschillende opties:
 - Dieptes en formaties
 - Casing sizes
 - Verschillende boortorens (tripping times)



Toekomst

Business as usual:

- Coated wireline voor bescherming GRE lined casing
- Horizontale Xmas tree

Innovaties

- Verdere ontwikkeling van GRE verbuizing om levensduur te verlengen
- Verdere ontwikkeling van ESP om levensduur en stroomverbruik te verminderen (en COP te verbeteren!)
- ...?





Down to earth

ennatuurlijk

aardwarmte

Tegen 2026 zijn we het meest vooraanstaande merk voor **de productie van geothermische energie met zero impact in Nederland.**



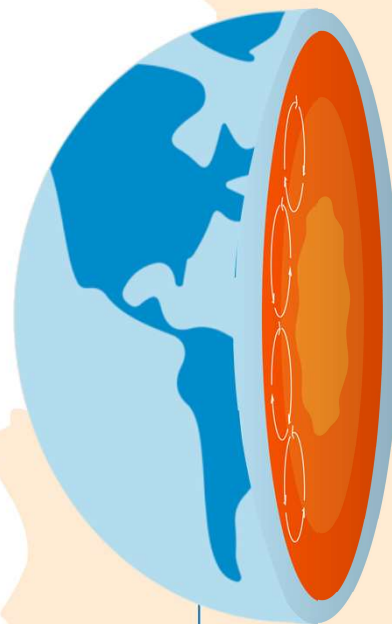
Daarmee zetten we de norm voor de branche met **een feilloze staat van dienst op het gebied van veiligheid**



Wij bezitten en verwerken een **groot deel van de productie van geothermische energie in Nederland**



De plek **waar talent wil werken**



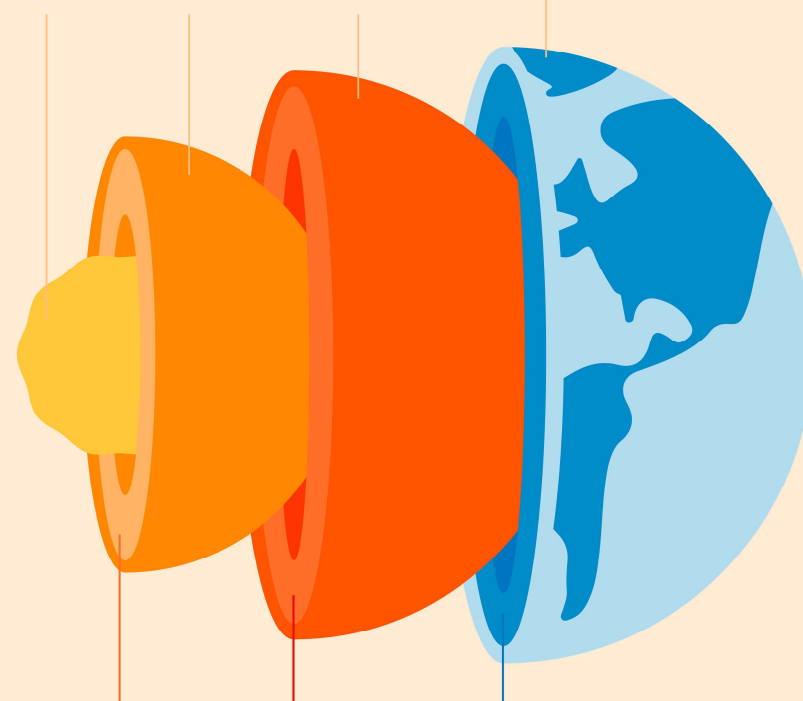
**Zero impact
100% duurzame
warmte voor
iedereen**

Binnenkern
= 5.700 tot
6.378 km

Buitenkern
= 2.900 tot
5.100 km

Mantel
= magma
= tot 2.900 km

Korst
= 8-40 km



Waarom

Om gebruik te maken van de onbeperkte energie uit de aarde, met zero impact!

Hoe

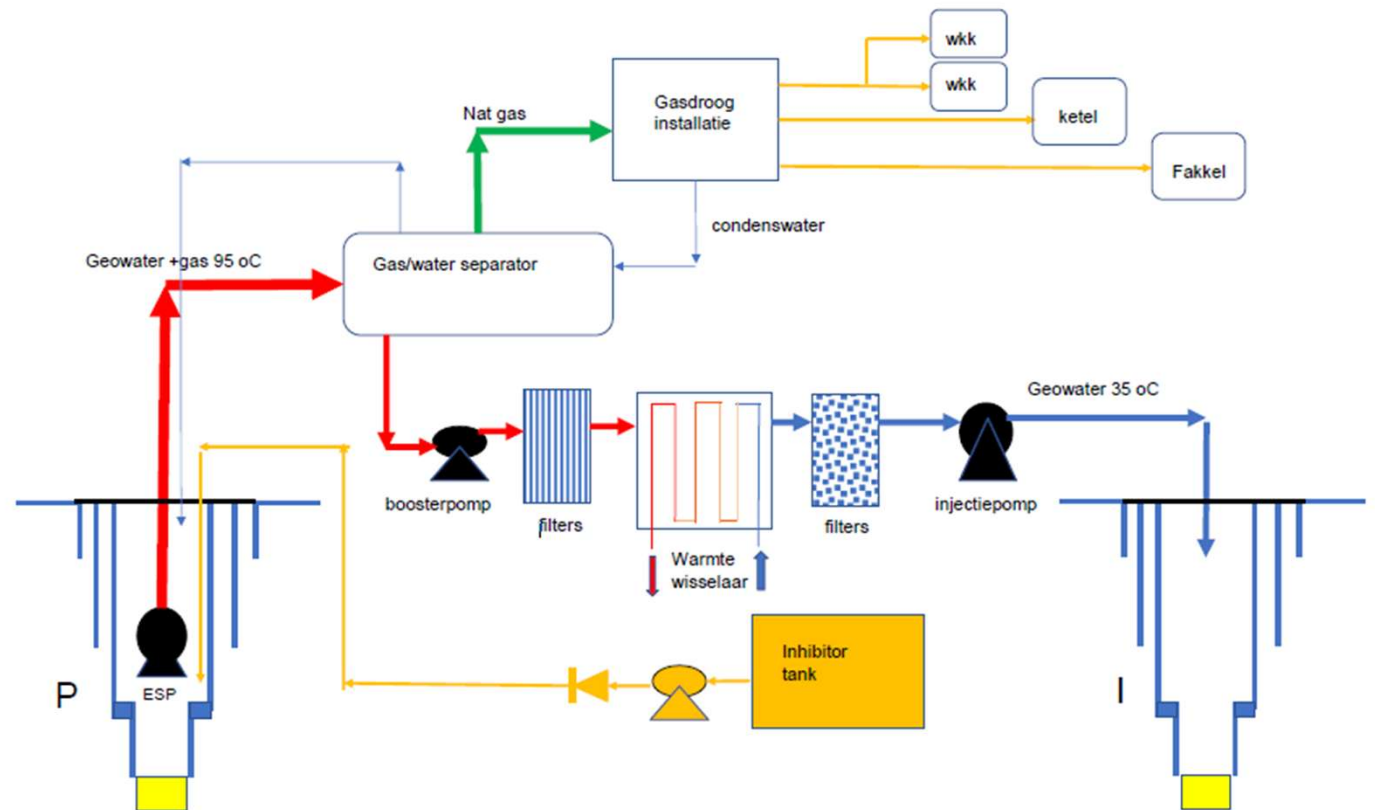
De markt versnellen door geothermische energie te schalen

Wat

Betrouwbare, betaalbare, veilige & duurzame warmte produceren

Ennatuurlijk aardwarmte: **Down to earth**

Proces



Andijk history

RBA and lessons learned



Start Andijk development 2016

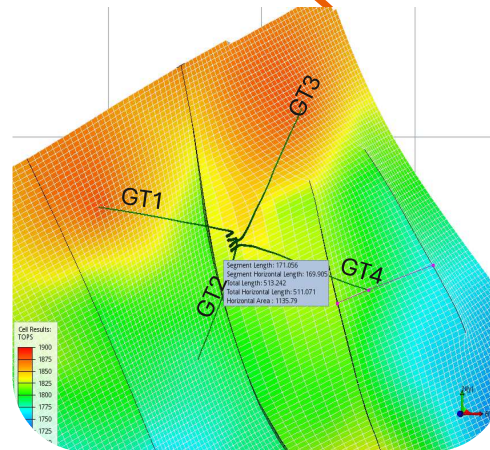


Organic growth



Purpose built

Start Drilling ADK-1 in 2018



Start Production

GRE completion

GRE surface facility

ESP optimization

Replacement Seal/PBR



Andijk RBA in practice

Ultimately to
abandonment

Start Drilling ADK-3

Logging of wells

Connect build environment

Produce, monitor: flow, reservoir
and seismicity, and maintain
wells and facility

End: Plug, abandonment,
restore the surface

Plaatje @2054

