



# Monitoring Damwandproef

Lezingen avond KIVI – 19-4-2018 - Eemdijk



Remco Ophof –  
Projectmanager  
Geomonitoring  
Fugro NL Land BV

## Scope of Work Fugro

- Werkzaamheden in 4 fasen opgedeeld:
  1. Grondonderzoek en aanbrengen Consolidatie Monitoring (voorjaar 2017)
  2. Aanbrengen/uitvoeren monitoringsysteem Groene Dijk (januari 2018)
  3. POT testen uitvoeren (februari 2018)
  4. Aanbrengen/uitvoeren monitoringsysteem Blauwe Dijk (heden)

## Voorjaar 2017

- Installatie van het Monitoringsysteem op projectlocatie:
- 12 stuks waterspanningsmeters -1.5m
- 12 stuks waterspanningsmeters -3.0m
- 2 stuks waterspanningsmeters -10.0m
- 6 hellingmeetbuizen -6.0m
- 2 peilbuizen -7.0m
- 6 zettingmeetslangen

Grondonderzoek bestaande uit:

Continu gestoken monsters,

Klasse I en II sonderingen



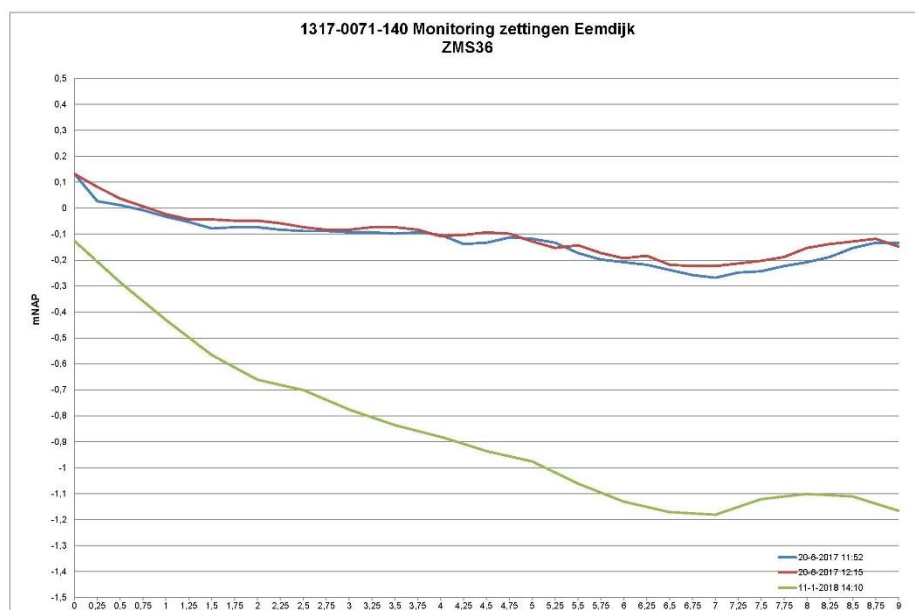
Meetdata van de waterspanningsmeters en peilbuis opnemers:

- Elk half uur een meting
- 4x daags verzending van gecollecteerde meetdata naar webserver Georiskportal
- Data overal en altijd beschikbaar

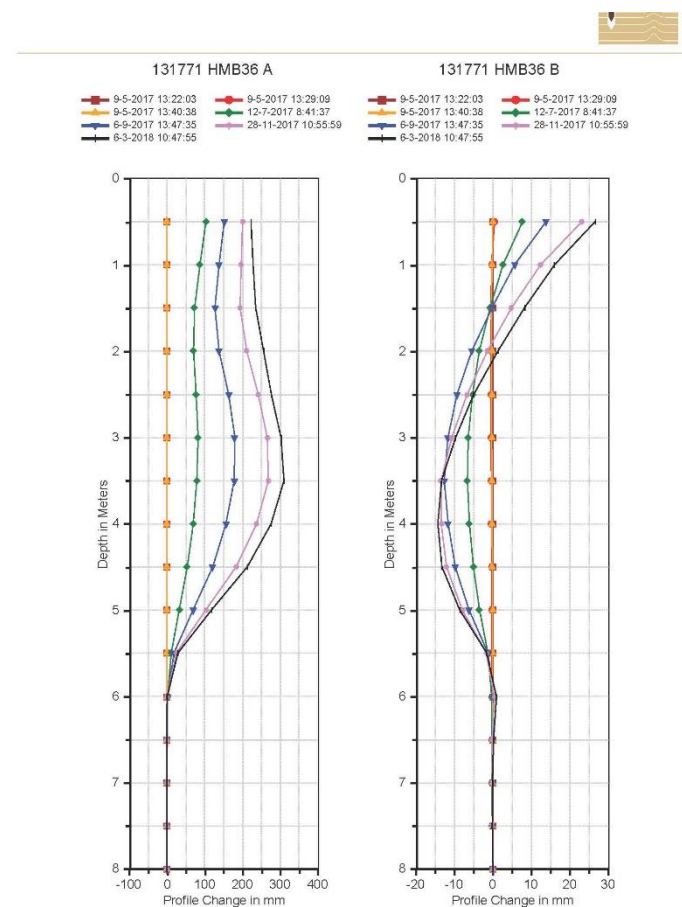


# Meetresultaten

- Handmatige metingen van hellingmeetbuizen en zettingsmeetslangen tijdens ophoogwerkzaamheden van de proefdijk



Resultaat zettingsmeetslang



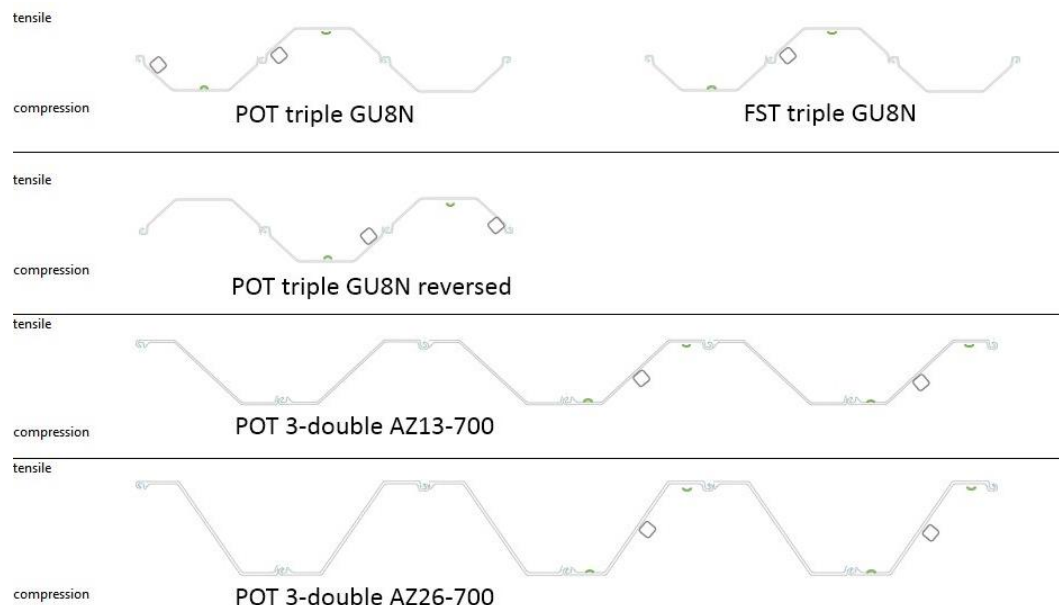
Resultaat hellingmeting in de tijd

# Constructieve monitoring damwanden

- Damwandtypen
- 4 types voor POT testen
- 1 type voor FST proef

Per plank worden meerdere damwandkassen voorzien van Fiber Optische Rek Sensoren

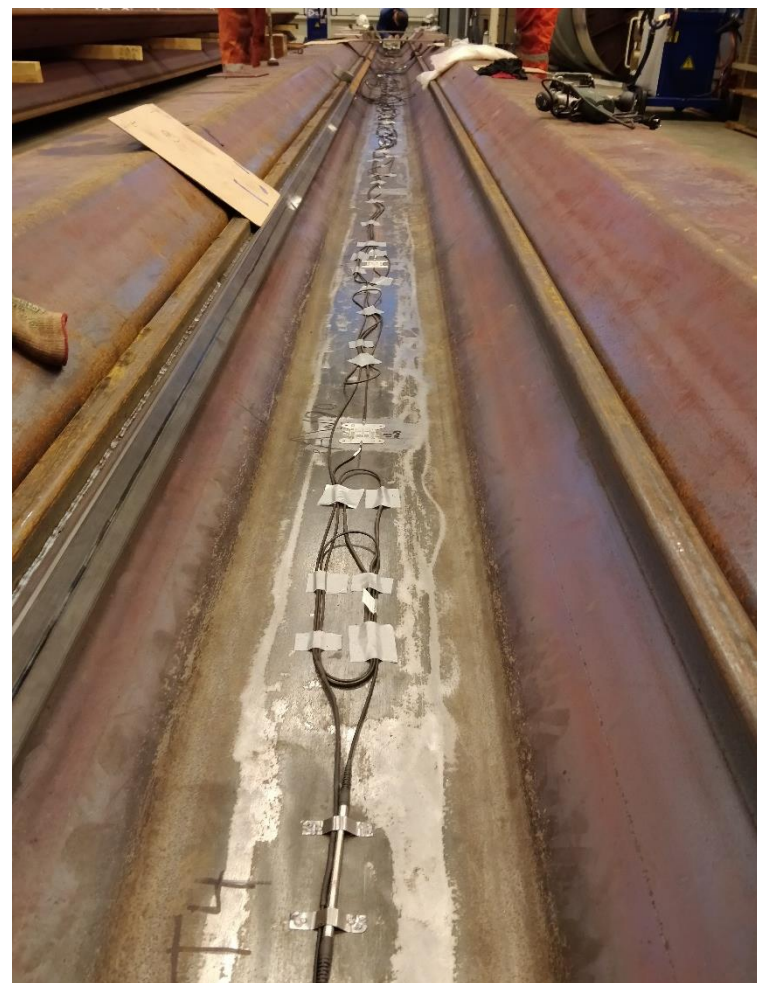
- Totaal 660 **FBG** sensoren verdeeld over 10 planken
- Per plank 4 temperatuur sensoren
- Per plank stalen kokers voor SAAF inclinometerstreng



*Opzet verschillende type damwandconfiguraties*

# Aanbrengen Fiber Optische Reksensoren

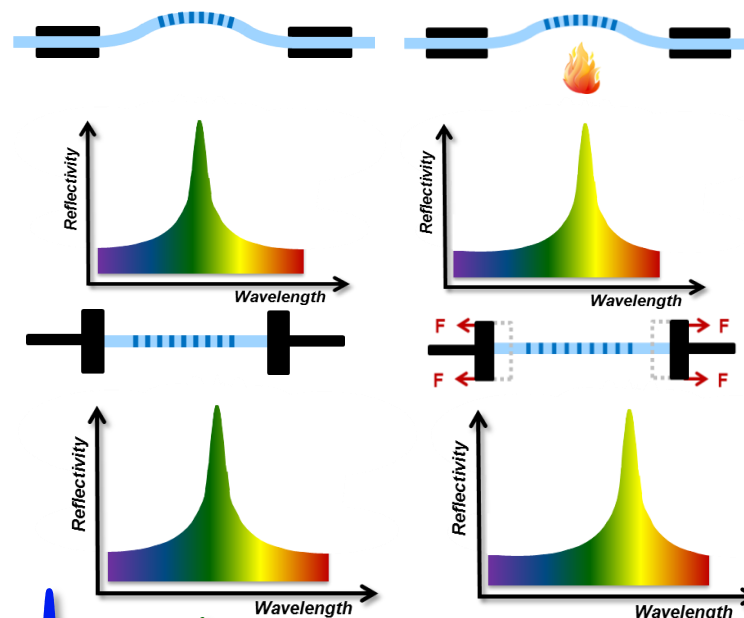
- Damwanden reinigen / walshuid verwijderen
- Sensoren Spotwelden
- Bescherming aanbrengen



*Binnenzijde damwandkas*

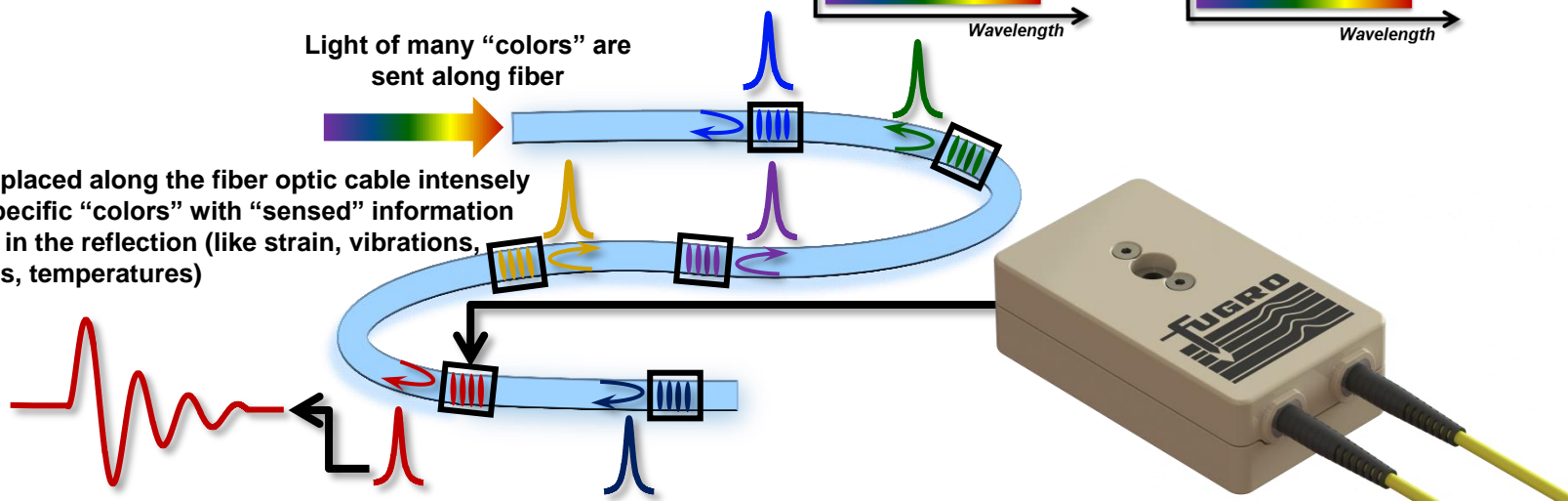
# Werking Fiber Optische Reksensoren

- FBG veranderen hun licht reflectieve kleur afhankelijk van rek (en/) of temperatuur
- De teruggekaatste reflectie kan nauwkeurig worden teruggemeten
- Meerdere sensoren met een verschillend kleurspectrum kunnen in 1 doorgaande kabel worden gemeten



Light of many "colors" are sent along fiber

Sensors placed along the fiber optic cable intensely reflect specific "colors" with "sensed" information encoded in the reflection (like strain, vibrations, pressures, temperatures)

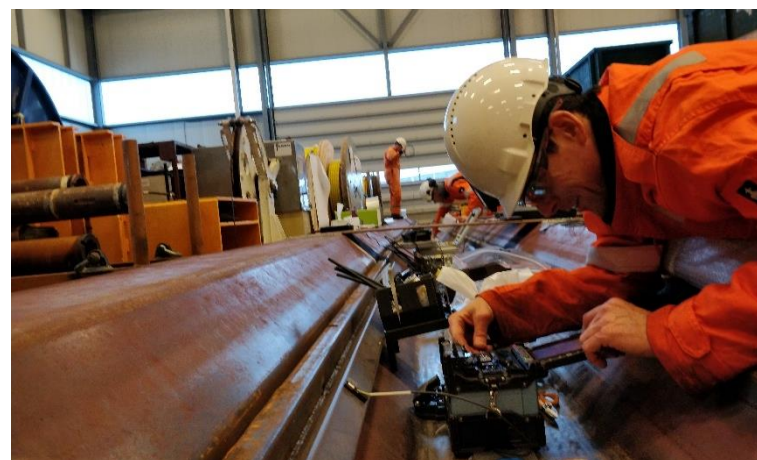


# Fiber Optische Verbindingen

- Fiber Optische Sensoren worden in een ringleiding aangebracht om redundantie te kunnen verkrijgen
- Sensoren zijn vanaf 2 kanten benaderbaar
- Verbindingen worden gemaakt doormiddel van Splicing
- Totaal circa 1400 splice verbindingen
- Sensoren worden optisch (met licht) middels een interrogator gemonitord
- Koppeling van alle sensoren aan 1 zijde van de plank op een junctionbox. Vanaf hier multicore kabel naar interrogator



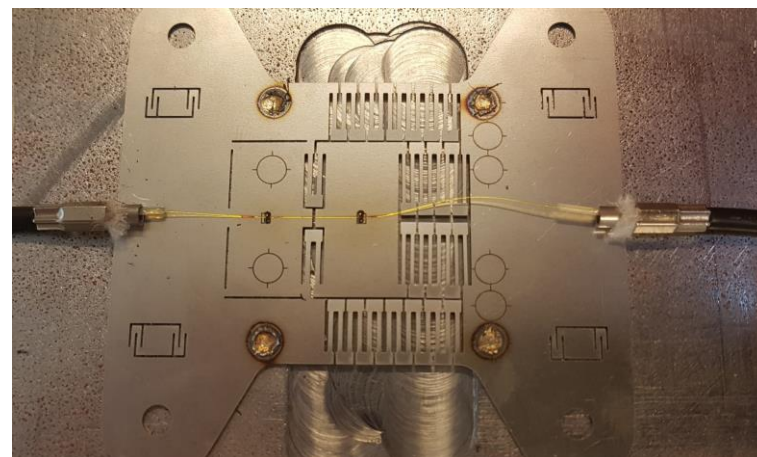
*Splice apparaat in werking*



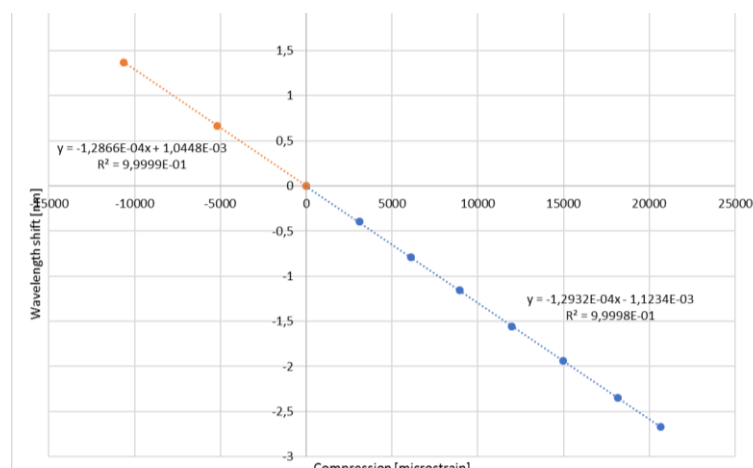
*Ergonomische werkhouding*

# Uitdagingen op het Eemdijk project

- Hoog meetbereik van 20.000 microstrain
- Verschillende ranges microrek opnemers
  - 20.k tot 0
  - 10k tot +10k
  - 0 tot + 20k
- Reguliere FBG sensoren hebben typische rekgrenzen van 5000 tot maximaal 10.000
- Speciale “spring”verbinding ontwikkeld om voorspanning in de fiber te creeren.
- Spotwelden op relatief dikke (0.7mm) RVS staalstrip, specifieke spotwelder



FBG Sensor type (patented)



Lineariteit van de glasvezel FBG rekopnemer

# Uitvoering Groene Dijk

## Uitvoering van de Groene Dijk proef

- 42 prisma's op zakbaken middels een RTS toestel automatisch ingemeten
- 3 SAAF inclinometers 6 meter
- 3 HD Filmcamera's voor Timelapse sequences
- Waterspanningsmeters en peilbuizen lokaal gelogd met 4Hz
- Alle meetdata hoogfrequent op meerdere laptops zichtbaar op projectlocatie

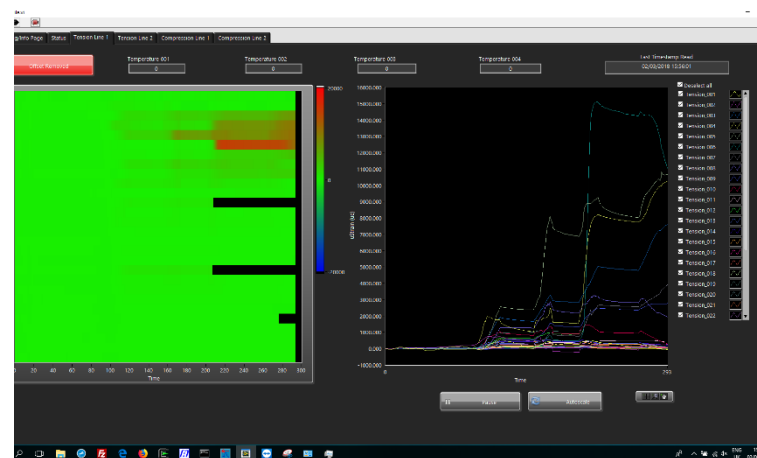


# Resultaat bezwijking Groene Dijk



# POT Testen

- Uitvoering 4 stuks POT testen in 1 week
- 4 sets damwand planken proefbelast tot bezwijken
- Bij elke plank inzet van 4 SAAFs realtime op laptopscherm zichtbaar
- Elke set damwanden voorzien van 4 lijnen met FBG reksensoren.
- Tijdens beproeving 12 prisma's met RTS hoogfrequent ingemeten
- Waterspanningen in de bodem gemonitord



Visualisatie rekmetingen in het veld



AZ26 na einde proef

## Werking SAAF sensoren

- SAAF = ShapeAccelArray/Field
- Meet vervormingen
- Bestaan uit segmenten van 0,5m voorzien van elk een 3D versnellingsopnemer
- Per 3D sensor wordt de XY en Z richting gemeten
- Sensoren: MEMS digitaal, communiceren direct ingeerd values.
- Per sensor string visualisatie van vervormingsprofiel plotbaar



# POT Testen

- Opstelling POT testen

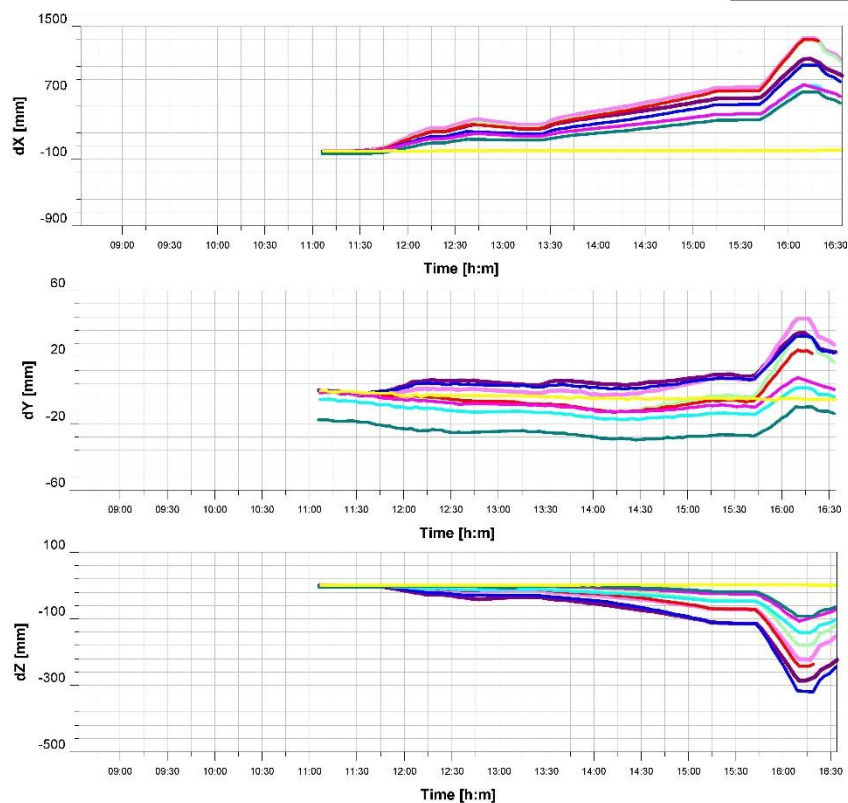


- Vanwege grote verwachte vervorming  $>1,0\text{m}$  ATR systeem van RTS aangepast tbv proeven.
- RTS volgt automatisch de prisma's

# POT Test verplaatsing resultaat



1317-0071-001 POV Eemdijk  
27-02-2018



## Blauwe Dijk (start vrijdag 9 maart)

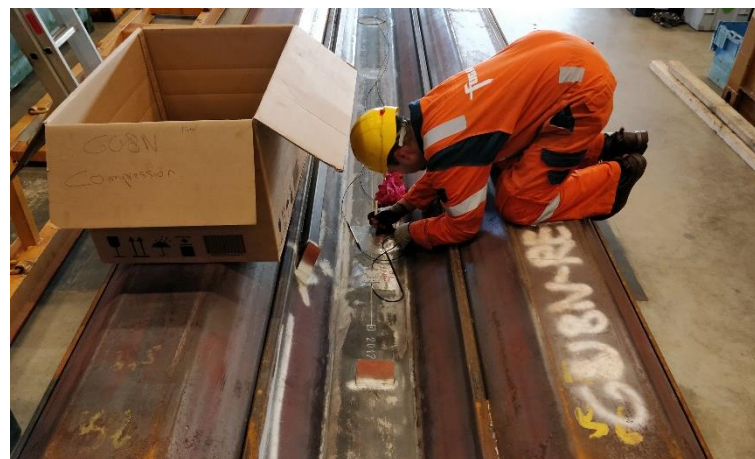
- Damwanden voorzien van Fiber Optische sensoren en 4x SAAFs (17 meter)
- Talud en teen voorzien van 3x 10m en 3x 6m SAAFs
- Waterspanningen realtime online op projectlocatie
- 50 prisma's op zakbaken middels RTS automatisch monitoren
- 3 x HD Camera beeld



13 maart 2018

## Monitoring in de praktijk - waar op te letten

- Meten is weten
- Resultaten van alle uitgevoerde proeven hebben meerwaarde voor de toekomst
- Aandacht aan voorbereiding belangrijk: weer bewezen door goede samenwerking met Deltares op locatie.
- Compromis tussen optimale metingen en bescherming van sensoren







Camera 2 Oost-zijde



Camera 3 Zuid-zijde

- Einde – uiteraard ruimte voor vragen en/of discussie