

Strain and temperature sensing met glasvezel: recente ervaringen

Gust Van Lysebetten

Labo Geotechniek & Monitoring (WTCB)



Inhoud

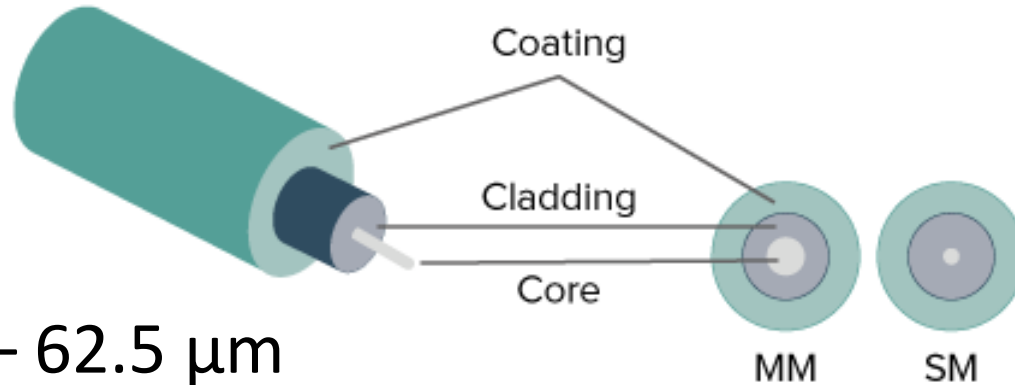
- Optische vezel technologie
- Gevalstudies:
 - Diepwandproef Antwerpen (Oosterweel)
 - Drukproeven op diepe micropalen R'dam (Groene boog)

Strain and temperature sensing met glasvezel: recente ervaringen

OPTISCHE VEZEL TECHNOLOGIE

Optische vezel

= glasvezel telecommunicatie



- \emptyset core: 8 – 62.5 μm
- \emptyset cladding: 125 μm
- \emptyset coating: < 1 mm \rightarrow > 1 cm

Optische vezel

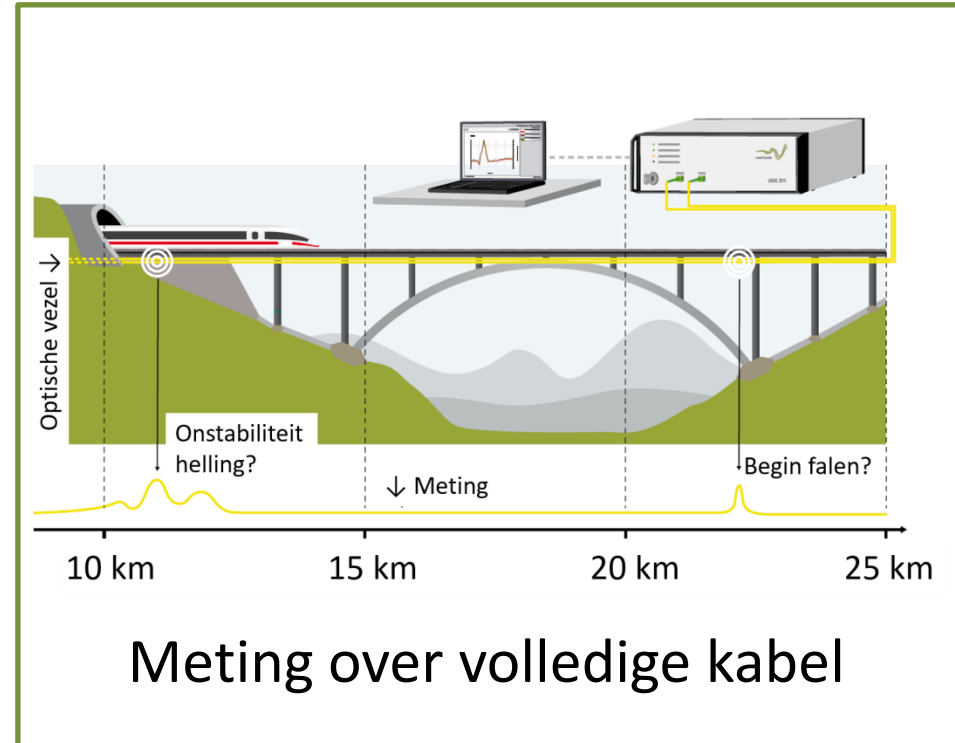
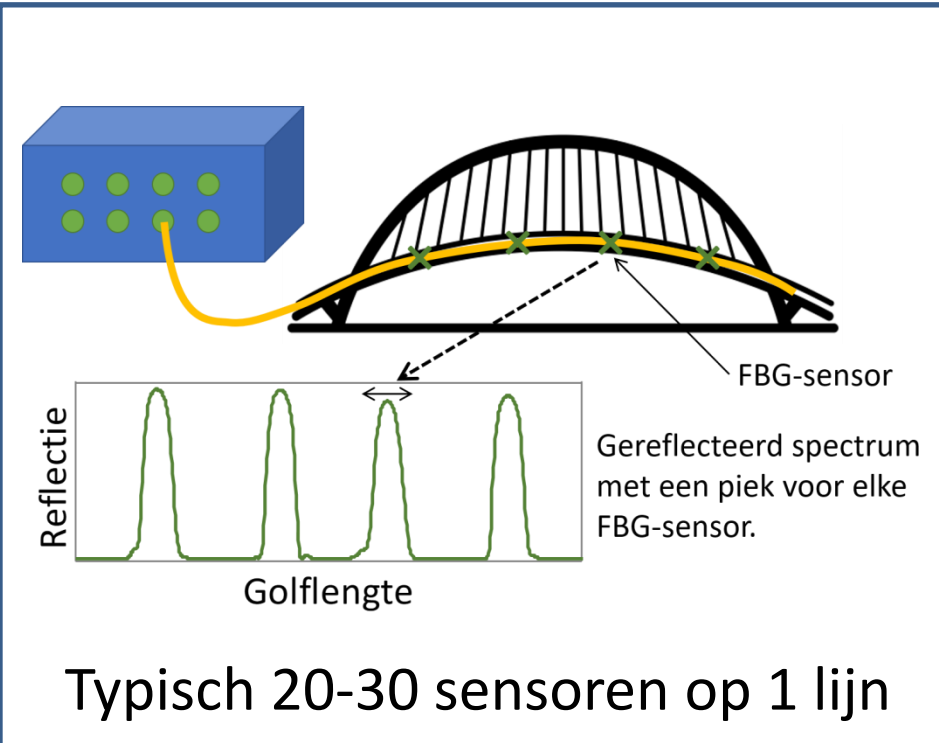
Optische vezel met GFRP coating
Diameter 1 mm



2 BOFDA optische vezelkabels
Diameter 3.2 mm



Multipoint ↔ Distributed



Meest courante technologieën

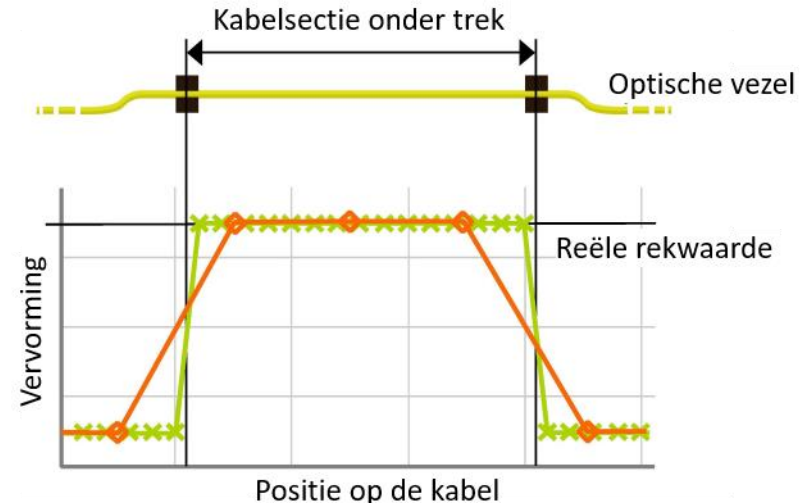
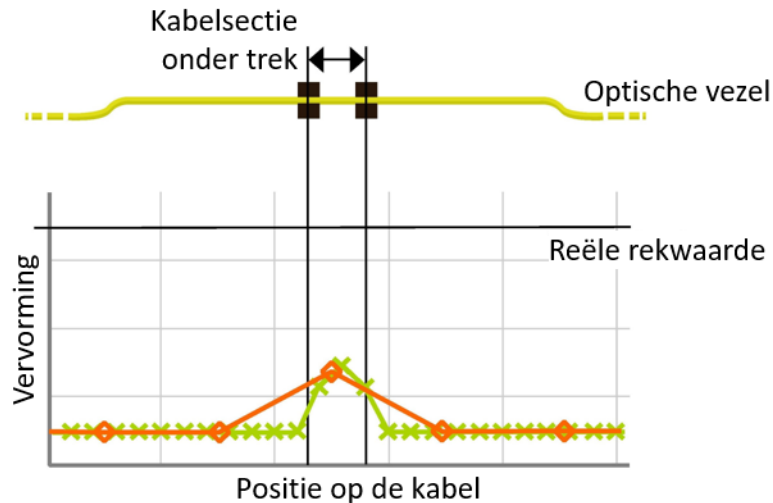
Waarden zijn indicatief

| | | Vervorming [nauwkeurigheid] | Temperatuur [nauwkeurigheid] | Type meting | Kostprijs DAQ-unit <i>Sensoren</i> |
|----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|--|--|
| MULTI- POINT > 1 kHz | FBG | Ja ← → Ja [1 μ strain] | Ja [0.1 °C] | Tot 30 sensoren op 1 lijn L_{totaal} 1 – 10km Single-ended | Laag tot gemiddeld <i>Hoog</i> |
| | Brillouin scattering (bijv. BOTDA, BOFDA) | Ja [2 – 30 μ strain] | Ja [0.1 – 1.0 °C] | Spat. res. 0.2 – 1.0m L_{totaal} 10 – 25km Double-ended | Gemiddeld tot hoog <i>Laag</i> |
| DISTRIBUTED Frequentie < 1 Hz | Brillouin scattering (bijv. BOTDR) | Ja [50 – 100 μ strain] | Ja [> 1 °C] | Spat. res. 1.0m L_{totaal} 10 – 25km Single-ended | Gemiddeld tot hoog <i>Laag</i> |
| | Raman scattering | Nee ← → Ja | Ja [0.1 °C] | Spat. res. 0.5 – 1.0m L_{totaal} 10 – 15 km Single+double-ended | Gemiddeld <i>Laag</i> |
| | Rayleigh scattering | Ja [1 – 5 μ strain] | Ja [0.1 – 0.4 °C] | Spat. res. 2 – 20mm L_{totaal} 70m Single-ended | Hoog <i>Laag</i> |

Spatiale resolutie/nauwkeurigheid

Spatiale resolutie = min. afstand tussen 2 stapovergangen

Spatiale nauwkeurigheid = tussenafstand tussen meetpunten



—◇— Spatiale nauwkeurigheid = spatiale resolutie

—×— Spatiale nauwkeurigheid = 5 x spatiale resolutie

Strain and temperature sensing met glasvezel: recente ervaringen

GEVALSTUDIES

Diepwandproef

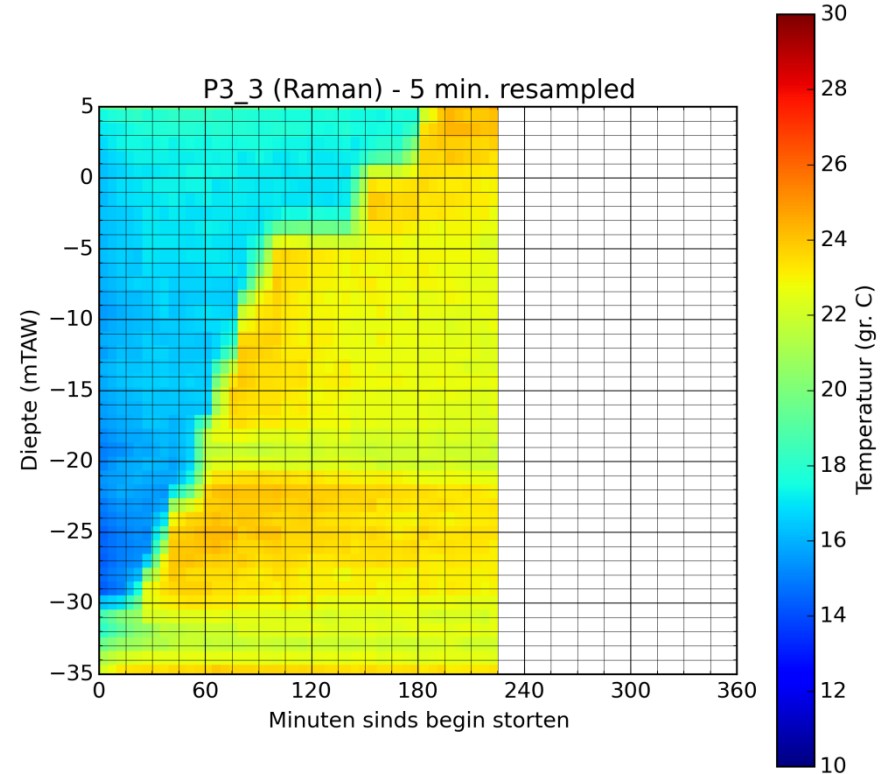
- Antwerpen: Oosterweelverbinding
- In opdracht van Lantis (vroeger BAM)
- 4 diepwandpanelen 36m diep
- Osterberg-cellen ingebouwd (Loadtest)

Diepwandproef



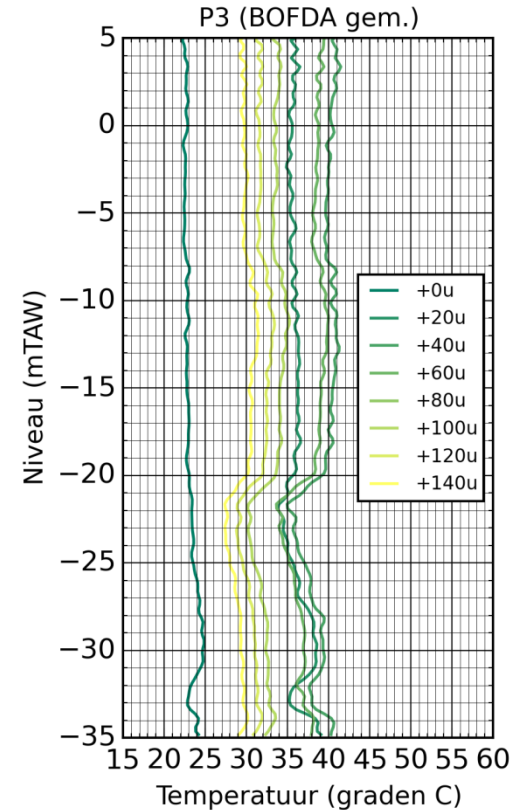
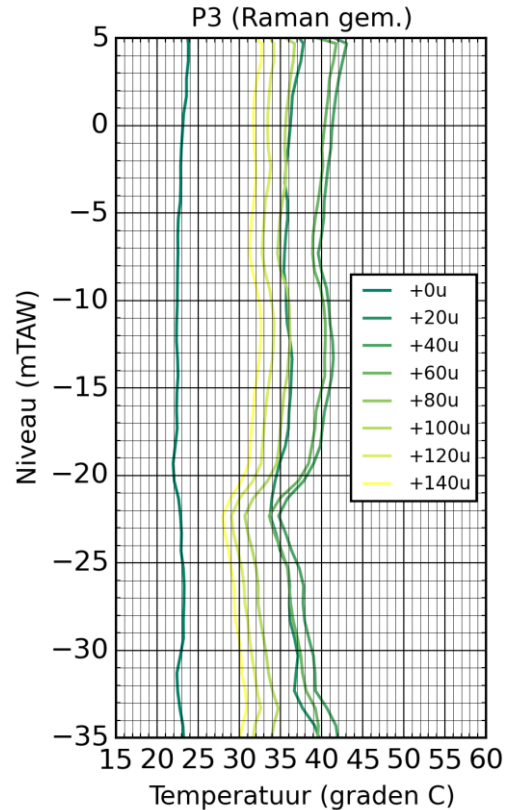
Diepwandproef

- Temperatuurmetingen tijdens het betonneren



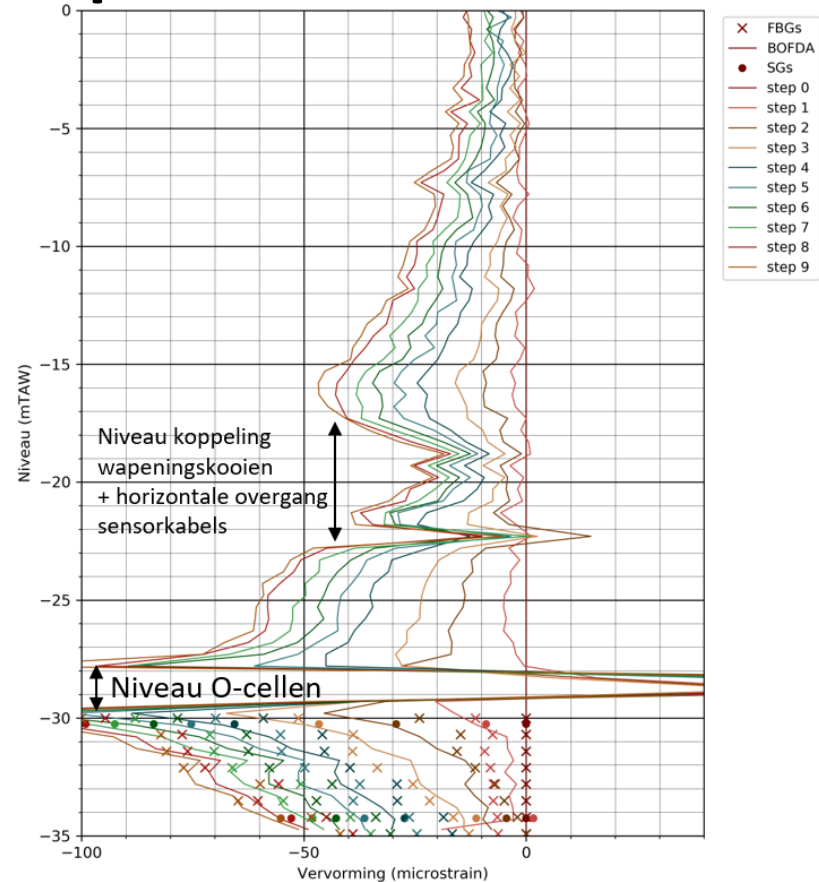
Diepwandproef

- Temperatuurmetingen tijdens het uitharden van het beton
- Raman vs. BOFDA



Diepwandproef

- Rekmetingen tijdens belastingsproef
- BOFDA vs. FBG vs. VW-rekstroken



Diepe micropalen

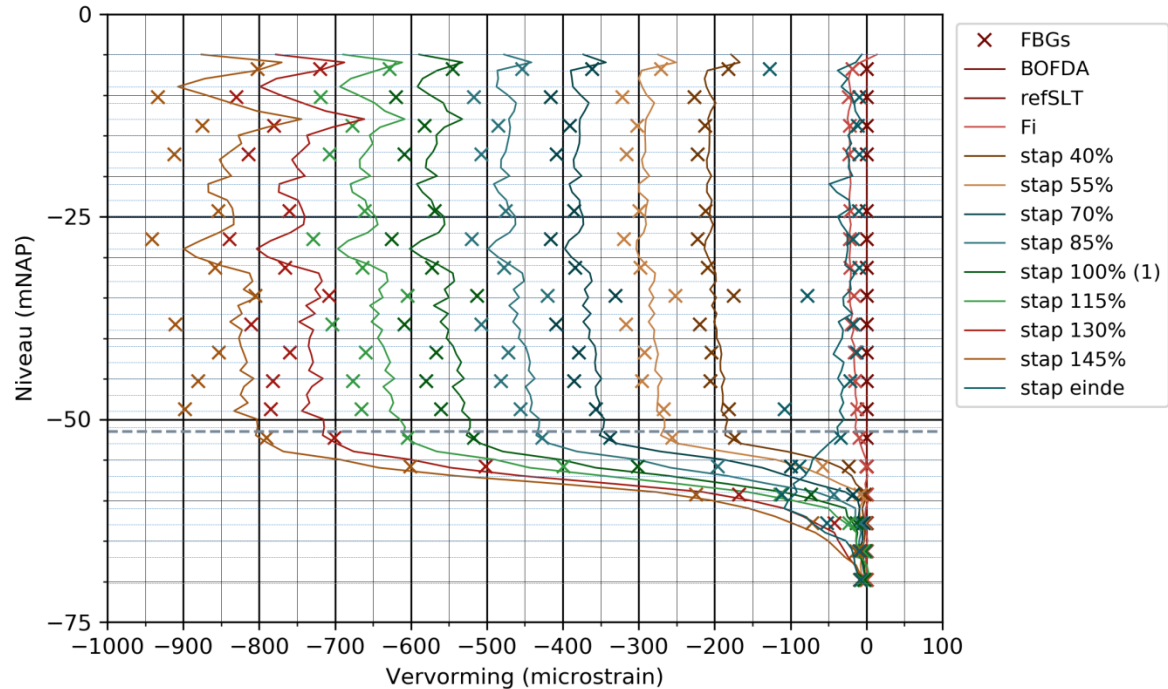
- Rotterdam: De Groene Boog
- In opdracht van Franki Foundations
- Zettingen minimaliseren door belastingen af te dragen naar dieper gelegen lagen
- Micropalen met $\pm 50\text{m}$ vrije lengte
- Beproeven van \neq uitvoeringstypes

Diepe micropalen



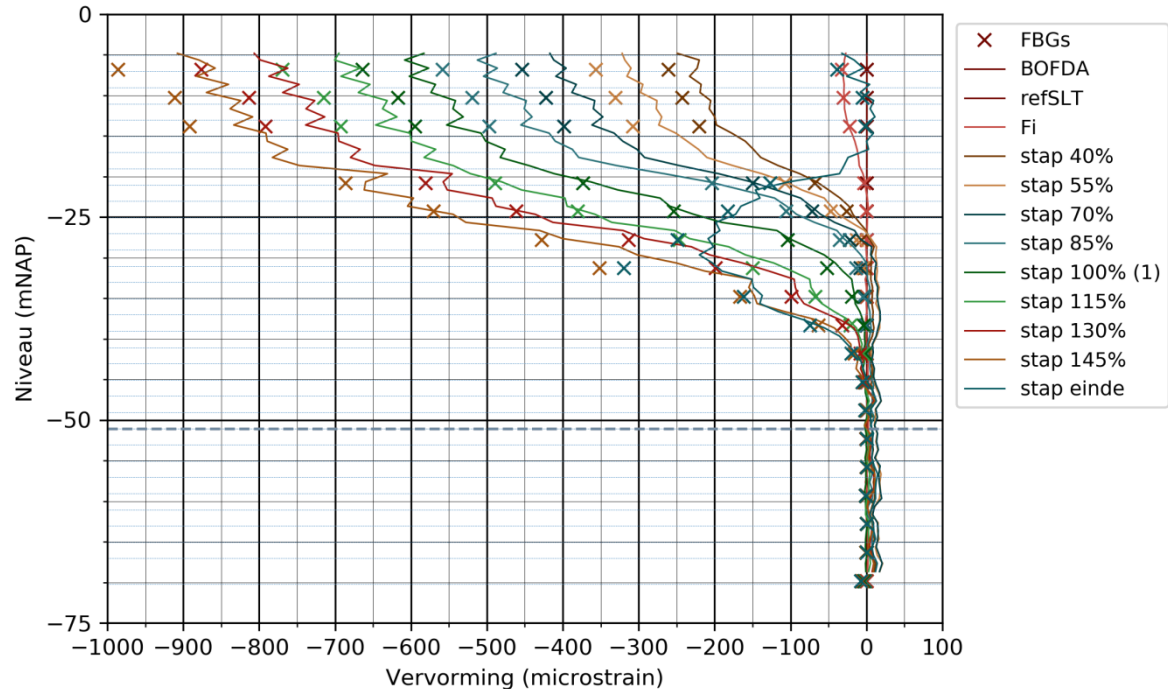
Diepe micropalen

- Rekmetingen voor verschillende belastingstappen
- Paaltype 1
- FBG vs. BOFDA



Diepe micropalen

- Rekmetingen voor verschillende belastingstappen
- Paaltype 2
- FBG vs. BOFDA



Strain and temperature sensing met glasvezel: recente ervaringen

SLOTBEDENKINGEN

Uitdagingen

- Kabelintegratie in het geotechnisch element
- Connectorisatie op de werf ('splicen', enz.)
- Temperatuurcorrectie
- Data-analyse en visualisatie ← 'distributed sensing'

Technologiekeuze

- Afhankelijk van de toepassing
 - Kostprijs DAQ \leftrightarrow Kostprijs sensoren
 - Meetfrequentie
 - Meetnauwkeurigheid
 - Aantal sensoren/afstanden

zie overzichtstabel