

Instrumentering för att mäta temperatur, töjningar och deformationer

Fallstudie Vercors

Magnus Åhs, avd. Byggnadsmaterial LTH

Kraftindustrins betongdag 2019, Älvkarleby 12-13 mars



LUNDS
UNIVERSITET

Innehåll

Vercors

- Forskningsanläggning nära Paris EDF
- Mål/syfte (instrumentering)
 - Undersöka ny mätteknik

Instrumentering (för ung betong)

- Temperatur
- Töjningar
- Deformationer
- Tillämpning



Energiforsk projekt BET 153

Benchmark Vercors 2015, 2018

1/3 skala

17 m hög
15 m i diameter

Åldring sker 9
ggr snabbare

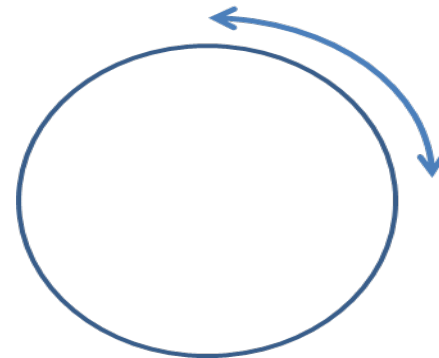
P4 reaktor



- Samarbete mellan
 - LTH (Magnus Åhs), KTH/SWECO (Richard Malm) och Vattenfall (Christian Bernstone)

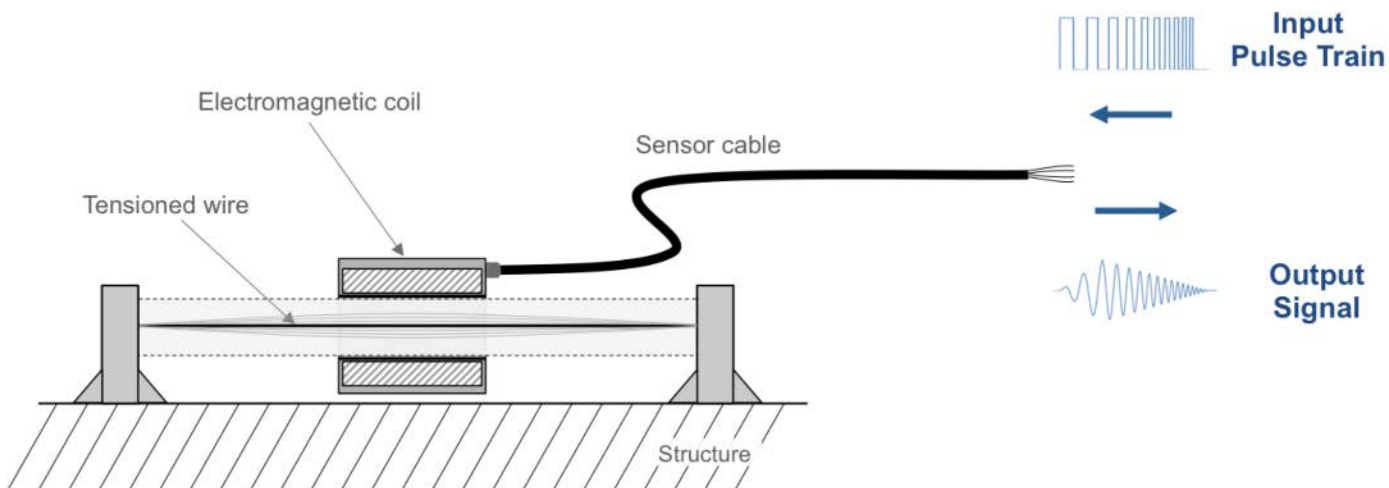
Temperatursensorer

- PT100 sensor
 - Loggning
 - Metod (Resistans)
 - Resistans beror på temperatur
- Trådbunden
- Optisk fiber
 - Runt omkretsen och vertikalt
 - Kräver referensmätningar



Töjningssensorer

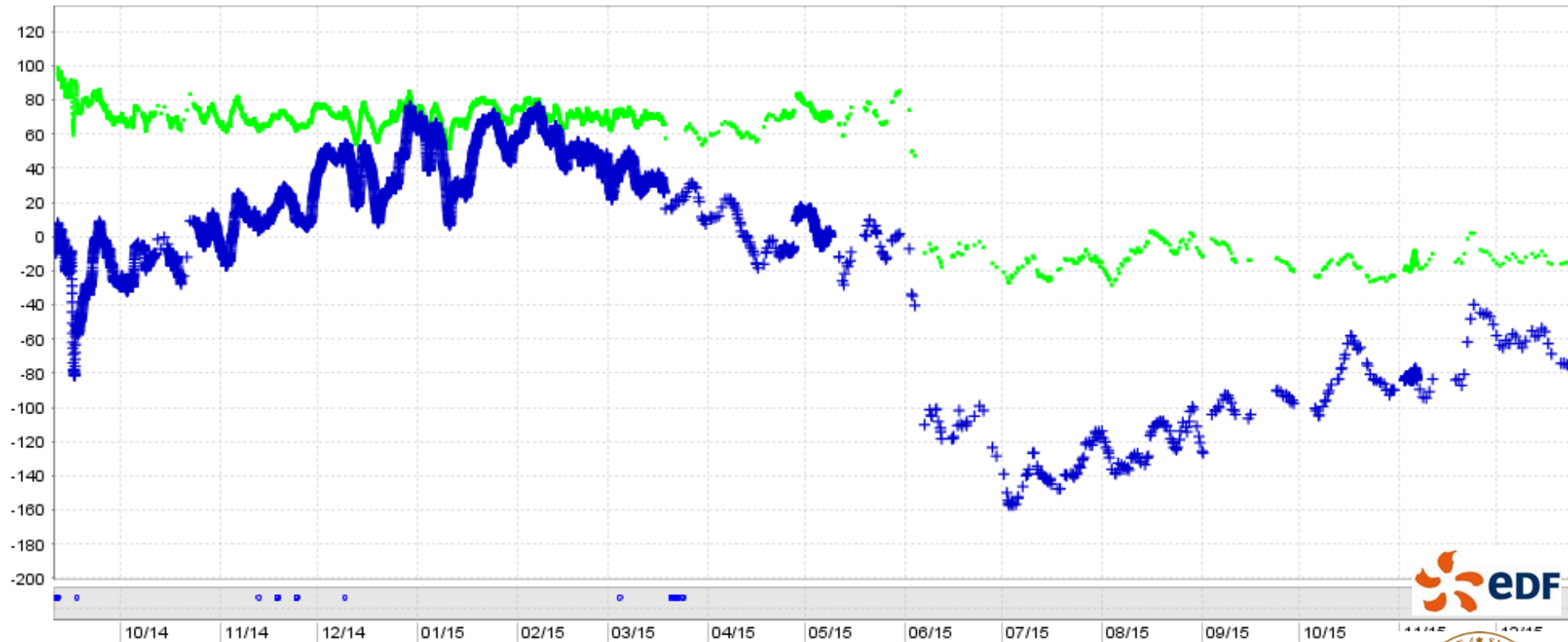
Mäter vibration i tråd.
Ta hänsyn till temperatur-
variationer.
Temperatursensor i
mätpunkt
Princip: Tråden sätts i
svängning mät respons.
Var 5:e minut
Vibratory wire strain gauge



Experiment ny töjningssensor



Mätsystem Resultat



Visar påverkan av temperatur och
uppspänning av reaktorinneslutning



LUNDS
UNIVERSITET

“Ny” teknologi

Optisk fiber

Töjningsgivare och tempgivare

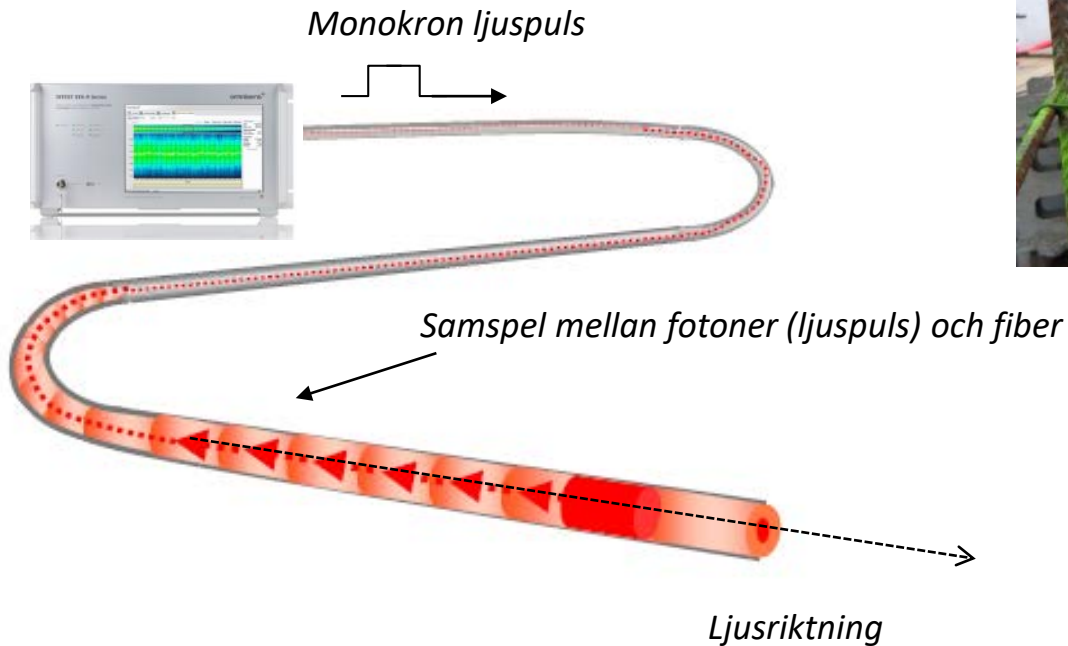
Mätning kontinuerlig
både längs optisk
kabel och i tid.
2 km installerad
både i horisontell
och vertikal riktning

Kräver
referensmätningar
med ordinära
töjningsgivare



Optisk fiber princip

Mätning längs med hela fibern



Med hjälp av olika teoretiska samband kan både temperatur och töjningen utvärderas



Optiska fibrer

Applikation Reaktorinneslutning

Applikation testanläggning i Frankrike Vercors

Jämförelse mellan temperatur uppmätt med optisk fiber och punktsensorer

Genom att korrigera mätresultat mot temperaturen

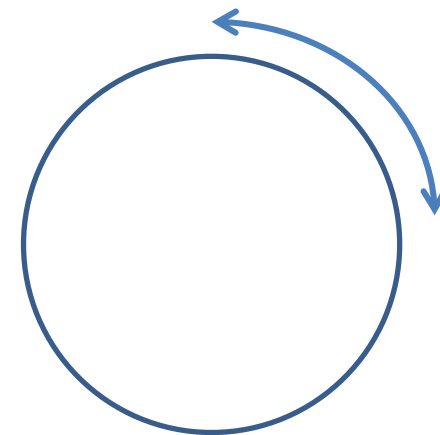
Jämförelse mellan optisk fiber och punktmätning av töjningar

Resultatet är lovande

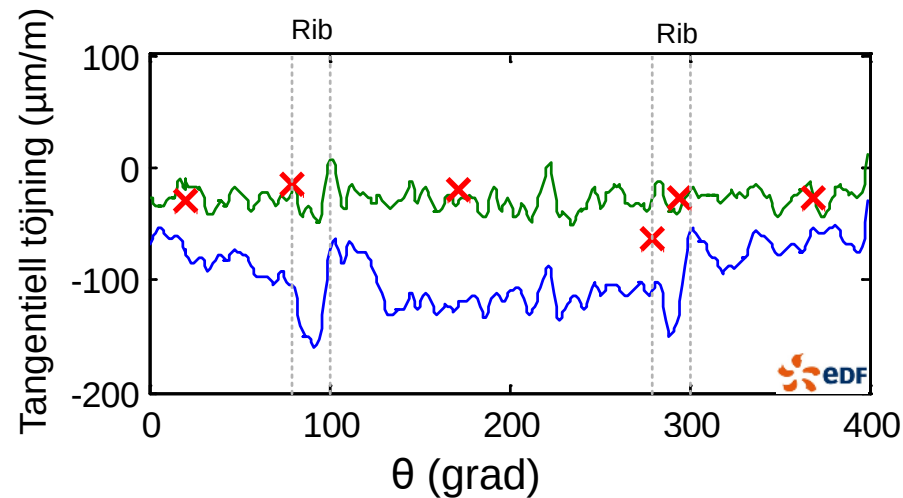


Optisk fiber

Korrelation med töjningsgivare



- Råa mätdata fördelning längs med omkrets Optisk Fiber
- ✗ Tangentiell töjning (Töjningsgivare)
- Efter databehandling mätdata tangentiell töjning fördelning längs med omkrets



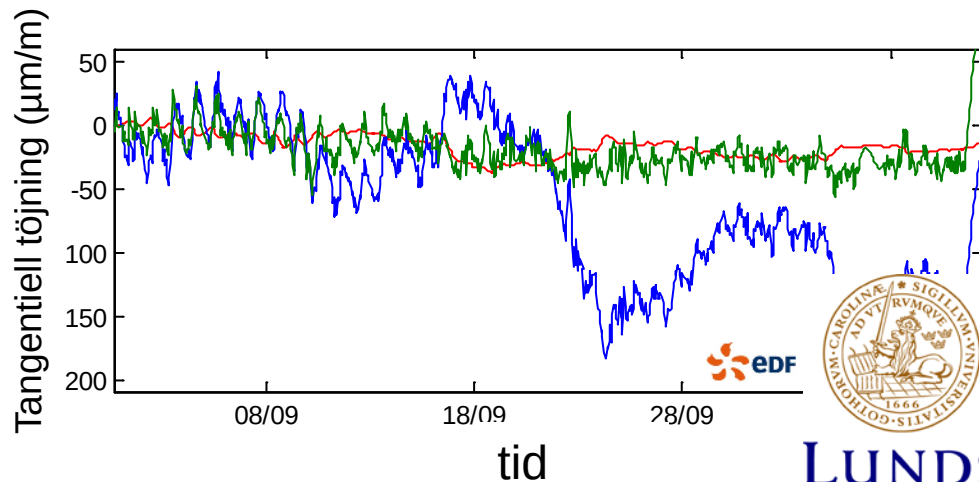
Optisk fiber:

Tekniken verkar fungera

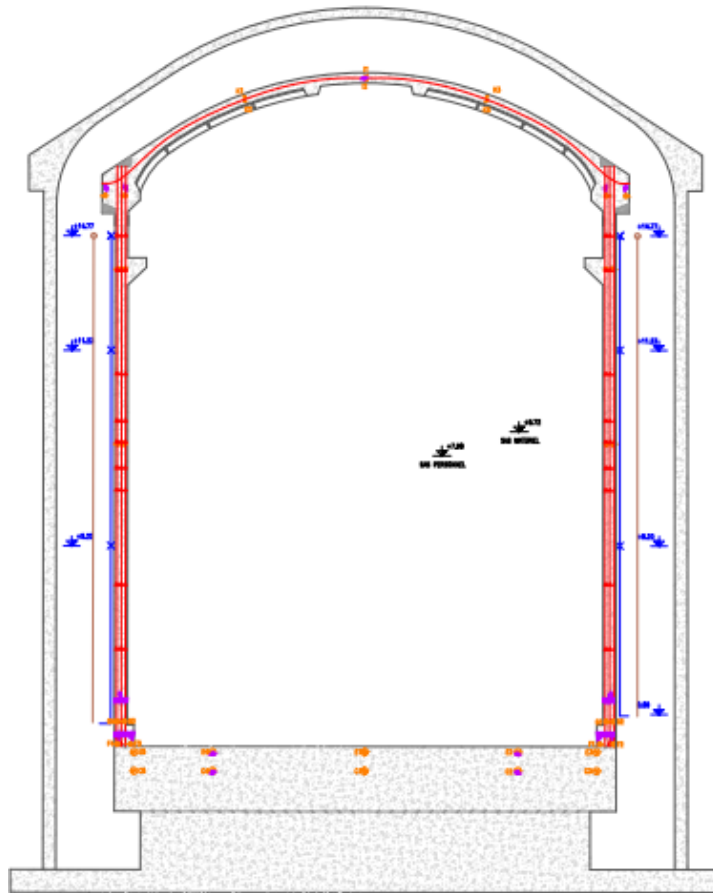
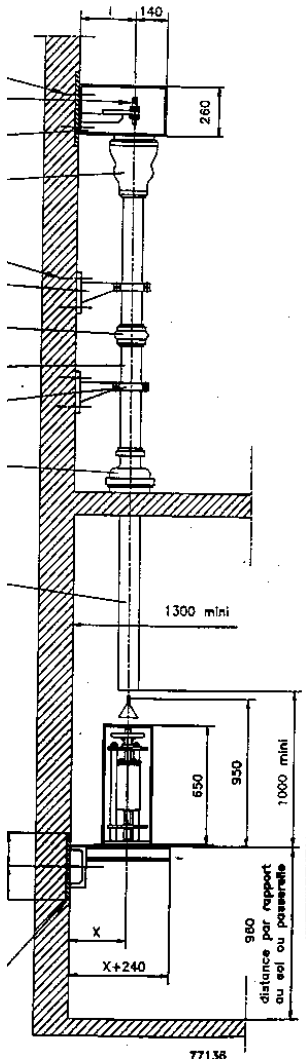
Bra överensstämmelse med töjningsgivare

Användbart för att studera mekaniskt

beteende i stora betongkonstruktioner



Deformation



INVAR tråd för att mäta höjdvariationer
INVAR påverkas mkt lite av
temperaturändringar. Laserinmätning av
position tråd på olika nivå.



Pendel för att mäta
variation i diameter



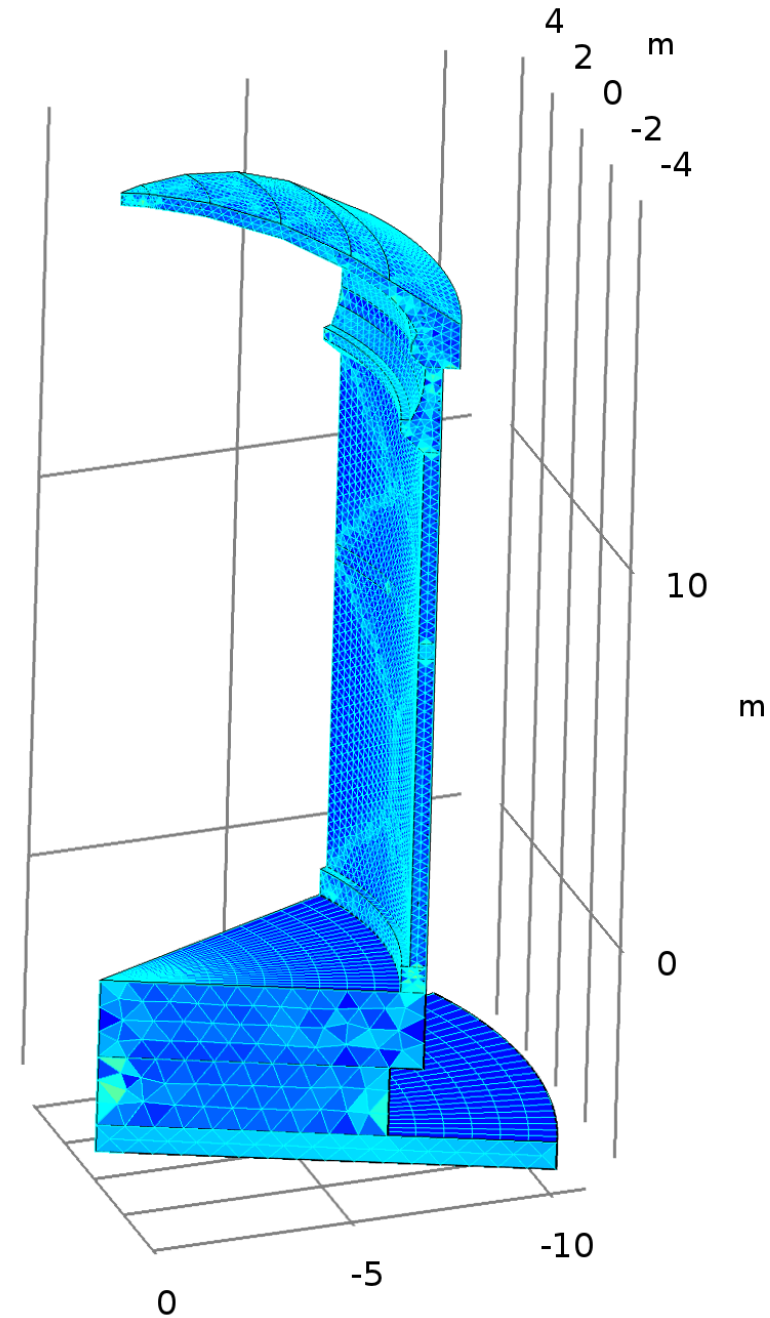
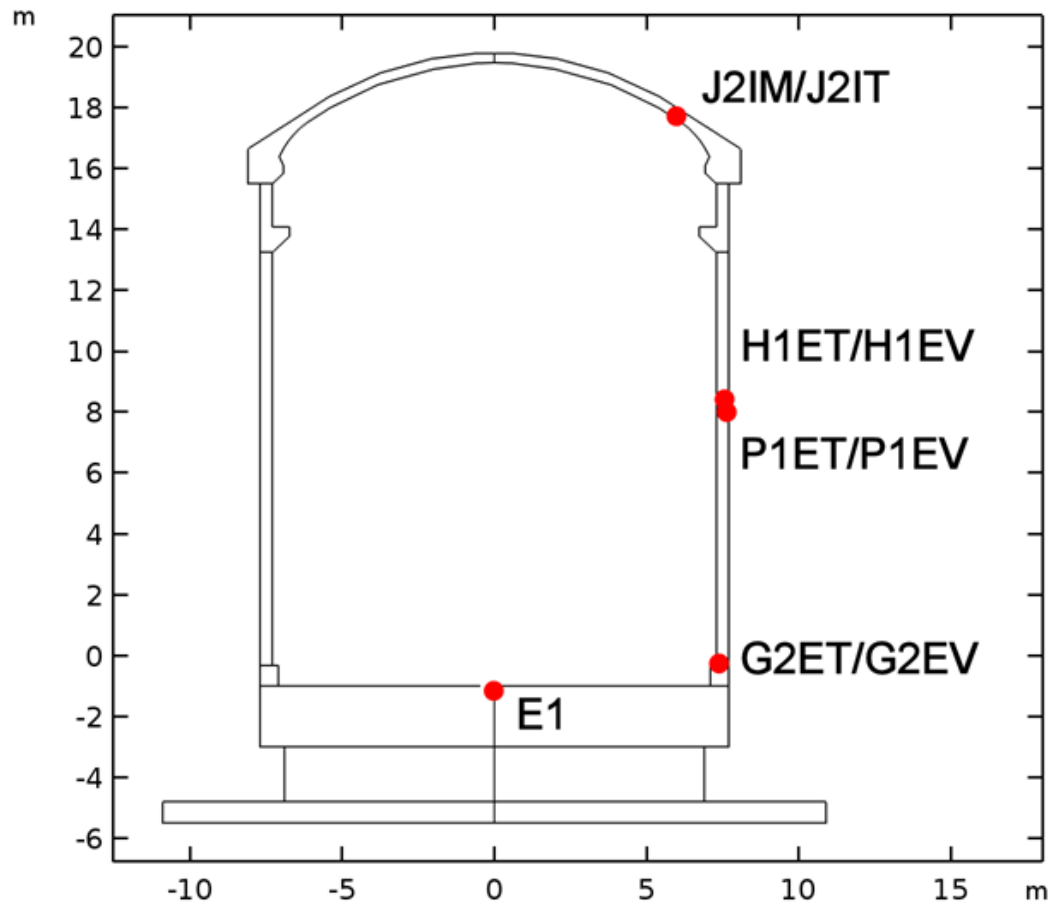
Pendel inmätning



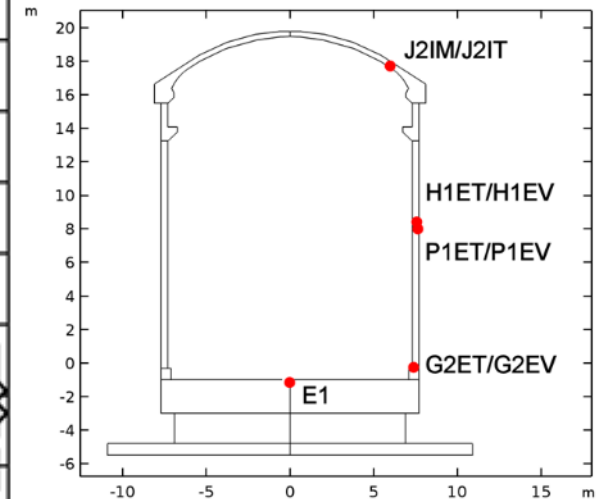
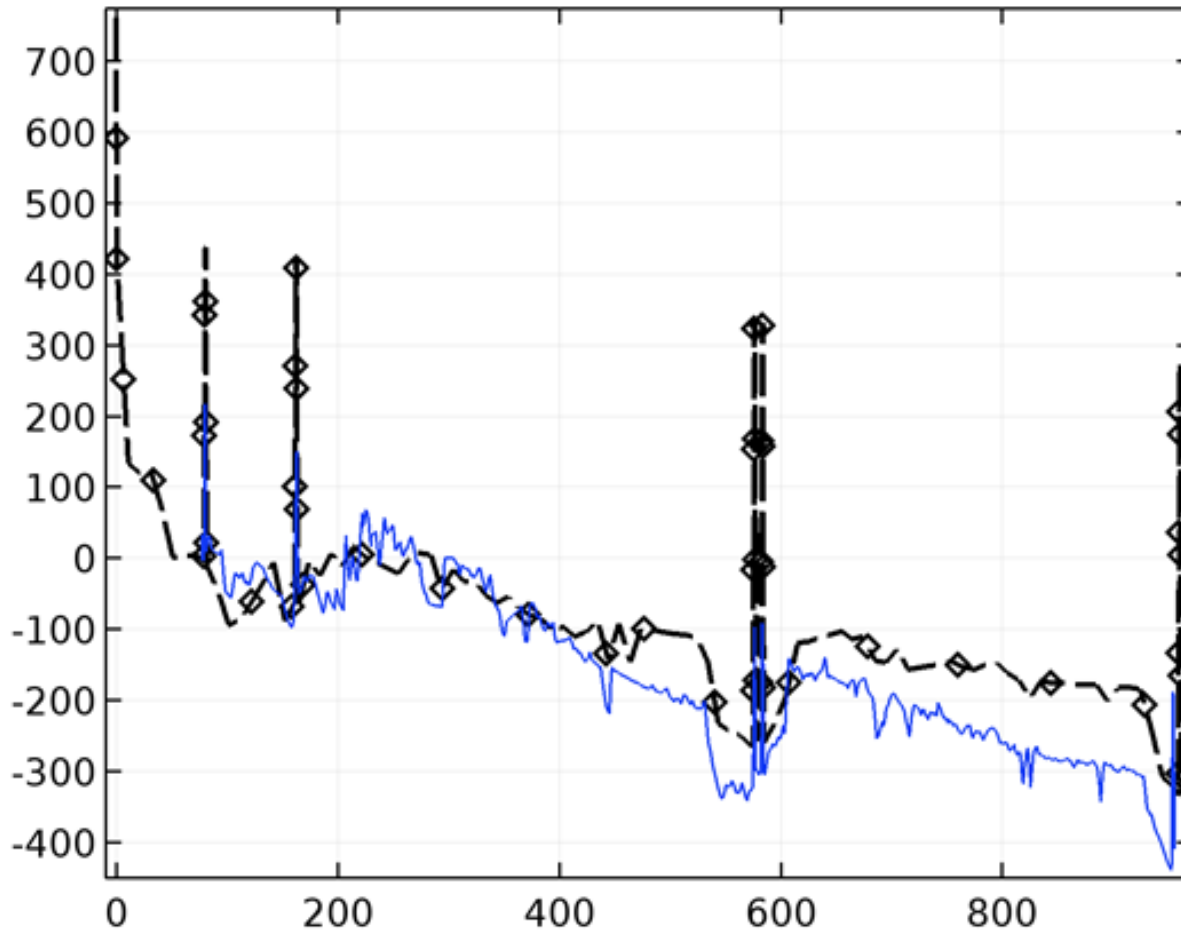
Deformation i radie på flera olika nivåer



Utvärderade mätpunkter



Beräknad/uppmätt tangentiell töjning (sensor H1ET)



Tillkännagivande

Julien Niepceron, EDF, tackas härmed för fina bilder från forskningsanläggningen Vercors, Frankrike.

Tack för uppmärksamheten!