

Izmit Bay Bridge

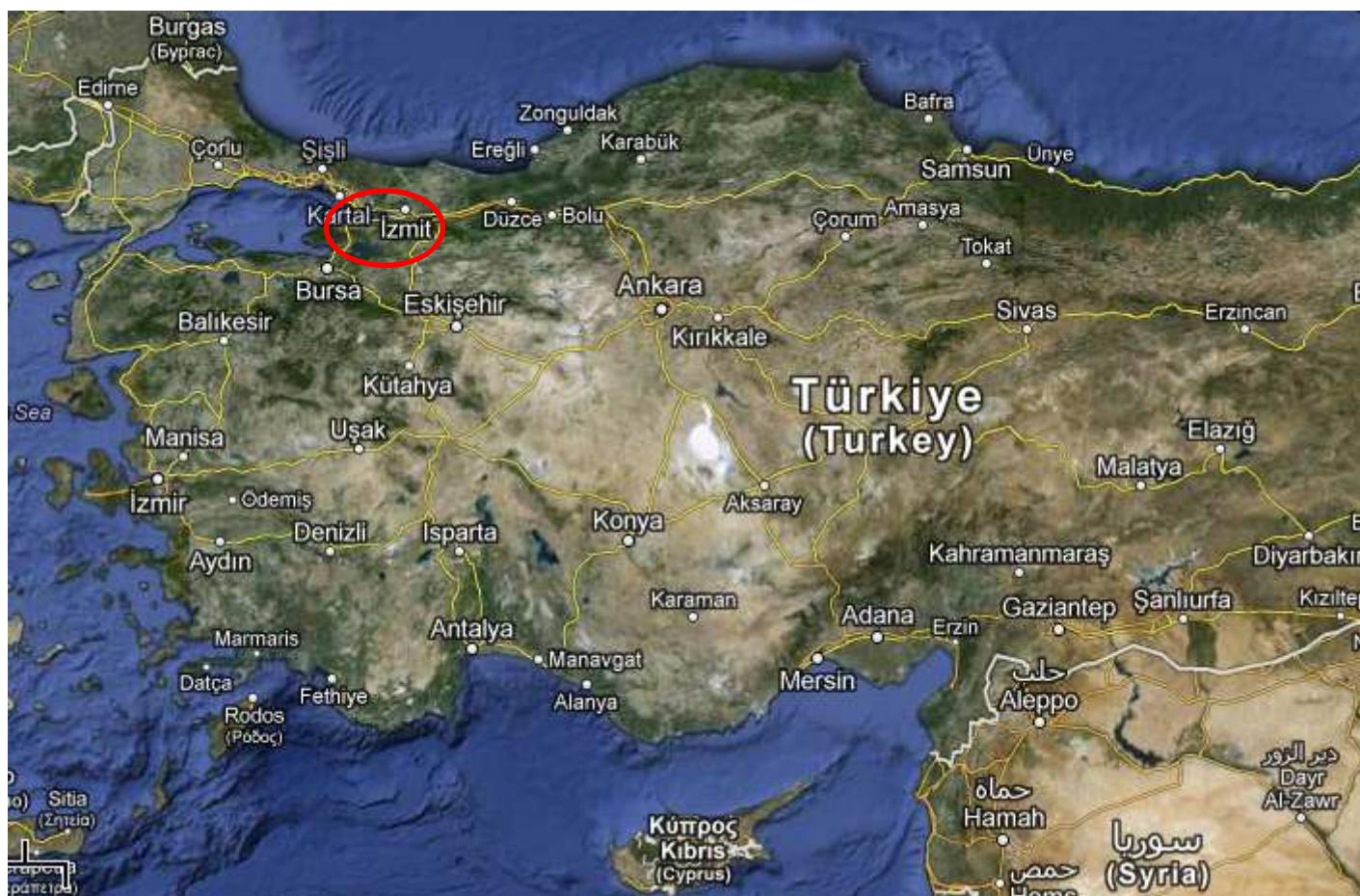
Stålpæle

Thomas Kasper COWI A/S

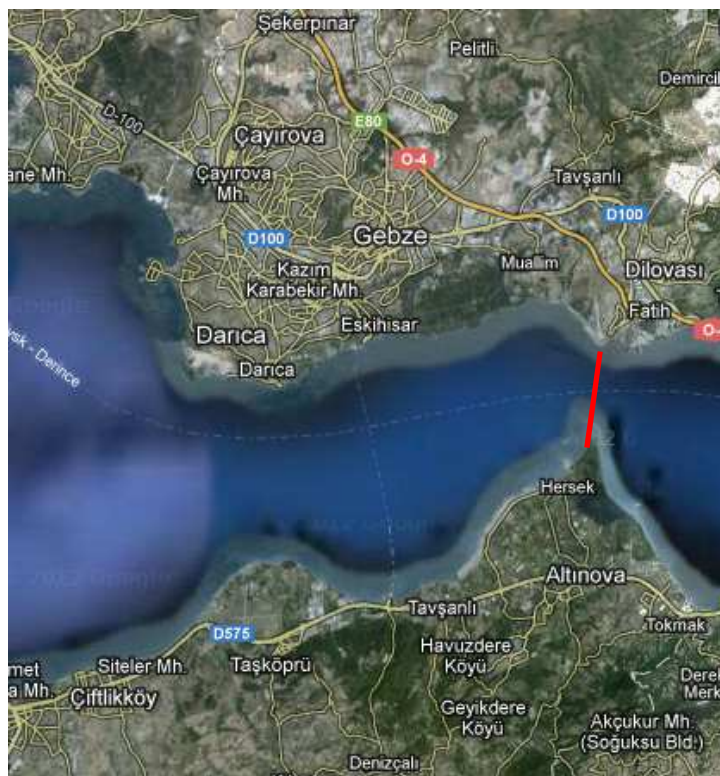
Indhold

- > Projektoversigt
- > Funderingskoncept for bropillerne
- > Design af stålpælene:
 - > Jordskælv
 - > Sætninger
- > Udførelse
- > Diskussion

Projektoversigt



Projektoversigt

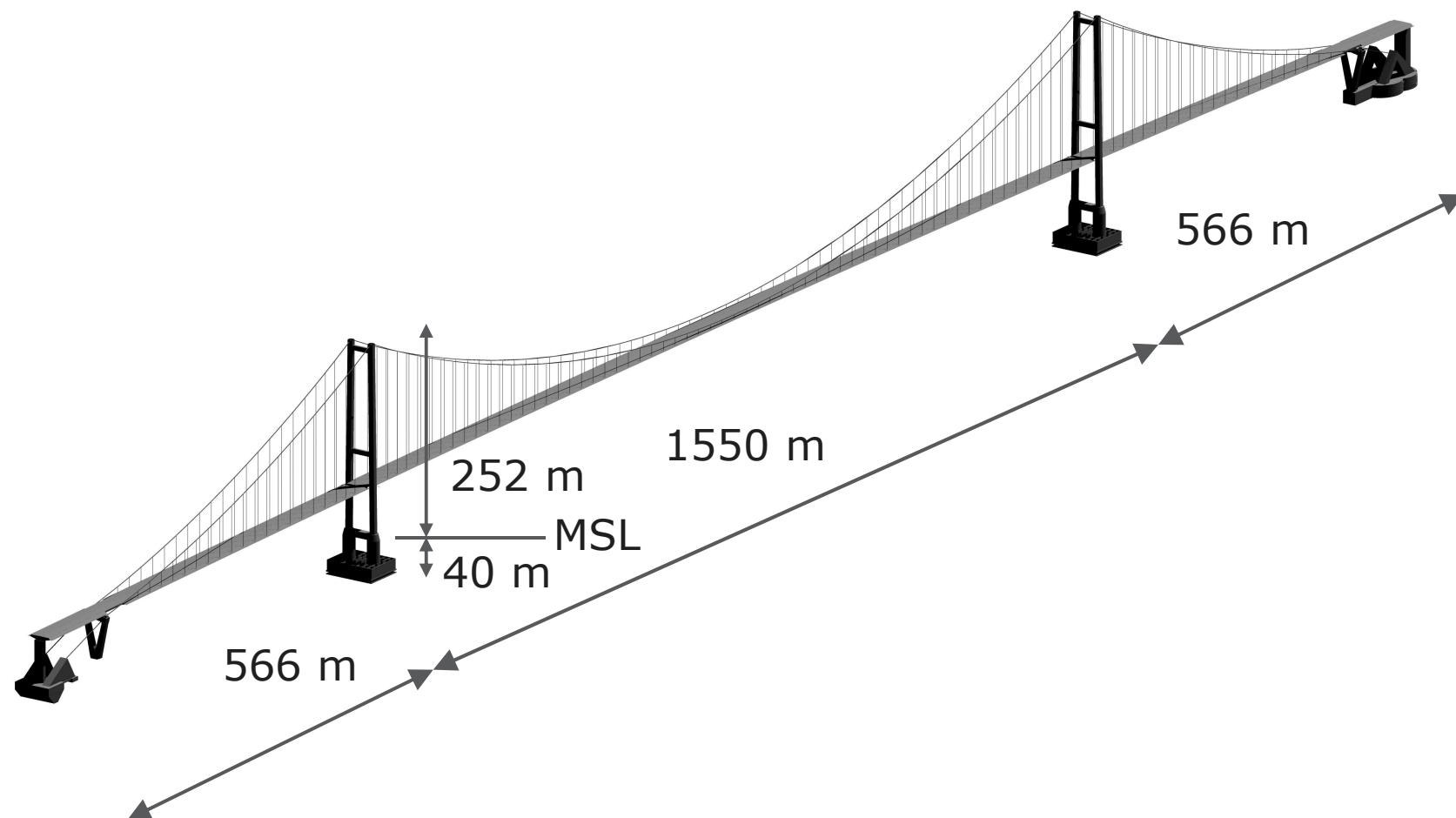


Projektoversigt

- > Motorvejsbro, under udførelse, skal åbnes i marts 2016
- > Verdens fjerde længste hængebro
- > Bygherre: KGM – Det Tyrkiske Transportministerium
- > Bygherre-rådgiver: OTOYOL / NÖMAYG Joint Venture
- > Arkitekt: Dissing & Weitling
- > Entreprenør: Japansk IHI Infrastructure Systems Co., Ltd.
- > Designer: COWI A/S

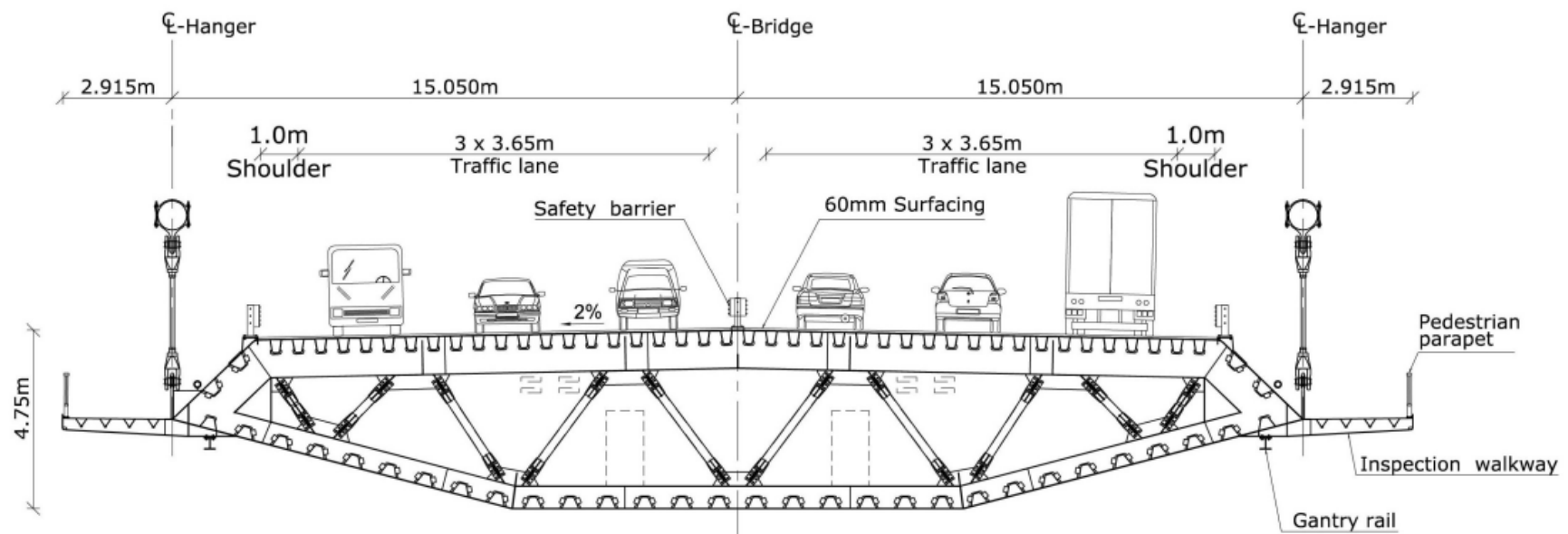


Projektoversigt



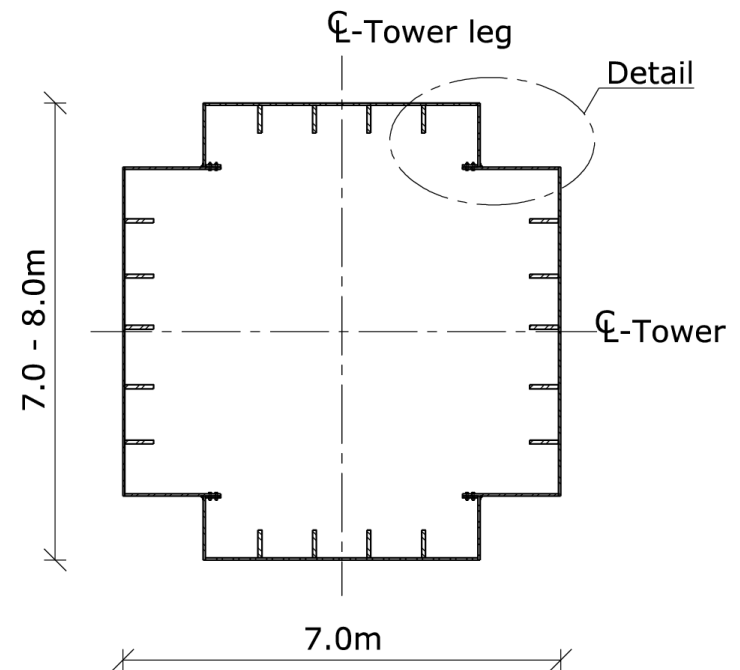
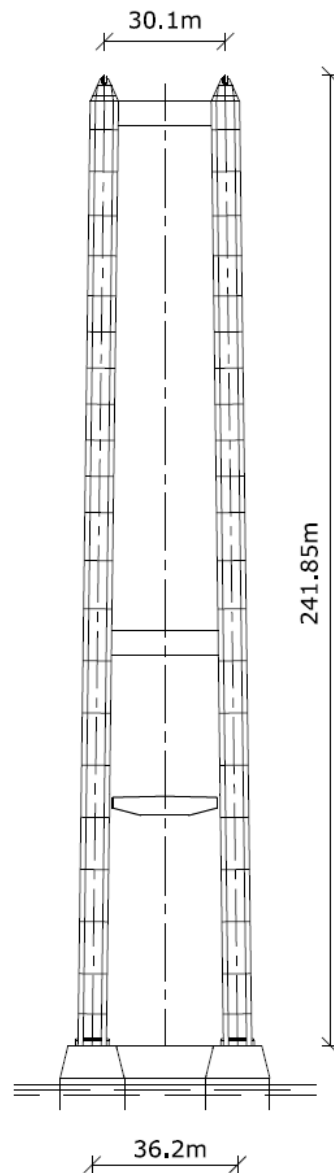
Projektoversigt

› Brodæk: Kassedrager i stål



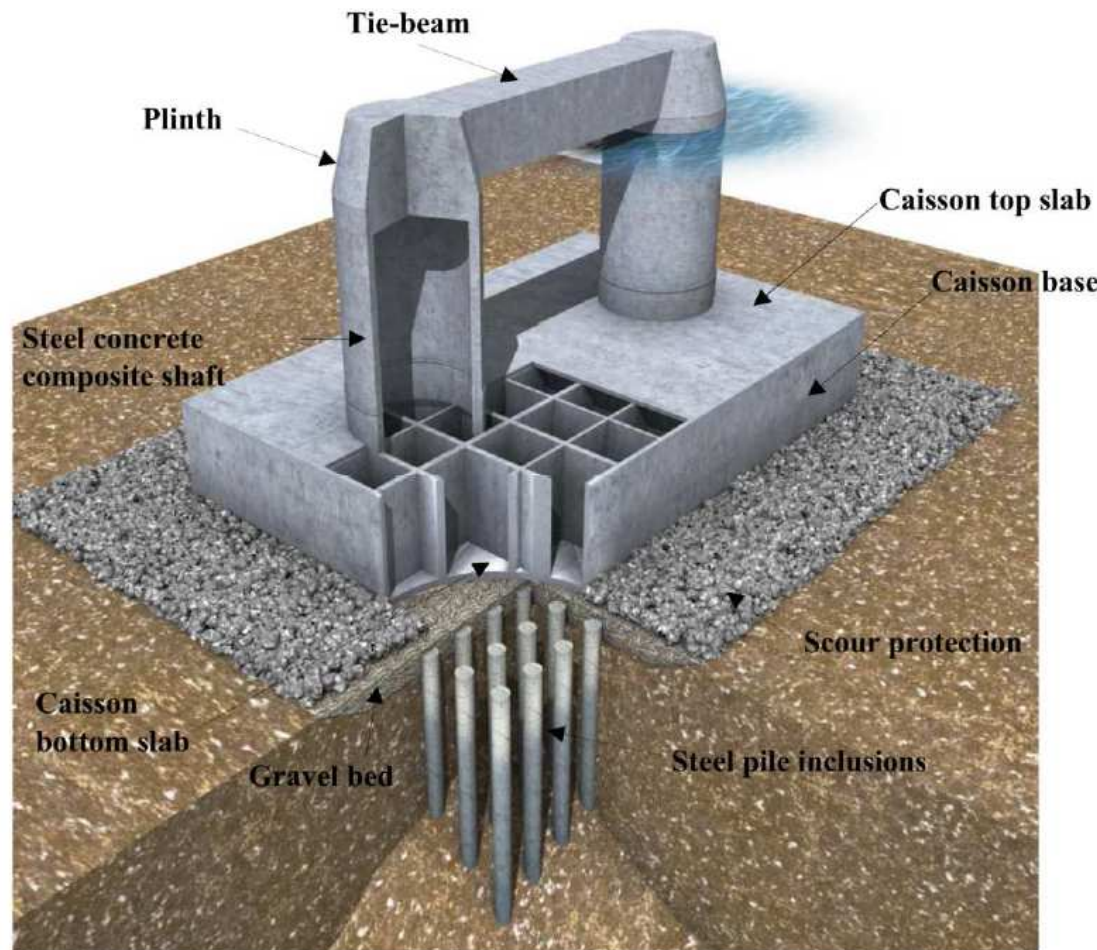
Projektoversigt

> Bropiller i stål:



Projektoversigt

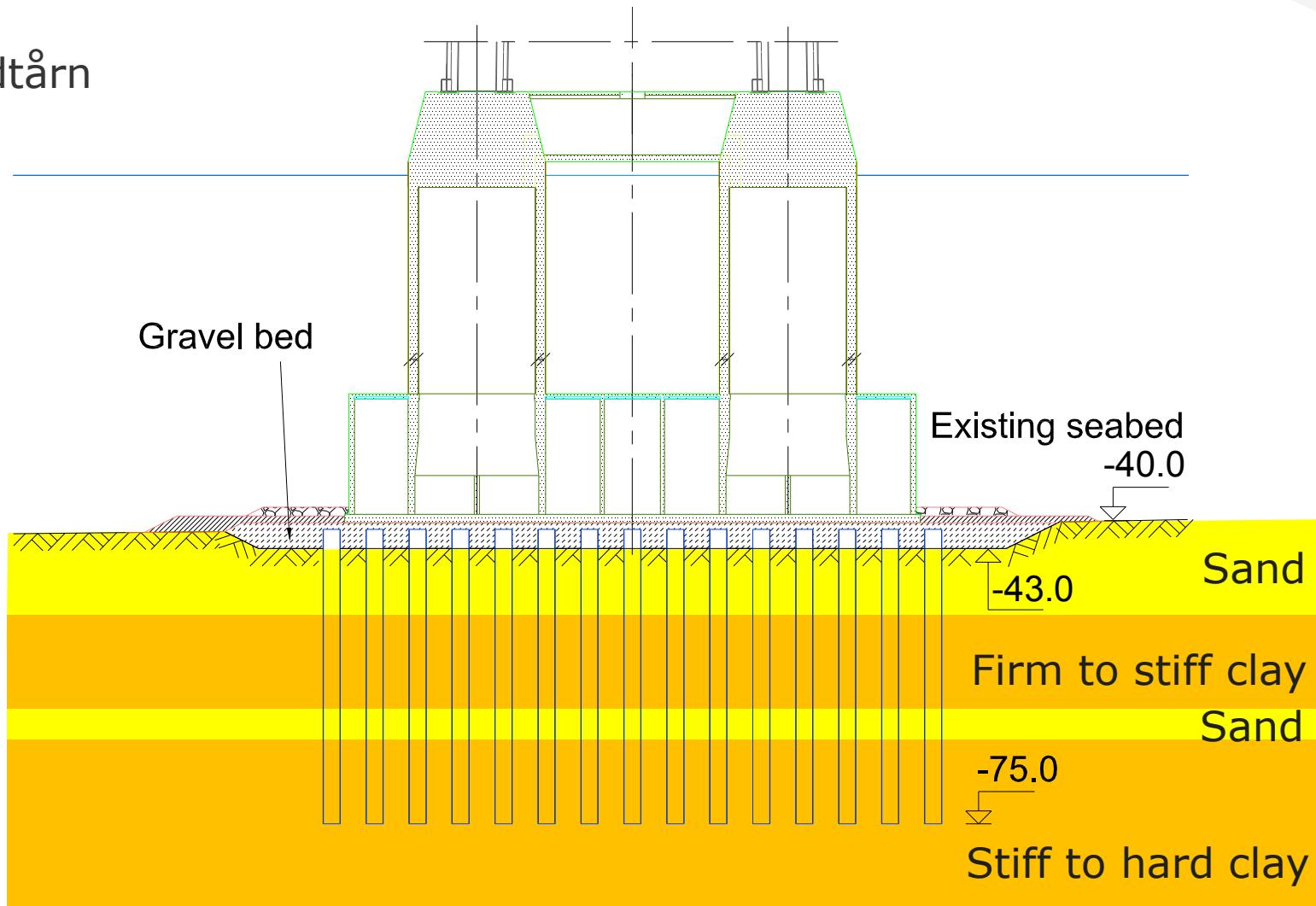
> Bropillernes fundamenter:



- > 13 x 15 = 195 rammede stålpæle som jordforbedring under hvert tårnfundament (54 x 67 x 15 m caissoner)
- > Pælene stopper i en 3 m tyk gruspude og er ikke forbundet til caissonerne
- > Pæle har to primære funktioner: Bæreevne under jordskælv og sætningsreduktion
- > Gruspude tillader glidning af caissoner under store jordskælv ("seismic base isolation system")

Funderingskoncept

> Nordtårn



Funderingskoncept

> Sydtårn

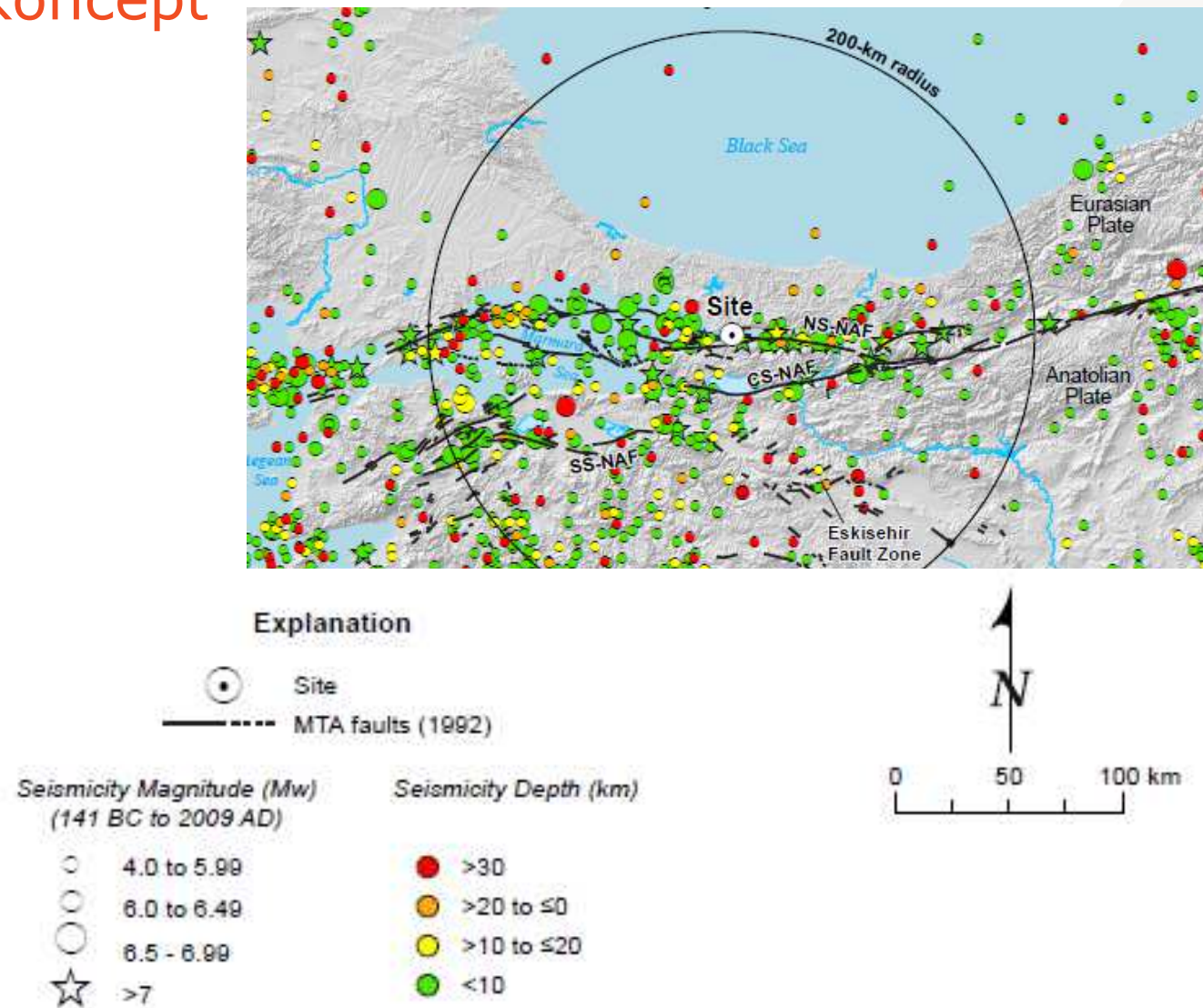


Funderingskoncept

- › Seismisk meget aktivt område



Funderingskoncept



Funderingskoncept

- › Seismic base isolation system
- › Projektreference: Rion-Antirion skråstagsbro i Grækenland
- › Denne løsning tillader rotationer (inkl. åbning under fundamentet) og glidning af caissonerne for at begrænse kraftoverførsel fra jorden til overbygningen under store jordskælv

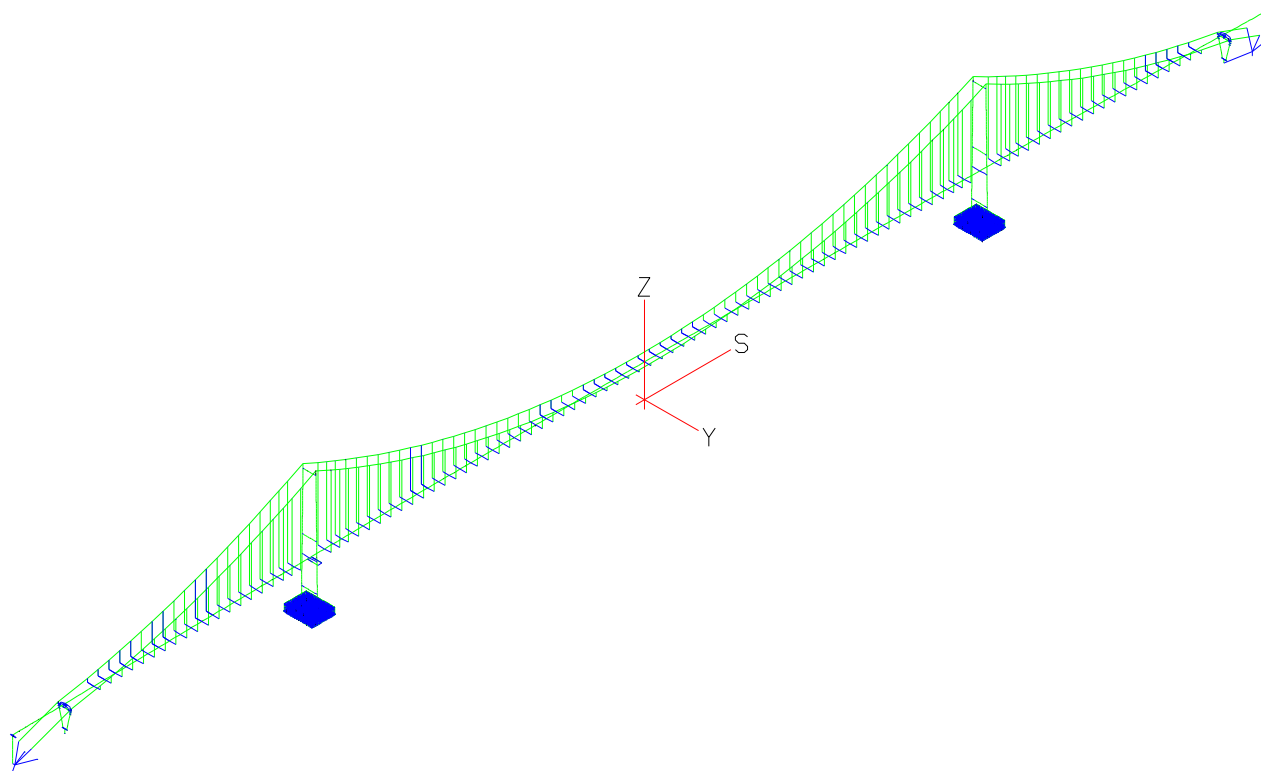


Seismiske designkrav

- > Tre jordskælvs-niveauer defineret:
- > Functional Evaluation Earthquake (FEE), 150 års hændelse, krav: direkte adgang til normal trafik og minimal skade (elastisk opførelse). Rock outcrop PGA 0.25 g.
- > Safety Evaluation Earthquake (SEE), 1000 års hændelse, krav: begrænset adgang indenfor få dage, fuld drift indenfor få måneder og kun skader, som kan repareres uden lukning for trafikken. Rock outcrop PGA 0.65 g.
- > No Collapse Earthquake (NCE), 2475 års hændelse, markant skade er tilladt, men uden kollaps af broen. Rock outcrop PGA 0.87 g.

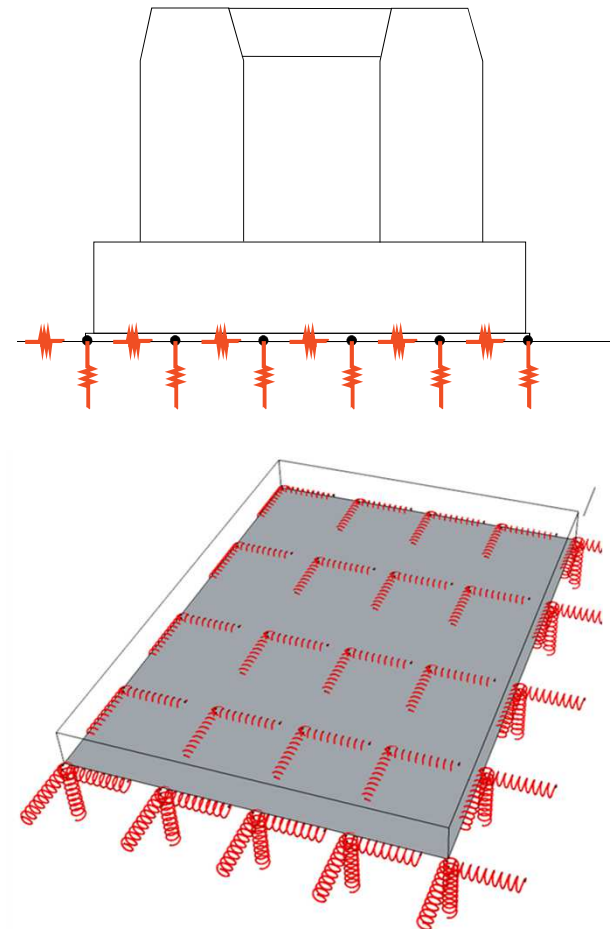
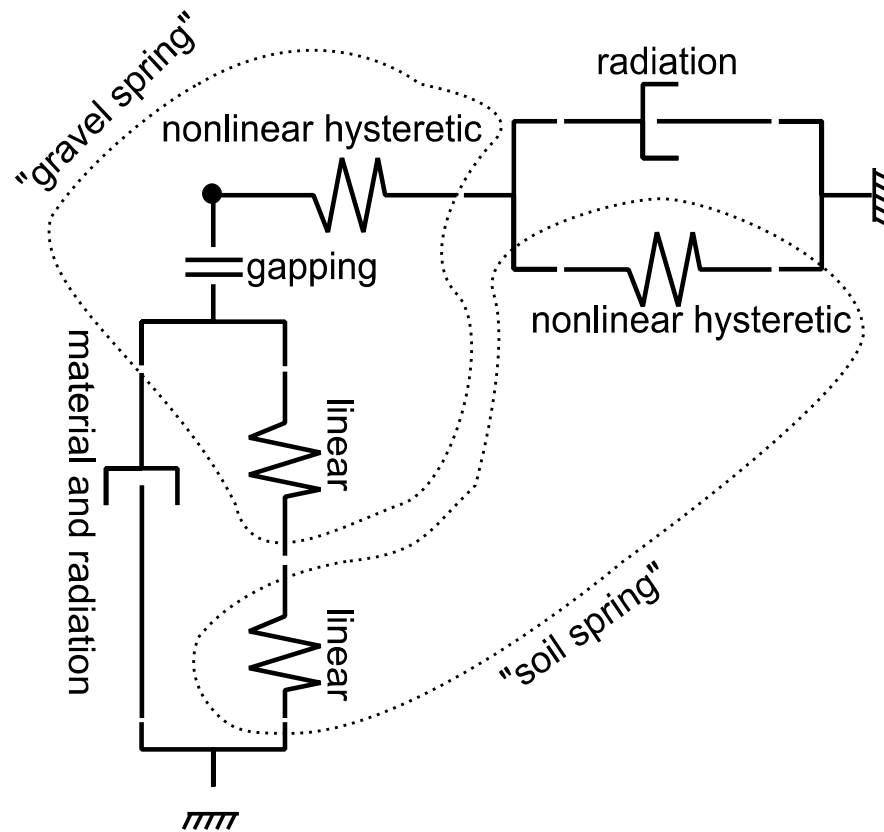
Seismisk modellering

- > Flytninger og kræfter under jordskælv beregnes ved hjælp af flytningsbaserede time history analyser med en global IBDAS analysemodel



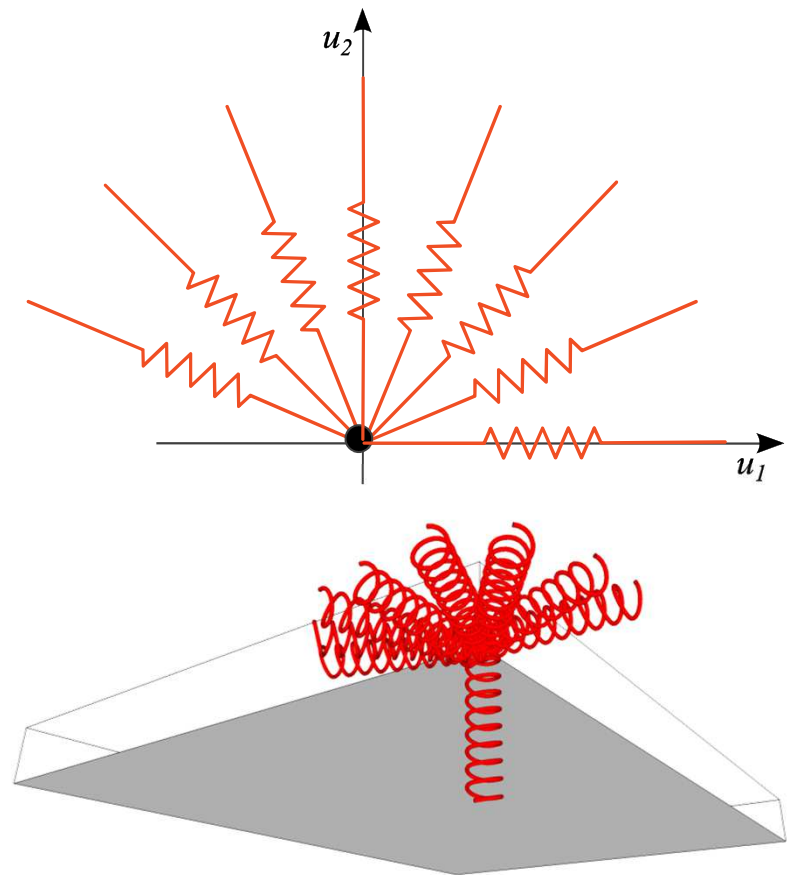
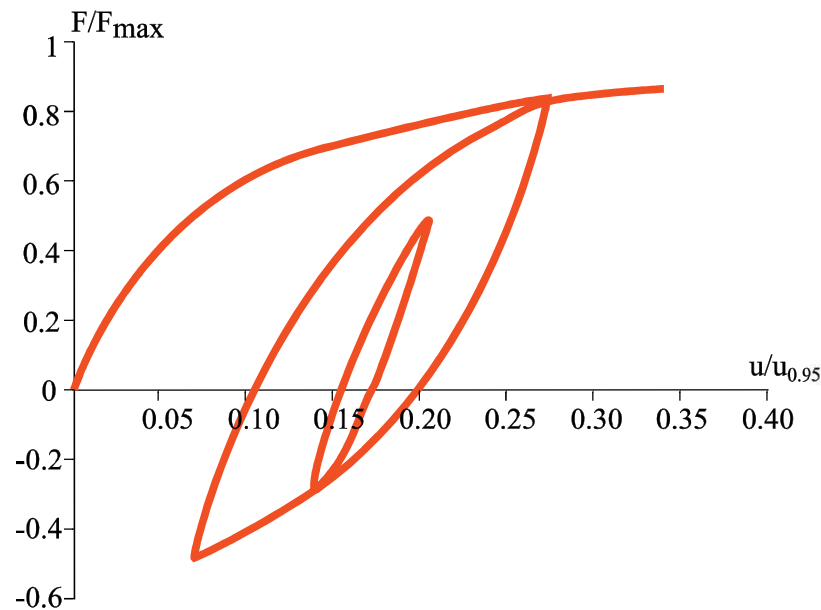
Seismisk modellering

- Opførelsen af gruspuden og den pæle-armerede jord modelleres ved hjælp af fordelte vertikale og horizontale translationsfjedre, dampere og gapping elementer



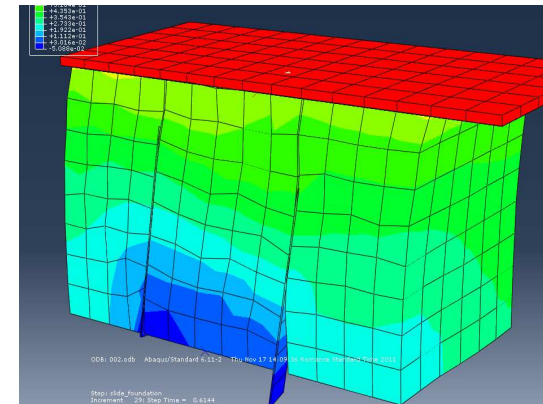
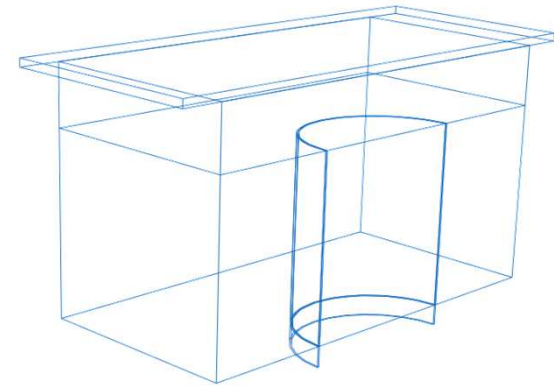
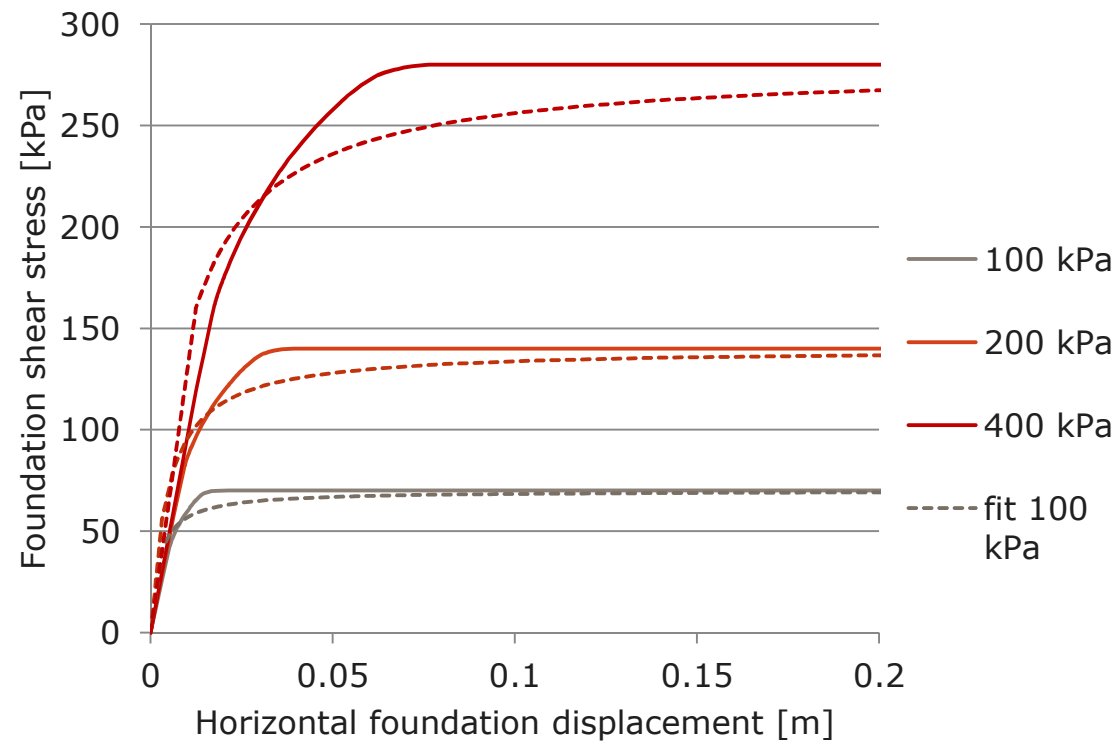
Seismisk modellering

- > Hysteretisk opførelse jf. de såkaldte Masing regler
- > $F_{\max}$ afhængig af den lokale vertikale funderingsspænding
- > To-dimensionel generalisering



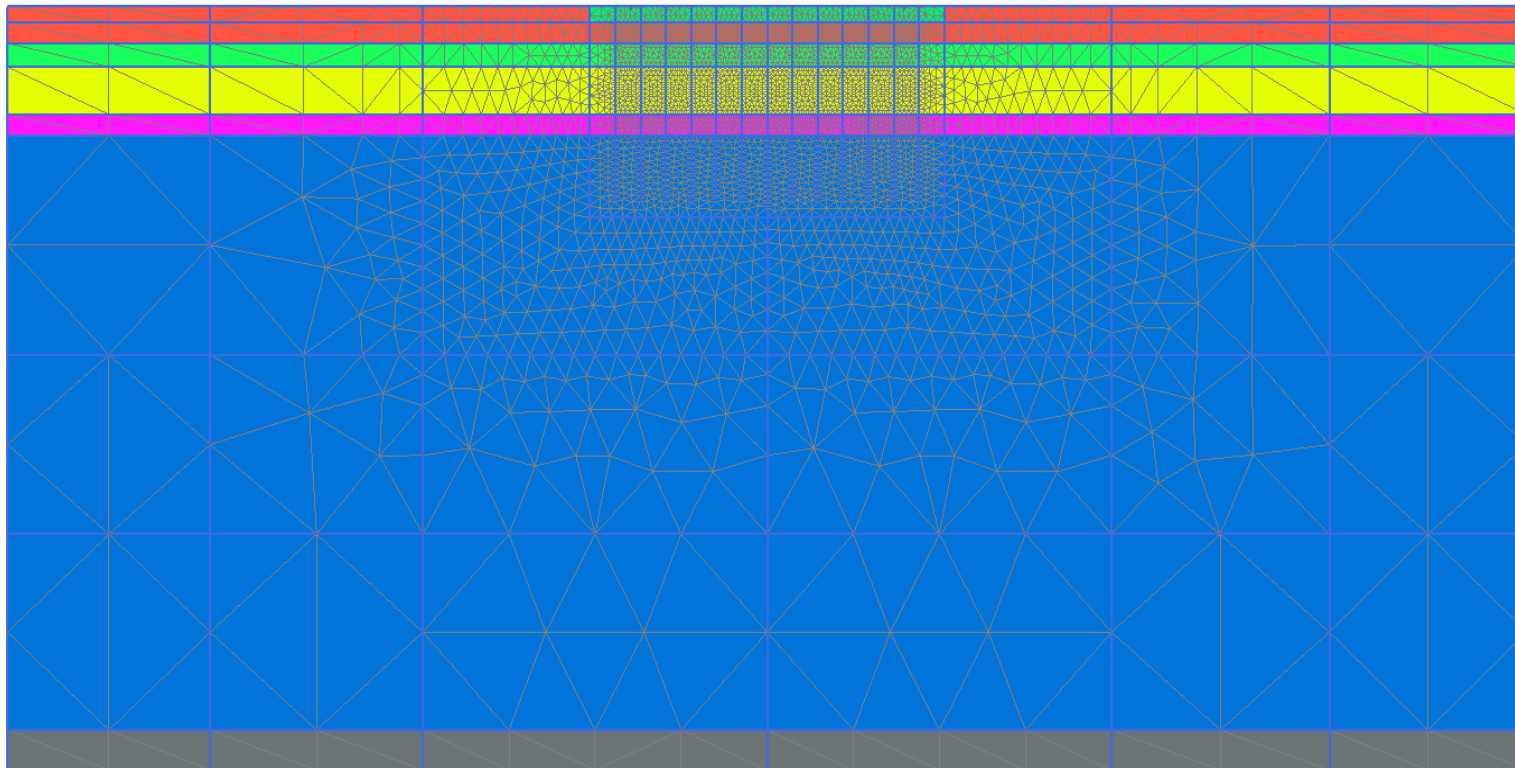
Seismisk modellering

Arbejdskurver af de horizontale gruspude-fjedre: 3D ABAQUS



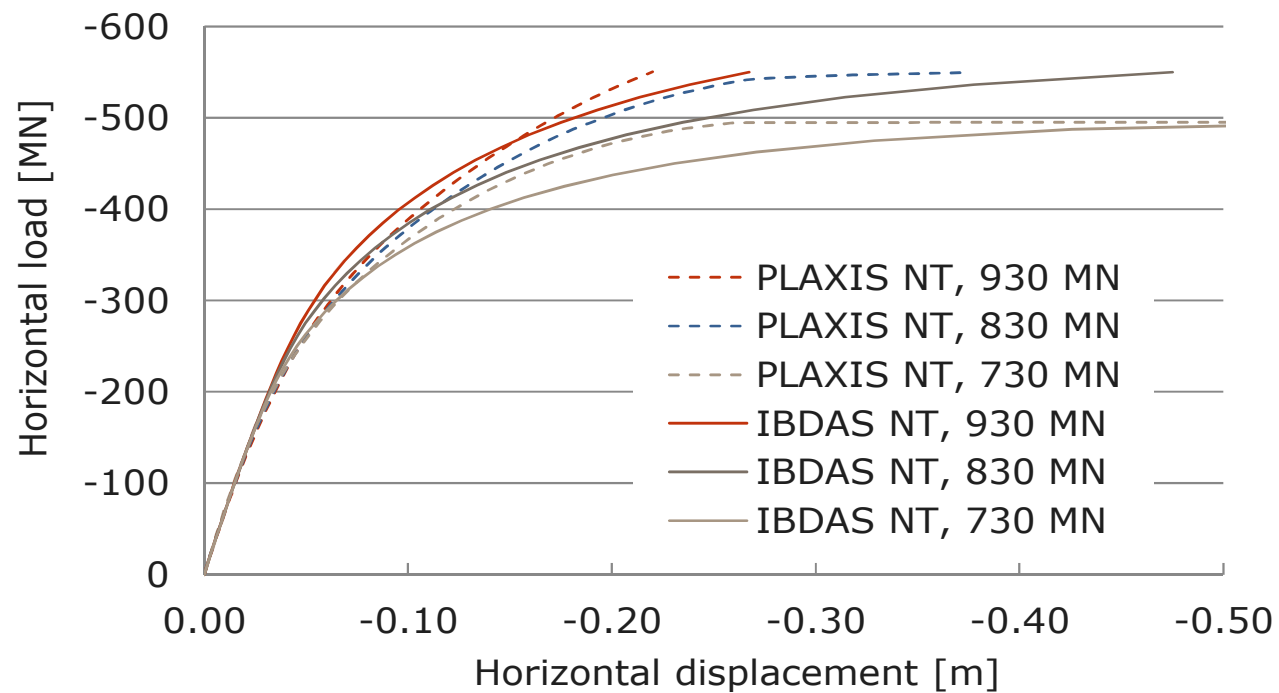
Seismisk modellering

- › Arbejdskurver af de horizontale jord-fjedre: 2D Plaxis

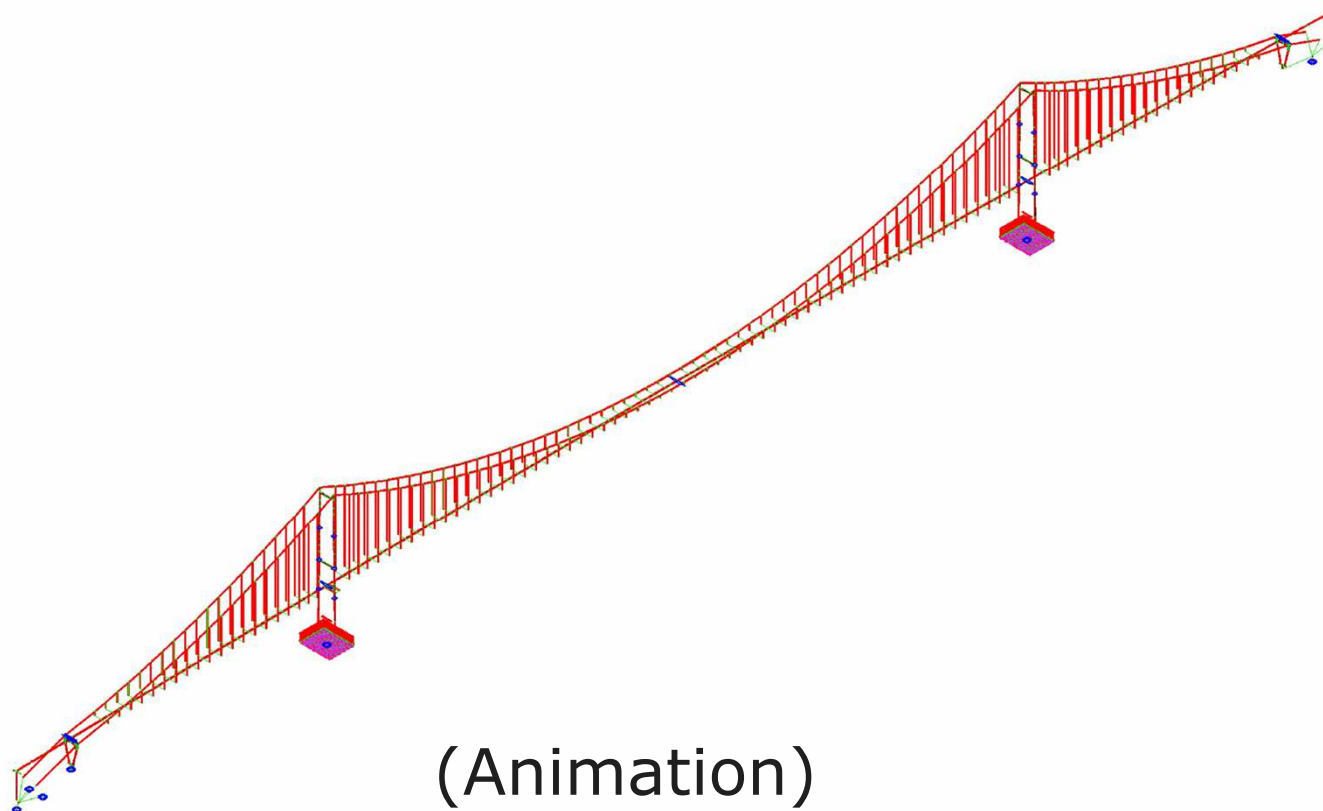


Seismisk modellering

- Arbejdskurver af de horizontale jord-fjedre: 2D Plaxis



Seismisk modellering



Seismiske verifikationer

> FEE verifikation:

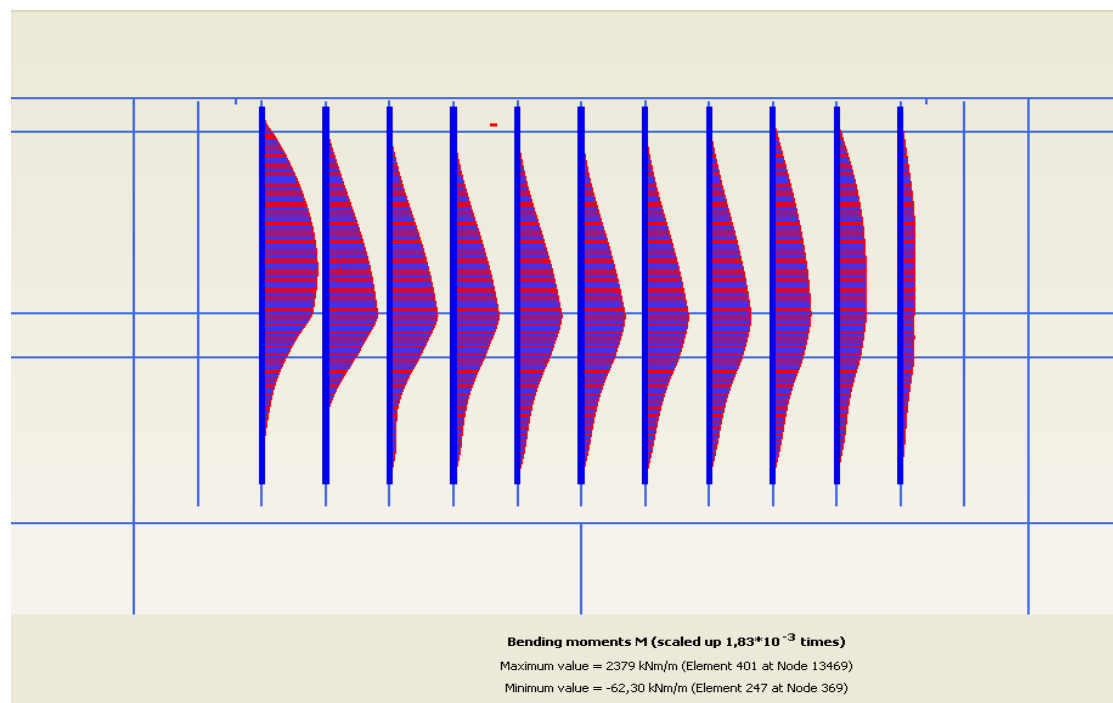
- > Last-baseret: De maksimale funderingslaster fra FEE analyserne verificeres at være mindre end bæreevnen.
- > Bæreevnen beregnes baseret på simple bæreevneformler og numeriske metoder, under hensyntagen til partialkoefficienter og inertikræfter. Pælene verificeres at forblive elastiske jf. EN 1993-1-6, under hensyntagen til korrosion.

> SEE og NCE verifikation:

- > Flytnings-baseret: Ingen verifikation af bæreevnen, glidning af caissonerne og irreversible plastiske deformationer af jorden og pælene tolereres. De beregnede flytninger af caissonerne verificeres at være acceptable for brokonstruktionen og broens frihøjde.

Seismiske verifikationer

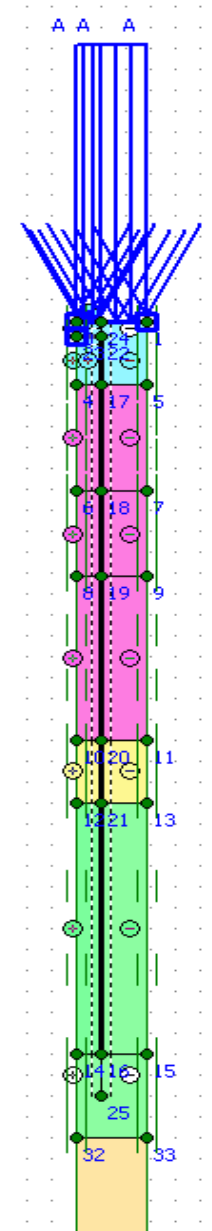
> Resultat:



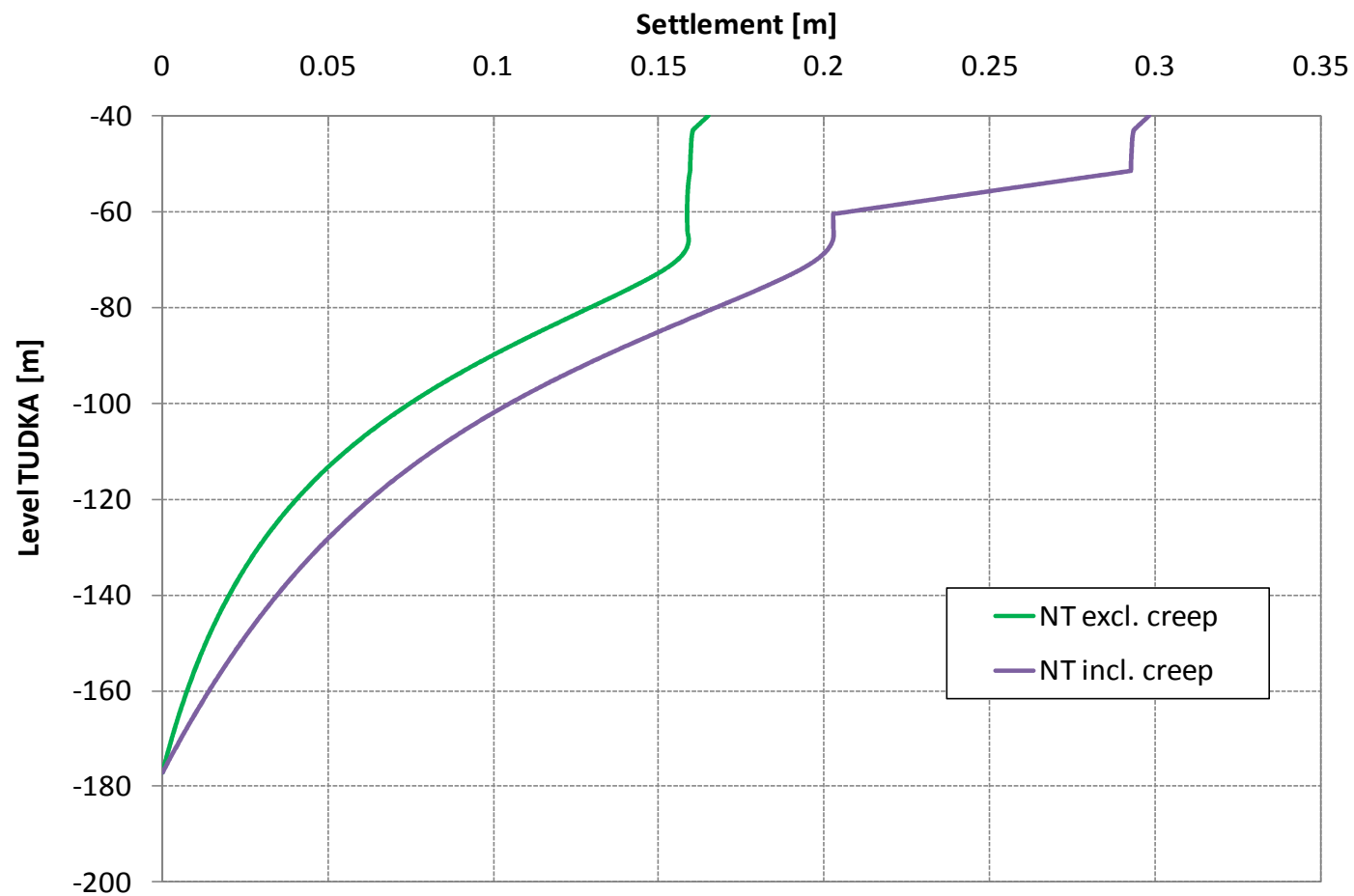
- > 2.0 m diameter pæle, 34.25 m lange, S355
- > Godstykke 20 mm ved nordtårn, 20/25/20 mm ved sydtårn

Sætninger

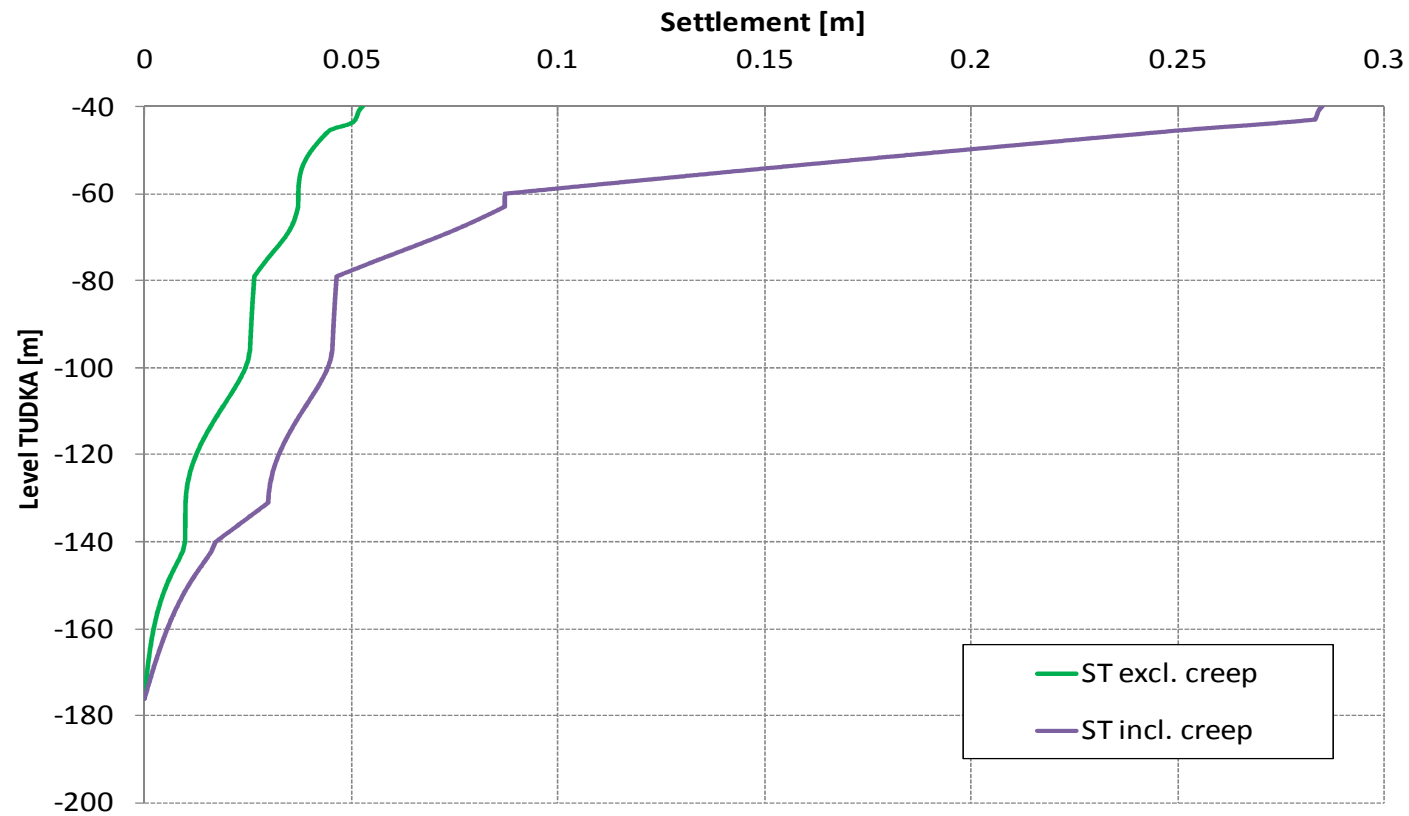
- > I de bløde jordbundsforhold sikrer pælene en begrænsning af sætningerne i levetiden til 30 cm
- > Modellering baseret på rotationssymmetriske Plaxis modeller (en pæl i en uendelig stor pælegruppe) med avancerede materialemodeller
- > Efterfølgende korrektion for lastspredning under pælene



Sætninger



Sætninger



Udførelse



Udførelse



Udførelse



Udførelse



Udførelse

- > IHC S-280 hammer (ihchydrohammer.com)
- > Min / max blow energy 28 / 280 kNm
- > Blowrate at max blow energy 45 bl/min
- > Ram weight 13.6 tons
- > Hammer with ram in air 30.5 tons

- > Tid til ramning af en pæl 30 til 50 min
- > Total energi til ramning af en pæl 370 til 570 MJ

Udførelse





Tak for opmærksomheden !

Spørgsmål ?