

# Krydsning af jernbanen Hvor svært kan det være?

Kristian Rosted Brødbæk, Technical Director, COWI

# Agenda

- Opgravningsfri ledningsetablering
  - Forskellige metoder
- CSM-proces (tilladelse til krydsning)
- Projekteringsovervejelser
- Cases
- Afrunding



# Opgravningsfri ledningsetablering

Mange fordele, men kræver et godt forarbejde:

- Sætningskrav?
  - Toghastighed
  - Ballasteret spor/slab track
- Tid og økonomi?
- Jordbundsforhold?
- Topografi?
- Pladsforhold?

Kontrolordning for styret boring og gennempresning

Styrbare metoder

Bygherrevejledning

Januar 2012



Kontrolordning for styret  
boring og gennempresning

# Styret boring

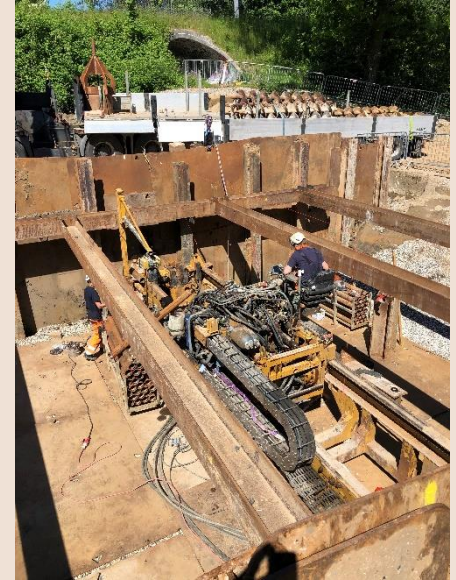
- Særdeles ofte anvendt (billig, fleksibel)
- Udførelsestolerancer kan være vanskelige – særligt i blødbund (gravitation)
- Kan udføres både med horisontale og vertikale kurver
- Reamer ønskeligt 30 % større end medierør – kritisk ved jernbaner
- Boremudder skal tilpasses aktuelle jordbundsforhold – bagflow
- Max. Ø400 mm under jernbanen

# Pilotrørsboring (med stålrør)

- Udførelsestolerancer normalt ikke problematiske
- Kræver presse- og modtagergrube
- Kan kun udføres i lige stræk
- Muligt at fjerne sten/forhindringer i tracé
- Ikke egnet til boring under grundvandsspejlet
- Må ikke anvendes som beskyttelsesrør ved S-banen og letbanen

# Pilotrørsboring (med stålrør)

- Udførelsestolerancer normalt ikke problematiske
- Kræver presse- og modtagergrube
- Kan kun udføres i lige stræk
- Muligt at fjerne sten/forhindringer i tracé
- Ikke egnet til boring under grundvandsspejlet
- Må ikke anvendes som beskyttelsesrør ved S-banen og letbanen



# Microtunnelering med lukket front

- Kræver presse- og modtagergrube
- Kan udføres i kurver
- Stiller store krav til pressegrube
  - Bagplade / anlæg for pressekraft
- Egnet til boring under grundvandsspejlet
- Udfordringer med sten/forhindringer

# Microtunnelering med lukket front

- Kræver presse- og modtagergrube
- Kan udføres i kurver
- Stiller store krav til pressegrube
  - Bagplade / anlæg for pressekraft
- Egnet til boring under grundvandsspejlet
- Udfordringer med sten/forhindringer



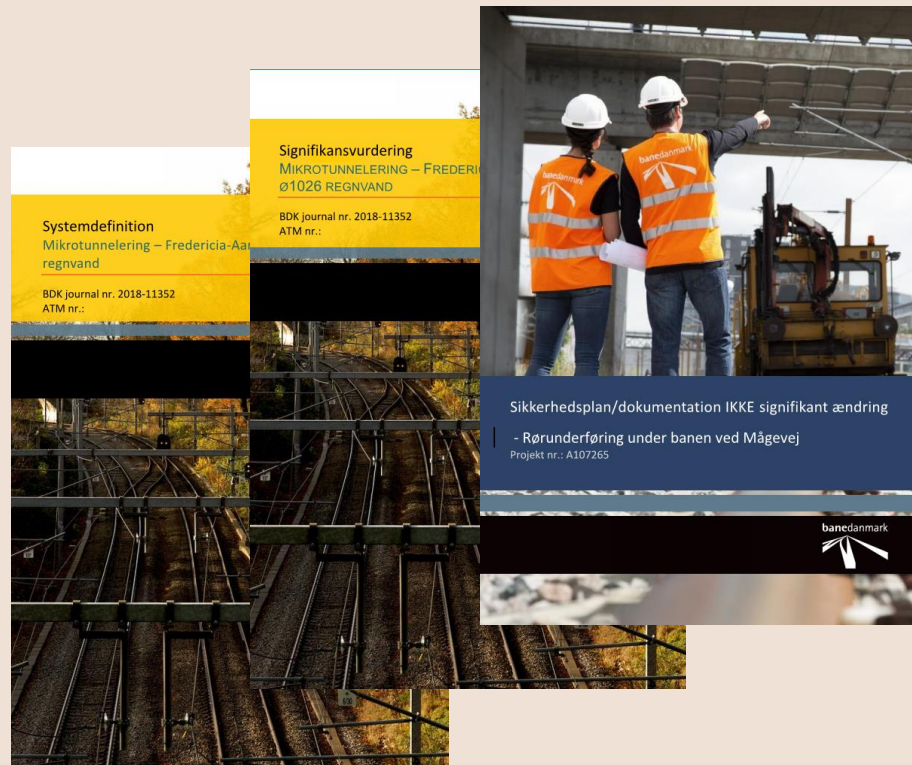


# Tunnelering med åbent front

- Kræver presse- og modtagergrube
- Kan udføres i kurver
- Stiller store krav til pressegrube
  - Bagplade / anlæg for pressekraft
- Ikke egnet til boring under grundvandsspejl (ellers skal front tryksættes)
- Ikke egnet til blødbund

# Proces - CSM

- Beskrivelse, diskussion og godkendelse fra infrastrukturforvalter
  - Kvalitet & Sikkerhed (proces, formalitet)
  - TPE/TSA (teknisk indhold)
  - Evt. validering (korrekt teknisk løsning)
- Dokumentation af:
  - Robust design
  - Robust planlægning / håndtering af risici
  - Godkendt entreprenør



# Projekteringsovervejelser



# Projekteringsovervejelser



## Geoteknik

- Reelt først krævet ved diametre større end 500 mm, men oftest afgørende for valg af metode
- Fokus på geologisk bedømmelse
- Gode geotekniske forundersøgelser kan reducere usikkerhed og optimere på design (også af gruber)

# Projekteringsovervejelser

## Hydrogeologi

- Står vand over eller under tracé?
  - Og er det kritisk?
- Kan vandspejlet sænkes?
  - Sætninger?

# Projekteringsovervejelser

## Topografi

- Er banen beliggende på dæmning, i afgravning eller i terræn?
- Skal underføringen udføres som en gravitation eller må den udføres som en bananboring?
- Dybder under spor – risiko for blow up



# Cases

Heldigvis mange gået godt og uproblematisk – men de mere specielle er dem vi husker...

- Banekrydsning, Hedensted
- Banekrydsning, Vridsløselille
- Banekrydsning, Mågevej, Vejle



# Projekt Hedensted

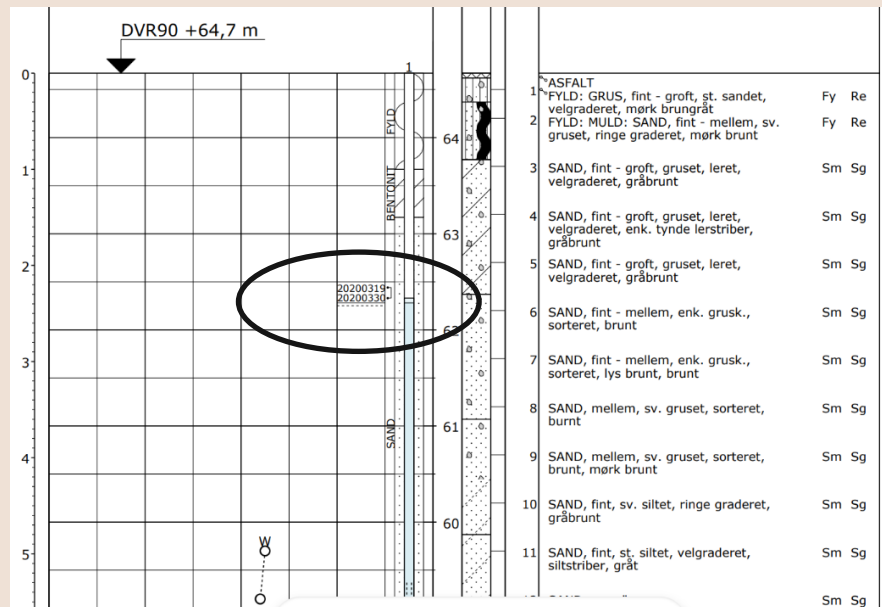
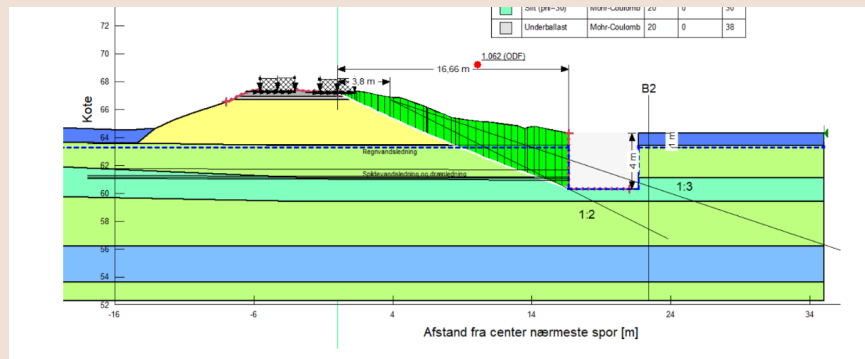
- Ø200 PE spildevandsledning
- Ø1400 Bt regn (1750 udv.)





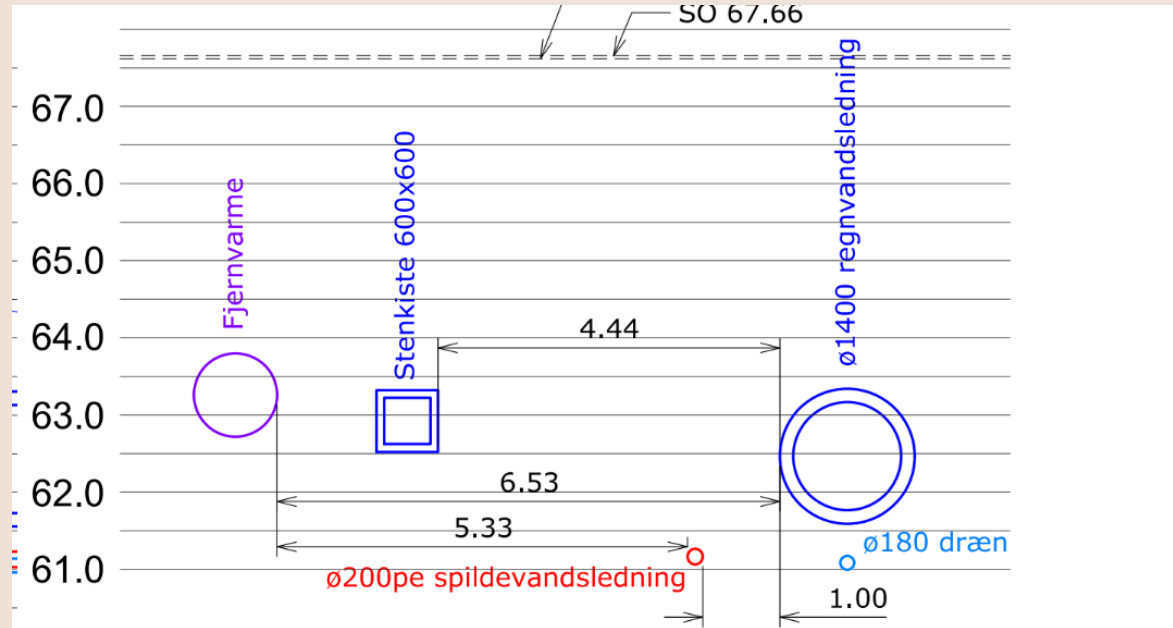
# Projekt Hedensted

- Gode jordbundsforhold
  - Ingen sporbærende gruber



# Projekt Hedensted

- BK regnvand – 61,70 m
- GVS – 62,50 m
- Afdræning nødvendig grundet sand og vand

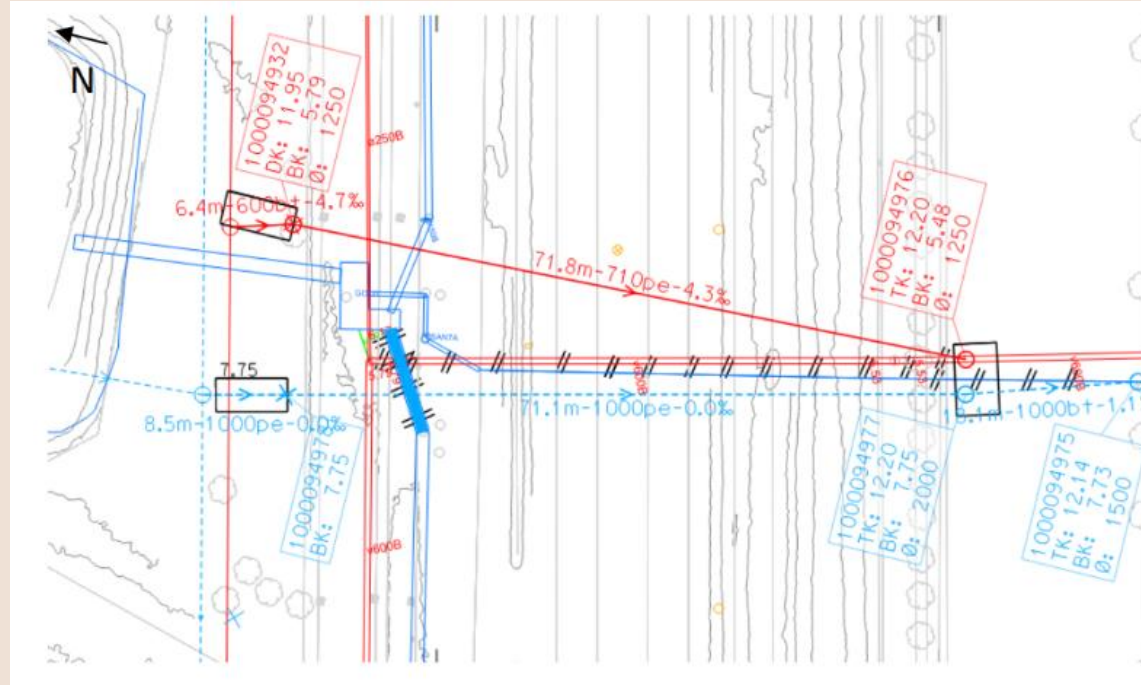


# Projekt Hedensted



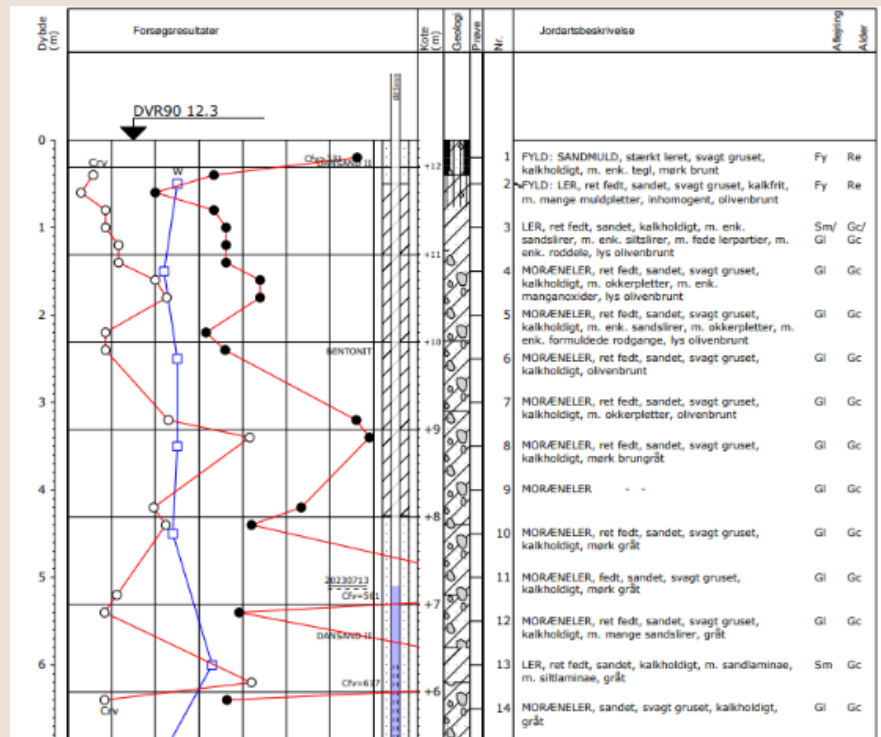
# Projekt Vridsløselille

- Ø710 mm PE i Ø850 mm stål
- Ø1000 mm PE i Ø1100 mm stål
- Udføres som åben stålørsgennempresning
- Gode geotekniske forundersøgelser og en del avancerede forsøg → udføres uden hastighedsnedsættelse



# Projekt Vridsløselille

- Moræneler
  - ikke behov for grundvands-sænkning
  - tilladelse til åben front.
- ... Vi krydser fingre!



---

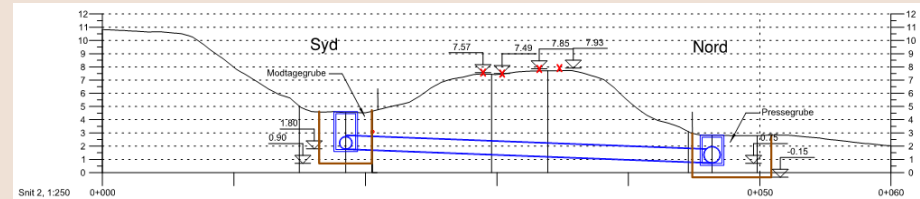
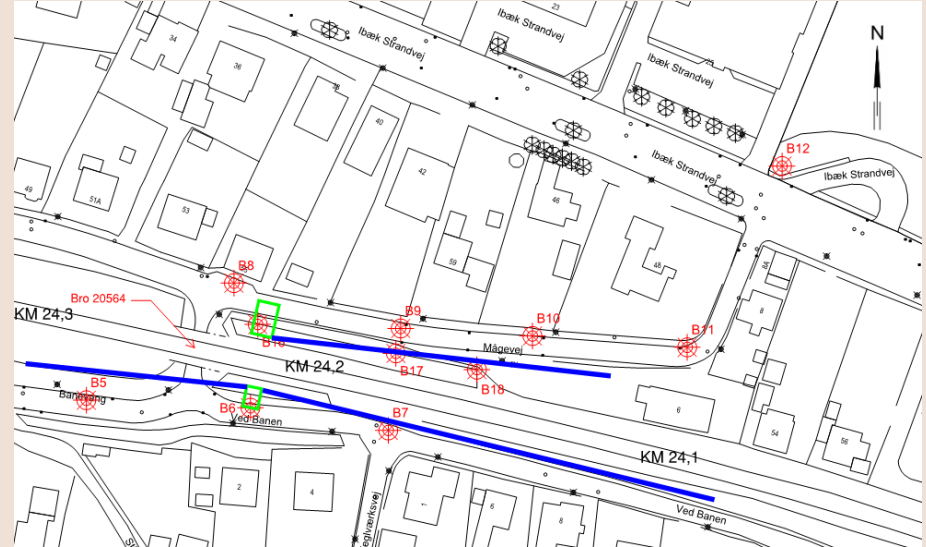
# Når CSM-processen pludselig giver god mening...

---



# Projekt Mågevej

- Mågevej, Vejle: Ø1000 mm GAP
- Krydsning: Microtunneling m. lukket front
- Langs banen graves bag spurs

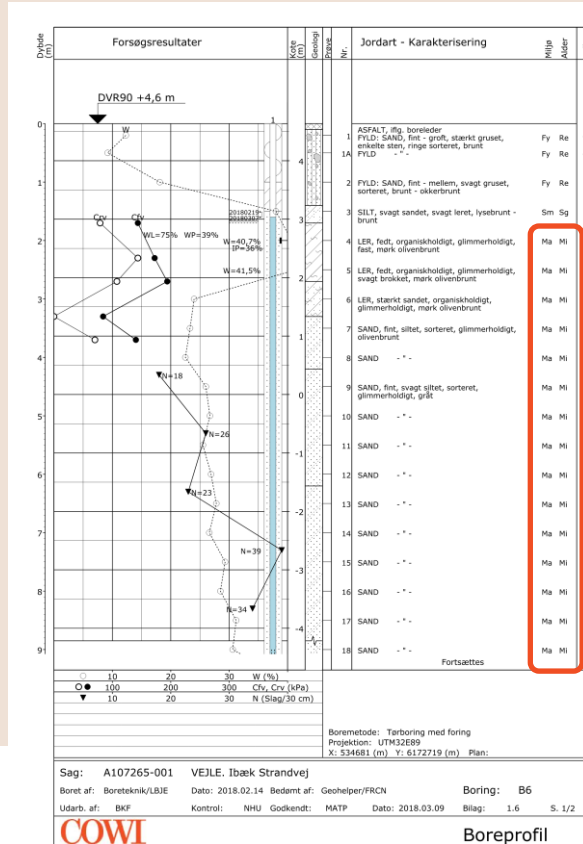


Station								
Terranikote		5.07	4.98	4.95	4.88	7.42	7.71	33.98
Bemærkning		Ve	3.01	42.05	2.83	46.98	2.79	49.79

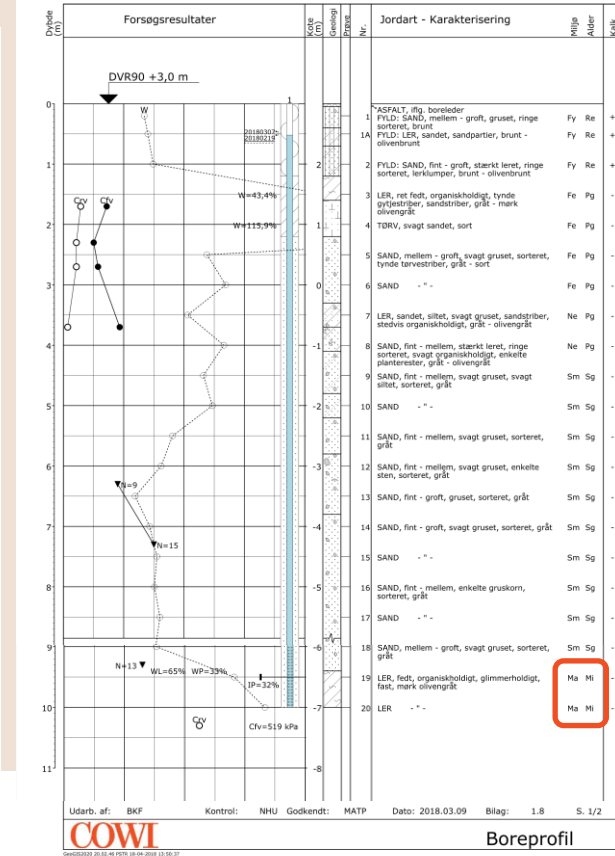
# Projekt Mågevej

B6

- Rodet geologi
- Blødbund
- Artesisk vand?
- Stærkt hældende lag



B8





# Projekt Mågevej



# Sten under spor

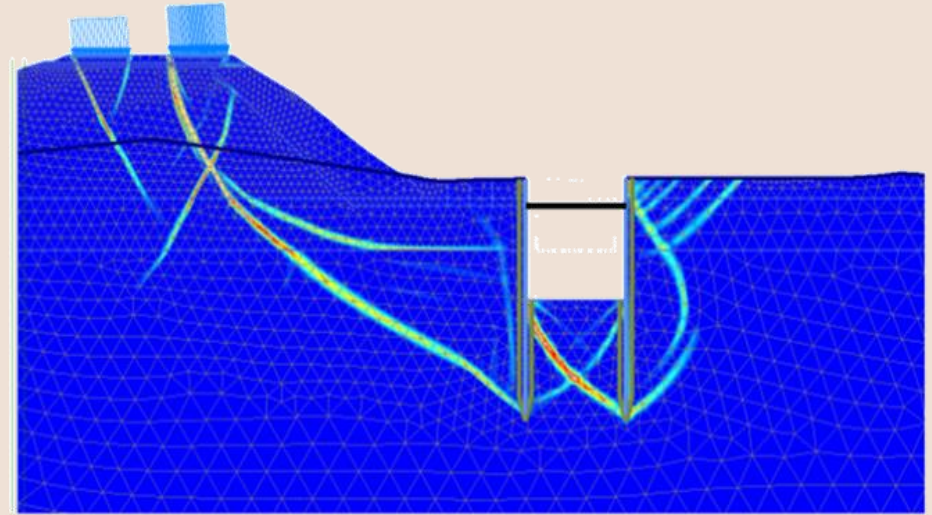
- Nye metoder må anvendes
  - Boring i casing ved siden af spor
  - Åbent stålrør fra modtagergruben
  - Ny CSM-proces
  - 100% geoteknisk tilsyn og sporsagkyndig + LA-forhold
  - Sten fjernes
  - Tunneleringen kan nu afsluttes.





# Afrunding

- CSM-processen giver værdi
- Ordentligt geoteknisk grundlag er vigtigt
  - Selv da er der usikkerheder
- Involver entreprenøren tidligt



---

# Tak for opmærksomheden

---

Kristian R. Brødbæk, COWI, [ktbr@cowi.com](mailto:ktbr@cowi.com)