HydroCen – Pågående tunnelforskning

Energiforsk - Workshop i Sundsvall

19. november 2019

NTNU

Prof. Leif Lia, Arbeidspakkeleder Vannkraftkonst.

HydroCen
NORWEGIAN RESEARCH CENTRE FOR HYDRO POWER TECHNOLOGY

CENTRE FOR ENVIRONMENT-FRIENDLY ENERGY RESEARCH
The Research Council of Norway

WP1.1 Vannkrafttunneler, svingesystem og trykksjakter

Prosjektleder Professor Bjørn Nilsen, NTNU

Utvikling av ny kunnskap for vannkrafttunneler

→ Dynamikk i vannveg og tunnelsystem

→ Ombygging til pumpekraftverk

→ Løsninger for svingesystem/fleksibel drift

→ Geologisk stabilitet av vannkrafttunneler

- På kort og lang sikt

→ Sandfang

Stipendiatene i WP1.1 Tunnelsystem

Bibek Neupane

Ola Haugen Havrevoll

Lena Selen

Livia Pitorac

Henki Ødegaard

1. Svellende bergarter og vannkrafttunneler

Forskningsmål

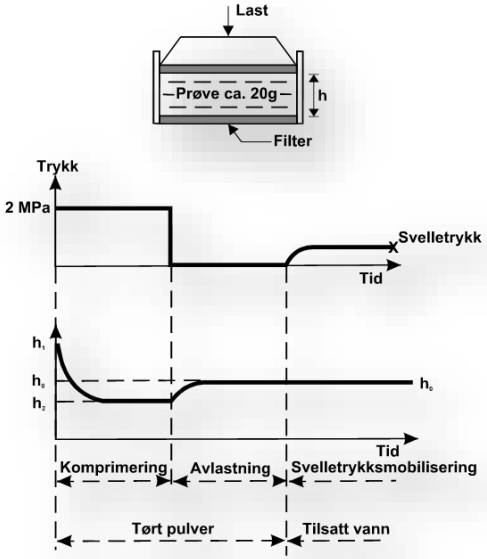
- Langtids stabilitet påvirkes av bergarter som sveller etter vannmetting
- Sammenheng mellom mineralsammensetning og svelle-egenskaper er kjent, men langtidsegenskapene er (delvis) ukjente
- Ønsker å utvikle en stegvis undersøkelsesmetode for å bestemme potensialet for svelling

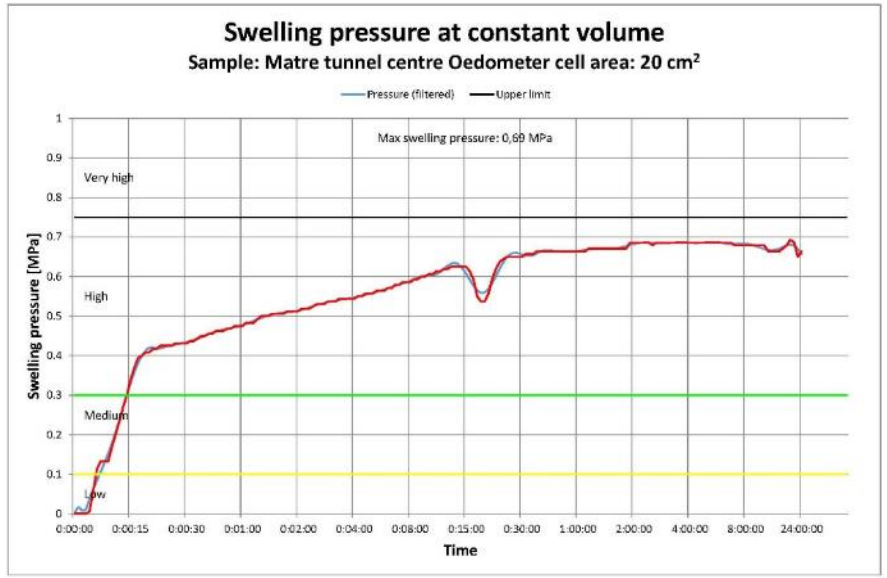
1. Svellende bergarter og vannkrafttunneler

Status

1. **Laboratorieundersøkelser**: Prøvetaking i Moglicë vannkraftverk i Albania, testet på NTNU og KIT (Karlsruhe University of Technology)
   - XRD (mineralogi)
   - Tørke – fukte tester (holdbarhet)
   - Svelletester
2. **Feltarbeid:** Flat-jekker innstallert i i Moglicë vannkraftverk i Albania
3. **Foreløpige resultat**: Publisert i ***Bulletin of Engineering Geology and Environment,*** *forslag til nye testmetoder*

Eksempel fra MATRE HAUGSDAL

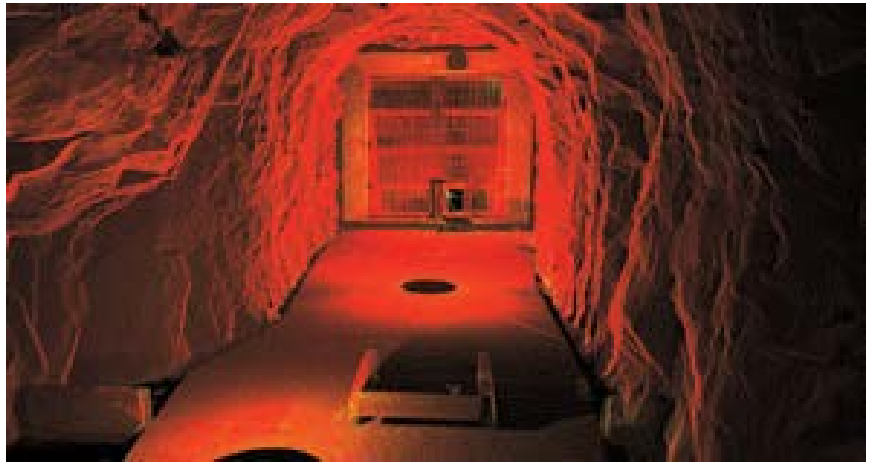




2. Langtids påvirkning av ufora vanntunneler fra hyppige start/stopp

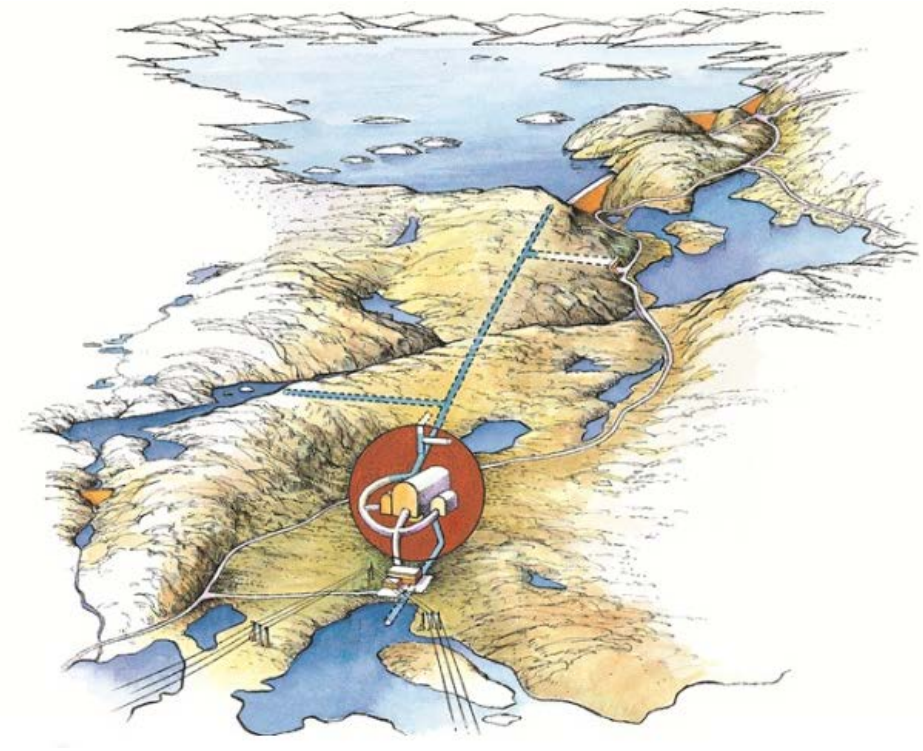
Forskningsspørsmål

- Påvirker hyppige start/stopp langtidsstabiliteten i vannkrafttunneler?
- Hvis 'Ja', til hvilken grad? Er eksisterende tunneler klare for dette?

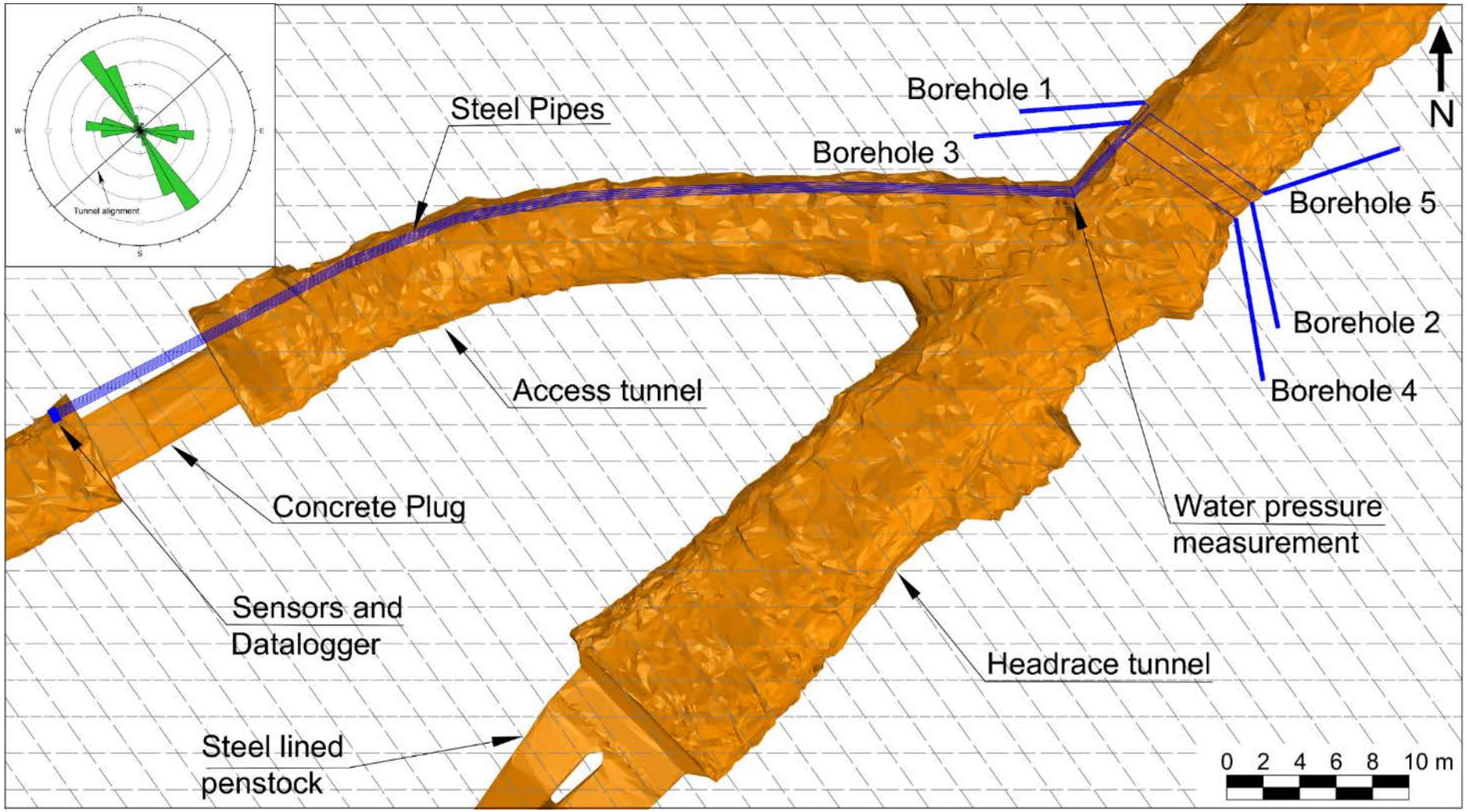


Rosskrepp kraftverk – målested

- Installert effekt: 50 MW
- Brukstid: 2100 timer
- Årsproduksjon: 105 GWh
- Magasinkapasitet: 140 GWh
  - Roskreppfjord (890-929): 680 mill. m^3
  - Øyarvatn (820-837): 100 mill. m^3
    - 835-837 i sommarsesongen 15 mill. m^3
- Fallhøgde: 53 - 109 m

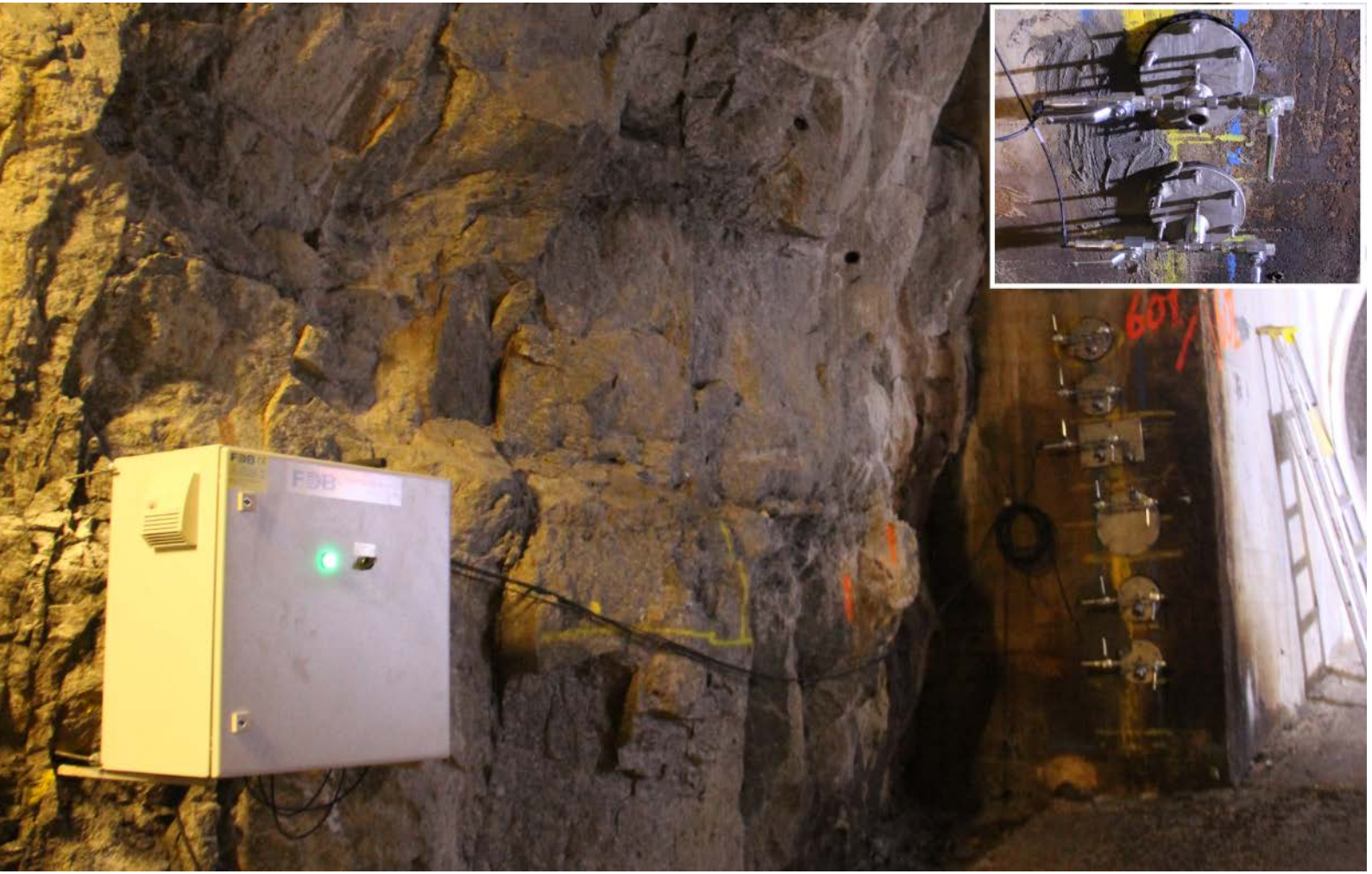


Instrumentering på Roskrepp (Sira-Kvina)



- Installert i juni 2018

Instrumentering på Roskrepp



Resultat fra målinger

- Kontinuerlig måling
- Skal bli stående i flere år

HydroCen

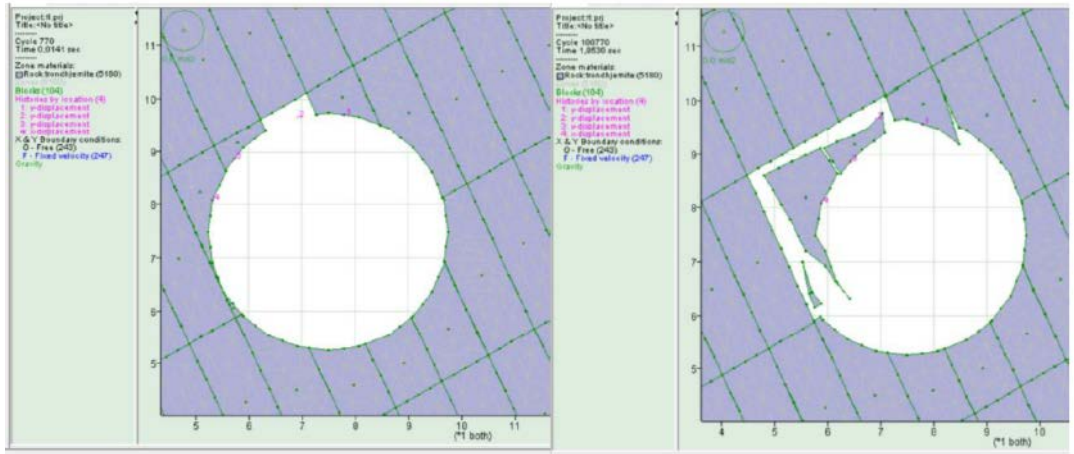
Tunnelinspeksjoner og kartlegging (tørre)

- Startet: August 2017
- Prosjekt kartlagt så langt (9):
  - Brattset, Ulset, Matre Haugsdal, Roskrepp, Svandalsflona, Sima, Suldal I, Saurdal, Tussa
- Tunnelinspeksjoner, overflatekartlegging og prøvetaking (lab-testing)

Further work:

- Interpretation of instrumentation data (ongoing)
- Establish relation between tunnel water pressure and rockmass pore pressure (under varying conditions of rock joints as well)
- Link between pore pressure change and block failures in the tunnel (as noticed during tunnel inspections)
- Stability assurance in changed operation environment
- To be completed by June 2021

Rock mechanical numerical simulation (UDEC, FLAC3D)

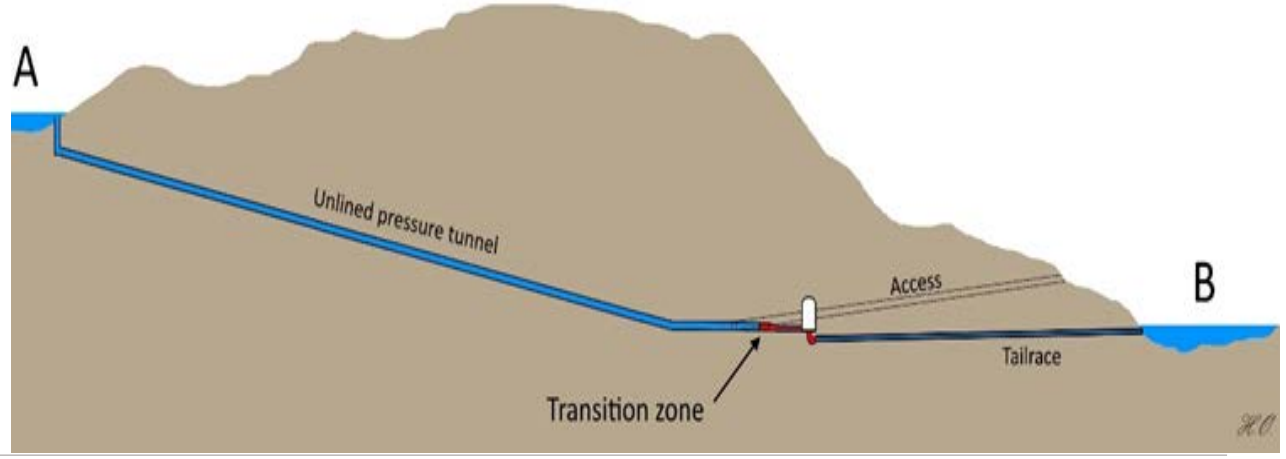


Plassering av betongpropp i ufora tunneler

Forskningsprosjekt

- Evaluering av gjeldende retningslinjer og metoder
- Testing i lab og i prosjekt under bygging
- Analyse og sammenlikning av nye metoder
- Har ført til utvikling av ny metode for in-situ spenningsmåling i bergmassen
  - Bedre
  - Mye billigere

Laboratorietestrigg for forenklede spenningsmålinger påbegynt



Sandfang i driftstunneler

- Mange sandfang er ikke lenger stabile
- Sandfangsmodell Tonstad V (320 MW) er bygd i skala 1:20
- Hverken analytiske løsninger eller CFD gir rett svar

Sandfang

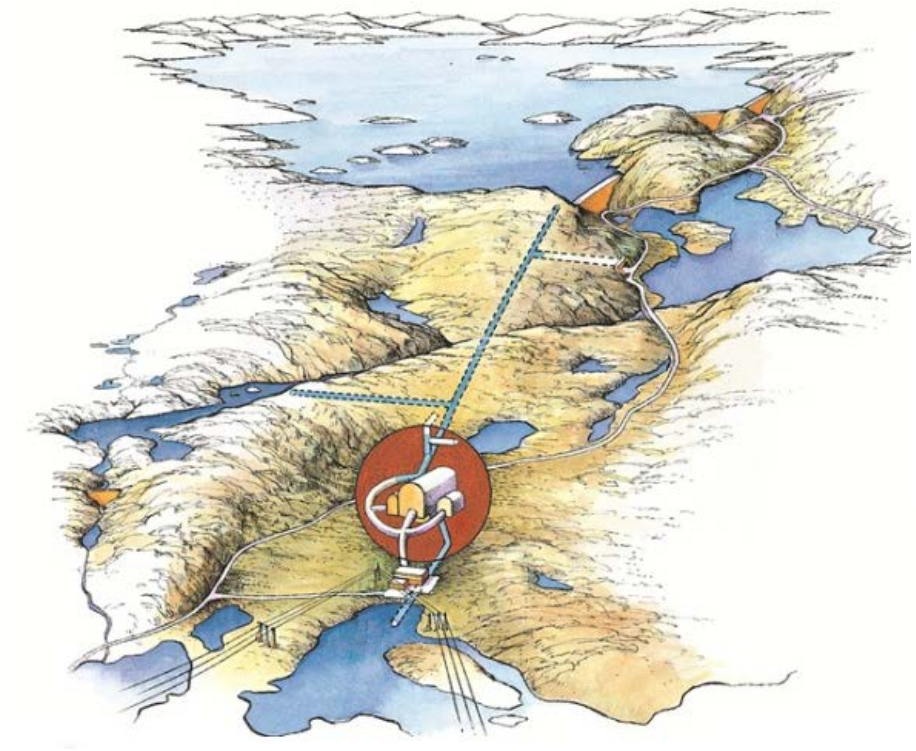
- Skalering
- Strømrettere
- Ribber
- Utvidelse
- Akselarasjon/
- Retardasjon
- Terskelnivå

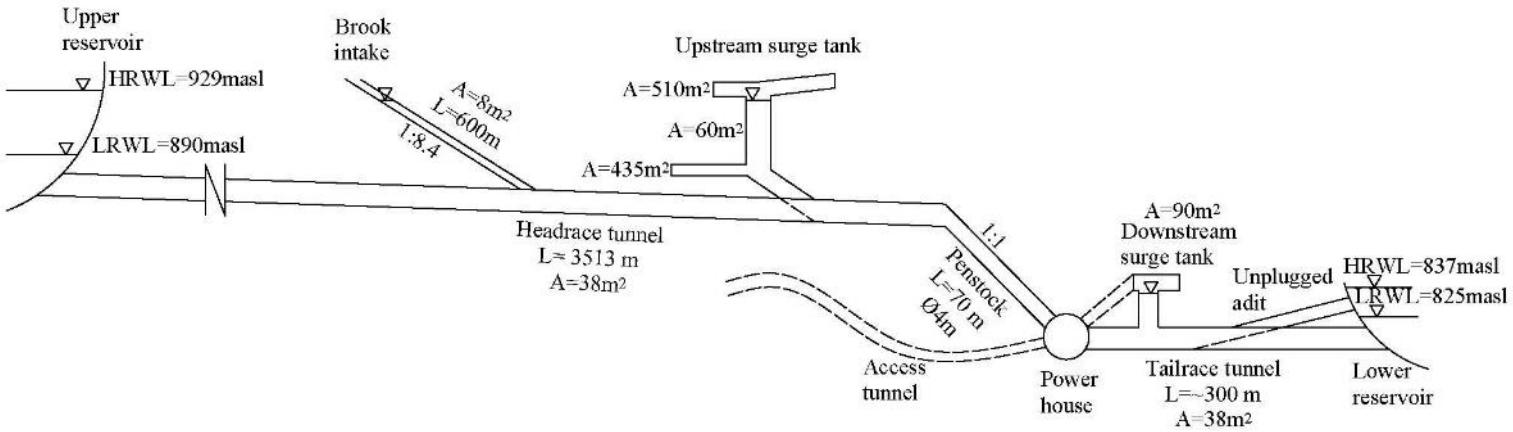
Sandfang i driftstunneler

- Gammel kunnskap gjerlder ikke lenger
- Gammel kunnskap finnes opp på nytt
- Gjelder > 10 sandfang for store kraftverk

Ombygging fra kraftverk til pumpekraftverk

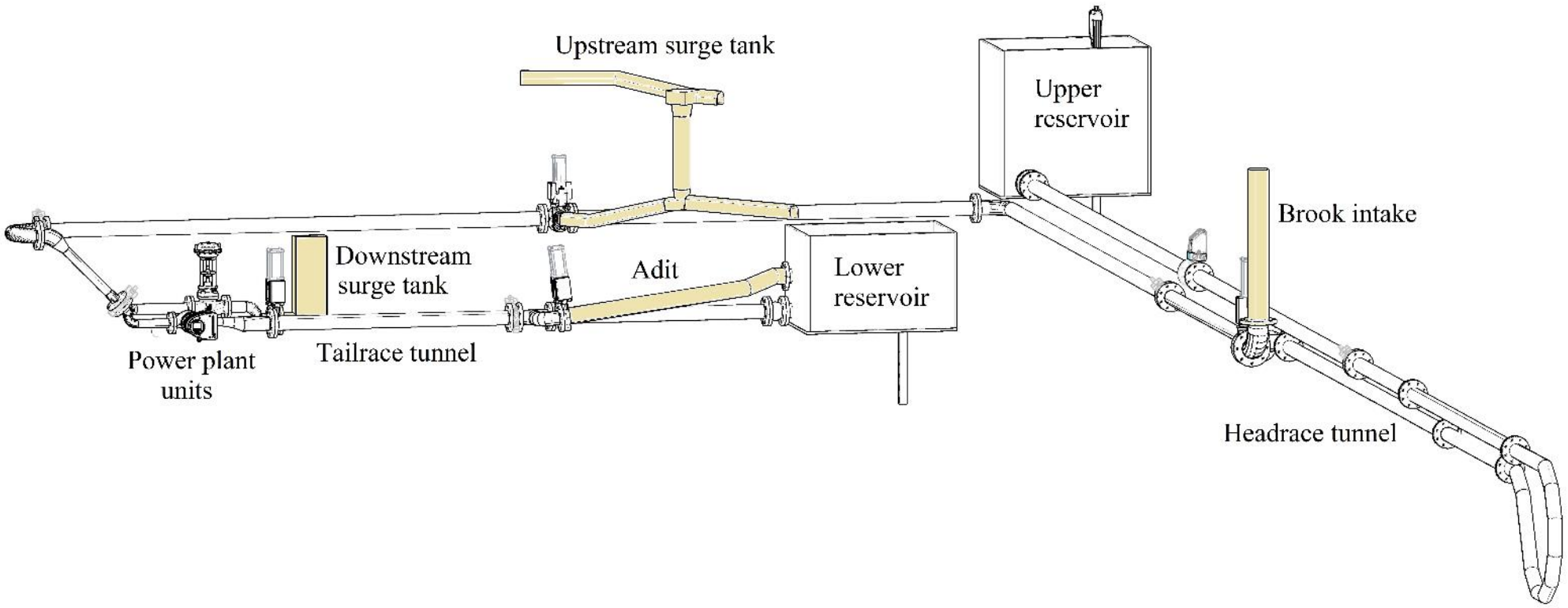
- Tunnelsystem modell av Roskrepp snart ferdig





Ombygging fra kraftverk til pumpekraftverk

- Tunnelsystem modell av Roskrepp snart ferdig

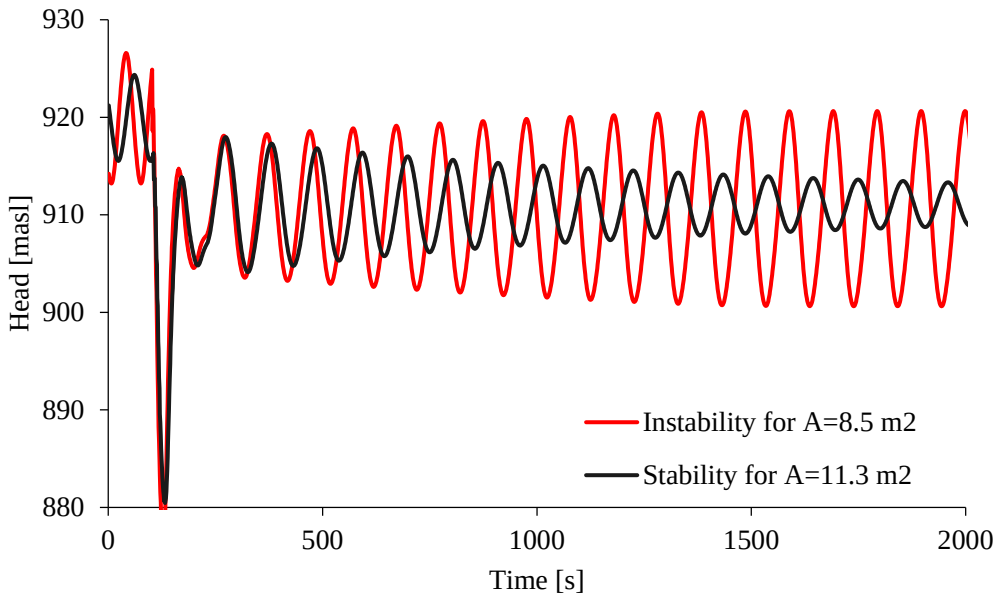


Ombygging fra kraftverk til pumpekraftverk

- Upgradering av HPP til PSP: 1D-modellering og fysisk modell
- Feltmålinger på Rosskrep kraftverk (Sira-Kvina)
- Utfordringer med hydrauliske transienter (pumpemodus)
  - Manglende trykk
  - Massesvingninger
  - Reguleringsstabilitet
  - Trykkstøt

Mål

- Stabilt hydraulisk system
- Hydraulisk optimalisering
- Unngå kavitasjon



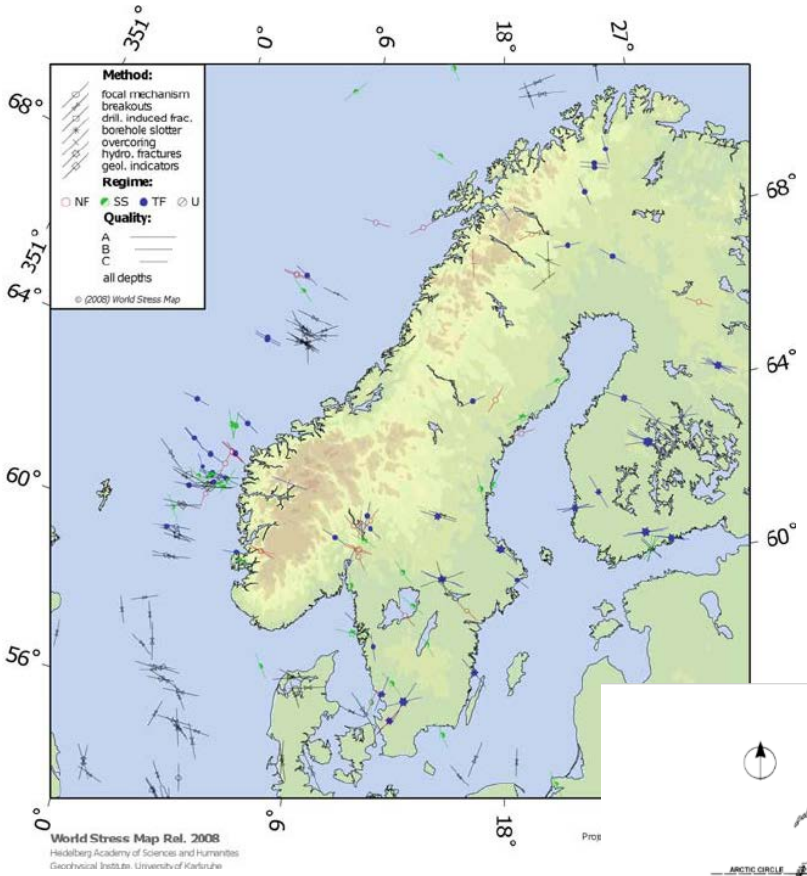
Nye prosjekt

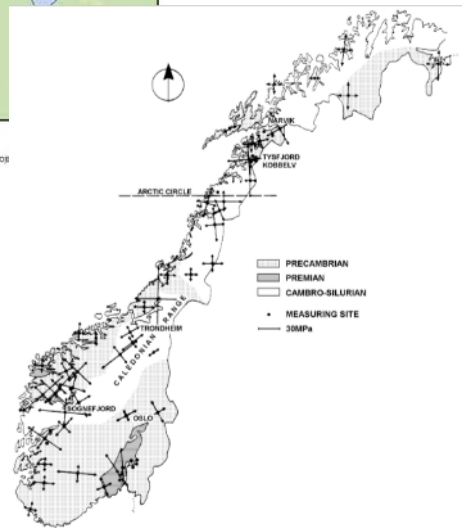
Planlagte aktiviteter framover:

1) Instrumentering/målinger utvalgte anlegg:

- Roskrepp - poretrykksmålinger
- Moglice - deformasjonsmålinger, flatjekk
- Leikanger - hydraulisk jekking
- Saurdal – poretrykksmålinger (utsatt)

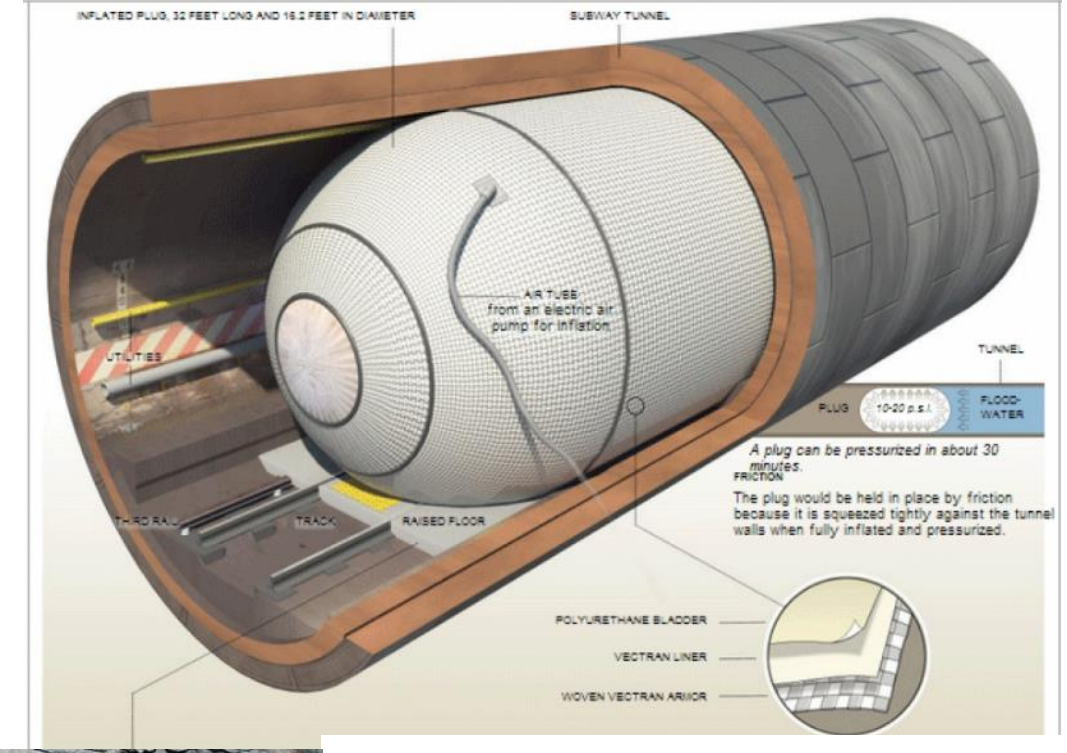
2) Omsøkt nytt prosjekt: NoRSTRESS
   Norwegian in-situ Rock Stress for Sustainable Development of Hydroelectric Power
   - Bergspenningsmålinger - metodikk, tolkning og bruk av resultater
   - Oppdatering av database
   SINTEF som hovedsøker





Blokkering av tunneler med luftballong

- Første undersøkelser er gjort, tre funn
- a. Plugg for store tunneltverrsnitt t.d. jernbanetunneler
- b. For vann- og avløpsindustri
- c. Brukt i gruveindustri i ti-år



Tunnel Roughness

- Mål: Raskere og bedre estimat av ruhet og falltap
- a. Flere tunneler er scannet og re-produsert i modell
- b. Nøyaktig måling og studie (PIV m.m.)
- c. ‘Nye’ metoder for reduksjon av falltap

Konklusjon

- Mycket spännande forskning!
- Många prosjekt är möjliga för samarbete!

25th IAHR International

https://www.ntnu.edu/web/iahr-ice-2020/home

25th IAHR International Symposium on Ice

NTNU

Home | Submission | Program | Venue | Committees | About

/ 25th IAHR International Symposium on Ice

Time & Place

The 25th IAHR International Symposium of Ice
14–18 June 2020

Ice-breaker 14 June (evening reception)
Conference 15-18 June

Venue: Elektrobygget, NTNU, Trondheim
Address: O. S. Bragstads Plass
7034 Trondheim
Norway

NOB 09:36 19.11.2019

HydroCen