



Norwegian University of
Science and Technology

Konsekvensar av effektkjøring for vasskraft tunnelar

Trondheim 30. Oktober 2014

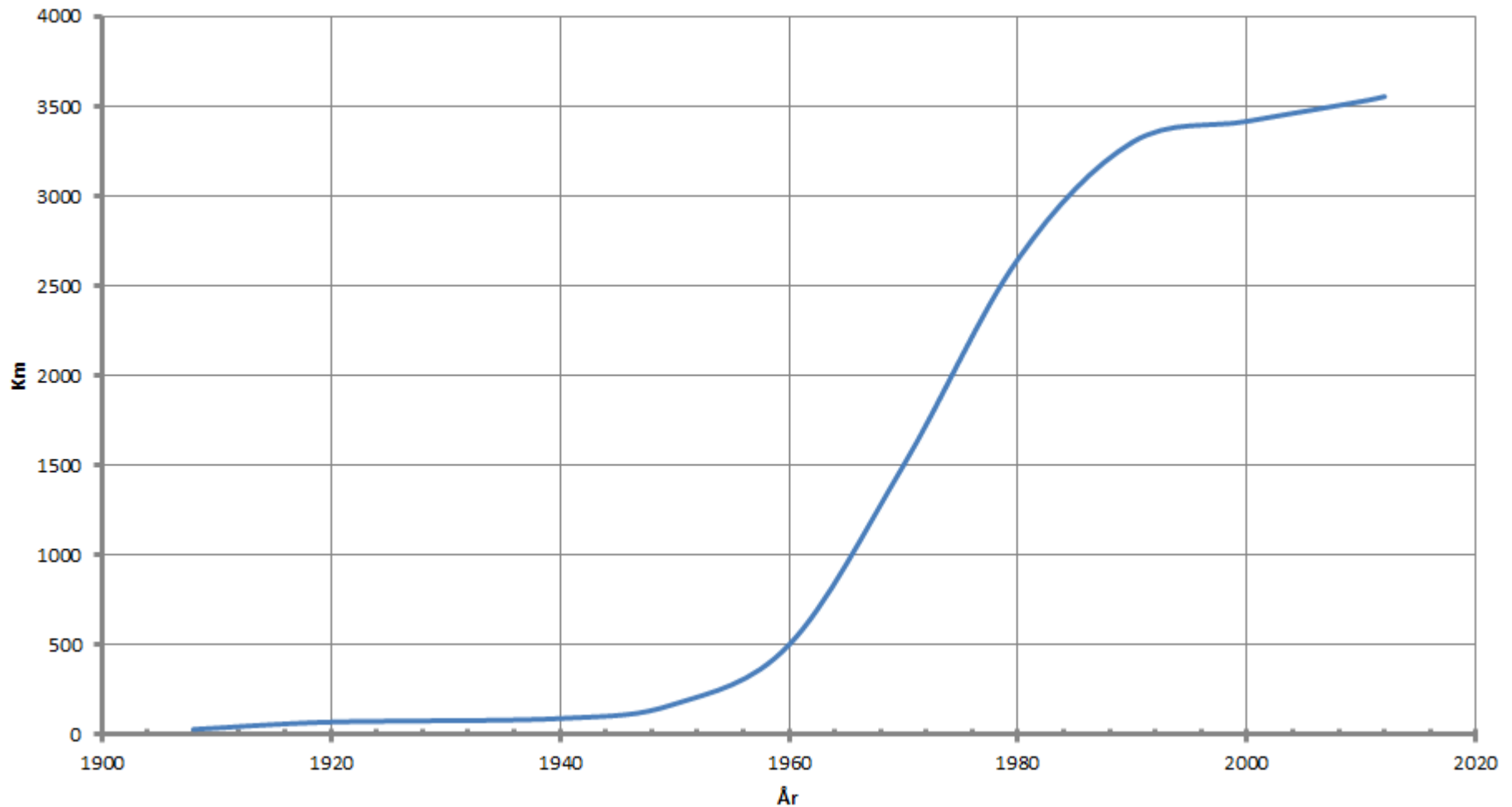
PhD kandidat: Kari Bråtveit
Veileiar: Nils Reidar Bøe Olsen

CEDREN

Centre for Environmental Design of Renewable Energy



Historisk utvikling



Eksisterende driftsutfordringer

1) Luft

- Utblåsingar
- Falltap

2) Nedfall/ras

- Produksjonsstopp
- Falltap
- Auka sedimentproblem

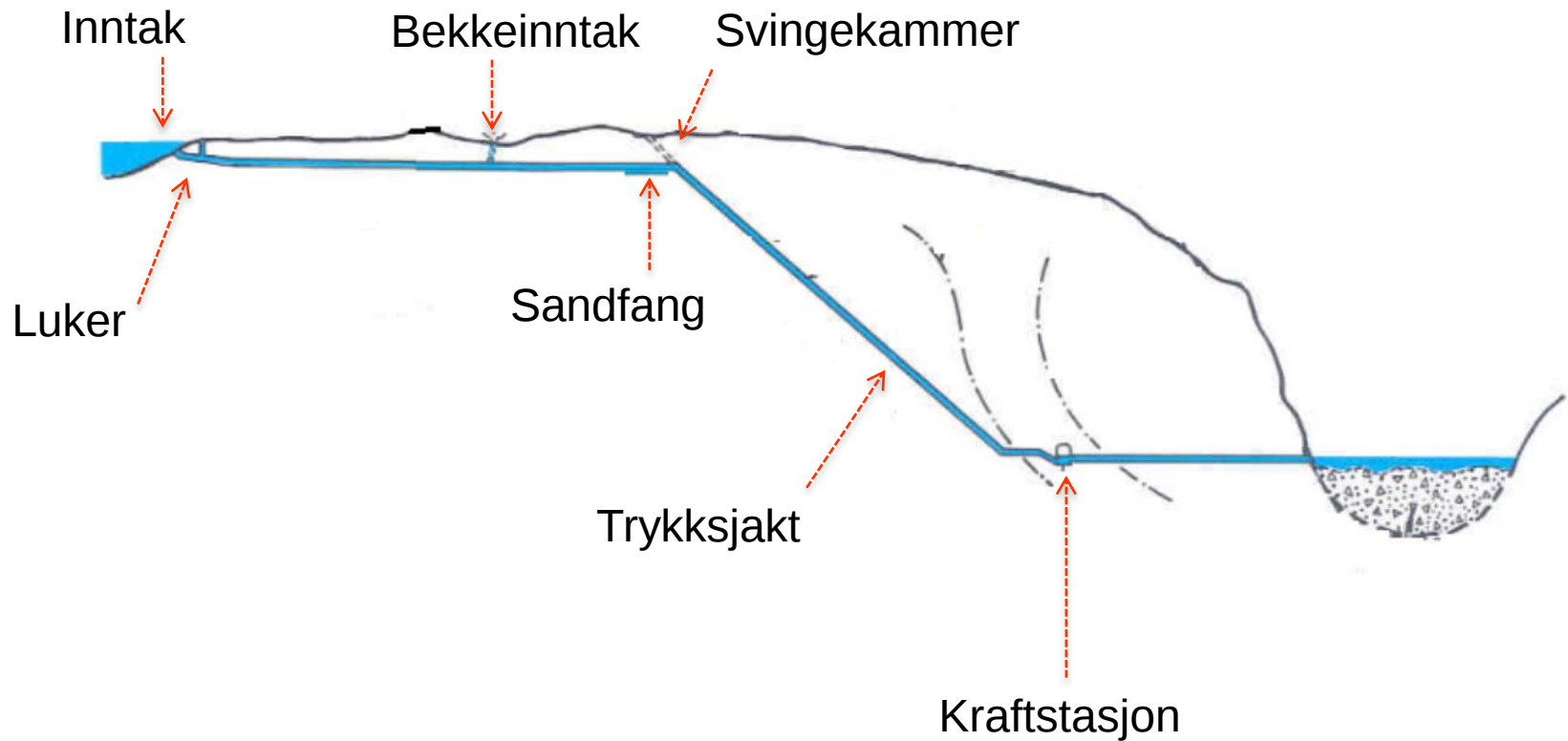
3) Sedimenttransport

- Slitasje mekaniske delar

4) Reguleringssvikt –luker



Kritiske konstruksjonselement





Bakgrunn
Prosjektet
Metodar
Resultat
Konklusjonar

Formålet med WP6

- Utvikla
 1. Ulike senario for effektkjøring
 2. Verktøy til å forutseia konsekvensar
 - Testing av analyse verktøy
 3. Pålitelege overvåkingsmetodar
 - Testing av instrument
 4. Undersøka konsekvensar
 - Inspeksjonar
 5. Retningslinjer

Scenario for effektkjøring

Fase 1

- Auka installasjon i eksisterande anlegg

Fase 2

- Eksisterande anlegg bygde om til pumpekraftverk

Fase 3

- Etablering av nye, større pumpekraftverk



Bakgrunn
Prosjektet
Metodar
Resultat
Konklusjonar

Del prosjekt

I

- Testing av ulike analyseverktøy

II

- Testing av instrument

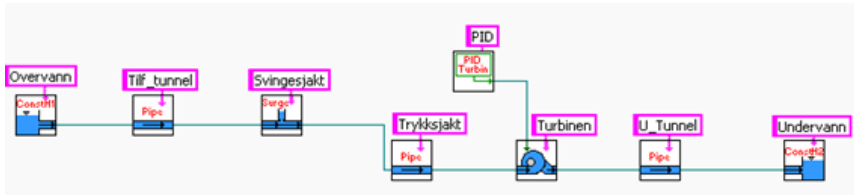
III

- Inspeksjonar – registrering av nedfall

I) Analyseverktøy

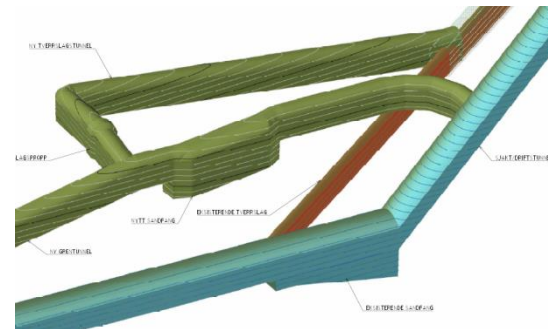
► 1D

- Heile systemet
- LV trans
 - Tyin
 - Tonstad



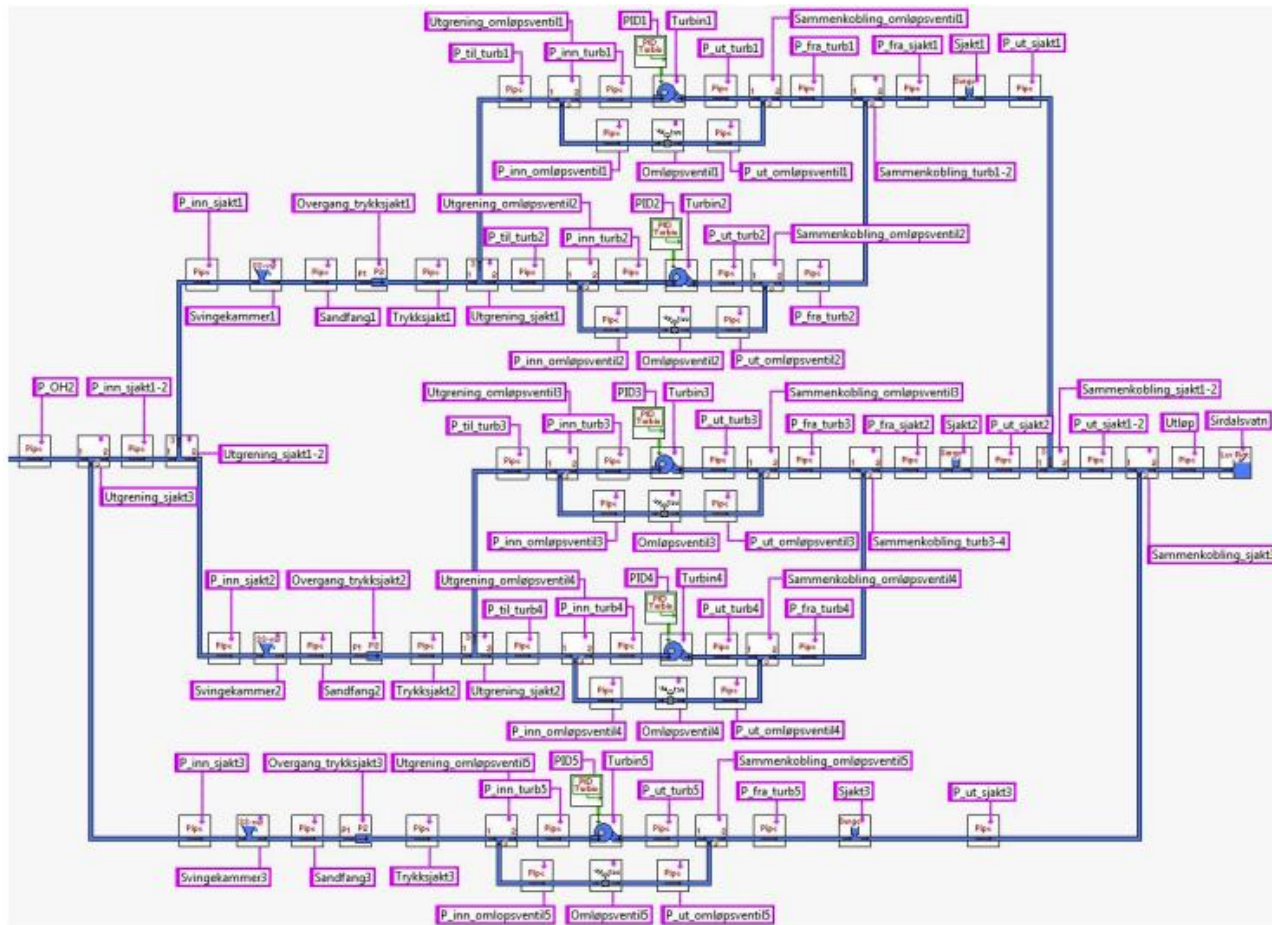
► 3D i.e. CFD

- Design av konstruksjonsdel
- Star-CCM+/ OpenFoam
 - Tonstad
 - Lio
 - Modell forsøk



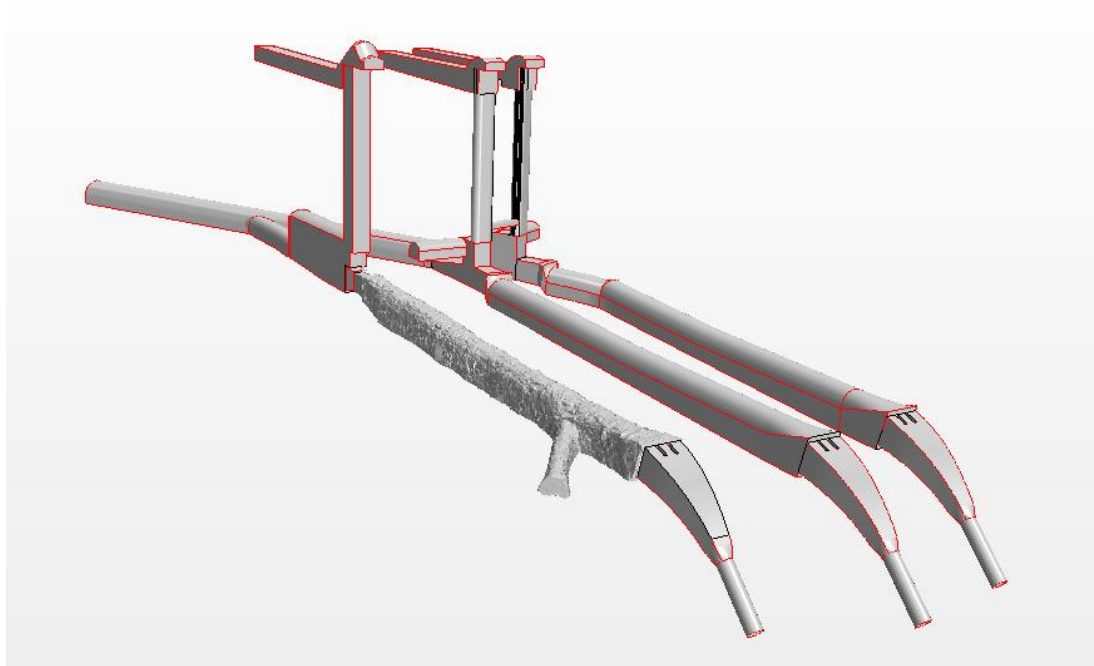
1D analysar

- LV trans i samarbeid med Rainpower

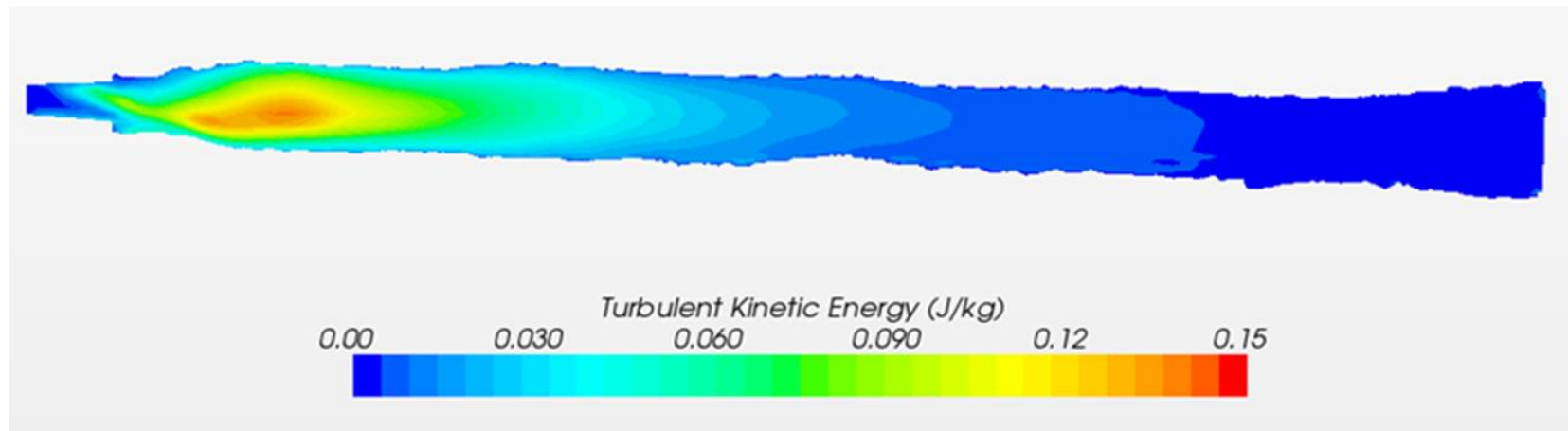
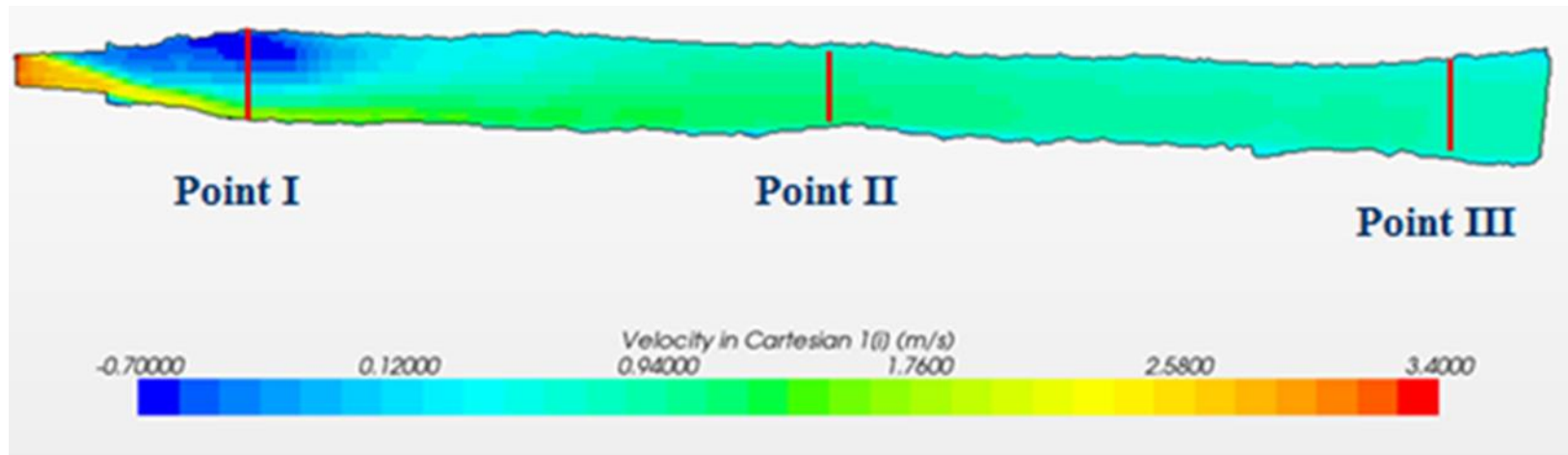


3D analysar CFD

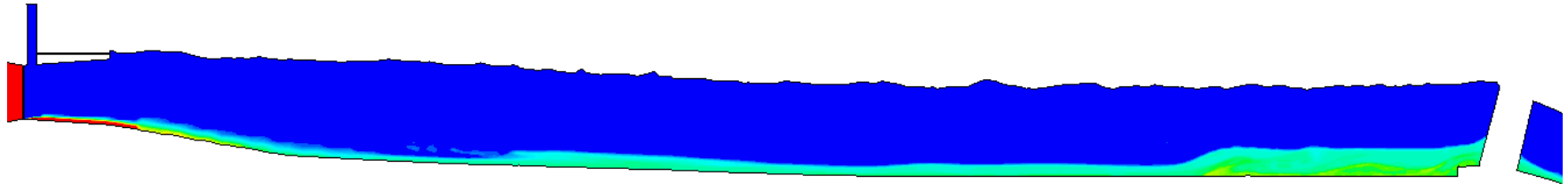
- ▶ Vurdere kritisk konstruksjonselement
 - ▶ Sandfang
 - ▶ Svingsystem
 - ▶ Bekkeinntak



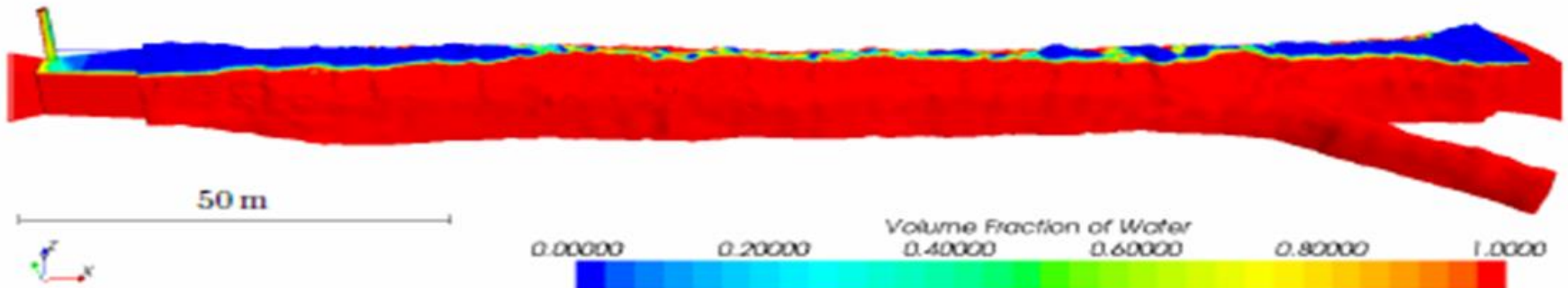
Strømningsforhold i sandfang

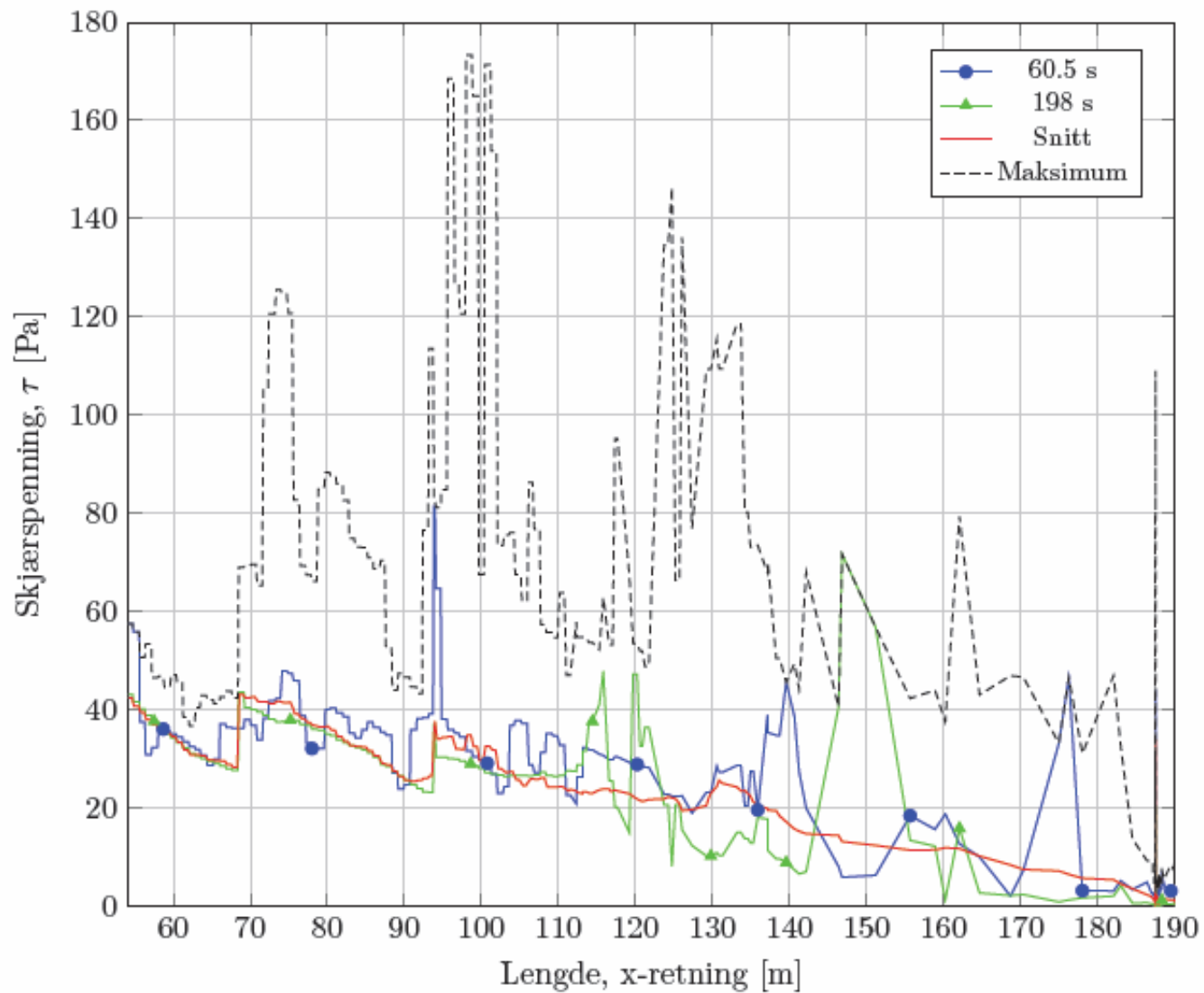


Vurdering av luftmengder

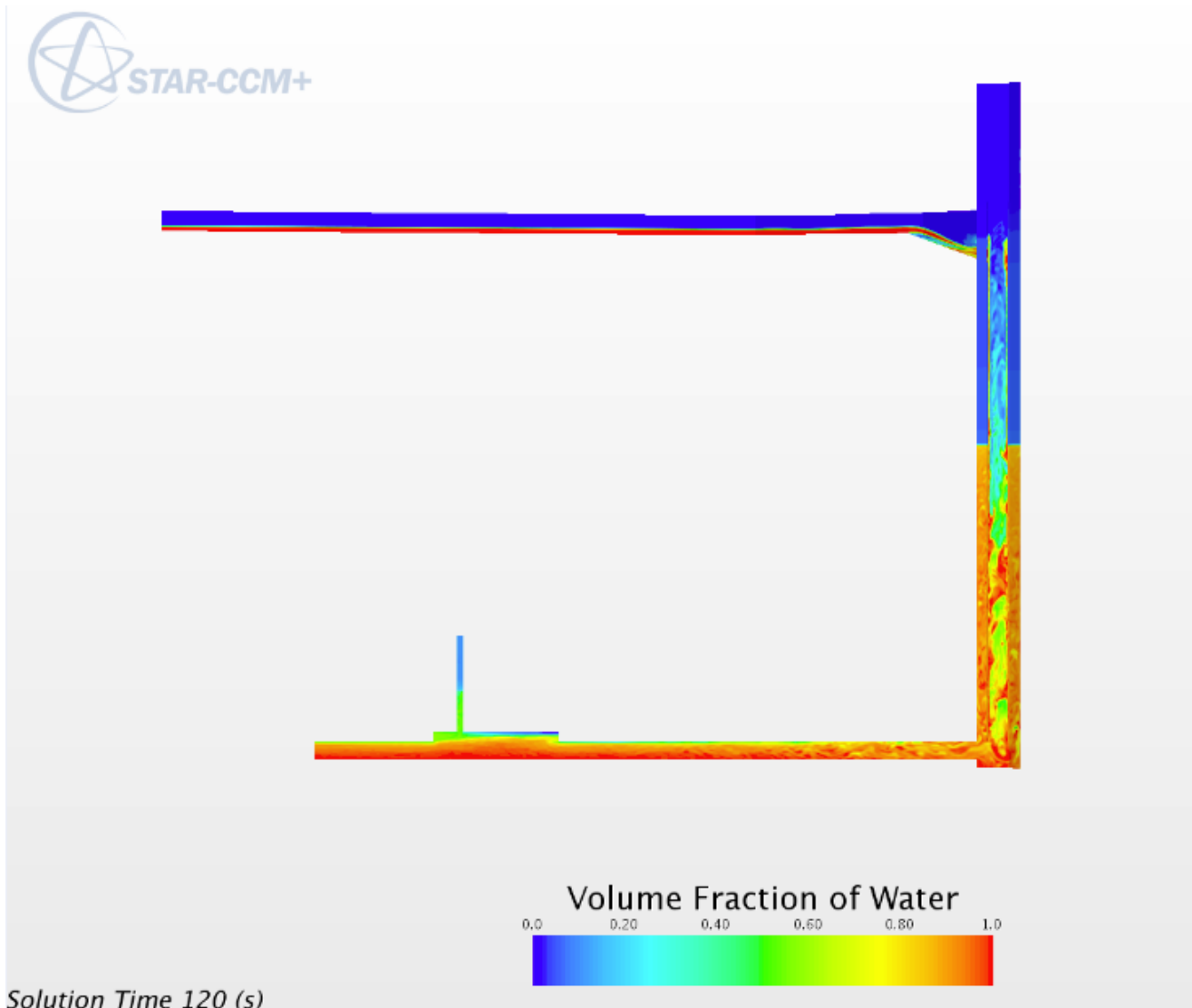


Iteration 24596
Solution Time 48.65 (s)
Time Step 4919





Bekkeinntak



II) Testing av måleutstyr

Utstyr	Beskriver	Suksessgrad
Laser scanner	Geometri	Høg
	Ruhet	Medium
	Nedfall	???
ADCP	Vannføring	Høg
	Turbulens	Liten
	Turbiditet	Liten
	Trykk	Medium
ADV	Turbulens	Høg
	Trykk	Høg



III) Registering av nedfall



- 102 km befart
- 11 tunnelsystem
- Nedfall og ras registeret
- Vurdert
 - Fjellsikring/Utstøypingar
 - Sediment transport



Bakgrunn
Prosjektet
Metodar
Resultat
Konklusjonar

I) Testing av analyseverktøy

- 1D simuleringar
 - Dynamiske laster
 - Viktig med korrekt input
 - Ruhet/singulærtap viktig for korrekt resulta
- CFD
 - Vurdera konstruksjonar med kompleks geometri
 - Strømningsforhold
 - Singulærtap
 - Turbulensnivå
 - Luftmengder
 - Kaliberar ADCP'ar
 - Luftmeddriving ??

II) Instrument for overvaking

- ADCP
 - Vannføring
 - Trykk
- Laser scanner
 - Geometri
 - Ruhet
 - Fare for nedfall



III) Registering av nedfall



- Frekvensen av nedfall har auka med ein faktor på 3.4
- Størrelsen på nedfall redusert
- Kostander auka med 70 %
- Sikring i god stand
 - Naudsamt med oppgraderingar



Bakgrunn
Prosjektet
Metodar
Resultat
Konklusjonar

Konsekvensar av effektkjøring

- Fase 1: Auka installasjon i eksisterande anlegg
 - Ingen endring av tunnelsystemet
 - Auka falltap
 - Auka sedimenttransport
 - Auka dynamiske laster
 - Auka nedfall
 - Nye metodar for å analysere og overvaka tunnel system er utvikla og testa

Publisering og presentasjoner

• Vitskapelege artiklar

- *"An efficient method to describe the geometry and the roughness of an existing unlined hydro power tunnel"; 2012*
- *"Three dimensional numerical study of an unlined pressurized rock-blasted sand trap"; 2013*
- *"Calibration of Horizontal Acoustic Doppler Current Profilers by three dimensional CFD simulation"; 2014*
- *"Long-term stability of Norwegian hydropower tunnels subjected to hydropeaking"; in review 2014*

• Master oppgåver

- "Tyn Kraftverk – analyse av trykk og hastighetsforhold i tunnelsystemt ", 2012
- "Falltap i tunneler"; 2012
- "3D numerisk modellering av deler av vassvegen til Tonstad Kraftverk", 2013

• Presentasjoner/aktiviteter

- PTK, Gardermoen
- Utveksling North West Hydraulics, Vancouver, Canada
- Arrangert CEDREN tur
- Inspisert tre tunnelsystem



Centre for Environmental Design of Renewable Energy - CEDREN



NATURHISTORISK MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO



Takk for meg!

