



# **SIMULERING AV FYLLNINGSDAMMARS BETEENDE**

**Jasmina Toromanovic**  
**Luleå tekniska universitet**

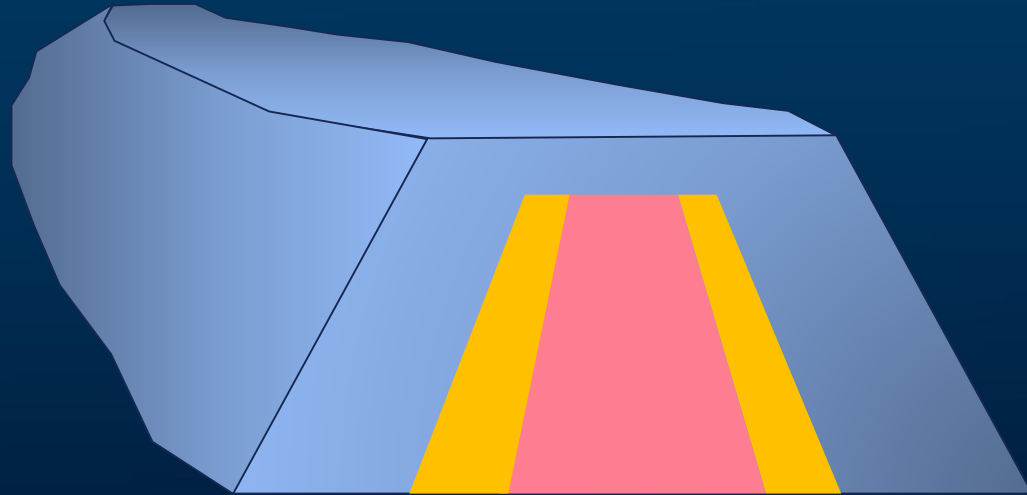
**Vattenkraftens FoU-dagar 2020**



**VATTENFALL** 

# FYLLNINGSDAMMAR

- **Vattenkraftsdammar i Sverige**
  - Stort antal fyllningsdammar
  
- **Befintliga dammar**
  - Konstruerade före eller på 60-talet
  - Vad händer med tiden?
  - Funktion och stabilitet?
  - Beteende?
  - Prognoser



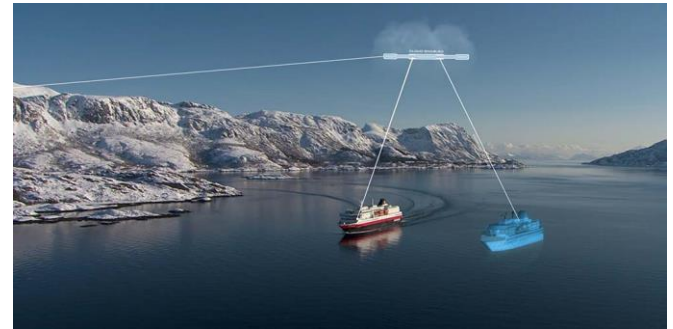
# PROGNOSER

- Varför?
  - Förväntat beteende
  - Stöd till observationer från fält
- Hur?
  - Numerisk modellering som hjälpmedel
- Utmaningar
  - Hur skapa tillförlitliga modeller?



# DIGITALA TVILLINGAR

- Digital kopia av ett verkligt objekt
  - Modell
- Uppdateras mot mätningar
- Hur överföra konceptet till fyllningsdammar?





# DIGITALA TVILLINGAR

- Mätningar från fält
  - Rörelser
  - Vattentryck
- Dokumentation om dammen
  - Information från byggandet
  - Tillgänglig data – har vi informationen som behövs?
- Numerisk modell
  - Objekt



# TESTDAMM I ÄLVKARLEBY

- Testdamm
  - Vattenfall R&D
  - Stödkonstruktion
    - Betong
    - Vattentätt
  - Kontrollerad miljö
    - Nederbörd & frost
    - Tält & värme



# TESTDAMM I ÄLVKARLEBY

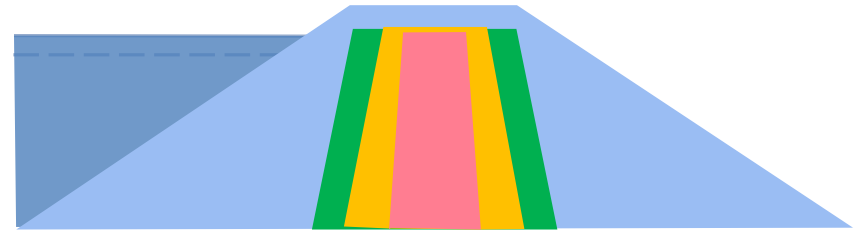
- Varför en testdamm?
  - Detektera inbyggda skador
    - Geofysiska metoder
  - Övervaka mekaniskt beteende över tid
    - Före och efter uppdämning
    - Drift
  - Experiment i en kontrollerad miljö
    - Belastningsfall
  - Dokumentation
    - Bra bas för modellering & prediktioner



# TESTDAMM I ÄLVKARLEBY

## ■ Konventionell fyllningsdamm

- Mindre skala
  - 4 m x 20 m x 15 m (H x L x B)
- Zoner
  - Täckärna (morän)
  - Fintfilter
  - Grovfilter
  - Stödfyllning
- Dimensionering
  - Svenska riktlinjer
    - RIDAS



 TÄTKÄRNA

 FINFILTER

 GROVFILTER

 STÖDFYLLNING



# BYGGANDE

- Byggande
  - Oktober-November 2019
  - Fyra veckor
  - Varje lager 20 cm
    - Tät kärna och utåt
    - Packning i samma ordning
- Defekter
  - Detektering av andra forskargrupper
- Instrumentering
  - Geofysisk
  - Geoteknisk





**STÖD-  
FYLLNING**

**GROV-  
FILTER**

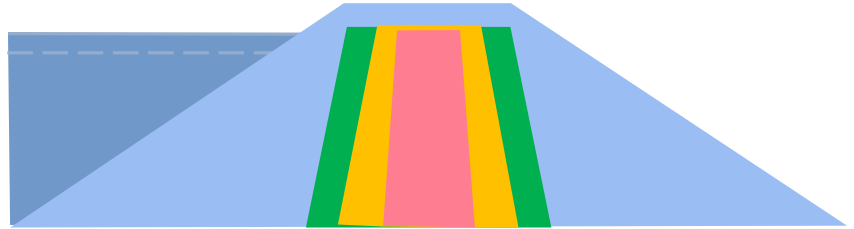
**FIN-  
FILTER**

**TÄTKÄRNA  
(MORÄN)**



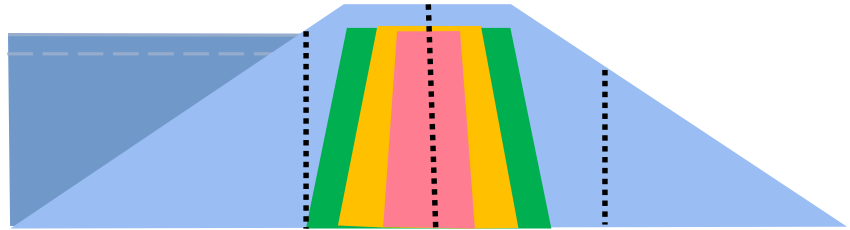
# INSTRUMENTERING

- En sektion
  - All geoteknisk instrumentering samlad
  - Mätningar
    - Rörelser
    - Portryck
    - Töjning



# INSTRUMENTERING

- Rörelser     ⋮
  - Shape Accelerometer Array
    - c/c 25 cm (SAAV250)
    - MEMS
    - x-, y- and z-riktning
  - Tre inklinometrar
    - Uppströms: 3.5 m
    - Mitten: 4.0 m
    - Nedströms: 3.0 m
  - Rör inbyggda under byggandet
    - PipeLife







**MITTEN** →

**NEDSTRÖMS** →

← **UPPSTRÖM**

COMBISAFE wangeskog

COMBISAFE wangeskog

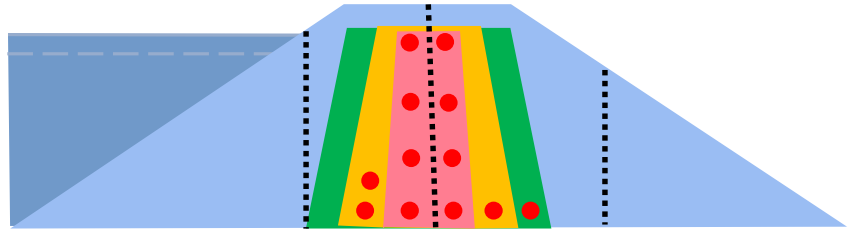
COMBISAFE wangeskog

COMBISAFE wangeskog

# INSTRUMENTERING

## ■ Portryck

- Vibrating wire piezometer
- Geosense VWP-3400
- Mätområde: -70 to 345 kPa
- 12 givare
  - Tärkärna och filter
  - Placerat direkt på jorden efter packning

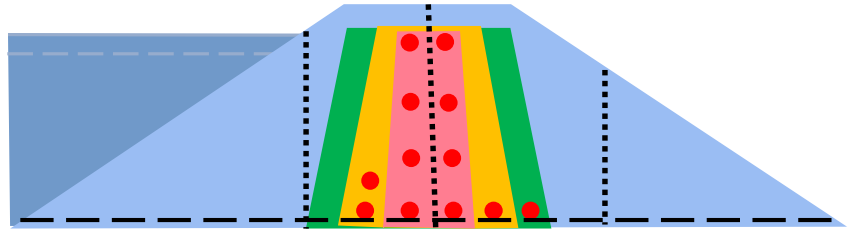






# INSTRUMENTERING

- Töjning
  - Fiberoptik  
-----
  - Temperaturkorrigering
- Fyra sektioner
  - Korsar samtliga materialzoner
  - 20 cm ovan botten
- En slinga











**SKYDDA  
KABLARNA**

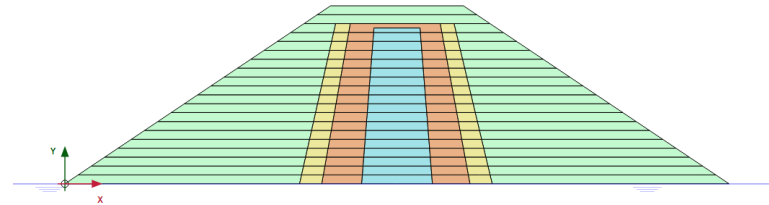


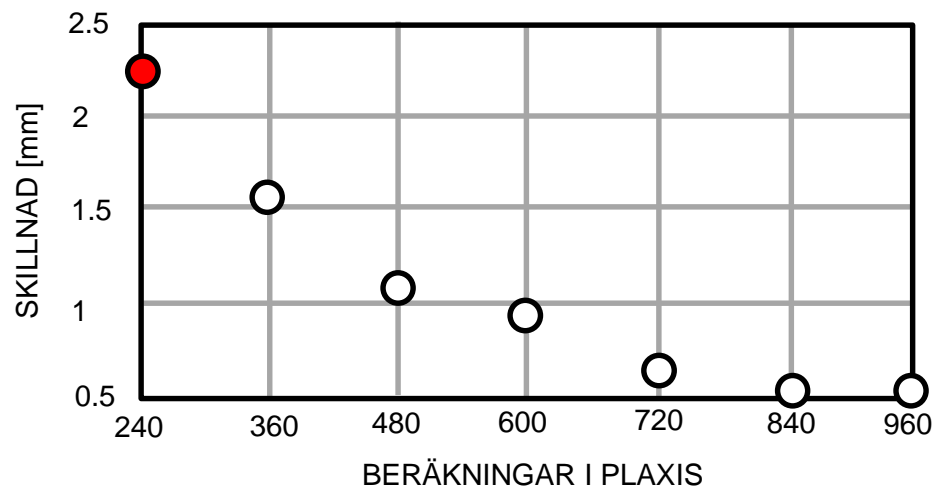
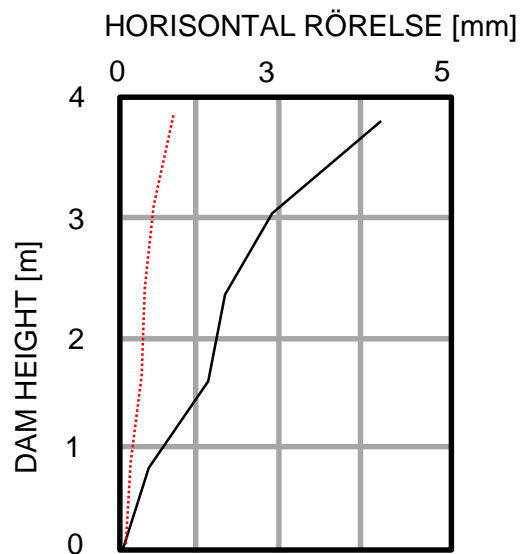
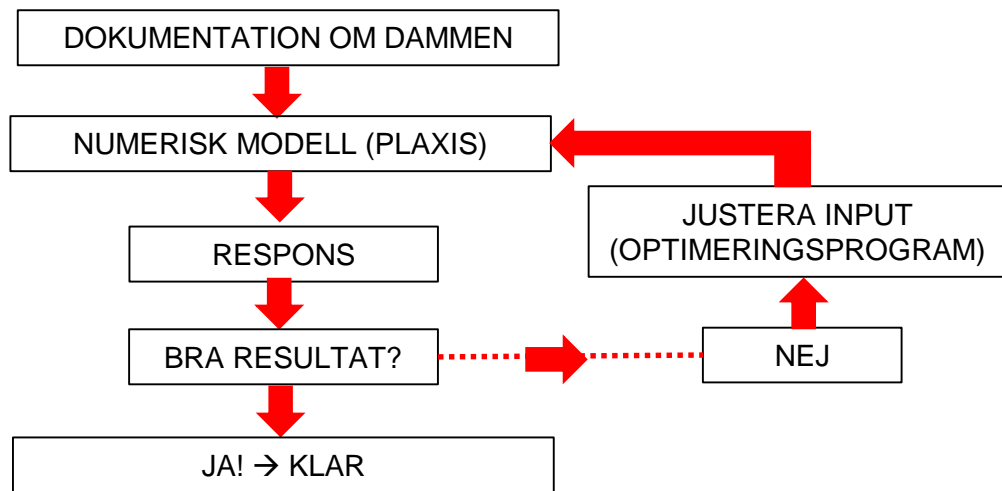
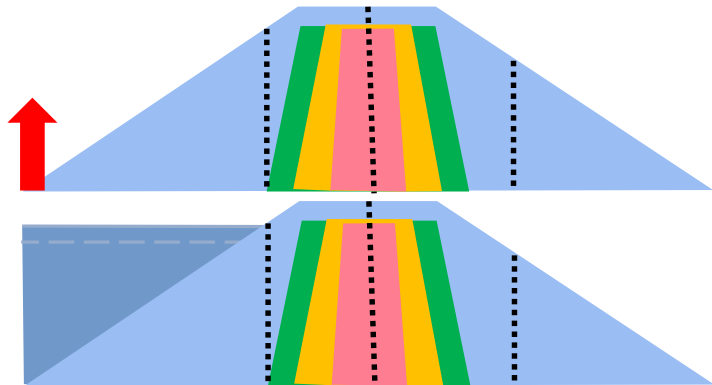
**BENTONIT**



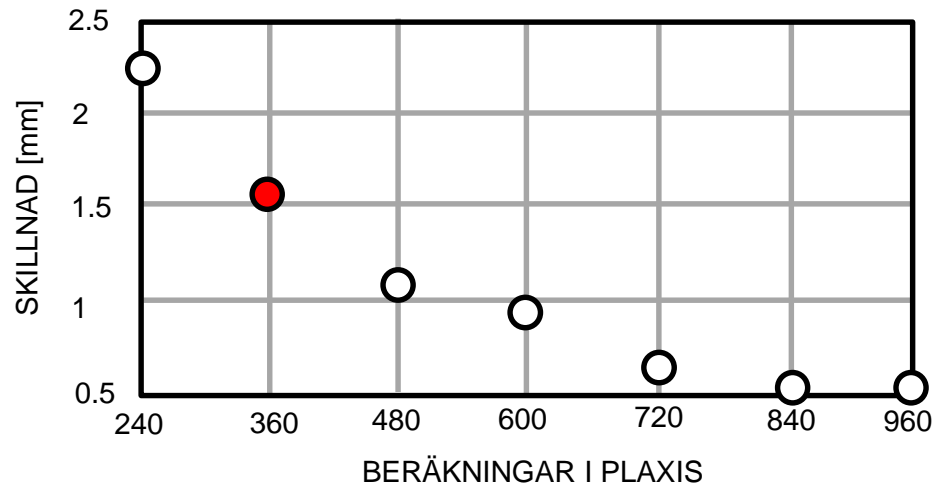
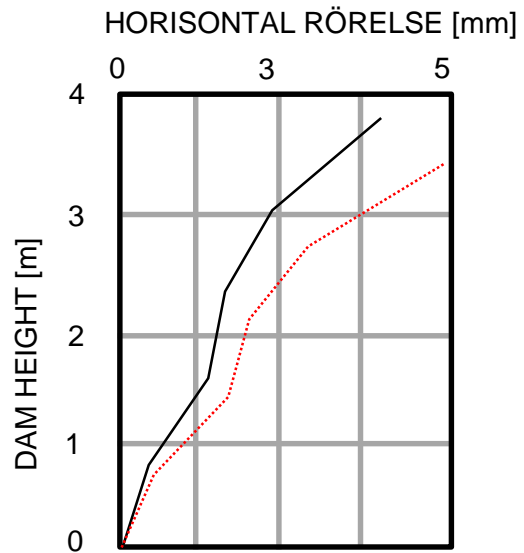
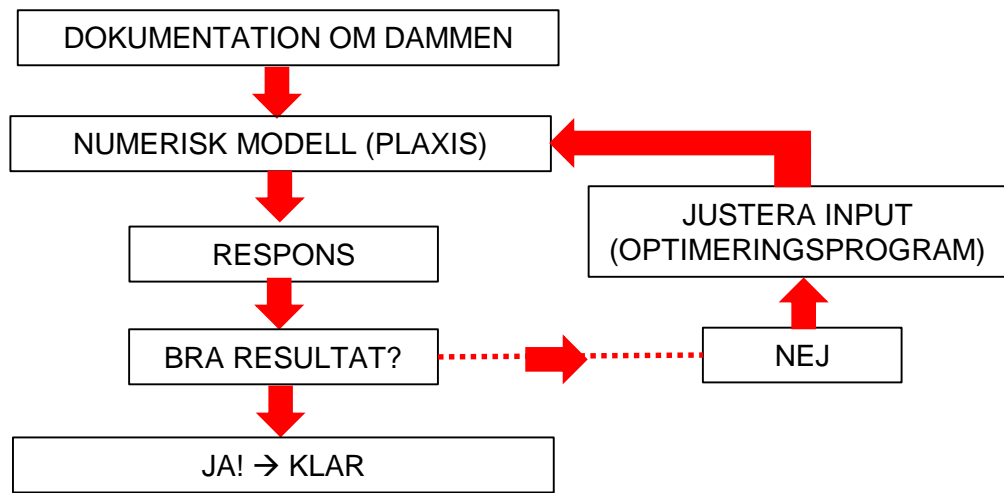
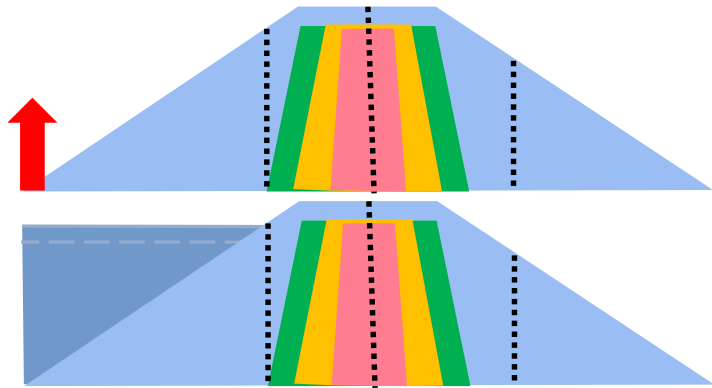
# DIGITAL TVILLING AV TESTDAMMEN?

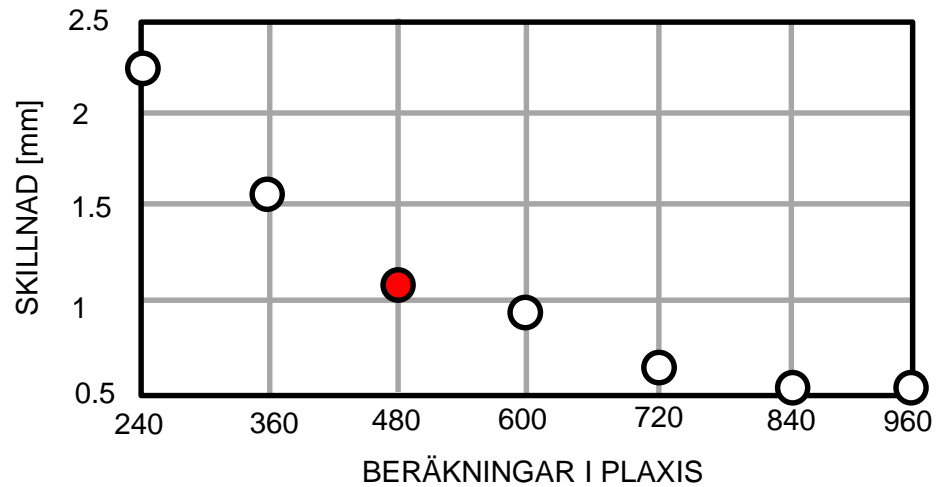
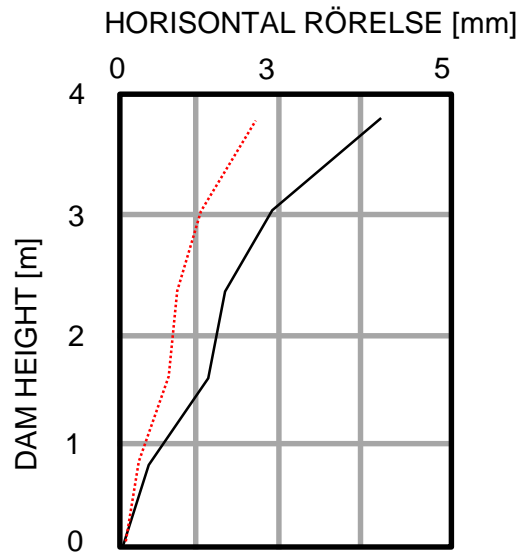
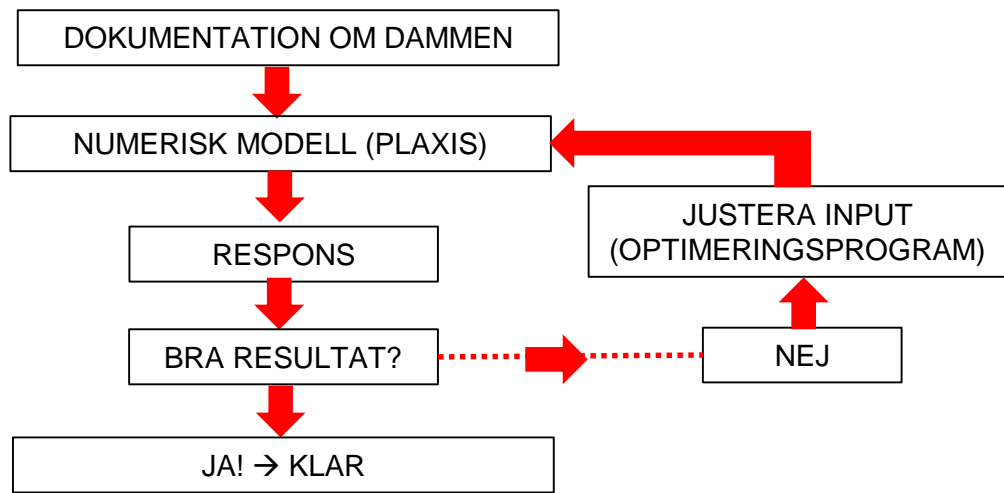
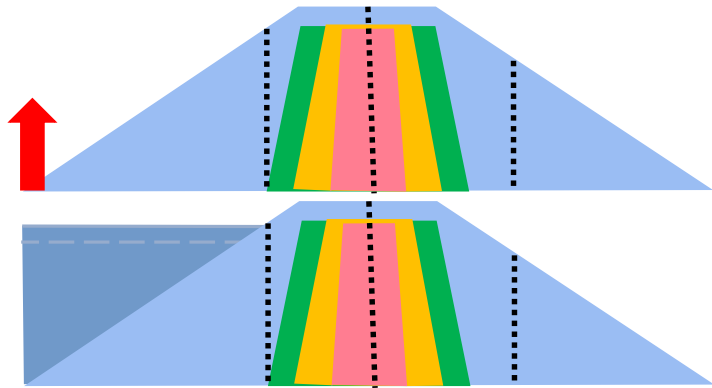
- Digital kopia
- Mätningar
  - Rörelser
  - Portryck
  - Töjningar
- Kalibrera fram värden!
  - Spännings-töjningssamband
  - Interaktion mellan **numerisk modell** och **optimeringsprogram** som anpassar parametrar

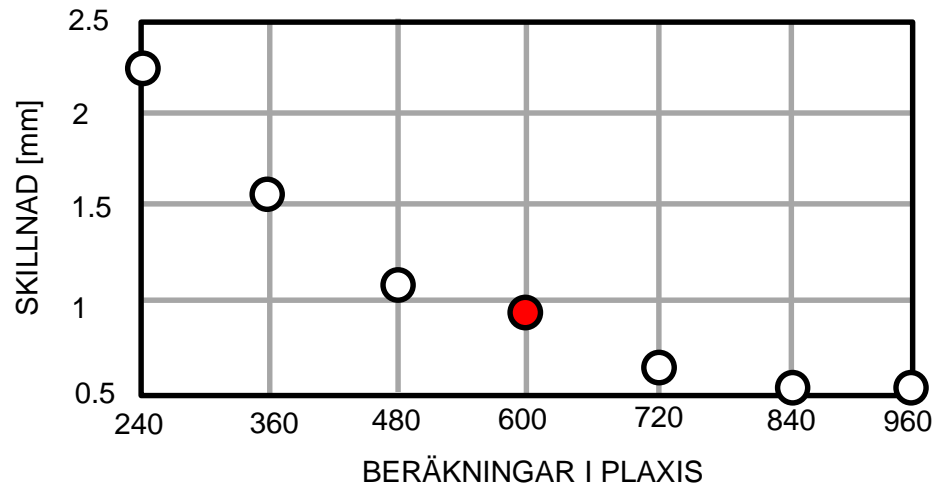
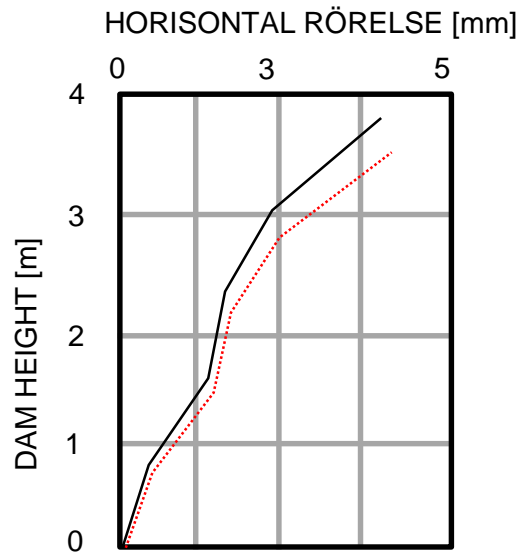
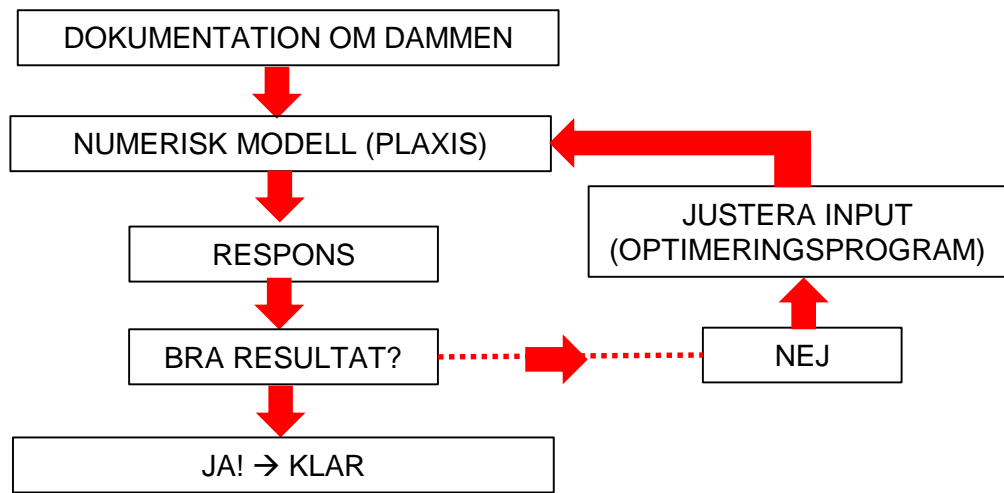
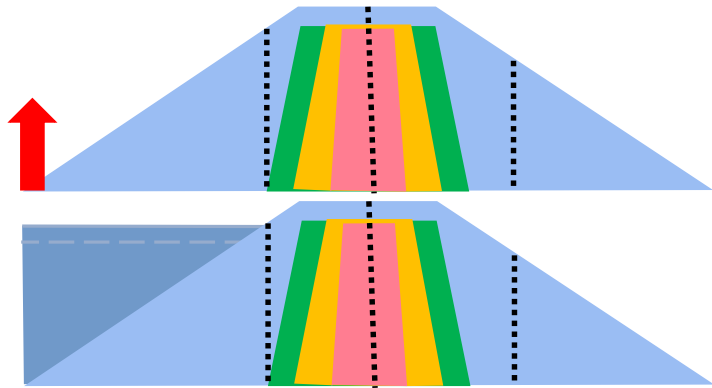


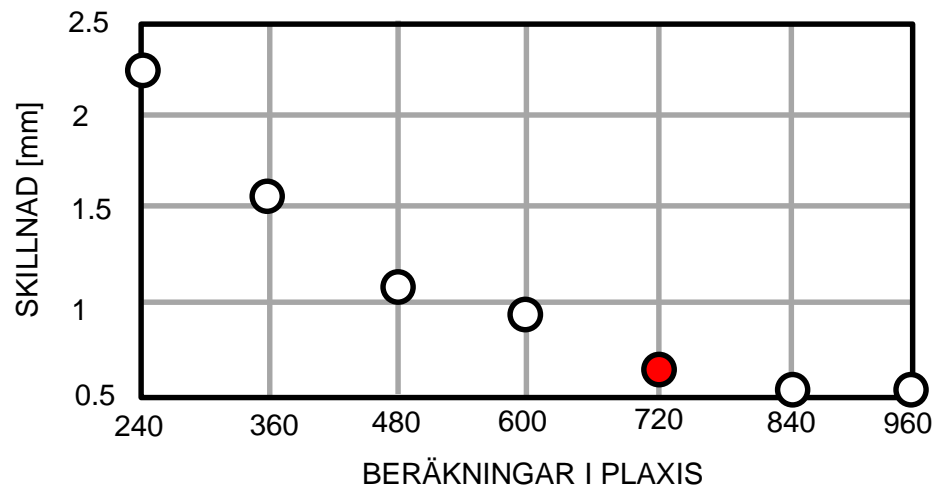
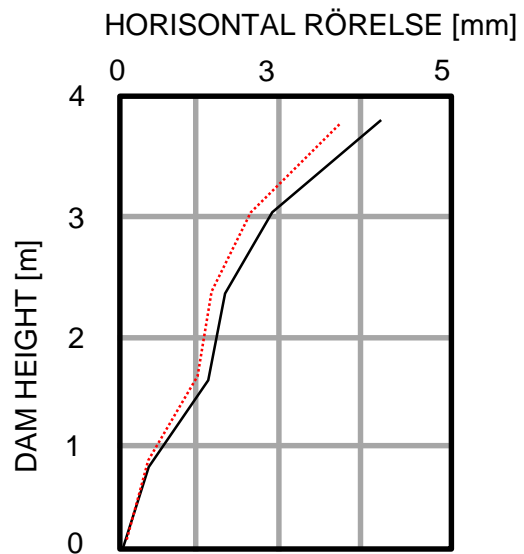
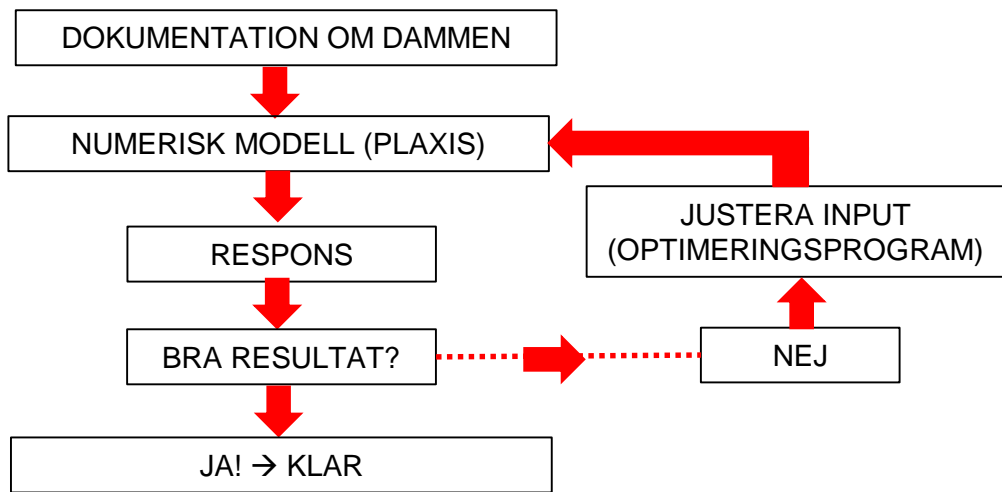
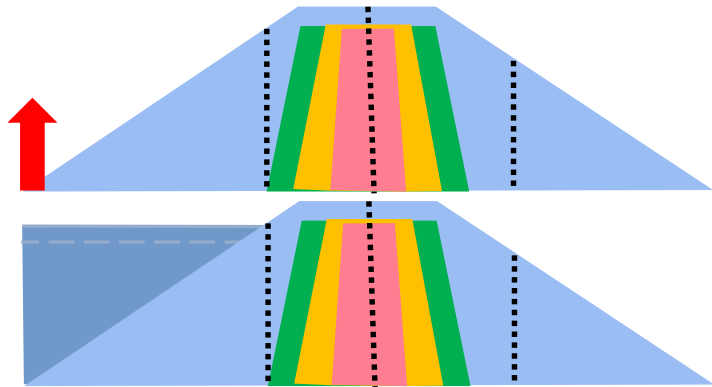




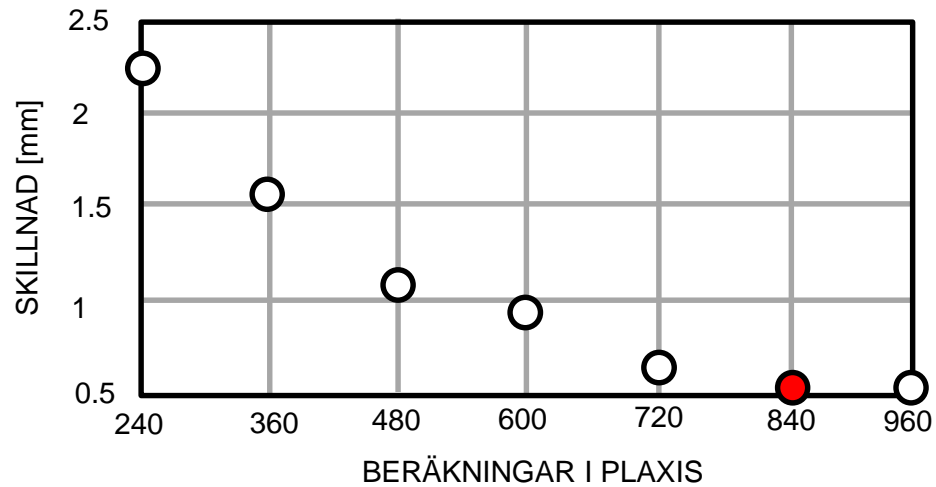
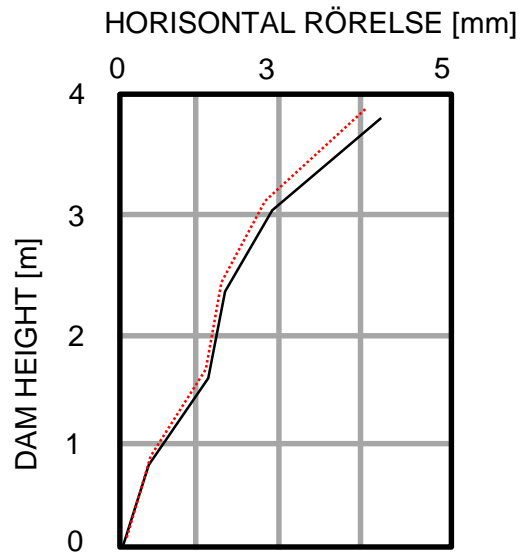
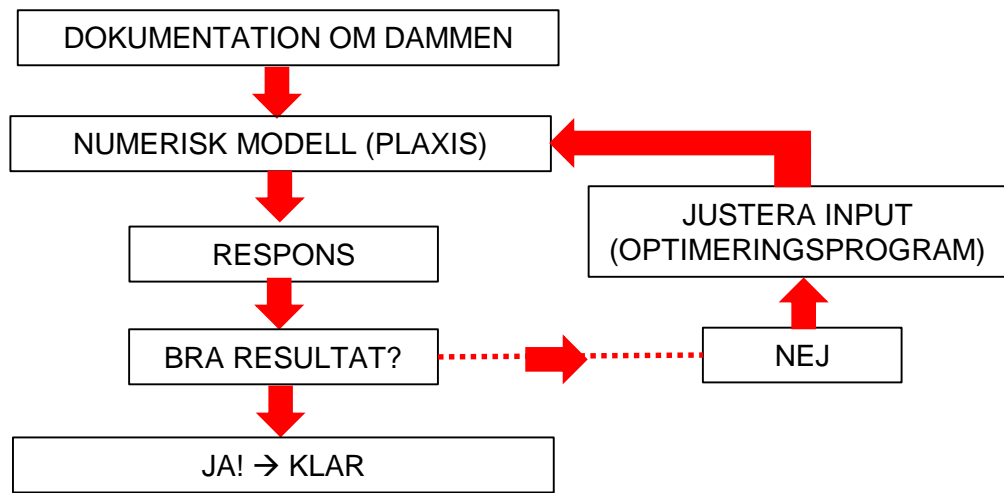
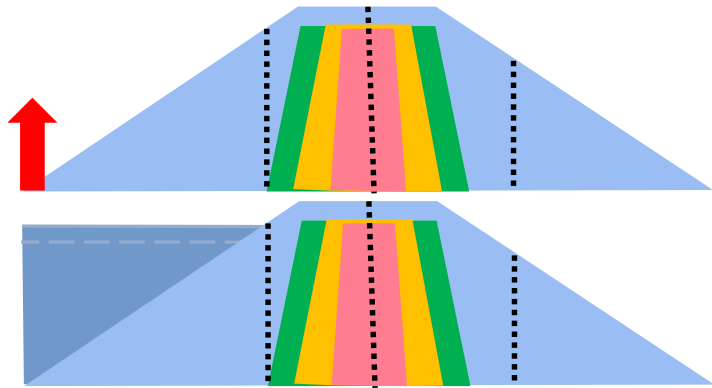


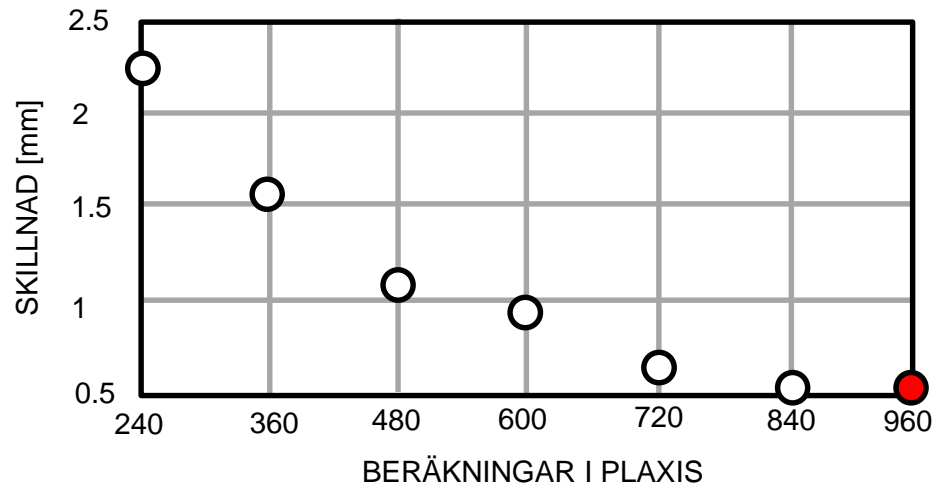
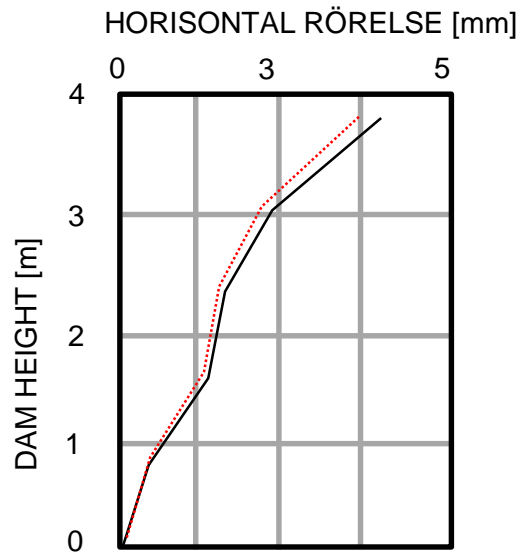
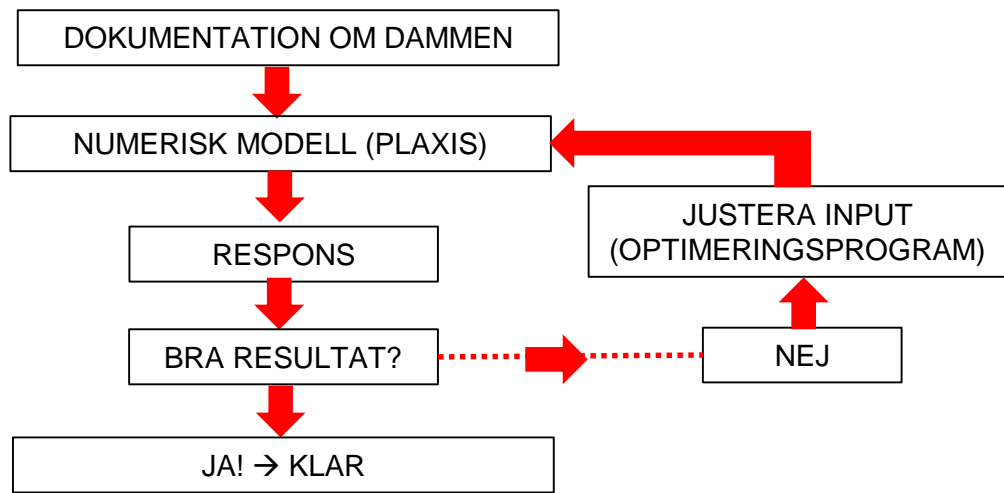
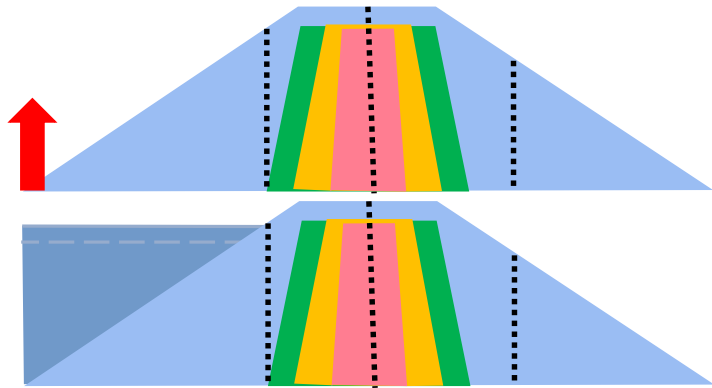






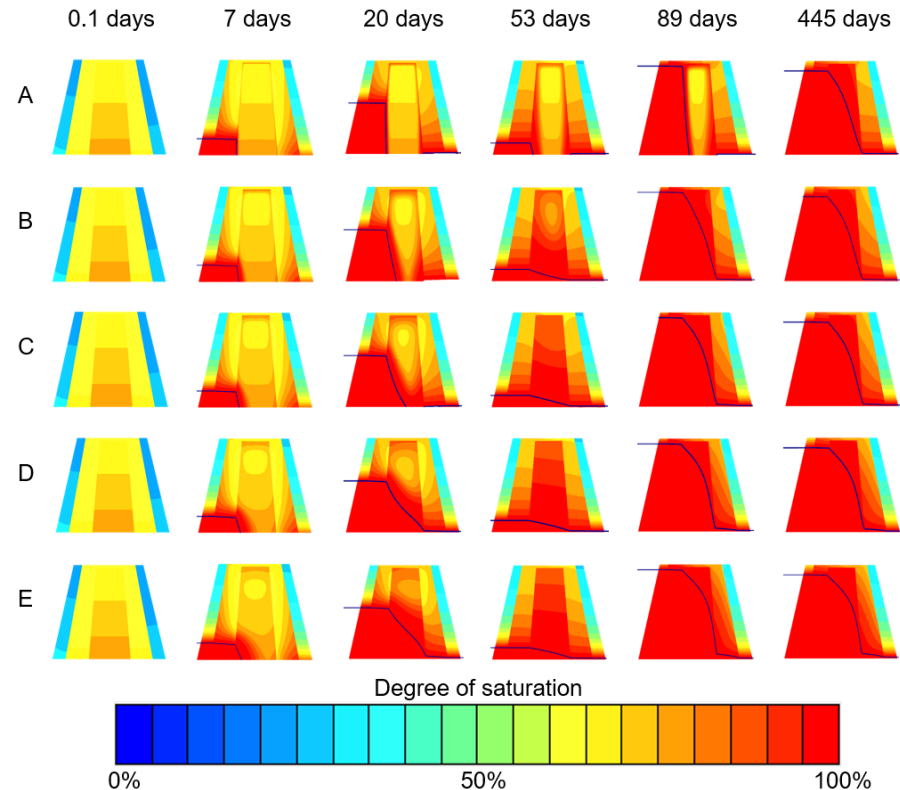






# ANALYS AV BETEENDE & PROGNOSE

- Modellering
  - Vad händer under vattenpåfyllning i dammen?
    - “Fully-coupled”-analys
  - Vad händer fram till juni 2021?
- Portryck
  - Successiv vattenmättad och utveckling av portryck
  - Hänsyn till initial vattenmättnadsgrad
- Deformationer

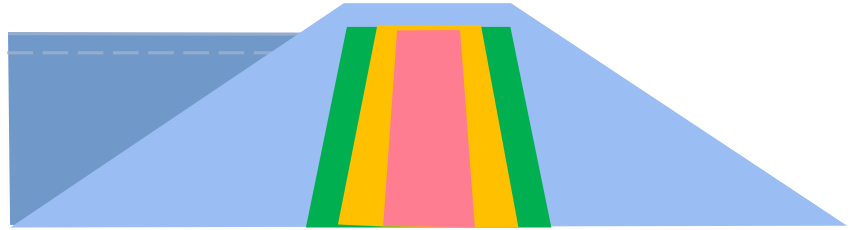




## FORTSÄTTA STUDIER

- Digital tvilling

- Mer in på sökstrategier
- Mer parametrar
- Mer fältdata samtidigt

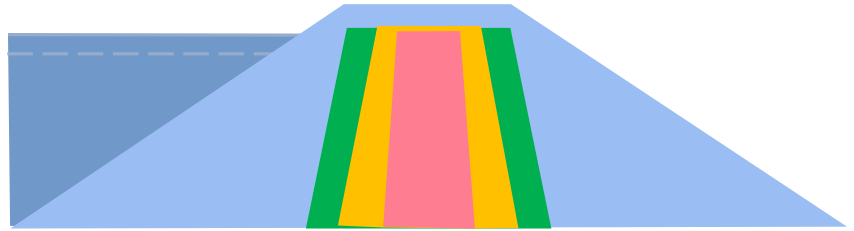


- Optimerade parametrar

- Framtida beteende
- Jämföra med labbresultat
- Förändringar med tiden?

# DIGITALA TVILLINGAR

- Kombinera modellering och mätningar
- Tolkning av mätdata
  - Förändringar
  - Vad händer med tiden?
- Parametrar som saknas eller är osäkra
  - Optimera fram
- Prognoser





**TACK FÖR MIG!**

**L**

**VATTENFALL**

