



SIMULERING AV FYLLNINGSDAMMARS BETEENDE

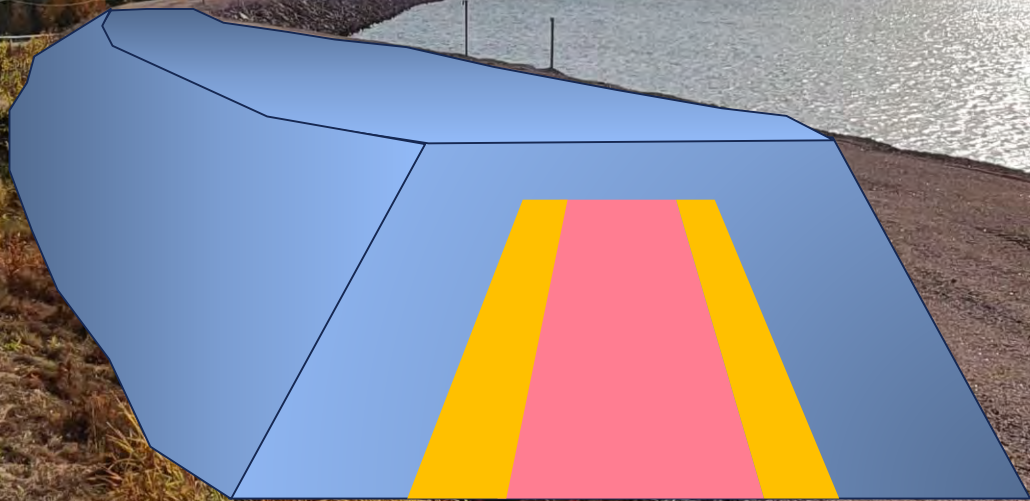
Jasmina Toromanovic
Luleå tekniska universitet

Vattenkraftens FoU-dagar 2020



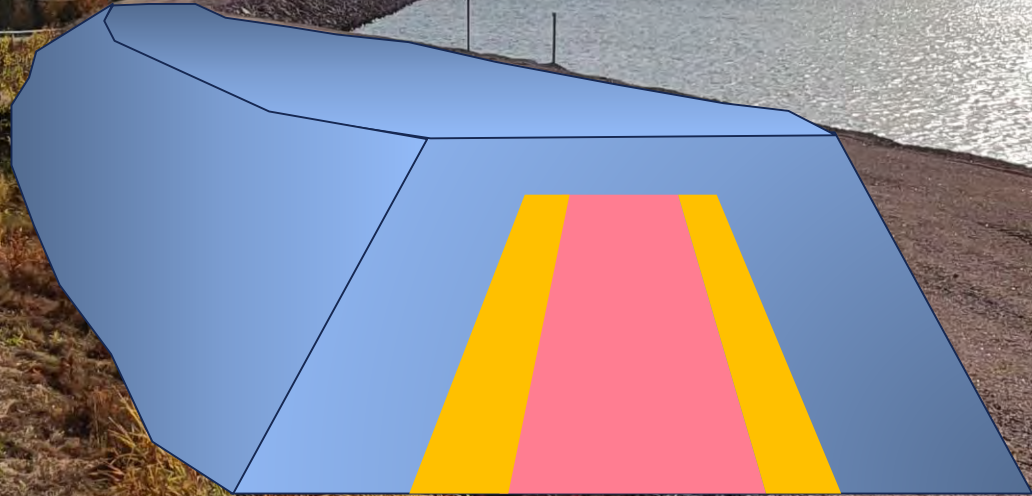
FYLLNINGSDAMMAR

- Vattenkraftsdammar i Sverige
 - Stort antal fyllningsdammar
- Zoner i en fyllningsdamm



FYLLNINGSDAMMAR

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





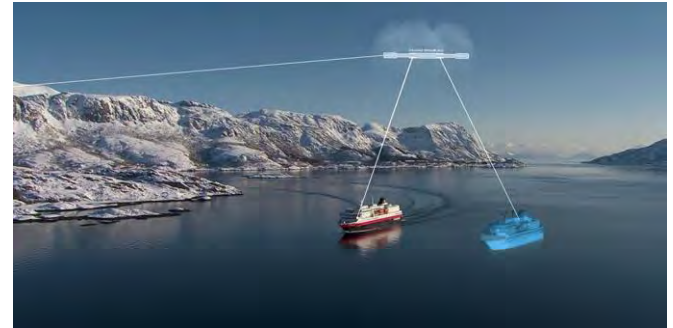
PROGNOSER

- 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

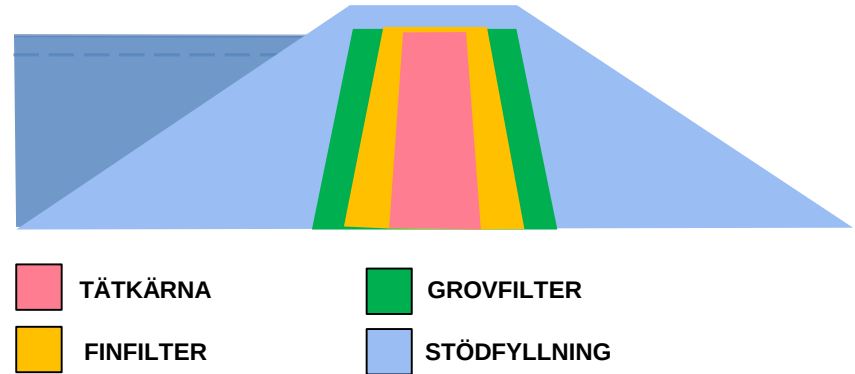
- Varför en testdamm?
 - Detektera inbyggda skador
 - Geofysiska metoder
 - Övervaka mekaniskt beteende över tid
 - Före och efter uppdämning
 - Drift
 - Experiment i en kontrollerad miljö
 - Belastningsfall
 - Dokumentation
 - Bra bas för modellering & prediktioner



TESTDAMM I ÄLVKARLEBY

■ Konventionell fyllningsdamm

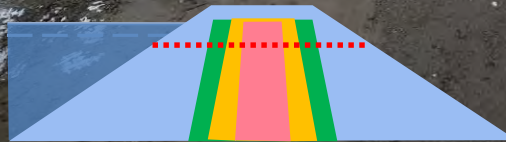
- Mindre skala
 - 4 m x 20 m x 15 m (H x L x B)
- Zoner
 - Tåtkärna (morän)
 - Fintfilter
 - Grovfilter
 - Stödfyllning
- Dimensionering
 - Svenska riktlinjer
 - RIDAS





BYGGANDE

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





**STÖD-
FYLLNING**

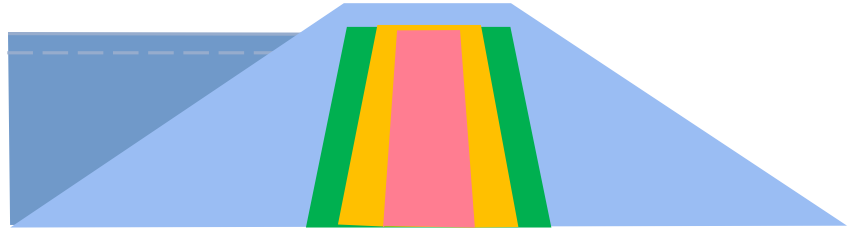
**GROV-
FILTER**

**FIN-
FILTER**

**TÄTKÄRNA
(MORÄN)**

INSTRUMENTERING

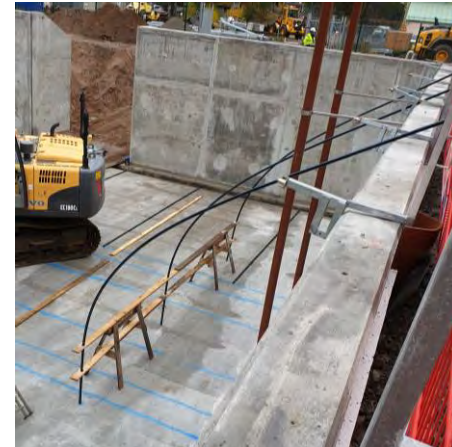
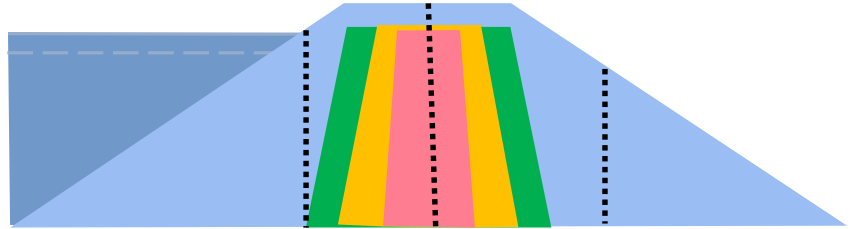
- En sektion
 - All geoteknisk instrumentering samlad
 - Mätningar
 - Rörelser
 - Portryck
 - Töjning





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

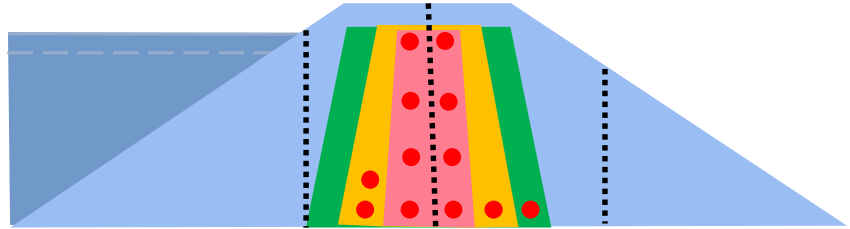
NEDSTRÖMS

UPPSTRÖM

INSTRUMENTERING

■ Portryck

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

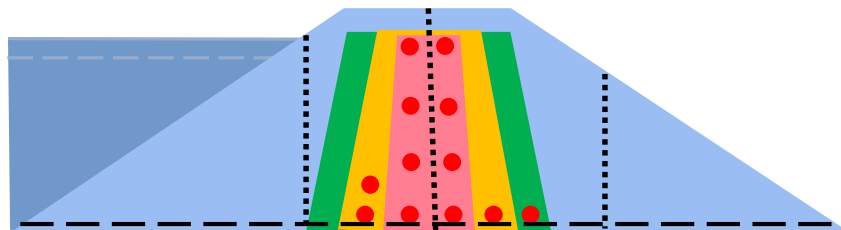






INSTRUMENTERING

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







**SKYDDA
KABLARNA**

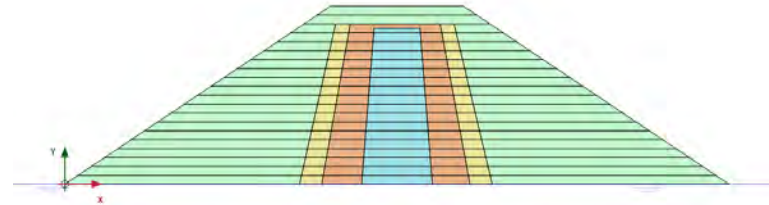


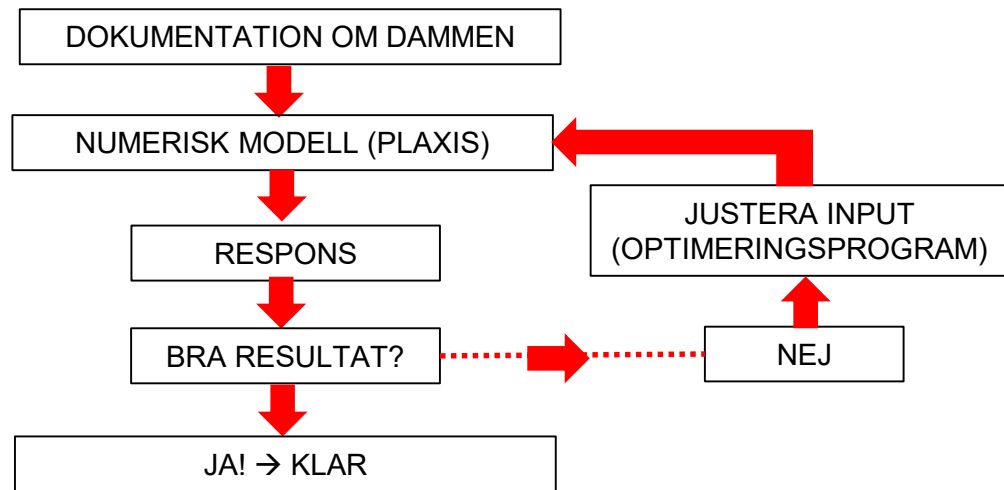
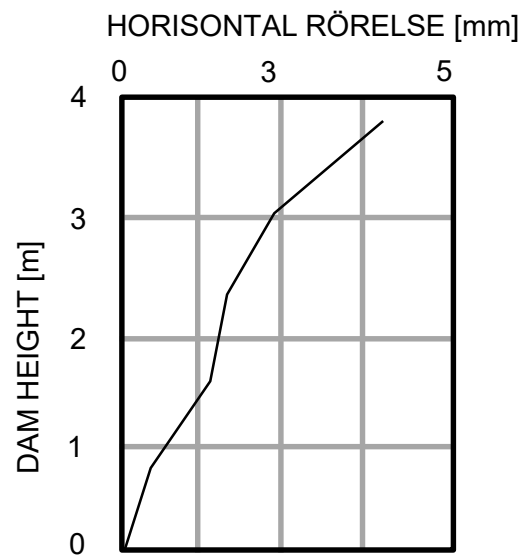
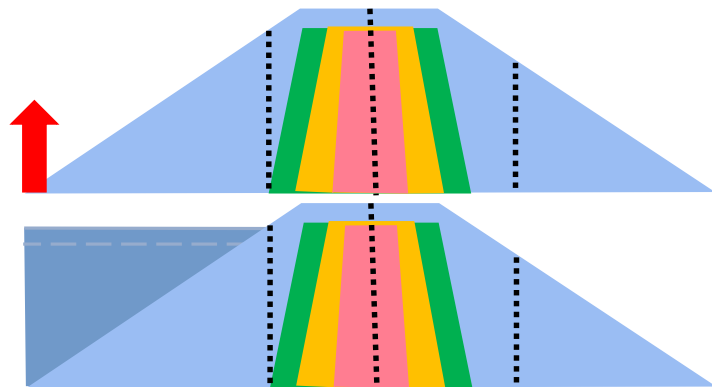
BENTONIT

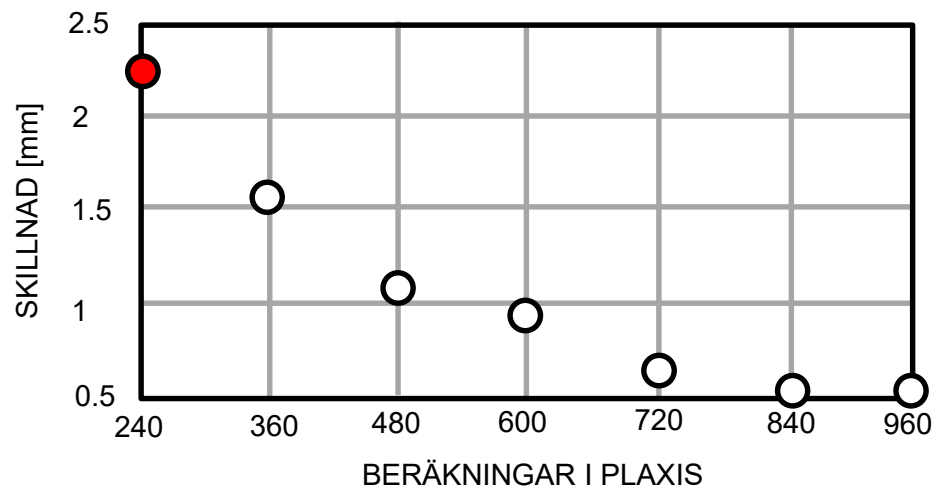
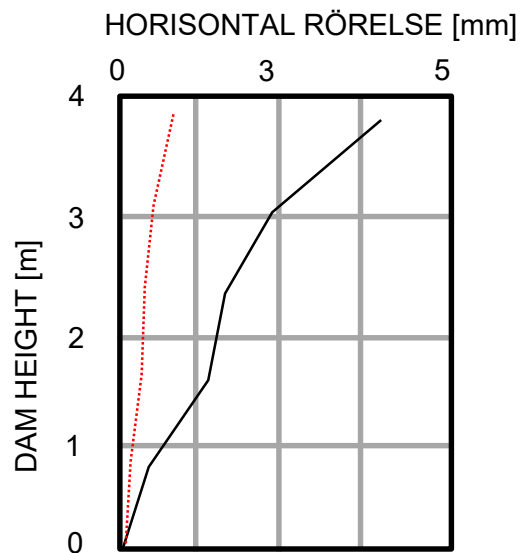
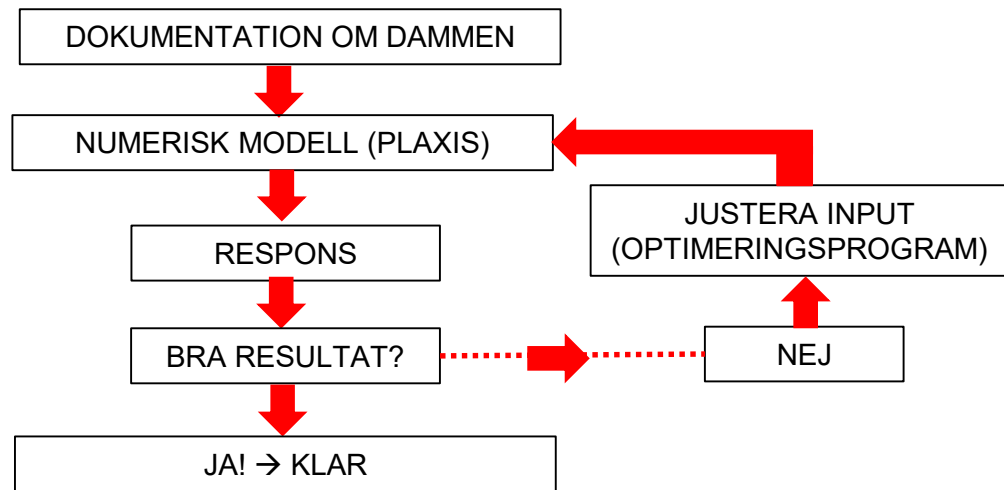
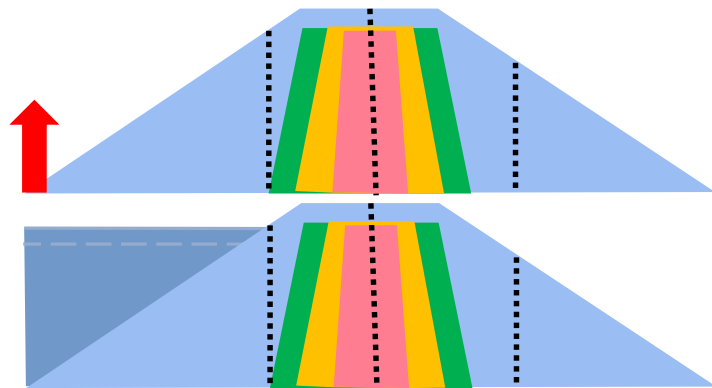


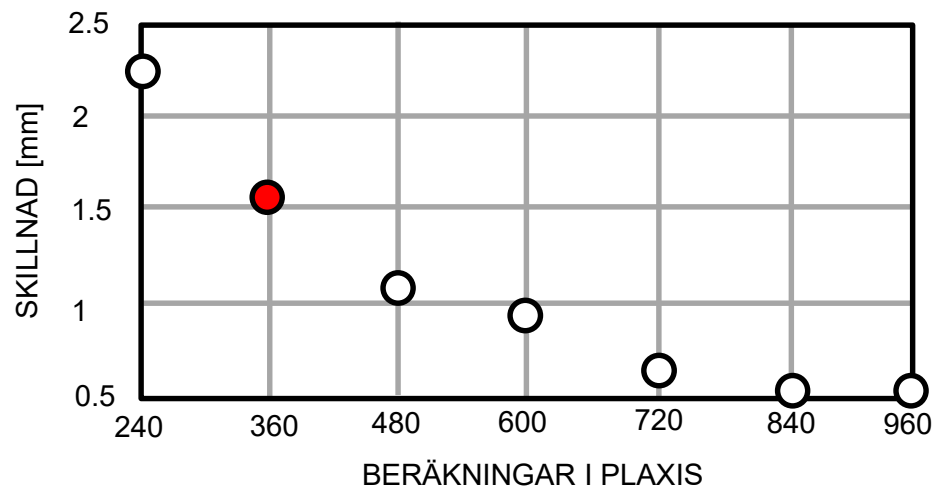
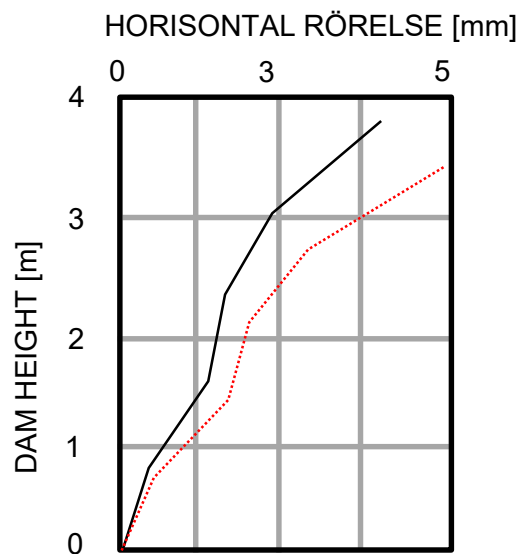
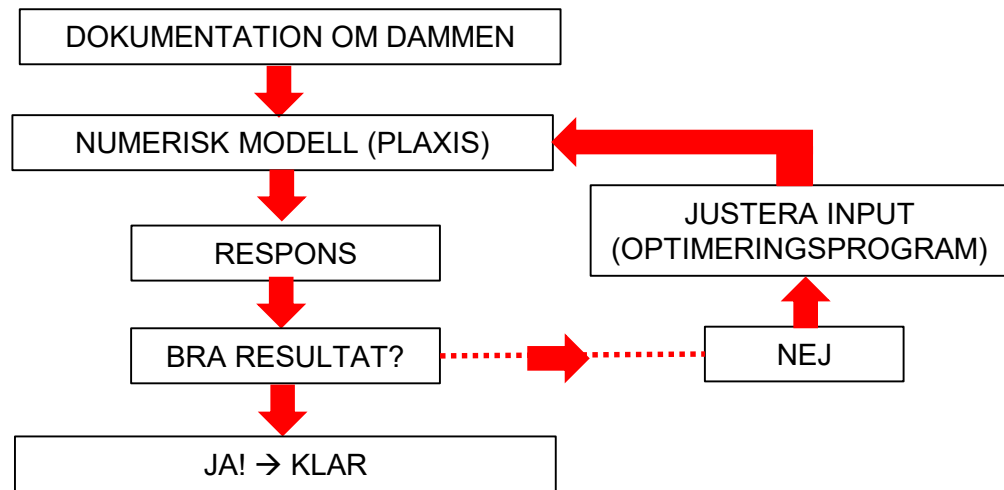
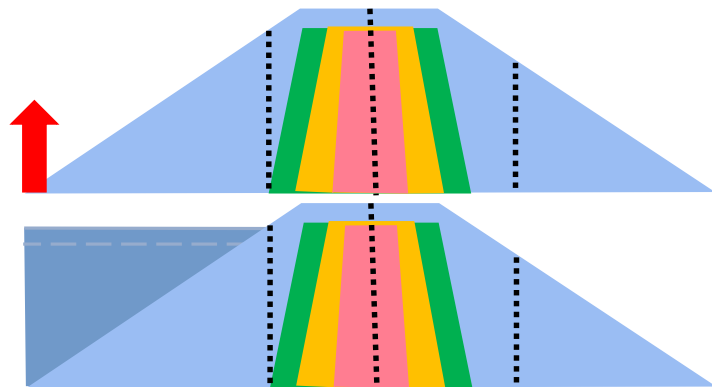
DIGITAL TVILLING AV TESTDAMMEN?

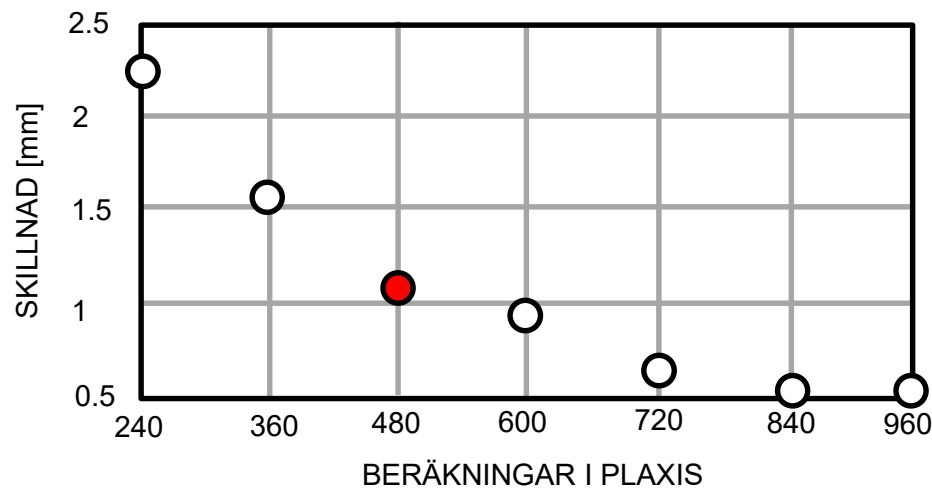
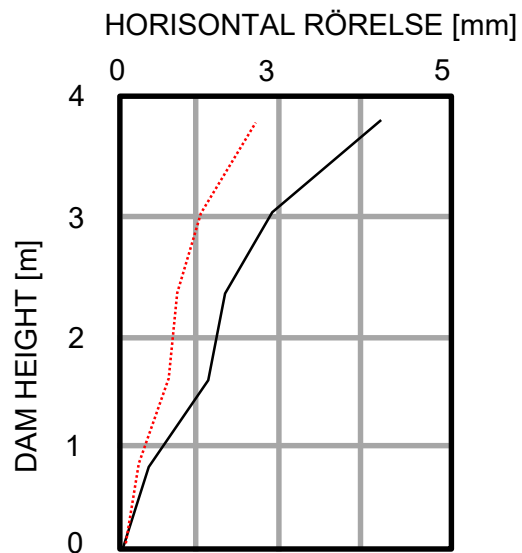
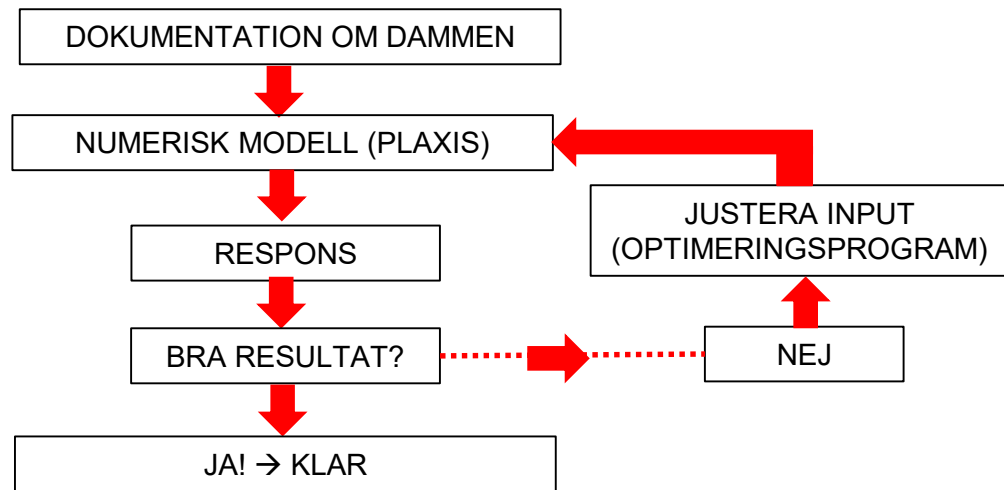
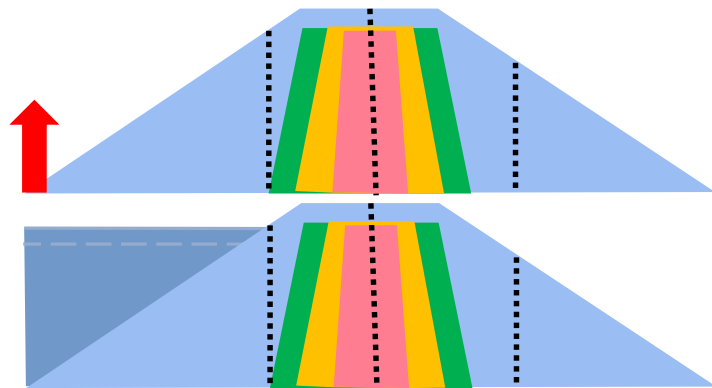
- Digital kopia
- Mätningar
 - Rörelser
 - Portryck
 - Töjningar
- Kalibrera fram värden!
 - Spännings-töjningssamband
 - Interaktion mellan **numerisk modell** och **optimeringsprogram** som anpassar parametrar

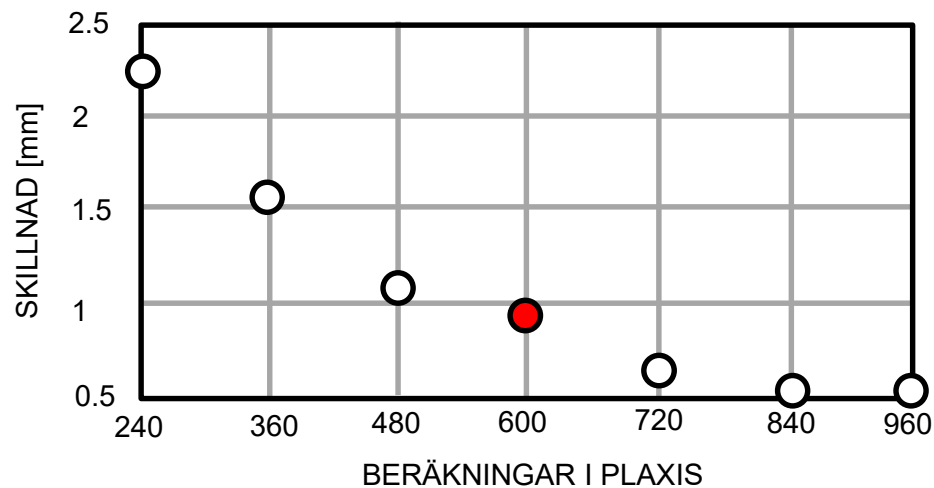
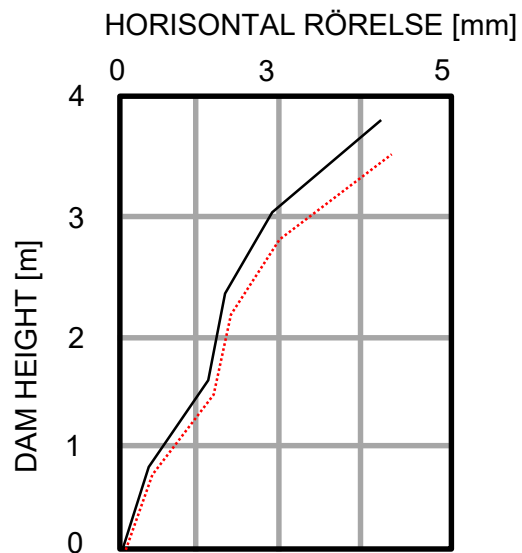
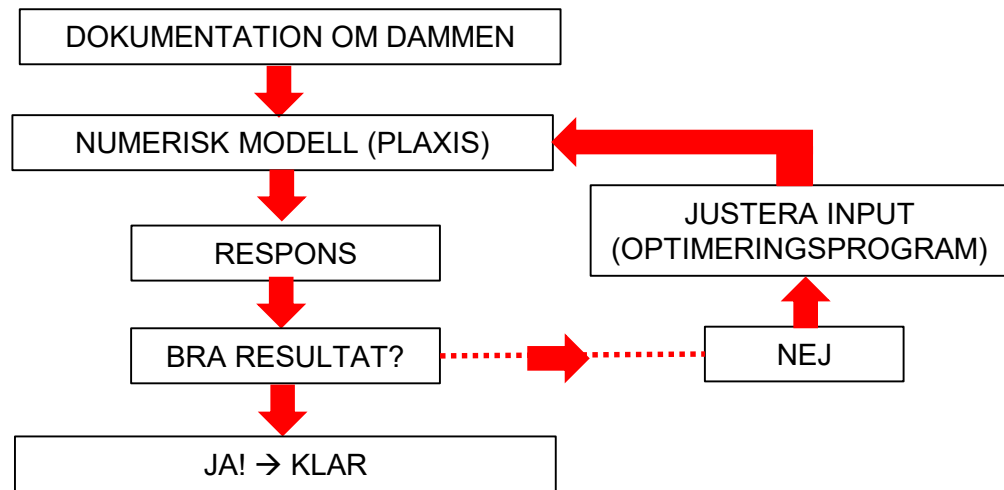
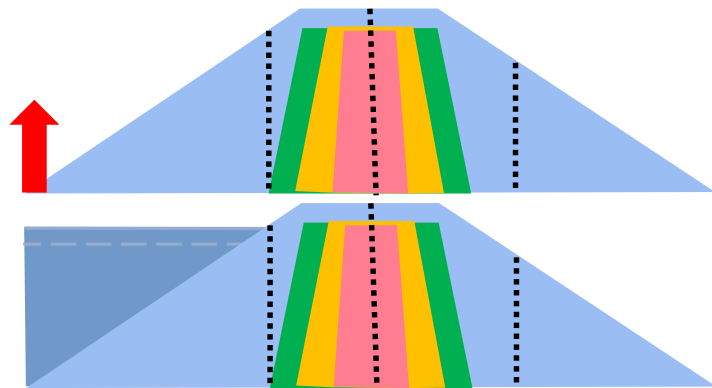


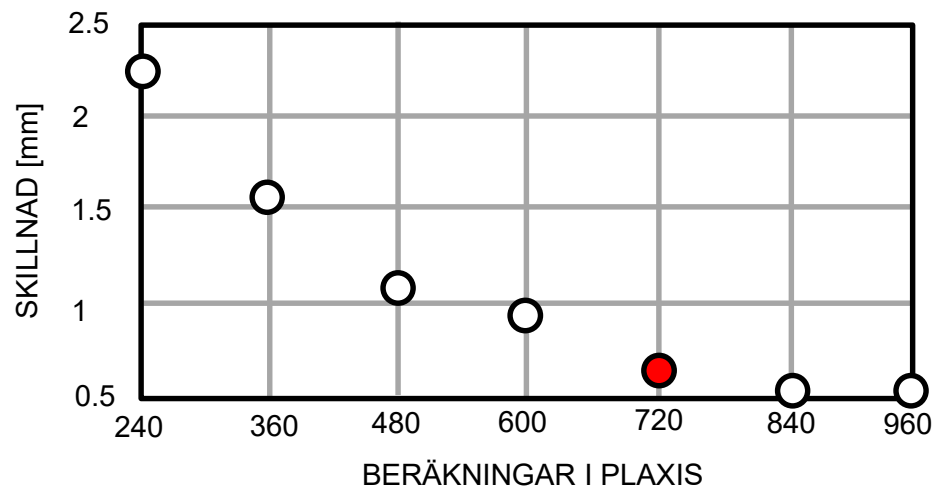
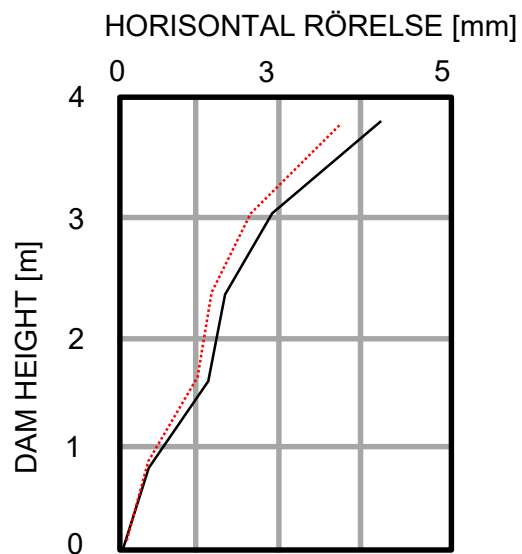
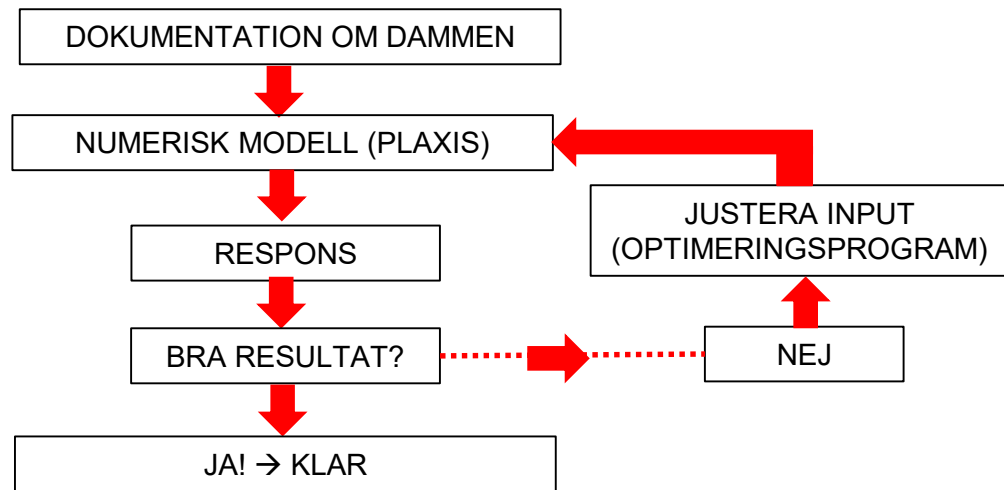
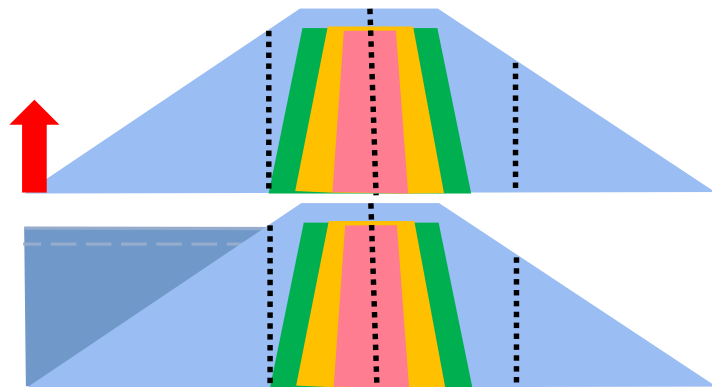


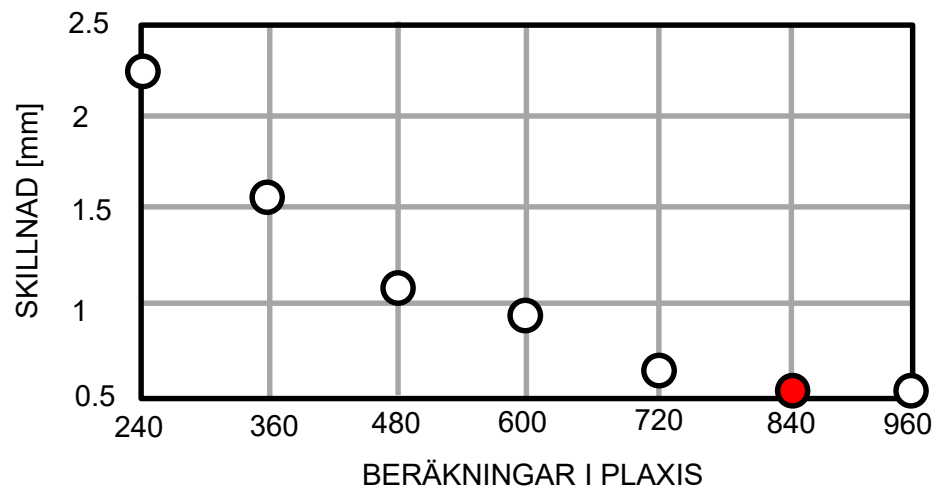
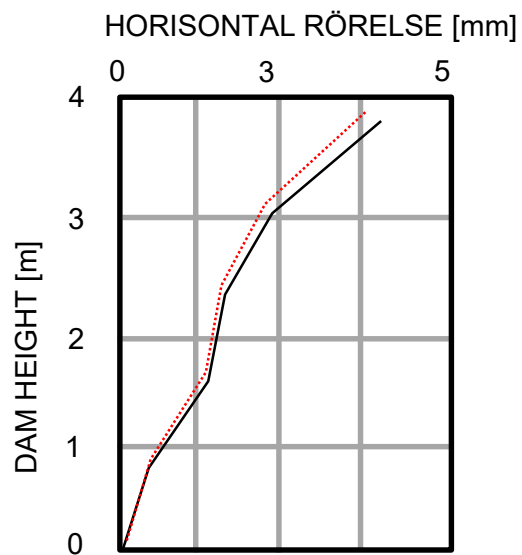
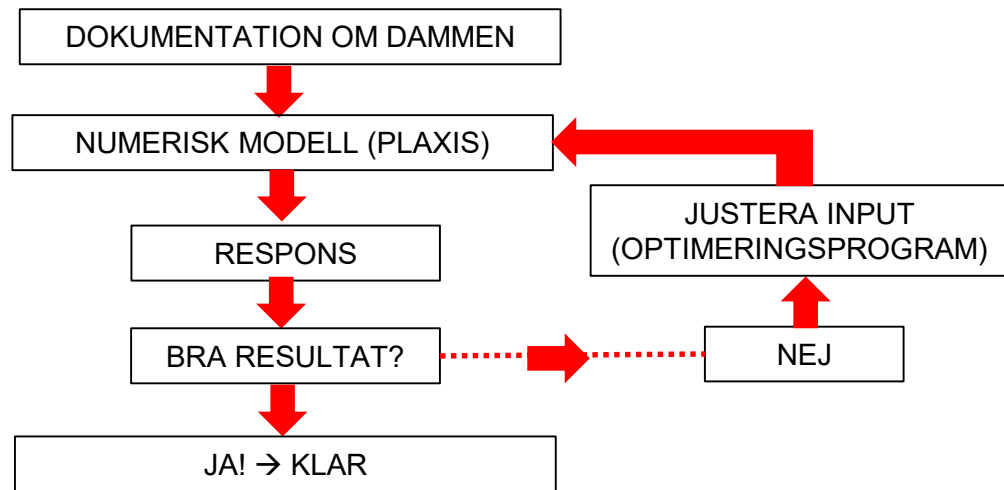
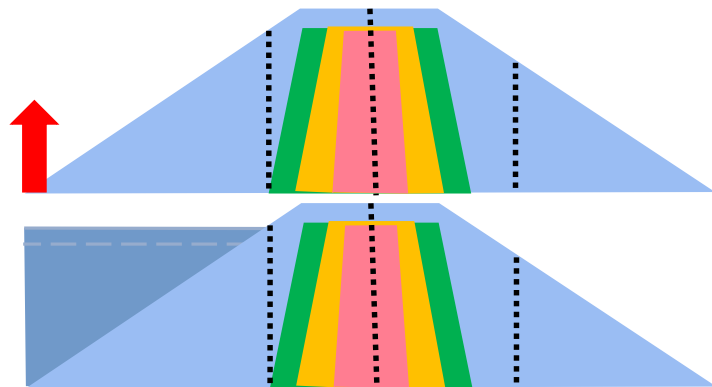


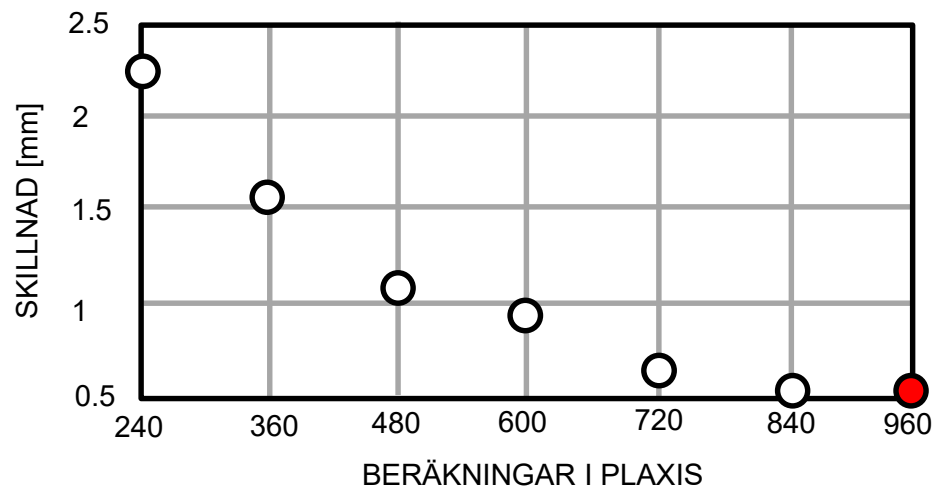
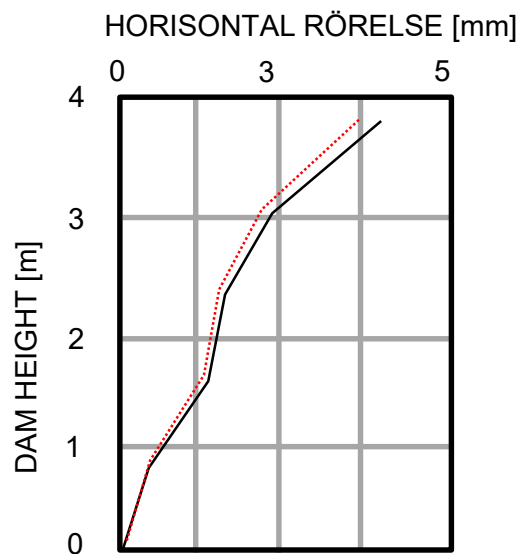
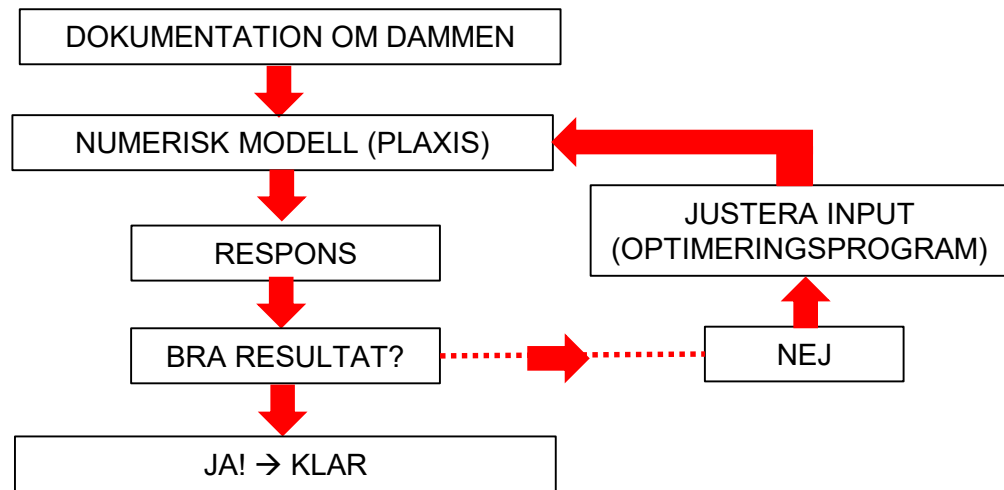
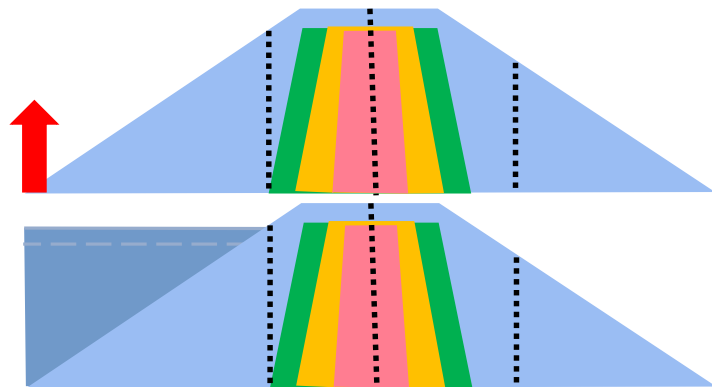








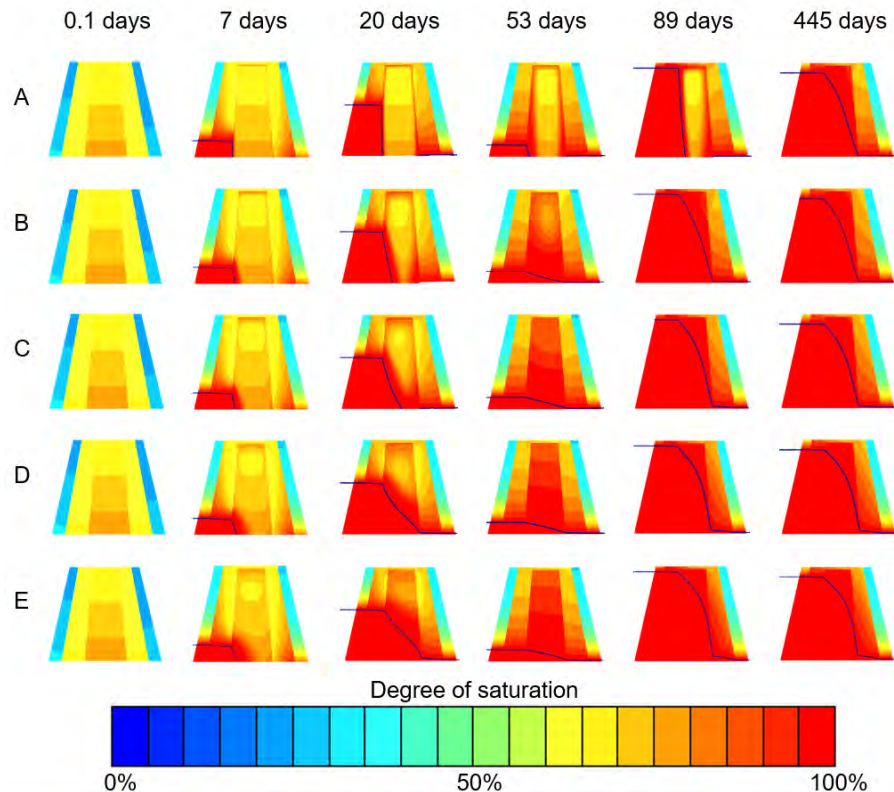






ANALYS AV BETEENDE & PROGNOSE

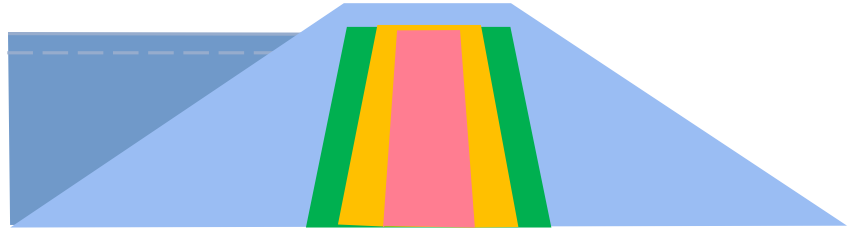
- **Modellering**
 - Vad händer under vattenpåfyllning i dammen?
 - “Fully-coupled”-analys
 - Vad händer fram till juni 2021?
- **Portryck**
 - Successiv vattenmättad och utveckling av portryck
 - Hänsyn till initial vattenmättnadsgrad
- **Deformationer**



FORTSATTA STUDIER

- Digital tvilling

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

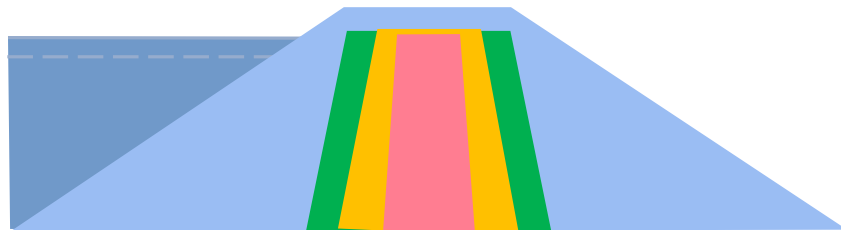


- Optimerade parametrar

- 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

SVC