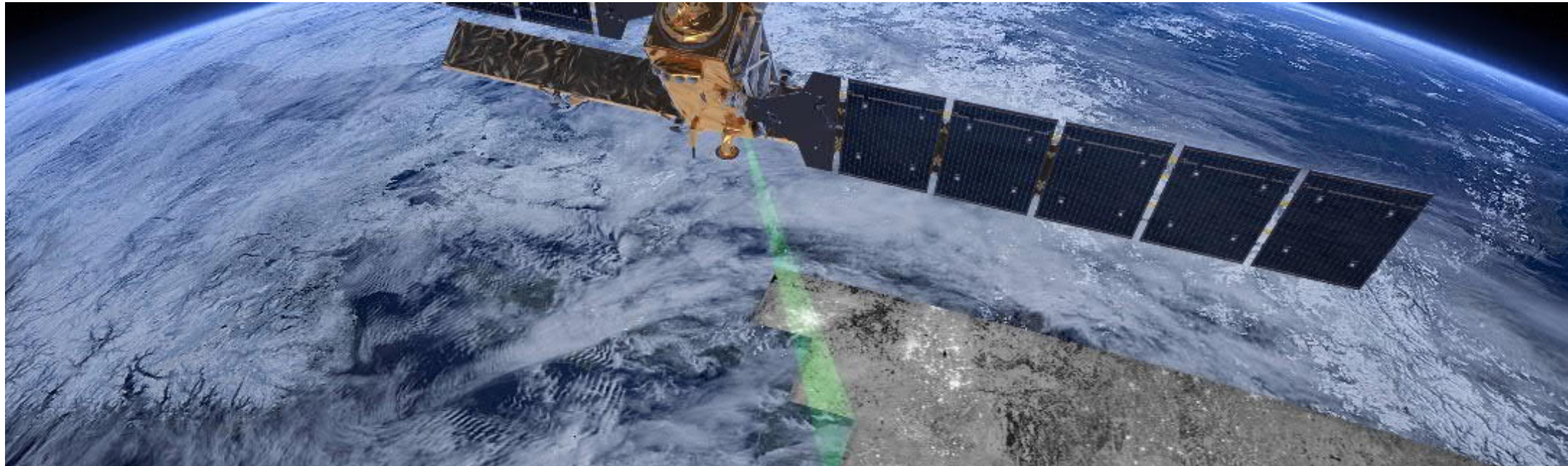


Norconsult 

# Från väg till damm – Överordnad infrastrukturövervakning genom InSAR

Frank Guldstrand & Øyvind Lier | [frank.guldstrand@norconsult.com](mailto:frank.guldstrand@norconsult.com) & [oyvind.lier@norconsult.com](mailto:oyvind.lier@norconsult.com)



# InSAR inom Dammsäkerhet

- Dammar står för 40% av Sveriges energiproduktion
- Stora och spridda anläggningar
- Ibland långt från närmsta SWEPOS-station
- Hur ska man planera FDU?



Fyllningsdamm

Foto: Øyvind Lier

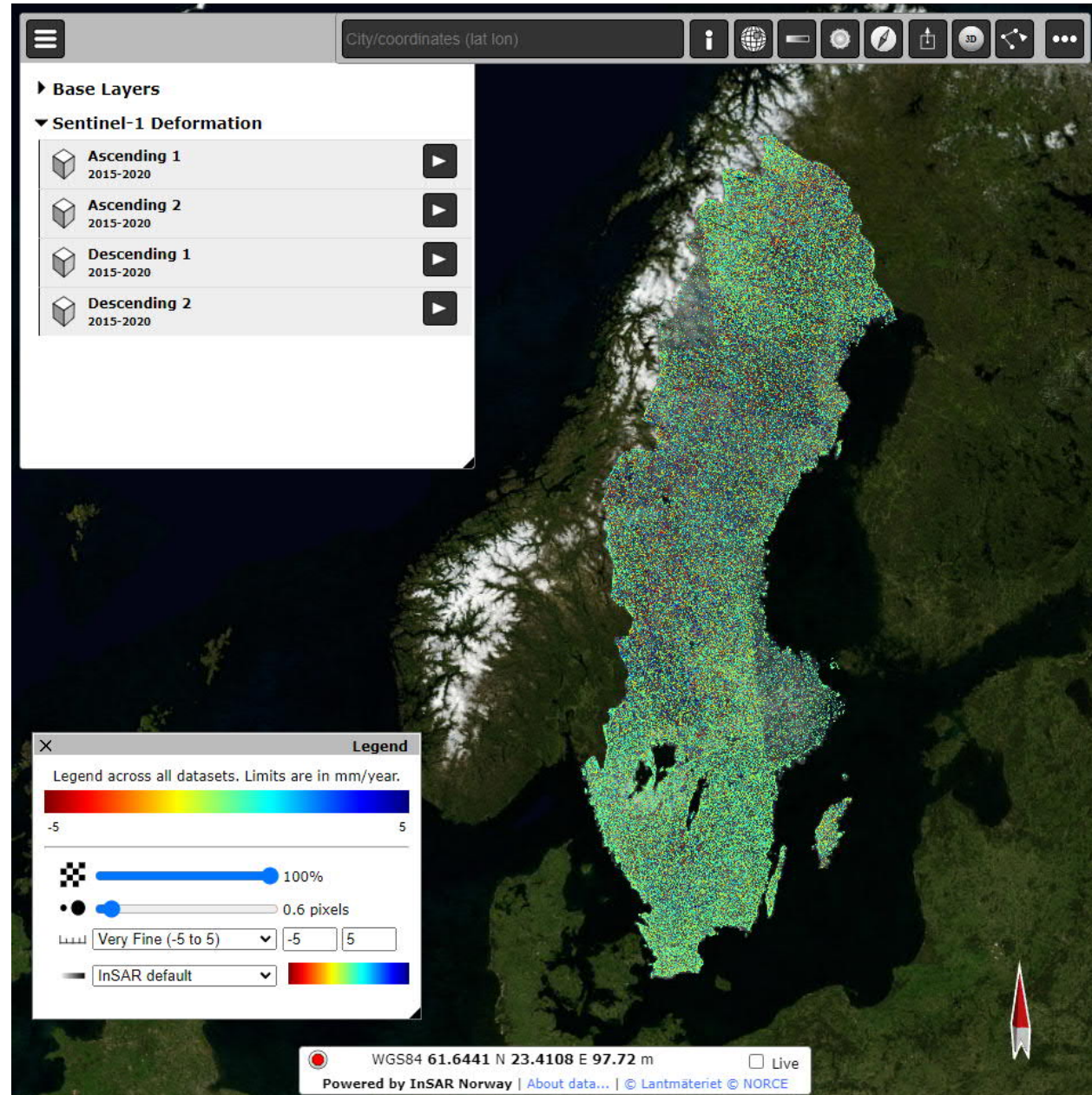


# Projektöversikt och syfte

Genom Norconsult erfarenhet av InSAR inom dammsäkerhetsarbete hoppas vi

- Utvärdera den rikstäckande InSAR-tjänsten för användande inom dammsäkerhetsarbete
- Överföra lärdomar från dammsäkerhet till ett urval av Trafikverkets objekt.

► 2022-04-25 |



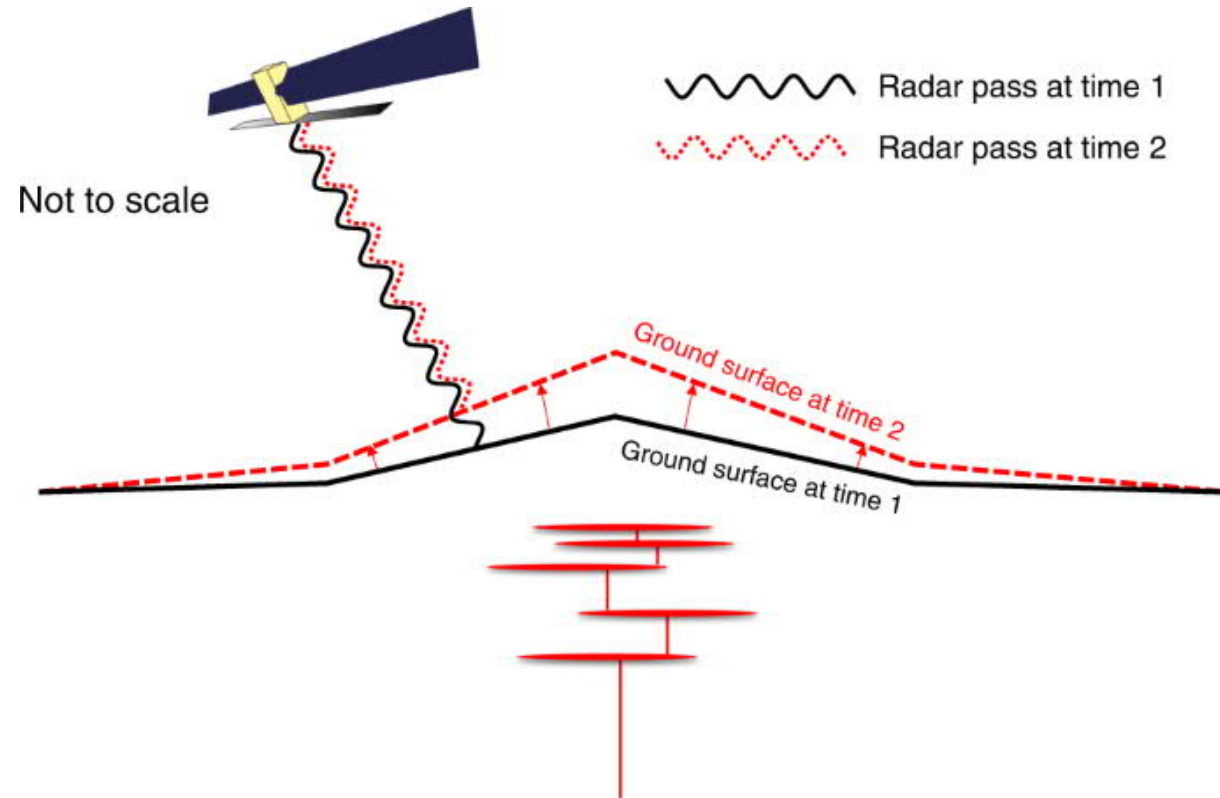
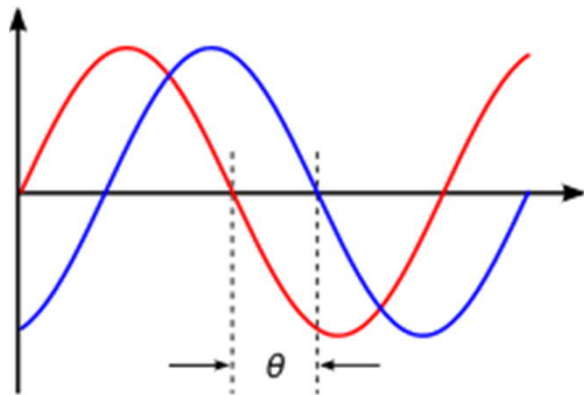
# Teori: Vad är SAR och InSAR?

Aktiv teknik

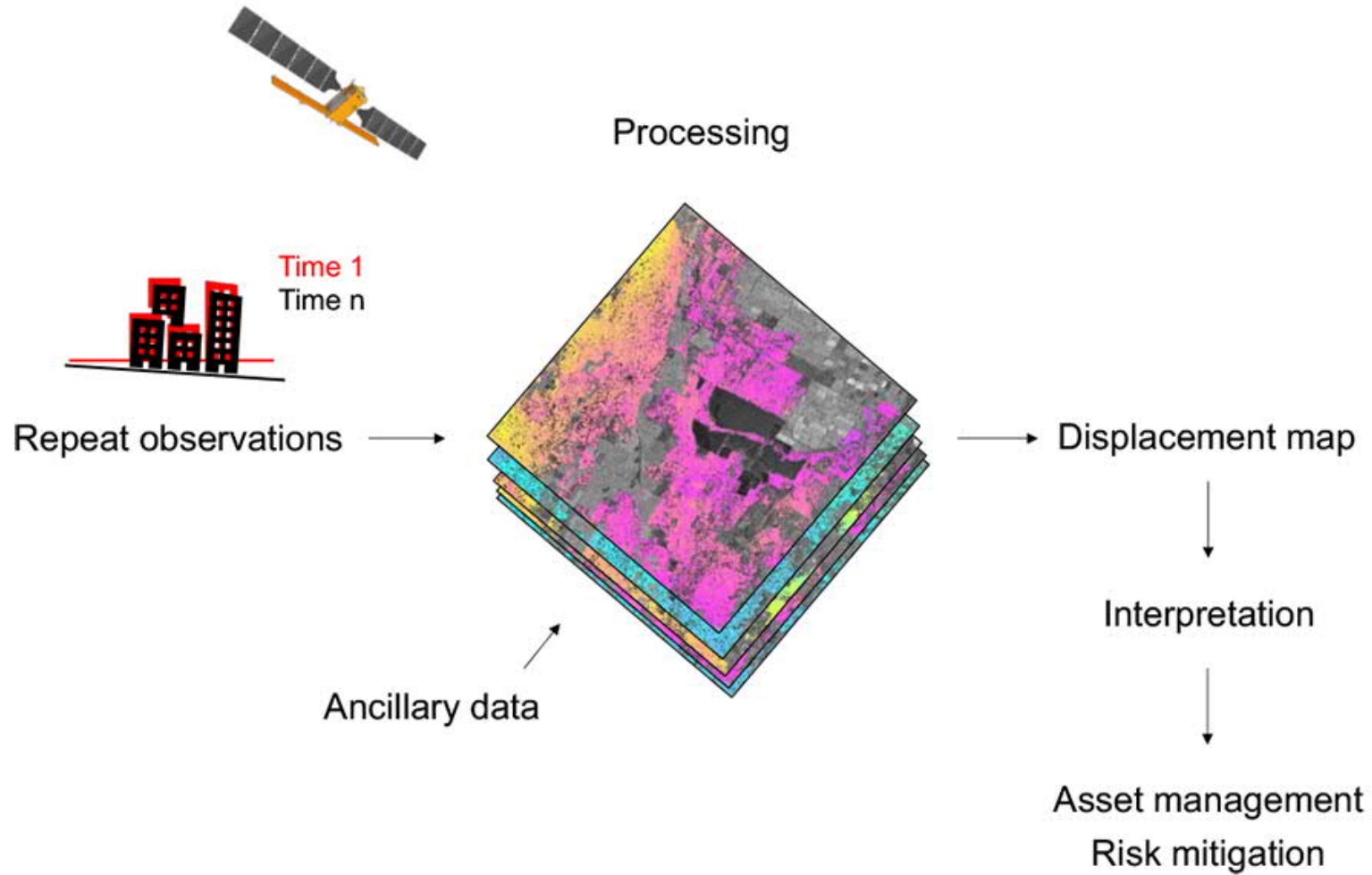
SAR - Synthetic Aperture Radar

InSAR - Differential Interferometric SAR

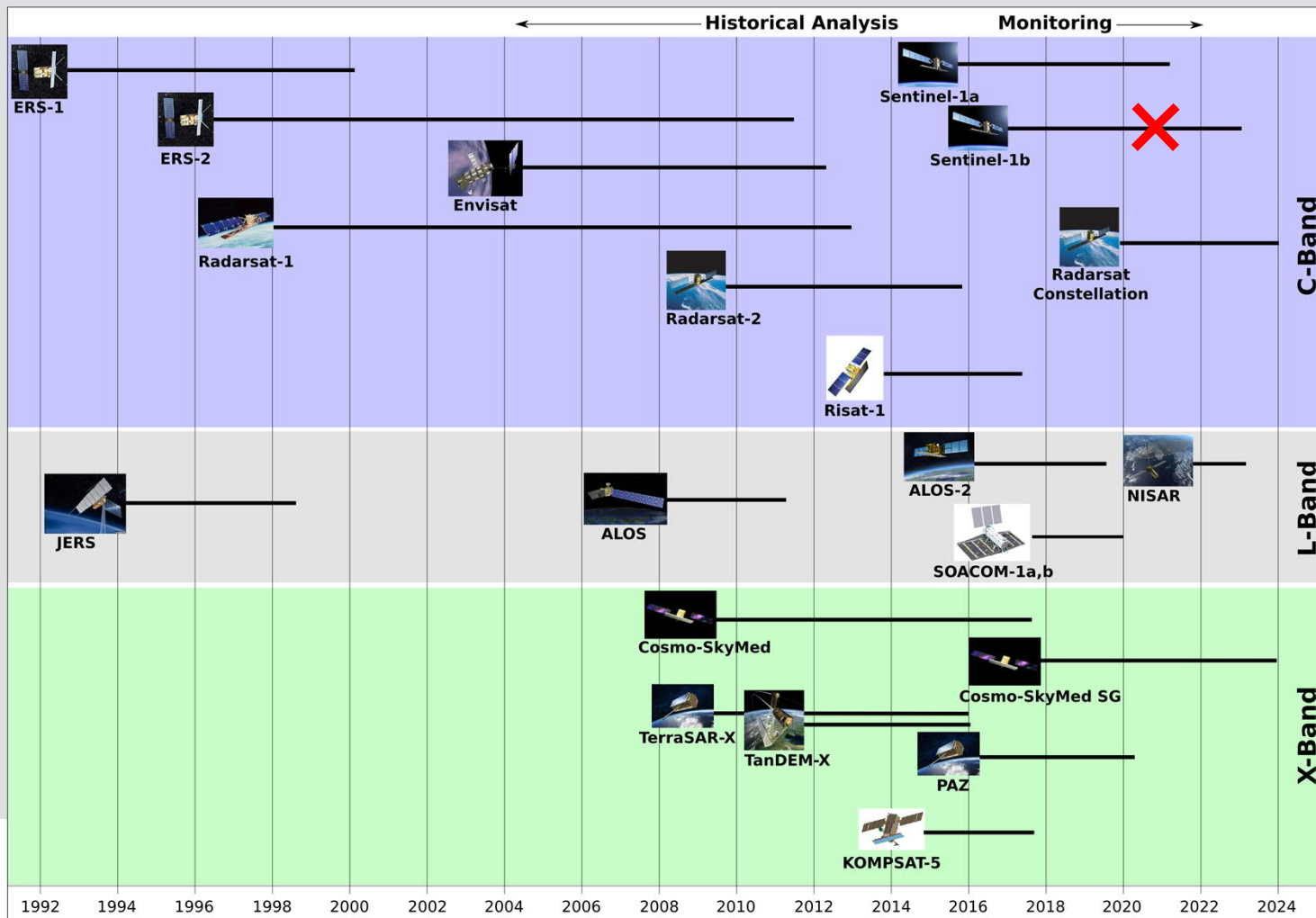
1. Kombinerar radarbilder
2. Noggrannhet genom fasförskjutning



# InSAR-analys idag - PSI



# Historisk analys vs Övervakning

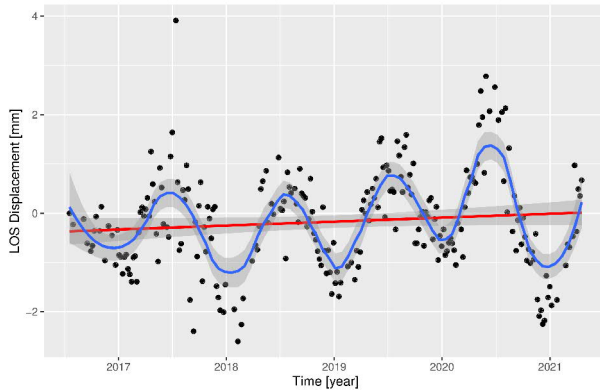




# Begränsningar

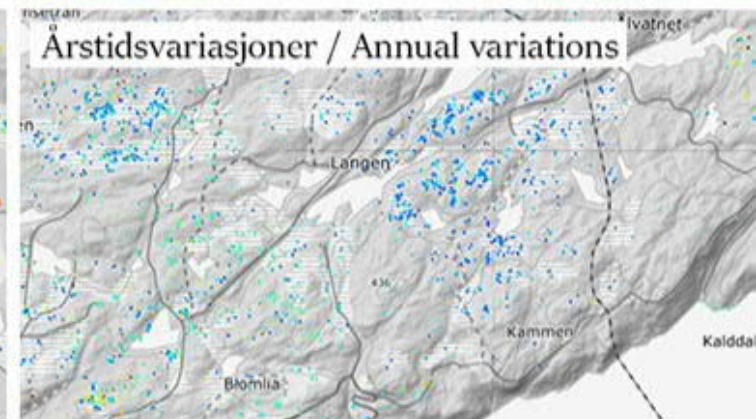
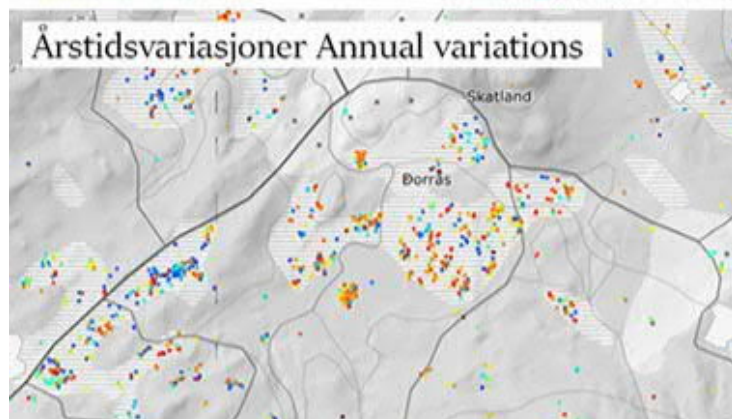
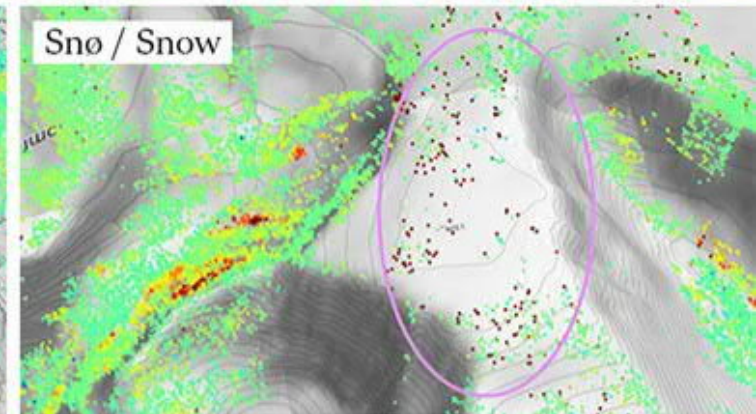
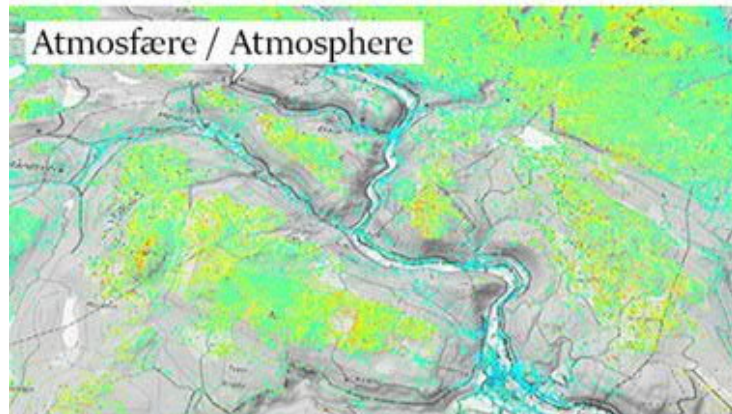
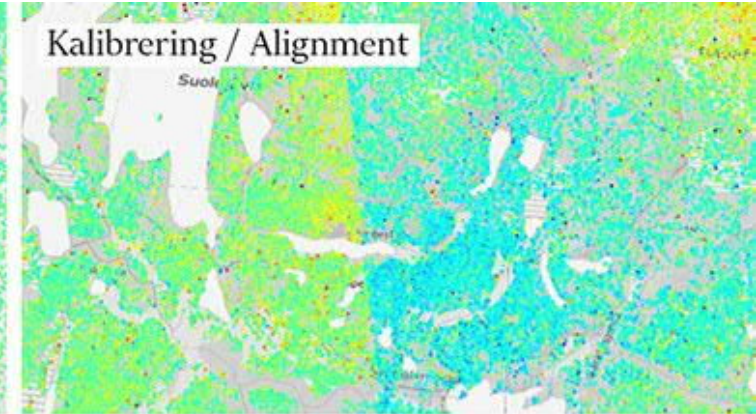
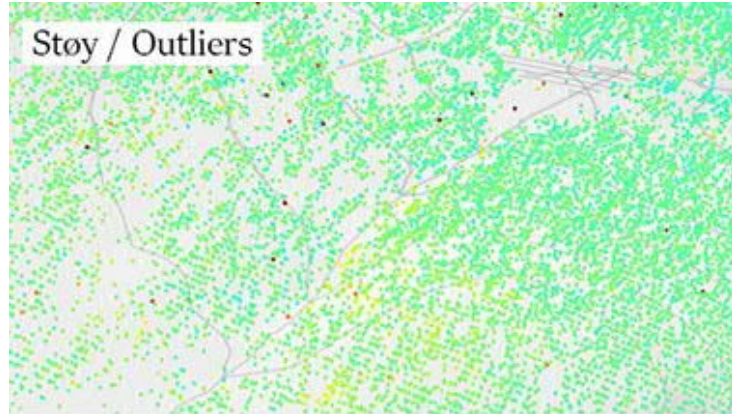
- ▶ Brus/ kalibrering / atmosfär vegetation / snö
- ▶ Årstidsvariasjoner grundvatten temperatur

Satellite = sent1\_asc\_2021\_SBAS\_2  
AdjR2 = 0.00704 Slope = 0.1mm/yr



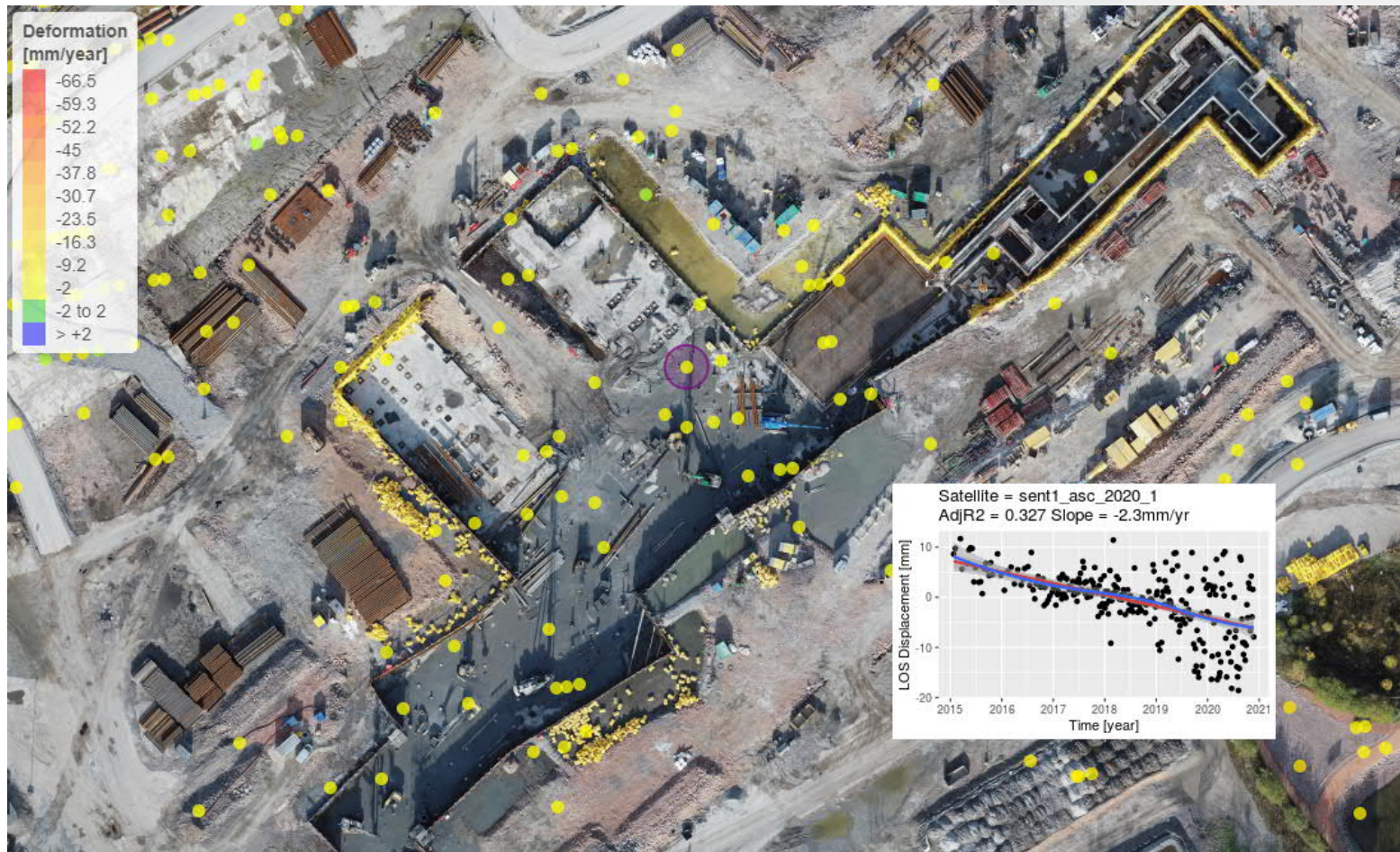
▶ 2022-04-25

Källa: NGU





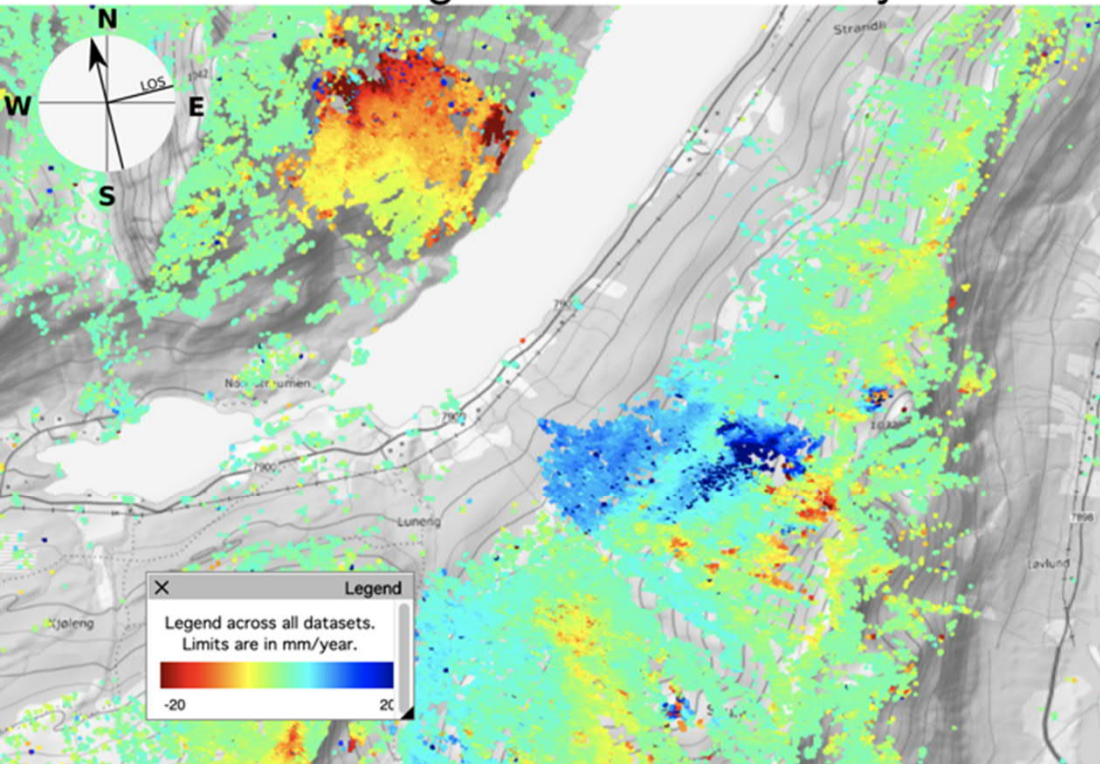
# Koherens och dekorrelation



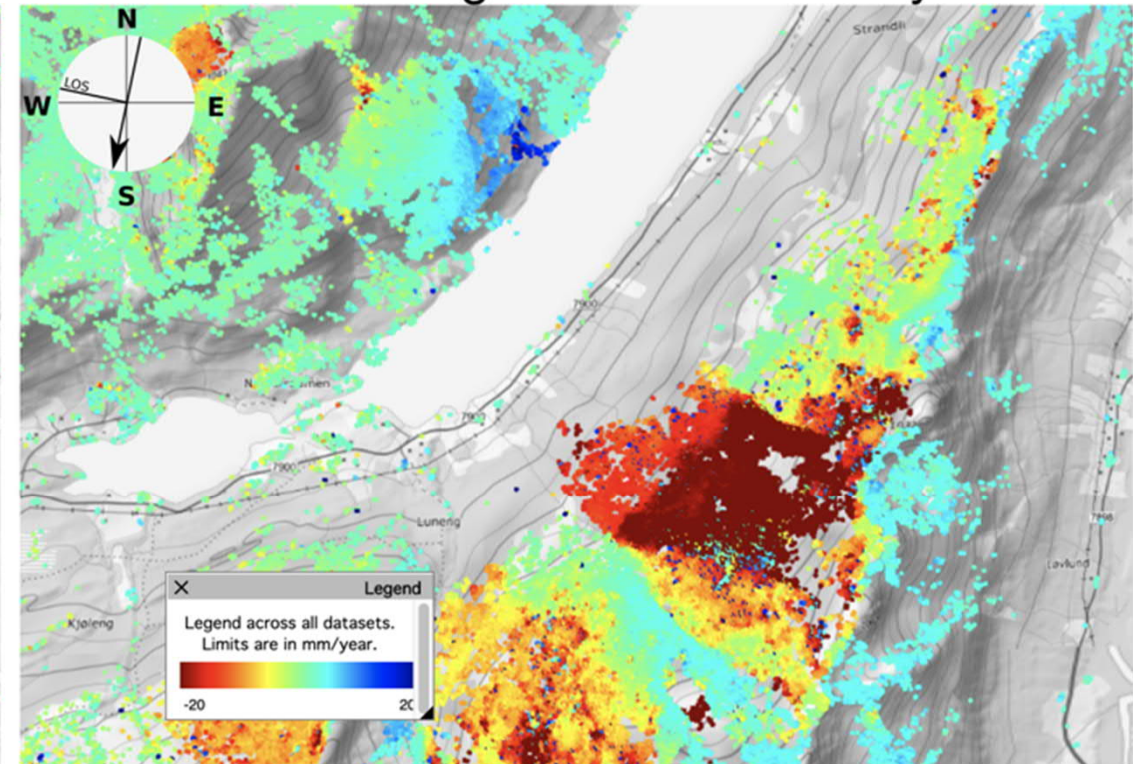


# Line of Sight : Exempel

## Ascending Satellite Geometry



## Descending Satellite Geometry



Källa: insar.ngu.no

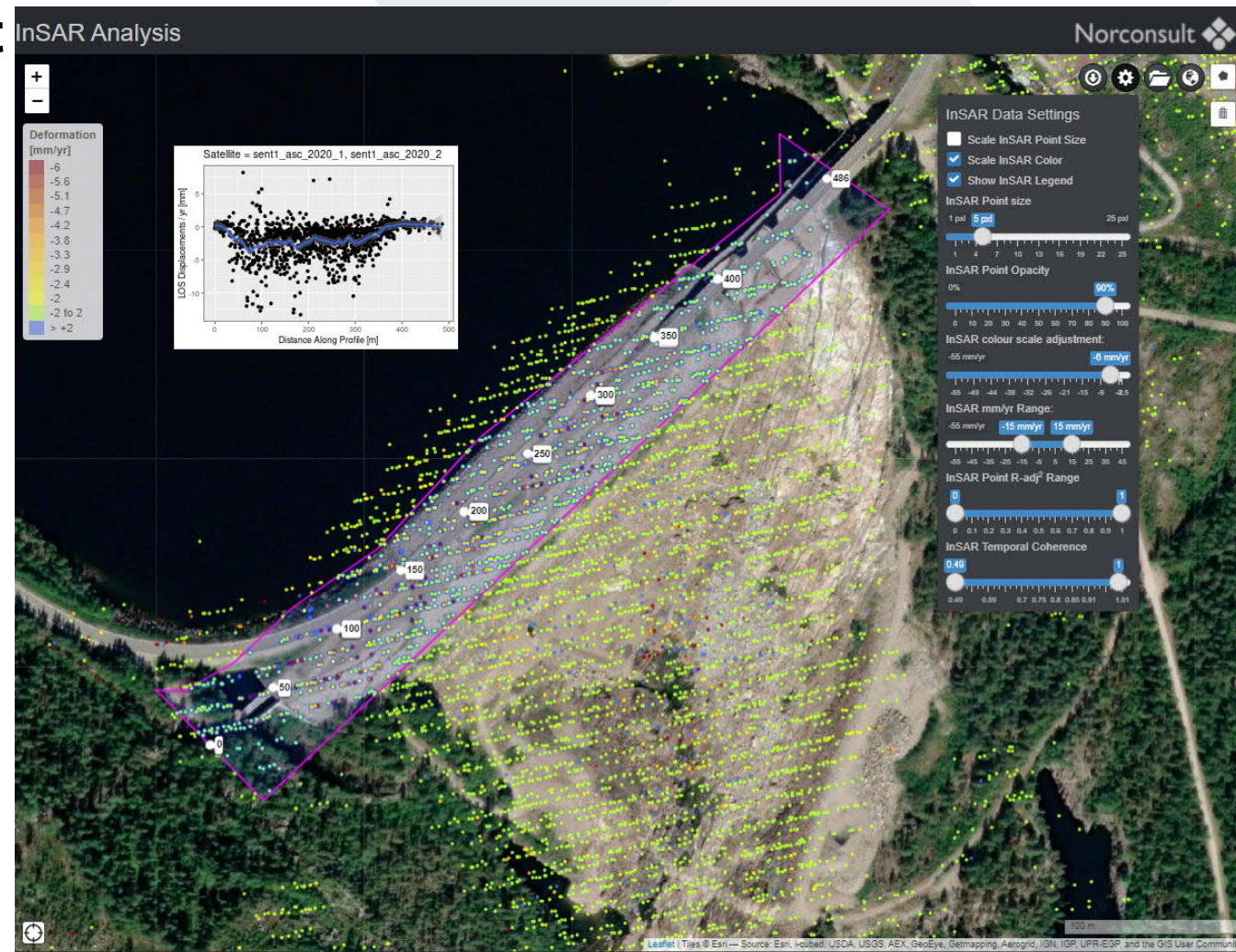
► 2022-04-25 |

Exempel från InSAR Norge : <https://insar.ngu.no/>



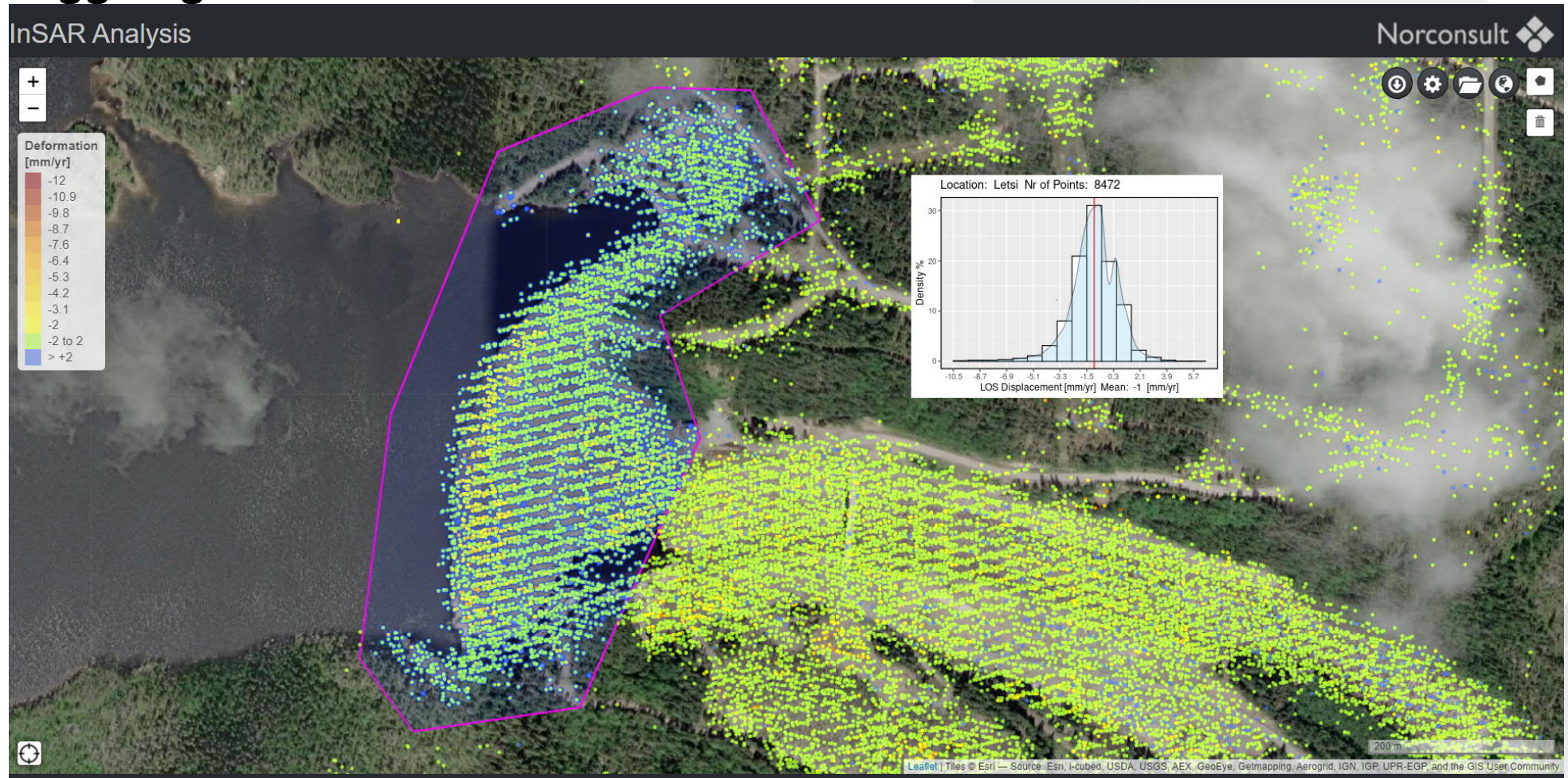
# InSAR och dammsäkerhet

- ▶ 13 av Vattenfalls dammanläggningar har analyserats
- ▶ Dammar lämpliga för InSAR
  - ▷ Hårdgjord yta
  - ▷ Rensas frånvegetation
  - ▷ Stora objekt
- ▶ Analysplattform
- ▶ Datafiltrering
- ▶ Kartunderlag och annan geodata
- ▶ Verktyg
  - ▷ Histogram
  - ▷ Tidsserie-analys - Punkt deformation
  - ▷ Tidsserie-analys - Grupp deformation
  - ▷ Profil och snittlinje
  - ▷ Interpolering, utjämning, raster och isolinjesframställning



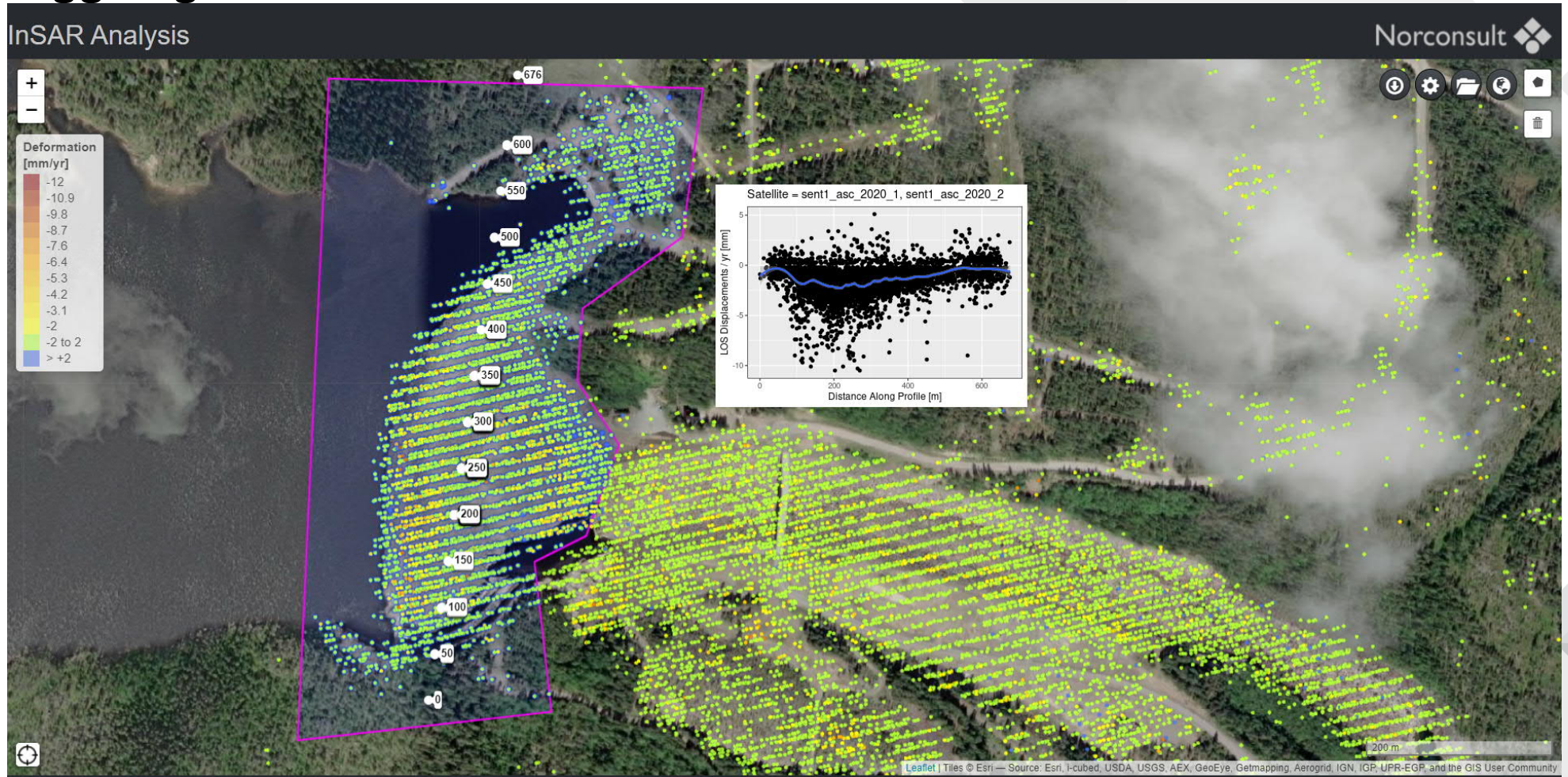


# Anläggning





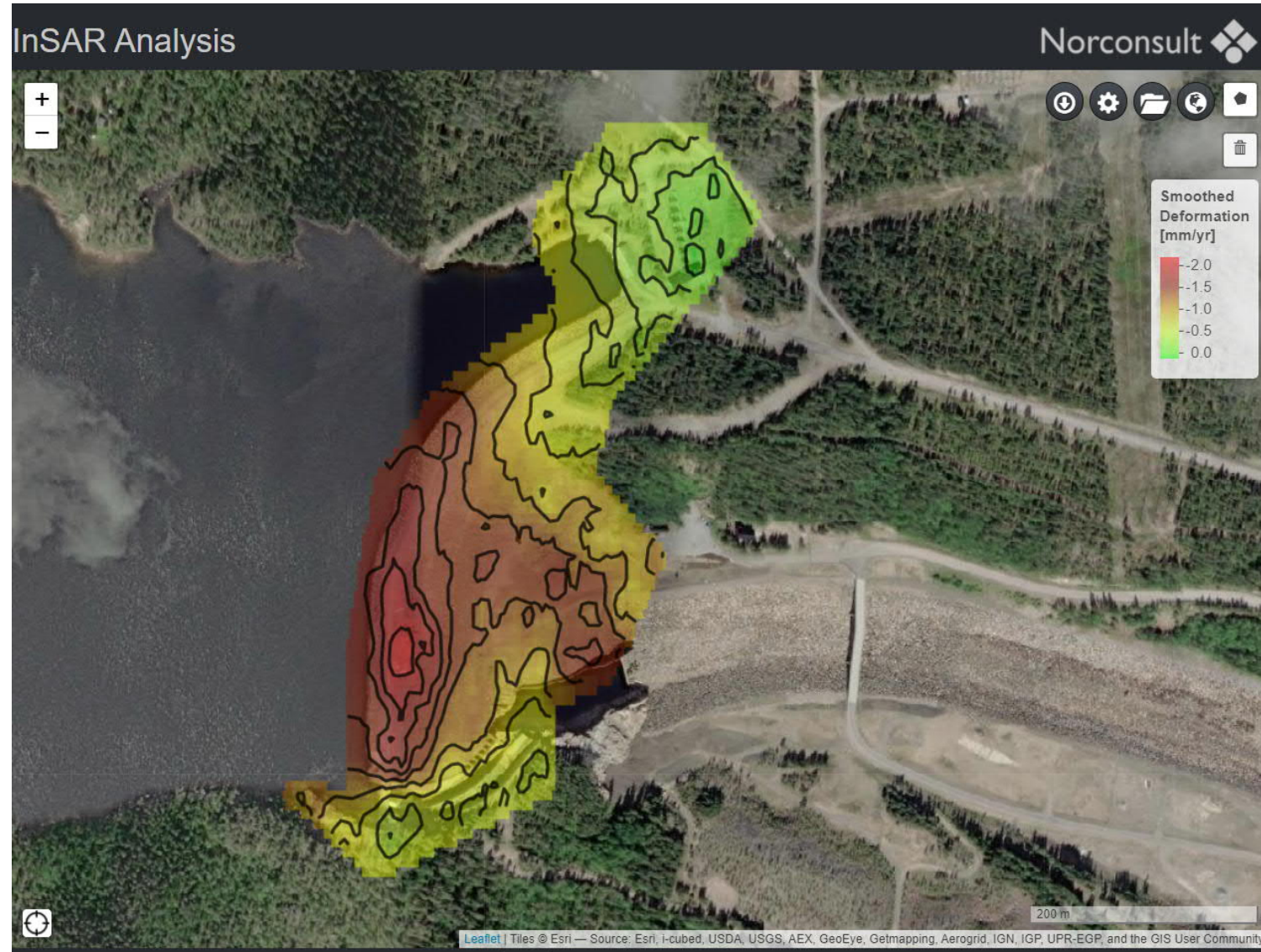
# Anläggning



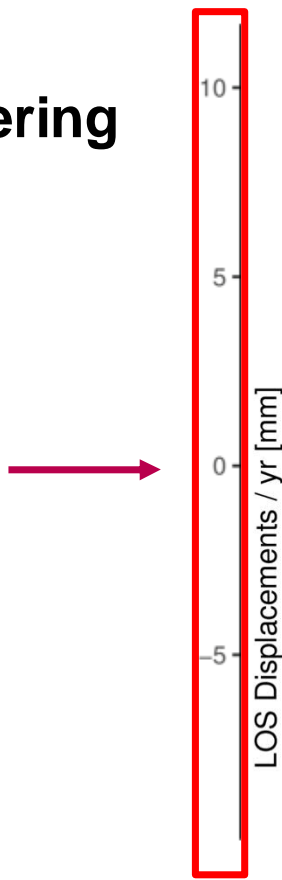


# Anläggning

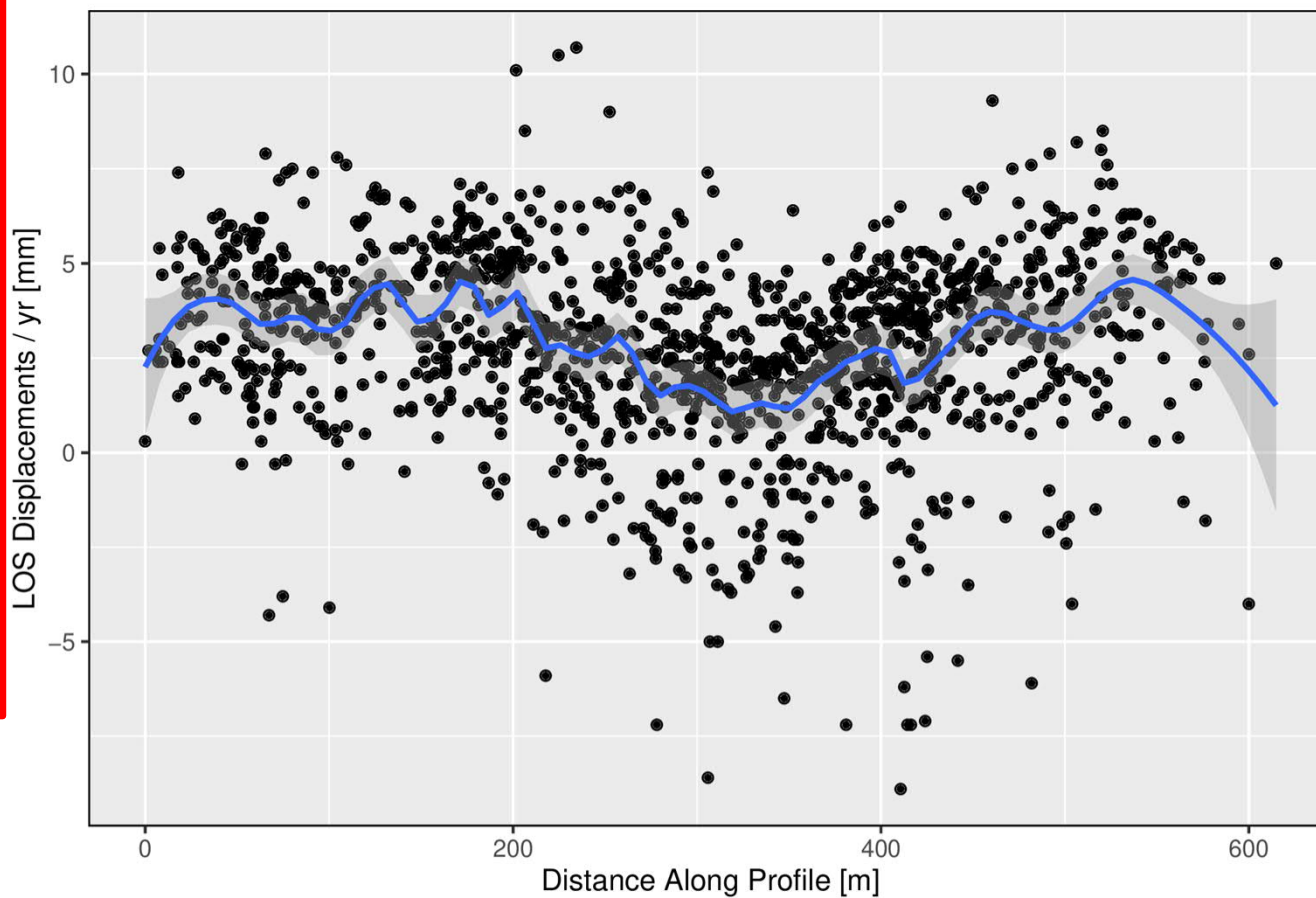
- ▶ 2D interpolering och utjämning
  - ▷ "Hotspot"-analys
- ▶ Vi kan identifiera rörelser vid krön, uppströms erosionsskydd och dammtå.



# Potentiell Felkalibrering



Satellite = sent1\_des\_2020\_1, sent1\_des\_2020\_2





# Hörnreflektorer

- ▶ Installerad för två år sedan på damm och i urbant infrastruktur-projekt
  - ▷ Minimum tre i grupp en är referens
- ▶ Har visat på god samstämmighet mellan InSAR och GNSS-inmätning



# Generella erfarenheter av InSAR inom dammsäkerhet

- ▶ Nord-sydliga dammar känsligare för geometriska effekter (siktlinje)
- ▶ Fungerar bättre på större dammar då mer data finns och analysen blir därför mer robust
- ▶ Betongdammar genererar dålig täckning
- ▶ Nyligen taget ortofoto under perioder med lågt vattenstånd i magasinet underlättar tolkningen.
- ▶ En dedikerad analys med SBAS kan underlätta vid stora årstidsvariationer (ej InSAR Sverige)



Damm i motljus med hörnreflektor.

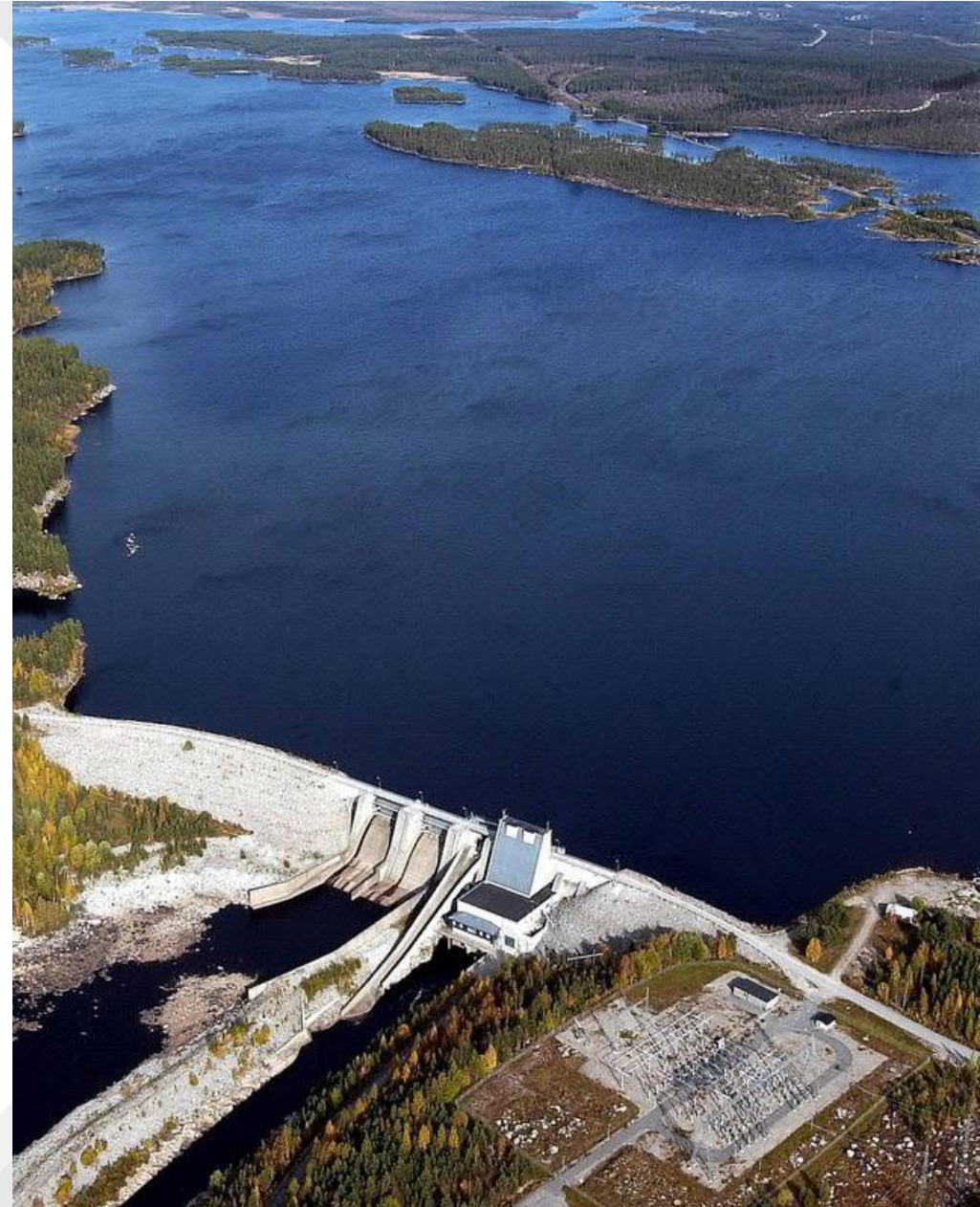
Foto: Øyvind Lier



# Dammdeformation och InSAR

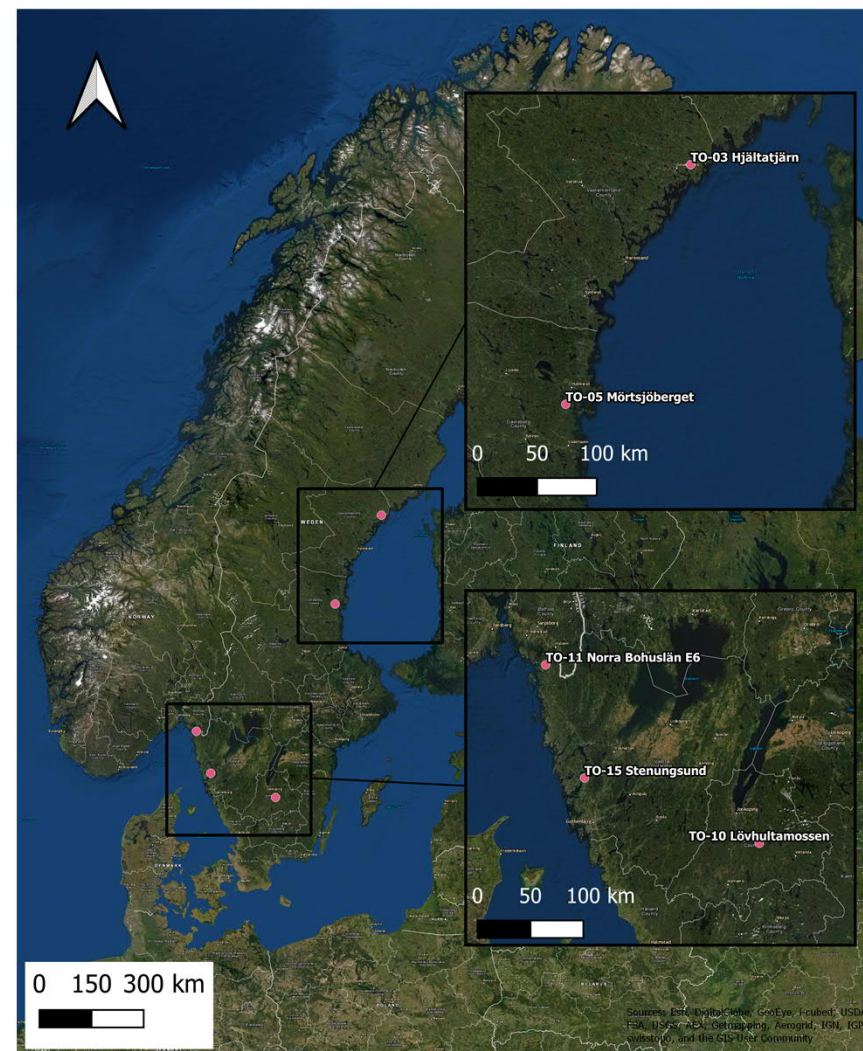
- ▶ "Hängmatte-profil"
  - ▷ Empiriska studier tillåter jämförelse för att identifiera avvikelser
- ▶ Sättningar korrelerar ofta med effektiv dammhöjd
- ▶ Identifiering av oupptäckta områden sättningar
- ▶ Vi kan identifiera sammanhängande områden med mycket små sättningar förutsatt att nog data finns.
- ▶ Goda analysverktyg viktiga
  - ▷ Skapar ordning bland mycket data
  - ▷ Tillåter identifikation av fel

<https://www.allehanda.se/2015-11-12/skrackscenariot-vid-dammhaveri-i-angermanalven-tusentals-i-farozonen>



# Norconsult InSAR Analys Trafikverket Objektkatalog

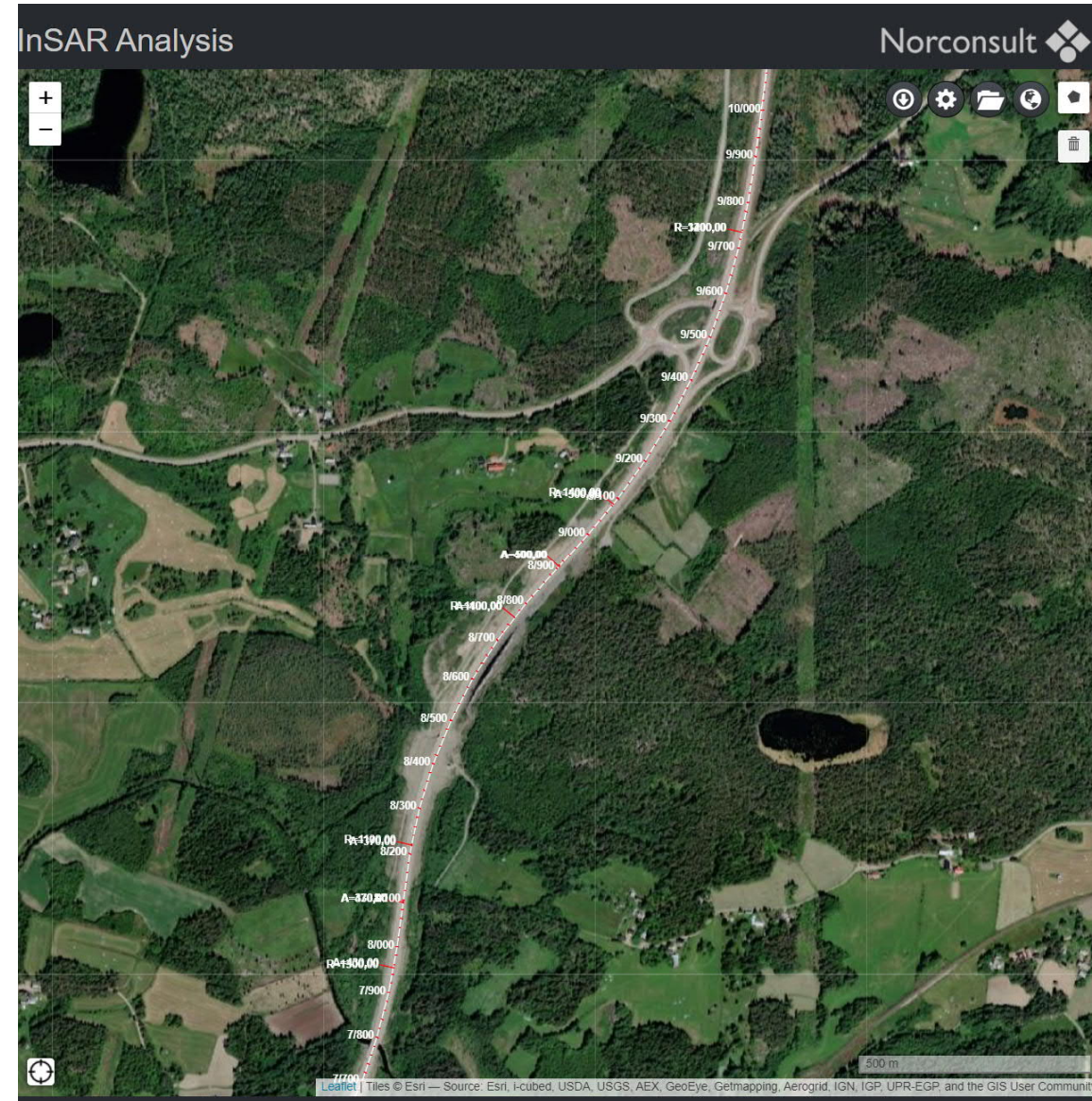
- ▶ Applicerar de verktyg och lärdomar från dammsäkerhetsarbetet på ett urval av av objekt i samråd med Trafikverket
- ▶ Vilka objekt är lämpliga?
  - ▷ Storlek
  - ▷ Typ
- ▶ Exempel från E4 Mörtsjöberget



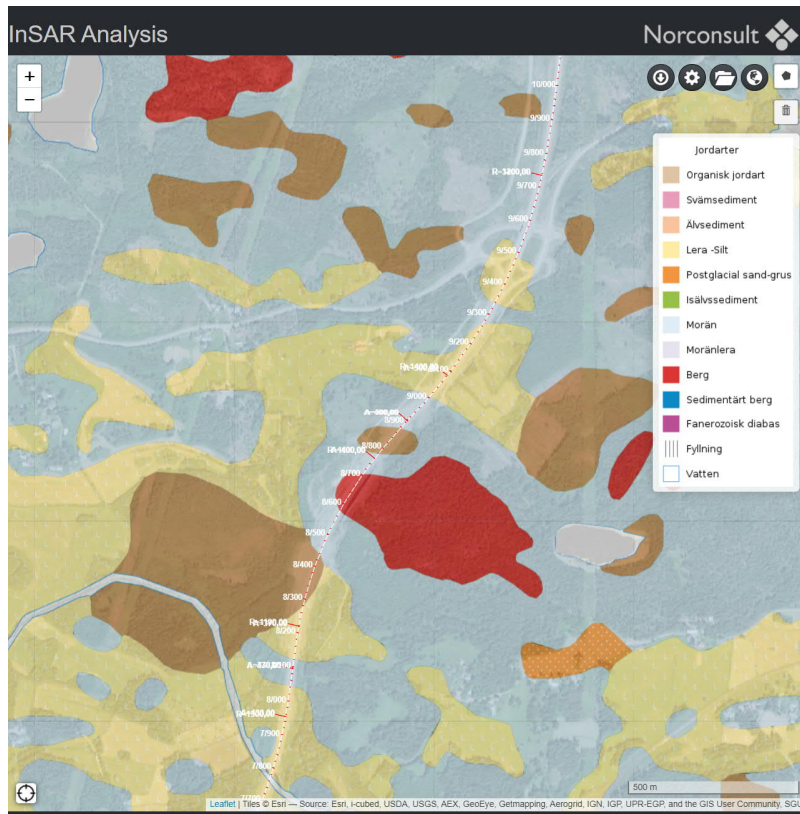


# E4 Mörtsjöberget

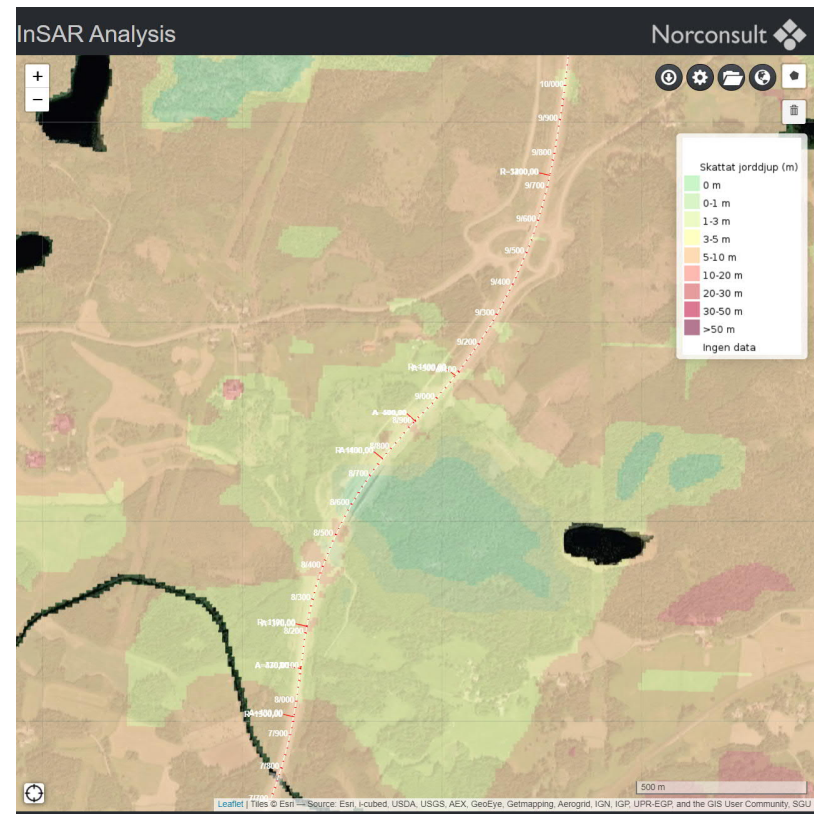
- ▶ Söder om Hudiksvall
- ▶ Större motorväg E4
- ▶ Ritningar underlättar kommunikation och förmedling av information inom projekt



# E4 Mörtsjöberget



Jordardskarta , SGU

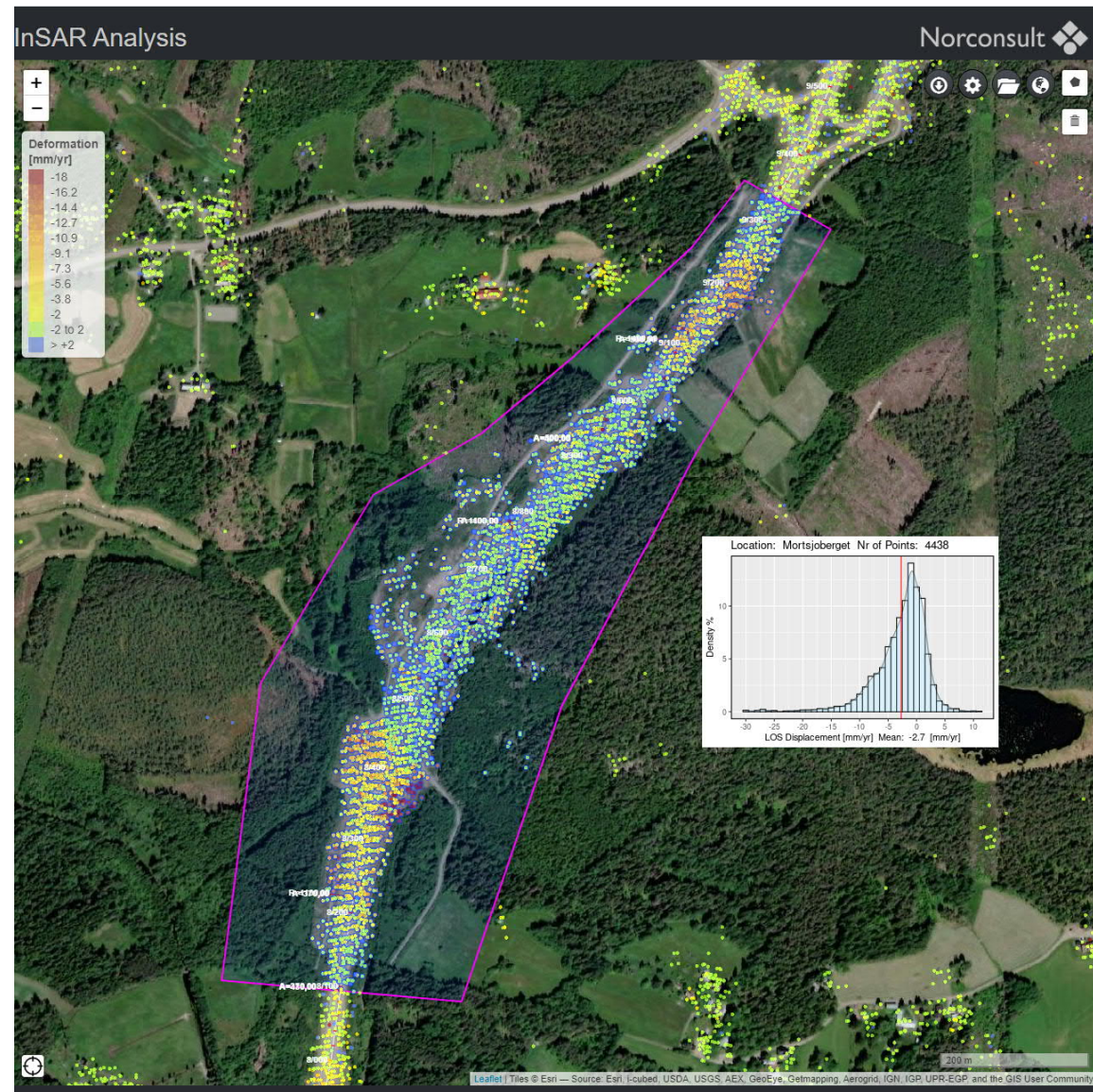


Jorrdjupsmodell , SGU



# Mörtsjöberget

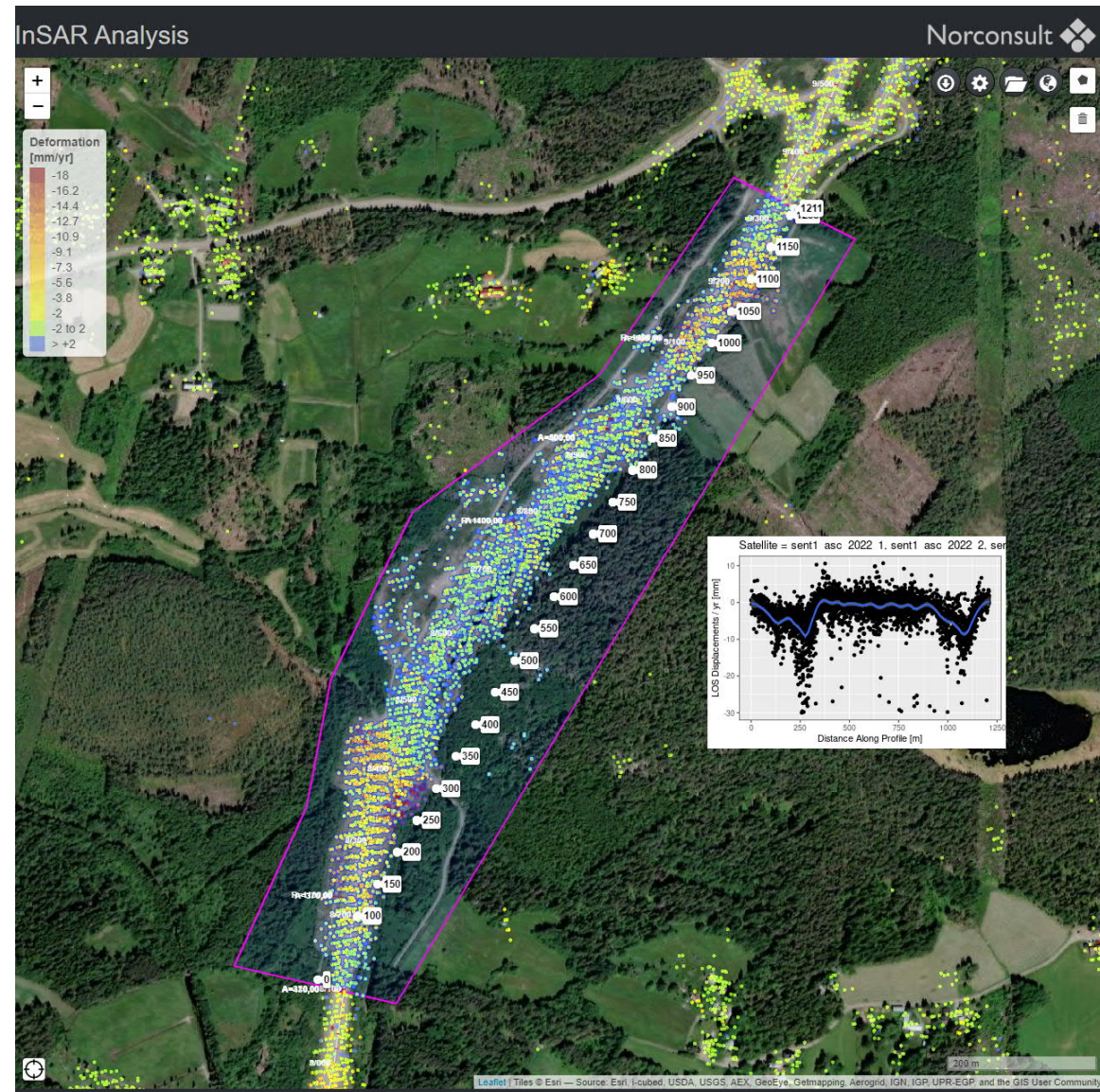
- ▶ Norrgående och södergående data visas
- ▶ Generellt viktigt att studera norrgående och södergående satellit var för sig.
- ▶ I detta fall ger de en samstämmig bild.
- ▶ Höga sättningshastigheter registreras





# Mörtsjöberget

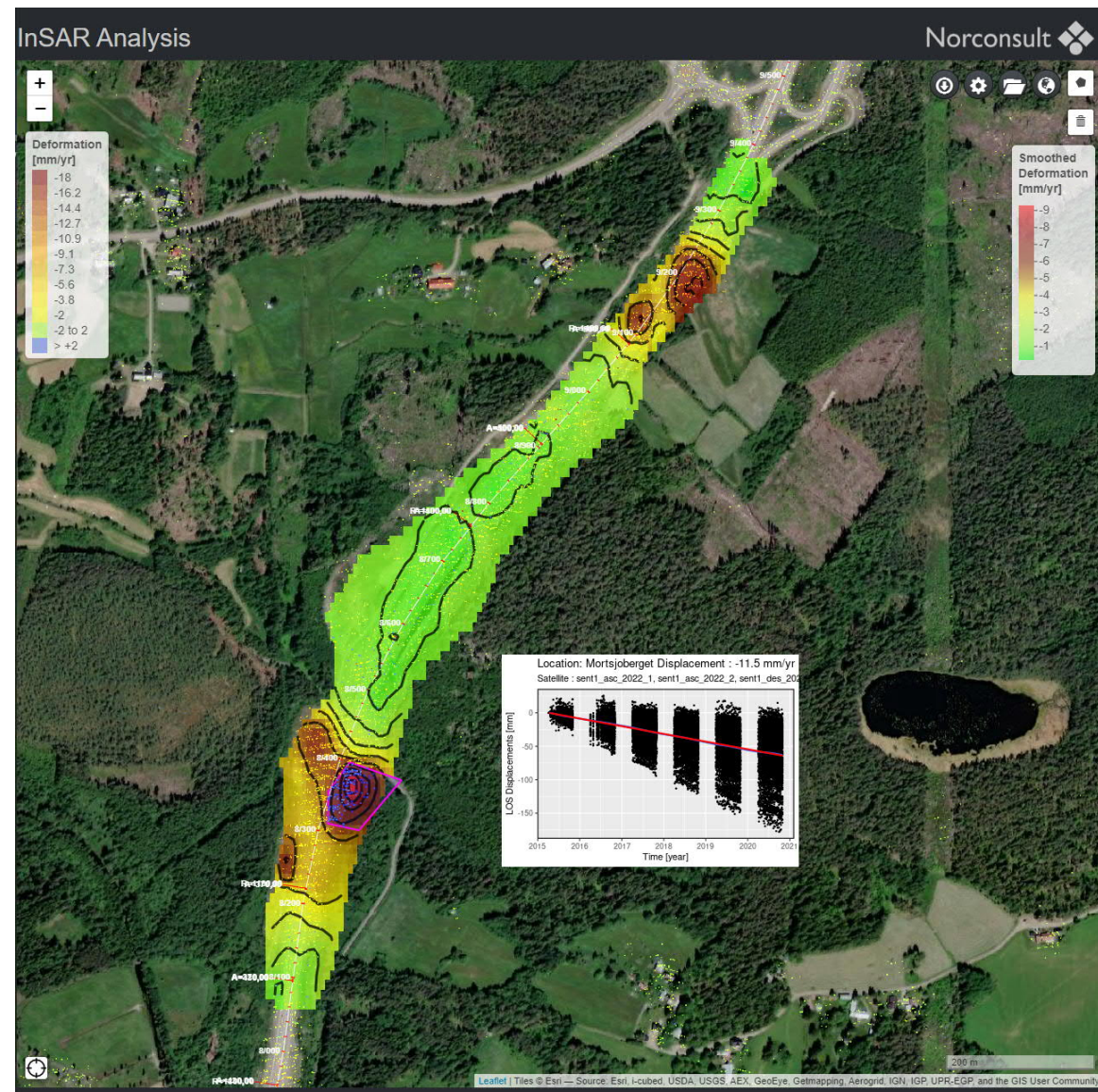
- ▶ Norrgående och södergående data visas
- ▶ Generellt viktigt att studera norrgående och södergående satellit var för sig.
- ▶ I detta fall ger de en samstämmig bild.
- ▶ Höga sättningshastigheter registreras





# Mörtsjöberget

- ▶ Norrgående och södergående data visas
- ▶ Generellt viktigt att studera norrgående och södergående satellit var för sig.
- ▶ I detta fall ger de en samstämmig bild.
- ▶ Höga sättningshastigheter registreras



# Slutsatser

- ▶ Objekten som studeras måste ha goda reflekterande egenskaper
- ▶ För smala/små objekt (samt dåligt reflekterande) genererar få punkter med PSI
- ▶ PSI-algoritmen har styrkor och svagheter
- ▶ Underlag såsom planritning, högupplösta ortofoton och annan geodata underlättar analys och förmedling
- ▶ Generellt har InSAR visat sig vara ett mycket gott verktyg att bedöma status på infrastruktur
- ▶ Framtida övervakning



<https://land.copernicus.eu/pan-european/european-ground-motion-service>



*Let's create!*

Norconsult 

**Frank Guldstrand**

frank.guldstrand@norconsult.com

**Øyvind Lier**

oyvind.lier@norconsult.com