


Ajaure damm



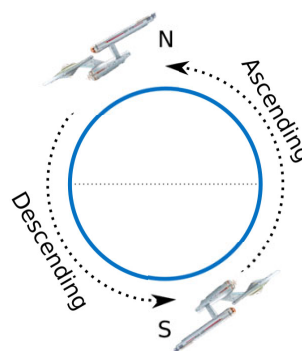
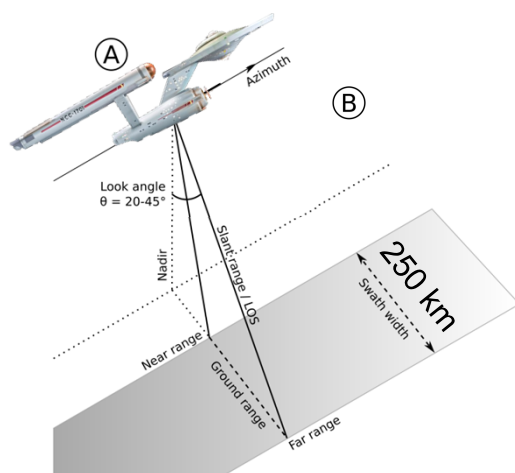
InSAR

- | | |
|-----------------|--|
| Interferometric | – Använder våginterferens |
| Synthetic | } Låtsar att det finns en
jättestor radarantenn |
| Aperture | |
| Radar | – Skapar microvågor, mäter echo. |


3

Norconsult 

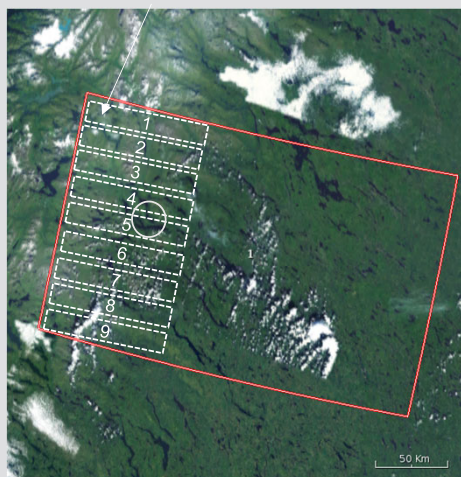
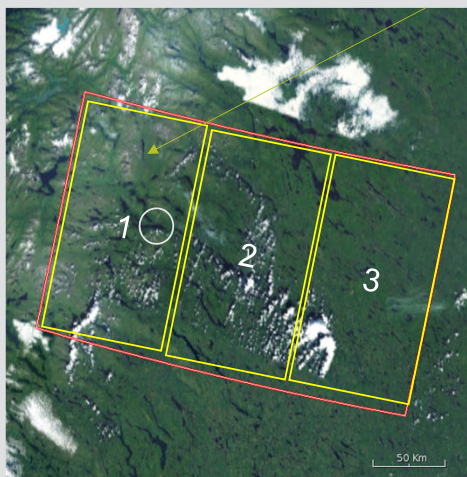
Fundamentala aspekter




4

Norconsult 

Swath och Bursts




5

Norconsult 

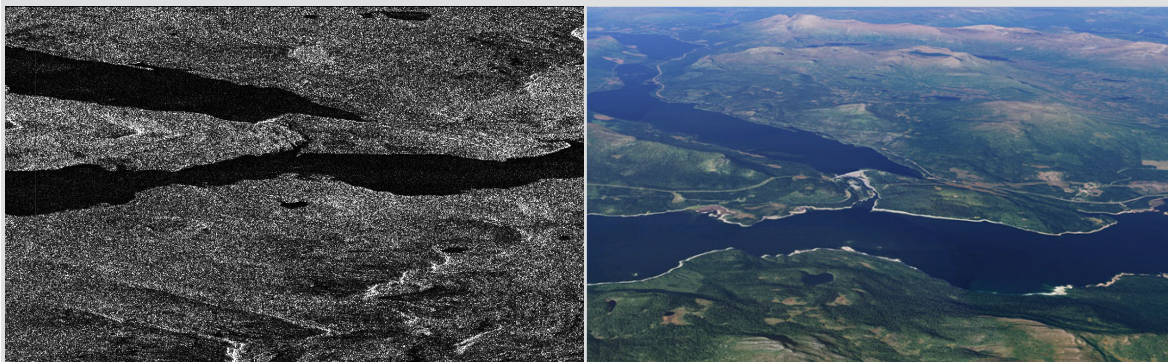
Swath 3 – Burst 5




6

Norconsult 

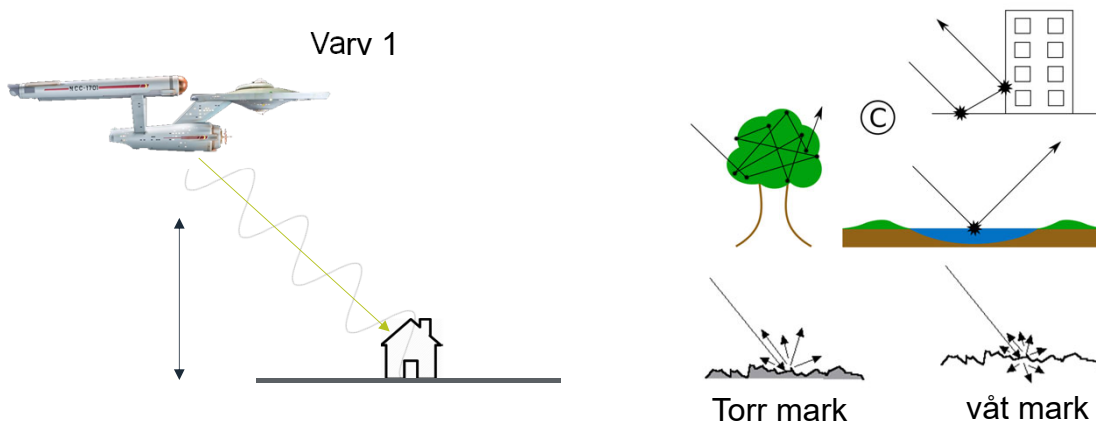
20° – 40° graders vinkel




7

Norconsult 

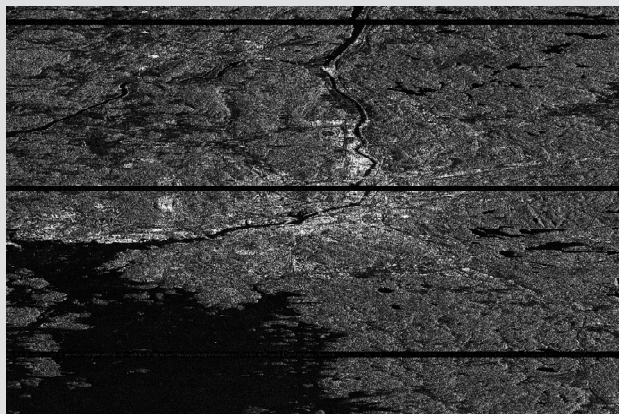
InSAR – Hur fungerar det?



8

Norconsult 

Nytt område



9

Norconsult 

Bild av Göteborg

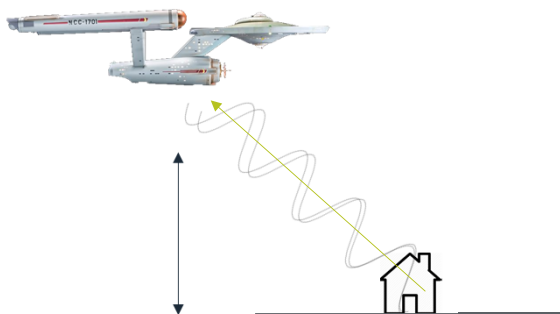


10

Norconsult 

InSAR – Hur fungerar det?

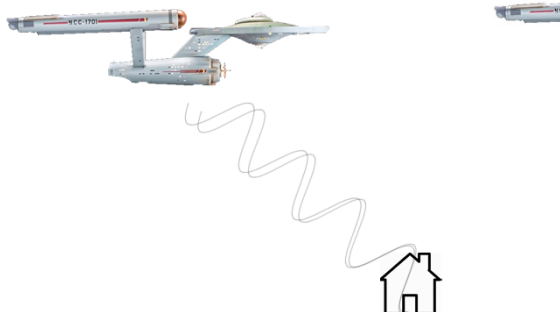
Varv 1



11

InSAR – Hur fungerar det?

Varv 1



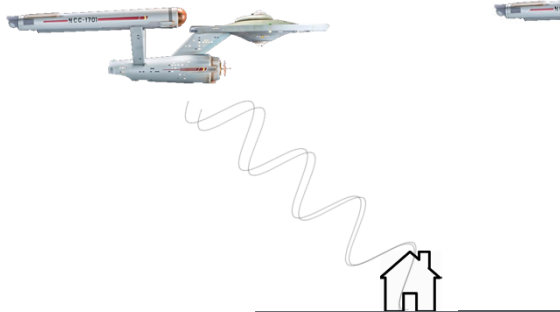
Varv 2



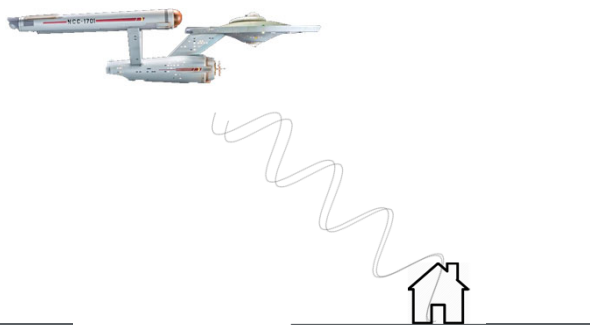
12

InSAR – Hur fungerar det?


Varv 1



Varv 2

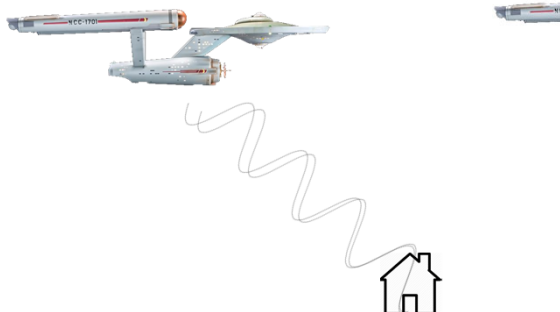


13

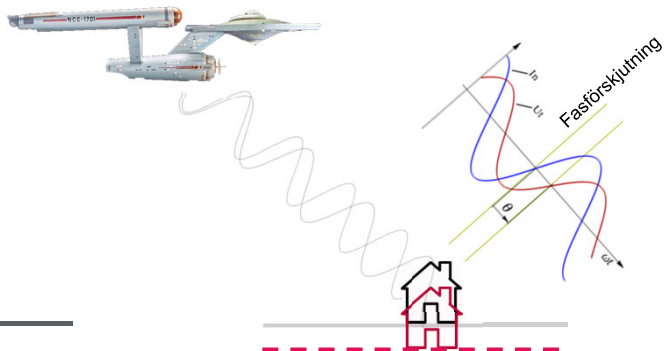
Norconsult 

InSAR – Hur fungerar det?


Varv 1



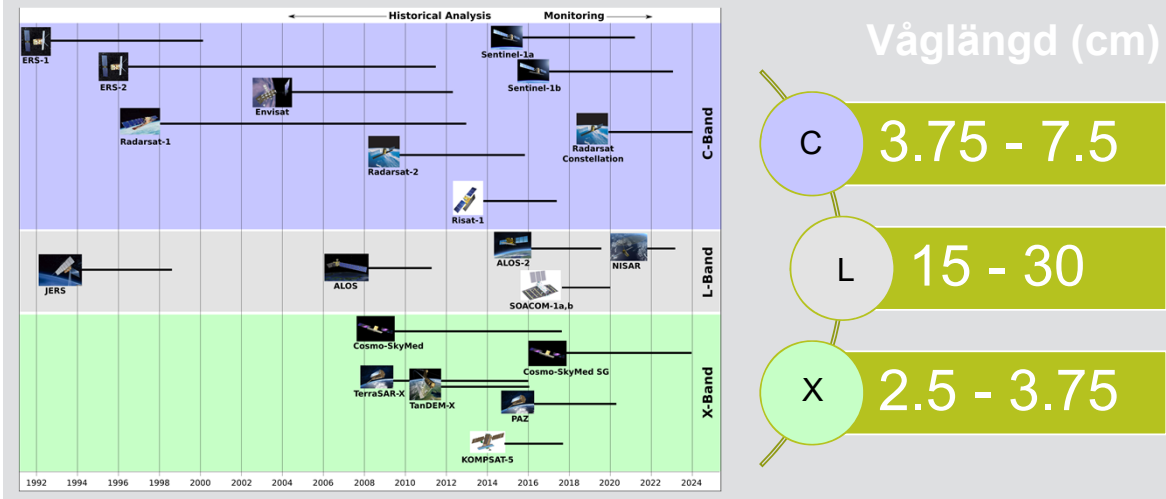
Varv 2



14

Norconsult 

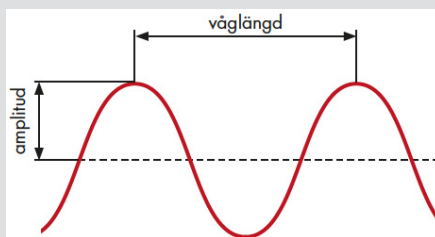
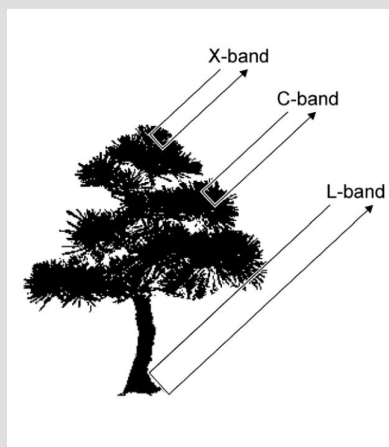
Satelliter med olika Våglängder



15

Norconsult

Effekter av vågländ



Maximal mätbar rörelse deformation

$$L_{max} = \frac{\lambda}{4}$$

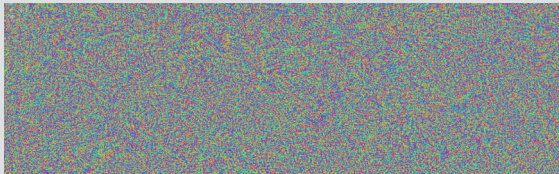
X - band $L_{max} = 0.5 \text{ cm}$ TERRA - X 14.7 cm/år
 C - band $L_{max} = 1 \text{ cm}$ Sentinel 42.6 cm/år

16

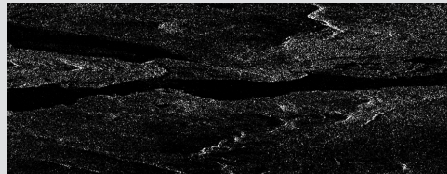
Norconsult

INSAR Process

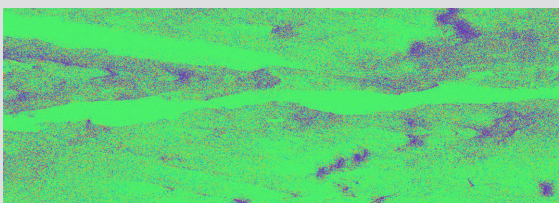
INFEROGRAM



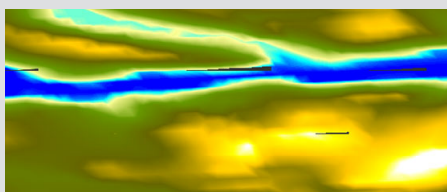
KOHERENS




INFEROGRAM + KOHERENS



DEM



17

Norconsult 

INSAR-metoder

PSI

- Lämplig för mätning av infrastruktur och byggnader
- Beräkningsmässigt krävande

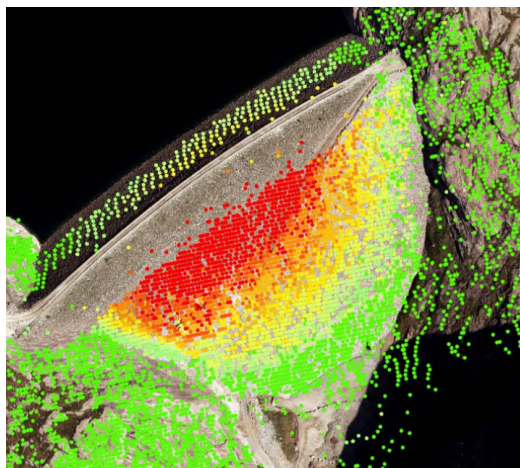
SBAS

- Lämplig för tektoniska applikation, över stora områden
- Ej så beräkningsmässigt krävande

18

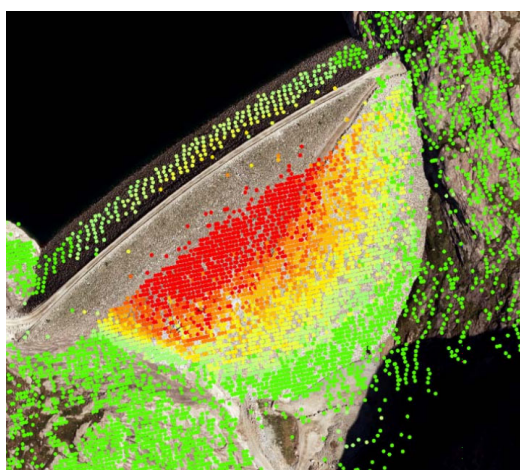
Norconsult 

PSI-INSAR ANALYS av Ajaure damm



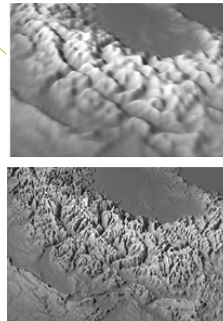
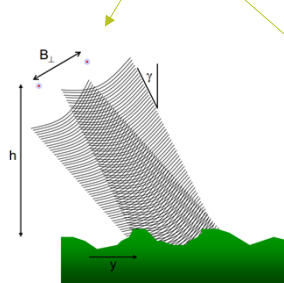
19

PSI-INSAR ANALYS av Ajaure damm

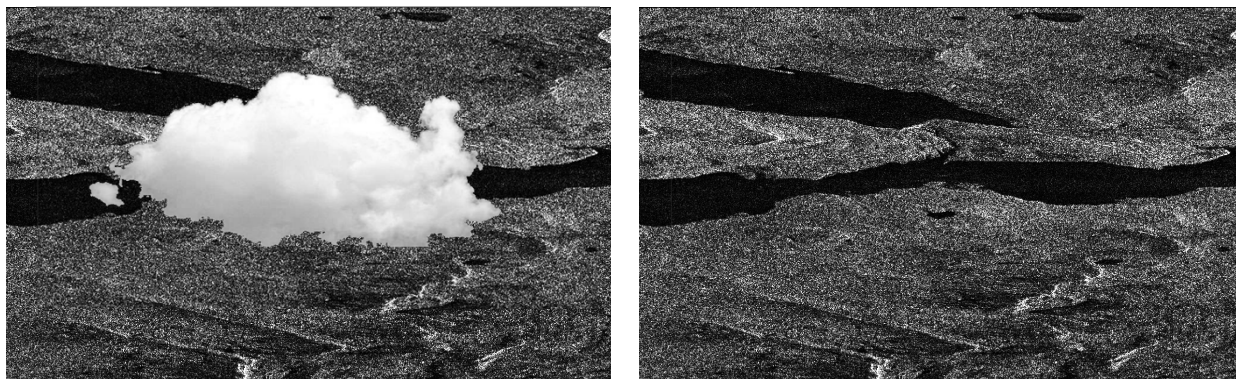


Felkällor

$$\Delta\phi_{int} = \cancel{\Delta\phi_{orb}} + \cancel{\Delta\phi_{topo}} + \Delta\phi_{atm} + \Delta\phi_{pixel} + \Delta\phi_{def}$$



20



21

Norconsult

Atmosfärisk felkälla

$$\Delta\phi_{\text{int}} = \Delta\phi_{\text{orb}} + \Delta\phi_{\text{topo}} + \Delta\phi_{\text{atm}} + \Delta\phi_{\text{pixel}} + \Delta\phi_{\text{def}}$$

- Vattenhalt, temperatur och vind (tryckskillnader) spelar roll.

$$d_{\text{skillnad}} = \int_0^{\text{atm_tjocklek}} [n_1(h) - n_2(h)] dh$$

$$f = (\text{vattenkvot, temperatur, lufttryck})$$

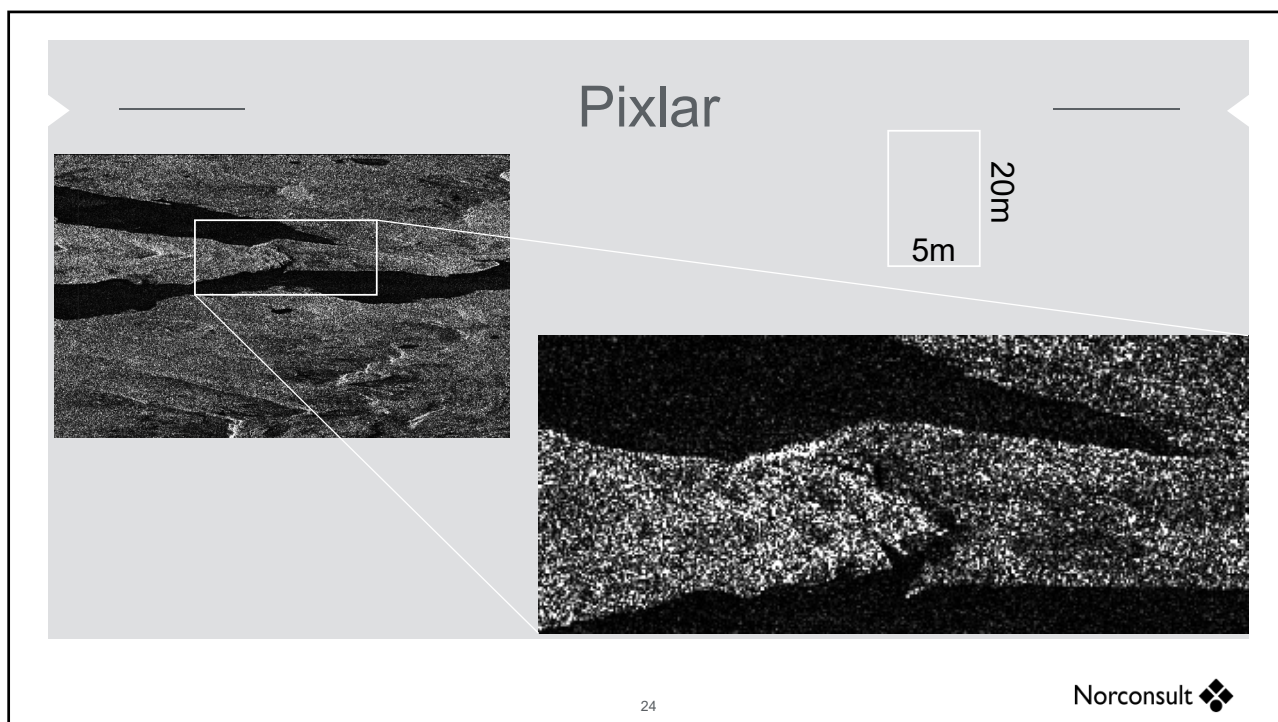
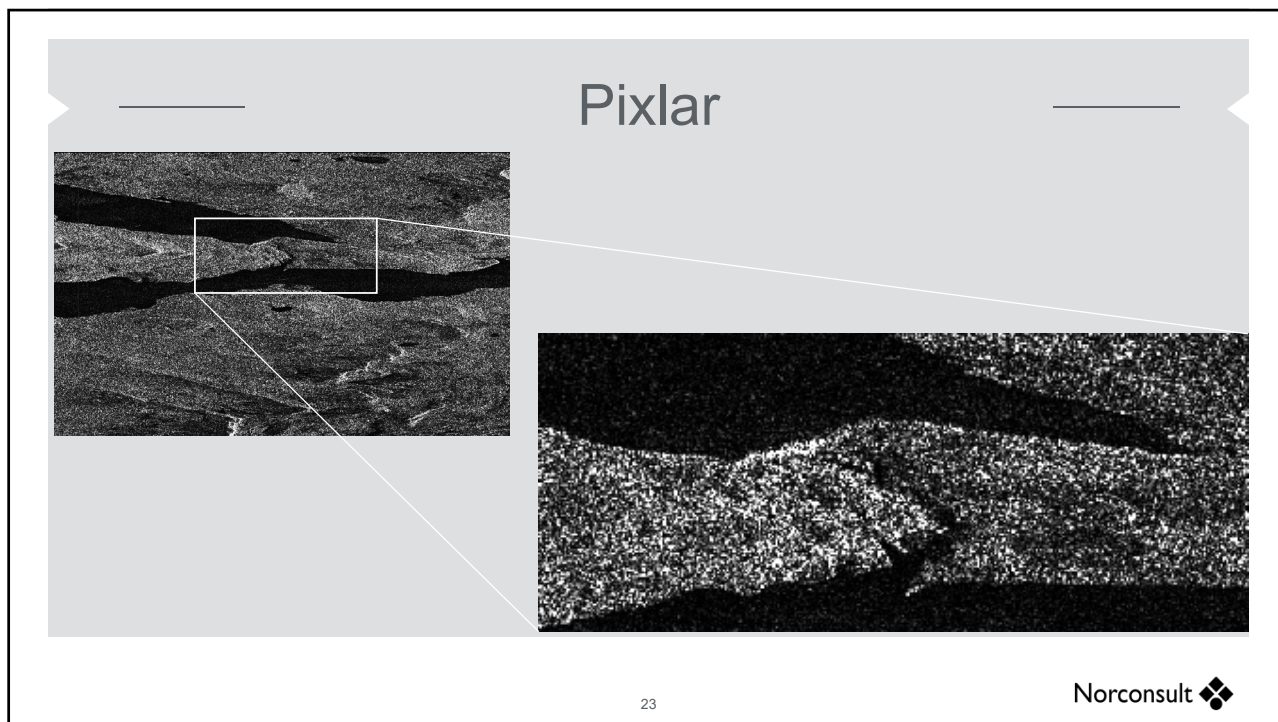


Typisk Sverge-väder

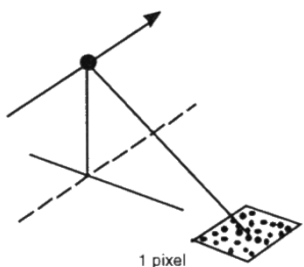


22

Norconsult

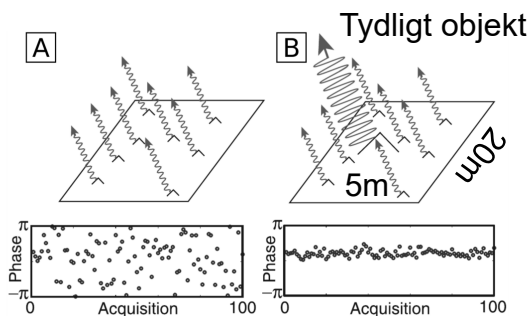


Pixel

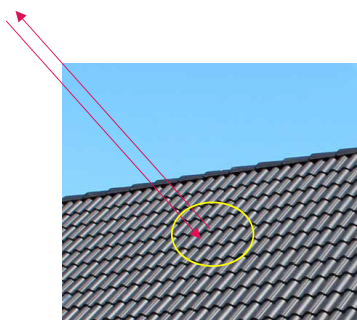


$$\Delta\phi_{int} = \Delta\phi_{orb} + \Delta\phi_{topo} + \Delta\phi_{atm} + \Delta\phi_{pixel} + \Delta\phi_{def}$$

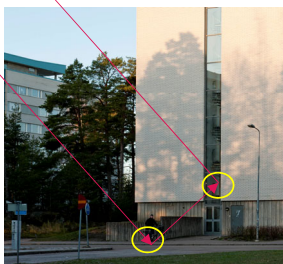
- Varje pixel på marken ger ett unikt tillbakaskatter orsakat av objekten inom pixeln.
- Ett tydligt objekt inom pixeln ökar signalstyrkan inom pixeln



Exempel på stabila objekt



Monohedral

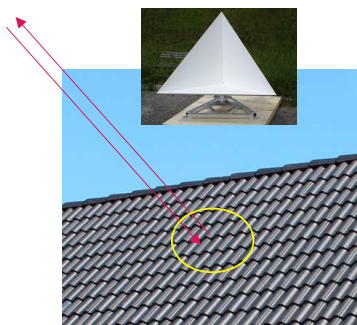


Dihedral
(Vägg + mark)

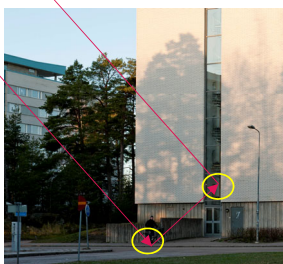


Trihedral
(2 Väggar + mark)

Exempel på stabila objekt



Monohedral



Dihedral
(Vägg + mark)



Trihedral
(2 Väggar + mark)

Bäst **sämst**

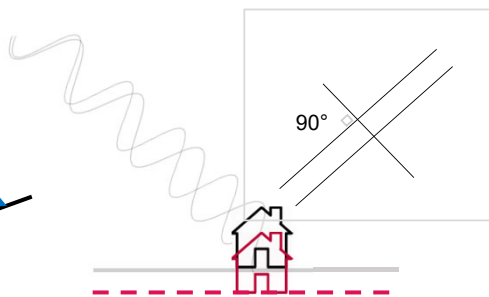
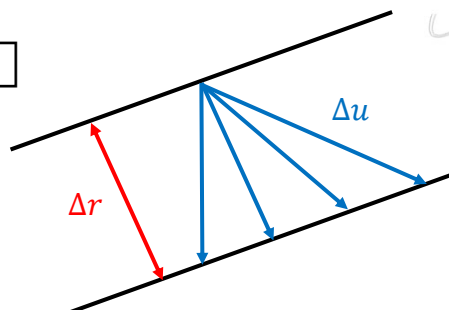
Deformation fas

$$\Delta\phi_{\text{int}} = \Delta\phi_{\text{orb}} + \Delta\phi_{\text{topo}} + \Delta\phi_{\text{atm}} + \Delta\phi_{\text{pixel}} + \Delta\phi_{\text{def}}$$

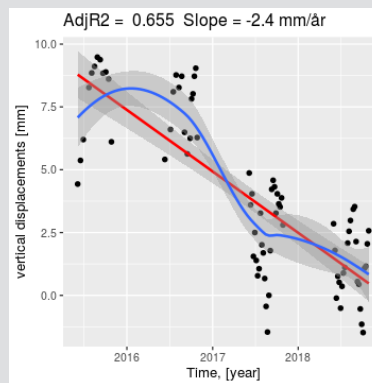
- Objektet kan röra på sig sidlänges.

InSAR mäter endast andelen deformation i satellitens siktlinje!

$$\Delta\phi_{\text{def}} = (4\pi / \lambda) \Delta r$$

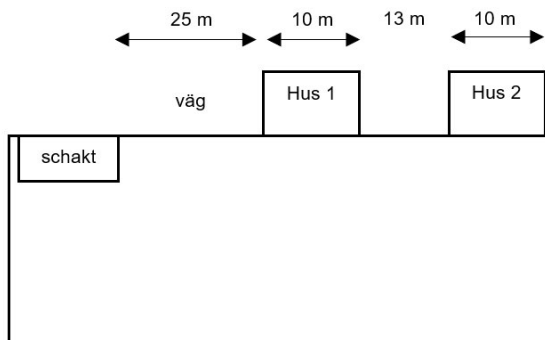


Drammen - Norge



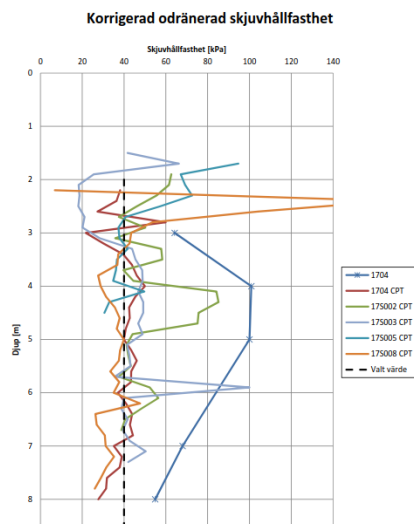
29

Exempel – omgivningspåverkan pga. gv-sänkning?



30

Exempel – geotekniska förhållanden



Inga kolvar

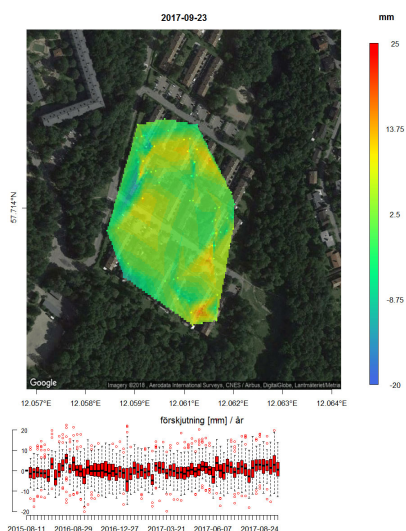
Siltiga skikt

Konsoliderat?

31

Norconsult

Sättningar – befintlig status



Dagens sättningar:

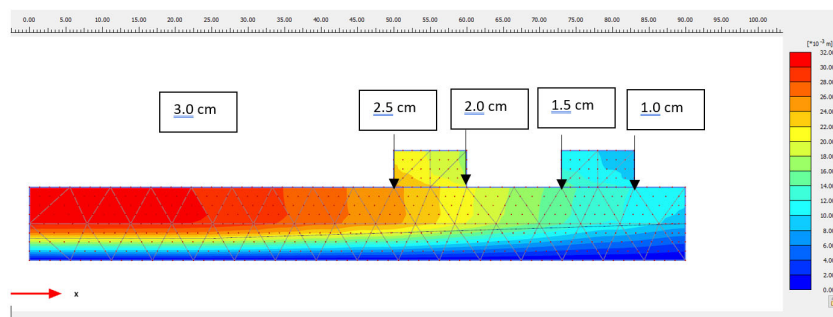
- Inga pågående sättningar enligt satellitmätningar (2015-2018)

Sättningsegenskaper (jorden)

- Jämna jordlager
- Bra "konsolidering" (belastningstålig)
- Tät

Norconsult

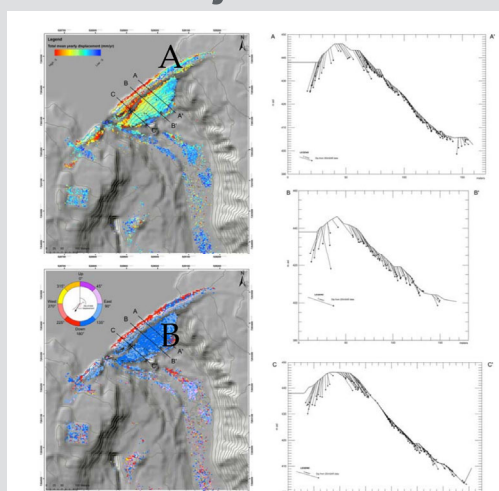
Sättningar - prognos



Prognos vid grundvattensänkning

- Jämna sättningar = väldigt lite differenssättningar (mm)
- Väldigt liten sättning (någon cm)


Ajvare



Mot nya mål!



35

Norconsult 

Kursmål

Efter kursen skall deltagaren uppnå följande mål:

1 Teknik

- Grundläggande förståelse om hur InSAR skapas


2 För / nackdelar

- Känna till och förstå felkällorna i en InSAR analys.

3 Applikation

- Ge exempel på användningsområden.

36

Norconsult 

Tack för oss!

Frågor?

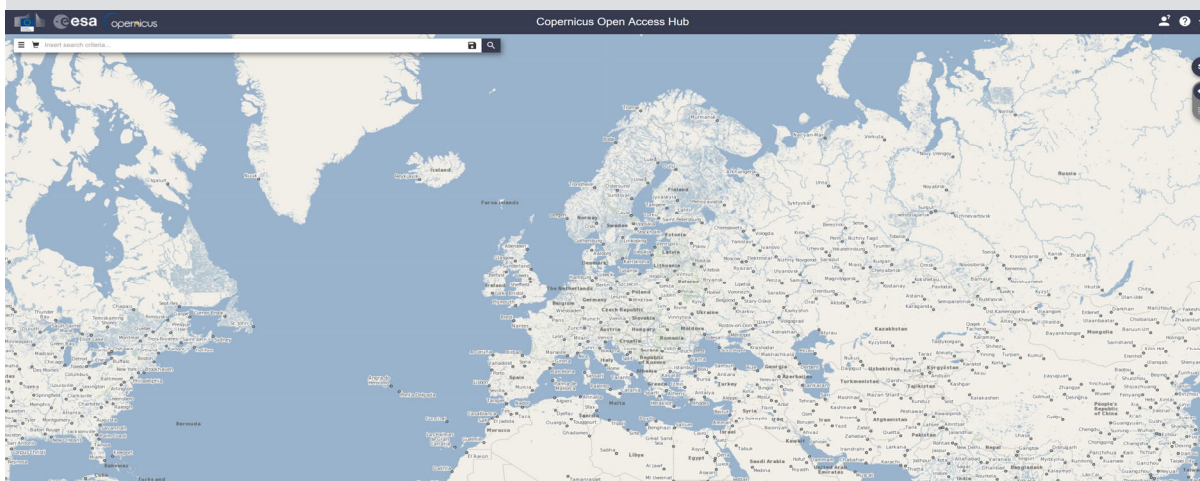


Tommy Pap



Bernhard Gervide Eckel

Gratis data !!!



<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>