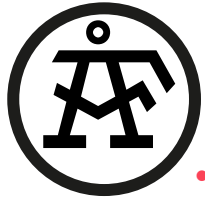


## Sprickkartering med drönare vid Storfinnforsen (och Ramsele)



Lars Olsson (Foto/pilot)  
Markus Granberg (pilot/bildbehandling)  
Viktor Högbom (Bildbehandling)  
Tomas Ekström/ Sprickanalys och  
bearbetning av rapport till kund.

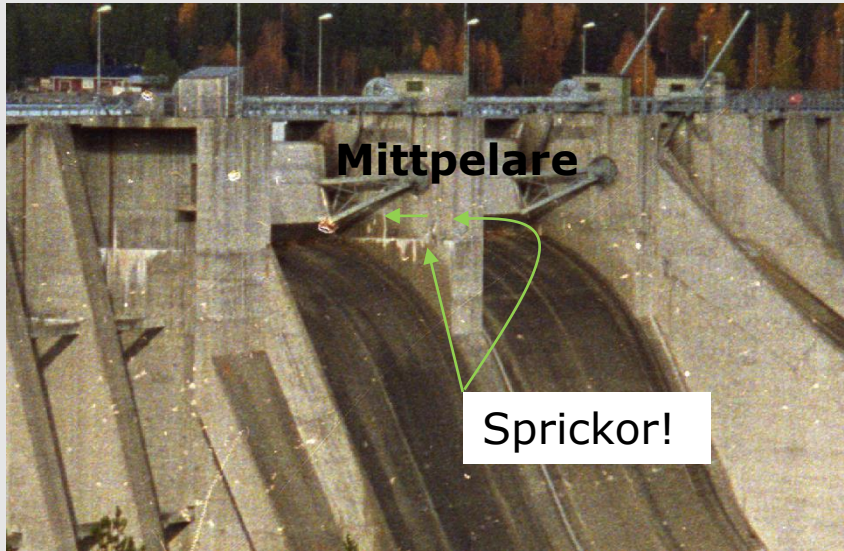
Carl-Oscar Nilsson, Uniper



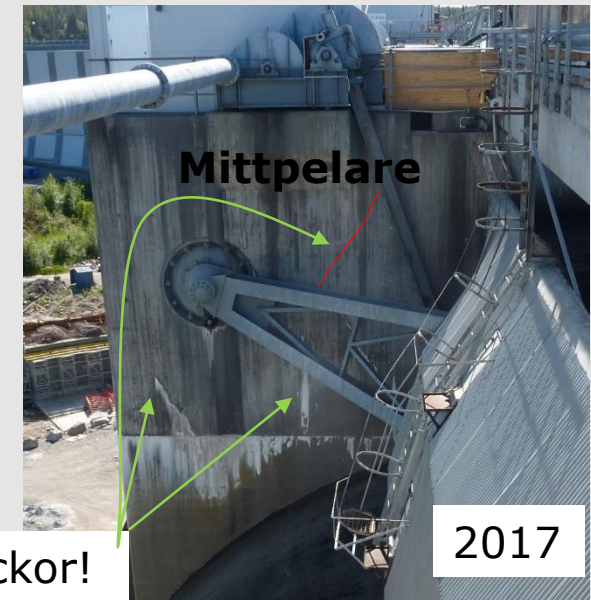
# Sprickor i betongdammar

- Vid sprickor är historien viktig. När/var/hur?
- "Vanlig" sprickbeskrivning = ej objektiv, beror på besiktningsmannen och åtkomst till sprickan
- Svårt att sprickkartera "för hand". Åtkomst och hur beskriva (text, skiss)?

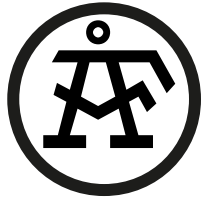
## Exempel utskovspelare i Storfinnforsen



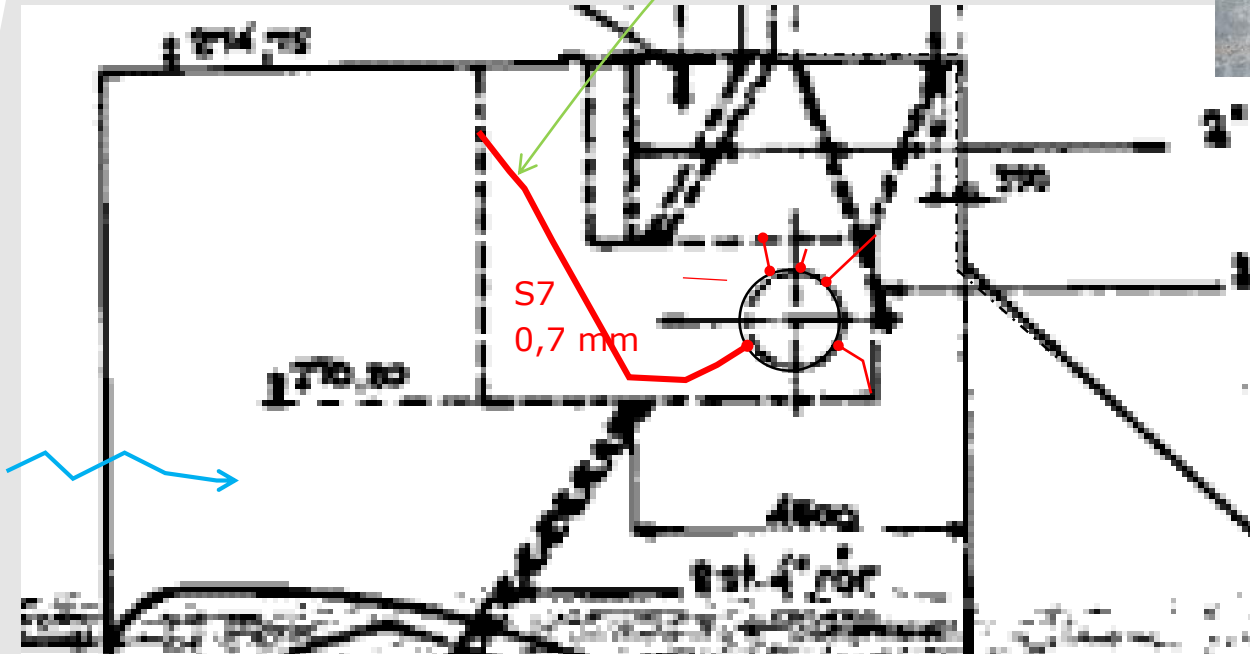
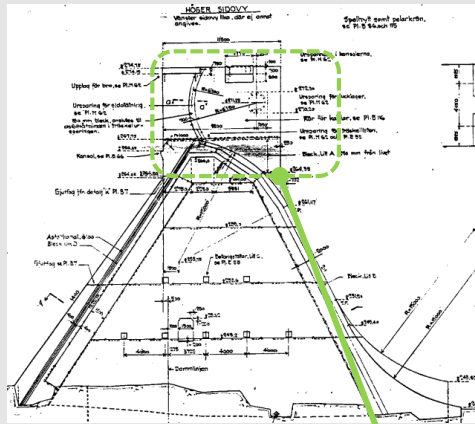
Tidigt 90-tal



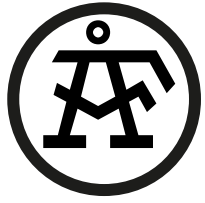
Sprickor!



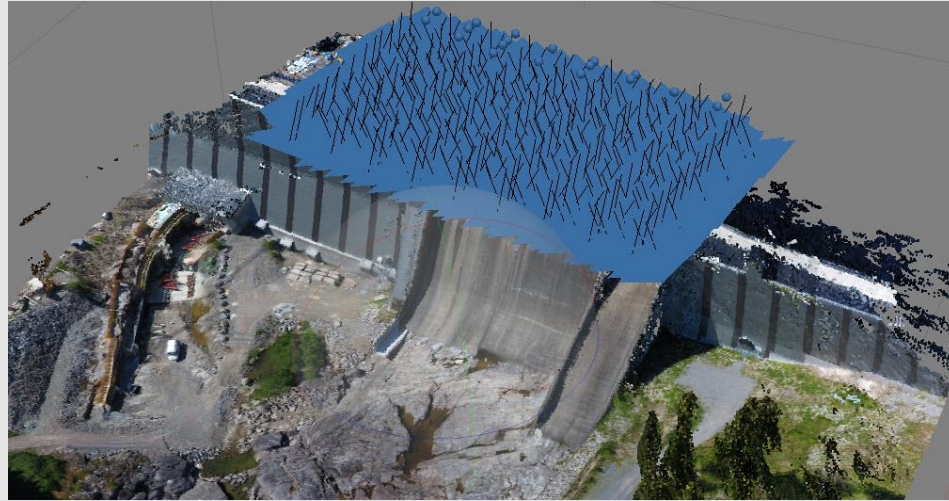
# Observerade sprickor 2017 inuti nedst.schakt i mittpelare



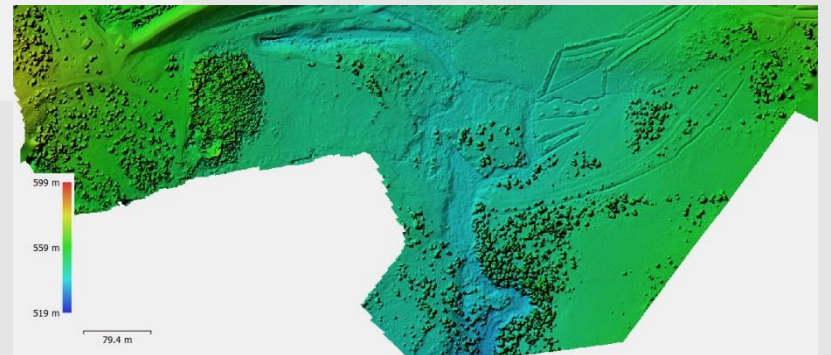
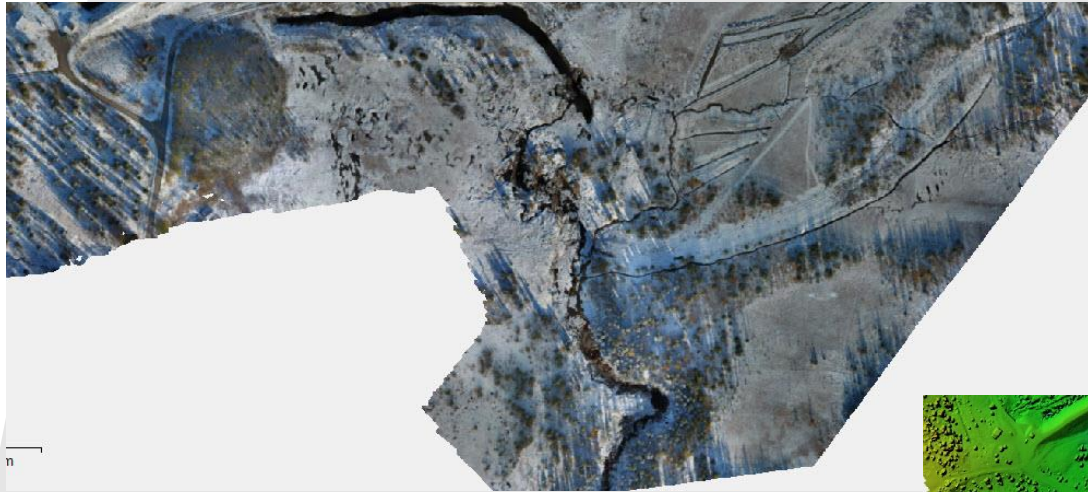
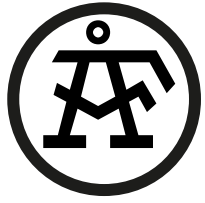
M34 Höger sida, inuti schaktet.

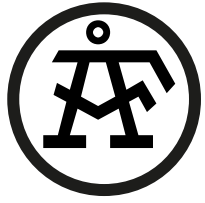


# Fotogeometri





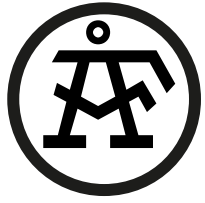




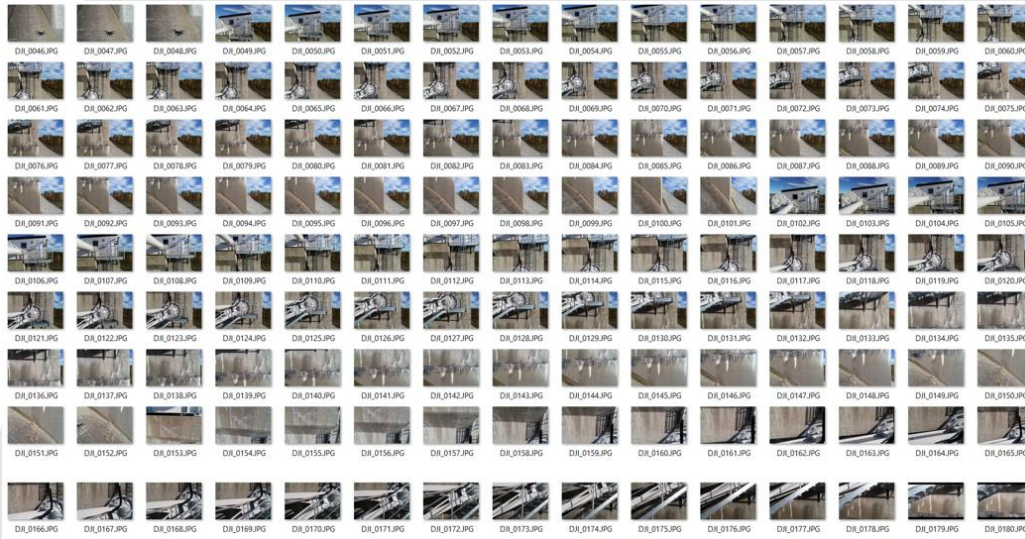
# Monoliter i Storfinnforsen

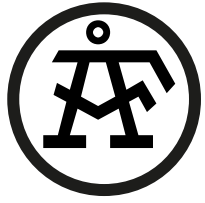




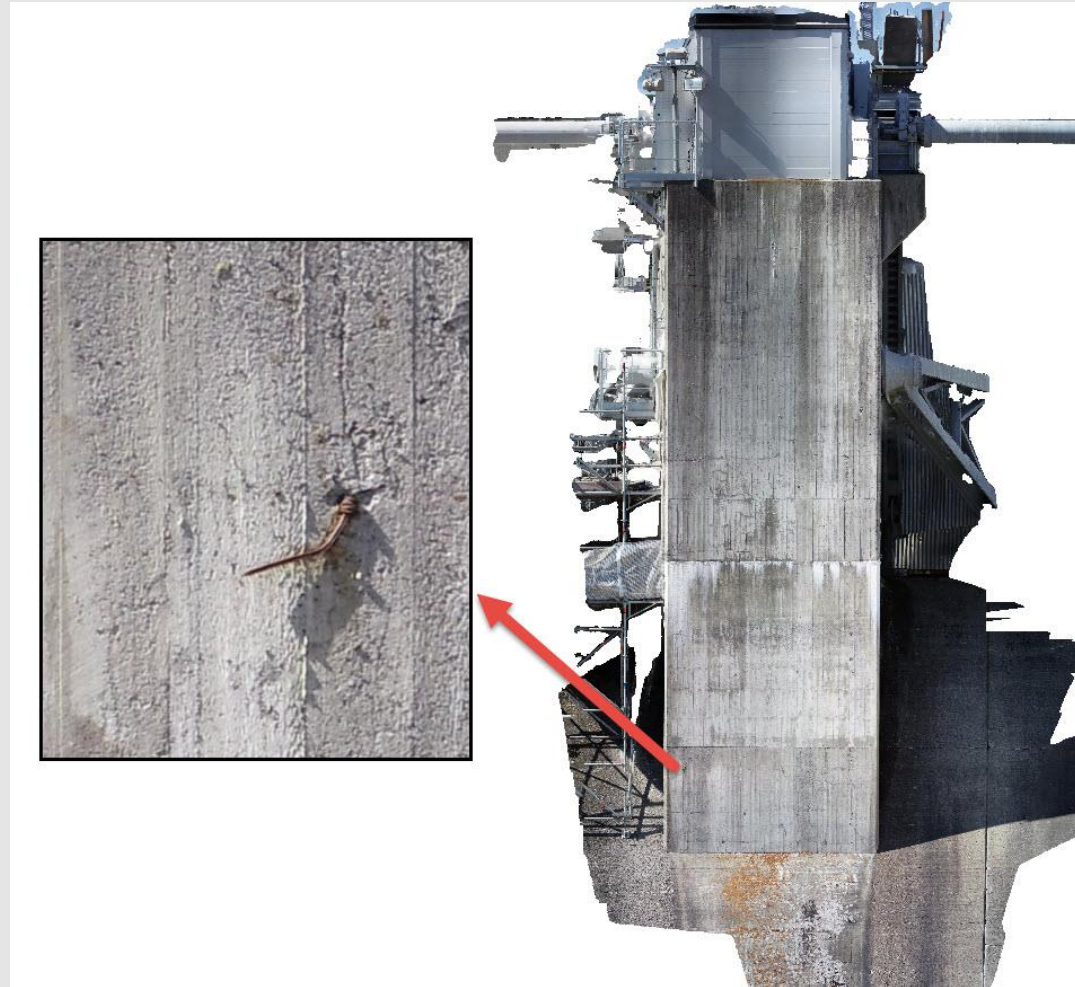


# Insamling av data

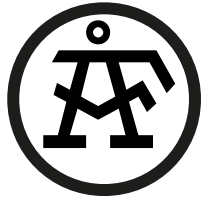




# Ortofoto

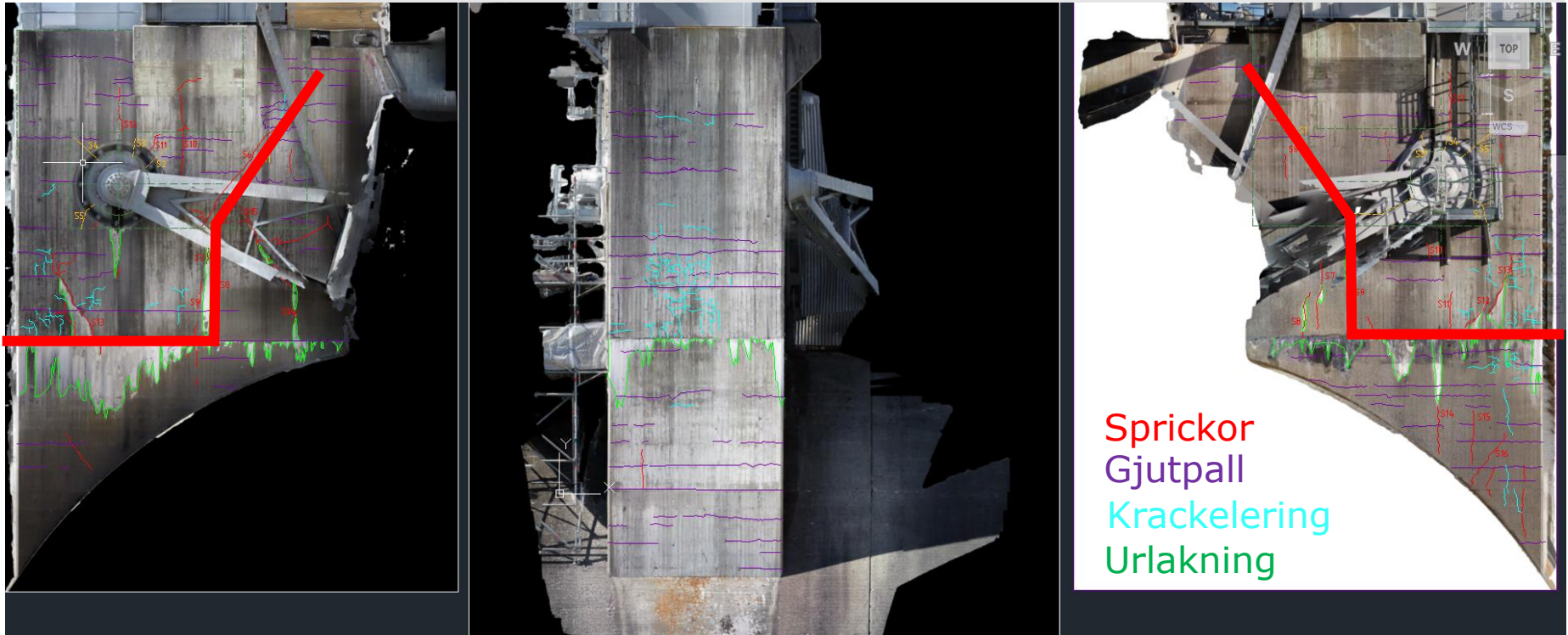






## Resultat ortofoto i AutoCad

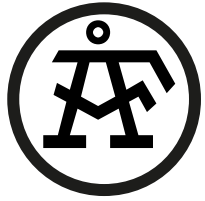
- Många hundra foton tagna med drönare sätts samman till ortofoto.
- Ortofoton läses in i CAD. Går mkt snabbare att hantera i CAD.
- Sprickorna analyseras i CAD samt beskrivs och benämns.



Vänster sida

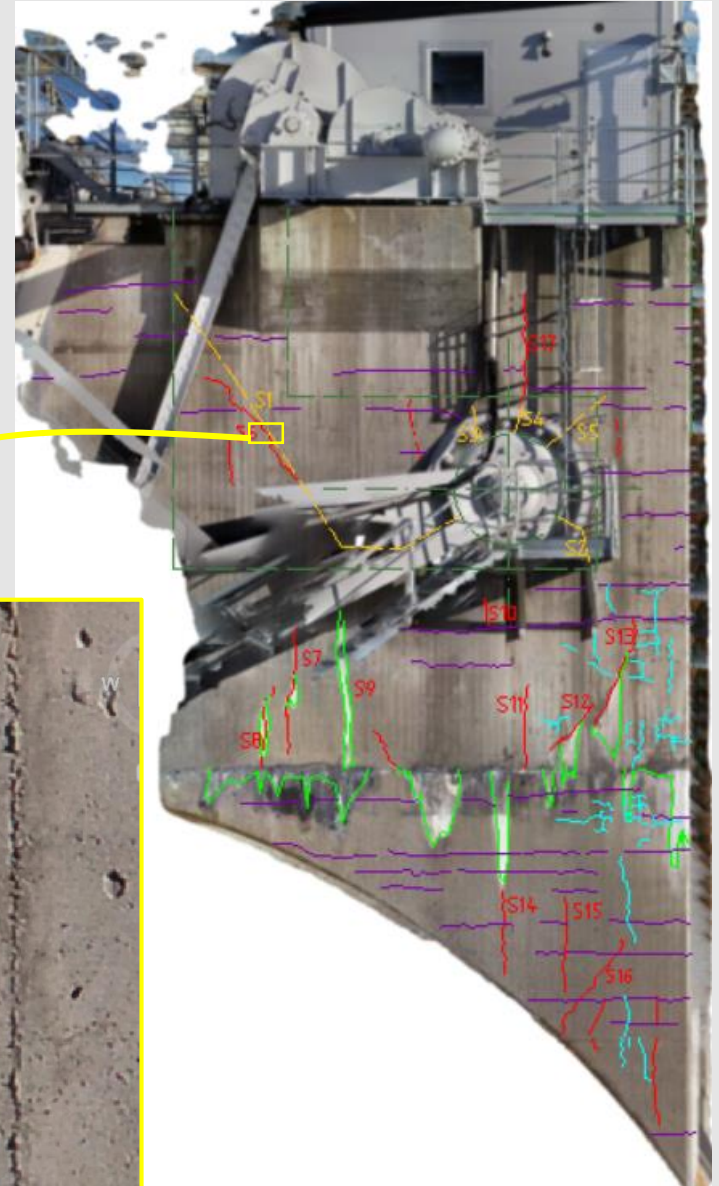
Nedströmssida  
**Mittpelare**

Höger sida

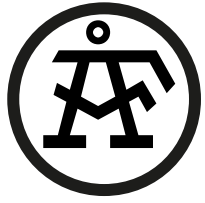


## Mittpelare

- CAD ger bra översikt av utbredning och typ av sprickor.
- Kan zoomas upp i CAD, för att se sprickor/skador på mm-nivå.

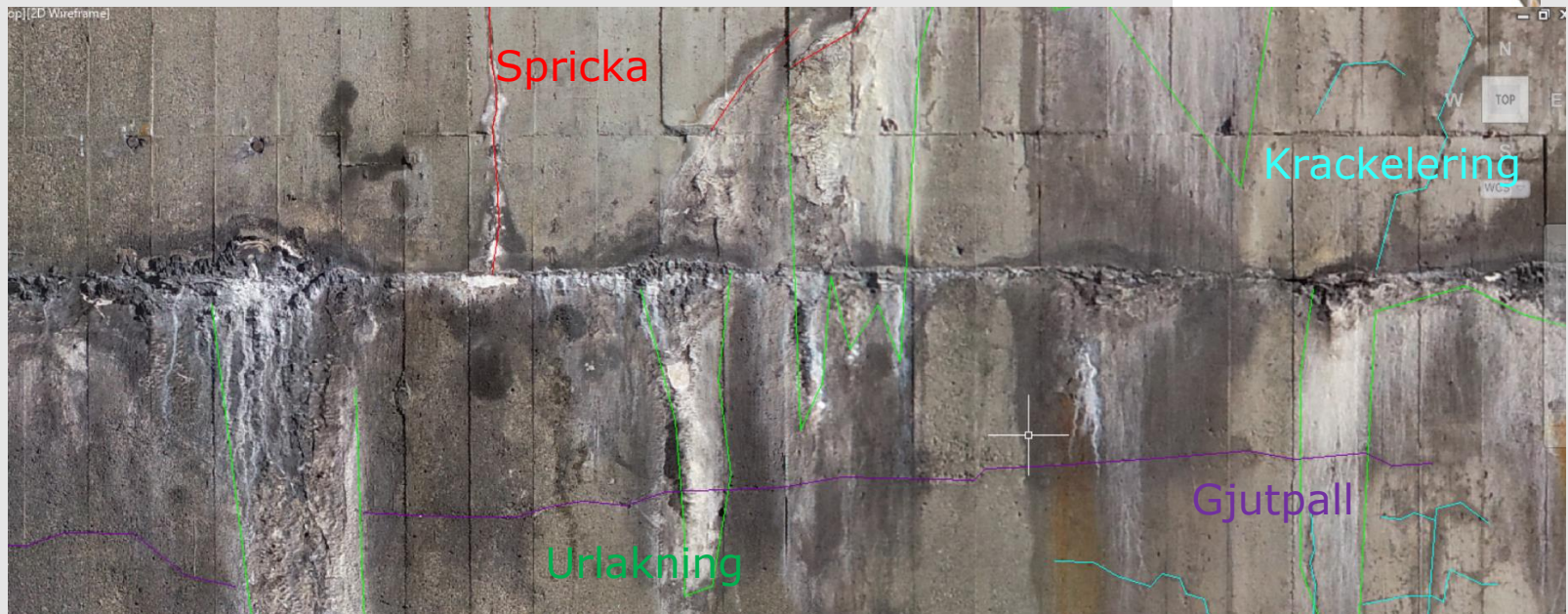




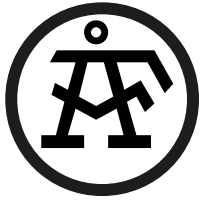


- Varje skada får en unik beteckning

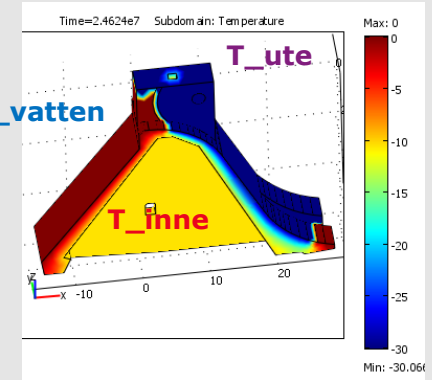
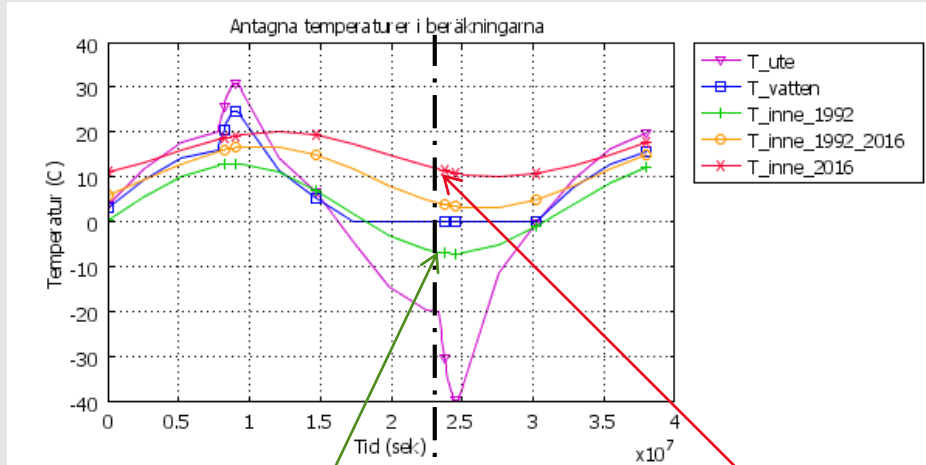
- Sprickorna delas in i olika typer.
- Bedömning vilka sprickor och skador som är kritiska och viktiga att följa över tiden.





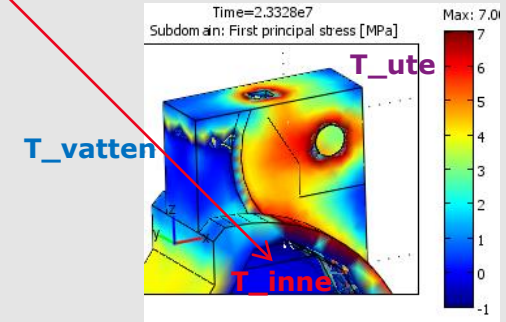
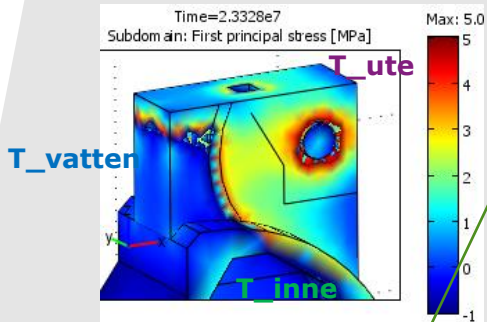


# Samtidig FE-analys av orsaken till sprickorna

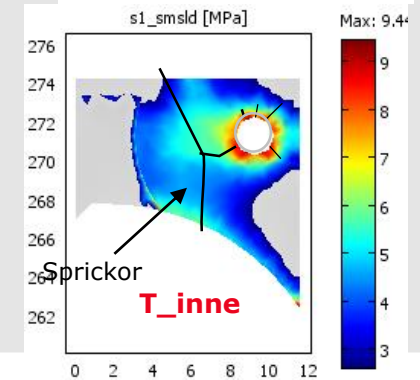
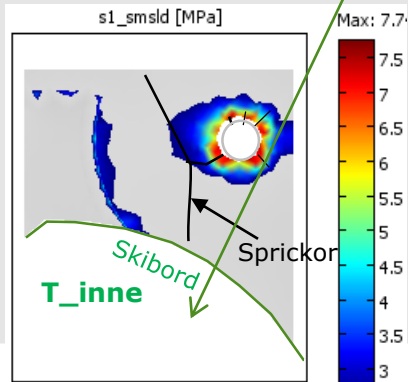


Innan 1992

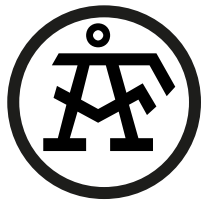
Efter 2016



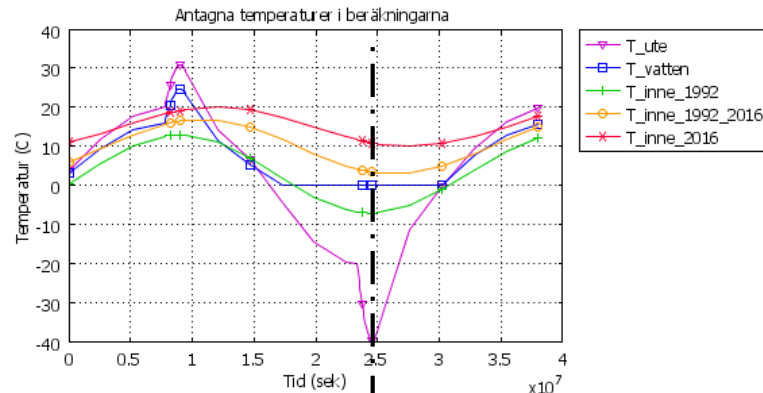
Övy=DG, normal vinter -20°C.



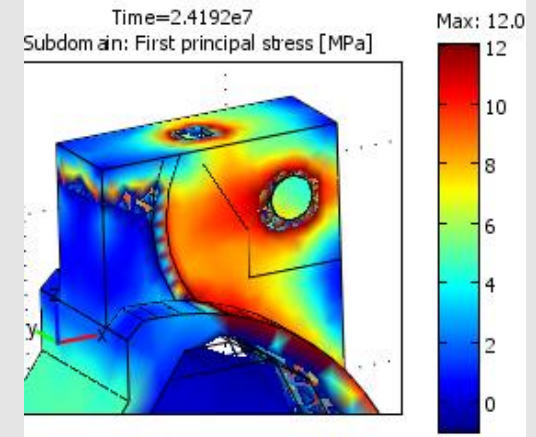
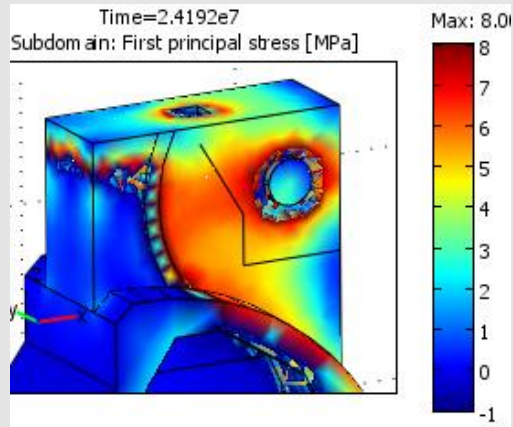
Huvuddragspänningar > 2,6 MPa



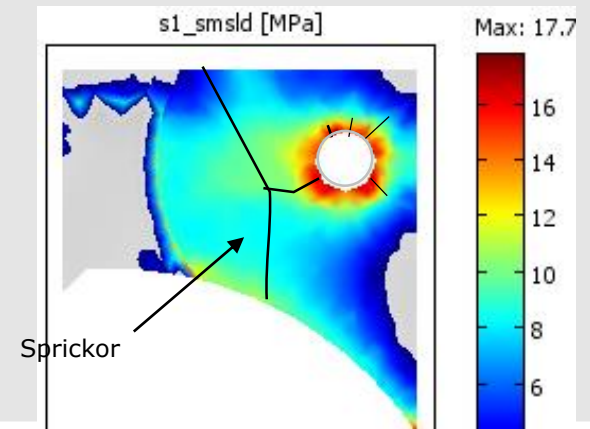
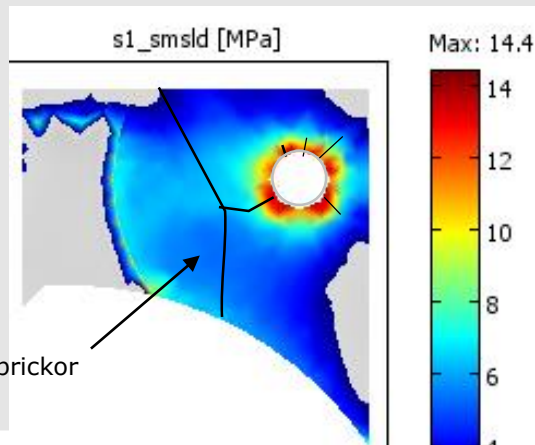
Uppmätt innan  
1992:  $-40,5^{\circ}\text{C}$   
(1966)



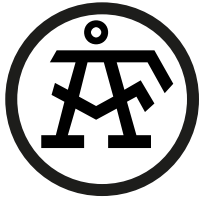
Efter 2016 (EKS11):  
 $-45^{\circ}\text{C}$ .



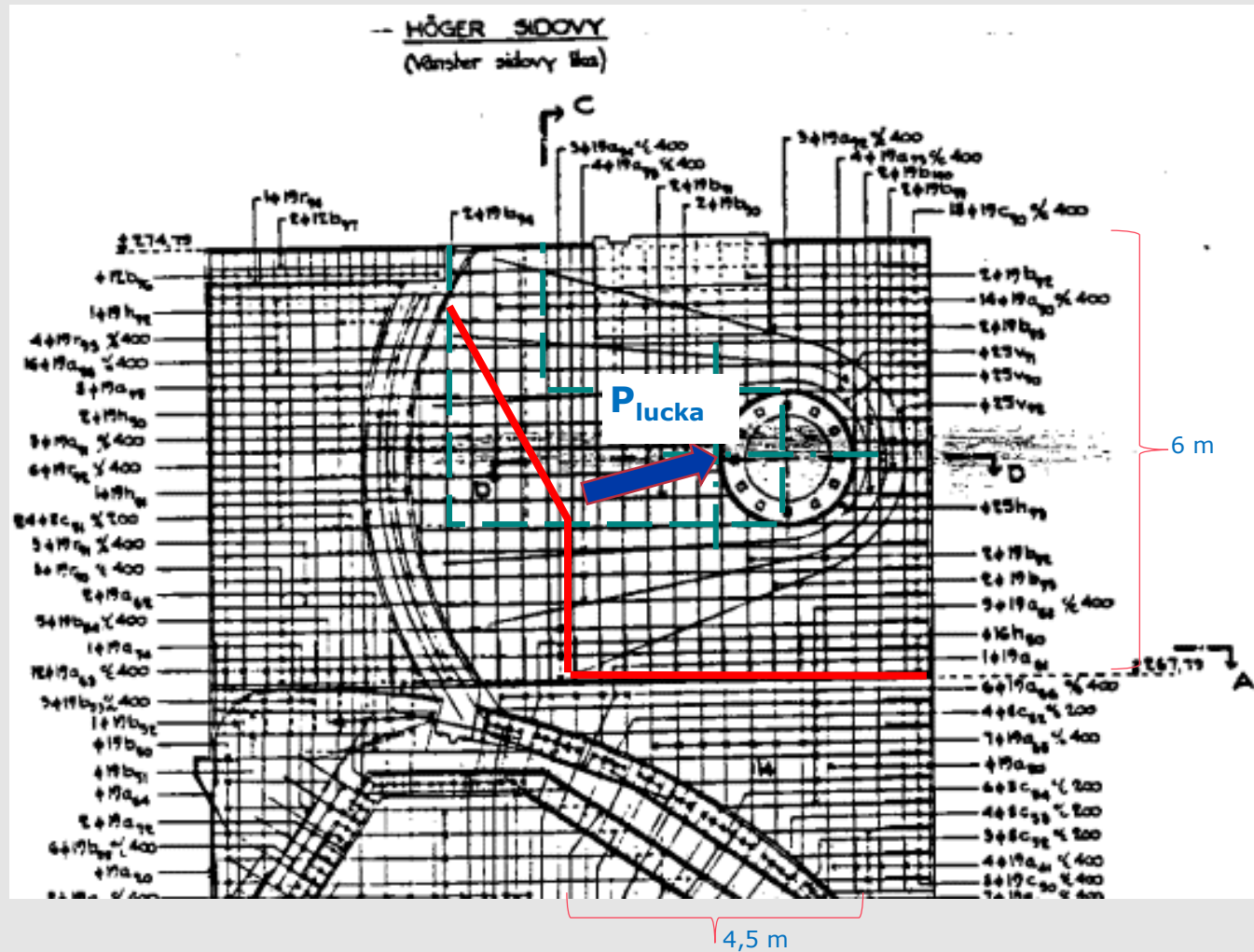
Vinterpeak



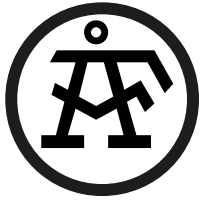
Observerade  
sprickor i  
samma område  
som beräknade  
höga  
dragspänningar!



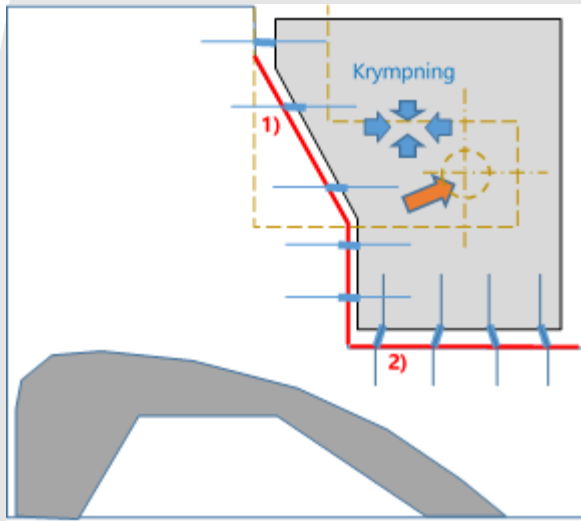
## Enkel statisk brottmodell





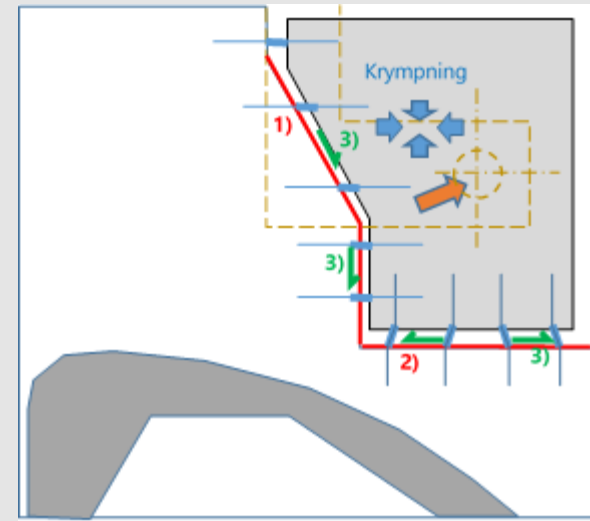


Principiell tankemodell hur armeringsjärn dras vid 1) och böjs och dras vid 2), om pelardelen nedströms om den tänkta sprickan, röd linje, krymper under en kall vinter



Utan friktion i sprickan:

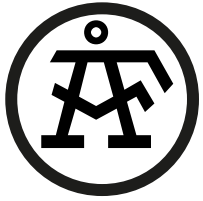
$$R_d = f_{yd} * A_s$$



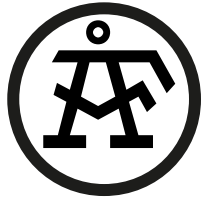
Med friktion i skrovlig spricka kan större kraft tas.

$$f_f = 1,2(\rho f_{st} + \sigma_{fc})$$

Töjningar av temperaturväxlingar varierar. Ej monotont ökande som det kan vara vid en yttre last!



- Om sprickorna ska fortsätta att kunna överföra friktionskraft och därmed anses säkra, måste sprickorna hållas under uppsikt, så att inte sprickvidden ökar och att de inte blir fler eller längre.
- Uppsikt lämpligen genom att:
  - ✓ Utföra planenlig sprickkartering p.s.s. med drönare, ortofoto och CAD. Kan jämföra antalet och storleken på sprickorna ner på ca 0,5 mm-nivå.
  - ✓ Sätta några sprickgivare inuti luckschakt och utanpå pelare, lämpligen monolit M34 då den är hårdast belastad och även mest sprucken.
- OM sprickorna växer bör de säkras med ny armering, t.ex. spännstag inuti eller kolfiberstavar utanpå pelarna.

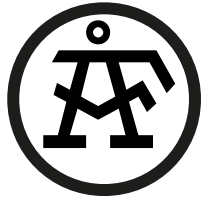


## Utvärdering av "drönarmetoden"

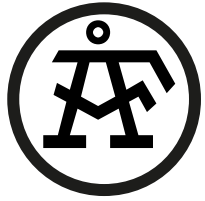
### Bra att veta

- Stor vana av flygning m drönare, måste samtidigt sköta fotograferingen
- Viss störning från stora metallkonstruktioner
- Kompetens vid hantering av bildbearbetningen
- Dator med hög beräkningskapacitet
- Lämpligt väder vid flygning
- För inomhusflygning krävs komplettering av utrustningen, belysning, positionering



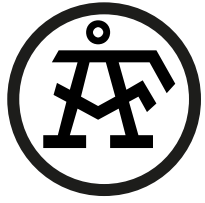


- Relativt billig utrustning kan användas
- Snabbt utförande på site
- Bra underlag till betongspecialist
- Ny skanning efter ett antal år kan i CAD läggas ovanpå varandra för analys om förändring skett
- Lägre alternativt ingen kostnad för ställningsbyggande



## Exempel på möjlig utveckling

- Automatik på drönare som håller visst avstånd till objektet
- Möjlighet att skanna inomhus i stora utrymmen m drönare, tex under skibord



**Frågor?**