

Datakedjan för radar, från sensor till omvärldsbild

Adam Andersson

Adjungerad docent, Matematiska Vetenskaper, Chalmers

Radarsystemingör, Saab



Agenda

- Kort om min bakgrund
- Kort om Saab
- Radar och dess datakedja

Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

Utbildning och akademi

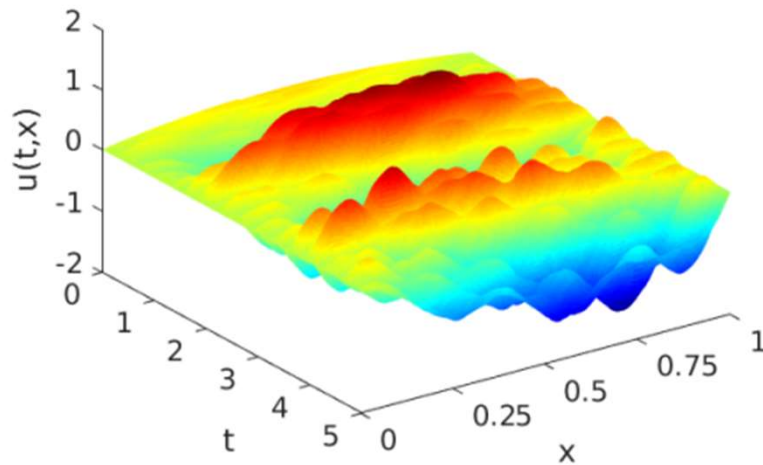
- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

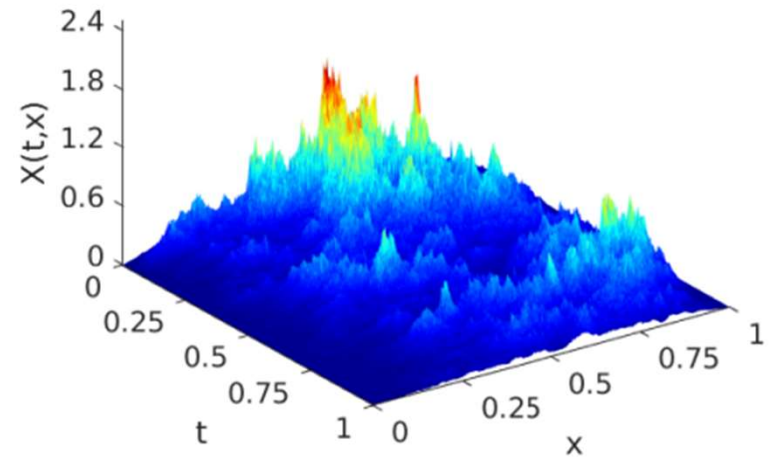
- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

$$dX(t) + [AX(t) - f(X(t))] dt = g(X(t)) dW(t), \quad t \in (0, T]; \quad X(0) = X_0.$$



(a) Stochastic wave equation with additive noise.



(b) Stochastic heat equation with multiplicative noise.

Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020



Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

Utbildning och akademi



Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

Utbildning och akademi



Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund



Your Name | Document Name | Issue 1

Näringslivet

- Konsult och gruppledare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.



Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

Min bakgrund

Utbildning och akademi

- Civilingengör i Automation & Mekatronik från Chalmers, inriktning teknisk matematik. 2003-2008
- Doktorand i matematik på Chalmers 2009-2015
- Postdok på TU-Berlin 2015-2016
- Adjungerad docent 20% på Chalmers från februari 2021 och handledare för AI doktorand från augusti 2020

Näringslivet

- Konsult och gruppleddare inom algoritmutveckling på Syntronic 2016-2019
- Konsult och Chief Scientist på Smartr 2019-2020
- Systemingengör på Saab sedan 15 månader.

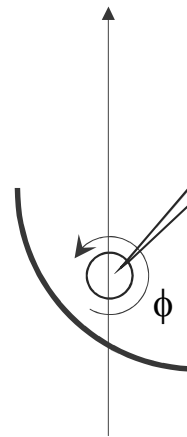
Några av Saabs Surveillance produkter



RADAR – MÄTPRINCIP

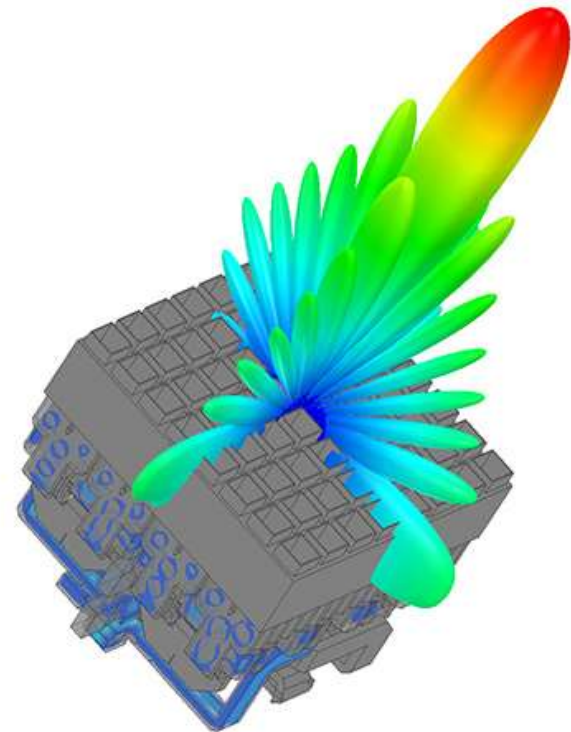
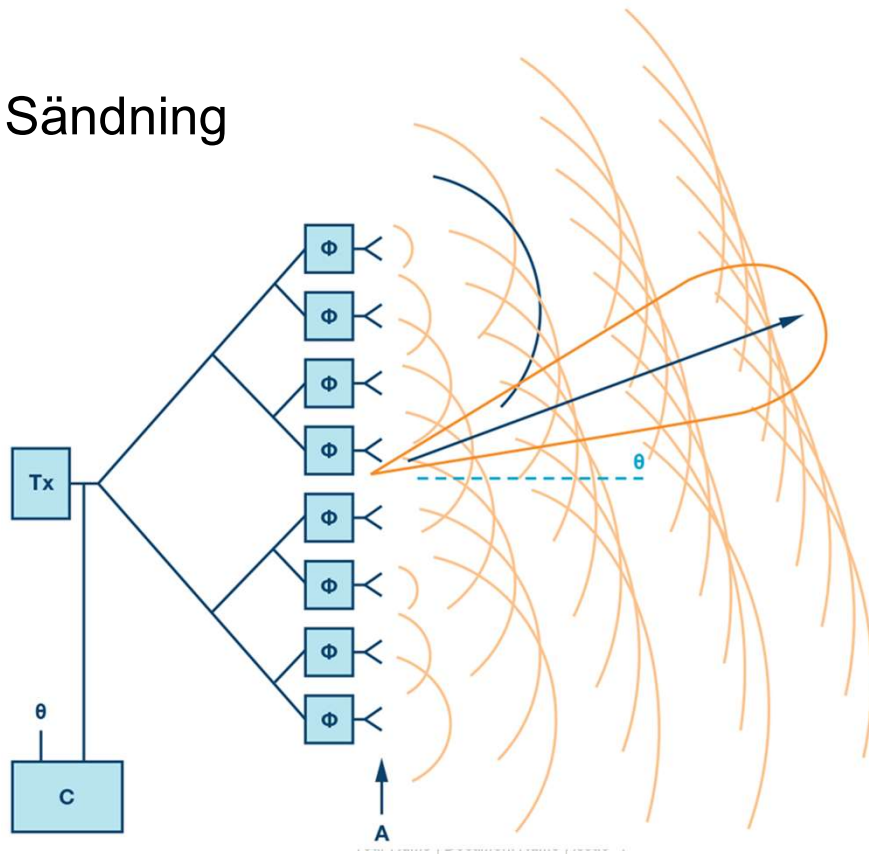
▶ RAdio Detection And Ranging

- Mät avstånd genom att belysa objekt med pulser av mikrovågor och mäta när ekot kommer tillbaka.
- Mäta riktning genom att styra energin från antennen.
- Mäta hastighet genom att mäta Dopplerskift hos mottagen puls.



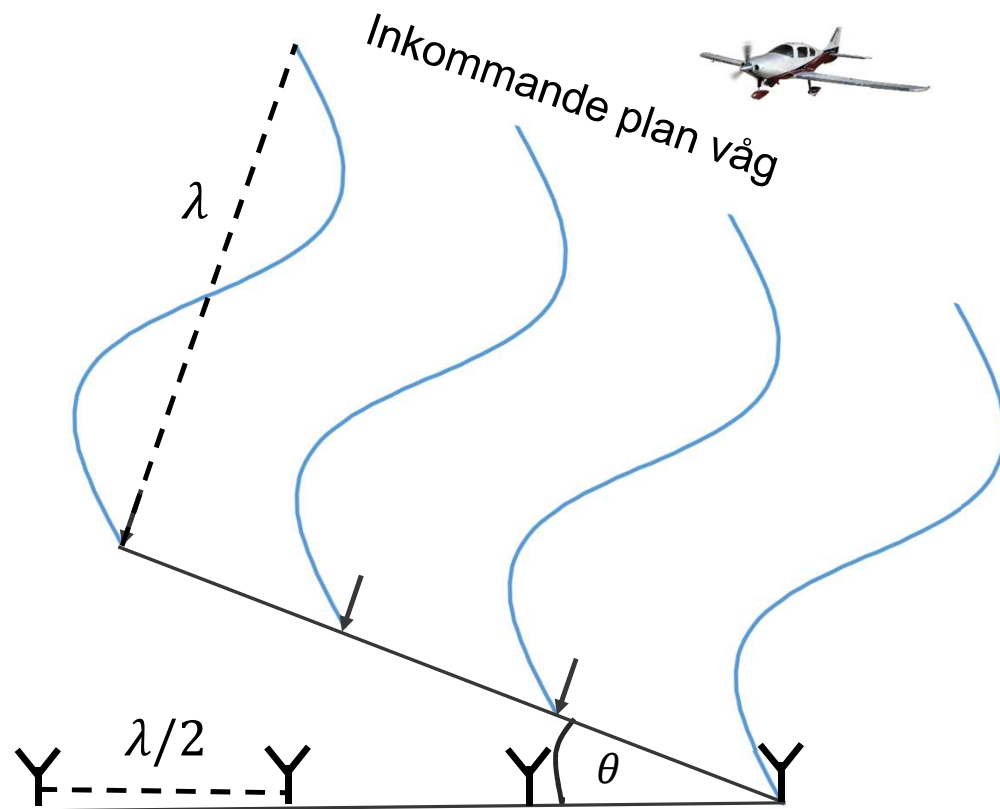
RADAR – ANTENN OCH LOBFORMNING

Sändning



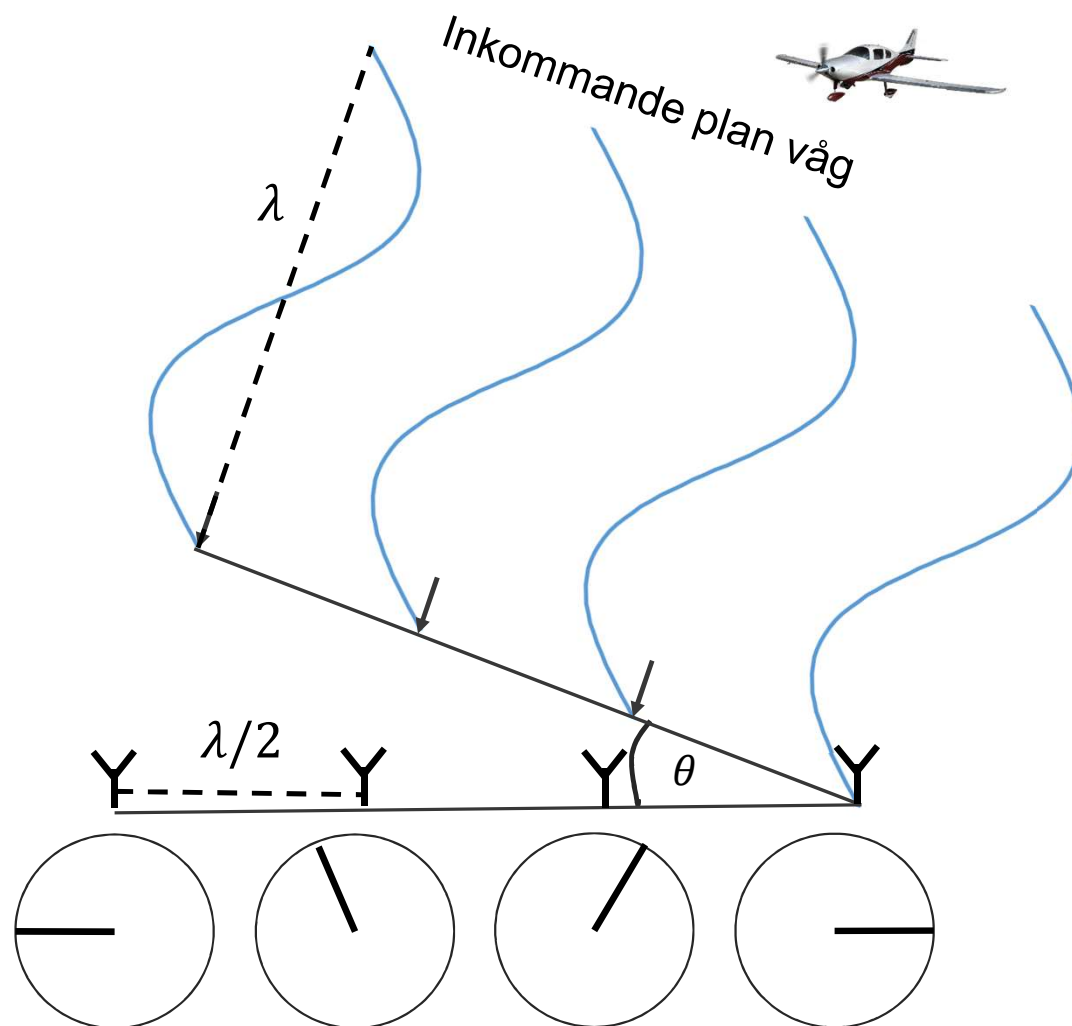
PULS-DOPPLER-RADAR

Digital mottagning



PULS-DOPPLER-RADAR

Digital mottagning



PULS-DOPPLER-RADAR

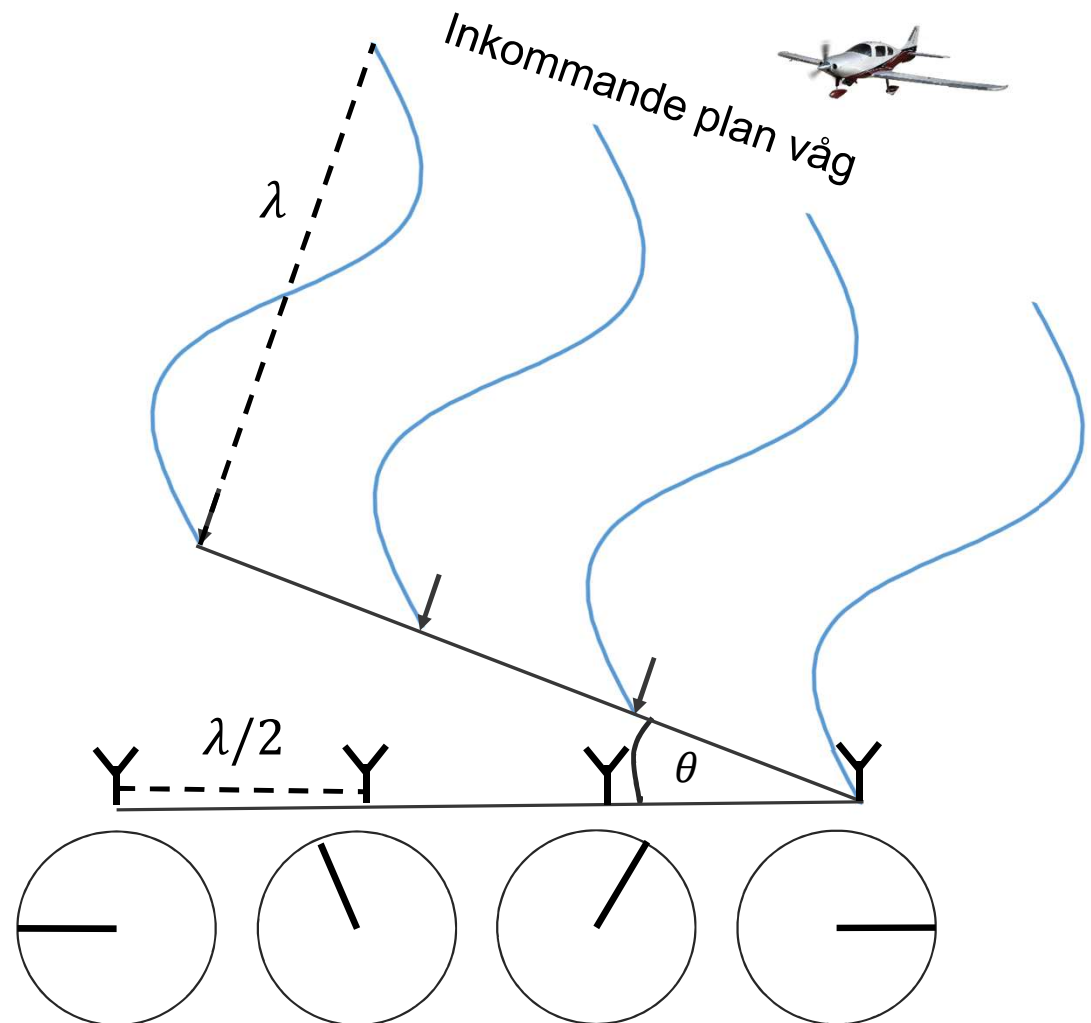
Digital mottagning

Exempel:

► Sändfrekvens: 3GHz

► Periodtid: $\tau = \frac{1}{3} \text{ ns}$

► Våglängd: $\lambda = \tau \cdot c = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^8 = 10 \text{ cm}$



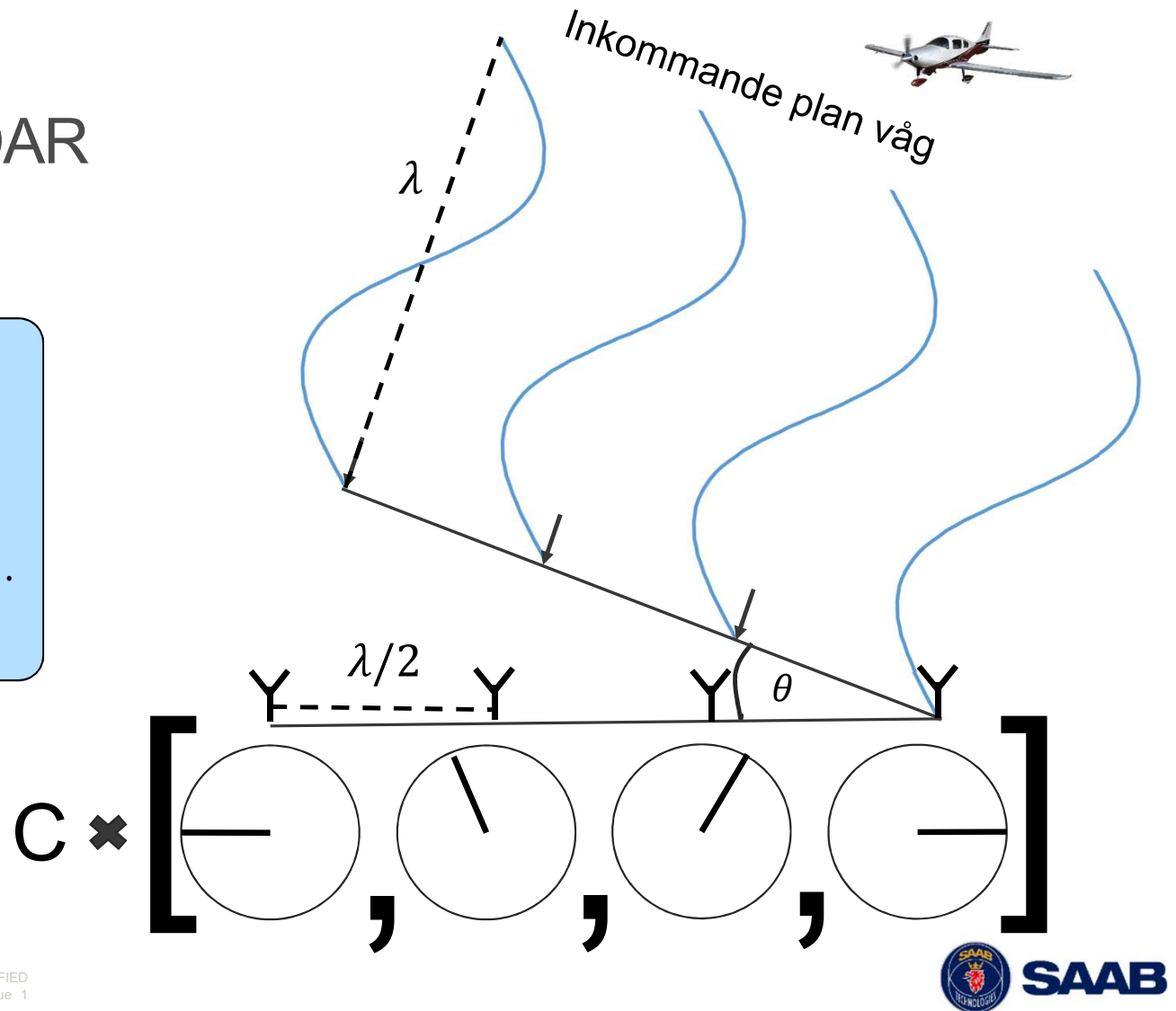
PULS-DOPPLER-RADAR

Digital mottagning

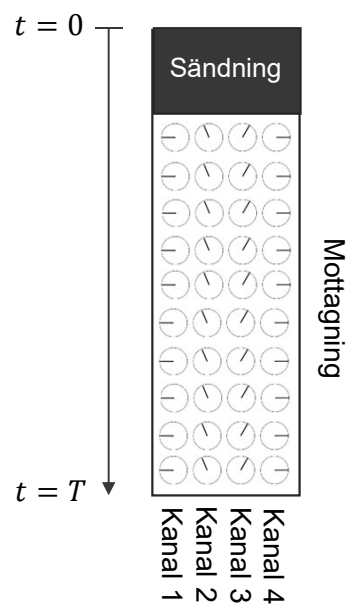
Exempel:

- Sändfrekvens: 3GHz
- Periodtid: $\tau = \frac{1}{3} \text{ ns}$
- Våglängd: $\lambda = \tau \cdot c = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^8 = 10 \text{ cm}$

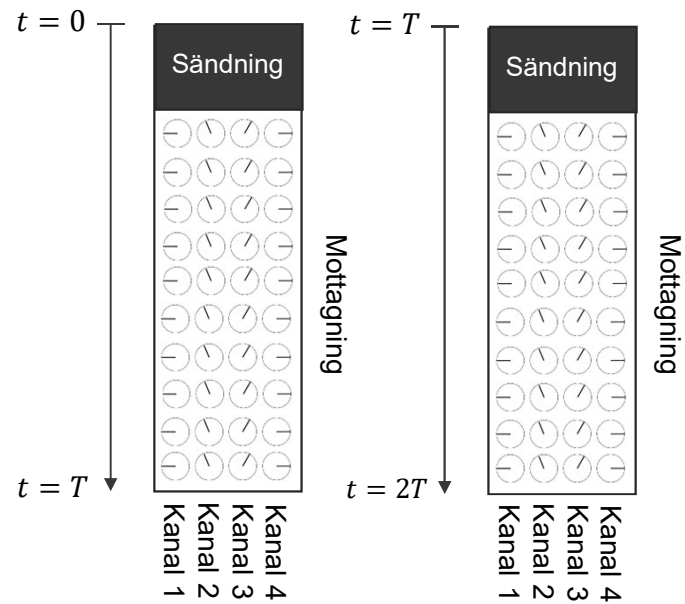
Jumbojet eller fågel?
Olika amplitud!



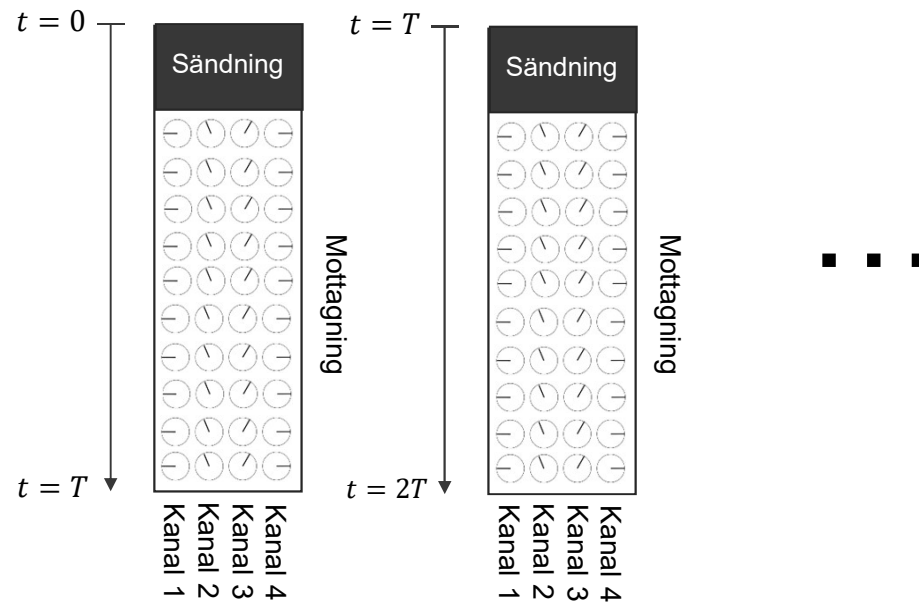
PULS-DOPPLER-RADAR



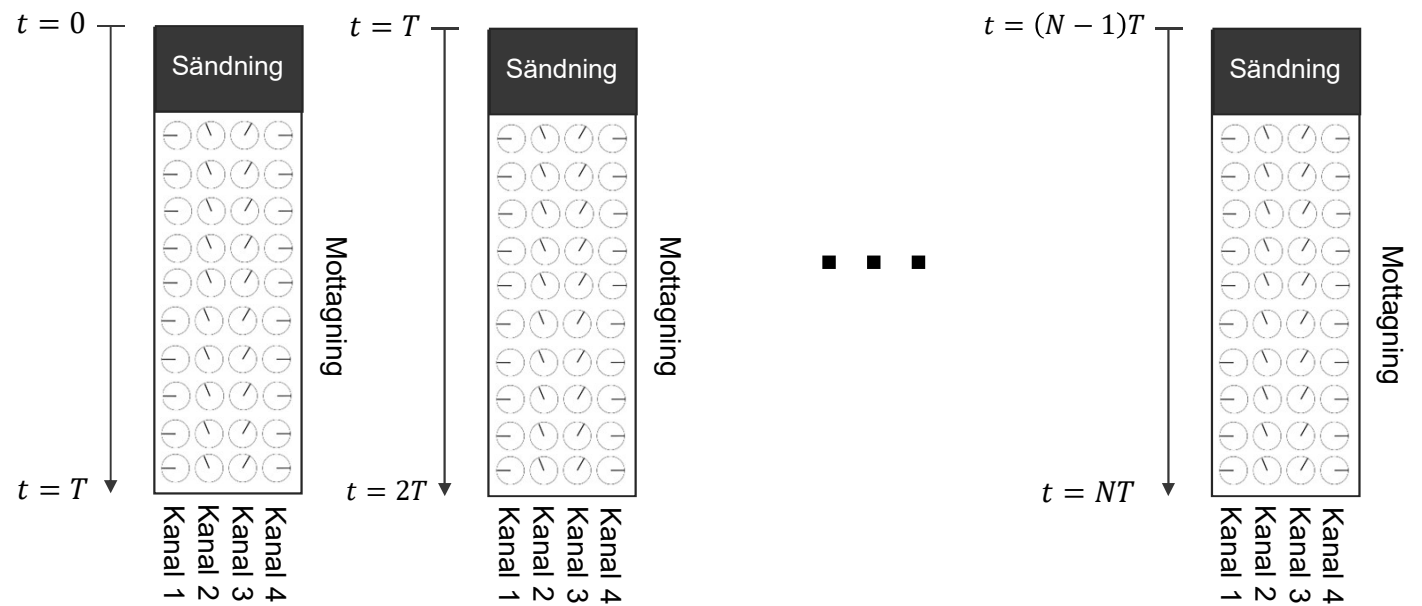
PULS-DOPPLER-RADAR



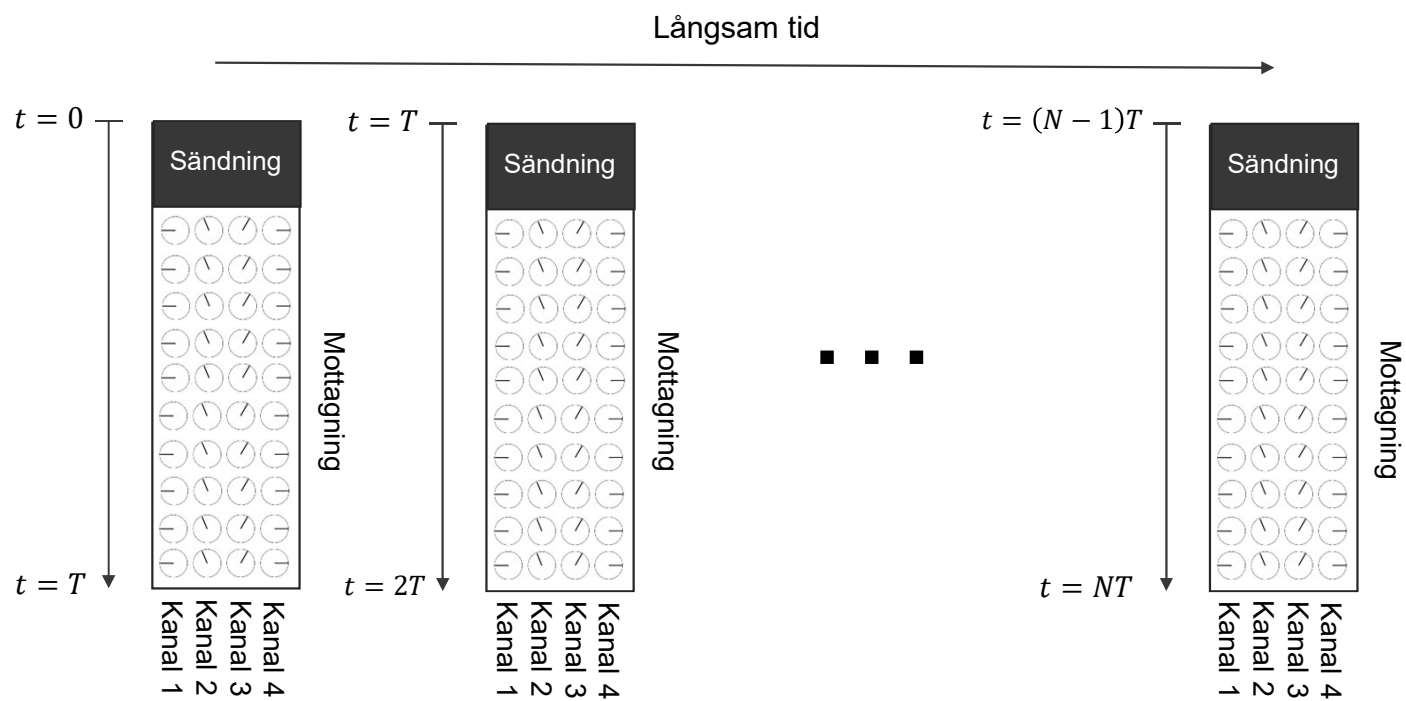
PULS-DOPPLER-RADAR



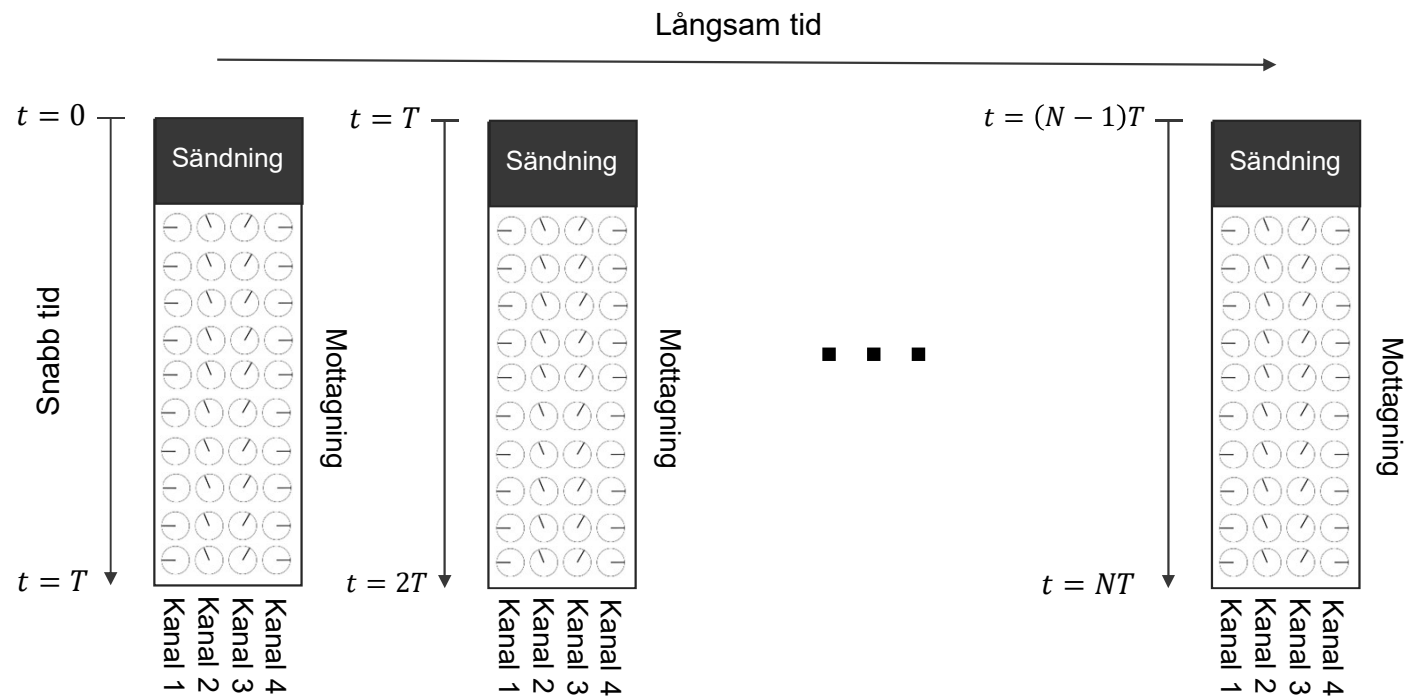
PULS-DOPPLER-RADAR



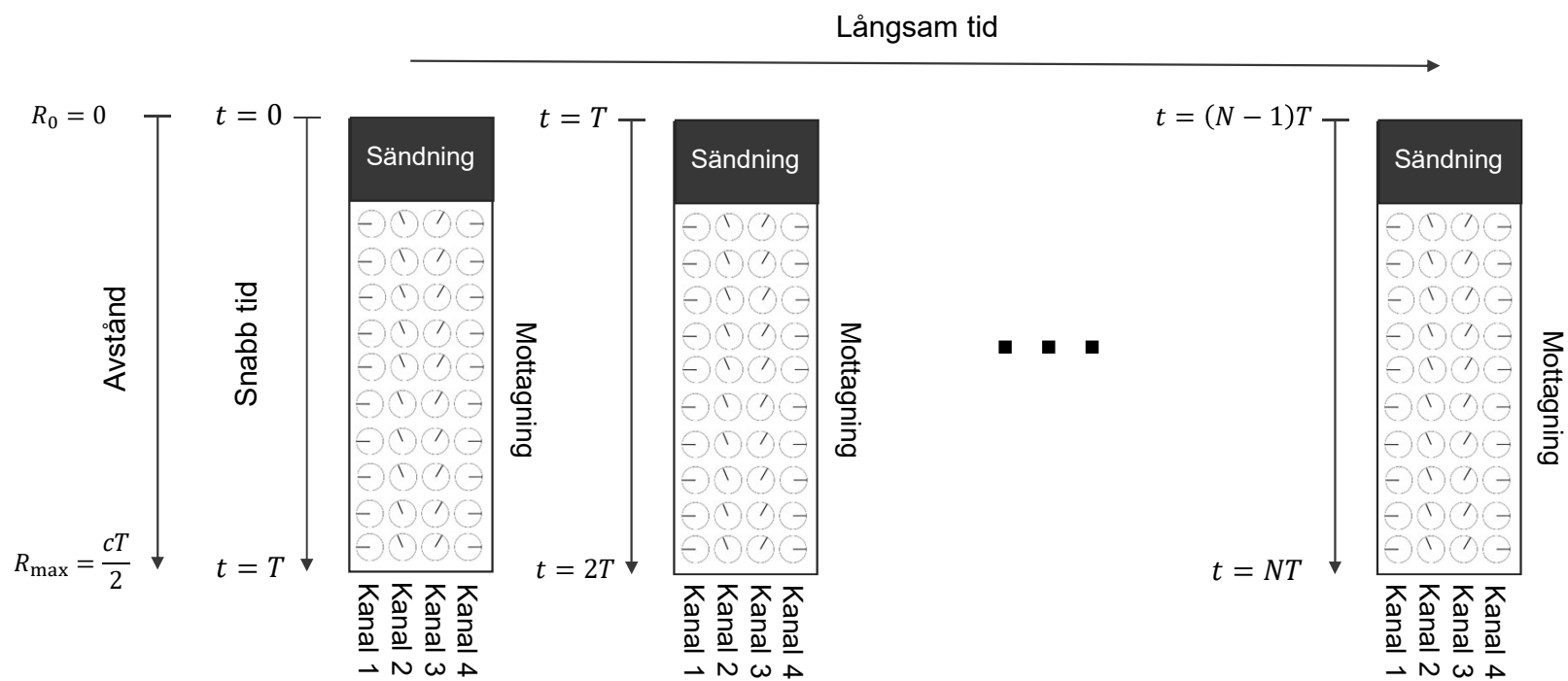
PULS-DOPPLER-RADAR



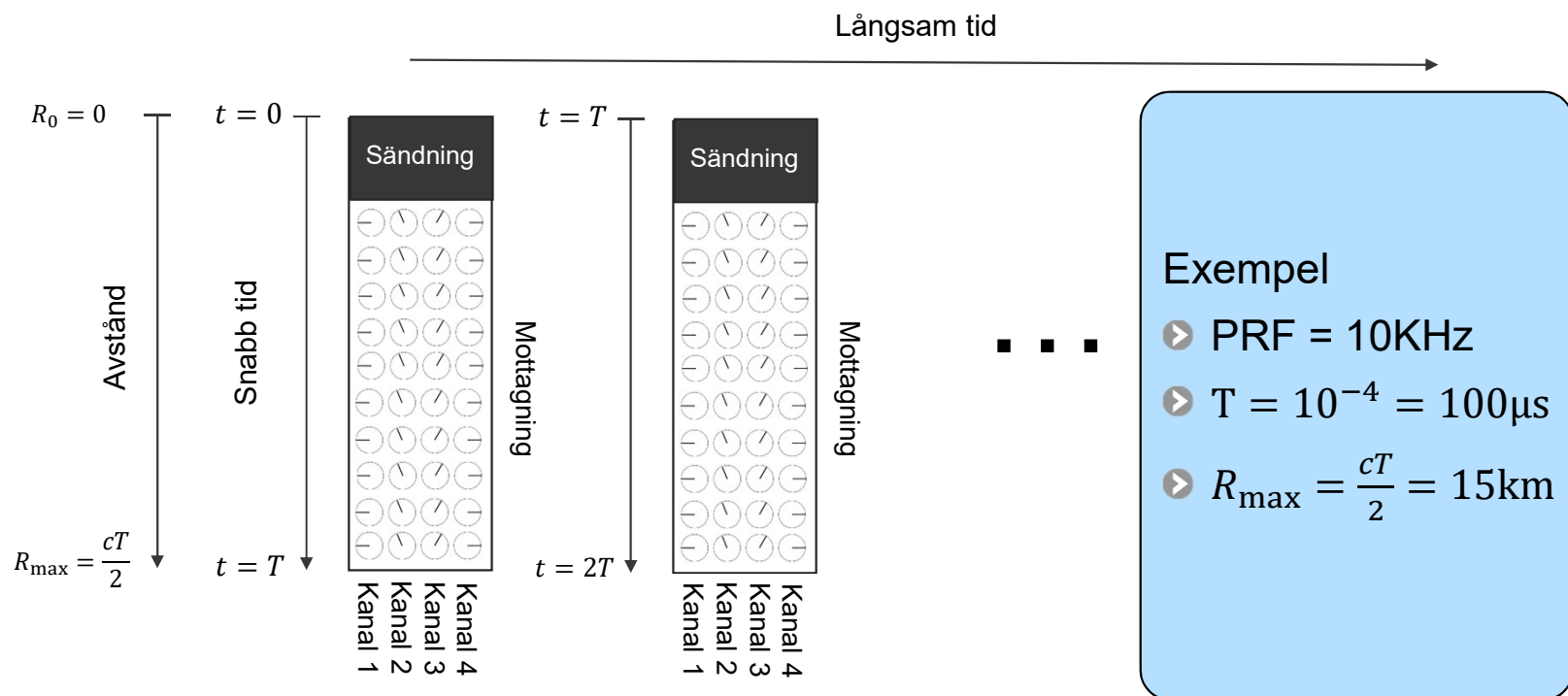
PULS-DOPPLER-RADAR



PULS-DOPPLER-RADAR



PULS-DOPPLER-RADAR



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

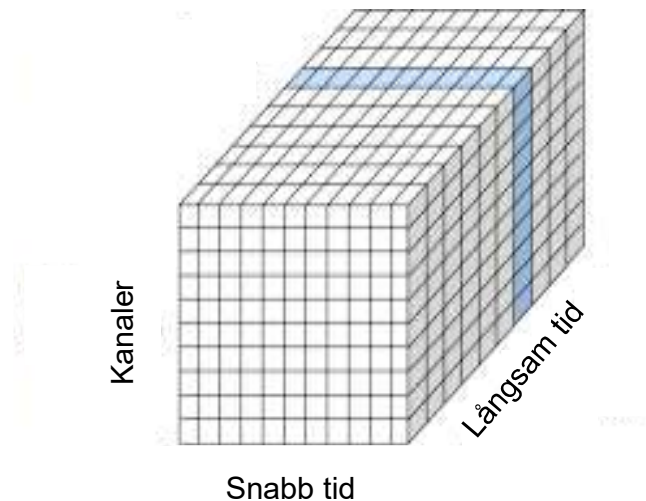
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

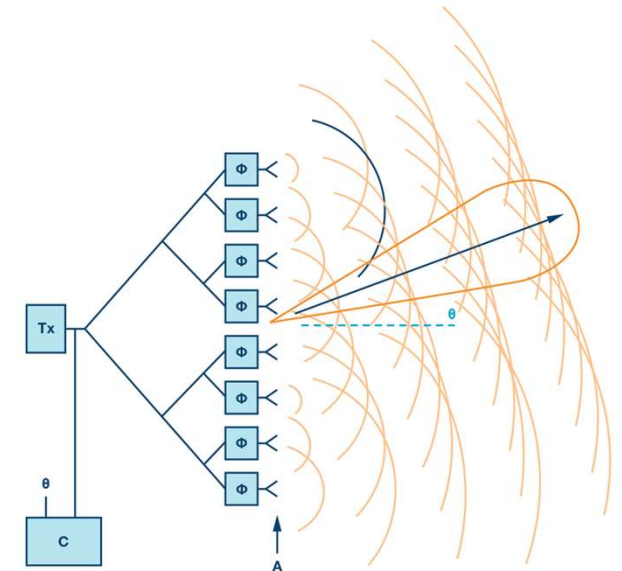
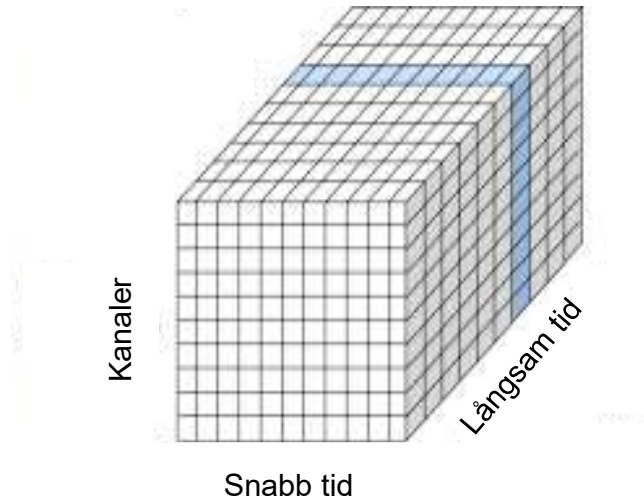
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

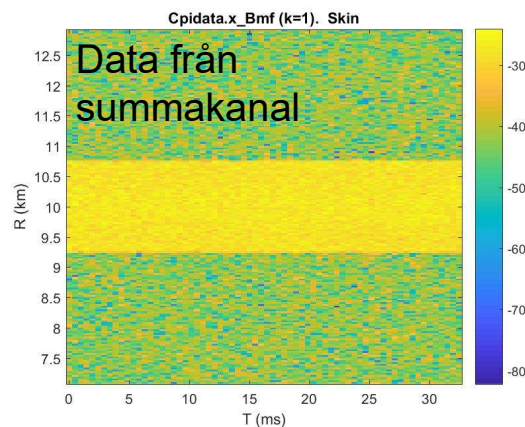
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

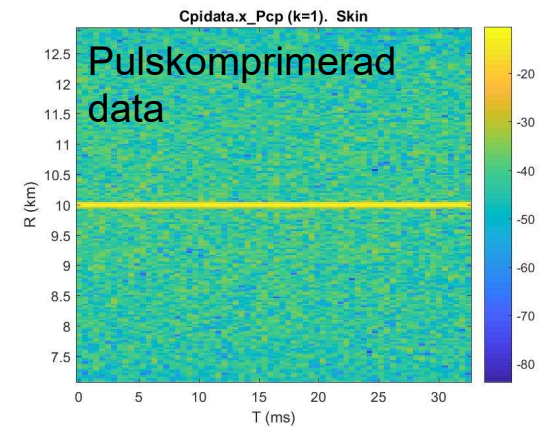
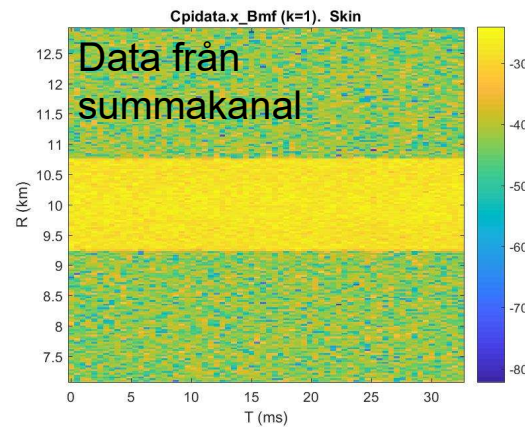
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

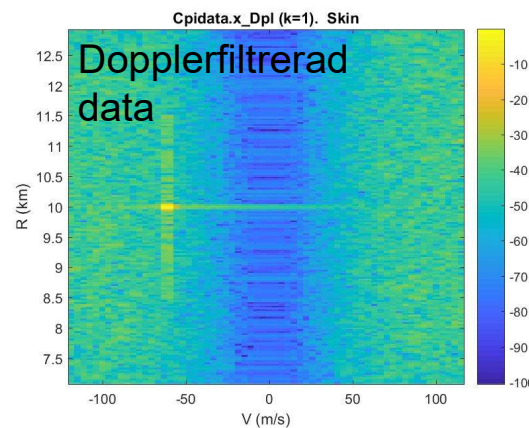
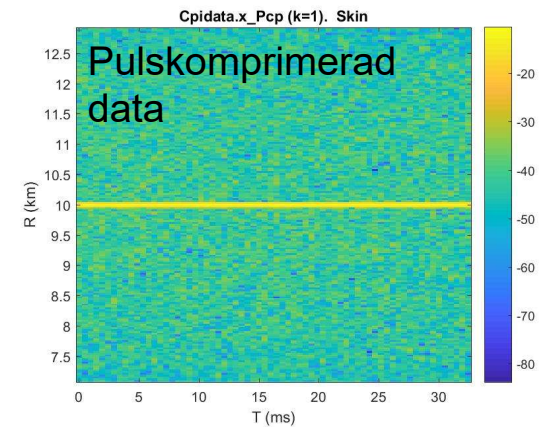
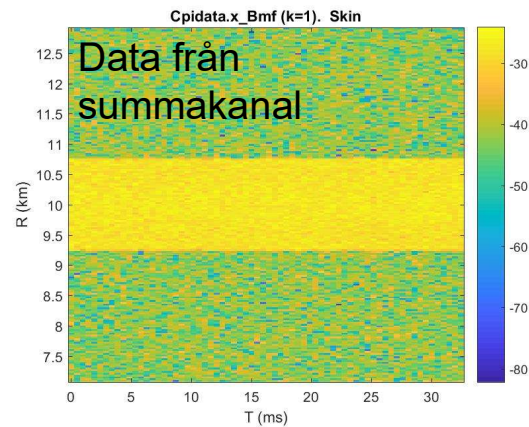
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet



GRUNDLÄGGANDE SIGNALBEHANDLING

► Lobformning

- Summera kanalerna

► Pulskompression

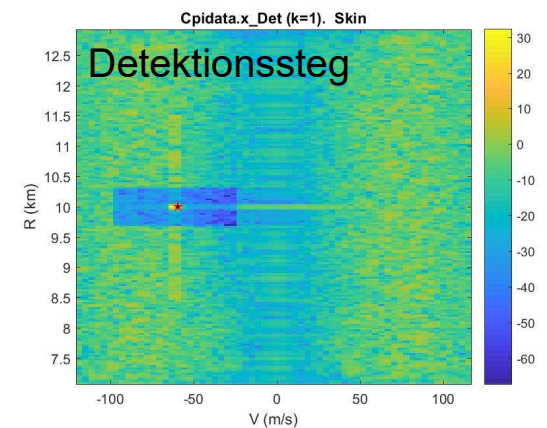
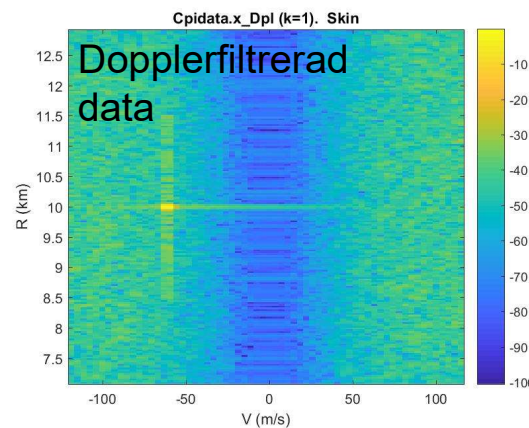
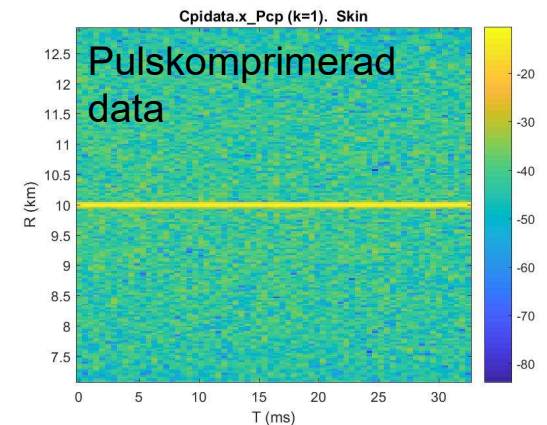
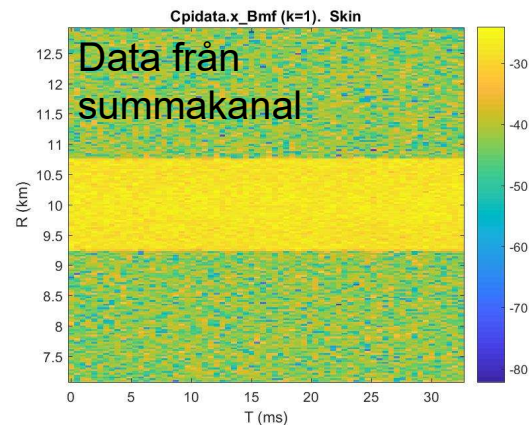
- Matchat filter

► Dopplerprocessning

- Diskret Fouriertransform

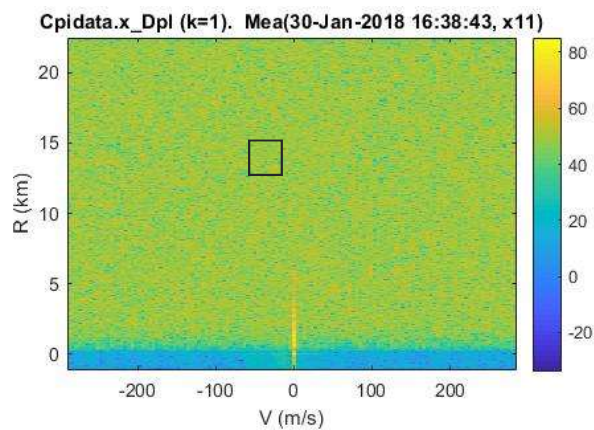
► Detektion

- Tröskel på normaliserad signal
- Konstant falsklarmssannolikhet

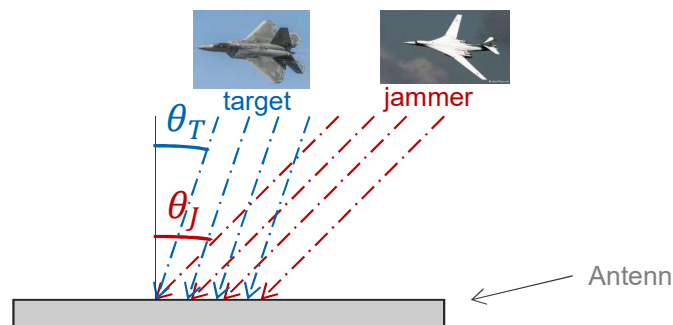
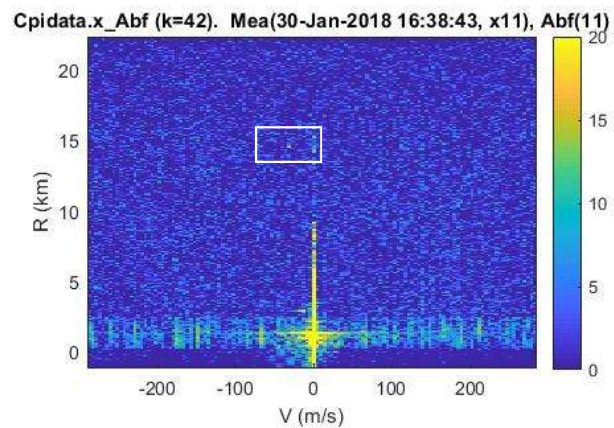


STÖRUNDERTRYCKNING

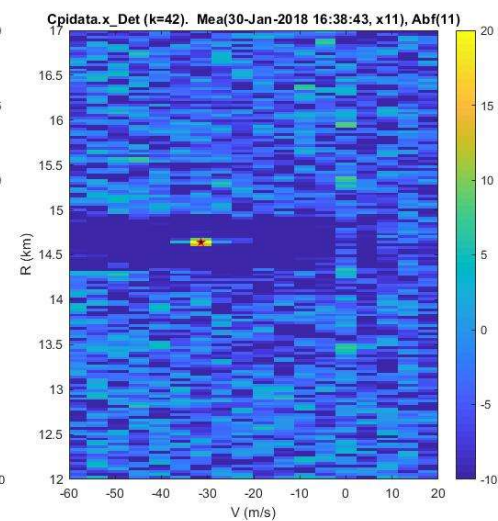
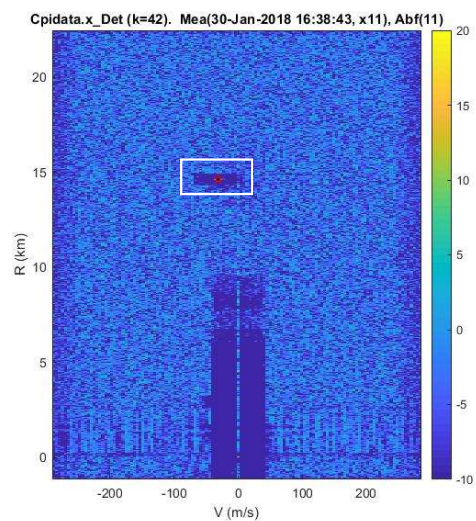
Störd data



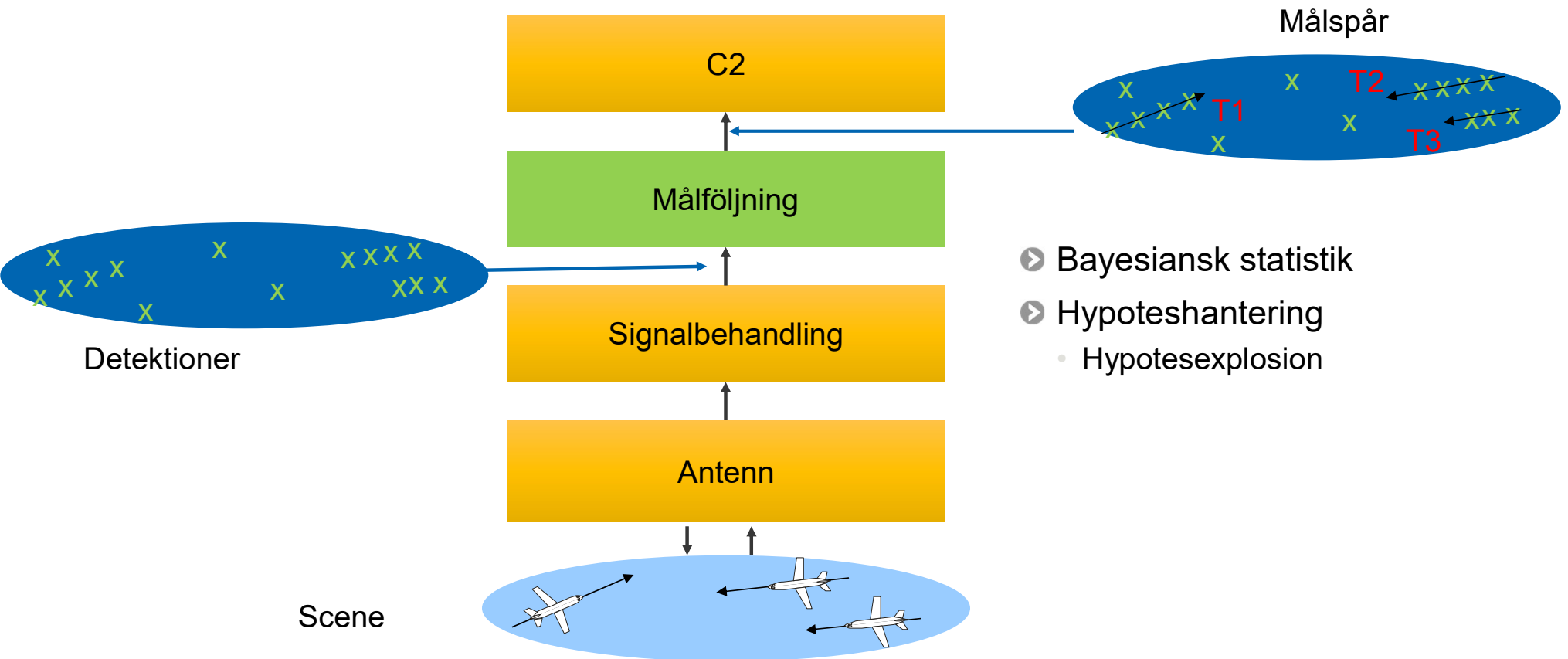
Efter
störundertryckning



Inzoomning



Målföljning



- Bayesiansk statistik
- Hypoteshantering
 - Hypotesexplosion

EXEMPEL PÅ UTMANINGAR

Fåglar och drönare

- En radar kan se tusentals fåglar.
- Ett växande framtida hot är mindre drönare.
- Att skillja fåglar från drönare är ett utmanande problem som till viss del återstår att lösas.

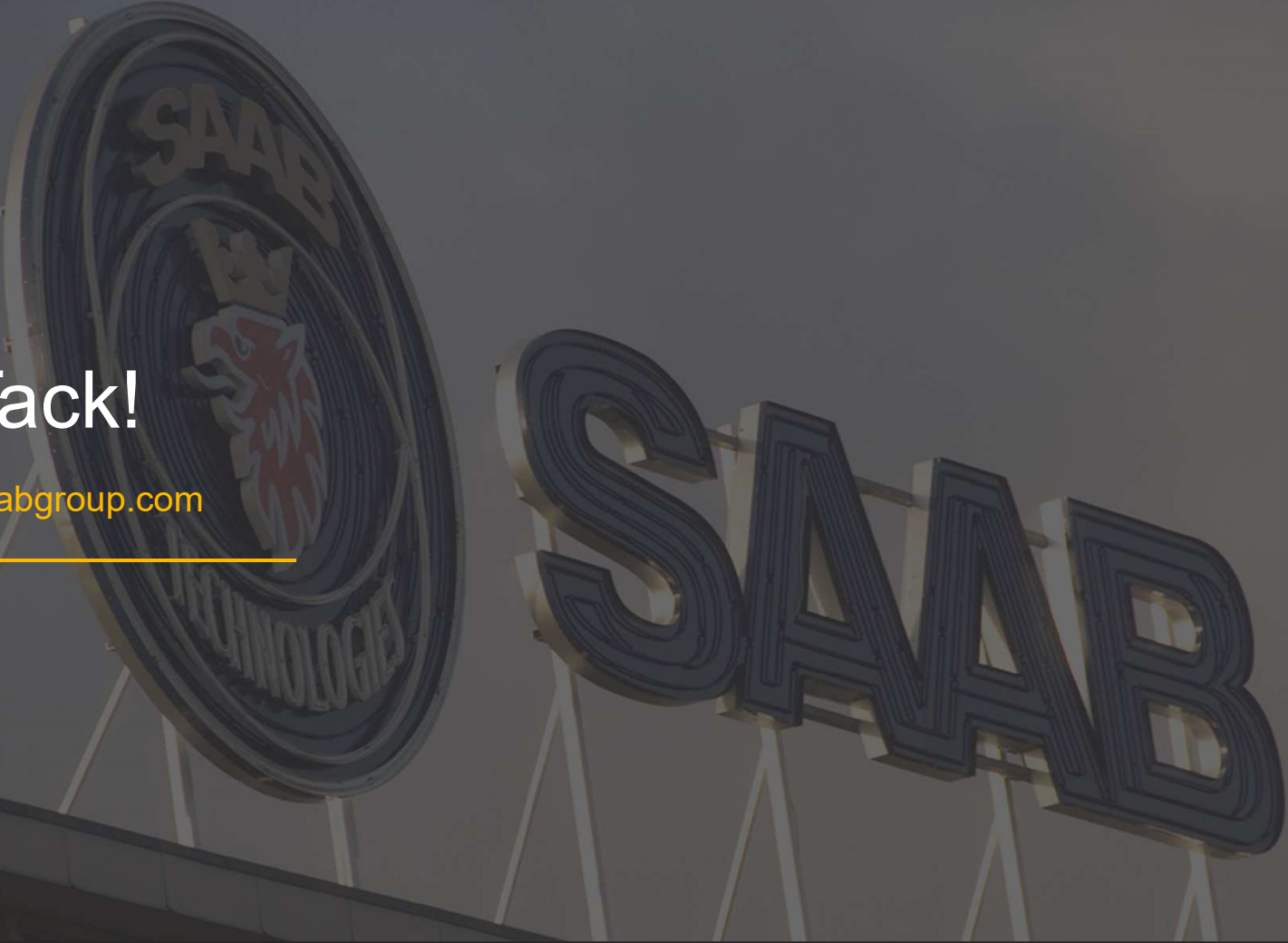
Vindkraftsparker

- Vindkraftsverk ger ifrån sig ett kontinuum av Dopplerskiften från noll i centrum till max vid de snabba rotorspetsarna.
- Miljön kring vindkraftsparker är därför extra utmanande.



BRA ATT LÄSA

- Måste: Bayesiansk statistik
- Gärna: Ren matematik och sannolikhetssteori
- Gärna: Beräkningsmatematik
- Gärna: 2-3 kurser inom maskininlärning
- Gärna: Ett par extra programmeringskurser



Tack!

saabgroup.com
