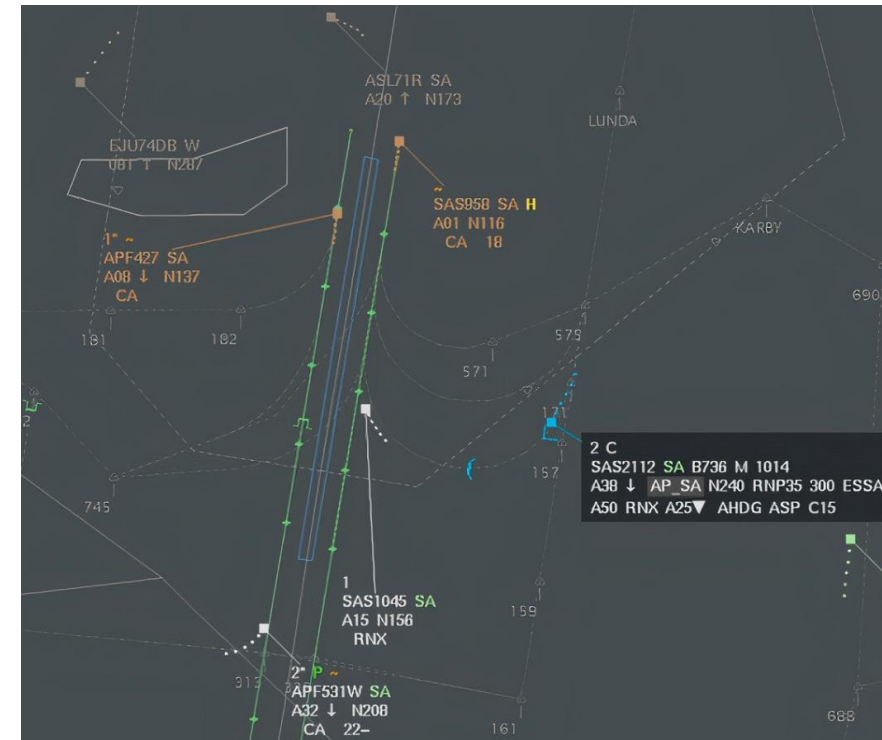


AI och certifiering inom flyget

– fallstudie flyginformationstjänst



Agenda

1. Vem är Erik
2. AI – koncept och begrepp
3. Vad är programvarusäkerhet?
 1. Programvarusäkerhet för AI?
4. Omvärldsbevakning: Deep Learning-certifieringscase Xwing
5. Fallstudie ANS-system: Flyginformationstjänst
 1. Demo!
 2. Mentimeter!
6. Sammanfattning

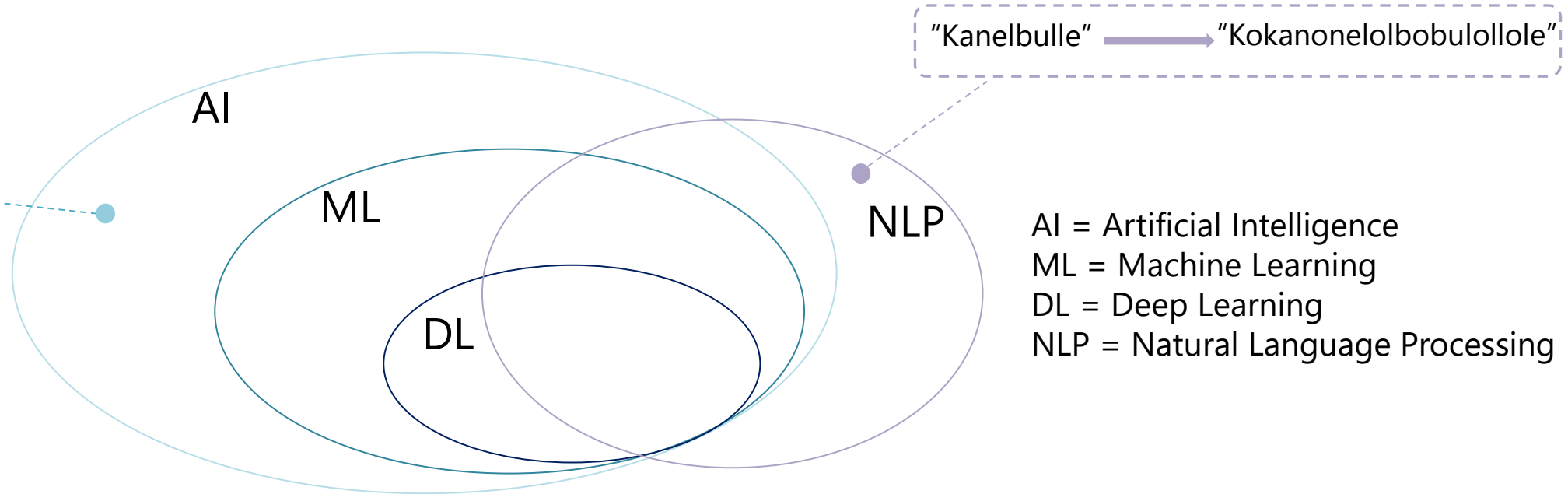
1. Vem är Erik

- ✓ MSc i teknisk fysik (LTH & TU Delft)
- ✓ Jobbar på LFV FoID:
 - 66% forskning
 - 33% implementering
- ✓ På fritiden:
 - Motorsåg
 - Discgolf
 - Vatsim

2. AI - Koncept och begrepp

2. AI: Koncept och begrepp

European Commission: *"Artificial intelligence (AI) refers to systems that display intelligent behaviour by analysing their environment and taking actions – with some degree of autonomy – to achieve specific goals."*¹



AI = Artificial Intelligence
 ML = Machine Learning
 DL = Deep Learning
 NLP = Natural Language Processing

¹High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, "A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines", European Commission, Brussels, Belgium, Document made public on 8 April 2019, Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence>

2. Varför är AI intressant? - ImageNet

“lighthouse”



“parachute”

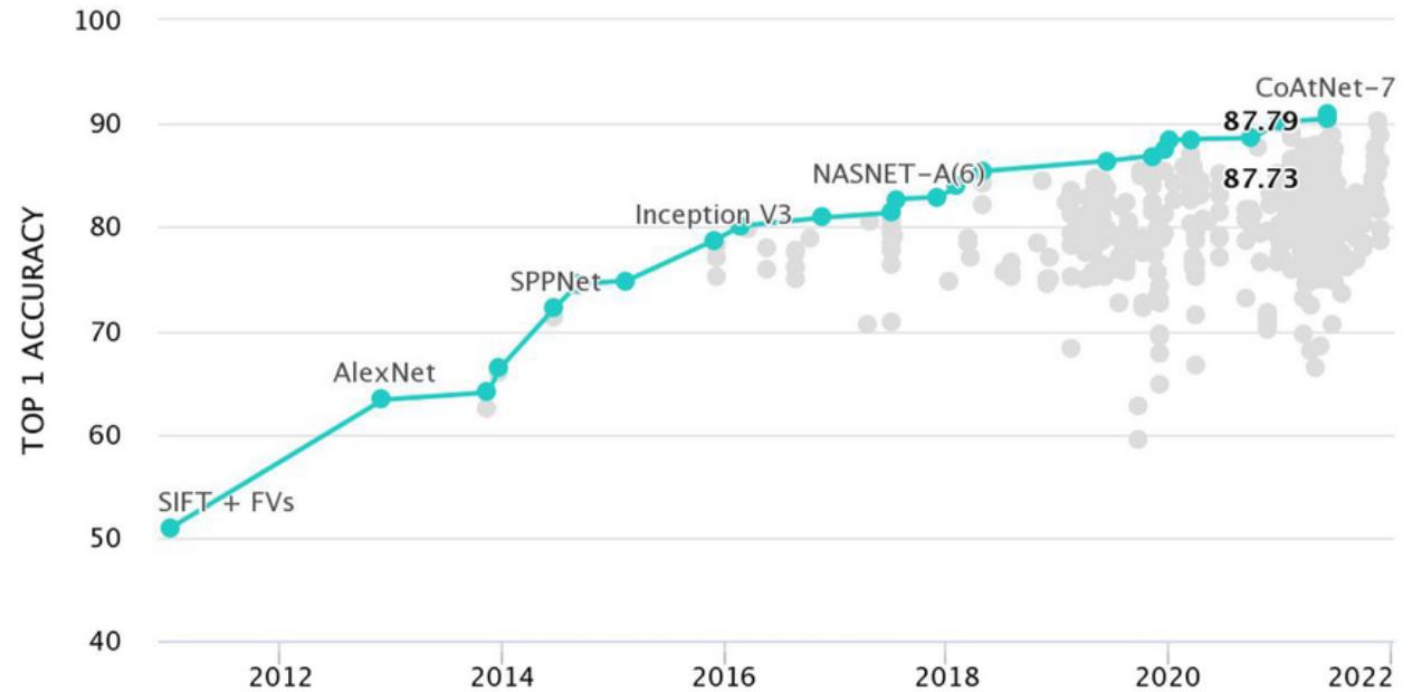
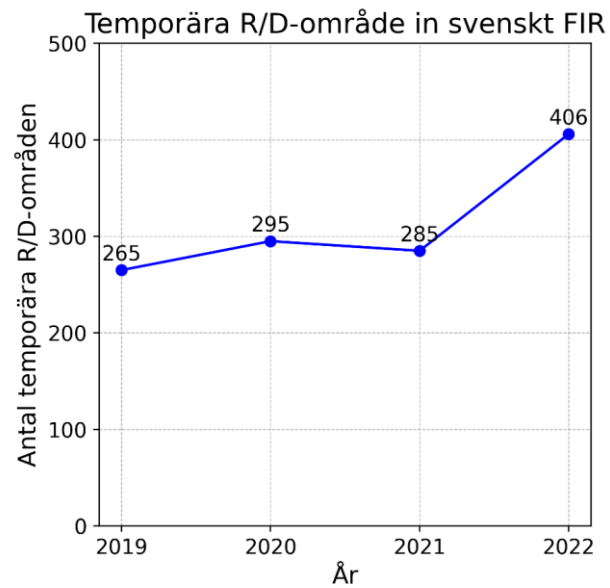


Image Classification on ImageNet Real, Papers with Code, <https://paperswithcode.com/sota/image-classification-on-imagenet-real>

2. Behov – ex. Utmaningar luftrum

Exempel luftrumshantering



År	Antal avvikelserapporter
2021	69
2022	89



R/D = Restricted/Danger

3. Programvarusäkerhet

3. Vad är programvarusäkerhet?

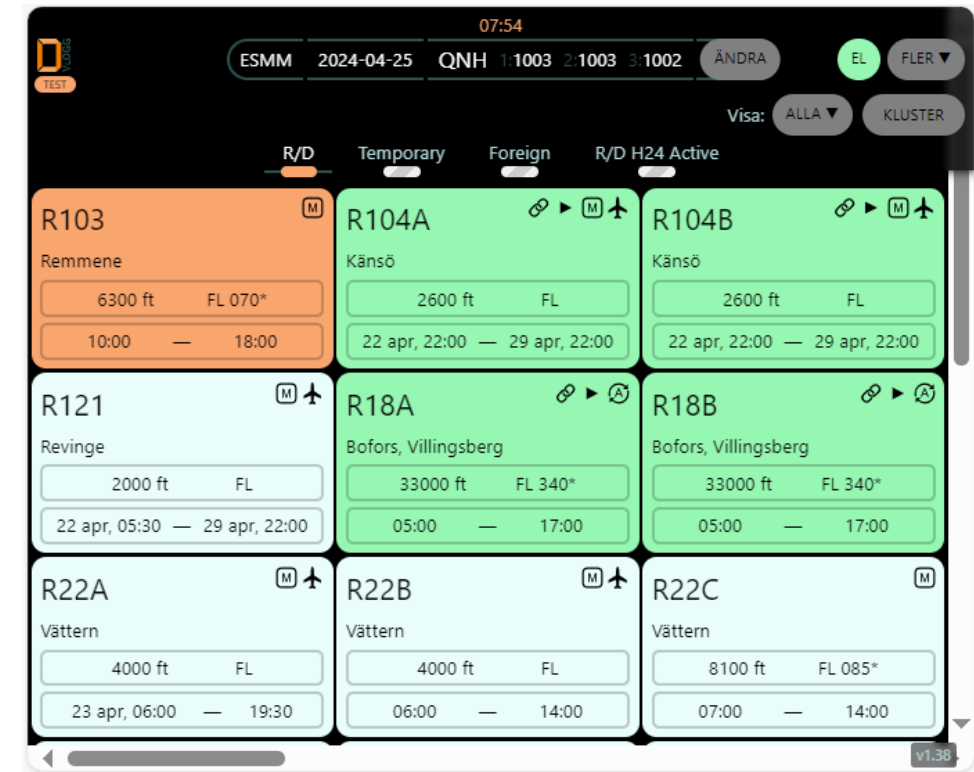
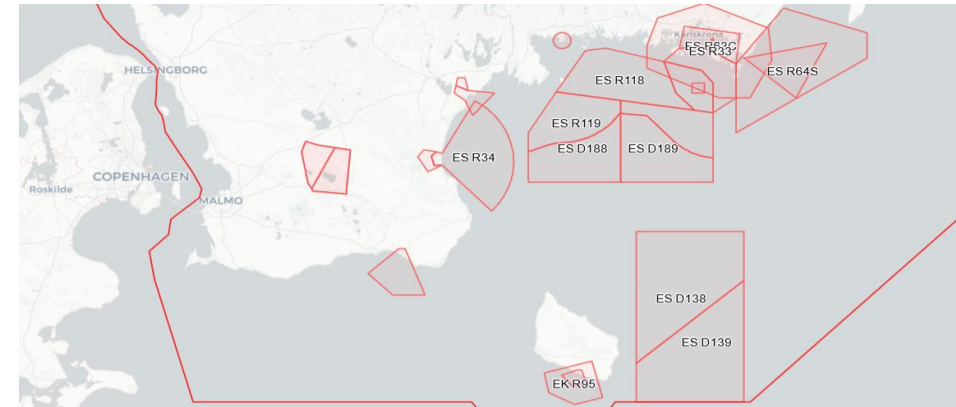
- ✓ ED-153: An increasing proportion of safety-critical Air Navigation Service (ANS) functions are being supported by software. [...] more automated ANS functions assumes at least equal, if not improved, levels of safety and efficiency [...]. [...] assure that the risk associated with deploying the software is reduced to a tolerable level.
- ✓ Följande begrepp existerar inte i ED-153, ED-109A: “AI”, “Artificial Intelligence”, “machine learning”, “deep learning” ...

EUROCAE. 2009. ED-153: Guidelines for ANS Software Safety Assurance. European Organisation for Civil Aviation Equipment. <https://www.eurocae.net/publications/eurocae-documents/>

EUROCAE. 2021. ED-109A: Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management (CNS/ATM) Systems. European Organisation for Civil Aviation Equipment. <https://www.eurocae.net/publications/eurocae-documents/>,

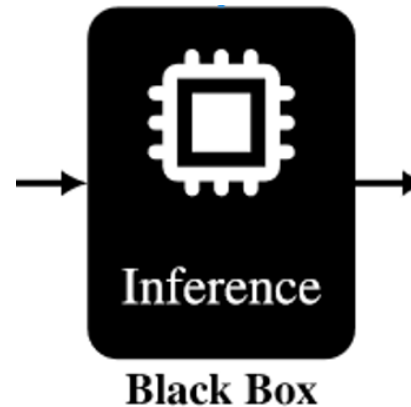
3. Programvarusäkerhet - exempel

- ✓ Driftsättning av stödverktyg för ASM-tjänst (Airspace Management) på LFV - 4 mars 2024.
- ✓ En "konventionell" mjukvara
- ✓ Safety-arbete:
 - Analys SWAL-nivå (Software Assurance Level) samt kravställning.
 - Visa kravuppfyllnad
- ✓ Vid behov: härledning av krav till rader av kod
- ✓ Succé!



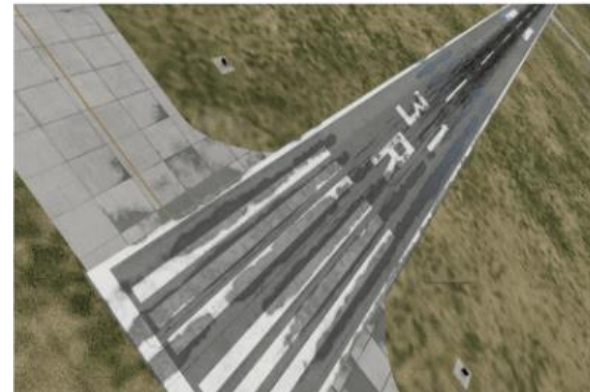
3. Programvarusäkerhet för DL-komponenter?

- ✓ Parametrar i DL-modeller är inte hårdkodade utan baseras på inlärning från data och värden motsvarar inte fysiska krav.
- **Krav kan inte härledas direkt till rader av kod**



4. Omvärldsbevakning: Deep Learning-certifieringscase Xwing - *några koncept*

4. AI-baserad ban-detektion (Xwing)

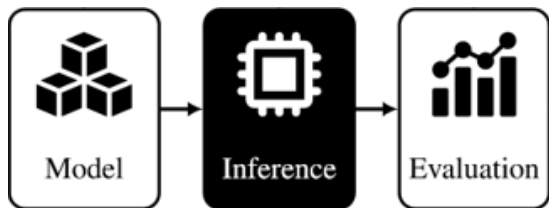


- ✓ Operativ designdomän – förteckning av förhållanden under vilka modellen ska operera

4. Modellutvärdering

Functional Hazard Analysis (FHA), Fault Tree Analysis (FTA):

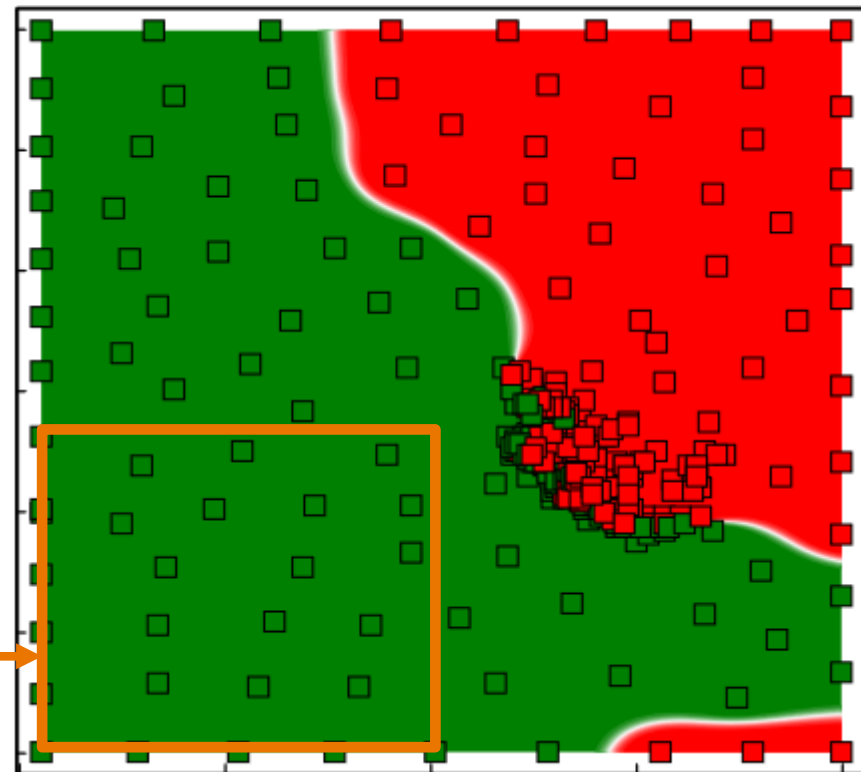
Function	Failure Mode	Hazard classification	Failure probability
Provide runway detection	Runway not detected	Major (C)	10e-4 (per approach)



Reviderad operativ designdomän

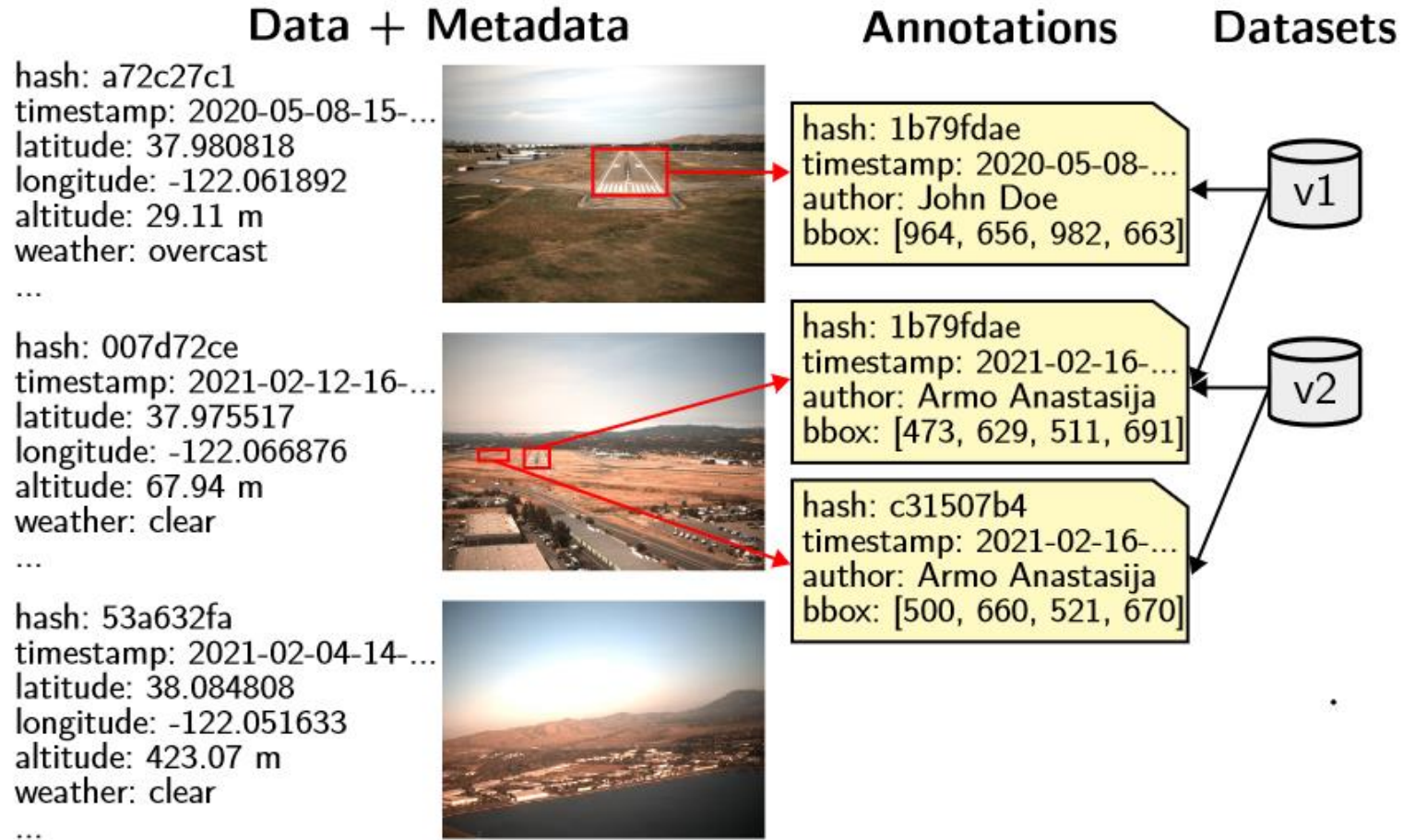


"Inflygningsvinkel"



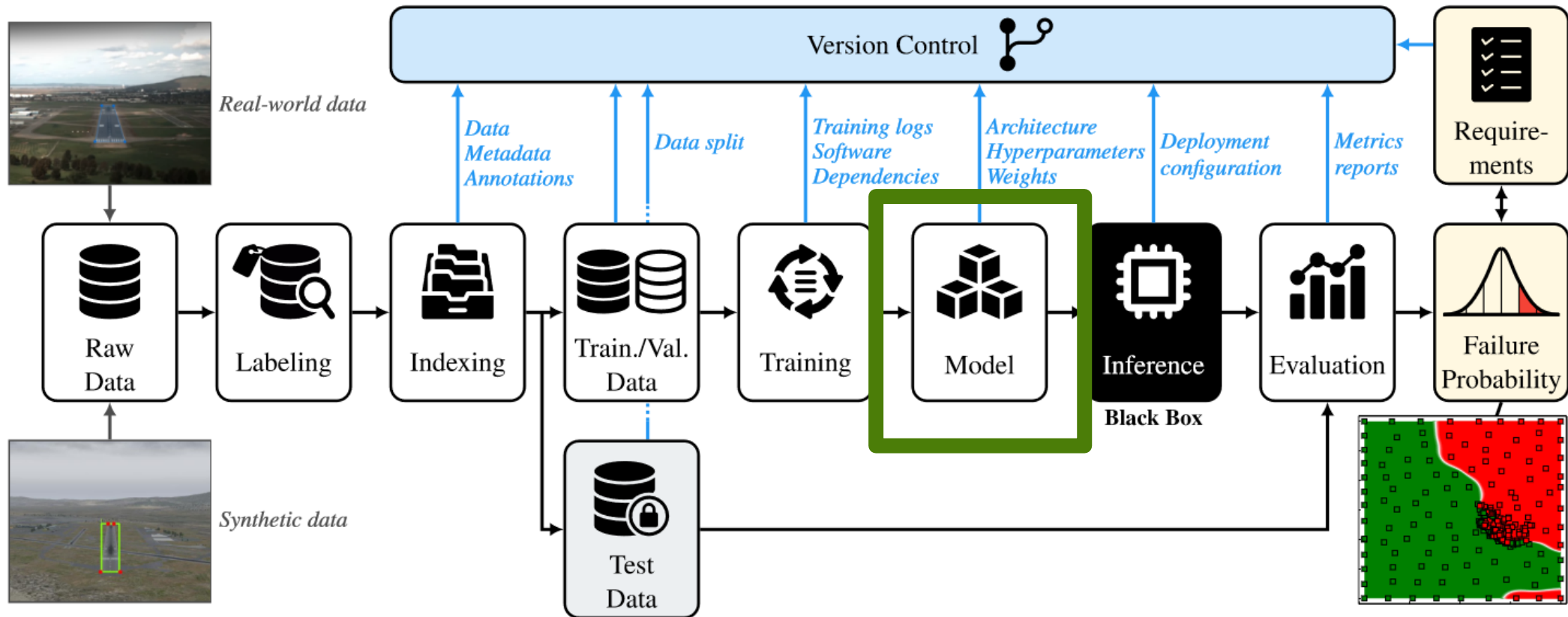
"Distans till rullbana"

4. Versionshantering av data



4. Ramverk för certifiering

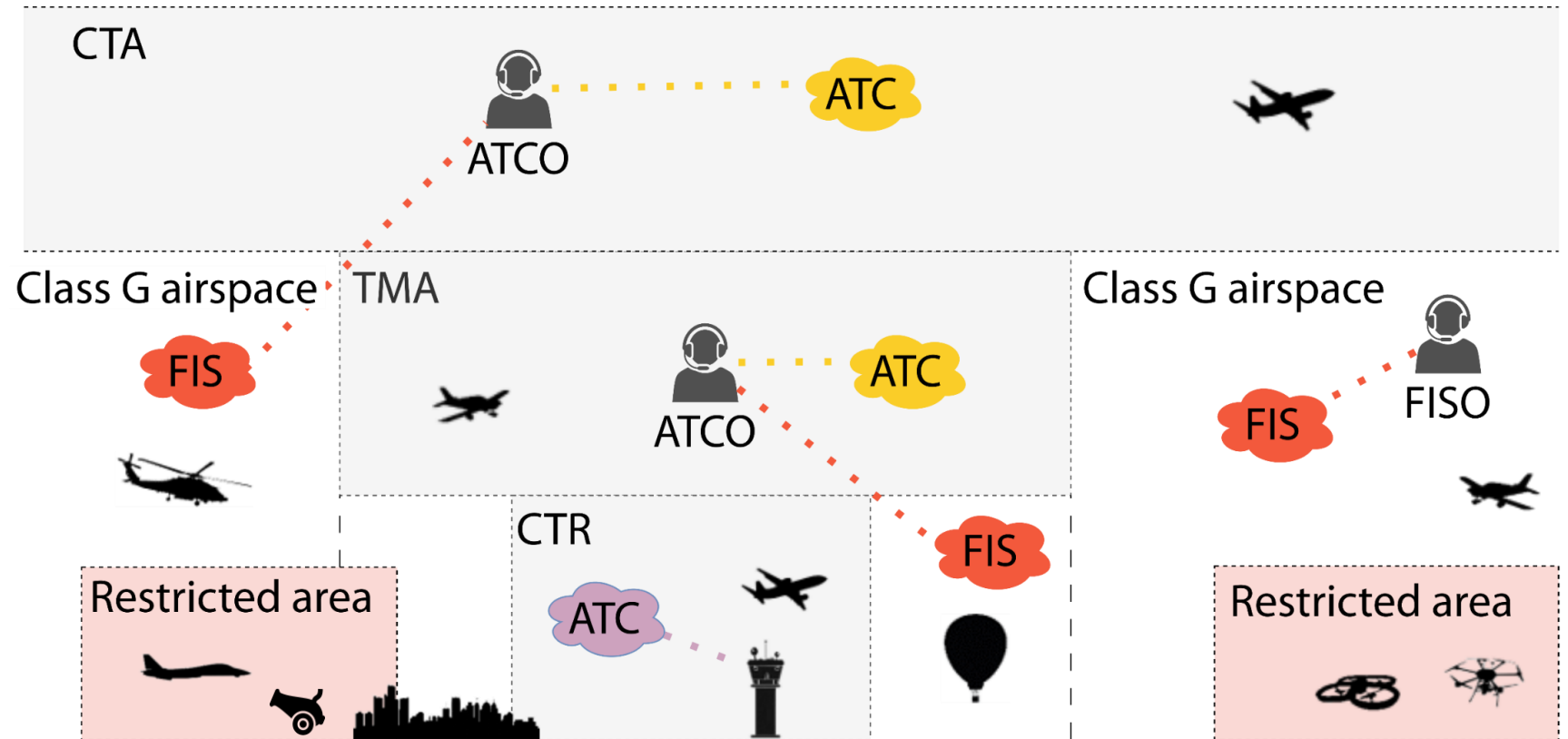
✓ Komplicerade certifieringsramverk...?



5. Fallstudie ANS-system: FIS

5. Luftrumstruktur och tjänster

- ✓ CTR = Kontrollzon
- ✓ TMA = Terminalmanövreringsområde
- ✓ CTA = Kontrollområde
- ✓ ATC = flygkontrolltjänst
- ✓ FIS = Flyginformationstjänst



FIS:

- ✓ Trafik
- ✓ Väder
- ✓ Restriktionsområden
- ✓ Frekvenser
- ✓ [...]

5. Exempel situation (verkligheten)

- ✓ Potentiellt många som anropar
- ✓ Fluktuerande arbetsbelastning
- ✓ Arbetsbelastning FIS Sverige ~26 heltidsanställda

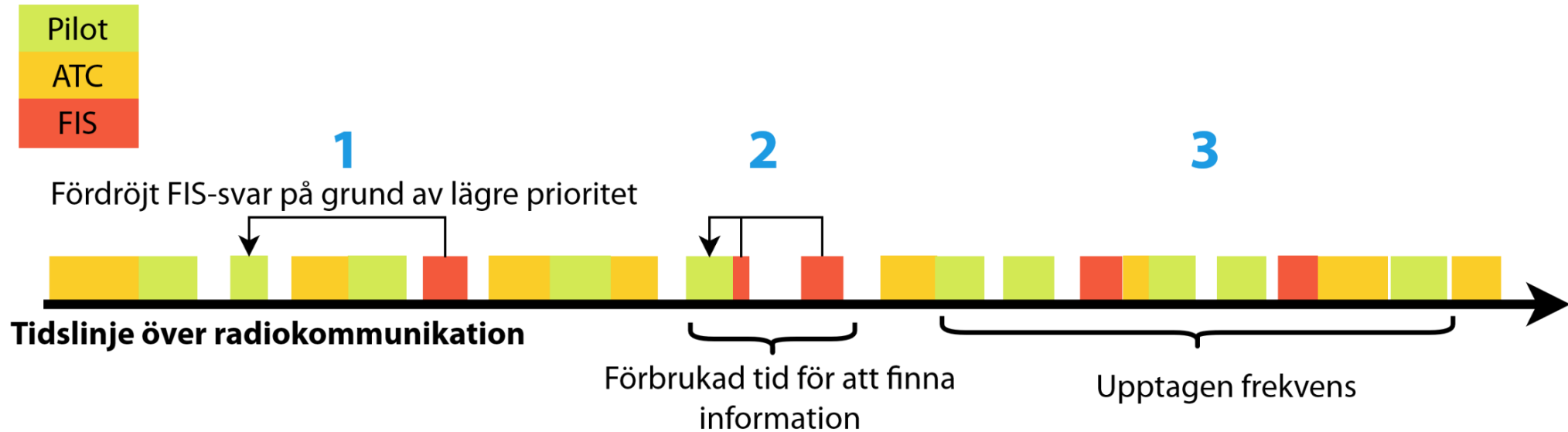


ESMM sektor K + L

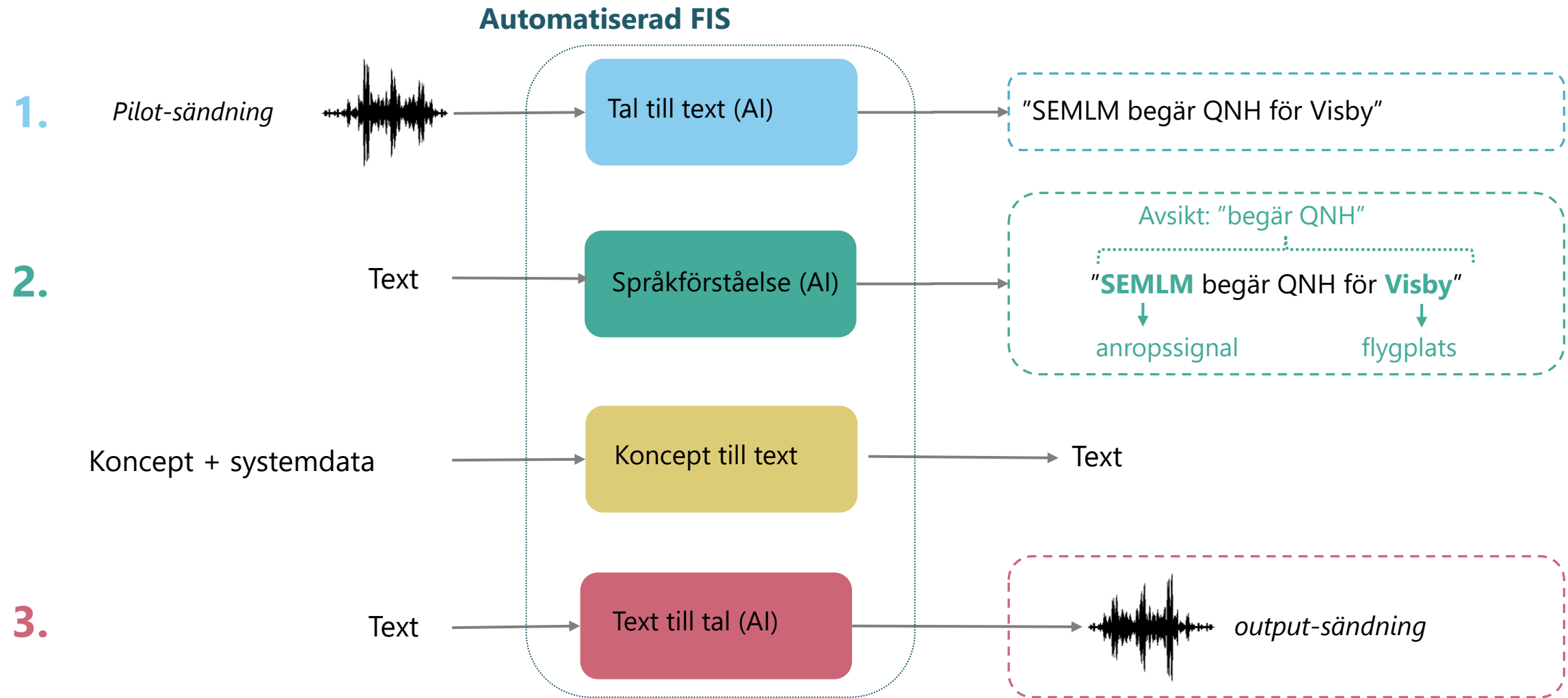
Grön ring: Kontakt med flygledaren

Turkos ring: Inte kontakt med flygledaren

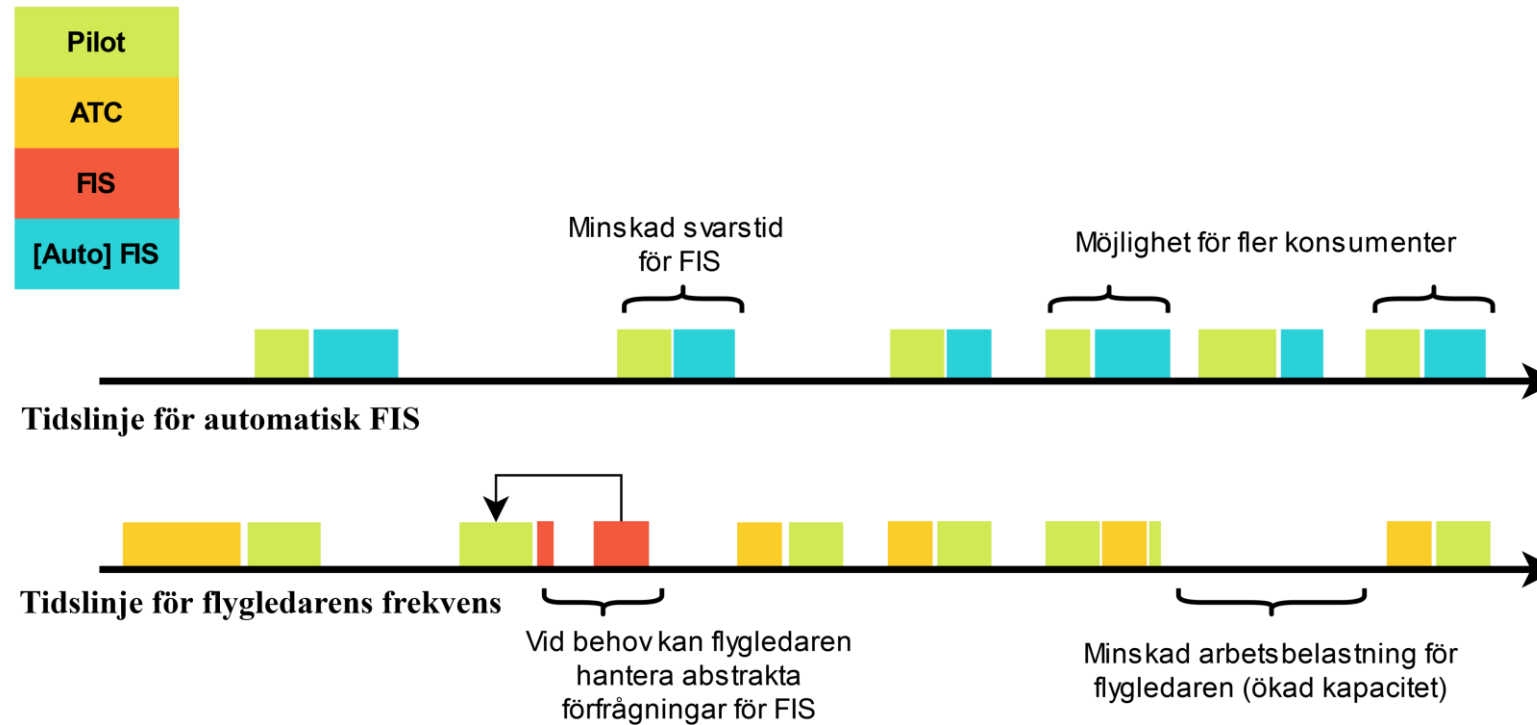
5. Problem med dagens FIS



5. AI-moduler i automatiserad FIS



5. "Separation of concerns"?



Demofilm!



Mentimeter!

<https://www.menti.com/alvh882zgrs8>

6. Sammanfattning

6. Sammanfattning och slutsats

- ✓ Certifieringskrav finns inte idag för AI-komponenter för ATM-system (ED-153, ED-109A)
- ✓ Krävs fallstudier för att forska kring hur AI-komponenter bör certifieras
- ✓ "Automatisk FIS" utvecklas först funktionellt, med syfte att bli testbädd för certifieringsfrågor

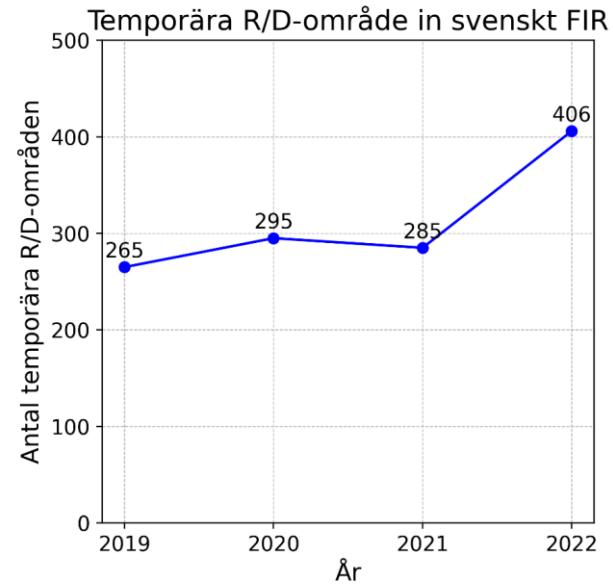
Frågor?



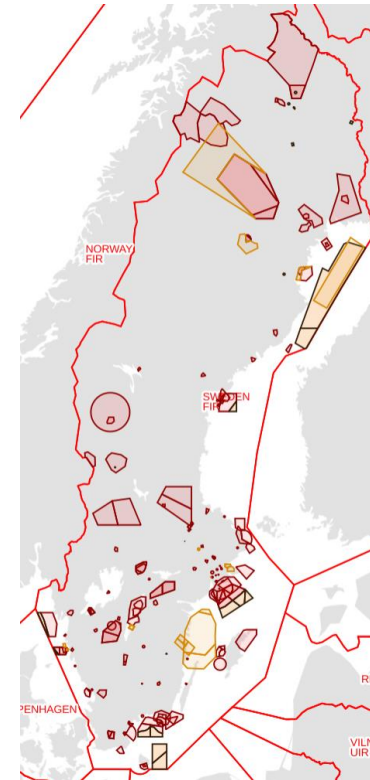
**AIR NAVIGATION SERVICES
OF SWEDEN**

Problem med restriktionsområden

Exempel luftrumshantering

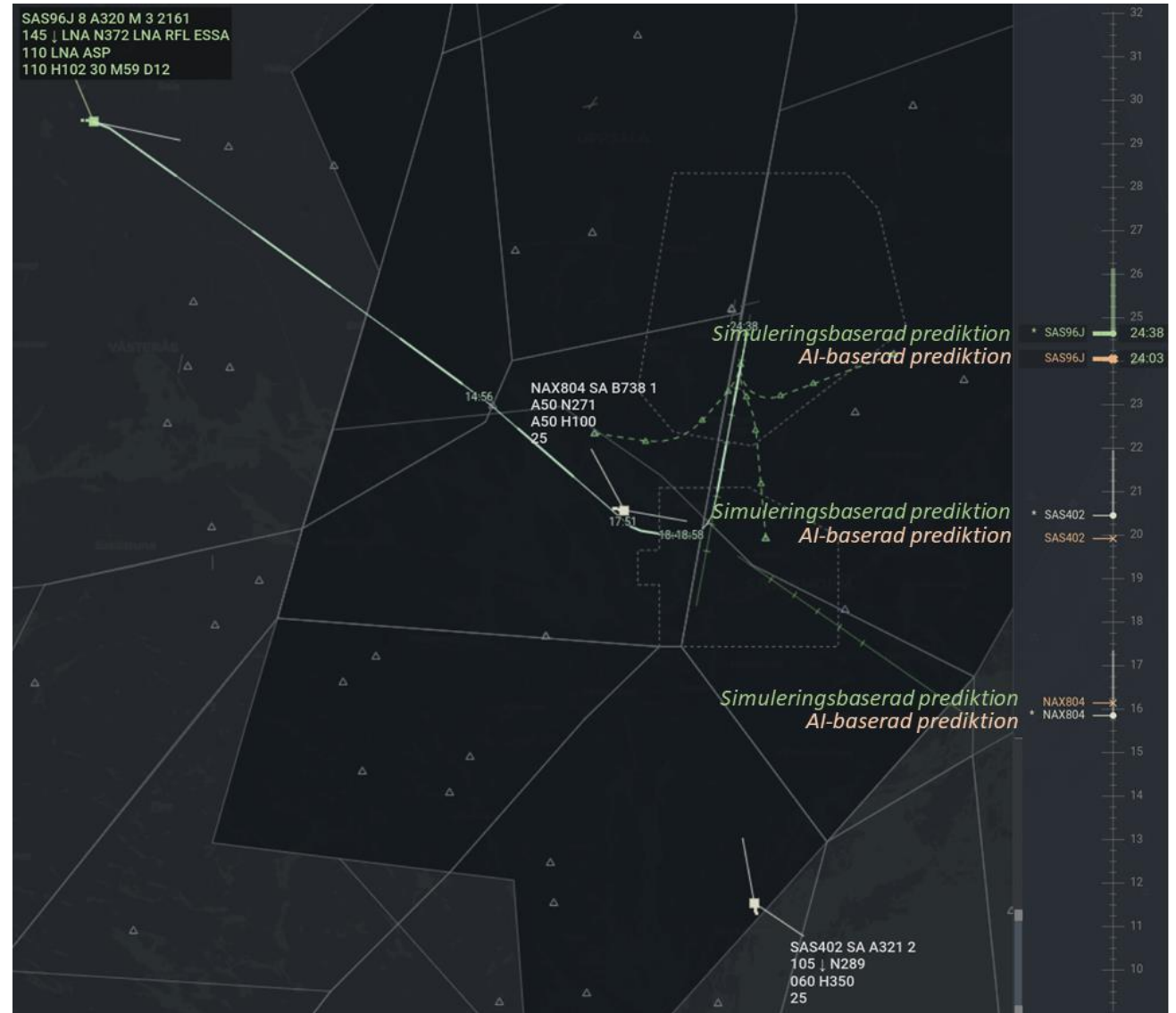


År	Antal avvikelserapporter
2021	69
2022	89



R/D = Restricted/Danger

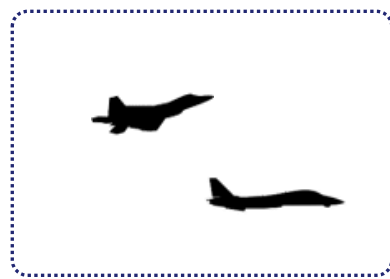
ETA prediktionsproblem



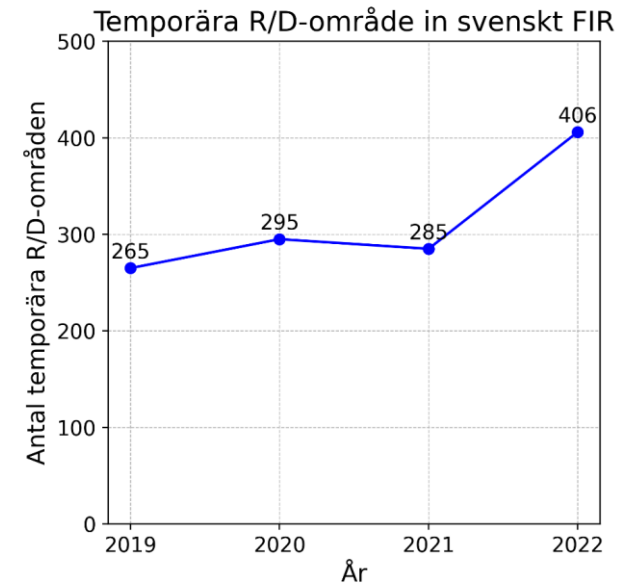
1. Introduktion

- ✓ Krav på flygtrafiktjänst-leverantörer:
 - Säkerhet
 - Kapacitet
 - Kostnadseffektivitet
 - Minimera mänskligt fel
- ✓ I framtiden: högre komplexitet

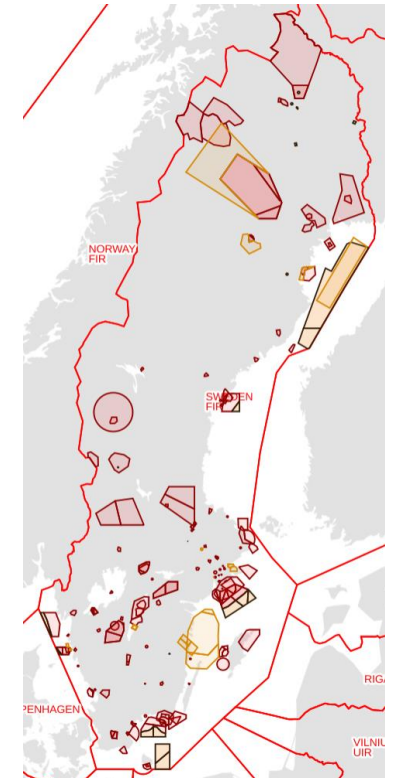
Misstänkta



Exempel luftrumshantering



År	Antal avvikelserapporter
2021	69
2022	89



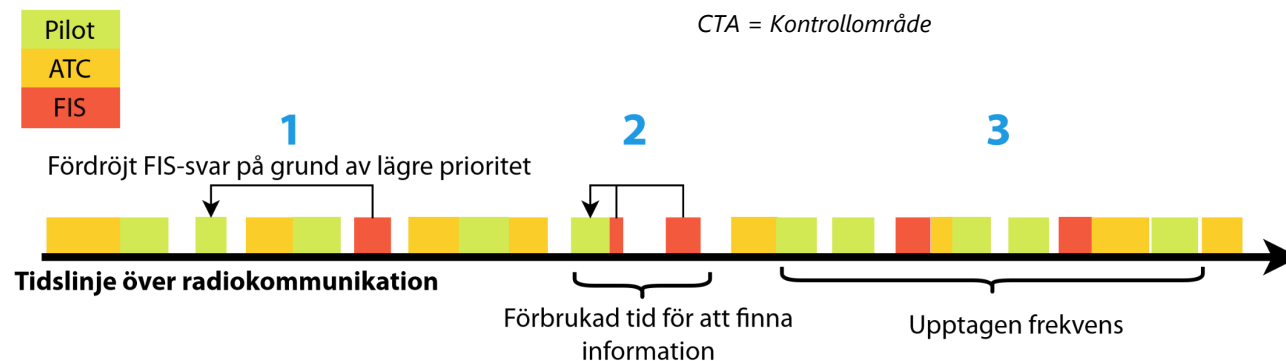
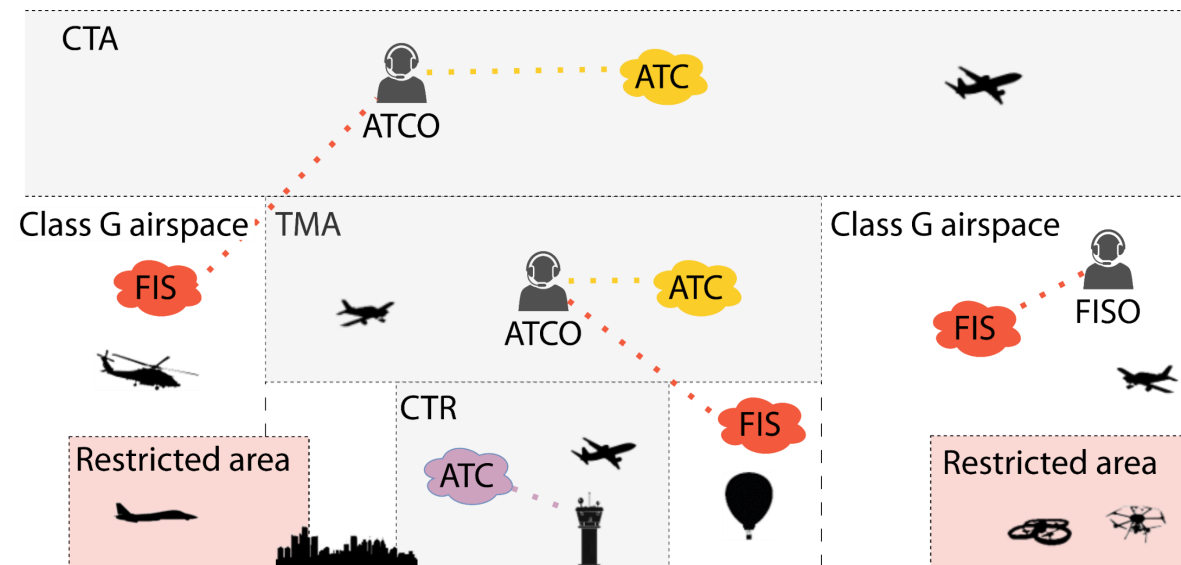
R/D = Restricted/Danger

1. Luftrummet och flyginformationstjänst (FIS)

- ✓ Den mesta luften under ~3000m höjd är okontrollerad
- ✓ Piloten har separationsansvar i okontrollerad luft
 - ICAO Annex 2 "Rules of the air"
- ✓ Flyginformationstjänst (FIS):
 - Väder
 - Trafik
 - Restriktionsområden
 - Frekvenser
 - Tornöppethållning
 - [...]

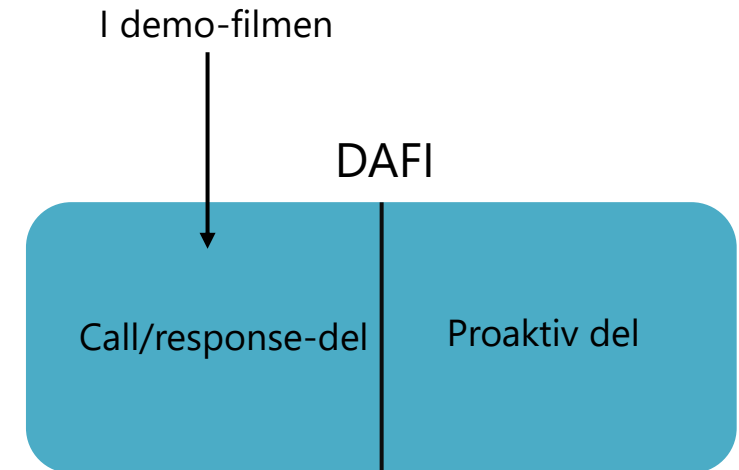
- ✓ Flygledaren tillhandahåller FIS på ordinarie frekvens

1. Lägre prioritet än ATC
2. Kan ta tid att hitta information
3. Fler piloter på frekvensen



Nästa steg

- ✓ Eget projekt – snart
- ✓ Proaktiv förmåga:
 - Varna vid AIW APW
 - Varna när trafik kommer nära, utan att piloten bett om trafikinformation
- ✓ Fraseologi – renodla och se över alla fall
- ✓ Vill du vara med? Mejla erik.liljeroth@lfv.se



Certifiering

- ✓ Mycket lite kunskap för ANS-system
- ✓ ED-153, ED-109A – Kriterier för programvarusäkring
- ✓ Inspiration från avionik-utveckling

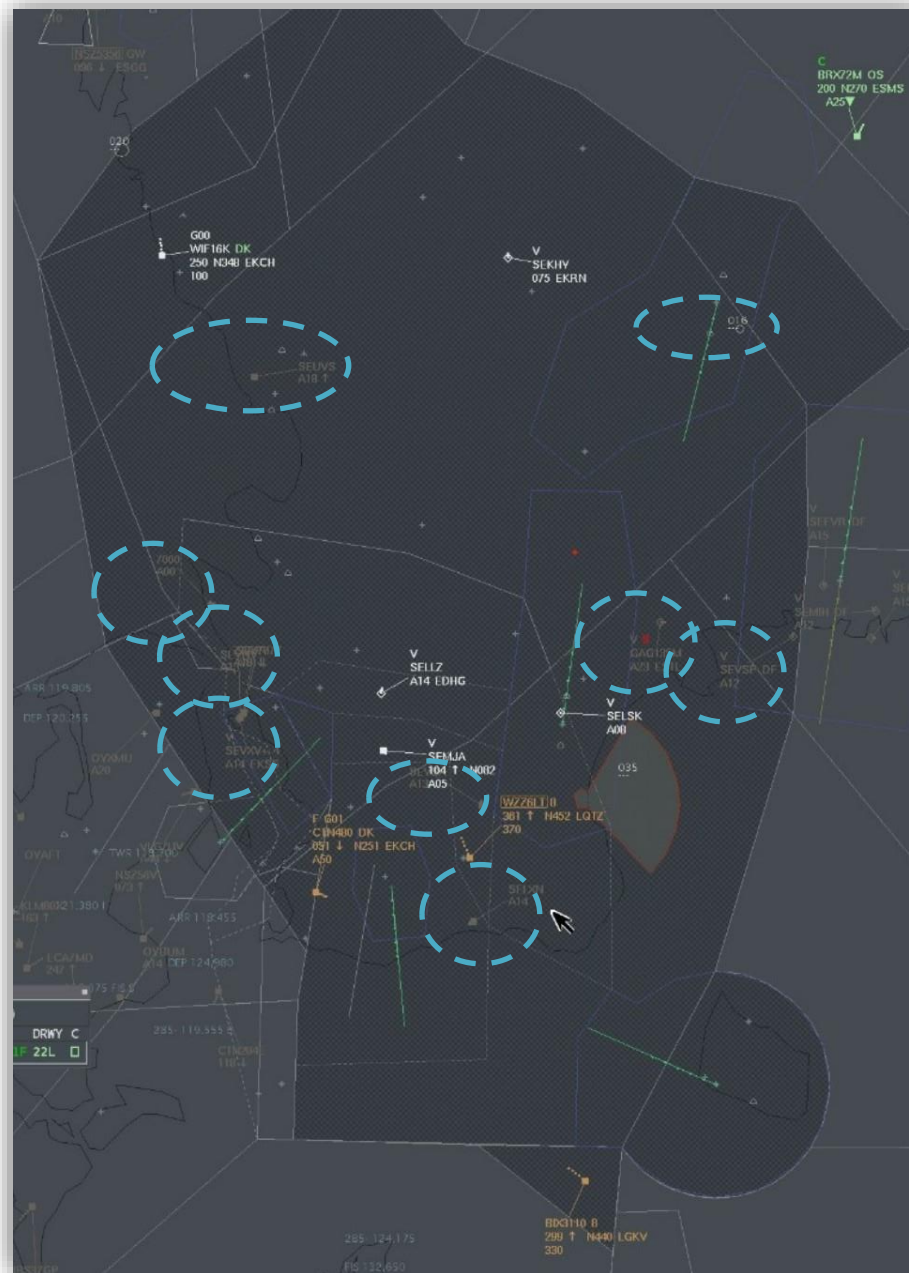
Flygledar-perspektivet

- ✓ Utvecklingen inom AI-språkmodeller går snabbt
 - Transkribera röst
 - Förstå text (t.ex. ChatGPT)
- ✓ Hur funkar modellerna för flyginformationstjänst?
- ✓ Sprint-aktivitet:
 - Prototyp AI-system
 - Enkelt interface för testaren
 - Fokus:
 1. Lyssna på frekvensen
 2. Tolka piloten
 3. Svara
- ✓ Enkel demo-film



Exempel från verkligheten

- ✓ Potentiellt många som anropar
- ✓ Fluktuerande arbetsbelastning



ESMM sektor K + L

Grön ring: Kontakt med flygledaren

Turkos ring: Inte kontakt med flygledaren

2. FIS flyttas till separat frekvens

