



## FOI MEMO

Projekt/Project

Sidnr/Page no

Ledning av sammansatta system  
med intelligenta enheter (LASSIE)

1 (3)

Projektnummer/Project no Kund/Customer

E72725

FoT-område

Ledning och MSI

Datum/Date

Memo nummer/number

Handläggare/Our reference

Rogier Woltjer, Tomas Mårtensson

2019-05-02

FOI Memo 6707

### SWEDEMO simulering av RPAS Detect & Avoid i integrerad luftrumsmiljö

Sändlista/Distribution:

Björn J.E. Johansson, FOI

Jouni Rantakokko, FOI

Martin Hagström, FOI

Tomas Melin, FOI

Anders Foyer, FOI

Mårten Armgarth, FOI

Roger Olsson, FM FS FlygSäk

Projektet SWEDEMO undersöker hur obemannade farkoster (även kallade Remotely Piloted Aircraft Systems, RPAS) kan integreras i luftrummet när fler aktörer, både bemannade och obemannade, flyger där samtidigt (så kallad icke-segregerat luftrum). Syftet med projektet är att ”genom att demonstrera RPAS-flygning i icke-segregerat luftrum i Sverige, baserat på ett produktifierbart/certifierbart kooperativt Detect & Avoid (DAA) system, utveckla förutsättningar för RPAS operationer samt att driva på svensk förmåga inom området – operativt, tekniskt och regelmässigt”. Projektmedlemmarna är LFV, Saab, Sjöfartsverket, UMS Skeldar, FMV och NECST. Projektet finansieras av Vinnova och Trafikverket.

Den 24 oktober 2018 hölls en demodag för projektet vid Malmö Air Traffic Control Centre (ATCC). Demodagen föregicks av flera dagar av simuleringar i Malmö, samt under föregående månader ett antal markprov, samfunktionsprov, samt flygprov<sup>1</sup> nära Motala.

Simuleringen kopplade ihop flygledningssimulatorn NARSIM vid LFV ATCC Malmö, en sensorsimulator, R5DAA<sup>2</sup> och R5A, Skeldar-simulator, markkontrollstation (eng. *Ground Control Station*, GCS) för Skeldar, PC SeaWatch (SAAB *moving map display* för AIS-transponderdata). På detta sätt kunde den kooperativa DAA-funktionaliteten testas med medverkan av två flygledare i simulerade flygledningspositioner (Östgöta Kontrollcentral (ÖKC) och Malmen-tornet), Skeldar-pilot (som även agerade som sensoroperatör), samt pseudo-piloter som simulerade övrig flygtrafik på kollisionskurs med Skeldar V-200.

<sup>1</sup> [https://innovair.org/wp-content/uploads/2018/09/Innovair-%C3%A5rskonferens-19-sept-2018\\_SAAB-Clean-Sky2-SWE-Demo\\_MWeiland.pdf](https://innovair.org/wp-content/uploads/2018/09/Innovair-%C3%A5rskonferens-19-sept-2018_SAAB-Clean-Sky2-SWE-Demo_MWeiland.pdf), hämtad 181203, s. 15.

<sup>2</sup> R5DAA är ”detect and avoid” utrustningen utvecklad i projektet och monterad på Skeldar, den väger ca 1,5 kg. R5DAA kommunicerar via datalänk från det obemannade luftfartyget till GCS samt mellan flygplan i VHF-bandet. Utrustningen detekterar aktivt andra flygplan med en 1030 MHz transponder, ADS-B mottagare och mod A, A/C och S mottagare på 1090 MHz, samt har *direction finding* funktionalitet för att räkna ut riktning till andra transponderutrustade flygplan.

FOI MEMO	Datum/Date 2019-05-02	Sida/Page 2 (3)
Titel/Title SWEDEMO simulering av RPAS Detect & Avoid i integrerad luftrumsmiljö		Memo nummer/number FOI Memo 6707

På Skeldar GCS som visades för besökarna på storskärm kunde piloten/sensoroperatören se plottar på transponderutrustade flygplan, samt förslag på eventuella kollisionsundvikande manövrar som DAA systemet tog fram, optimerade mot maximalt 3 mötande farkoster. Dessa hade formen av en röd/lila ”båge” som motsvarade svängen som DAA föreslog som åtgärd till RPAS-operatören (Figur 1). Dessa gick att aktivera med en enkel knapptryckning (men gick inte att modifiera eller få olika förslag på, pga. tidspresen för att undvika kollision). Operatören kunde däremot avbryta den påbörjade undanmanövern genom att klicka på en *Abort*-knapp.



Figur 1 Skeldar GCS (t.h.) med DAA-display (t.v.) under pågående undanmanöver.

Förutom DAA-displayen visades även annan sensorinformation såsom video-bilden, olika plattformparametrar samt knappar för styrning och navigering. I demosalen visades under första demomomentet även skärmar för ÖKC och tornet, under andra demomomentet kunde besökarna vistas i simulatorsalen för att se funktionaliteten på närmare håll och ställa frågor till operatörerna. Två olika scenarier simulerades, eftersök på försvunnen fiskare på sjön Roxen och trafikövervakning på E4:an, där ett stort antal framprovocerade trafikkonflikter (andra flygplan på kollisionskurs med RPAS) hanterades med hjälp av DAA-systemet.

Alla undanmanövrar som systemet föreslog accepterades av operatören under demonstrationen. Trafiken som försattes i konflikt med Skeldar var av olika typer, från långsamtgående flygplan och helikoptrar till snabba jetflygplan. Gemensamt för alla fallen är att Skeldar har mycket låg relativ hastighet. Skeldar har med givna flygprestanda en mycket begränsad förmåga till kraftigare undanmanövrar, särskilt i höjddled, därför är DAA-algoritmen i detta fall ställd för att endast genomföra undanmanövrar i det horisontella planet

FOI MEMO	Datum/Date 2019-05-02	Sida/Page 3 (3)
Titel/Title SWEDEMO simulering av RPAS Detect & Avoid i integrerad luftrumsmiljö		Memo nummer/number FOI Memo 6707

(till skillnad från exempelvis TCAS som separerar vertikalt). En fortsättning av projektet planeras. I nästa fas ska ”detektera och undvika” prövas även i okontrollerad luft (eng. *non-collaborative DAA*). Skeldar kommer att förses med en DA-radar från Echodyne<sup>3</sup>, i storlek som en iPad, vikt ca 900 g. Tekniken som radarn är byggd med är intressant. Enligt uppgift ska lobformning ske med komponenter i metamaterial vilket är nytt. En multirotor-UAS är ganska långsam så för denna tillämpning bedöms prestanda var tillräckliga (detektera större mål).

För projekt angående obemannade system (inkl. aspekter som flygsystem, flygregler, ledning, styrning, människa-teknik-organisation, sensorinformatik och robust navigering) förblir *Detect & Avoid* ett viktigt forskningsområde att bevaka, eftersom förmågan att integrera obemannade system i det okontrollerade och kontrollerade icke-segregerade luftrummet bygger på denna förmåga och teknik för att åstadkomma säker separation. Kollisionstillbud sker i alla typer av luftrum men är i praktiken ovanligare i kontrollerad luft där separation mellan flygplan är flygtrafiktjänstens huvudfokus. Fortsättningen av SWEDEMO med tillämpning i ett icke-kollaborativt system blir intressant.

---

<sup>3</sup> <https://www.echodyne.com/products/echoflight/>.