

Peter Klum

# Användarhandledning ChfDuel

- modell av remsfällning från Tp84



<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Ledningssystemteknik Box 1165 581 11 Linköping	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--0147--SE	<b>Klassificering</b> Metodrapport
	<b>Forskningsområde</b> 6. Telekrig	
	<b>Månad, år</b> Juni 2001	<b>Projektnummer</b> E7015
	<b>Verksamhetsgren</b> 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	<b>Delområde</b> 61 Telekrigföring med EM-vapen och skydd	
<b>Författare/redaktör</b> Peter Klum	<b>Projektledare</b> Peter Klum	
	<b>Godkänd av</b> Mikael Sjöman	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b> Peter Klum	
<b>Rapportens titel</b> Användarhandledning ChfDuel - modell av remsfällning från Tp84		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> Rapporten beskriver användningen av ChfDuel I.  ChfDuel I simulerar remsfällning från fällarsystemet ALE-47 på Tp84 (C130). Programmet är ämnat att stödja framtagning av fällsekvenser samt vara ett värderingsverktyg inför och efter fältprov.  ChfDuel I simuleras i simuleringspråket ACSL (Advanced Continuous Simulation Language) och använder användargränssnittet AFE (Advanced Front End) på PC (Windows 9X/2000).		
<b>Nyckelord</b> Remsor, Simulering		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>		<b>Språk</b> Svenska
<b>ISSN</b> 1650-1942		<b>Antal sidor:</b> 24 s.
<b>Distribution enligt missiv</b>		<b>Pris:</b> Enligt prislista  <b>Sekretess</b>

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Command and Control Warfare Technology P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--0147--SE	<b>Report type</b> Methodology report
	<b>Research area code</b> 6. Electronic Warfare	
	<b>Month year</b> June 2001	<b>Project no.</b> E7015
	<b>Customers code</b> 5. Contracted Research	
	<b>Sub area code</b> 61 Electronic Warfare, Electromagnetic Weapons	
<b>Author/s (editor/s)</b> Peter Klum	<b>Project manager</b> Peter Klum	
	<b>Approved by</b> Mikael Sjöman	
	<b>Scientifically and technically responsible</b> Peter Klum	
<b>Report title (In translation)</b> ChfDuel User Manual		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> This document describes the use of ChfDuel I.  ChfDuel I simulates chaff dispensing from a TP84 (C130) equipped with the dispense system ALE-47. The model can be used for developing dispense sequences and as an assessment tool prior and after field tests.  ChfDuel I is developed using the simulation language ACSL (Advanced Continuous Simulation Language) and the user interface AFE (Advanced Front End) on PC (Windows 9X/2000).		
<b>Keywords</b> Chaff, Simulation		
<b>Further bibliographic information</b>		<b>Language</b> Swedish
<b>ISSN</b> 1650-1942		<b>Pages</b> 24 p.
		<b>Price acc. to pricelist</b> <b>Security classification</b>

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Kort om programmet ChfDuel I.....	7
1.2	Begränsningar.....	8
1.3	Läsanvisningar.....	8
2	Utrustning och installation.....	10
2.1	Rekommenderad utrustning.....	10
2.2	Installation - avinstallation.....	10
2.3	Styrspak.....	11
3	Köra en simulering.....	12
3.1	Starta, pausa, avbryta och rensa en simulering.....	12
3.2	Sätta startparametrar.....	12
3.2.1	Fliken Simulation.....	14
3.2.2	Fliken Sensor.....	14
3.2.3	Fliken Target.....	15
3.2.4	Fliken Warning.....	16
3.2.5	Fliken Chaff.....	16
3.2.6	Fliken Chaff dispensers.....	16
3.2.7	Fliken Chaff sequence.....	17
3.2.8	Fliken Measurement.....	18
3.2.9	Fliken 3D extras.....	19
4	Visualisera en simulering.....	19
4.1	Kopiera fönsterinnehåll.....	20
5	Spela upp simuleringar.....	20
6	Filformat.....	21
6.1	Radarföljedata.....	21
6.2	Flygbanedata.....	21
6.3	Radarmålareadata.....	21
7	Koordinatsystem.....	22
8	Optimera prestanda.....	23
9	Referenser.....	24

Programtitel: ChfDuel I  
 Utvecklare: Peter Klum  
 Version: 1.1  
 Datum: 2001-06-01



# 1 Inledning

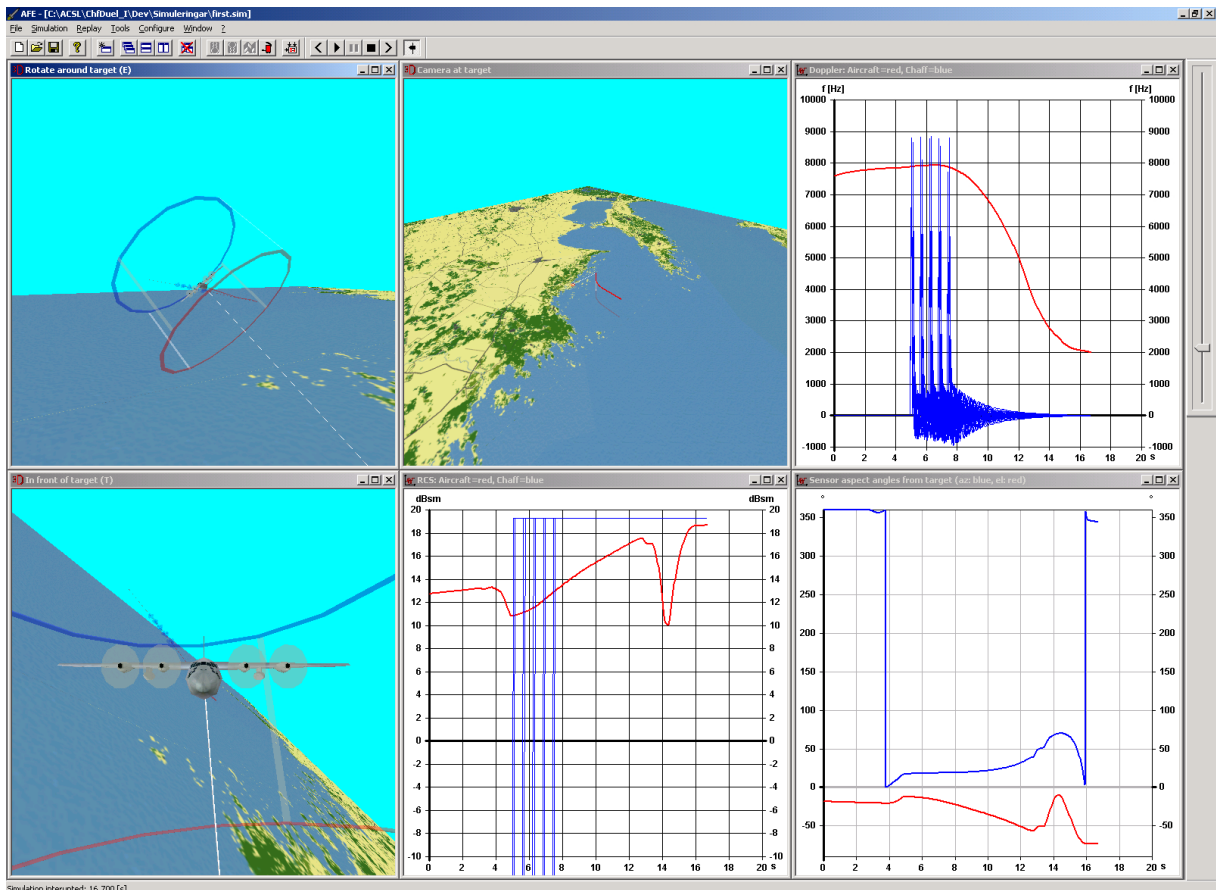
## 1.1 Kort om programmet ChfDuel I

ChfDuel I simulerar remsfällning från fällarsystemet ALE-47 på Tp84 (C130).

Programmet är ämnat att stödja framtagning av fällsekvenser samt vara ett verktyg inför och efter fältprov. Programmet är även tänkt att användas vid validering av remsfällarmodellen REMJA, som ingår i simuleringen.

Programmet ger en uppfattning om flygplanets RCS och mottagen effekt vid sensorn samt förväntat dopplerinnehåll från skrovet och remsor. Geometriska förhållanden som lobbredders täckning av remsutläggningen samt målets uppvisade aspektvinklar mot sensorn kan presenteras.

I ChfDuel kan en fällsekvens programmeras och resultatet visualiseras i ett antal grafer och 3D-vyer. Totalt kan 500 remskott/simulering göras.



Figur 1 Användargränssnittet till ChfDuel I (AFE)

Start av en fällsekvens kan ske tidsstyrt från start av simulering, på avstånd från sensor eller manuellt från tangentbordet (F-tangenten).

Flygplanet kan styras från en matematisk modell, en extern fil (flygbanedata) eller från en styrspak (i detta fall används en SK-60 flygplansmodell). PLA data kan efter bearbetning i PathView [3] läsas in som en extern fil för att styra flygplanet i simuleringen.

Flygplanets radarmålarea (RCS) finns lagrad i en extern fil och kan enkelt bytas ut.

Sensorn följer idealt på flygplanet men följningen kan fås att stanna utmed flygbanan. Sensorn kan även styras från en extern fil (följedata).

Genom att både flygbanedata och sensorföljedata kan läsas in i programmet kan ChfDuel I användas vid analys efter fällprov.

ChfDuel I simuleras i simuleringsspråket ACSL (Advanced Continuous Simulation Language) och använder användargränssnittet AFE (Advanced Front End) [1] på PC (Windows 9X/2000).

ChfDuel är framtagen inom projektet *Stridstekniska systemdueller* och användargränssnittet AFE är utvecklat inom projektet *Teknisk hotsystemanalys*.

Kontakta [peter.klum@foi.se](mailto:peter.klum@foi.se) för upptäckta buggar eller frågor kring programmet.

## 1.2 Begränsningar

Ett antal begränsningar har gjorts i simuleringsmodellen. Några av begränsningarna finns listade nedan.

- Programmet räknar ej med den sammanvägda målytan från flera remsskott utan varje remsskotts radarmålarea och dopplerbeteende presenteras enskilt.
- Då flygplanet styrs med styrspak simuleras aerodynamiken för en SK-60.
- Det är möjligt att flyga under markplanet.

## 1.3 Läsanvisningar

Kapitel 1: "Inledning" beskriver kortfattat ChfDuel I, viktiga begränsningar som gjorts i simuleringsmodellen samt denna läsanvisning.

Kapitel 2: "Utrustning och installation" beskriver rekommenderad utrustning samt installation av DirectX och programmet ChfDuel I.

Kapitel 3: "Köra en simulering" beskriver hur en simulering startas samt de parametrar som styr simuleringen.

Kapitel 4: "Visualisera en simulering" beskriver kortfattat vilka presentationsfönster som finns.

Kapitel 5: "Spela upp simuleringar" beskriver kortfattat uppspelning av genomförda simuleringar i AFE.

Kapitel 6: "Filformat" beskriver filformatet på radarföljedata, flygbanedata och RCS tabell.



Kapitel 7: "Koordinatsystem" beskriver det jordfasta samt det flygplansfasta koordinatsystemen som används i simuleringen.

Kapitel 8: "Optimera prestanda" innehåller tips om hur simuleringar och grafik kan optimeras i programmet.

- Parametrar i texten som sätts från dialogen Start Parametrar (se kapitel 3.2) markeras med `Courier New`.
- Menyval i texten anges med typsnittet **fet Arial** och betecknas **meny** → **menyalternativ**.
- Referenser anges med [referensnummer] och återfinns i kapitel 9.
- Viktig information anges med en röd markering till höger om texten.

## 2 Utrustning och installation

### 2.1 Rekommenderad utrustning

- Intel Pentium 400 MHz eller snabbare
- 128 MB RAM eller mer
- Minst 50 MB ledigt hårddiskutrymme
- CD-spelare (för installation)
- Windows 2000
- DirectX 8
- Digital Styrspak (joystick)
- Direct3D accelererat grafikkort med 8MB bildminne eller mer<sup>1</sup>  
(Nvidia TNT, Matrox G4XX, Nvidia GeForce256, GeForce2, GeForce3, mfl.)

1 För att nyttja 3D accelerationen måste en HAL driver väljas i AFE.  
Välj i AFE **Tools** → **Options...** → **3D** och markera 'Direct3D HAL' i popup-menyn Device Driver.

### 2.2 Installation - avinstallation

På installations CDn [5] finns ChfDuel I (version 1.1) samt DirectX 8 för Windows 95/98 och Windows 2000 på svenska och engelska. Programmet kräver att DirectX 7 eller senare är installerat på datorn.

ChfDuel I kan ej köras under Windows NT och ej heller direkt från installations CDn utan programmet måste installeras på hemlig hårddisk.

**VID INSTALLATIONEN INSTALLERAS HEMLIGA DATA VARFÖR  
INSTALLATIONEN MÅSTE GÖRAS PÅ EN HEMLIG HÅRDDISK.**

#### DirectX 8 installation

Om den befintliga datorkonfigurationen saknar DirectX. Installera DirectX genom att (*byt enhetsbeteckningen mot den som gäller för CD enheten i ditt system*):

- **Windows 95/98**  
dubbelklicka på fil i mappen D:\DirectX\”Operativsystemspråk”\Win9X\ och följ instruktionerna.
- **Windows 2000**  
dubbelklicka på fil i mappen D:\DirectX\”Operativsystemspråk”\Win2000\ och följ instruktionerna.

#### Installation av ChfDuel I

1. Dubbelklicka på Setup.exe för att installera ChfDuel I.
2. Välj mapp att spara programmet i och klicka på Unzip.
3. Dubbelklicka på AFE.exe i den nya mappen för att starta ChfDuel I

#### Avinstallation

Avinstallera ChfDuel I genom att ta bort den installerade mappen med AFE.exe.

## 2.3 Styrspak

Flygplanet kan styras med en styrspak (joystick). Helst bör en digital styrspak användas för stabila roderutslag.

Aerodynamiken för flygmodellen är en SK-60. Modellen finns dokumenterad i [2].

Styrspaken ska vara tilldelad ID1, se **kontrollpanelen** → **Spelalternativ** i Windows. Är ingen styrspak ansluten till ID1 visas nedanstående dialogruta då en simulering startar (även då andra målmodeller används, se kapitel 3.2.3).



**Figur 2** Meddelande om ingen styrspak är ansluten till ID1.

Klicka på OK för att starta simuleringen.

Styrspaksknappar och tangentbordskommandon visas i tabellen nedan.

Styrspaksknapp	Tangentbord	Händelse	Kommentar
Button 5		Öka gaspådrag	+50 Newton vid varje joysticksample
Button 6		Minska gaspådrag	-50 Newton vid varje joysticksample
Button 8	F	Starta remsfällning	Gäller då 'Warning method'=3, se kapitel 3.2.4

**Tabell 1** Styrspaksknappar och tangentbordskommandon.

Modellen har testats och fungerar med styrspakarna Microsoft Sidewinder 3D pro, SunCom F-15E Raptor\* (CH Flightstick Pro) under Windows 98, samt Logitech Wingman Extreme Digital 3D under Windows 98/2000 (USB).

\* Denna styrspak saknar knapparna 5-8 varför dessa ej kunnat testats.

### 3 Köra en simulering

Detta kapitel beskriver hur simuleringen exekveras från AFE. För ytterligare information om hur AFE används se [1] eller "AFE.pdf" i mappen "\Documentation\" på installations CD:n [2].

Simuleringen styrs från menyn **Simulation** eller från verktygspaletten "Simulation" i AFE, se Figur 3.



Figur 3 Verktgyspaletten "Simulation" i AFE.

#### 3.1 Starta, pausa, avbryta och rensa en simulering



##### Start/Continue

Snabbkommando: **F5**

Startar en ny simulering eller fortsätter en pausad simulering med aktuella startparametrar.



##### Pause

Snabbkommando: **F6**

Pausar en påbörjad simulering. Simuleringen fortsätter med **Start/Continue** knappen.



##### Abort

Snabbkommando: **F7**

Avbryter en pågående simulering.



##### Clear

Snabbkommando: **F8**

Rensar programmets minne från simulerade data och förbereder programmet för en ny simulering. Simuleringen startas med **Start/Continue** knappen

#### 3.2 Sätta startparametrar



##### Parameters

Snabbkommando: **F2**

Startparametrar anger indata till simuleringen. Väljs kommandot visa följande fönster.

Start parameters							
Chaff dispensers		Chaff sequence		Measurement		3D extras	
Simulation		Sensor		Target		Warning	
Chaff							
Description	Value	Unit					
Communication interval	0.05	s					
Time limit	25	s					

Edit Help OK Cancel Apply Show More

Figur 4 Start Parameters fönstret

Under flikarna i Start Parameters fönstret anges data för simuleringen, sensorn, målet, hur remsfällningen ska initieras (Warning), remsparametrar (REMJA II parametrar), remsornas uppblomningsposition, fällsekvensen, mätkonens utbredning (visualiseras i 3D-vyer) och extra 3D objekt. Se underkapitel till detta kapitel för beskrivning av parametrar under respektive flik.

- Cancel** stänger dialogrutan.  
**Show More** visar ytterligare information om parametrarnas värde.

*Markeras en parameter visas knapparna:*

- Edit** öppnar en dialog där markerad parameterns värde kan ändras.  
En kontroll sker att angivet värde är godkänt.  
**Help** visar hjälptext till markerad parameter.

*Ändras ett parametervärde visas knapparna:*

- Ok** stänger fönstret och startar en simulering med den nya parameteruppsättningen.  
**Apply** startar en simulering med den nya parameteruppsättningen.

### 3.2.1 Fliken Simulation

Fliken simulation definierar parametrar som styr bilduppdateringsfrekvensen (framerate) samt maximal simuleringstid. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Communication interval	s	0.001	0.5	Hur ofta simuleringsmodellen skickar data till AFE.
Time limit	s	0	1000	Max simuleringstid. Simuleringen kan även avbrytas om externa filer (följedata eller bandata) används och 'Term. at End of Data' är satt, se kapitel 3.2.2 och 3.2.3..

**Tabell 2** Simuleringsparametrar.

*Communication interval* (CINT) styr hur ofta simuleringsmodellen lämnar data till AFE. Ett kort CINT ger mer detaljerade grafer men gör att simuleringen går långsamt.

Är intresset att studera remsornas uppblomningstid kan CINT väljas i intervallet {0.01-0.001}, är däremot följsamheten i 3D-vyer det viktiga kan CINT väljas i intervallet {0.1-0.02}, vilket ger en framerate i intervallet {10-50 Hz} om grafikortet inte begränsar. Då styrspaksmodellen används (se kapitel 3.2.3) bör CINT väljas så att simuleringen kan ske i realtid, se kapitel 8.

### 3.2.2 Fliken Sensor

Fliken Sensor definierar radarns parametrar samt dess styrning (ideal följning eller följedata från fil). Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
X (RT)	m	0	1e+8	Sensors X position i rikets nät (RT90).
Y (RT)	m	0	1e+8	Sensors Y position i rikets nät (RT90).
Transmitter peak power	W	1	1e+6	Radarns topp effekt (före antenn).
Radar wavelength	m	0.001	10	Radarns våglängd.
Antenna Gain	dB	0	100	Radaranternens gain.
Range gate length	m	0	1000	Avståndsföljeluckans längd.
Antenna Az beamwidth	°	0	20	Antennlobvinkeln i sida (3 dB).
Antenna El beamwidth	°	0	20	Antennlobvinkeln i höjd (3 dB).
Track from file	on/off	-	-	On = följedata läses från fil. Off = ideal följning.
On: Track file #	-	0	99	Nummer på följedatafil i mappen \Model\Sen_data\. Följefilen namnges TRACK{0-99}.TXT
On: Track file delay	s	0	1000	Starta läsning från en senare tidpunkt i filen.
On: Term. at End of Data	on/off	-	-	Avbryt simulering vid filslut.
Off: Stop tracking after	s	0	1000	Tid från start av simuleringen då ideal målföljning bryts (antennservon kopplas ur och antennen stannar).

**Tabell 3** Parametrar för sensorn (radar).

$X(RT)$  samt  $Y(RT)$  anger sensorns position i rikets nät. Används i modellen endast för att presentera målets position i rikets nät då måldata alltid är relaterat till sensorn i origo.

*Range gate length*, *Antenna Az beamwidth*, *Antenna El beamwidth* skalar 3D-objektet "Sensor cone" i 3D-vyer (om den är vald att visas, se kapitel 3.2.9). *Antenna Az beamwidth* och *Antenna El beamwidth* används även för att skala radarns antennlob (cos-funktion) vid effektberäkningar.

*Track from file* satt till *on* innebär att sensorn styrs från en följefil i range, azimuth och elevation. Filformatet finns beskrivet i kapitel 6.1.

### 3.2.3 Fliken Target

Fliken Target definierar startvärden för målet, vilken målmodell som används samt dess parametrar. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Initial position (X,Y,Z)	m (3)	-3e+38	3e+38	Målets start position relativt sensorn (origo). <ul style="list-style-type: none"> <li>X: norrut</li> <li>Y: österut</li> <li>Z: nedåt (dvs en flyghöjd anges med negativt värde)</li> </ul>
Initial velocity (U,V,W)	m/s (3)	-3e+38	3e+38	Målets start hastighet (i flygplanets koordinatsystem). <ul style="list-style-type: none"> <li>U: framåt</li> <li>V: åt höger</li> <li>W: nedåt</li> </ul>
Initial orientation (Psi,Theta,Phi)	°	-180	180	Målets initiala orientering. <ul style="list-style-type: none"> <li>Psi: rotation runt Z-axel (yaw)</li> <li>Theta: rotation runt Y-axel (pitch)</li> <li>Phi: rotation runt X-axel (roll)</li> </ul> För den matematiska modellen (3, se nedan) gäller: <ul style="list-style-type: none"> <li>Psi: definierar target heading</li> <li>Theta: definierar stigvinkel</li> </ul>
Use target model #	-	1	3	Målmodellnummer: <ul style="list-style-type: none"> <li>1: styrspaks modell</li> <li>2: läs flygbanedata från fil</li> <li>3: använd matematisk flygbana</li> </ul>
1: Joystick sample period	s	0.001	0.1	Hur ofta styrspaken ska läsas av.
1: Realtime *	-	0.1	10	Realtidsacceleration då styrspak används: <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 1: långsammare än realtid</li> <li>= 1: realtid</li> <li>&gt; 1: snabbare än realtid</li> </ul>
1: Throttle	N	0	14600	Initialt gaspådrag
2: Target path #	-	0	99	Nummer på bandatafil i mappen \Model\Tgt_data\. Banddata namnges PATH {0-99}.TXT.
2: Target path delay	s	0	5000	Starta läsning från en senare tidpunkt i filen.
2: Term. at End of Data	on/off	-	-	Avbryt simulering vid filslut.
3: Time to start manouever	s	0	100	Tid från start av simulering tills manöver påbörjas.
3: Lateral acc during turn	G	-20	20	G-kraft under manövern. Ger radien för svängen.
3: Turning degrees	°	-3e+38	3e+38	Antal grader som manövern genomförs.
3: Roll rate	°/s	0	200	Roll hastighet vid inträde resp. utträde ur manövern.

**Tabell 4** Parametrar för målet (TP84).

Då styrspaksmodellen används (*Use target model #* = 1), se kommentarer i kapitel 2.3 och 8.

*Use target model #* = 2 innebär att målet styrs från en bandatafil som innehåller planets position relativt sensorn, dess attitydvinklar (Psi, Theta och Phi) samt aerodynamiska vinklar (Alpha, Beta). Filformatet finns beskrivet i kapitel 6.2. Bandatafiler kan konverteras från PLA till simuleringen med PathView [4].

Den matematiska flygbanan (*Use target model #* = 3) gör en sväng (om *Time to start manouever* sker inom simuleringstiden) i horisontalplanet (om stigvinkeln (*Theta*) satt till 0), + *Turning degrees* åt höger och - *Turning degrees* åt vänster. Observera att simuleringen sker relaterat till rikets nät vilket innebär att heading (*Psi*) då matematisk flygbana används ej är kompassriktig.

### 3.2.4 Fliken Warning

Fliken Warning definierar hur och när remsfällning ska initieras. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Warning method	-	1	3	Varnings metod <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1: Tid från simuleringsstart</li> <li>• 2: Avstånd från sensorn</li> <li>• 3: Manuellt genom att slå an F-tangenten</li> </ul>
1: Warning time	s	0	1000	Tid från simuleringsstart då varning ges
2: Warning distance	m	0	1e+6	Avstånd från sensorn då varning ges.

**Tabell 5** Parametrar för varning vilket initierar start av remsfällningssekvens.

Observera att parametern *Start delay* kan vara satt under fliken "Chaff sequence" (se kapitel 3.2.7), vilket innebär en ytterligare fördröjning innan första remsbunten faller.

### 3.2.5 Fliken Chaff

Fliken Chaff definierar REMJA parametrar för 8 olika remstyper. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
CRcs	m <sup>2</sup> (8)	0	3e+38	Chaff Maximum RCS.
CRcsRT	s (8)	0	3e+38	Chaff RCS Rise Time Constant.
CVDT	s (8)	0	3e+38	Chaff Velocity Decay Time Constant.
CTbT	s (8)	0	3e+38	Chaff Turbulence Time [s]
CTbA	- (8)	0	3e+38	Chaff Turbulence Amplitude relative to Target Velocity
CTbFq	Hz (8)	0	3e+38	Chaff Turbulence Frequency along x-axis
CRtFq	Hz (8)	-3e+38	3e+38	Chaff Rotation Start Frequency. Use negative value for opposite rotation direction.
CRtDT	s (8)	0	3e+38	Chaff Rotation Decay Time Constant
CRtRd	m (8)	0	3e+38	Chaff Rotation Final Radius
CRtRdRT	s (8)	0	3e+38	Chaff Rotation Radius Rise Time Constant

**Tabell 6** Parametrar för 8 olika remstyper.

Ytterligare beskrivning av dessa parametrar kan fås i [3].

### 3.2.6 Fliken Chaff dispensers

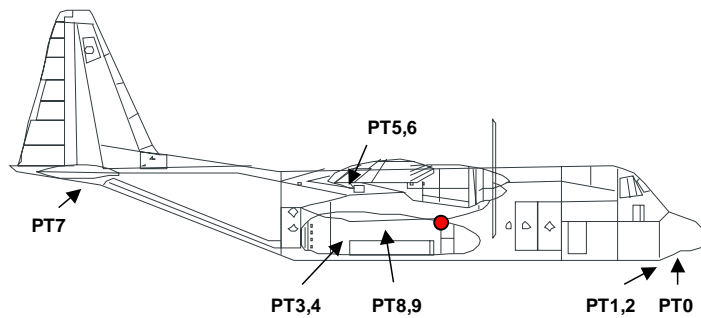
Fliken Chaff dispensers definierar vart remsmolnen startar sin uppblomning. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
PT0: Nos	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT1: Under nos, V	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT2: Under nos, H	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT3: Sidan landställ, V	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT4: Sidan landställ, H	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT5: Baksida pylon, V	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT6: Baksida pylon, H	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT7: Under stabilisator	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT8: Ovan landställ, V	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.
PT9: Ovan landställ, H	m (3)	-3e+38	3e+38	Initial uppblomningsposition [x, y, z] i flp. koordinater.

**Tabell 7** Parametrar för remsornas initiala uppblomningsposition i det flygplansfasta koordinatsystemet.



Det flygplansfasta koordinatsystemets origo för TP84 är i ChfDuel I satt till  $X_o = 13.1$  m från flygplanets nos,  $Y_o =$  i mitten av flygkroppen samt  $Z_o = 1.9$  m från flygplanets buk, se figur nedan. Se kapitel 7 för beskrivning av det flygplansfasta koordinatsystemet.



Figur 5 Fällarplacering samt origo för flygkroppen

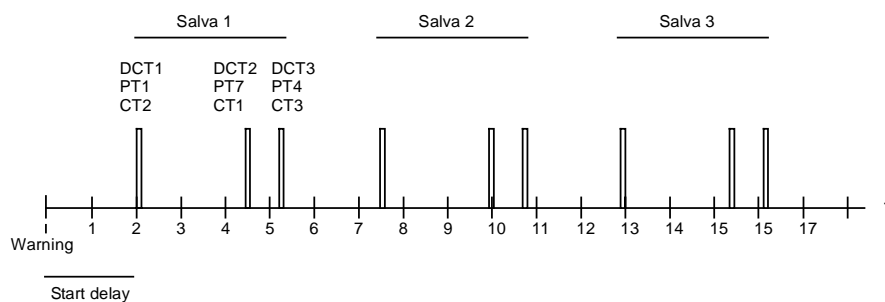
### 3.2.7 Fliken Chaff sequence

Fliken Chaff sequence definierar remsfällsekvensen. Totalt kan 500 remsskott avfyras. Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Start delay	s	0	1000	Väntetid från varning (se fliken Warning) till första salvan initieras (startande med DCT1, se nedan).
Number of salvos	-	0	10	Antal remsskottssekvenser DCT1-DCT50 att initiera.
DCT1-DCT50	- (3)	-1	3e+38	DCT: Dispenser Control Time Kontrollerar vilken fällare (PT0-PT9) att aktivera, vilken remstyp (1-8) samt tid att vänta innan nästa DCT aktiveras.  [PT#, Chaff Type #, Dt] - PT# (Payload Type #): se fliken 'Chaff dispensers' PT# to -1 inaktiverar aktuell DCT - CT# (Chaff Type): se fliken 'Chaff' - Dt: tid att vänta [s] innan nästa DCT aktiveras

Tabell 8 Parametrar för fällsekvens.

Exempel: för att skapa en sekvens med 3 salvor om 3 burst vardera från olika fällare och med olika remskaraktiska som inleds med en 2 s fördröjning, se Figur 6 nedan, definieras parametrarna enligt Tabell 9.



Figur 6 Exempelsekvens

<b>Start delay:</b>	2 s	Väntetid innan första salvan
<b>Number of salvos:</b>	3	Antal salvor
<b>DCT1:</b>	[1, 2, 2.4]	Fällning från PT1, remstyp 2, vänta 2.4 s till nästa DCT (DCT2)
<b>DCT2:</b>	[7, 1, 0.6]	Fällning från PT7, remstyp 1, vänta 0.6 s till nästa DCT (DCT3)
<b>DCT3:</b>	[4, 3, 2.5]	Fällning från PT4, remstyp 3, vänta 2.5 s till nästa DCT (DCT1 i nästa salva då övriga DCT:er inaktiverade)
<b>DCT4-50:</b>	[-1, 0, 0]	Inaktiverade DCT:er (PT=-1)

**Tabell 9** Chaff sequence parametrar för exempel sekvensen.

Sätts tid till nästa DCT ( $D_t$ ) till noll fälls remsbuntarna samtidigt.

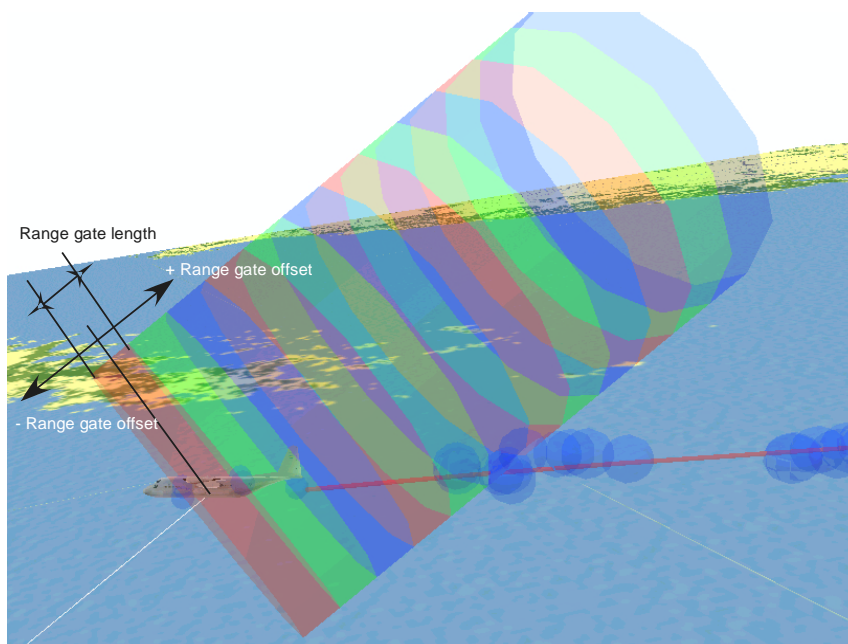
Antal aktiva DCT • *Number of salvos* får ej överstiga 500.

### 3.2.8 Fliken Measurement

Fliken Measurement (definierar mätkonen som kan visas i 3D-vyer, se fliken '3D-extra'). Parametrarna finns beskrivna i tabell samt med ytterligare förklaringar nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Range gate length	m	0	1000	Längd på varje sektion.
Range gate offset	m	-3e+38	3e+38	Förflyttning av mätkonen från följepunkten. Positiva värden bort från följepunkten radiellt sett från radarn.
Meas cone Az beamwidth	°	0.001	20	Mätkonens lobbredd i sida.
Meas cone El beamwidth	°	0.001	20	Mätkonens lobbredd i höjd.

**Tabell 10** Parametrar som styr utseendet på mätkonen i 3D-vyer.



**Figur 7** Mätkonen med 12 alternerande röd, grön, blå (RGB) sektioner med första sektionen centrerad på följepunkten (Range gate offset=0).

### 3.2.9 Fliken 3D extras

Fliken 3D extras (slår av och på visning av objekt i 3D-vyer) Parametrarna finns beskrivna i tabell nedan.

Parameter	Enhet	Min	Max	Beskrivning
Display sensor strobe	on/off	-	-	Visa radarns pekriktning.
Display sensor cone	on/off	-	-	Visa radarns följelucka.
Display measurment cone	on/off	-	-	Visa mätkonen, se kapitel 3.2.8.
Display ground textures	on/off	-	-	Visa marktexturer.

Tabell 11 Parametrar som styr visning av objekt i 3D-vyer.

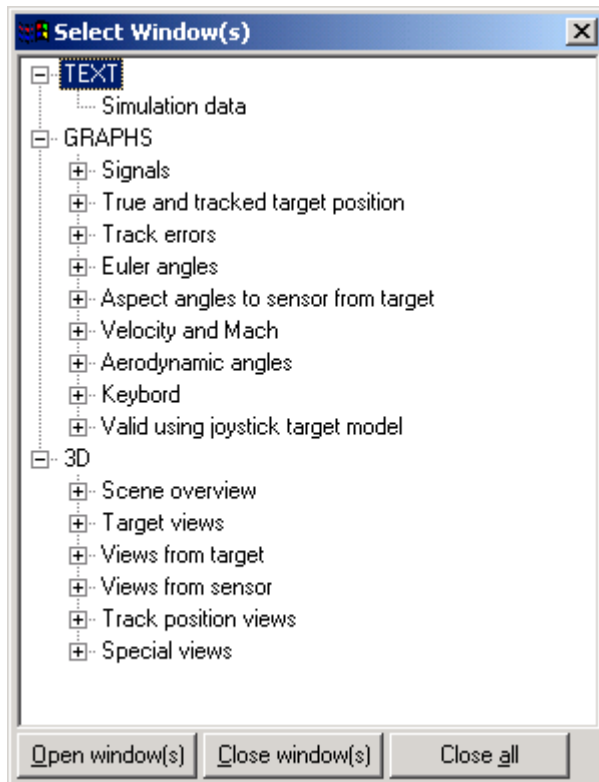
## 4 Visualisera en simulering



### Output Window Selection...

Snabbkommando: F3

Öppnar dialogfönster där presentationsfönster att visa kan väljas. Data från simuleringen kan presenteras i textfönster, grafer och i 3D.



Figur 8 Grupper av tillgängliga presentationsfönster

Enkelklicka för att expandera grupper av fönster i dialogfönstret. Undvik att dubbelklicka då detta öppnar gruppens alla fönster med videominnes problem, se kapitel 8.

## 4.1 Kopiera fönsterinnehåll

Det finns ingen inbyggd funktion i AFE för att kopiera innehållet i presentationsfönster till urklipp, utan detta måste ske med skärmdump i Windows.

- Tryck Alt + Print Screen för att kopiera aktivt fönster till urklipp.
- Klistra in urklippet (bitmapp) i önskat program.

## 5 Spela upp simuleringar

Simuleringar kan sparas med **File** → **Save** och öppnas upp med **File** → **Open**

En genomförd simulering kan spelas upp i realtid genom att använda replay knapparna:



**Figur 9** AFE uppspelningsknappar

Positionering i simuleringen kan göras med tidmarkören (del av markören visad nedan):



**Figur 10** AFE tidmarkör

Data från simuleringen visas under simulering och uppspelning i AFEs statusrad nederst på skärmen.

## 6 Filformat

Radarföljedata, flygbanedata samt flygplanets radarmålarea ligger lagrade i enkla tabb- eller mellanslagsseparerade textfiler (ASCII). Radarmålareadata läses alltid vid start av simulering. Radarföljedata läses om *Track from file = On*, se kapitel 3.2.2. Flygbanedata läses om *Use target model # = 2*, se kapitel 3.2.3. Vilka filer som läses bestäms av parametrarna *Track file #* och *Target path #*.

### 6.1 Radarföljedata

Radarföljedata namnges som TRACK{0-99}.TXT och lagras i mappen ".\Model\Sen\_data\" med formatet enligt exempel nedan (översta raden ingår ej i filen).

Tid [s]	Range [m]	Azimuth [rad]	Elevation [rad]
0.000	4214.157	3.004	0.063
0.020	4209.762	3.003	0.064
...	...	...	...
10.100	2886.150	2.294	0.182

Tabell 12 Exempel på radarföljedata.

### 6.2 Flygbanedata

Flygbanedata namnges som PATH{0-99}.TXT och lagras i mappen ".\Model\Tgt\_data\" med formatet enligt exempel nedan (översta raden ingår ej i filen). Formatet överensstämmer med utdataformatet från PathView [4].

Tid [s]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Psi [rad]	Theta [rad]	Phi [rad]	Alpha [rad]	Beta [rad]
0.0000e+000	-5.0926e+003	-9.3005e+003	-3.4846e+003	9.2623e-001	4.1542e-006	-1.4104e-003	0.0000e+000	0.0000e+000
5.0000e-001	-5.0206e+003	-9.2048e+003	-3.4847e+003	9.2626e-001	4.1671e-006	-1.4056e-003	0.0000e+000	0.0000e+000
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2.4300e+002	-9.9401e+002	7.3704e+003	-3.4738e+003	3.9088e+000	4.7867e-006	1.7090e-002	0.0000e+000	0.0000e+000

Tabell 13 Exempel på flygbanedata.

### 6.3 Radarmålareadata

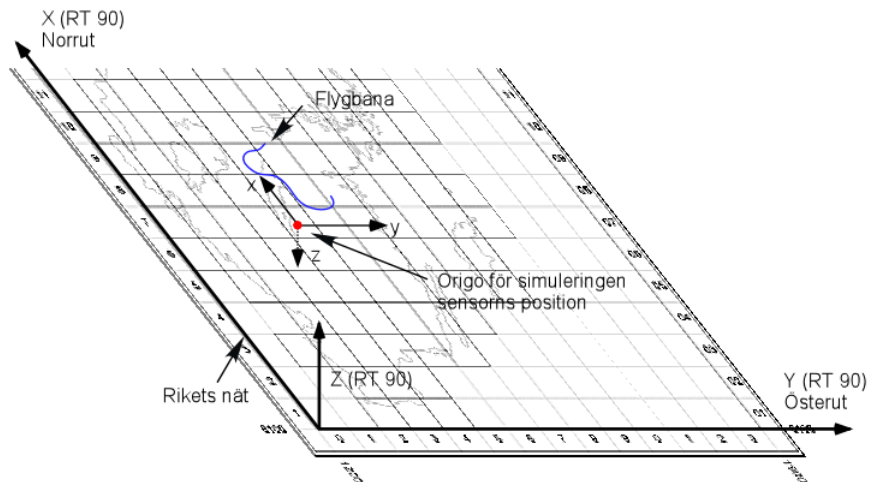
Radarmålareadata namnges som RCS.TXT och finns lagrad i mappen ".\Model\Tgt\_data\". Radarmålarean anges i  $m^2$  och täcker intervallen elevation:  $\{-90, 90\}$  och azimuth:  $\{0, 360\}$  i  $4^\circ$  intervall förutom kring horisontalplanet. Format enligt nedan (kolumn och radrubrikerna ingår ej i formatet). Se kapitel 7 för beskrivning av azimuth- och elevationsvinklarna.

Az \ El	-90°	-86°	...	-2°	0°	2°	...	86°	90°
0°	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$
4°	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
356°	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$
360°	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$	$m^2$	...	$m^2$	$m^2$

Tabell 14 Format på RCS fil (RCS.TXT)

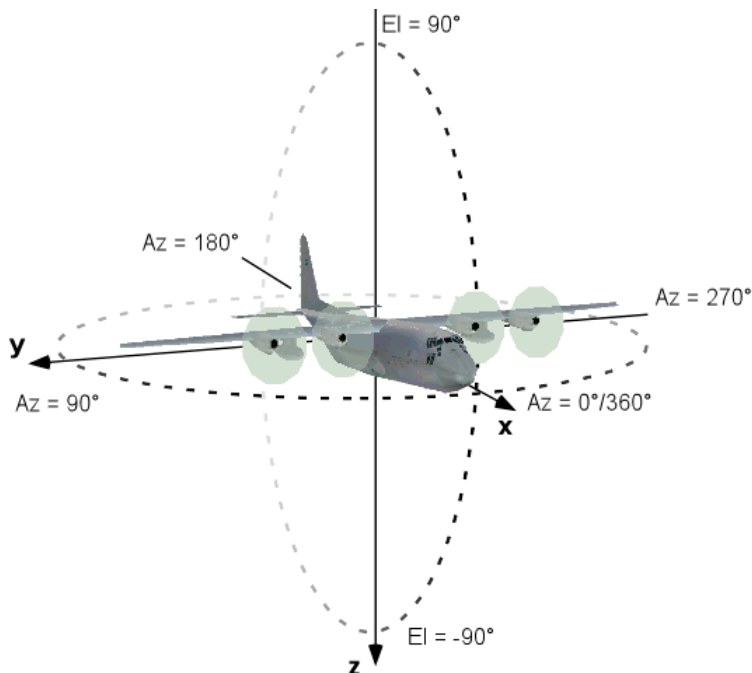
## 7 Koordinatsystem

Vid simuleringarna används koordinater i meter orienterat med X i nordlig riktning, Y i östlig riktning och Z nedåt. Origo för detta system är sensors position.



**Figur 11** Koordinatsystemet som används i simuleringen relativt rikets nät (RT 90).

Det flygplansfasta koordinatsystemet ( $x, y, z$ ) samt azimuth- och elevationsvinklar som bland annat nyttjas för att beräkna målytan, definieras enligt figur nedan.



**Figur 12** Det flygplansfasta koordinatsystemet samt definition av azimuth- och elevationsvinklar.

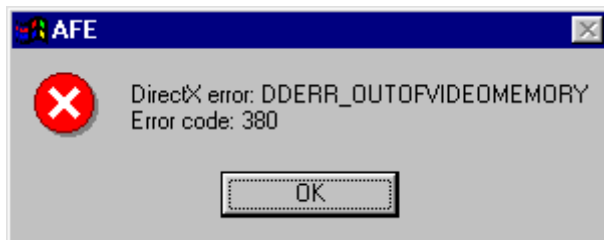
För beskrivning av eulervinklar (Psi, Theta, Phi) samt aerodynamiska vinklar se [2].

## 8 Optimera prestanda

Då styrspaksmodellen används har en vänteloop lagts in i programmet för att synkronisera simuleringstiden till realtid. På en snabb dator (> PII 400 MHz) väntar modellen på att systemklockan ska överensstämna med den aktuella simuleringstiden då styrspaken anropades. Antal iterationer i denna vänteloop (Idle count) kan studeras i fönstret **Output Window Selection...->GRAPHS->Valid using joystick target model->Idle Count** . Om antalet iterationer ligger på noll går modellen långsammare än realtid och en snabbare dator bör användas och/eller CINT ökas, se kapitel 3.2.1.

Frameraten (antal bilder/s i 3D-vyer) förbättras drastiskt om ett 3D-fönster är maximerat på skärmen. Dessutom bör Direct3D HAL vara valt som device driver i **Tools → Options... → 3D**.

Väljs för många 3D-vyer kan grafikminnet ta slut vilket leder till följande felmeddelande.



**Figur 13** DirectX grafikminnesbrist

Normalt renderas ej de 3D-vyer som öppnas efter det att felmeddelandet visas. Olika lösningar på detta problem kan vara: skaffa ett bättre grafikkort med mer minne, minska upplösningen samt färgdjupet på skärmen, slå av ev. antialiasing, slå av visningen av 3D-objekt (se kapitel 3.2.9).

En annan ej optimal lösning är att växla device driver till "RGB Emulation" i **Tools → Options... → 3D**, i detta fall används inte grafikkortets accelerering vilket leder till försämrad bildkvalité samt en dålig bilduppdateringsfrekvens (framerate) i 3D-vyer.

## 9 Referenser

- [1] Johnny Eckerland, AFE 2.3 - A general graphical user interface for simulation models, Februari 2001, FOI-R—0048—SE
- [2] Håkan Wissman, Styrspaksstyrd flygplanssimuleringsmodell, April 1998, FOA-R—98-00760-616--SE
- [3] Lars Bergström, Beskrivning av remsmodellen REMJA II i ACSL, Juni 1999, FOA-R—99-01150-616—SE
- [4] Peter Klum, Användarhandledning PathView - verktyg för hantering av PLA data vid simulering, Juni 2001, FOI-R--0089--SE
- [5] ChfDuel I – Installations CD, 01-H 243 /L

### Författaren tackar

*Jan Leijon, TU/Tp84 Skaraborgs Flygflottilj, F7*  
*Bo Frössling, Försvarmaktens Telekrigstödenhet (FM TKSE)*  
*Lars Arvidsson, FMV Validering och Verifieringscentrum (FMV:VoVC)*  
*Patrik Carlsson, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*  
*Lars Bergström, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*  
*Kjell Rixon, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*  
*Johnny Eckerland, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*  
*Staffan Gadd, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*  
*Nils-Uno Jonsson, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI)*