

Staffan Gadd, Jan Gustavsson, Nils-Uno Jonsson, Nils Karlsson, Mathias Wilow

## Värdering telekrig i radarmålsökare

Slutrapport

TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Sensorteknik  
Box 1165  
581 11 Linköping

FOI-R--1024--SE

November 2003

ISSN 1650-1942

**Användarrapport**

Staffan Gadd, Jan Gustavsson, Nils-Uno Jonsson, Nils Karlsson, Mathias Wilow

Värdering telekrig i radarmålsökare

Slutrapport

<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Sensorteknik Box 1165 581 11 Linköping	<b>Rapportnummer,ISRN</b> FOI-R--1024--SE	<b>Klassificering</b> Användarrapport
	<b>Forskningsområde</b> 6. Telekrig	
	<b>Månad, år</b> November 2003	<b>Projektnummer</b> E3013
	<b>Verksamhetsgren</b> 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	<b>Delområde</b> 61 Telekrigföring med EM-vapen och skydd	
<b>Författare/redaktör</b> Staffan Gadd Jan Gustavsson Nils-Uno Jonsson Nils Karlsson Mathias Wilow	<b>Projektledare</b> Mathias Wilow	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> FM	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> Värdering telekrig i radarmålsökare, slutrapport		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> I den här rapporten ges en sammanfattning av projektet Värdering telekrig i radarmålsökare, inom FOT-område Telekrigföring med EM-vapen och skydd. Projektet har sedan 1994 varit en viktig komponent i arbetet med att utveckla det svenska försvarets kunskap och kompetens för värdering av telekrig i radarmålsökare. För att behärska detta område krävs kunskap och erfarenhet inte bara om de enskilda systemen. Det är viktigt att se och behärska samspelet mellan telekrigssystemen, dess plattformar, hotsystemen, den operativa miljön och den personal som hanterar systemen. Följande system har utvecklats inom projektet : Arken - mobilt, koherent radarmätsystem som kan utföra dynamiska hororienterade och högupplösande mätningar av objekt och motmedel i operativa miljöer. GMS - Generisk Målsökare. Flygburet radarsystem som kan nyttjas för forskning, utvärdering samt utbildning av marinens besättningar avseende telekriguppträdande. SMU - SignalMätUtrustning. Helikopterburet mätsystem för utvärdering av hotet mot våra radarstationer från signalsökande robotar. Mätningar har bl.a. genomförts mot korvett Visby, Tp-84 Hercules, lv-radar UndE23 och mot flera olika typer av radarmotmedel.		
<b>Nyckelord</b> telekrig, radar, målsökare, radarmotmedel		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 17 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Sensor Technology P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	<b>Report number,ISRN</b> FOI-R--1024--SE	<b>Report type</b> User report
	<b>Programme Areas</b> 6. Electronic Warfare	
	<b>Month year</b> November 2003	<b>Project no.</b> E3013
	<b>General Research Areas</b> 5. Commissioned Research	
	<b>Subcategories</b> 61 Electronic Warfare including Electromagnetic Weapons and Protection	
<b>Author/s (editor/s)</b> Staffan Gadd Jan Gustavsson Nils-Uno Jonsson Nils Karlsson Mathias Wilow	<b>Project manager</b> Mathias Wilow	
	<b>Approved by</b> Svante Ödman	
	<b>Sponsoring agency</b>	
	<b>Scientifically and technically responsible</b>	
<b>Report title (In translation)</b> Electronic warfare in radar seekers, final report		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> <p>This report summarizes the project "Electronic Warfare and its implication for radar seekers", research area "Electronic Warfare including Electromagnetic weapons and protection".</p> <p>Since 1994, this project has been an important component in the work to increase the competence in the area of Electronic Warfare and its implication for radar seekers, in the swedish defense community. To fully understand EW, one must have knowledge not just of the specific systems, but also the combined effects of the EW systems, its platforms, the operating environment and the personel operating the systems.</p> <p>The following systems have been developed within the project:</p> <p>Arken - a mobile, coherent radar system with which dynamic, threat oriented and high range resolution measurements of objects and countermeasures can be made in operative environments..</p> <p>GMS - generic radar seeker. An airborne radar system to be used for research, evaluation and education of personel in the swedish marine, in the area of EW tactics.</p> <p>SMU - Signal Measurement Unit. A helicopter borne measurement system for evaluation of the threat against radar stations from antiradiation missiles.</p> <p>Measurements have been made against i.e. corvette Visby, TP-84 Hercules, air defense radar Unde23 and against different types of radar countermeasures.</p>		
<b>Keywords</b> electronic warfare, radar, seeker, countermeasures		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 17 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	

<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
<b>HISTORIK</b>	<b>6</b>
<b>VERKSAMHET</b>	<b>6</b>
<b>Signatur- och motmedelsvärdering</b>	<b>7</b>
<b>Uppbyggnad av GMS</b>	<b>8</b>
Nyttjandeprofil	9
Måsen	10
Dagsläget (nov 2003)	10
<b>Målinformationsutbyte mellan samverkande robotar</b>	<b>11</b>
<b>Hotet från signalsökande robotar</b>	<b>11</b>
<b>HÅRDVARUSYSTEM</b>	<b>12</b>
<b>Radarmätsystemet Arken</b>	<b>12</b>
Arken QL	13
GMS	14
<b>SMU, Signalmätutrustning</b>	<b>15</b>
<b>FRAMTIDEN</b>	<b>16</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>17</b>

## Inledning

I den här rapporten ges en sammanfattning av projektet Värdering telekrig i radarmålsökare, inom FOT-område Telekrigföring med EM-vapen och skydd.

Projektet Värdering telekrig i radarmålsökare har sedan 1994 varit en viktig komponent i arbetet med att utveckla det svenska försvarets kunskap och kompetens för värdering av telekrig i radarmålsökare. För att behärska det här området krävs kunskap och erfarenhet inte bara om de enskilda telekrigssystemen. Det är mycket viktigt att se och behärska samspelet mellan systemen, dess plattformar, hotsystemen, den operativa miljön och den personal som hanterar systemen. Några av de huvudfrågor projektet arbetat mot är:

- Hur skall våra radarmotmedelssystem vara dimensionerade för att möta det framtida hotet?
- Hur skall radarmålsökare vara beskaffade för att klara framtidens hot?
- Hur skall praktiska prov planeras och genomföras för att säkerställa att våra radarsystem får effektiva störskydd samt att våra motmedelssystem är dimensionerade för det framtida hotet?
- Hur skall resultaten valideras?

Som ett led i att utveckla telekrigförmågan har ett mobilt, koherent radarmätsystem, Arken, utvecklats. Arken är ett flexibelt system, som kan utföra både hororienterade och högupplösande mätningar av olika objekt i vitt skilda miljöer. Mätningar har gjorts mot ett flertal typer av mål på land, sjö samt i luften, och olika typer av motmedel har utvärderats.

Ytterligare ett mätsystem som utvecklats inom projektet är GMS (Generisk radarMålsökare). GMS är ett samarbetsprojekt mellan FOI, FMV, Saab Nyge Aero samt Aerotech Telub.

Detta system ska användas för att genomföra studier av den tekniska duellen mellan radarmålsökare och motmedel mot dessa.

Många av framtidens (och även dagens) vapenplattformar kommer ha så tekniskt avancerade och effektiva telekrigssystem, att även en modern sjömålsrobot kan komma att få stora svårigheter att ta sig igenom detta. Om en anfallande robot däremot hade tillgång till information från ett flertal geografiskt åtskiljda sensorer, så torde möjligheterna öka att skapa ett överläge. Under 2003 togs en simuleringsmodell fram för att påvisa dessa möjligheter.

Under 2002 införlivades projektet Skydd mot signalsökande robotar i detta projekt. Huvudfrågan för denna verksamhet är: Hur ska våra radarsystem skyddas mot hotet från signalsökande robotar? Detta är en frågeställning vars svar kräver både mätningar och datorsimuleringar. Mätverksamheten avslutades 2002, medan simuleringsverksamheten fortfarande pågår inom projektet Teknisk hotsystemvärdering.

De system och den kunskap som byggts upp inom projektet har spelat, och kommer även i framtiden att spela, en viktig roll för det svenska försvarets förmåga att implementera, utnyttja och förstå telekrig i radarmålsökare. Detta gäller allt från konstruktion av plattformar och val av motmedelssystem till taktiskt uppträdande och utnyttjande av telekrigssystem på olika plattformar och i olika situationer.

## Historik

Projektet "Värdering telekrig i radarmålsökare" har pågått sedan 1994 då forskningsområdet Telekrig tog det under sin hatt. Basen för projektet blev att med hjälp av radarsystemet Arken kartlägga hur radarmålsökare uppfattar olika typer av radarmål, riktiga såväl som falska. SAT (signaturanpassningsteknik) samt smygteknik är typiska telekrigåtgärder varvid även dessa hör hemma i radarsignaturområdet. Projektet hade som huvuduppgift att mäta upp befintliga plattformar och motmedelssystem med vågformer och analysmetoder som skulle vara fallet vid robotduellen. Frekvensområdet för de allra flesta radarmålsökare ligger mellan 8-18 GHz. I luftmålsfallet är ca. 10 GHz vanligast och vid sjöfallet förekommer även ca. 16 GHz.

FOI hade sedan tidigare bedrivit liknande verksamhet för att stötta FM med kompetens inom målsökareområdet. Målsökaren till RB-04E (J-band) hade använts tillsammans med ARKEN MK (tidigare version av Arken) för att analysera den svenska marina motmedelsutvecklingen. Behovet fanns att modernisera mätsystemet för att även klara luftmålsfallet samt att det skulle kunna mäta dopplersignaturer.

En annan verksamhet som pågått sedan i början på 1980-talet var att med sk. HardWare-In the-Loop (HWIL) utsätta våra egna målsökare för mål och stör signaler och analysera dess beteende. Kunskapen om hur målsignalerna skulle genereras fanns från mätverksamheten. I och med att mätsystemen konstruerats och byggts från dator till antenn av arbetsgruppen kunde denna även konstruera HWIL-simulatorn. Den första ("Måsen") kom att användas av FOA för att utvärdera störfastheten i RB-15. Efterföljaren blev "CORES" vilken användes för test av RB-71 "Skyflash", där det visade sig att det endast var med simulatorn som det var möjligt att prova vissa funktioner. Det byggdes upp en bra kompetens att användas i analyser av egna och andras system, både målsökare och motmedel.

Verksamheten med Måsen avtog då tillverkaren själv ville testa robot 15, varvid vi fokuserade mer mot signaturfrågor. Måsen kom åter till användning då utveckling och utprovning av GMS, Generisk Målsökare, påbörjades.

Införandet av projektorganisationen vid FOA 1994 samt möjligheten att "låna" till större investeringar medförde att ARKEN-systemet kunde uppgraderas. En husvagn och släpkärra med ett rejält vridbord anskaffades. Sändaren blev baserad på TWT-teknik, men tyvärr bara med 20 W topp effekt. Den stora utmaningen blev mottagarna, vilka skulle vara koherenta och fungera i hela frekvensområdet. Mottagningen omfattar även a/d-omvandlingen och datalagringen, vilken skulle synkroniseras med sändsekvenser och antenn- och avståndspositioneringar. Arken är således ett komplext system som skall fungera med hög tillförlitlighet, eftersom mätobjekten inte har tid att vänta långa stunder vid varje mättillfälle.

## Verksamhet

En stor del av den verksamhet som bedrivits inom projektet har varit inriktat mot en kunskapsuppbyggnad, utvärdering och utveckling av telekrigssystem och telekrigkunskap inom det svenska försvaret. För att sprida framkommen kunskap dit den bäst behövs, det vill säga till personal inom försvaret, så har muntliga resultatredovisningar ofta genomförts, både till beställare och till direkta användare, så som t.ex. telekrigofficerare. Kunskapsspridning har också skett genom t.ex. föreläsningar och lärarinsatser.

## Signatur- och motmedelsvärdering

En viktig del i utvärdering och utveckling av telekrigsystem är mätningar och utvärderingar av radarsignatur hos våra plattformar samt mätningar och utvärderingar av motmedelssystem. För att göra dynamiska fullskalemätningar av objekt och motmedel i deras operativa miljöer har radarmätssystemet Arken utvecklats [1,2]. Med Arken har ett flertal typer av mål utvärderats, både fartyg, markfordon och flyg. Exempelvis har flertalet svenska militära fartygstyper utvärderats med hjälp av Arken. Som exempel följer här ett litet urval av mätuppdrag som genomförts med Arken :

### Signaturmätning av korvett Visby

Fullskalemätningar har genomförts för att erhålla radarmålarean hos korvett Visby i dess operativa miljö. Målarean har mätts både hos stillastående fartyg och under gång vid olika typer av manövrar.

### Signatur- och motmedelsvärdering, TP-84 Hercules och radarmotmedel

Dynamisk radarmålareamätning av TP-84 samt mätning och värdering av effekten av remsfällning. Vid mätning under motmedelsinsats gjordes två typer av mätningar:

- Tekniska mätningar: mätning av uppblomningstid och målarea hos endast remsor.
- Taktiska mätningar: mätning och utvärdering av effekten av motmedelsinsatser vid olika fällsekvenser samt vid olika taktiska manövrar.

### Signaturmätningar mot markfordon

Mätning mot hjulgående och bandgående fordon, stillastående och under gång. Här erhålls radarmålarean hos fordonen i deras operativa miljö samt även deras dopplersignatur. Denna typ av mätning kan nyttjas för att bygga upp kunskap kring stridsfältsradarkonceptet, ett område där Sverige har mycket att lära.

### Internationellt mätuppdrag åt den tyska försvarsmakten

Under perioden 2000-2001 genomfördes två omfattande mätkampanjer med Arken åt den tyska marinen. Kostnaden för den första mätkampanjen delades mellan den tyska marinen och detta projekt. Möjligheten att mäta och utvärdera de aktuella fartygen och systemen ansågs ha ett stort värde för oss, både informationsmässigt och erfarenhetsmässigt. Mätkampanj nummer två bekostades däremot helt av den tyska försvarsmakten.

Mätningarna omfattade radarsignaturmätningar och radarmotmedelsmätningar mot några av den tyska marinens största fartyg. Dessa mätkampanjer har gett goda kunskaper om de system som utvärderades.



## Uppbyggnad av GMS

FOI Radarsensorer har sedan länge varit engagerade inom telekrigområdet för att studera duellen radarmålsökarstyrda robotar mot både fartygs- och flygplansmål. Tyngdpunkten är våra robotar mot andras plattformar och motmedelssystem. Kompetensen och metodiken utnyttjas även vid egna motmedelsstudier.

För att få tillgång till ett flygburet radarsystem som kan nyttjas för forskning, utvärdering samt utbildning av Marinens besättningar avseende telekriguppträdande, har GMS utvecklats. GMS står för generisk målsökare, vilket innebär en målsökare som kan uppträda i flera skepnader (fig.1). GMS ska bli användas i utprovningen av VMS-system ATK.



**Figur 1.** Typisk uppdragsprofil för GMS.

Projekteringen av GMS har hittills skett inom projektet ”Värdering telekrig i radarmålsökare”. Grundidén bygger på att använda den utgångna radarmålsökaren till robotsystemet 04 (sjörobot från SAAB) tillsammans med modern PC-teknik. Tekniken emanerar från utvecklingen av radarmätsystemet Arken. Genom att placera GMS i en kapsel under vingen på en LR35 och flyga på låg höjd, kan realistiska förhållanden skapas. GMS har utvecklats i samarbete mellan FOI, Aerotech Telub samt NYGE AERO AB.



**Figur 2.** Illustration av GMS under anflygning mot ett mål

Arbetet med att bygga upp GMS påbörjades under våren 1997. Då fick dåvarande FOA möjlighet att "tigga till sig" ett antal uttrangerade radarmålsökare från FMV:Vapen. Kontakt mellan FOA 36 och FMV:Vapen resulterade i att ett antal äldre radarmålsökare levererades till FOA.

FOI har i sin radarmålsökaregrupp kompetens att operera systemen praktiskt samt analysera systemeffekter mm. Kontakt togs med NYGE AERO AB i Nyköping, där eventuella möjligheter att placera målsökare i någon slags pod diskuterades. Detta resulterade i att projektet bedömdes realistiskt både tekniskt och ekonomiskt.

Organisationen runt GMS-utvecklingen omfattar både beställare samt framtida nyttjare. UTTEM är styrande på lång sikt medan GMS-specifikation anger riktlinjerna för prototypen. Aerotech Telub har fått kontraktet att ta fram prototypen tillsammans med FOI och SAAB Nyge Aero AB som underleverantör.

Nedan följer några viktiga milstolpar i GMS-arbetet :

1997 - RB 04E skrotas varvid FOA erhöll några stycken att använda till experiment.  
Marknadsföring mot Nyge, MC och FOT

1998/

1999 - Div. Arbetsmöten FOA/Nyge/MC resulterade i UTTEM

2000 - FMV+FMTKSE kopplas in = ÖSTEN/ATK  
Hösten specifikationsarbetet påbörjas

2001 - GMS-specifikation färdig  
Beställning till Aerotech Telub av utveckling av prototyp

2002 - april, "SDR" System Design Review  
juni, "PDR" Preliminary Design Review

2003 - Flygprov samt leverans av prototyp

### **Nyttjandeprofil**

För att få ett långsiktigt nyttjande av ett sådant system, vilket är en förutsättning för resultatanalysen, ställer det också krav på en anpassad organisation. Intressenterna i systemet är FOI, MTK, FMV samt SAAB NYGE AERO AB vilka har olika perspektiv på sin medverkan. FMV kan utnyttja systemet för verifiering av projekterade VMS-system. MTK användningsområde är förutom detta även utbildning och taktikutveckling.

FOI har förutom sin leverantörsroll framförallt ett långsiktigt forsknings- och utvecklingsintresse i målsökare och telekrigproblematik. Slutligen NYGE AB som ser ett långsiktigt ekonomiskt intresse som operatör.

Det skall framhållas att för att kunna tolka resultaten rätt i alla dimensioner från ett dylikt system krävs flera erfarna kompetenser vilket är en svensk bristvara. Sålunda är det viktigt att myndigheter och företag samarbetar på ett bra sätt för att det gemensamma målet, en mer telekrigkompetent Marin, skall uppnås.

### Måsen

Som en viktig del i utprovningen av GMS används Hardware-it-the-loop-simulatorens Måsen. Måsen utvecklades ursprungligen vid dåvarande FOA under 1985-90 i samarbete med FMV för realtidsimulering av sjömålsscenarier. En syntetisk målbild injiceras med Måsen i målsökarens antenn. Måsen har tidigare bl.a. använts vid störskyddsutprovning av RB 15.

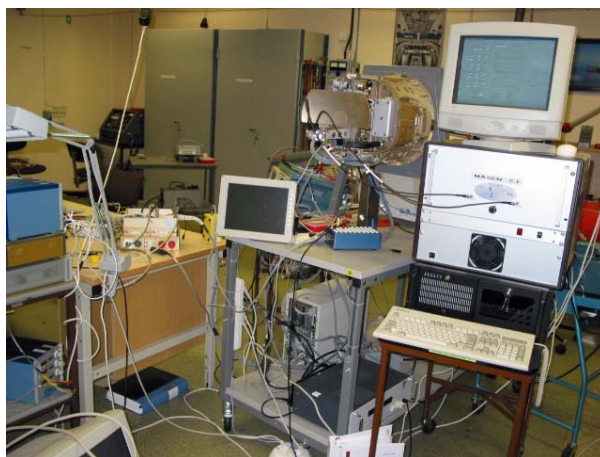
Med Måsen kan GMS utprovas i realtid med fullständig realism. Både hårdvaran och mjukvaran i alla delsystem i GMS kan utprovas innan flygning.

### Dagsläget (nov 2003)

GMS-arbetet håller det sista kvartalet 2003 ett högt tempo för att kunna genomföra flygprov första kvartalet 2004. Från och med 2004 har FOI ingen finansiering från FOT för detta arbete, utan FMV lägger ett särskilt uppdrag på FOI under januari-februari 2004. Genom detta förfarande kan FOI stötta AeroTech Telub samt Nyge Aero vid flygutprovningen.



Figur 3. GMS. Apparat 64 monterad i pod



Figur 4. Testmiljön vid Aerotech Telub med GMS referenssystem och Måsen

Inför flygutprovningen har en EMI (electromagnetic interference)-mätning genomförts av AT i deras anläggning i Östersund. FOI arbetar tillsammans med AeroTech Telub att justera målsökaralgoritmerna och parameterfilerna så att GMS kommer att fungera tillfredställande vid flygproverna. Att implementera analoga servoloopar i ett multiprocessorsystem som GMS är inte helt trivialt. Mer information om GMS finns att läsa i [3].

## Målinformationsutbyte mellan samverkande robotar

Under 2003 genomfördes ett arbete inom projektet, vars syfte var att undersöka/påvisa möjligheterna att genom distribution av sensorinformation mellan ett flertal geografiskt åtskilda robotmålsökare uppnå ökad störtålighet samt ge säkrare mållägesinformation

Behovet av att i framtiden bygga in någon typ av datalänk i sjömålsrobotar lyftes bl.a. fram vid en sjömålsrobot-konferens i slutet av 2001 [4].

Arbetets huvudverksamhet har varit att ta fram en simuleringsmodell där olika scenarier kan testas. Då både tid och resurser varit starkt begränsade så valdes ett specifikt scenario, bestående av ett flertal sjömålsrobotar som flyger an mot ett eller flera fartyg. Tyngdpunkten för arbetet har varit att titta på duellen mellan robotarnas målsökarsensorer och fartygen, inklusive deras försvarssystem, och på vilket sätt distribuerad sensorinformation mellan robotarna kan utnyttjas för att uppnå ökad störtålighet och förbättrad målinmätning [5]. Styrningen och det taktiska utnyttjandet av samverkande robotar berörs inte i denna studie

## Hotet från signalsökande robotar

I början av 90-talet fick dåvarande FOA i uppdrag av försvarsmakten att bygga upp kompetensen kring signalsökande robotar, ssrb, för att kunna analysera hotet mot våra radarstationer. Analysen valdes att genomföras med simuleringsmodeller och mätningar. Under 2002 införlivades projektet ”Skydd mot signalsökande robotar”, vars tyngdpunkt varit mätningar och utvärderingar av svenska luftvärnsradarer. Signalmätutrustningen, SMU, för dessa mätningar har tagits fram inom detta projekt. Mätningar och utvärderingar av signalmiljön har gjorts för flertalet svenska typer av luftvärnsstationer, som t.ex. PS 870, PS 90 och UndE 23 [6,7]. Resultat härav används idag i det simuleringsarbete som pågår inom försvarsmaktsprojektet Teknisk hotsystemvärdering. SMU finns kvar som en mätresurs.

## Hårdvarusystem

### Radarmätsystemet Arken

ARKEN är ett mobilt, koherent, radarmätsystem för mätning på X- och Ku- banden. Arken kan utföra både hororienterade och högupplösande mätningar av olika objekt i vitt skilda miljöer.

Systemet består av en antennenhet, en datainsamlingsenhet samt en data- och signalbehandlingsenhet. Antennenheten består två antenner för mätning, den ena för sändning och den andra för mottagning, samt en målföljeradar av monopulstyp.



**Figur 5.** Radarmätsystemet ARKEN



**Figur 6.** Närbild av Arkens antennenkonfiguration. Vänster antenn är sändande, höger är mottagande och antennen i mitten är en följeantenn av monopulstyp.

I mättradarn kan sändning och mottagning göras med vertikal och horisontell polarisation, där frekvens och polarisation kan ändras från puls till puls. Valet av frekvenser inom bandet 8-18 GHz, PRF, polarisation och pulslängd kan i stort anpassas till den mätning som efterfrågas. Möjligheten att utföra koherenta mätningar och att kunna hoppa i frekvens gör det möjligt att använda tekniken med stegad frekvens för att utföra mätningar med hög avståndsupplösning. Alla mätdata tidsmärks med GPS-tid. Till Arken-systemet hör ett portabelt navigationsregistrerande instrument som används för att registrera mätobjektets uppförande då sådana data inte kan erhållas från mätobjektets egna navigationssystem. Instrumentet registrerar mätobjektets position, roll, pitch och yaw tillsammans med GPS-tid. Dessa data kan sedan vid utvärderingen kopplas till registrerade mätdata.

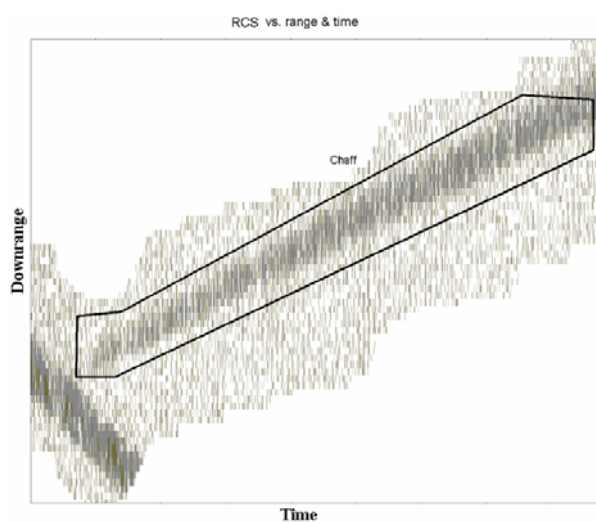
För att RCS-mätningar ska vara meningsfulla är det viktigt att resultatet så långt det är möjligt, är oberoende av valt mätsystem. Detta uppnås genom kalibrering av mätsystemet. Kalibreringen av systemet sker med hjälp av ett referensmål och utförs minst en gång under varje mätpass.

## Arken QL

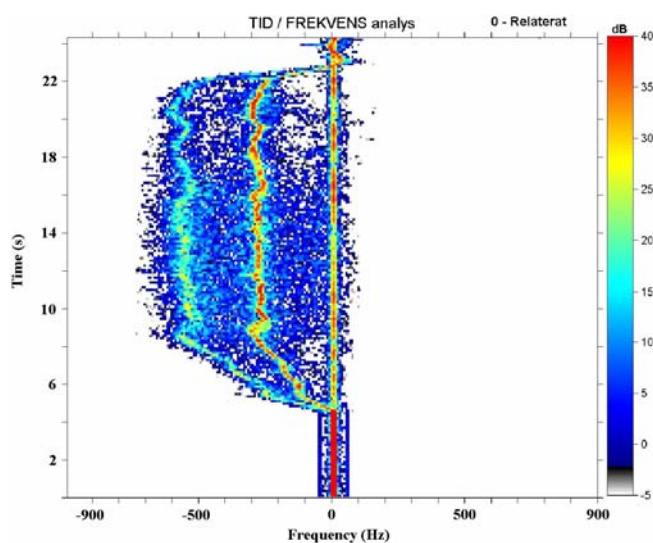
Då databehandling och utvärdering av data från olika mätningar varierar beroende på mätuppslagets art, så krävs ett flexibelt analysverktyg för att hantera de mätsituationer som förekommer. Vidare krävs också att en snabbanalys av data ska kunna göras på plats inom några minuter efter en genomförd mätdatainsamling. För detta ändamål har det MATLAB-baserade verktyget Arken QL utvecklats parallellt med mätsystemet. Några av de grundläggande funktionerna hos Arken QL är:

- Koppling av mätdata och navigationsdata, vilket bland annat ger radarmålarea som funktion av aspektvinkel.
- Då uppmätta data är en funktion av både avstånd och tid så kan en valfri delmängd av data selekteras för vidare analys, t.ex. maximal radarmålarea för varje avståndsprofil, framkantsföljning etc. (fig. 7).
- Presentation och utvärdering av dopplerinformation vid mätning mot rörliga objekt (fig. 8).

En ingående beskrivning av Arken QL ges i [1].



**Figur 7.** RCS som funktion av tid/avstånd för ett mål som avfyrat remsor. I grafen syns även det område, remsorna, som valts för fortsatt analys.



**Figur 8.** Graf skapad med utvecklingsverktyget "Arken QL". Grafen visar signalnivå som funktion av tid och dopplerskift för ett bandfordon på väg från ARKEN. Notera de delar av dopplersignalen som härrör från banden (vid ca  $-600\text{Hz}$ ), vars hastighet relativt marken är dubbla fordonshastigheten.

## GMS

GMS står för Generisk MålSökare, vilket innebär en målsökare som kan uppträda i flera skepnader. Syftet med GMS är att få tillgång till ett flygburet radarsystem som kan nyttjas för forskning, utvärdering samt utbildning av marinens besättningar avseende telekrtiguppträdande. Grundidén bygger på att använda den utgångna radarmålsökaren till robptsystem 04 tillsammans med modern pc-teknik. Genom att placera GMS i en kapsel under vingen på en LR35 och flyga på låg höjd, kan realistiska förhållanden skapas.

Teknikbasen i metodiken består av den egenkonstruerade mättradarn Arken. Denna kan agera "hotrobot" vid plattform- och motmedelsstudier. En begränsning är dock att den ej enkelt kan monteras i en flygande plattform, vilket kräver miniatyrisering samt ökad uteffekt.

Ett typiskt taktiskt scenario vid nyttjande av GMS kan se ut som följer :

- 1: Ett tänkt attackförband anflyger på viss höjd med egen spaningsradar (GMS).
- 2: Efter målkonfirmering skjuts ett antal sjömålsrobotar mot vårt fartyg (GMS-bärare).
- 3: Robotarna anflyger på låg höjd samt startar sina målsökare (GMS).
- 4: Om våra fartyg sätter in aktiva eller passiva skyddsåtgärder indikeras detta i GMS och förarna i GMS-bäraren kan flyga på ett realistiskt sätt.
- 5: I det fallet då t.ex. remsinsatser är aktuella kan detta simuleras med ett kodat meddelande till GMS-operatören som kan få GMS att agera därefter.

Vad vårt fartyg upptäcker och initierar för aktiviteter är det som skall tränas och analyseras och dryftas ej i detta öppna dokument.

För mer information om GMS hänvisas till [3].

## SMU, Signalmätutrustning

SMU är ett unikt mätsystem som mäter signalmönstret runt radaranläggningar i deras operativa miljö. Det är viktigt då det ger information om hur väl t.ex. ett fartyg syns signalmässigt p.g.a. av sin egen radarsändning. Man får även en uppfattning om hur noggrant det är möjligt att lokalisera källan till signalerna. Mätsystemet är flygburet och kan därför undersöka signalbilden i alla önskvärda riktningar. Mätsystemet är passivt och kan ta emot signaler i alla polarisationer i ett brett frekvensband. Man har genom att systemet har ett stort dynamikområde möjlighet att se både sidolober och eventuella markreflektioner samtidigt som systemet inte bottnar vid mätning av huvudloben. Det finns möjlighet att detektera signaler, t.ex. markreflexer, även om de kommer långt från sidan på grund av systemets breda synfält.



**Figur 9.** Signalmätutrustning SMU monterad på helikopter. Under cockpit syns SMU:ns mät huvud. Övrig utrustning är monterad i helikoptern.



**Figur 10.** SMU:ns mät huvud. SMU:n har 4 spiralantennor för mätning. Nederst syns den videokamera som används för följning.



## Framtiden

Den hårdvara och de kunskaper som byggts upp inom projektet kommer även efter att projektet avslutats att fylla en viktig funktion för bl.a. utvärdering av radarsignaturer och motmedelssystem.

Arken - fortsätter vara ett för försvaret viktigt system för utvärdering av signaturer och motmedelssystem.

GMS - Slutprov av systemet pågår i skrivande stund. GMS kommer att bli ett viktigt system för utvärdering av motmedelssystem och för utbildning av bl.a. telekrigspersonal.

SMU - kommer även i framtiden att användas för utvärdering av olika radar- och skensändarsystem.

Arken är ett mätsystem avsett för värdering av olika telekrigssystem och radarsignaturmätningar av fullskaleobjekt i deras naturliga omgivning. Systemet är dessutom anpassat för mätningar i dynamiska scenarier. Arken är således en viktig komponent för oberoende radarmålareamätningar i Sverige. Jämte FOIs övriga radarmätsystem (Lilla Gåra och Mäthallen) utgör Arken en viktig del av FOIs heltäckande resurser avseende radarmålareamätningar.

Arken kan sända radarsignaler som motsvarar signaler från existerande hotsystem. Denna egenskap tillsammans med det faktum att systemet i en operativ miljö samtidigt kan mäta både målets radarmålarea samt effekten från motmedel gör systemet mycket användbart för att utvärdera motmedel. Genom att Arken och dess utvärderingsverktyg Arken QL är modulärt uppbyggda kan de modifieras och moderniseras efter de behov av mätningar och värderingar som i framtiden efterfrågas.

GMS - kommer att bli ett viktigt system för utvärdering av motmedelssystem och för utbildning av bl.a. telekrigspersonal.

Under projektets gång har mycket kompetens byggts upp, bl.a. systemkompetens som möjliggör framtida modifieringar och underhåll av mätsystemen.

Den kunskap som erhållits från radarmätningar och värderingar har gett en god förståelse av problematiken kring radarmätningar, en förståelse som kommer framtida mätningar tillgodo. Detsamma gäller förståelsen av den komplexa telekrigmiljön och effekter av olika typer av störinsatser.

## Referenser

- [1] Jonsson N.-U., Wilow M., *ARKEN, Analysverktyg för komplexa mätsituationer*, FOI Memo 01-3227, Linköping, 2001.
- [2] S. Gadd, J. Gustavsson, N.-U. Jonsson, N. Karlsson, M. Wilow, "*Arken*", *a measurement system for dynamic full-scale RCS-measurements and ECM evaluations in operational environments*, Proceedings AMTA 2003, pp 522-526, Irvine CA, 2003.
- [3] Gadd S., *GMS Generisk Målsökare lägesrapport*. FOI Memo 03-2710, Linköping, 2003.
- [4] Hooton T., *Anti-ship missile designers look to the future*, Jane's Missiles and Rockets, December, 2002.
- [5] Gustavsson J., Jonsson N.-U., Karlsson N., Wilow M., *Studie av målinformationsutbyte mellan samverkande robotar i nätverk*, FOI-R--0946--SE, Linköping, 2003.
- [6] Wilow M., Karlsson N., Gadd S., Johansson C., *Skydd mot signalsökande robot, sammanfattande rapport*, FOI-RH--0161--SE, Linköping, 2002.
- [7] Gundmark T. m.fl., *Utveckling av signalmätutrustning SMU*, FOA-R--00-01449-616--SE, Linköping, 2000.