

# Tidig telemotmedelsforskning vid FOA 3

Sture Risberg

## Beskriven tidsperiod.

I första hand beskrives telemotmedelsforskningen under perioden 1945-1967. Att slutåret 1967 valts har två orsaker. Den första är att i januari detta år gav FOA ut ett OM-nummer som sammanfattade den dittillsvarande kunskapen på FOA om telekrigföring. Den kom ut på både svenska och engelska och blev väl mottagen och utomlands kanske till och med väckte en viss förundran. Det andra skälet är att FOAs bedömning av telekrigföringens betydelse i en konflikt för första gången kom till användning i en verkligt stor studie, nämligen luftförsvarsutredningen 1967(LFU 67). Efter detta blev FOA allt mer engagerad i olika studier för att tillgodose behovet av bl a telekrigsunderlag.

## 1. Pågående telemotmedelsverksamhet i Sverige vid tiden för FOA 3 tillblivelse 1945.

FOA behövde inte starta motmedelsforskningen helt "från scratch". Det hade stor betydelse att verksamheten redan pågick före FOAs bildande.

Armén hade i slutfasen av kriget fått köpa den tyska ekoradiostationen ER IIB Würzburg. För att kunna prova störskyddsteknik för denna utvecklades på arméförvaltningens elektrotekniska laboratorium ("Ellab") störsändare mot ER IIB. När FOA bildats övertogs delvis denna utveckling. FOA fick då också tillgång till det underlag armén samlat in vid studiet av Würzburg för att förstå verkan av störning och störskydd.

FOA fick också tillgång till resultatet av de materielundersökningar av teleteknisk flyg- och robotutrustning som Flygförvaltningen genom bl a Martin Fehrm genomförde på nödlandade eller nedfallna flygplan och robotar i krigets slutskede.

Mycket betydelsefull information erhöles även genom att FOA fick tillgång till tysk materiel och tyska beskrivningar rörande telemotmedel. De kom företrädesvis från ubåtar som man hade blivit i tillfälle att undersöka och plocka materiel från. Viktig information kom också från flyktingar som hade tagit sig över till oss.

FRAs signalspaning gav på ett tidigt stadium indikationer rörande pågående televerksamhet som kunde tolkas som radar. Statens uppfinnarnämnd (SUN), som var verksam under kriget, bl a med utveckling av svensk radar eller "ekoradio" som det hette på den tiden, tog kontakt med FRA för att samordna de gemensamma resurserna. Marinen ställde under några dagar ett stort fartyg till förfogande för detta så att man skulle bli i tillfälle att se vad som pågick i Östersjöområdet och försöka få fram uppgifter om hur effektivt radar kunde utnyttjas för att se våra flyg- och fartygsrörelser.

SUN och SATT (Svenska Aktiebolaget Trådlös Telegrafi, ett dotterföretag till tyska AEG/Telefunken) utvecklade en mycket effektiv taktisk signalspaningsmottagare av superheterodyntyp. Ansvarig för denna utveckling var Tord Wikland, senare legendarisk institutionschef på FOA 3. Ett stort problem på den tiden var bristen på lämpliga

elektronrör. En förutsättning för den lyckade mottagarutvecklingen var att SATT på olika vägar lyckades få in de erforderliga rören från Tyskland. Trots att det inte rörde sig om kortare våglängder än metervåg hade det inte varit möjligt att bygga superheterodynmottagare med däri fungerande lokaloscillatorer utan denna rörimport.

Två signalspaningsmottagare av denna typ byggdes och senare under FOA-tiden installerades en av dessa i det bombflygplan typ B3 som flygvapnet ställde till FOAs förfogande. Det användes bl a då FOA och FRA samverkade vid flygburen signalspaning inom ramen för projekt "Blondie". Detta namn användes därefter på flygplanet av FOAs och FRAs personal även i andra projekt.

För att kunna få fram signalspaningsmottagare och signalvarnare på kortare våglängder försökte man i samverkan med Elektrovärmeinstitutet utveckla kristalldioder för detektoranordningar. Innan denna utveckling nått fram till fungerande utrustning tog dock kriget slut, varefter vi fick tillgång till mängder av mycket effektiva sådana komponenter som utvecklats av de allierade under kriget. Den svenska utvecklingen avbröts därför.

## **2. Faktorer som under sent 1940-tal kom att starkt påverka prioriteringen av forskningen på FOA 3 inom telemotmedelsområdet.**

Införandet av radar i svenska försvarssystem i mitten och slutet av 1940-talet påverkade uppbyggnaden av motmedelsforskningen. Marinens stridsledningskontor som organiserade samverkan mellan olika instanser inom marinen och experter utanför marinen var härvid en av de viktigaste organisationerna.

Marinens radarsystem byggdes upp i mycket snabb takt bl a i samverkan med FOA. Inom motmedelsområdet spelade därvid FOA en aktiv roll. Som grund för detta hade FOA byggt upp forskningsgrupper som successivt avtappades på olika kunskaper som behövdes för att kunna förstå

hur mikrovågor skulle kunna bekämpas med olika passiva och aktiva motmedel. De störmedel som man vid denna tid bedömde viktigast var främst remsor och mycket smalbandiga störsändare.

## **3. FOA 3 formella struktur etc.**

För att vi skulle kunna tillgodogöra oss de under kriget vunna lärdomarna inom området "Electronic Warfare" krävdes många grundkunskaper vi saknade.

Det gällde t ex kunskap om vågutbredningsförhållanden under våra skilda klimatiska situationer. Det var möjligheten att till våra aktuella våglängdsband och system överföra de principer för motmedelsinsatser som de allierade använt sig av mot tysk radar (som huvudsakligen låg på meter- och decimetervåglängder). Hur skulle en fiende som behärskade mikrovågsteknik välja metoder för att störa system som väsentligen byggde på mikrovågsradar? Det var många frågor som ställdes och inom FOA bildades därför forsknings- och arbetsgrupper syftande till att få fram de nödvändiga kunskaperna.

Kriget var över och det välldes in litteratur från främst England och USA. Inom motmedelsområdet var det dock inte möjligt att direkt ur denna få svar på de många aktuella problemen. Vi fick falla tillbaka på de efterhand redovisade resultaten från de forskningsgrupper som organiserats inom FOA. De teoretiska arbetena kompletterades med fältförsök för att få fram relevant kunskap, att kontrollera systemfunktioner under telemotmedelsinsatser. Härför behövdes försöksapparat. Ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete på såväl system som komponenter startades och pågick sedan under hela den här aktuella perioden. Ett exempel på forskning avseende komponenter var mikrovågsrör för höga effekter.

Inriktningen var i första hand att under olika förhållanden se till att det störskydd etc som kom att byggas in i de svenska systemen fungerade vid

motmedelsinsatser, såväl i laboratorier som i praktiken. Först i andra hand gällde det att kunna lämna ett underlag till förvaltningarna för deras specifikationer vid anskaffning av egen aktiv och passiv motmedelsmateriel.

Experimentellt inriktad forskning och utveckling i avsikt att få fram erforderlig apparatur för prov och försök, såväl på laboratoriet som under fältförsök och under militära övningar, blev alltså en väsentlig del av motmedelsverksamheten.

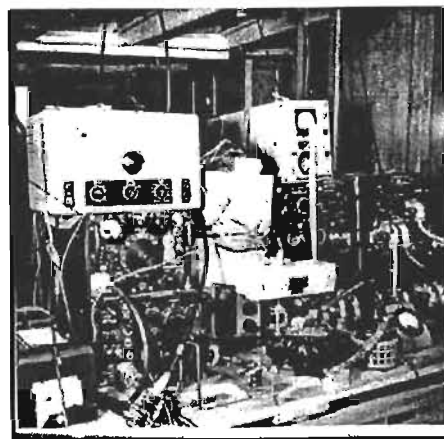
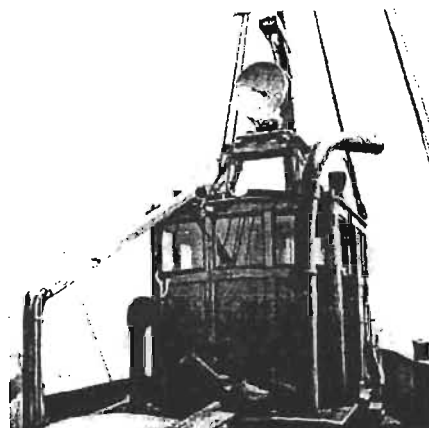
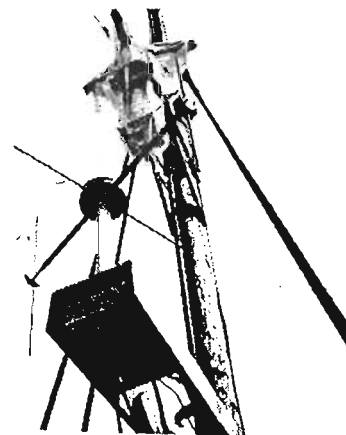
Fältförsöken skedde oftast i samverkan med någon av de tre försvarsgrenarna och då ibland som en del av en krigsmaktsförsvarsgrensövning. Problemen då var oftast att man inom övningsledningen var orolig att de primära övningsändamålen inte skulle nås, t ex att spaning och samband inte skulle kunna fås att fungera. Det blev därför nödvändigt med utbildningsperioder före övningar där FOAs personal åkte runt till övade enheter och informerade om de motmedelsinsatser som var avsedda att utföras. Hur motmedlen kunde påverka deras utrustning och arbete och hur operatörerna kunde agera för att lindra verkan. Exempel på enkla skyddsåtgärder som rekommenderades kunde vara att vid remsfällning leta mål som tillfälligt kom utanför eller framför stråken, att vid smalbandig störning söka ändra sändningsfrekvenser, att vid bredbandig störning arbeta med korttidssändning.

För att genomföra denna verksamhet, både i laboratoriet och på fältet, bildades några olika forskningsgrupper. En grupp leddes av Sven Sundius. Den utvecklade de störsändare som behövdes. En annan grupp leddes av Erland Ljungdahl som svarade för taktisk signalspaningsutrustning och försök med dessa. Sture Risberg arbetade med specifika typer av mottagare och sändare och ledde i många fall fältförsöken.

Genom denna forskning kartlades bl a spaningsräckvidder och störverkan under olika tekniska och meteorologiska betingelser, hur olika delar av ett fartyg reflekterade radiovågorna m m.

#### 4. Några projekt bearbetade under de första 25 åren.

Genom Hugo Larssons kontakter med Sjöfartsverket hade FOA under det sena fyrtioåret fått låna undersökningsfartyget "Kompass". Där installerades den försöksutrustning som visas på bild 1-3.



*Kompass 1, 2 och 3*

Utrustningen är till stor del uppbyggd av amerikansk överskottsmateriel, s k "surplus", men andra delar är byggda av Ljungdahls och Sundius grupper. Man kan se under vilka förhållanden arbetet utfördes och hur apparaturen för signalspaning mot fartygsburen radar såg ut. Resultatet dokumenterades genom filmning. På filmen visas diagram ur vilka riktning till målet kan utläsas. Verkan på resultatet, t ex på grund av reflexer från målfartygets omgivning, kunde också studeras. Detta arbete ledde bl a till utveckling av en operativ signalspaningskedja för lokalisering av radarbärande fartyg.

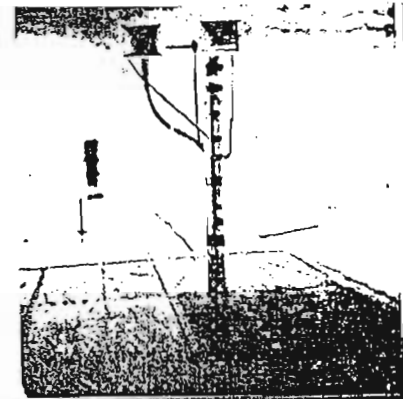
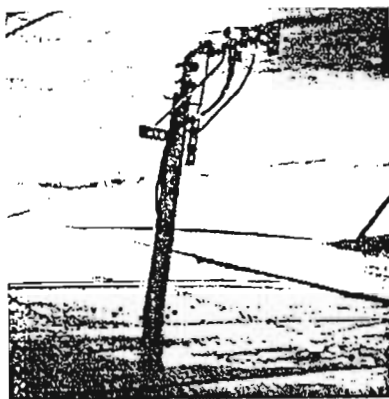
Ett annat större projekt gällde motmedel mot robotar, här exemplifierat med arméns luftvärnsrobot HAWK.



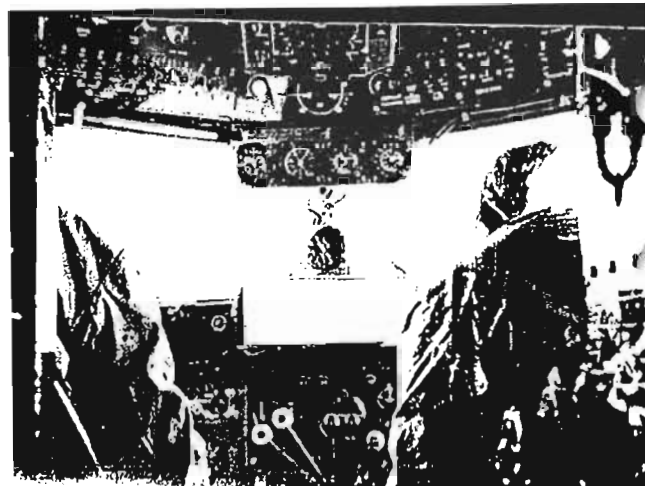
*Radarskolan i Göteborg, fr v personal från radarskolan, Sture Risberg och Carl-Gustaf Regårdh.*

Bilden är tagen då FOA-personal tillsammans med personal från radarskolan i Göteborg gick igenom hur motmedelsförsök och mätningar mot robotsystemet skulle kunna genomföras. Det behövdes ett avancerat systemarbete som krävde samverkan mellan flera grupper och myndigheter.

Inför försöket utvecklade FOA erforderlig motmedelsutrustning mot både puls- och CW-radar eftersom bägge dessa radartyper ingår i Hawk-systemet.



*Installation i DC3*



*Från cockpit i DC3*

Undersökningar som avsåg såväl störverkan som funktionen av olika störskyddsmedel gjordes genom både markförsök och försök från utrustning monterad i flygplan. En bild från början av 1960-talet visar utrustningen i försöksflygplan typ DC3. Bilden ger en uppfattning om den tekniska utvecklingen under 50-talet. Jämför den flygburna utrustningen för HAWK-proven med bilderna från "Kompassförsöken"!

I bilden från flygplanets cockpit finns även Decca-utrustning för noggrann lägesbestämning.

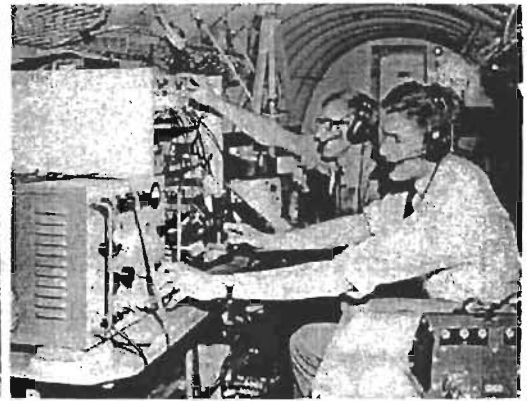
Antennerna var mycket speciella för att kunna användas vid repeterstörsändning, dvs samtidigt för både mottagning och störsändning.

På de följande bilderna visas hur de här proven fick göras under ganska svåra förhållanden. Ibland fick personalen gå ut och värma upp sig litet för att kunna sköta sina uppgifter.

I bildtidningen "SE" från 1947 finns en serie fotografier från laboratorierna på FOA 3 som visar hur allt började. Hur vi arbetade tätt intill varandra. Där visas embryot till mätinstrumentgruppen som leddes av Pelle Lundbom. En annan bild visar hur Lennart Elfving gör uteffekt-mätningar på en 3-cm magnetron.



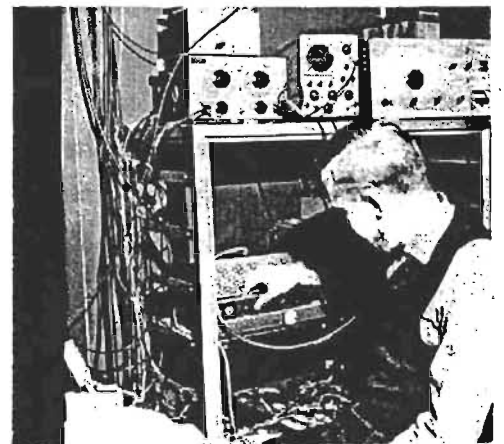
*Fältprov under ibland kärva förhållanden.*



*FOA-personal hanterar störutrustning vid fältprov.*

Där kunde man också se hur FOA-personal inför ett fältförsök med telemotmedel informerar berörd personal vad som skall komma att ske. I detta fall var det operatörerna på en av flygvapnets radarstation ER III B som fick veta att FOA skulle fälla remsor, störsända samt flyga lågt i radarskugga. Varje radarstation som ingick i övningen fick en sådan genomgång. En sista bild exemplifierar det viktiga samarbetet som under denna tid pågick mellan FOA 3 och försvarets andra myndigheter. Fotografiet är taget under ett studiebesök i USA under ledning av Lennart Nyström, då chef för Arméförvaltningens elektroavdelning. Personal från såväl stab som förvaltning och FOA deltog.

Vilken grad av sekretess skulle känneteckna FOAs motmedels- och skyddsforskning? Vad kunde släppas av de forskningsresultat som vunnits beträffande sårbarheten vid olika typer av motmedelsinsatser? En hög sekretess kom att bedömas som nödvändig, särskilt under de första åren och i fråga om forskningen rörande motmedel mot våra robotsystem. Den höga sekretessen kan dock ha sina risker vilket följande exempel visar. Exemplet är hämtat ur en bok som tyska AEG utgivit om motmedelsforskningen i Tyskland under kriget. Man säger där att tyska forskare hade förutsett att tysk radar skulle bli svårt störd av skenmål utförda som aluminiumstrimlor fällda i mängd från flygplan. De ville därför utveckla skyddsmedel och -teknik mot detta hot.



*Gunnar Rosenquist.*

Göring var dock rädd för att de allierade skulle få reda på denna störmöjlighet och beordrade därför högsta sekretess, man fick inte ens arbeta med skyddsåtgärder. När sedan engelsmännen, som själva kommit på denna ganska naturliga störmetod, plötsligt satte in denna störning i stor skala stod tyskarna fullständigt oförberedda på grund av Görings sekretesskrav.

I en annan tysk bok som Gunnar Rosenquist hittat finns beskrivet hur viktig trovärdigheten hos forskare och rådgivare är. Göring styrde prioriteringen av vilka våglängdsområden man skulle satsa radarforskningen på. En forskargrupp hade kommit fram till att radar inte kunde arbeta på mikrovågsområdet. Skälet skulle vara att där antogs att signalerna inte reflekterades tillbaka till sändaren utan speglades bort. Tydligt trodde Göring på detta och därför bedrev man varken signalspaning eller annan verksamhet inom mikrovågsområdet innan det var för sent.

# Från forskningsresultat till tillämpning- en alltjämt fortgående process med radar som historiskt exempel.

Nils-Henrik Lundquist

Radarn är, som Sven Hasselrot belyst, ett exempel på hur insikten om ett nytt områdes betydelse sprider sig från FOA till försvarsmakten. Arbetet påbörjades vid FOA på eget initiativ, med utgångspunkt från bedömda potentiella möjligheter men *INTE* på begäran från försvaret. Information från utlandet var av avgörande betydelse för ställningstagandena i ett tidigt skede.

Främste pådrivare för radarintresset var Hugo Larsson, som med tidigare ämnespraktik från SUN och FOA kom som högste chef till FOA 1952, efter några år som byråchef vid KFF. Han visste vad som fattades inom förvaltningen i kompetens och resurser och hur FOA skulle kunna fylla dessa brister. På hans initiativ tillkom de första stora utredningsinsatserna på radarområdet, ledda och bemannade från FOA men bedrivna under medverkan av och i samråd med berörda militära instanser.

Den viktiga förändringen i kunskapsläge vid krigsslutet var inte radarn och dess möjligheter som sådan (svensk "ekoradio" hade utvecklats och använts operativt i slutet av kriget), utan möjligheten att använda cm-vågor och att få praktiskt användbara generatorer för dessa med tillräckligt höga effekter. Jag minns från SUN-tiden hur Hugo Larsson på egendomliga vägar hade kommit över en tysk cm-magnetron och hur bitter han var när jag hade olyckan att bränna av glödtråden i den. Uteffekten var dock inte mer än några watt i topp, och jag tror att både hans och min misstämning dämpades, när vi senare fick veta att det fanns magnetroner med hundratals kilowatt i topeffekt. Det var det engelsk-amerikanska teknologiarbetet med resonator-magnetroner, som hade givit sådana resultat, och som snabbt blev känt - även med marknadsföring av produkter - efter krigsslutet.

Utvecklingen var känd även på andra håll, speciellt inom de militära förvaltningarna, men den faktiska förändringen i organisation och anslagstilldelning kom först när FOAs resultat blev kända och värderade. Typiskt är hur utredningsarbetet försköts från FOA till förvaltningen : LFRU startades av FOA, dock med militär medverkan, LOS (KFF) tog över och fortsatte med precisering och så småningom specificering av materieltyper. Huvudsyftet var dock detsamma; det kommande strilsystemets uppbyggnad. Intressant är också organisationsutvecklingen vid KFF, senare FMV: när jag började vid FOA strax efter FOAs tillkomst sköttes radarfrågorna av en del av en sektion MU/EI, men efterhand växte organisationen till en sektion, senare en byrå och slutligen en avdelning.

Staberna var, jämfört med senare, ganska inaktiva under 50- till 60-tal när det gällde radar och stridsledning. En viktig faktor i detta sammanhang var att försvarsgrenscheferna dels var operativt ansvariga, dels var högsta chefer för respektive förvaltning.

Industrins resursutveckling skedde givetvis på dess egna bedömningar och initiativ, med råd och tips från förvaltningarna, och givetvis genom beställningar. Jag tror att både förvaltningens och FOAs aktivitet har uppskattats och varit värdefull för industrins utveckling. Förvaltningens roll är uppenbar, FOAs roll är kanske mer subtil (det långa perspektivet). Den trycktes inte på av FOA, utan snarare efterfrågades av industrin.

I varje fall så skedde en betydande industriell resursutveckling under 50- och 60-talen till försvarets fromma: SER, LME-Mölnadal, PTAB (som ursprungligen var klart försvarsinriktat), efterhand också Saab.

Låt mig nämna en kuriositet. Jag var under de senare krigsåren anställd vid Saab och arbetade med radarutveckling - på cm-våg - tillsammans med en firma med vissa utvecklings- och produktionsresurser därvidlag. När krigsslutet kom 1945, fick Saab:s styrelse ta ställning till om detta var någonting för en flygplanindustri att engagera sig i. Svaret var nej. Många fick då snabbt andra arbetsuppgifter. Jag drog för egen del slutsatsen att mina kunskaper kunde komma till bättre användning på annat håll. Jag sökte därför, och fick, en anställning vid det nyinrättade FOA, där jag sedan var aktiv under 38 år. I mina roller där har jag ständigt haft ett gott samarbete med Saab och jag utgår därför från att Saab-ledningen snart nog fick en annan syn på elektronikens roll för flygindustrin.

Men tillbaka till FOAs roll. Må vara, att FOAs uppgift på 50-talet var - och bör kanske vara nu - som idéskapare för den tekniska utvecklingen inom försvaret. Men det kommer inte av sig själv; någon input måste finnas. Bortsett från den uppenbara: försvarets behov, med allt vad det innebär av utredning och grundanalys, vill jag peka på två fält, som redan från början gjorde sig gällande:

**Utlandet:** Kontakter med utländska universitet och öppna forskningsorgan har alltid förekommit, och är därför ganska triviala. Forskarutbyte kan i vissa fall vara något svårare, dock var det tidigt möjligt att t ex placera forskarelever i speciella kurser för försvarspersonal i England och USA. Likaså kunde försvarspersonal från andra länder i enstaka fall mottas för tjänstgöring vid FOA med väl definierade arbetsuppgifter.

Kontakter med militära FoU-organisationer är intressantare. De började etableras redan på 50-talet (Norge, England och senare USA). Sedermera utvecklat kontaktnät blev mycket viktigt, men man måste se begränsningarna för vad som är meningsfullt. Detta betyder bl a:

**att** man bör välja områden med god egen kompetens, så att en kvalificerad diskussion kan ske.

Det är ingen idé att försöka byta resultat från ett område mot resultat från ett annat.

**att** huvudsyftet med kontakterna bör vara att kontrollera förutsättningar och resultat mot en lika kunnig motpart med likartat problemfält.

Denna syn visar att det svenska försvaret och dess forskning är helt fristående från utländskt inflytande. Det kan tillfogas, att förslag (från utländskt håll) beträffande samarbetsprojekt har avvisats, på principiella grunder, och framför allt för att de har varit opraktiska eller ointressanta ur svensk synvinkel.

**Den svenska universitets- och högskolevärlden:** Den första situation som jag minns, då FOA 3 utnyttjade UoH-organisationen för direkt samarbete, var på 50-talet, då en tysk ingenjör anställdes vid KTH ( Alfvéns institution ) för att arbeta med FOA-uppgifter. Arrangemanget var betingat av svårigheten att anställa icke-svenska medborgare, men valet av uppgifter var också betingat av praktiska förutsättningar vid högskolan: mätteknik på mikrovågor. Detta har sedermera, och med rätta, blivit norm för utläggning av uppdrag till UoH. Högskolorna har en annan ideologi och ett annat arbetssätt än FOA: en mera grundläggande och kunskapssökande inställning till problemen. Å andra sidan har FOA också behov av sådan grundläggande kunskap, som kan inhämtas utan projektreferens och sekretesskrav, men som kan utnyttjas på direkt projektbundna tillämpningar.

I grunden är dock UoH:s roll för FOA primärt som rekryteringsbas. Med respekt för de faktiska resultat som utlagda eller samdrivna projekt kan ge, så skapar dessa ett intresse för FOAs verksamhet som kan ge incitament till anställning; en effekt som kanske är nog så viktig som de direkta resultaten. (Jämför inte med förhållandena vid amerikanska universitet; där är student-attityden mera klart inställd på kommande arbete med tillämpningar.)

## Slutord

Jag har blandat mina minnen från tidigt FOA 3 med senare erfarenheter, bl a som GD, och jag tror inte det har varit något fel. Summan av detta är:

FOA har, och hade redan från början, fast kanske mindre artikulert, en ställning mellan tre intresser: stabsvärlden, den materielproducerande världen och UoH-världen.

Kontakterna med stabsvärlden, som utvecklades något senare än de andra, ger långsiktiga linjer för försvaret (nu inklusive totalförsvaret), samt synpunkter på icke-materielanknutna problem. Kontakterna med den materielproducerande världen (förvaltning och industri) ger problemen i ett materielltillvänt språk som man måste kunna för att kommunicera och slutligen kontakterna med UoH-världen är nödvändiga som rekryteringsbas och som referensbas för vetenskaplig kompetens, och dessutom av värde som kunskapskälla.

Ingen av dessa kan överta FOAs roll.

Jag har i den här uppräkningsen inte upptagit utlandskontakterna, väl så viktiga, men det är för att markera de tre områden som kan bli föremål för nationella åtgärder.

Det har nyligen utkommit ännu en utredning om försvarsforskningens framtid (G Franzén, officiell utredningsman). Jag har inte tagit del av själva utredningen, men i senaste numret av MTT (nr 3, 92) finns ett utförligt referat. Särskilt intressant finner jag Hans Elgers artikel "Från avgränsning till integration - strategiskifte för försvarsforskningen under 90-talet". Jag vill instämma i hans teser, som är så lika mina här framlagda, att man kan tro att någon har skrivit av den andre. Det har vi inte; jag har gjort en analys av erfarenheter från gången tid, och han har gjort en prognos för framtiden, och ändå kommer vi till samma resultat. De enda jag vill invända emot är hans rubrikmässiga tes om behovet av en ny strategi för framtiden. Det må vara, att han främst tänker på osäkerheterna i den framtida Europa (och därför inte heller har någon ny strategi att föreslå), men jag anser att det finns så många och väl prövade moment i den svenska försvarsforskningsplaneringen, som ligger fast, oavsett den politiska utvecklingen.

Mitt svar på dagens temafråga är därför: tidigare erfarenheter har tillvaratagits och beaktats i den successiva forskningsplaneringen på radarområdet, inte minst genom lämplig rymd för forskning på nya problem.

Det mesta är ganska bra som det är.



# Vad som hänt se'n den tiden

Hans Lok

Det arbete som Sven Hasselrot beskrev för PS15 var mitt första arbete och det är med glädje jag kommer ihåg alla de minnen som dyker upp när Sven berättar om verksamheten. Sven lät mig börja med att lära bli italienerna att bygga störskyddsmottagare. Det var inte bara italienerna vi lärde det utan också vår egen radarindustri och främst då Ericsson. Sättet som vi arbetade på då under början av 60-talet skiljer sig markant mot hur vi arbetar i dag. Vi har nu en utvecklad försvarsindustri inom radar och motmedelsområdet så vi arbetar inte lika mycket med att ta fram och tillverka målsökare som Torsten Linell berättade om eller antenner som Sven Hasselrot beskrev. Produktutvecklingen sker i dag vid den svenska industrin och med kunskaper baserade på de grundarbeten som ni genomförde på 40- och 50-talen. Mycket av det är nu grunden för den internationellt erkända svenska försvarsindustrin inom elektroniksektorn.

En sak som inte har berörts hittills är teknikutvecklingen som skedde efter 60-talet och som är basen för hur vi arbetar i dag. Den kanske viktigaste förändringen är utvecklingen inom datorområdet. Jag vill bara visa på utvecklingen inom radarinstitutionen när det gäller datorer från 60-talet och framåt. Från 1963 till 1991 kan ni se att utvecklingen av minnesstorlekar och hastigheter har ökat enormt medan samtidigt priserna har sjunkit. Jag kommer ihåg att Folke Hedström som var institutionschef för radarinstitutionen på 60- och 70-talen sade att vi skulle få problem om vi skulle göra bildalstrande radar med de datorer som fanns tillgängliga då. I dag finns både minneskapaciteten och hastigheten hos datorerna och kostnaden är en bråkdel av vad de kostade på 60-talet. En annan utveckling som ni snabbt skulle märka om ni kom

till ett laboratorium på FOA 3 i dag är att lödkolvar, komponenter och mekanik är borta i stor utsträckning och ersatta av datorer. Med hjälp av modeller och algoritmer för system och komponenter simulerar vi nu funktioner och testar olika lösningar. Behövs det en lödkolv i dag är det oftast sladden till datorn som behöver lödas fast. Det är utvecklingen mot mikroelektroniken som är den mest iögonfallande förändring som skett inom radarområdet.

Med bilder vill jag visa vad vi arbetar med för teknologi i dag och vad vi kan åstadkomma. Ett exempel är ett digitalt filter som är utvecklat vid institutionen för mikrovågsteknik, där konstruktionen skett med hjälp av datorer och där hårdvaran har framtagits i en så kallad smedja för mikroelektronik. Dessa smedjor finns endast i ett litet antal över hela världen och det är till dem man sänder sina datafiler för tillverkning av halvledarkomponenter och processorer. En följd av detta är att signalhantering med digital teknik har utvecklats till en egen disciplin inom signalbehandlingen och algoritmutvecklingen för anpassning till de digitala systemen. Det som tidigare tillverkades i hårdvara sker nu i form av signalbehandling i mjukvara i datorer.

En annan del av verksamheten som har förändrats är hotbilden. Duellen mellan medel och motmedel inom telekrigområdet har hela tiden utvecklats. Vi har exempel på tillämpning som syntes i Gulfkriget i form av smygflygplanet F117A från USA som tillsammans med taktisk utveckling ställde till stora problem för Iraks försvar. F117A kunde smyga sig fram utan att upptäckas av vare sig radarspaningen eller signalspaningen genom ett tyst uppträdande. Ett annat område som kanske låter som science fiction för många men som i dag

är verklighet är strålvapen. Det är Staffan Jonsson som projektledare som tittar på effekten av mycket kraftig mikrovågsstrålning mot de komplicerade elektroniksystemen som innehåller mycket mikroelektronik. Genom att mikroelektronikprocessorer blir allt mindre blir samtidigt avstånden mellan olika delar så små att effekten att förstöra ledningar och halvledarskikt minskar. Därmed ökar möjligheten att använda högenergistrålning på GW för att slå ut mikroelektroniksystem.

En annan utveckling under de senare årtiondena är den ökade inmätningssnoggrannheten som satellitnavigeringssystemen innebär. Dessa system ger en helt annan möjlighet att öka precisionen i vapensystemen. Det är också förändrade behov som styr vår utveckling. Ett exempel är flygradar i de moderna flygsystemen. Vår egen JAS har en multifunktionsradar med vilken man samtidigt kan belysa marken, titta på flygplan i luften och målfölja. I samma system kan man också lägga in moder för bildalstrande radar. Samtidigt med flera funktioner kräver man hög tillgänglighet, låg sårbarhet och bättre identifiering på långa avstånd. De IK-system som används i dag är föråldrade och en förnyelse är nödvändig för att bedöma om det är ett eget eller ett främmande mål. På sikt hoppas vi kunna lösa problemet att med hjälp av radarsignalen och utan egen medverkan från målet kunna genomföra en identifiering.

Skillnaden mot det sätt som ni arbetade på under 50- och 60-talen är att vi har ett längre tidsperspektiv på vårt arbete. Vi är inte så nära produkten som ni var många gånger. Vi arbetar i nära samarbete med FMV och försöker att få en mycket god kontakt med staberna för inriktning av verksamheten. Teknikutvecklingen studerar vi tillsammans med motsvarande byrå på FMV i årliga sammanträden med staberna. Målsättningen är att rikta in verksamheten efter de problemområden som anses som viktiga inför framtiden. Tillsammans med grundforskningen och nya idéer försöker vi rikta in den

systemtillämpade verksamheten.

En sådan verksamhet är vårt arbete med impulsradar som knyter an till främst målidentifiering. Vi sänder ut en mycket kort puls som vi skickar ut som en mycket bredbandig signal som kan användas för att studera markminor. Genom att den här går på relativt låg frekvens tränger strålningen ner i marken. Strukturen hos minan i form av utseende, form och storlek ger typiska resonansreflexer som är unika för varje mina. Genom att lägga upp ett bibliotek på kända minor och jämföra mot dessa kan man skilja minor från granatsplitter, stenar och träbitar. Vi kan på detta sätt förhoppningsvis nå fram till ett identifieringssystem för detta globala problemområde.

En ny metod för att hitta objekt som söker dölja sig genom signaturanpassning, som det amerikanska flygplanet F117A, är den multistatiska radarn. Vi simulerar ett radarsystem uppbyggt med en sändare som belyser ett område och med mottagare som är placerade utspridd inom området. Genom att mottagarantennen har en multilobalstrad med t ex digital lobformning finns ökade möjligheter att upptäcka smygfarkoster och man minskar risken att bli utstörd av telekrigåtgärder. Digital lobformning är en teknik som vi arbetar på tillsammans med Ericsson Radar och FMV för att åstadkomma flexibla antensystem för framtida radar-tillämpningar.

Den verksamhet som tar största delen av institutionens kraft i dag är ett bildalstrande radarsystem på låg frekvens. Det är en idé som Hans Hellsten hos oss har kommit fram med och som är en utveckling av syntetisk aperturradar från mikrovågsområdet ner till våglängder som motsvarar den upplösning man har i bilden. Det innebär att man arbetar på frekvenser från 10 MHz till 90 MHz i stället för inom det traditionella gigahertzområdet. På det sättet får man bort grynigheten i de SAR-bilder, bildalstrande radarbilder som ni säkert har sett från satelliter. Den här grynigheten kallas

speckel och uppstår på grund av att det finns massvis av delreflektorer inom varje upplösningssvolym och som stokastiskt sammansätts i tiden. På de här låga frekvenserna får man en helt annan möjlighet genom att delreflektorena är av samma storlek som upplösningen. För att åstadkomma antenner vid dessa låga frekvenser har man varit tvungen att montera två dipolantenner som släpas efter flygplanet. Från detta antensystem får man signaler av storleksordningen megabyte som när de hanteras av signalbehandlingen ger bilder med en upplösning på ner mot två meter. Fördelen med de låga

frekvenserna är att man får en viss genomträngning av vegetation och kan därigenom upptäcka maskerade objekt och installationer. De här tankarna och idéerna har verifierats till fullo genom försök och för närvarande är vi ensamma om i världen att ha ett sådant radarsystem. Internationellt har Hellstens CARABAS radar som den benämns blivit mycket väl mottagen och intresset från omvärlden är mycket stort. Tack vare de grunder som ni i början av verksamheten lade på radarområdet inom FOA har vi fått möjlighet att vidareutveckla verksamheten till vad den är i dag.

# Något om FOAs grundläggande forskning

Göran Svénnérus

Min uppgift här är att belysa vad den bastekniska forskningen vid FOA beträffande

- elektronrörsteknik
- krets- och ledningsteknik
- antennteknik
- radarmålfrågor

hade för betydelse för radarutvecklingen i landet under tiden från sent 40-tal till tidigt 60-tal.

Det vet jag egentligen inte. Vi var ganska många som med Bengt Josephson som sammanhållande chef jobbade med nämnda teknikområden och de flesta av oss var helt koncentrerade på att lära och förstå våra specialområden. Vi bidrog ibland med råd och dåd i radarsystemarbeten men de större systemsammanhangen kanske var oss lite fjärran. Generellt sett tror jag att den största betydelsen av det bastekniska arbetet från den här aktuella tidsperioden visade sig i full utsträckning först senare.

Tiden är knapp och jag inskränker mig till att kort kommentera de olika områdena.

Herbert Steyskal kom från Österrike till Sverige och FOA 1948. Kring honom växte upp en arbetsgrupp för att utveckla *mikrovågsrör*, då som nu väsentliga byggstenar i radarsystem. Man arbetade med de senaste idéerna: magnetronförstärkare, backvågsrör, amplitron m m.

Under senare hälften av 50-talet började intresset för *halvledarteknikens landvinningar* på mikrovågsområdet konkurrera om resurserna i gruppen och den utökades. Bertil Peterson tog kring 1958 upp studiet av parametriska förstärkare, tunneldiodförstärkare m m. En bit in på 60-talet trappades rörverksamheten ned till förmån för ett utökat arbete med halvledarbaserad generering och förstärkning samt teknologi för framställning av hybridkretsar (en form av miniatyriserad kretstek-

nik) som sedermera kom till användning i institutionens radarmodul för gruppantenn.

Ivar Kristiansson med medhjälpare studerade *ledningsteknik för mikrovåg*: koaxialledare, planledningar och sedermera en vidareutveckling av dessa planledningar i miniatyriserad form, som blev basen för den integrerade kretstekniken på mikrovågsområdet. I anslutning till ledningstekniken studerades och utvecklades komponenter av typen riktkopplare, hybrider, dämpare, förgreningar m m.

Per Erik Ljung, Lars David Werrlund och sedermera Sven Hagelin byggde upp en stor kunskap om magnetiska och dielektriska keramer för mikrovågstillämpningar. Ferritmaterial utvecklades, framställdes och tillämpades vid utvecklingen av icke-reciproka komponenter som envägsdämpare och cirkulatorer, väsentliga komponenter i radarsammanhang.

*Mikrovågsantenn*er var mitt huvudämne från 50-talets början och lång tid framöver. En väsentlig strävan var att lära känna och utveckla metoder för snabb avsökning - dvs avsökning av så stort vinkelområde som möjligt med stillastående antenn. Möjligheter och begränsningar hos reflektorantenn, linsantenn och gruppantenn studerades. Idéerna var ibland fantastiska. Omkring 1950 planerades ett nytt flygplan under arbetsnamnet fpl 1200 (sedermera fpl 35, Draken). Vi var då ganska duktiga på skvågledarlinsantenn och en undersökning startades om möjligheterna att placera en sådan i luftintagsöppningen på flygplanet att fullgöra flygradarfunktionen. Linsmediet var ju genomsläppligt för luft samtidigt som det utgjorde brytningsmedium för mikrovågor. Luftmotståndet bedömdes dock så småningom för högt och projek-

tet lades ned - som väl var.

Studiet av *gruppantennor med elektrisk avsökning* togs upp i slutet av 50-talet och vi insåg snart betydelsen av krets, komponent-, ledningstekniken i sammanhanget. Gruppantennområdet växte så småningom till att bli ett för institutionen gemensamt forskningsområde med begreppet integrering som gemensam nämnare. Härmed avsågs integrering såväl med krets- och ledningstekniken (för önskad signalbehandling) som med bäraren (konforma antennstrukturer). Denna typ av arbete pågår för fullt i dag i en, med hjälp av datortekniken, utvecklad form, men idéerna och ambitionerna fanns redan i 60-talets början.

Studiet av presumtiva *radarmåls spridningsegenskaper* (ofta uttryckt som radarmålyta) startade i kretsen kring Sven Hasselrot med Paul

Schosters mätningar på modeller av radarmålen utanför Bromma-baracken och något senare, speciellt avseende ubåtssnorklar, i Bengt Josephsons grupp - allt under senare delen av 50-talet. Verksamheten kom snart att i sin helhet tillföras Bengts institution och bli föremål för omfattande systematiska studier. Åke Bergquist och Per Erik Ljung lade grunden för mycket av vår kunskap om absorberande material och radarkamouflageteknik. Hans Steyskal, Ivar Kristiansson och många fler bidrog till att utveckla beräkningsmodeller och mätteknik för bestämning av egenskaper hos radarmål. Området är i dag mycket aktuellt och välutvecklat med hjälp av dagens verktyg, men grunden lades för länge sedan och förståelsen i dag skulle inte varit densamma den mödosamma upplärningstiden förut.

# "Den tidiga, mättekniska utvecklingen"

Per-Olof Lundbom

Mina vänner, seminarieleddningen har önskat ett bidrag som belyser betydelsen av interaktionen radarteknik-mätteknik och den ömsesidiga nyttan härav för båda områdena. Det är inte så lätt att vara siste man i talarstolen och jag kunde göra det lätt för mig och samtidigt tillmötesgå vår organisatörs strävan att krympa in på tiden, om jag skulle hänvisa till alla föregående föredragshållare men jag begränsar mig till att referera till Martin Fehrm och det uppskattande han sade om såväl mätteknisk forskning som service. Jag hänvisar också till Sture Risbergs bilder med mätutrustning på. Men även till vad Nils-Henrik Lundquist sade om samarbetet utanför FOA såväl nationellt som internationellt.

När jag vid årsskiftet 1945/46 började på FOA 3 fanns det inte sådana här OH-apparater på FOA. Det fanns inte heller några mikrovågsugnar, det fanns inte parabler på hustaken utan mikrovågstekniken var något ganska okänt. Det var en spännande tid då man bl a undersökte de "allierades surplusförråd" som fanns i Amerika och Sydtyskland och det skeppades hem en hel del radar och mikrovågsapparatur. Henrik Lindgren var i USA tillsammans med Wikland och jag själv var i Tyskland. Hugo Larsson skaffade ett cirkustält till Frösunda där allting ställdes in och där man fick göra grovsortering. Allt som man inte visste vad det var, visade sig till slut vara antenner. De kunde se ut som handduschar eller slipshållare. Nåja, de instrument och apparater som vi skulle undersöka var mycket intressanta och låg till grund inte bara för mättekniken utan utgjorde även komponenter i systemteknikens försöksverksamhet som framgick av bl a Sture Risbergs bilder. Det som Hans Lok sa om "att det som var rätt då, är inte säkert att det är rätt nu"; bör begrundas! I begynnelsen var mättekniken och instrumenttekniken ett stöd till experimentalforskning om bl a radar och motmedel. Det var mycket experimentalforskning när tekniken

var ny, därmed inget ont om teoretisk forskning och utredning. Och vi som var på mätsektionen då, mina medarbetare och jag, (tanken går till alla dem, en hel del är här i dag en del är inte här och andra är borta för gott) vi var alla besjälade av våra uppgifter. Det var ju ett mycket intressant arbete vi sysslade med. Denna tvärvetenskapliga funktion att först undersöka mätinstrument och sedan intervjua kollegerna på system- och grundforskningssektionerna och försöka anpassa instrumenten till deras problem och kanske i förekommande fall vara ute på sektionerna och hjälpa till att mäta var till stor ömsesidig nytta. Men vi idkade också en eg mätteknisk och instrumentteknisk forskning såtillvida att vi utvecklade mätinstrument för att lära oss den nya tekniken och för att kunna delta i internationella jämförelseprojekt. Martin Fehrm nämnde Japan och USA och storheterna tid och frekvens. Jag skulle kunna räkna upp en hel del andra mikrovågstekniska storheter för vilka våra normaler cirkulerade runtom till en stor del av jordens länder, inte bara till Japan och USA utan också till andra industriellt avancerade länder. Vi satt som spindeln i nätet inom FOA och hade en bra kontakt åt alla håll. Vi fungerade som någon sorts bank där mätteknisk erfarenhet ackumulerades och sedan slussades över till andra. Vi hade också förmåner att ha praktikanter. En av dem som i slutet av talet kom till oss var min föregångare i talarstolen, nämligen Göran Svénnérus. Jag tillåter mig att säga att han var en av de bästa då han som teknolog kom för att arbeta med mikrovågsmätteknik. Det var ett sant nöje att se honom här i dag "still going strong".

Ja, det var inte bara frågan om mättekniken som sådan och framtagning av mätinstrument. I samband med mikrovågstekniken och vågledartekniken krävdes snävare mekaniska toleranser, än vad man i första anblicken hade föreställt sig. Det blev

nödvändigt att utveckla nya framställningsmetoder, nya ytbehandlingshänsyn på mikro vågens mindre inträngningsdjup m m. Krav på hög mekanisk precision på det som folk trodde var vanliga vattenledningsrör, ibland runda, ibland rektangulära, förvånade många. Att det krävdes kvalitet och stor precision på dessa mätkomponenter framgår ju av vad vi har sett och hört här i dag. Det var mätkomponenter och mätinstrument som ingick i experiment där man krävde en hög precision, noggrannhet och stabilitet.

Jag återkommer till vad Nils-Henrik nämnde om samarbetet med utländska institutioner och internationella organ. Jag är mycket tacksam för att redan Martin Fehrm och sedan mina andra avdchefer Nils-Henrik Lundquist och Torsten Linell förstod nyttan av att vi fick möjlighet att engagera oss i vetenskapliga unioners och samarbetsorgans aktiviteter. Jag tänker närmast på Svenska Nationalkommittén för Radiovetenskap, SNRV och dess internationella motsvarighet International Union of Radio Science URSI, där man fick goda kontakter med både högskolor och universitet, industrirepresentanter och instrumenttillverkare. På det sättet ökade vi ytterligare vår kunskap. En kunskap som kom in till oss för att vidare slussas ut till våra kolleger på de andra institutionerna.

En del humoristiska inslag, förutom detta med cirkustältet, vill jag nämna. Några initierade kanske visste, men långt ifrån alla på FOA 3, att de planelektrodrör som kallades "lighthouse-rör" inte var avsedda för fyrtom. Det fanns också några personer som trodde, när vissa mätinstrument som vi anskaffade från bl a USA var bestyckade med "Rocket tubes", att det nu var frågan om rör för missiler enbart. Det var nu inte riktigt sant som bekant. Benämningen anspelar ju på den yttre formen på rören i båda fallen.

Den kontakt jag hade med medarbetare, med grund- och systemforskningsinstitutionerna vid FOA, med industrin, högskolor och försvarsgrensförvaltningarna och inte minst de internationella kontakterna var mycket givande och fost-

rande. Jag är tacksam för att ha fått uppleva detta.

Innan jag helt avslutar detta lilla spontana bidrag får även jag bli lite nostalgisk. Jag vill illustrera teknikens snabba utveckling. Det här jag har i handen är ett instrument som jag köpte i Tyskland 1950 på amerikanska överskottslager och som användes vid anpassning av antenner och andra förbrukare. Det är en stående vågmeter på x-bands vågledare, dvs för ca 3 cms våglängd, - då ett precisionsinstrument. Nu är ett sådant instrument ersatt av en "låda" med inbyggd dator, en display där man får mätresultatet presenterat och/eller utspottat på en printer och med flera 10-potenser högre noggrannhet och precision. Det andra instrumentet jag visar här kom till före min tid på FOA. Det fanns faktiskt en tid före min tid på FOA. Detta är en vågmeter. Dagens vågmeter och frekvensmeter är en automatisk arbetande frekvensmeter med atomklocks noggrannhet upp till K-bandet. Denna gamla vågmeter är en avstämbar svängningskrets och meningen var att man skulle närma denna krets till den decimetervågsenergi vars våglängd eller frekvens man ville mäta. Här sitter en liten glödlampa! När lampan lyser maximalt hade man lyckats ställa in vågmetern till resonans, och kunde då avläsa våglängden på en skala på den vridbara kondensatorns axel. Frekvensnoggrannheten är mycket låg med dagens mått mätt. Med dagens teknik kan man uppnå en noggrannhet som är ca  $10^{-12}$ , alltså avsevärt högre. Dessa två exempel visar hur tekniken nu har utvecklats ur dessa primitiva former. Inte bara när det gäller det tekniska utan också vad gäller arbetsmiljön. Vi kan föreställa oss att den högfrekventa energi som krävs för att lampan skall lysa säkert är så hög att de biologiska gränsvärdena för elektromagnetisk strålning för människan sedan länge överskridits och laboranten förmodligen tagit skada vid upprepad användning. Tack för uppmärksamheten!

## Diskussion och frågor

Förberedda inlägg:

### 1. Henrik Lindgren, f d FMV:F

Först vill jag tacka Nils-Henrik Lundquist för att han påpekade individens betydelse för den utveckling som avhandlats i föredragen. Jag tänker närmast på Hugo Larsson. Försvaret hade en fantastisk tur att han råkade finnas bland oss. Att han först började på FOA, sedan blev byråchef på en förvaltning och därefter gick tillbaka till FOA borgade för att utvecklingen och samarbetet skulle bli bra. Jag skall tacka Sven Hasselrot också. Det är för att han förklarat vad en kortpulseliminators är. Det har jag inte vetat förrän i dag.

När man funderar över det som sagts här i dag finner man att vissa insatser var nödvändiga och självklara i det läge vi hade i slutet av 40-talet. Jag tänker främst på de första antennarbetena när industrin ännu inte hade kommit igång. En väldigt viktig sak som nämndes var radarstationen ER1, som industrin var inkopplad lite grand på. Därefter var det liksom ett glapp och man var tvungen att köpa från utlandet av det som fanns tillgängligt. Vi måste vid FMV ha hjälp med anpassning av de inköpta stationerna för våra ändamål. Det var ett viktigt konstruktionsarbete som gjordes vid FOA vid anpassningen av bl a PS41.

Jag skall hastigt gå över till ett område där egna insatser var nödvändiga, nämligen vid utvecklingen av hemlig materiel. Dit hör bl a IK-system som var så topphemliga att man knappt fick tala om dem. På robotsidan var situationen likartad och även där gjorde FOA en god insats.

Sedan kommer jag till en av de absolut viktigaste sakerna i utvecklingen. Det gäller störskydd och att vara tjänsteförrättande fiende. Jag glömmer aldrig Sven Sundius och hans flygningar med Blondie på flygvapenövningarna. Det var naturligtvis oerhört viktigt med denna "fientliga" störverksamhet. Sture Risberg påminde mig om att den "tjänsteförrät-

tande fienden" åkte omkring och instruerade radaroperatörerna om hur de skulle möta de motmedel som sattes in. Detta är något vi måste ha kvar. Likaså och kanske ännu viktigare är utredningsverksamheten och den långsiktiga tekniköverblicken. De taktiska utredningarna var viktiga på min tid och fortsätter att så vara även nu. Det började med LFRU och fortsatte med LOS och sedan LFU-67. Utredningarna började på FOA och fortsatte inom förvaltningarna i samråd med staberna. Triangeln FOA, förvaltningarna, staberna var och är väldigt viktig.

Viktiga i detta sammanhang var också FOAs studier av vågutbredning och antennutveckling. Vågutbredningsförhållandena är specifika för oss här i Sverige. Vi kunde inte förlita oss på utländska resultat utan måste göra egna studier. Vågutbredningsstudier och antennutveckling var huvudinsatser i Bengt Josephsons grupp. Den hjälpte oss bl a med utveckling av flygplansantennor, mest för telekommunikation. Tore Gullstrand minns säkert hur det var med de där stavarna som flygvapenchefen inte gillade. Men faktum är att de sticker ut från flygplanen än i dag. Den konstruktionen har alltså stått sig genom åren.

Det är väl i stort sett vad jag har att säga på de korta tid som står till buds. FOA har haft och har en enorm betydelse för förvaltningarna. Vi skulle inte klara oss på egen hand. Vårt lilla land gör det nödvändigt med ett effektivt samarbete mellan FOA, förvaltningarna, staberna och industrin. Det ger oss också möjligheter till ett nära och gott samarbete på det personliga planet; något som vi lyckats med i det förgångna och som jag hoppas kommer att fortsätta.



## 2. Carl-Erik Blomqvist, f d FMV:M

Jag representerar i det här sammanhanget marin-förvaltningen. Jag kom nämligen dit efter en sejour hos Hilding Björklund i Frösunda 1945. I början hade jag hand om radiokommunikation men fr o m 1949 fick jag hand om radarenheten på marin-förvaltningen. De erfarenheter som jag tänker säga några ord om sträcker sig fram till 1959, då jag slutade vid FMV-M och övergick till TUAB sedermera Teleplan. Före min tid ,1949, låg marinen främst när det gällde anskaffning av radarmateriel. Det skedde i samverkan med FOA som då var under uppbyggnad. Jag har fått uppfattningen att denna samverkan gick mycket bra. Den då inrättade Tele-tekniska delegationen hade ett antal underenheter och bestod av representanter från de tre försvarsgrenarna. På radarsidan hade vi regelbundna träffar där diskussionerna utvecklades till att gälla bl a vad FOA borde ägna sig åt för att tillfredsställa förvaltningarnas önskemål och krav. Det gick så långt att samarbetet fortsatte över från forskning till tillämpad utveckling på många områden. Jag hade under den tiden uppfattningen att FOAs resurser då var speciellt lämpade för vissa frågor och problem som marinen inte kunde klara av på egen hand. Det var mycket som skulle skraddarsys, framför allt antenner till flygplan, och där gjorde FOA en betydelsefull insats.

Samarbetet gick alldeles utmärkt, vilket till stor del berodde på de goda personliga kontakterna. Det var mycket värdefullt att ha de här kontakterna och mötena och kunna diskutera problemen i detalj.

Samverkan med industrin var även den viktig. Det var inte så att förvaltningarna och FOA kunde ställa krav som till varje pris skulle tillgodoses. Industrin hade sina förslag och motförslag som måste vägas in vid utvecklingen av materielen. Det var också andra saker som förvaltningarna behövde hjälp med förutom utveckling och specifikation av teknisk utrustning. Jag tänker bl a på driftsäkerhetsfrågor, underhållsfrågor, utbildningsfrågor m m.

Samarbetet som bedrevs under 40- och 50-talen har fortsatt under min tid på TUAB och Teleplan. Som bevis för detta kan jag säga att alla föredrags-hållarna här räknar jag som mina personliga vänner. Jag vill understryka vad Henrik tidigare sagt; detta samarbete har varit utomordentligt värdefullt och det är nödvändigt för Sverige att vi fortsätter på den inslagna vägen.

### 3. Tore Gullstrand, f d SAAB

Jag vill först tacka för inbjudan till seminariet. Det var roligt vara med och lyssna. Man får tårar i ögonen, när man tänker på de gamla tiderna. År 1952, ungefär samtidigt som Lansen flög första gången, fick SAAB en utredning som heter "Utredning om flygplan efter flygplan 35". Det är intressant att notera framförhållningen. Jag kom till SAAB 1953 och fick hand om den utredningen. Det resulterade så småningom i en restriktionslös kontakt med FOA och på den tiden robotbyrån, flygstaben, materielverket och naturligtvis flygförvaltningen. Det var en utomordentligt underbar tid av många skäl.

Under åren fram till 1960 började man förstå det här med systemteknik och systemanalys.

Vi utvecklade nya system för Lansen och Draken. Vi startade med elektronik på SAAB. Det hela resulterade så småningom i en systemdefinition av Viggen som var färdig ungefär 1960. Jag tycker det har varit ett utomordentligt intressant och fruktbart samarbete med alla inblandade parter som lyfte hela nivån på vår typ av försvarsindustri. Nu tänker jag inte påstå att förbindelserna med FOA har varit lika djupa. Det har inte blivit den typen av samarbete även om jag sprang hemskt mycket i FOAs korridorer på den tiden och pratade med många människor om både ditt och datt.

Viggensystemet är intressant. Jag tror att största framsteget i Viggen-arbetet var kanske inte den aerodynamiska utformningen utan att det var det första systemflygplanet som kom fram i världen. Det var först med en centraldator som möjliggjorde flygplanets många olika funktioner. Systemtänkandet utvecklades vidare in på 70-talet då vi började fundera på efterträdare till Viggen. Det blev Gripen som verkligen är ett komplicerat system med datorer och processorer som samarbetar i ett nätverk.

En fråga som jag gärna vill ställa är att under förprojekteringsperioden på 70-talet var det ingen som pratade om smygtekniken trots att flygplanet F117 redan flög. Man resonerade om luftintagen; hur man skulle utforma dem, hur man skulle ha guld på vindrutan osv. Man diskuterade också om radarabsorberande material. Det fundamentala, flygplanets struktur för att minska radarreflexerna, fanns inte med i de diskussioner vi hade. Jag vill fråga FOA varför det inte behandlades på FOA.

Det är diskussioner i gång om framtiden; om forskningspolitiken i Sverige. En ny bok av Peter Unckel har kommit där man diskuterar behovet samarbete mellan industri och universitet. Man noterar att det forskas mycket i Sverige, nästan mer än i något annat land per capita. Industrin är ganska dålig i fråga om forskningsinsatser. Det beror inte på de höga lönerna för industriarbetarna utan på att det saknas progressiva produkter. Det blir ju då en intressant uppgift för oss alla att se till att det kunskapsunderlag som finns på forskningssidan och utvecklingssidan blir tillgängligt även för industrin. Man vet ungefär var den internationella och den svenska nivån ligger och från vilken nivå man kan gå vidare för att förnya sina produkter. Jag kan inte säga att vi fått särskilt mycket underlättelse från FOA under de senaste 20 åren som skulle underlätta den saken. På flygsidan har vi inte fått något alls men där har ju inte FOA varit verksamt. Inte heller inom elektronikområdet har vi haft någon direkt nytta av FOA. Jag tror att här finns något som man kan resonera om i framtiden; hur man skall kunna förbättra situationen. Jag har hört här att FOA har stor betydelse för materielverket. Men återföringen till industrin har inte varit särskilt stor bortsett från det progressiva 50-talet.

## 4. Sven Hylander, f d FMV

(Utgick av tidsskäl vid seminariet)

Dagens seminarium behandlar radarteknik. I första hand tänker man på radartekniken i spanings- och övervakningsorgan på land, på fartyg eller i flygplan samt i motmedelsammanhang. Men inom detta område ingår även en viktig del, nämligen all den radarteknik, som utnyttjas i samband med robotvapen. Hela robotens styrsystem och informationsinhämtande organ är ofta baserade på radarelektronik, såsom målsökare, höjdhållare, zonerör och navigeringssystem m m. Detta ämnesområde skulle ytterligare mera i detalj kunna belysas vid ett liknande seminarium.

Jag vill här peka på några viktiga organisatoriska fakta som haft en väsentlig betydelse för utvecklingsarbetet inom detta område. Redan på ett tidigt skede i den svenska robotutvecklingen knöts FOAs forskningsverksamhet till framtagande av sådana styrsystem i nära samarbete med försvarsgrensförvaltning och industrin. Centralt leddes denna funktion av den i februari 1945 inrättade Robotvapenbyrån, som tillvaratog de tre försvarsgrenarnas intressen för dessa nya vapen. För att få bättre översikt och effektivisera försvarsgrenarnas verksamhet bildades CLR (1945), Centrala Ledningen för samarbete beträffande reaktions- och raketdrift. Det gällde att bli utnyttja alla tillgängliga resurser inom landet på radarområdet, då utvecklingen av denna teknik först i krigsslutet blev tillgänglig och man snart insåg möjligheten att utnyttja den i robot-sammanhang. Ett öppet och intimt samarbete mellan förvaltning, industrin och FOA var förutsättning för framtagande och utprovning av denna materiel till fältmässiga robotkonstruktioner. Denna verksamhet och den know-how, som växte fram bedömdes samtidigt ge ytterligare kunskapsunderlag för den civila tillämpningen inom industrin. Forskningsverksamheten bedrevs genom ett

mycket förtroendefullt samarbete och stöttades med hjälp av speciella forskningsmedel från de tre förvaltningarna och FOA.

Tyvärr minskades tilldelningen av speciella medel avdelade för forskningssidan gällande robotradarteknik, samtidigt som försvarsgrenstänkandet gjorde sig mer gällande i konkurrensen om vilka robotsystem som först borde prioriteras. Det var först senare, som en total sammanslagning kom till stånd i ett gemensamt materielverk och frågan om licenstillverkning och köp utifrån av hela robotsystem blev aktuell. Man fann också redan i början av 60-talet att den tekniska komplexiteten i robotsystemen gjorde det nödvändigt att beräkna omfattningen av landets tillgängliga ingenjörresurser och kompetens inom området vid de aktuella industrierna och forskningsinstanserna, som medverkade vid framtagande av de olika robotsystemen. Resultatet av utredningen, som i rapport framlades hösten 1962 inför ÖB, visade att försvarsindustrins resurser jämte forskningssidan vid FOA m fl ej hade kapacitet att utveckla alla önskvärda robotsystem parallellt och samtidigt. Endast två företag, SAAB och BOFORS skulle kunna i samarbete med svensk teleindustri leda och framtaga ett fåtal system. Samarbetet mellan industrin, militärförvaltningen och forskningssidan gav till en början goda resultat men visade också behovet av betydligt större ekonomiska resurser. Fortlöpande kontakter beträffande forskning och utveckling inom berörda gebiet i utlandet är därför nödvändiga. Härvid spelar FOA en viktig roll för koordination och samarbete, för bibehållande av tillräcklig kompetens vid bedömning av forskningssidan och av hela robotvapensystem, samt att fortlöpande upprätthålla kunskapsnivån inom den hithörande tekniska utvecklingen.

## Seminariets avslutning

### Lennart Magnusson

Jag vill tacka alla som har deltagit och jag har ett budskap. Jag har just ringt Martin Fehrm och talat om att vi inte kommer att koppla in honom på nytt därför att det har blivit en tidsförskjutning i programmet. Han bad mig hälsa så mycket och talade om att han har personligen mycket material för en fortsatt dokumentation som från föreningens sida kommer att ske inom ett särskilt dokumentationsprojekt.

Sedan vill jag också kommentera det som Tore Gullstrand tog upp. Jag tror, att den här mångsidiga kontakten mellan FOA, materielverk, stab och industri måste utvecklas vidare. Industrikontakterna har så länge jag kan minnas alltid varit en källa till viss irritation, särskilt inom flygområdet. Från FOAs sida har vi sökt hålla kontakterna med industrin via FMV och i överenskommelse med FMV. Det har fungerat bra i många fall, i andra fall sämre. Jag anser att det här är en så principiellt viktig fråga att det förtjänar ett särskilt seminarium. Hur lämnar FOA fortlöpande över sin kunskapsbody till indu-

strin? Det finns säkert mycket att göra där. När det gäller det här med smygtekniken så var ju FOA inkopplat i radarmålarefrågan redan på B3LA under 70-talet. Helhetsgreppet på smygteknik och "smygflygplan" kräver dock en integration av åtminstone radarteknik, materialteknik och aerodynamik där den sistnämnda kompetensen ju inte finns på FOA. Jag tror att FOAs helhetsgrepp också hämmades och försenades av att FOA 3 utlokalisades under 70-talet. Detta är ingen ursäkt utan snarare en förklaring.

Med detta vill jag tacka alla som har deltagit. Det har för mig varit kolossalt intressant även bortsett ifrån det nostalgiska inslaget. Vi kommer att fortsätta med den här serien. Jag hoppas att ni ställer upp aktivt och ger de synpunkter och lärdomar ur historien som ni har.

Jag förklarar seminariet avslutat.