

Tidig flygradar

Transkript av ett vittnesseminarium vid Tekniska museet i
Stockholm den 15 april 2008

—

Johan Gribbe (red.)

Stockholm 2008

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad
Kungl. Tekniska högskolan
100 44 Stockholm

Working Papers from the Division of History of Science and Technology

TRITA/HST 2008/13

Redaktör: Thomas Kaiserfeld & Ingemar Pettersson

ISSN 1103-5277

ISRN KTH/HST/WP 2008/13-SE

ISBN 978-91-7415-042-1

Omslagsbilderna visar seminariets deltagare. Överst från vänster: John Hübbert, Göran Tode, Lennart Ejewall, Walter Jonsson, Sven-Olof Olson, Jörgen Nilsson, Björn Rosén, Kjell Tibemo. Nederst till vänster: Lennart Ejewall, Walter Jonsson, Sven-Olof Olson. Nederst till höger: Gunnar Lindqvist.

Fotograf: Ellinor Algin, Tekniska museet.

Tryck: Universitetsservice US-AB, Stockholm 2008

Abstract

The witness seminar “Tidig flygradar” [Early airborne radar] was held at Tekniska museet [the National Museum of Science and Technology] in Stockholm on 15 April 2008 and was led by Gunnar Lindqvist. During the seminar, the development and use of airborne radar systems in the Swedish air force during the 1950s and 1960s was discussed and debated. The use of airborne radar in the night fighters Mosquito and Venom, and its impact on fighter tactics, was covered in detail. The technical collaboration between the French electronics firm CSF, the radar division of the Royal Swedish Air Board and LM Ericsson was underlined as a crucial factor behind the successful introduction of the first Swedish built radar systems in the strike and night fighter versions of Lansen. Development of the Lead collision course fire control system, and integration between radar and guided missiles, were critical undertakings in the development of airborne radar systems in the first Swedish supersonic fighter Draken. The subsequent efforts to modify the radar systems to counter electronic jamming were touched upon. Finally, the development of the PS-37 radar, developed in collaboration between the Royal Swedish Air Board and LM Ericsson for use in the strike version of Viggen, was covered in detail.

Förord

Vittnesseminariet ”Tidig flygradar” ägde rum vid Tekniska museet i Stockholm den 15 april 2008, arrangerat inom ramen för dokumentationsprojektet ”Från matematikmaskin till IT” som är ett samarbete mellan Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria vid KTH, Dataföreningen i Sverige och Tekniska museet. Det spelades in med ljud och bild och transkriberades. I samråd med seminariedeltagarna har Johan Gribbe vid Avdelningen för teknik och vetenskapshistoria vid KTH redigerat transkriptet. De redaktionella ingreppen har varit varsamma och har skett i syfte att öka tydlighet och läsbarhet. Vissa strykningar har gjorts. Dessutom har enstaka meningar och bisatser lagts till efter förslag från seminariedeltagarna i det fall där det varit nödvändigt för att göra resonemang och tankegångar fullständiga. Ingemar Carlsson har tillsammans med flera av paneldeltagarna medverkat i arbetet med att ta fram en notapparat och har svarat för huvuddelen av den tekniska och biografiska informationen i noterna. Originalinspelningen finns tillgänglig på Tekniska museet i Stockholm. Dokumentationsprojektet är finansierat med bidrag från Riksbankens Jubileumsfond och Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs minnesfond.

Deltagare: Gunnar Lindqvist (ordf.), Lennart Alfredsson, Lennart Ejewall, Torsten Eriksson, Ulf Frieberg, John Hübbert, Walter Jonsson, Jörgen Nilsson, Sven-Olof Olson, Björn Rosén, Kjell Tibemo, Göran Tode, Leif Åström.

Övriga närvarande vid seminariet: Arne Andersson, Axel Axelsson, Ingemar Carlsson, Dan Degerman, Björn Dunebo, Gösta Elg, Jerk Fehling, Bengt Fredricsson, Johan Hallén, Göran Hawée, Rolf Helgodt, Henrik Holmedal, Kent Håll, Malte Jönson, Göran Kaijser, Anders Karlström, Rolf Karsvall, Göran Kihlström, Arne Larsson, Gunnar Larsson, Kari Majava, Åke Malmström, Patrik Mohlin, Hans Nilsson, Mikael Nilsson, Sven-Olof Olin, Hasse Olofsson, Gert Persson, Gärd Persson, Per-Henrik Persson, Nils-Erik Rönnberg, Gösta Sjökvist, Björn Sölving, Erik Åhman.

Tidig flygradar

Ingemar Carlsson:¹ Välkomna. Syftet med seminariet är att belysa och diskutera de tidiga insatserna för att bygga upp inhemska resurser och kunnande av olika slag samt utrustningar och system på flygradarområdet för att skapa muntligt källmaterial. ”Tidig” har vi definierat som tiden från år noll för flygradar i flygvapnet fram till radarstationerna i AJ 37 och SH 37. Under vägen passerar vi en del intressanta händelser och företeelser. Detta täcker en lång tid och början ligger långt tillbaka. Vi har naturligt nog haft svårigheter att få med en del av de tidigaste aktörerna, men med den sammansättning som panelen har täcker vi ändå in hela epoken. Dessutom finns det några bland åhörarna som kommer att göra förberedda inlägg, men i stort hoppas vi att panelen håller det hela igång. Åhörarna är välkomna att komma med synpunkter och kommentarer, men det gäller att ge sig till känna för Gunnar Lindqvist som ska vara moderator och ordförande idag.

Gunnar Lindqvist:² Tack. Jag tror att Sven Scheiderbauer kan ge oss en bra bakgrund till den svenska flygradarutvecklingen.

Sven Scheiderbauer:³ Tack så mycket. Jag ska försöka komprimera radarhistorien till 15 minuter vilket inte är så lätt. Därför måste jag hålla mig till mitt manuskript, annars är risken stor att jag breder ut mig för mycket. Jag kommer att använda ordet ”radar” även om det inte användes vid alla dessa tidpunkter. Radar är ett palindrom som på ett bra sätt reflekterar radarns verkningsätt.⁴ Ordet radar myntades av US Navy 1942 och det kom till Sverige 1946, men de grundläggande principerna för radarn lades 1865 av den engelske fysikern James Clarke Maxwell.⁵ Den tyska fysikern Heinrich Hertz⁶ visade praktiskt 1888 att det gick att lösgöra elektromagnetiska vågor ifrån metalliska föremål, för det är vad det handlar om.

¹ Ingemar Carlsson, f. 1933, civilingenjör i elektroteknik vid CTH 1957. Anställd 1957 vid flygförvaltningens flygelektrobyrå, 1962 sektionschef för projektsektionen, 1968 chef för flygelektrobyrån. Carlsson blev 1980 chef för FMV stridsledningsavdelning och var 1983–94 sammanhållande för försvarets och försvarsindustrins medverkan i det Nationella mikroelektronikprogrammet (NMP4) och Nationella Informationsteknologiprogrammets industriella del (IT4). Sedan 2003 är Carlsson sekreterare i den nybildade intresseföreningen SME-D för små och medelstora företag med specialkompetenser inom försvars- och krisberedskapssektorn.

² Gunnar Lindqvist, f. 1926, svensk flygmilitär och flygingenjör, generalmajor och chef för FMV huvudavdelning för flygmateriel 1980–89. Efter flygutbildning 1947–49 anställdes Lindqvist som ingenjör vid LM Ericsson och tog 1953 civilingenjörsexamen i flygteknik från KTH i Stockholm. Därefter rekryterades Lindqvist 1953 till flygförvaltningen där han snabbt fick flera viktiga uppdrag, projektledare för J 35 F (1959–65), tekniskt ansvarig för flygplan 37 (1965–68), chef för flygplansavdelningen och projektledare för flygplan 37 (1968–80). Sedan pensioneringen 1989 har Lindqvist varit verksam inom eget konsultbolag och innehar flera styrelseuppdrag.

³ Sven Scheiderbauer, f. 1946. Studentexamen i Lund 1967 därefter officersaspirant (Stril) i FV (F 2). Fänrik 1970 placering F 8/O 5 flyttning till F 12 Stril (S 2) 1973. MHS Allmän kurs 1976/77 och MHS Högre kurs 1979/81. Lärare och kurschef vid F 20 1981–1985, Flygvapenmuseum intendent 1985–86, Flygstaben (Sektion 4 Utbildningssektionen) 1986–1989 och lärare och kurschef MHS 1989–92. Chef för Flygvapenmuseum 1992–2005 och sedan 1 maj 2005 direktör för Norsk Luftfartsmuseum i Bodö.

⁴ Radar, förkortning av Radio Detection And Ranging.

⁵ James Clarke Maxwell, 1831–79, skotsk matematiker och fysiker. Maxwell visade att elektriska och magnetiska fält fortplantade sig som elektromagnetiska vågor genom rymden med ljusets hastighet.

⁶ Heinrich Hertz, 1857–94, tysk fysiker. Hertz utvecklade och byggde vidare på Maxwells teorier om elektromagnetiska vågor.

Men de första tillämpningarna av radar, eller av den här principen att lösgöra elektromagnetiska vågor från metalliska föremål, visade Guglielmo Marconi⁷ 1897 då han introducerade radiotelegrafien. Det första patentet på en radar fick den tyska lärarstudenten Christian Hülsmeier 1904. Han visade dess funktion för rederier och den tyska marinen, men de visade ett ringa intresse trots att han tog patent på den. Denna radar, som kallades ”telemobiloskop” hade också en avståndsmättningsfunktion, men han hade inte resurser att utveckla den. Han kunde inte fånga upp resurser någonstans och hela saken föll i glömska in på 20-talet.

Men det skulle behövas ett par uppfinningar för att denna radar skulle kunna verka effektivt och få de prestanda som man såg framför sig. Och en av dessa var elektronröret⁸ som uppfanns 1906. Det uppfanns faktiskt samtidigt av Robert von Leiben i Österrike och av Lee de Forrest i USA oberoende av varandra. Den andra uppfinningen som man som man väntade på, om jag får uttrycka det så, var magnetronen. Den första magnetronen uppfanns av den japanska professorn Yagi,⁹ som annars är mest känd för Yagi-antennen, det vill säga TV-antennen. Men den gav inte tillräckligt hög mikrovågseffekt.

En tysk som hette Hans Hollmann utvecklade 1935 en kavitetsmagnetron.¹⁰ Men tyskarna valde inte att gå in på magnetronens väg, och detta är intressant att notera, utan de höll sig till klystronen¹¹ eftersom den var lättare att hålla frekvens och amplitud med. Men detta skulle betyda mycket för den tyska radarutvecklingen, framför allt för den tyska nattjakten vars radar egentligen aldrig var någon match för engelsmännen att störa. I England utvecklades också en magnetron som man 1940 gav till USA så att de kunde komma igång med sin utveckling. Det bästa man hade i USA var annars en klystron som gav tio watt, medan den magnetron som engelsmännen gav dem gav sex kilowatt. Det låter inte mycket men förhållandet där emellan är relativt stort. Den här kortvågiga centimeterradar tekniken som kom gav möjlighet att upptäcka och detektera föremål som var relativt små. Och framför allt kunde man göra utrustningarna mycket mindre så de kunde passa i flygplanen.

Jag går tillbaka till den lite tidigare radarutvecklingen i Tyskland. Det var den tyska marinens önskan om att kunna avfira torpeder utan optisk sikt som ledde fram till den första tyska radarn 1934. Den hade dock inte de prestanda som den tyska marinen önskade: den hade en noggrannhet på 50 meter medan marinen krävde en noggrannhet på 10 meter. En avsevärd nackdel var dessutom att sändare och mottagare måste vara separerade 700 meter ifrån varandra, vilket var väldigt opraktiskt. Marinen gick inte vidare men teknikerna gjorde det. Under ett försök kom ett flygplan av misstag in i radarloben och den första Freya-stationen blev till.¹² Den blev senare något av en standardstation i Tyskland under kriget. Freya arbetade på 2,4 meters våglängd, ganska mycket, vilket blev normen för sjömål medan luftmål skulle vara 80 centimeter. Inte förrän 1943 fick centimetertekniken prioritet i Tyskland.

⁷ Guglielmo Marconi, 1874–1937, italiensk uppfinnare och fysiker. Marconi tilldelades Nobelpriset i fysik 1909 för sina bidrag till utvecklingen av den trådlösa telegrafien.

⁸ Elektronrör, elektronisk komponent som utnyttjas för att alstra, förstärka eller modifiera en elektrisk signal. Inom den tidiga elektroniken var elektronröret en kritisk komponent som bland annat utnyttjades i tidiga datorer. Elektronrör används inom radartechniken för att alstra elektromagnetiska vågor med hög effekt.

⁹ Hidetsugu Yagi, 1886–1976, japansk elektroingenjör och forskare.

¹⁰ Kavitetsmagnetron, elektronrör som genererar koherenta mikrovågor med hög effekt, utnyttjat i radar-sändare.

¹¹ Klystron, specialiserat elektronrör som utnyttjades som sändarrör i tyska radarstationer under kriget. I förhållande till magnetronen har klystronen fördelen att det är lättare att kontrollera den genererade signalen till fas, amplitud och frekvens.

¹² Freya, tysk spaningsradarstation utnyttjad för luftbevakning under andra världskriget. Freya, som utvecklades i slutet av 1930-talet, blev en av andra världskrigets mest använda radarstationer med över tusen tillverkade exemplar.

Würzburg¹³ var en eldledningsradar för luftvärn som sedan faktiskt köptes av Sverige. Den provades även i flygplan, men den var stor, den hade en stor parabol och man fick prova den i stora flygplan. Man provade den bland annat i Focke Wulf Condor som var ett fyrmotorigt transportflygplan. Reichsluftfahrtministerium gillade inte saker som monterades utanpå flygplanen, det störde aerodynamiken och annat, vilket var ett problem för teknikerna men ministeriet fick ge med sig så småningom. Den första brukbara nattjaktradarn hade utanpåmonterade antenner och hette Liechtenstein,¹⁴ den har en massa spröt som sticker ut framför nosen. För de som är något bevandrade i radarhistoria är det ett känt namn.

Jag går nu till England där Robert Watson-Watt¹⁵ ledde en kommitté som hade till uppgift att finna en teknik för en dödstråle med vilken man skulle kunna skjuta ned, eller bränna upp eller vad man tänkte sig, annalkande bombflyg. Watson-Watt, som var mer av en visionär, förstod att detta nog inte var någon framkomlig väg utan skrev istället 1935 en PM som har blivit ganska känd. Där beskriver han inte bara hur en radar bör verka – man hade alltså ingen radar i England vid den här tidpunkten i England – utan han beskriver även vad man kan använda radarn till, allt vad man kan ha den till, i flygplan, på marken, på sjön och så vidare. Under samma år visade han också på ett mycket enkelt sätt hur en radar fungerar. Han lånade en av BBC:s sändarstationer, där han satte sig med en antenn, en mottagare och ett oscilloskop. Och han hade beställt ett bombflygplan från Royal Air Force som skulle flyga in mot antennen och det blev mycket riktigt, utslag på oscilloskopet.

Det var ett väldigt enkelt försök, men med det som grund hade de redan 1936 byggt upp den första markbaserade spaningsradarn i England på godset Bawdsey. Det var en 75 meter hög antenmast där man hade en sändarantenn högst upp. Sedan hade man en mottagarmast som var lite längre och där hade man flera olika mottagarantenner. Denna station inordnades omedelbart i det som skulle bli Chain Home, den första engelska radarkedjan som betydde mycket sedan under kriget. Det var Storbritannien som tog ledningen i radarutvecklingen – redan 1938 hade man en flygplansburen havsövervakningsradar och i juni 1939 fanns det en prototyp till en flygplansburen jaktradar.

Man insåg från första stund att det var nödvändigt med radar i nattjaksflygplanen för att de skulle kunna verka effektivt. Kombinationen av radar i flygplan och radar på marken, den var viktig. Hugh Dowding, som var chef för det engelska jaktflyget, prioriterade utvecklingen av jaktradar och i september 1939 då hade 30 nattjaksflygplan radar. Intressant nog hade engelsmännen redan i krigets inledningsskede radar på i stort sett på alla funktioner som Watson-Watt såg framför sig, inklusive IFF. Jag går inte in på den amerikanska radarutvecklingen eftersom den, och senare även deras jetmotorutveckling, var helt avhängig den engelska utvecklingen. Engelsmännen gav bort sina kunskaper till USA som var väldigt raska att utveckla dem vidare, men jag går inte in mer på den amerikanska radarutvecklingen.

Men den svenska radarutvecklingen började 1939 med att ingenjören Torsten Elmquist experimenterade med ultrakorta vågor. Statens Uppfinnarnämnd som bildades 1939 tog hand om Torsten Elmquist. De höll till i Myntverkets lokaler eftersom myntverkets direktör Alf Grabe var ordförande i Statens Uppfinnarnämnd. Helt från starten var man inriktad mot centimetervågorna, man insåg centimetervågornas betydelse för noggrannheten. Man arbetade efter två huvudlinjer, det ena var interferensmetoden, den som vi

¹³ Würzburg, tysk eldledningsradar utvecklad under andra världskriget. Utnyttjades ofta tillsammans med Freya för elledning av luftvärnskanoner.

¹⁴ Liechtenstein, tysk flygburen spaningsradar.

¹⁵ Robert Watson-Watt, 1892–1973, brittisk fysiker. Watson-Watt spelade en ledande roll för den brittiska radarutvecklingen före och under andra världskriget.

skulle kalla CW-radar,¹⁶ den andra var impulsmetoden, den vi skulle kalla pulsradar. Man kunde visa på mycket lovande resultat redan 1942. Några av de bärande namnen i den svenska radarutvecklingen var Hugo Larsson, Martin Fehrm och Ove Norell.

Den första försöksradarn var en CW-radar, en Continuous Wave-radar, som monterades på pansarskeppet Drottning Victoria. Den kom att följas av flera radar på pansarskeppet Gustav V och andra skepp också, men den visade tillräckligt goda resultat. Den första pulsradarn provades på Nättarö 1944. De här radarstationerna benämndes efter sina projektnamn: Ekoradio 1, ER 1 för den här Drottning Victoriastationen, ER 2 var projektnamnet för den som skulle vara en elledningssradar för luftvärnet och ER 3 var projektnamnet för luftbevakningsstationen på Nättarö. Och som kanske vet fick de importerade radarstationerna ett B efter sig. Det blev aldrig någon ER 1B, men ER 2B och ER 3B blev det.

Man observerade också att firman Georg Schönander, som tillverkade röntgenrör, var sysselsatta med att försöka ta fram en klystron som arbetade på 14 centimetersbandet. Man slöt ett avtal mellan firma Georg Schönander, Saab och Bofors om att försöka utveckla flygplansburen radar. Speciellt Saab ställde upp de viktiga namnen Nils-Henrik Lundquist och Sten Bergmar. Hösten 1944 hade de en prototyp klar som monterades i ett ganska stort flygplan, en Handley Page Hampton som man hade köpt från flygvapnet. Man fick faktiskt upp den här radarn i luften, den hade en dubbeltratt i glasnosen och den var inte elektrisk utan man fick manuellt sitta och röra den själv. Man flög runt, runt över Linköping och sökte efter flygplan men det mesta man fick in var markreflexer. Någon enstaka gång trodde man sig ha sett ett flygplan, men det gick inte att bekräfta. Dessa försök skedde hösten 1944 och in under 1945, men sedan tog andra världskriget slut och Saab avvecklade sin radargrupp. Det som skedde i övrigt var att PS-18, PS-19 och PS-20 kom till flygvapnet i nämnd ordning. Men det ska jag inte uppehålla mig vid, det ska andra kommentatorer eller föredragshållare ta tag i, utan jag vill sluta min komprimerade radarhistoria med detta.

Gunnar Lindqvist: Tack. Jag får hälsa panelen och alla åhörarna välkomna. Vi ska tala om flygburen radar och vi måste hålla oss till detta för att få ett någotsånär begränsat ämne. Det viktiga är hur vi skapade flygradar, och framförallt hur vi skapade kunskaper om att utveckla, producera och använda flygburen radar. Det är viktigt att försöka få fram de olika stegen och vilka krav man successivt ställde på de olika flygande stationerna. Det är också viktigt att veta vilken struktur som fanns, hur man byggde upp kunskaperna organisatoriskt inom förvaltningen och industrin och vilket samarbete man hade med utlandet. Vi måste försöka beskriva vad problemen med de olika stationerna var och hur man löste dessa tekniska problem, men utan att gå alltför djupt i detalj.

Men nu går vi in på de första flygburna stationerna som fanns i flygplan 18, flygplan 47, som alltså är Catalinan, J 30 Mosquito och J 33 Venom. Först skulle jag vilja höra Walter Jonsson, hur använde man egentligen den här radarn?

Walter Jonsson:¹⁷ För det första var det ett enormt framsteg att få en radar. Vår huvuduppgift med S 18 var att övervaka havet runt omkring oss, och det skedde med ögonspanning innan vi fick tillgång till radar. Detta gav en väldigt begränsad täckning för varje

¹⁶ Continuous Wave (CW), elektromagnetisk våg med konstant amplitud och frekvens.

¹⁷ Walter Jonsson, f. 1932. Fältflygare i flygvapnet 1952, officer i flygvapnet 1956. Divisionschef för S 32-division 1963–69. Stf flygchef, flygsäkerhetsofficer, opdetaljchef 1969–73. Chef för Flygvapnets Underrättelseskola 1973–91. Pension 1991. Flygtjänst på S 18 (1952–59), S 31 Spitfire (1952–53), S 29 (1956–58), S 32 (1958–76), S 35 (1970–71). Har varit krigsplacerad vid spaningsflygdivision som flygförare och divisionschef. Efter divisionschefstiden placerad i ledningsstab med uppgift att taktiskt leda flygspaningen i mellersta Sverige.

flygplan. I och med att vi fick radarn PS-18¹⁸ mångdubblades räckvidden och det var ett jättestort steg framåt när det gällde att klara havsövervakningen. S 18 hade dessutom en bra aktionstid, lång aktionstid och kunde ligga ute i kanske fem, sex timmar och spana över havet vilket gav en bra effekt.

Hur vi använde radarn? Ja, det kanske är lite svårt att beskriva. Men vi flög och använde mestadels radarn även om man därmed avslöjade sig för eventuell signalspaning. Men vi upplevde ändå att vi inte hade särskilt stort hot emot oss på låg höjd över havet i närheten av vårt territorialvatten.

Gunnar Lindqvist: Vad hade ni för upptäcktsavstånd på ett handelsfartyg?

Walter Jonsson: Det varierade rätt kraftigt beroende på vilken målyta som vi hade att arbeta emot – fartygen hade olika stor målyta beroende på vinkeln. Normalt kunde man väl ha 40–60 kilometers upptäcktsavstånd men det kunde variera väldigt kraftigt. I nederbörd och regn kunde räckvidden gå ned ganska kraftigt naturligtvis. Men 40–60 kilometer mot normala målytor var rätt vanligt och det var ett enormt framsteg jämfört vad man kunde klara med ögonspaning.

Gunnar Lindqvist: Hur var det med driftsäkerheten på stationen?

Walter Jonsson: Det har jag faktiskt inte underlag till att svara på.

Gunnar Lindqvist: Men du har väl en känsla för hur ofta det fungerade?

Walter Jonsson: Vad jag vet och vad jag upplevde var den driftsäker, men det vågar jag inte gå i god för riktigt.

Gunnar Lindqvist: Är det någon här som kan säga hur man skaffade den här PS-18, som stationen heter, och hur man installerade den på flygplan 18?

Walter Jonsson: Den installerades 1948–49. Vi fick S 18 till F 11 1946 och sedan byggdes de om då för att passa den här nya uppgiften.

Gunnar Lindqvist: Jaha, men det var en radar från USA? Eller hur?

Walter Jonsson: Det fanns en nackdel med den här radarn när det gällde presentationen och det var att den presenterades på någonting som jag tror heter B-skop.¹⁹ Det innebar att man fick en förvrängd bild, att den var svår att använda mot terräng. Bilden blev för-

¹⁸ PS-18, PS-18/A, flygplansburen spaningsradar för navigering, havsövervakning och mål på vatten samt i luften, utvecklad och tillverkad i USA som AN/APS-4. Ett 40-tal stationer inköptes som surplus från USA via mellanhänder mellan 1947 och omkring 1953 och kontrollerades och modifierades före serieinstallation vid CVA. Utöver för provändamål vid FC monterades de på CVV i ett 20-tal S18 A och några B 18 B försågs också med stationen. Stationens sändar/mottagarenhet var monterad i en kapsel som hängdes framtill under flygkroppen. Den gick på X-bandet (3,2 cm) och användes och manövrerades i S 18 av flygspanaren, oftast en marin- eller arméofficer som nyttjade radarindikatorns B-skop och olika manöverorgan för att analysera erhållna ekon. Utgående pulseffekt 35 kW, pulsrepetitionsfrekvens 300-1000 p/s. Räckvidder var ca 80 km för stora fartyg, vid vågutbredningsanomali (duct, ledsiktigt) kunde man ibland se bort mot baltiska kusten från vår skärgård.

¹⁹ B-skop används tillsammans med en svepande (scannande) radar och är ett rektangulärt presentationsformat som ger en horisontell bild av det avspanade området framför flygplanet (top down view). Avstånd till mål presenteras längs den vertikala axeln (y-axel) och målets sidvinkel längs den horisontella axeln (x-axel). Eventuella mål syns som en ljus prick/fläck. B-skop ger, speciellt för korta avstånd, en mycket distorderad bild.

vrängd i hitre delen av skopet och det krävdes mycket träning för att kunna känna igen terräng med hjälp av den radarn.

Gunnar Lindqvist: Men det var en man som koncentrerade sig på det här jobbet?

Walter Jonsson: Ja, S 18 hade tremansbesättning – förare, signalist och spanare – och det var spanaren som opererade radarn. Spanarna var normalt armé- och marinofficerare som utbildades på den här uppgiften.

Gunnar Lindqvist: Ska vi gå till nästa radar? Den heter PS-19²⁰ och fanns i Catalinan, TP 47. Är det någon som känner till användningen av den? Björn?

Björn Rosén:²¹ PS-18 fanns även i B 18. I varje fall hade F 17 ett antal sådana radarstationer. Tanken var att de skulle fälla sina minor och torpeder, men det blev ingenting med torpederna i varje fall.

Gunnar Lindqvist: Den var mest till för att upptäcka sjömål?

Björn Rosén: Den användes vad jag vet – jag var bara med sporadiskt – även till att följa terrängen, att orientera sig fram.

Gunnar Lindqvist: Om vi går tillbaka till PS-19 ett tag. Har Björn någonting att säga om den också?

Björn Rosén: Den satt i Catalinan. Och på den tiden hade vi väldigt duktiga killar ute på flottiljerna. Hos oss fanns Sune Rosenberg,²² som dog för ett par år sedan, och han har skrivit om Catalinan. I december var två killar ute och fiskade, men de kom inte hem eftersom de hade fått fel på motorn och vi fick order om att gå ut med Catalinan och leta. Det var som att köra genom en snödriva och plötsligt såg vi något väldigt konstigt framöver, något slags kust. Vi bad navigatörerna att pejla från land och vi upptäckte att vi var på väg mot Baltikum, det var kusten som syntes. Och detta var i samband med att

²⁰ PS-19, PS-19/A, flygplansburen navigerings- och spaningsradar utvecklad och tillverkad i USA som AN/APS-3 (betydligt voluminösare och tyngre direkt föregångare till APS-4). Den var en X-bandsradar (3,2 cm) avsedd för montering i flygkroppen i relativt stora flygplan. Den inköptes som surplus från USA för användning i Flygräddningsgruppens (FRÅD, F2 Hägernäs) tre st Tp 47 Catalina för att förbättra möjligheterna att på undsättningsuppdrag snabbare navigera till och finna nödställda till havs, särskilt i dålig sikt och mörker, d v s för yt- och fartygsspaning. Den användes och manövrerades i Catalina av navigatören som hade ett B-skop, med två till tre gånger större bildyta än i PS-18/A, en riktningsmätare och en manöverlåda att hantera systemet med. Signalisten hade ett andra B-skop. Utgående pulseffekt 35 kW, pulsrepetitionsfrekvens 350-1400 p/s. Upptäcksavståndet till personer i vattnet var ett par nautiska mil, mot fartyg, kuster, städer 10-50 nautiska mil.

²¹ Björn Rosén, f. 1925. Civilingenjör KTH/Elektro 1951. Efter praktik i Wien och London (AC Cossor Radar) 1949–50 genomgick Rosén 1951 en kurs i avancerad radarteknik för professor Henry Wallman, tidigare professor i matematik vid MIT och som sedan 1948 var gästprofessor i teleteknik vid Chalmers. 1943–52 var Rosén egenföretagare (ljud, foto, surplusmaterielimport) innan han 1952 anställdes vid FOA 2 för arbete med bland annat servoteknik. 1953 anställd vid flygförvaltningens radarsektion. Sektionschef ELP 2, 1970 FMV-F v. ordf grp för nya fpl-system, anskaffning från USA av centraldator för JA 37, försvarets samordnare för skydd mot laserskador, anskaffning ny SLIR (Side Looking IR) för SF 37, 1981 spaningsystem för JAS 39. Efter pensionering 1990 konsult inom CD-DVD-tillverkning.

²² Sune Rosenberg, 1925–2007. Tekniskt läroverk Stockholm 1946. Värnplikt vid kustartilleriet 1947. Anställd 1949 vid flygförvaltningens flygradarsektion spaningsradar PS-18 och PS-19 med uppgifter utprovning och utbildning av användare, ca 1954 SATT Stockholm, 1974 IFÖ-verken Bromölla, 1981 FMV Försökscentralen ansvarig för internationellt komponentsamarbete och standardisering. 1990 pension.

Catalinorna sköts ned och jag tänkte i mitt stilla sinne att det kanske berodde på de svåra navigeringssystemen. Sune har gjort en grandios beskrivning av S 18 och PS-18.

Gunnar Lindqvist: Men vem lärde de som var på flottiljerna?

Björn Rosén: De fick översätta de amerikanska beskrivningarna som var enormt fint gjorda. Åtminstone för mig var det en fröjd att läsa hur de hade skrivit.

Gunnar Lindqvist: Det påminner mig om en sak: Ni kanske kommer ihåg en film som heter ”Myteriet på Caine” som Humphrey Bogart spelade i? Där var det en som sade att ”vid US Navy är det genier som utformar alla beskrivningar för att apor skall kunna använda dem.” Dagens elektronikbeskrivningar tycker jag verkar som apor skriver och att man måste vara geni för att kunna tolka dem. Men det var kanske lite styggt sagt. Kan vi gå över till nattjakten? Det första nattjaktplanet var J 30 Mosquito och där köpte man tydligen flygplan och radar på en gång. Sven-Olof Olson kan kanske tala lite om hur man flog och använde sig av Mosquiton, det lär ha varit ett av dina älsklingsflygplan?

Sven-Olof Olson:²³ Jämte de andra 67 olika typer som jag har flugit! Jag hörde först att han sade att på den tiden var det duktigt folk på flottiljerna. Jag vill bara tillägga att det alltid har varit duktigt folk på flottiljerna, även efter din tid var det duktig folk som har gjort stora insatser på flottiljerna.

När vi fick Mosquiton visste vi att det var ett relativt gammalt, men samtidigt ett fint flygplan väl känt ifrån sina insatser under kriget, inte minst under krigets slutskede då man vann stora framgångar under mörker. Detta var den första riktiga nattjaksradarn. Ursprungligen var det en amerikansk radar med beteckningen SCR 720B, men i Sverige kallades den PS-20.²⁴ Radarsikte kallades det, men ordet sikte får inte missleda oss till att tro att man kunde sikta under alla olika former och skjuta blint, det var långt ifrån fallet. Jag skall bara nämna några ställen där man kan få mer information om detta. Mikael Forslund har skrivit en bra bok om J 30 Mosquito som bland annat innehåller en liten beskrivning av radarn.²⁵ Mikael Forslunds bok om J 33 Venom – som har samma radar – innehåller ett litet kapitel som heter ”Ursprung för flygradar i Sverige”.²⁶ Sedan finns den fina F 1-boken som gavs ut vid flottiljens femtioårsjubileum och där finns metoderna ganska noga beskrivna.²⁷

Nåväl, när vi fick PS-20 blev det inte bara en stor förändring i tekniken utan också i taktiken. Vi förvandlade dag till natt på F 1 i Västerås, kan man säga. Vi provade olika flygrutiner upp till fyra kvällar i veckan – varannan kväll i veckan, med olika byten mellan divisionerna. Men i princip blev det en helt annan rutin på själva flygtjänsten. För att lära oss det hela kom det samtidigt två ”squadron leaders” från England – Smythe som var förare och Alcock som var navigatör, utomordentligt trevliga, kunniga personer som direkt kunde lära oss mycket om handhavande och taktik. Och allra bäst beskrev de

²³ Sven-Olof Olson, f. 1926, svensk flygmilitär, general och chef för flygvapnet 1982–88.

²⁴ PS-20/A, flygplansburen spaningsradar mot luftmål utvecklad av MIT Radiation Laboratory, tillverkad i USA bl a av Western Electric, amerikansk beteckning SCR 720, brittisk AI Mk X/RD 10. Radarn gick på S-bandet (10 cm) och var den första cm-vågsradarn i tjänst i Sverige. Den inköptes 1948 separat från Ministry of Supply i Storbritannien för 2000 pund/st för att ingå i 60 st fpl från de Havilland inköpta J 30 Mosquito. De flesta stationerna monterades i flygplanet vid CVV Västerås. Stationen användes och manövrerades av navigatören i J 30 som till sitt förfogande hade två CRT-indikatorer, ett A-skåp och ett C-skåp, samt några manöverorgan för att justera in optimala förhållanden. Utgående pulseffekt 70 kW och pulsfrekvensen 1 600 p/s. Vid leveranskontrollflygningarna erhöles upptäcktsavstånd om 5 – 6 km mot andra Mosquito.

²⁵ Mikael Forslund, *J 30 Mosquito* (Stockholm, 1997).

²⁶ Mikael Forslund, *J 33 Venom* (Stockholm, 1998).

²⁷ Gösta Odqvist, *Kungl. Västmanlands flygflottiljs historia, 1929–1979* (Västerås, 1979).

egentligen detta när de lärde oss en liten visa om Mosquiton som gick på det här sättet: ”When flying in a Mosquito 36, playing with the box of tricks, all the pictures I have seen, on the fluorescence screen, are better than an evening at the flicks.” Och ”flicks” det var de här filmerna som visades, det var ett öknamn för bilden, man menade alla bilderna man såg på B- och C-skopet. För en förare var det svårtydda bilder man fick på B- och C-skopet,²⁸ men dess bättre behövde föraren aldrig titta på dem för de satt vid sidan om navigatören som skötte utrustningen.

Radarantennen, som gick med 360 varv per minut, snurrade från 40 grader uppåt och till 20 grader ned, om jag inte minns fel, och kunde ha en räckvidd som varierade i allra högsta grad mellan individer. Men jag skulle säga att det nästan aldrig blev över 20 kilometer. Normal räckvidd var 12 kilometer även på god höjd och på lägre höjd var man naturligtvis störd av markekon och då blev räckvidden mindre. Man räknade med fyra, fem kilometer. Noggrannheten i upplösningsförmåga i längdled var 112 meter och sedan avtog naturligtvis noggrannheten i sidled ju närmre man kom. Men den var från början i storleksordningen tio grader vilket är en i högsta grad dålig precision för att sedan som bäst bli en noggrannhet på kanske ned till 25 meter när man var på 150 meters håll.

Det gällde att gå ända in till man fick optisk kontakt. En mörk natt med väl skyddade utblåsningrör på motorerna fick man ibland gå in till under 50 meter, vilket är svårt att föreställa sig idag när du tänker dig beckmörker, en dålig precision på radarn och ändå våga gå in för att få en suddig ögonkontakt när du lägger pricken på målet med det vanliga siktet för att skjuta. Jag vet inte vad som skulle hända om man sköt sönder ett flygplan när man själv är på 50 meters avstånd, men det var vad vi övade. Det som jag minns allra bäst är det utomordentligt fina samarbete och lagarbete som utspann sig mellan navigatör och förare och som byggde hela taktiken. Självklart var det lite olika kvalitet på lagen beroende på kombinationen av navigatör och förare. Men om man fick flyga med en navigatör många gånger blev det ett slags själarnas harmoni. Man visste vad han menade, han gav sina order, ständigt lästa. I de här böckerna finns beskrivet mera noggrant hur det gick till för att ledas in: först jaktradarn från marken med PJ-21²⁹ som vanligen leder till ett avstånd av i storleksordningen 10–20 kilometer. Då tog man över och sade: ”Jag leder!” Och då ledde navigatören föraren in till ett rakt bakområde med ögonkontakt. Det fanns förare, tror jag, som anmälde ögonkontakt även när de inte hade den av rädsla för att komma så nära inpå att kollision nära nog var en icke bortsägbar risk. Men de flesta fyllde nog måttet och gick in till ögonkontakt.

Det var en mycket kort beskrivning. PS-20 var en 10 centimeters radar och för den tiden var den ett stort steg framåt, men när vi sedan fick J 33 Venom blev det prestandamässigt ett väldigt kliv uppåt, både i förmåga till höjdoperationer och till fartoperationer men tyvärr inte i taktiken eftersom vi ärvde PS-20 som fördes över från Mosquito. Det berodde på att vi i Sverige inte hade kommit så långt som vi hade hoppats när det gällde att ta fram flygburen radar. Den kom sedan i 32:an genom PS-42 som var ett väldigt stort steg framåt. Detta gjorde att bristerna hos PS-20, med sitt A-skop³⁰ och B-skop och sin fasta montering, blev påtaglig. 1954 skrev jag en avhandling som heter: ”Hur kan införande av sikte som arbetade efter infraröd princip utöka nattjaktens taktiska användbarhet?” Och den skrevs just mot bakgrund av att det blev så påtagligt att PS-20 var en

²⁸ C-skop en siktespresentation där ett måls avvikelse från en referensaxel, normalt flygplanaxeln, presenteras. Det är ett ”hårkors” där målets relativa höjdvinkel presenteras vertikalt och dess relativa sidvinkel presenteras horisontellt. Eventuellt mål syns som en ljus prick/fläck. C-skop används när en radar har ”läst” på målet.

²⁹ PJ-21, brittisk stridsledningsradarstation som skaffades in av det svenska flygvapnet 1947.

³⁰ A-skop är ett presentationsformat där avståndet till mål presenteras längs en horisontell axel och signalstyrkan längs en vertikal axel. Ett eventuellt mål syns som en uppåtgående tagg på indikatorn en sk ”blip”. A-skop är det enklaste och därmed det tidigaste presentationsformatet.

föräldrad radar och att vi behövde ytterligare precision. Med det enkla IR-sikte³¹ som sedan blev följden, och som kom in med bildomvandlarrör,³² ökade precisionen. Detta gav åtminstone viss möjlighet att skjuta blint under goda väderförhållanden eftersom IR-siktet bara arbetade under goda väderförhållanden. Det finns naturligtvis mer att berätta.

Gunnar Lindqvist: Oh ja. Men en fråga först: det här bildomvandlarröret, en tysk uppfinning som tydligen hade en bra effekt, det var monterat framför föraren, eller hur? Ni kunde sikta med det?

Sven-Olof Olson: Ja, det monterades framför föraren. Det var ett problem eftersom det inte var små eleganta grejor på den tiden utan stora saker som skymde en del av sikten. Vi började med att prova bildomvandlaren på Mosquiton, men där blev den aldrig operativ i egentlig mening utan den kom med Venom där den satt framme över nosen.

Gunnar Lindqvist: Det var alltså inte på Mosquiton man använde den utan den kom sedan på Venom. Är det någon från den tekniska sidan som har något att säga om det här? Björn.

Björn Rosén: Den här snurran, med sin tunga klump, gick med 360 varv i sekunden och måste ha haft ett jättestort gyralmoment. Sedan fanns det en arm som gick upp och ner för att höja och sänka strålen och om den armen gick ur kulleden kunde den slita upp hela radomen.³³ Du har väl flugit rakt in i väggen sedan radomen spruckit?

Sven-Olof Olson: Ja, jag ville inte ge det omdömet av radarn, men den kunde med andra ord tjäna som ett fruktansvärt sidoroder. Eftersom du frågar kan jag nämna händelsen du talar om. Det var den 14 november 1950 och vi hade haft ett par dödshaverier – ingen hade tagit sig levande ur en Mosquito för den enda chansen var att hoppa genom den där lilla instigningsluckan där nere. Och plötsligt i beckmörkret den 14 november smällde det till i flygplanet som i stort sett blev manöverodugligt. Vi trodde naturligtvis omedelbart att vår sista stund var kommen, att det nu var vår tur eftersom det tyvärr hade hänt många olyckor med sönderbrytningar med Mosquiton.

För det första fick vi inte upp luckan, jag fick sparka upp den och sedan fick jag sparka ut navigatören som hoppade. Troligen råkade han i hoppet röra den knapp som lugnade ned antennrotationen. Det visade sig nämligen att den här armen som du talade om, den hade lossnat och med 360 varv i minuten slog den sönder hela främre delen av flygplanet. Luften kom in rakt framifrån och där stod alltså denna 70 centimeter stora antenn och blev som ett sidoroder som svängde flygplanet våldsamt in i manöveroduglighet. Ingenting av detta såg jag i beckmörkret, men det gjorde att jag kuperade ena motorn eftersom jag trodde det kom därifrån. Sedan kunde jag krypa tillbaka efter att ha sagt att vi båda hoppar. Vi kom väl tillbaka. Jag kommer ihåg hur trafikledaren tappade hakan när jag sade: ”Nu är jag här igen.” Sedan flög jag tillbaka på en motor och landade och man kunde konstatera vad det var för fel. Antennen höll på att kosta mig livet, den saken är klar, navigatören klarade sig helt oskadd och landade all right. Det var en saxpinne som var bortglömd – liten tuva stjälpes ofta stort lass.

³¹ IR-spanare, utrustning för passiv detektering av infraröd strålning från varma ytor eller föremål, exempelvis jetavgasflammar. Används som komplement till radarns spanings- och målföljningsfunktioner för att möjliggöra exempelvis radartyst uppträdande.

³² Bildomvandlarrör fångar via objektiv och filter som spärrar för synligt ljus upp IR-strålningen på en fotokatod vilken då avger elektroner som accelereras mot en fluorescerande skärm i bakändan på röret, varifrån bilden kan betraktas via ett okular.

³³ Radom, inneslutande hölje som skyddar en radarantenn mot fysiska skador.

Gunnar Lindqvist: Jaha.

John Hübber:³⁴ Får jag göra en liten kommentar om det här med PS-20 och J 33? Det finns en skrivelse i Krigsarkivet som kom in från Kungliga Västmanlands Flygflottilj den 12 december 1954. Chefen för F1 var mycket bekymrad över den stationen och säger: ”Erfarenheten från övningar under mörker mot flygplan J 33 har visat att möjligheterna att nedkämpa österifrån inkommande flygplan mot Stockholm är mycket små.” Sedan räknade han upp ett stort antal problem med radarn, bland annat kort räckvidd och felaktig indikering med mera, med mera. Och hans slutsats var att J 33 med PS-20 inte tillfredställande kunde lösa sina uppgifter. I sin avslutning sade flottiljchefen, som var Gösta Odqvist,³⁵ att: ”på grund av ovanstående får jag vördsamt anhålla att ett modernt radarsikte införs i J 33.”

Detta reagerade chefen för tredje flygeskadern på och F 1 fick i uppgift att beskriva hur det skulle vara att byta radar. En kapten på F 1, han hette Sven-Olof Olson, fick i uppgift att göra en utredning om vad det skulle innebära att sätta in en modern radar och han hänvisade till en fransk radarstation som benämndes RA 283 och det är väl sannolikt den som senare blev radarn i J 32.

Gunnar Lindqvist: Jaha, det var någon mer som viftade. Björn.

Björn Rosén: Jo, du tog upp det vi kallar stjärtgossarna, som gick in i häcken på flygplanen. Jag jobbade på en firma som hette Cossor och som gjorde någonting som kallades ”Tubas näsa”. Det var alltså en anti-stjärtgossradar som satt i häcken på J 29.³⁶

Gunnar Lindqvist: Vilket flygplan skulle den sitta i?

Björn Rosén: Den [aktiva bakåtspaningsradarn AN/APS-13] satt i J 29 [ska vara S 29], där något geni hade satt in den. Sedan fick jag hos Eskil Weidstam³⁷ order om att göra om den så att den såg någonting – våglängden var nämligen avstämd efter de tyska flygplanspropellrarna. De stora fläktarna hade ett enormt eko men när sedan de där knuttarna kom in med reaplan hade de ingen visp där framme. En liknande grej kom in i de engelska V-bombarna, men då på centimeterbandet givetvis, och den fanns på J 29:an [ska

³⁴ John Hübber, f. 1941, flygofficer och flyghistoriker. Efter flygnavigatörsutbildning vid F 1 1961-1962 tjänstgöring vid F 12 som flygnavigatör på allvädersjakten (J 32B) 1962-1968. Tjänstgöring i Flygstaben 1968-1969 och 1973-1975. Handlagt ärenden rörande navigerings- och landningshjälpmedel samt sambandssystem för luftbevakning och stridsledning. Officersutbildning (sambandsofficer) 1971-1973. Militärhögskola 1975-1978. Tjänstgöring vid Försvarsstabens Operationsledning 1978-1982. Tjänstgöring vid Sektorflottiljstab F 16/SeM 1982-1986 som chef för sambandssektionen. Tjänstgöring vid Försvarets Materielverk 1986-1998 vid Systemavdelningen, Elektronikavdelningen och Flygmaterielledningen. Ingår i Svensk Flyghistorisk Förenings Styrelse. Bedrivit flyghistorisk forskning inom området luftbevakning och stridsledning.

³⁵ Gösta Odqvist, 1913–2005, svensk flygmilitär och generallöjtnant, chef för flygstaben 1964–66, chef för första flygeskadern 1966–73.

³⁶ Detta stämmer inte riktigt. Tubas näsa var ett försök att montera in en PE-46 (eller liknande) radaravståndsmätare i luftintaget i J29:s nos (på liknande sätt som i USAF F86). Detta resulterade dock aldrig i något serieinförande. Det Rosén troligen syftar på är istället den aktiva bakåtspaningsradarn AN/APS-13 som kom till flygvapnet med J26 Mustang, ur vilken den togs för att installeras i S29 (inte J29). Den skulle varna föraren med ett gällt signalhorn när flygplan närmade sig bakifrån. Den fungerade dock dåligt och ersattes 1957 i S29 av den passiva radarvarnaren PQ-17.

³⁷ Eskil Weidstam, 1921–82, radaringenjör. Civilingenjör vid KTH 1945, studier i radarteknik vid Marconi College England 1948–49, Sverige-Amerikastiftelsens stipendiatar i USA 1955–56, Master of Science in Electrical Engineering 1956. Anställd 1946 vid arméförvaltningen, 1947 flygförvaltningen, 1949–56 chef flygförvaltningens flygradarsektion, 1957 chef för flygförvaltningens specialradarsektion.

vara S 29]. Den [AN/APS-13] såg ut som en korkskruv man drog upp mekaniska flygplan med.

Gunnar Lindqvist: Ja, det fanns många roliga saker tydligen. Men vi kanske måste gå in till nästa avdelning, den om Hawker Hunter och dess radar.

Björn Rosén: Det var egentligen bara en avståndsmätare som satt i nosen på Hawker Hunter. Och när man sköt skakade hela stativet ned, vibrerade ned, och till slut hängde radarn bara i kablarna. Men den hittade fram och hängde med.

Gunnar Lindqvist: Är det någon mer som har flugit J 34? Jag tror inte vi använde den särskilt mycket, eller hur Göran?

Göran Kaijser: Den var faktiskt till viss hjälp. Men funktionen var sådär, det berodde väl på att den hängde i kablarna.

Gunnar Lindqvist: Den hette PE-46³⁸ och var en ren avståndsmätare mot luftmål. Tydligt har vi lite olika åsikter om dess värde. Men vi går vidare till nästa epok som vi kallar den franska epoken med flygplan 32 och flygplan 35 Adam. Först skulle jag gärna vilja höra Björn Rosén tala lite om samverkan mellan franska och svenska myndigheter och varför vi valde att anlita just CSF³⁹ i Frankrike för radarstationer till främst 32:an.

Björn Rosén: Jag jobbade på ELP 2, vad vi på franska kallade ”ELP deux”, och sedan fanns det ett annat gäng som jobbade på ELP 5, ”ELP cinq” alltså. Min bakgrund var det att jag är fenomenolog, men det vet ni ju vad det betyder hoppas jag. Jag hade köpt [engelska surplus-radarstationer] i samma takt som flygvapnet – jag har vissa bitar kvar av dem ännu – och de dissekerade jag väldigt noggrant så att jag kunde i stort sett alla underligheter i radarstationerna. Och jänkarna var väldigt snälla måste jag säga. De gjorde en radarbibel i 28 band, och det var i stort vad man kunde läsa om radar, där stod varennda grej. När jag gick på Teknis gjorde man uppgifter om detta, man gjorde ett skelett av en radar eller någonting, det fanns en sändare mottagare, bla, bla, men ingenting som fungerade. Jag körde i franska i andra ring men lyckades sedan läsa upp franskan till tre strukna A, beroende på att min lärare han körde med sådana här ”presentera dessa vackra döttrars mödrar för mig” eller någonting i den stilen. Och det var väldigt enkelt, det var bara att matematiskt skriva upp det. Men det gick inte så lätt att prata på det sättet.

Nåja, jag kom ned till Frankrike efter ett tag, av någon anledning blev jag utvald att åka ned till fransmännen. Och jag lär ha satt skräck i de jäklarna för de sade: ”Tror ingenjören att en radarstation med 200 rör fungerar alla med en gång?” Då sade jag: ”Ja, vi är vana vid det.” De svarade: ”Då vill ni ha en perfekt radar?” Och jag sade: ”Ja, perfekt, det betyder perfektum på svenska eller latin. Vi skall ha den perfekt, bättre än perfekt.” Och då blev de ju väldigt ledsna liksom och sade att det där var en tokfan som de hade blivit satta under.

³⁸ PE-46/A, radaravståndsmätare för luftmål tillverkad av Ekco Radar i Storbritannien som ARI 5820/Radar Ranging Mk 1, ingick i leveransen av J 34 Hawker Hunter Mk 50. X-band nominellt 10kW, fast monterad 25 cm antenn. SM-enhet och avståndsenhet i två trycksatta cylindrar monterade i ”vindtunnlar” där ramluft från intag till radomen strömmade. Ingen radarindikator utan avståndsinformation levererades efter automatisk sökning mellan optimalt 800-200 m och läsning till gyroreflexsiktet (Ferranti).

³⁹ CSF, Compagnie general de telegraphie sans fils, franskt försvarselektronikföretag.

Efter tre år berättade Hamilton⁴⁰ för mig att fransmännen hade velat ha mig avsatt. Det berodde på att jag hade köpt världens finaste radarteststation från Philips, den kostade 30 000 kronor. Jag kunde mäta igenom hela jävla radarn på en halvtimme – bandbredd, missing pulser i magnetronen och alla möjliga grejer mycket snabbt. Hamilton hade svarat fransmännen att jag inte var kitslig utan att jag uppförde mig riktigt. Och det hela slutade efter ett antal år med att de ville anställa mig som konstruktör av radarstationer nere i Frankrike. Men de fick en ännu bättre kille som var utbildad i Amerika och han visste vad produktion betydde. Man måste göra jiggar och sätta fram för folket för fransmännen var något så när nyktra före lunch, efter lunch blev det lite hipp som happ. Och jag satte skräck i dem.

Gunnar Lindqvist: Men varför valde vi just CSF?

Björn Rosén: Jo, de hade en god försäljare, Pluttgren hette han, Hans Püttgen.⁴¹ Han jobbade på en apparatleverantör som fick reda på att fransmännen kunde göra en radar. Och det svenska försvaret – jag var inte med där upp på toppen, där det eviga mörkret råder – ville köpa den. Men jag är fullständigt klar över att vi hade klarat det om de hade lagt utvecklingen inom landet istället för utomlands. Men så småningom blev det något av stationen, PS-43⁴² hette den.

Gunnar Lindqvist: Det var den vi köpte 18 stycken av.

Björn Rosén: Ja, den köpte vi.

Gunnar Lindqvist: Och vad använde vi den till då?

Björn Rosén: Jag skrev alltid in i kontrakten att vi svenskar skulle ha över alla ritningar och kunna producera när vi kände oss mogna. Det hade beställts stationer från fransmännen och de höll på att djävlas, det var det ena felet efter det andra. Det konstiga var att även marinen och armén hade köpt liknande stationer – det var samma innehåll men

⁴⁰ John-Fredrik Hamilton, 1914–77, radaringenjör. Civilingenjör vid KTH 1937. Anställd 1939 vid AEG, 1943 Statens uppfinnarnämnd (SUN), 1944 Standard Radiofabrik, 1948 vid flygförvaltningen där han 1954–66 var chef och senare övering för radarbyrån. Från 1966 verksam inom det egna företaget Jonham AB med patent- och översättningsverksamhet. Krigsfrivillig Finland, F19 1939–40. Avled i olycka på långfärdsridskor 1977.

⁴¹ Hans Püttgen, 1912–2000. Anställd på Karlsson Maskinaffär och startade senare företaget Hans Püttgen AB som var agent för bland annat Thomson-CSF, Messier och Sud Aviation. Förmedlade flygförvaltningens anskaffning och förvärvande av licenstillverkningsrättigheter för PS-43 från CSF, anskaffning av antenn och vridbord för PS-42 från Messier samt anskaffning av PS-02 och anskaffning av olika radarstationer för armé- och marinförvaltningarna samt SAS köp av Caravelle. Püttgen hade stor betydelse för uppbyggnaden av svensk radarkompetens.

⁴² PS-43, flygplanburen spaningsradar på X-bandet för flygplan 32 Lansen, den första flygburna radarn utvecklad efter KFF riktlinjer (ER-223). Den användes för spaning och vapenleverans mot mark- och sjömål samt navigering. Pulseffekt 50 kW, indikatorer med sektor-PPI hos förare och navigatör. Efter sonderingar i England och Frankrike lades utvecklingen på CSF i Frankrike med förutsättning att efter en kort förserie, tillverkningen skulle ske i Sverige som ett led i att bygga upp en inhemsk flygradarindustri. CSF levererade förserien om 18 ex vilka visade sig vara av tvivelaktig standard och flygvärdighet. Dessa stationer användes i en till flygande radarlektionssal ombyggd Tp 83 Pembroke, och till provbänkar på flottilj. Ett omfattande anpassningsarbete av CSF underlag gjordes av de svenska leverantörerna inför serie-tillverkningen, ett något svårövertalat LM Ericsson (SM-enhet), SRA (kraftenhet, modulator, indikatorer för flygförare och navigatör). Saab/J utvecklade och tillverkade antennen och Trelleborgsplast gjorde radomen. KFF gjorde omfattande typprov av enheterna. Installationen i flygplanen gjordes av CVA med början 1955. Attackversionens radar hade beteckningen PS-431/A och spaningsversionens PS-432/A, den senare med ett utökat avståndsområde.

de hade två magnetroner och mycket större tunnor. Och när jag höll på att testa nere i Frankrike kom arméns killar ned, Engström hette han, och skulle lära flygets daggmaskplockare hur man godkände radarstationer. Efter tre veckor kastade de in handduken och frågade om jag ville ta över. Och det var inte så svårt eftersom det i princip var samma grejer. Men de hade upptäckt att det inte gick att ta ut den ena magnetronen utan att såga sönder chassit.

Gunnar Lindqvist: Men vad skulle de användas till?

Björn Rosén: Ja, ja, det var en spaningsstation kan vi säga.

Gunnar Lindqvist: För flygplan.

Björn Rosén: Ja.

Gunnar Lindqvist: Kjell.

Kjell Tibemo: Det var ungefär 1954–55 som vi fick de här 18 radarstationerna som vi döpte till PS-43. De var avsedda att användas i A 32:an. Samtidigt hade Ericsson och SRA fått en beställning på att tillverka en svensk radarstation av CSF konstruktionsunderlag vilket blev den första svenska flygradarstationen.

Gunnar Lindqvist: Men var PS-43 moderstationen?

Kjell Tibemo: Ja, det var den franska moderstationen SR 18. Vad som var sagt om produktionen och utvecklingen i Sverige, var att man skulle ta hänsyn till svensk tillverkningsstandard och de resultat som man hade fått från provbänkarna, det arbete som Björn hade gjort där nere i Frankrike. Vi hade fått de franska stationerna till Sverige och när vi körde dem i provbänkar fann vi att den mekaniska och elektriska konstruktionsstatusen var väldigt låg. Dessa radarstationer monterades dels i transportflygplanet Pembroke, där vi skolade in navigatörerna, och dels blev de provbänkar på flottilj när man skulle serva den svensktillverkade radarstationen PS-431/A. Det var inte ett helt franskt arbete för SAAB nere i Linköping, de utvecklade antensystemet, antennreflektorn.

Gunnar Lindqvist: Men vänta nu. PS-43, sade du, det var de stationer som vi fick från Frankrike. Där hade väl inte SAAB någon del i konstruktionen?

Kjell Tibemo: Antennen kom aldrig ifrån Frankrike, den var gjord för att passa A 32:an.

Björn Rosén: Det var Bergmar som gjorde den i Jönköping, tror jag.

Kjell Tibemo:⁴³ Ja, det var antennreflektor. Jag var hjälpreda till Sten Bergmar⁴⁴ och sysslade med antennreflektorn. Drivanordningarna var de berömda cykelkedjorna. Och

⁴³ Kjell Tibemo, f. 1926, avdelningsdirektör vid flygradarsektionen inom FMV flygelektrobyrå. Fick efter ingenjörsexamen från Högre Tekniskt Läroverk militär utbildning vid luftvärnet som reservofficersaspirant, radarkadettskola, reservofficer, kapten och chef för 40 mm fältluftvärnskompani (1964-1973). Arbetade 1950–1951 vid SAAB i Jönköping med radarantenn till flygplan A 32A och S 32C. Anställd 1952 vid flygförvaltningen, på projektnivå ansvarig inom för flygradarsystemen i flygplan A 32A och S 32C, flygplan J 35B och D, flygradarstationerna i flygplan AJ 37 och SH 37 samt slutligen under 11 år för flygradarstation PS-05/A till JAS 39. Samarbetade nära med LM Ericsson i Mölndal och SRA.

⁴⁴ Sten Bergmar, f. 1920, radaringenjör. Bergmar studerade teleteknik vid KTH 1938–40 och 1942–44 och genomgick däremellan reservofficersutbildning och fälttjänst vid signalregementet, och tog ut civilingen-

radarindikatorerna som piloten och navigatören hade utvecklades och producerades av Svenska Radiobolaget här i Stockholm.

Gunnar Lindqvist: Men vem valde de här olika leverantörerna?

Björn Rosén: Det måste ha varit Folke Hedström⁴⁵ på ELP cinq.

Gunnar Lindqvist: Var det förvaltningen som gjorde det? Eller fick Ericsson uppdraget?

Björn Rosén: Nej, det var förvaltningen. Under hela PS-43, -431, -432, -epoken var det förvaltningen som beställde, kontrollerade och såg till att det blev monterat i flygplan.

Gunnar Lindqvist: Men beställde förvaltningen sändaren från ett håll, mottagaren från ett andra och antennen från ett tredje?

Björn Rosén: Ja, i princip.

Gunnar Lindqvist: Och det var en kedjedriveren antenn det här?

Björn Rosén: Antennen var konstig, det var hydraul i en elektrisk maskin. Det var väldigt kul när reflektorn inte hade något tryck, då låg den ungefär som en ledsen pick åt ena hållet. När sedan trycket sattes på satte den igång och då fastnade kedjorna ibland kugghjulen och gick sönder.

Gunnar Lindqvist: Skulle de inte göra det då?

Björn Rosén: Gå sönder?

Gunnar Lindqvist: Nej, men kedjan skulle väl påverka kugghjulen?

Björn Rosén: Jo, jo, men den skulle inte hänga in mellan kugghjulen.

Gunnar Lindqvist: Ja, jag förstår, jag bara skojade. Hur levererades radarstationerna? Kom de in från början på SAAB eller var det på flottilj man monterade in dem?

Björn Rosén: Det var meningen att de skulle monteras på flottilj, men det blev CVA som fick det arbetet.

Gunnar Lindqvist: Nu vill jag höra lite från industrin: Hur såg ni på det här upplägget av arbetet, Jörgen?

jörsexamen från KTH i januari 1945. Bergmar var 1943–46 anställd vid Saab med placering vid Statens Uppfinnarnämnd, senare Saab/L, för utvecklingsarbete med flygradar (14 cm) m.m. 1946 AB Bofors eldledningslaboratoriet, 1947–1984 SAAB (från 1950 vid Jönköpingsfabriken, Saab/J) som konstruktionschef för siktessystem och senare försäljningschef för siktessystem.

⁴⁵ Folke Hedström, f. 1920, radaringenjör. Efter civilingenjörsexamen från Chalmers 1945 anställdes han 1946 vid NEFA i Norrköping och rekryterades 1949 till flygförvaltningens radarbyrå där han blev chef för projekt- och utvecklingsenheten. Erhöll stipendium från Sverige-Amerika-stiftelsen för studier i USA 1953–54. Lämnade flygförvaltningen 1957 för att bli lektor vid Tekniska gymnasiet i Stockholm och speciallärare i reglerteknik vid Uppsala universitet. Hedström anställdes 1960 som överingenjör vid FOA där han stannade till pensionen.

Jörgen Nilsson:⁴⁶ Skall du fråga mig om det?

Gunnar Lindqvist: Ja.

Jörgen Nilsson: Jag var inte anställd på Ericsson på den tiden utan jag började först 1960. Men jag har hört en hel del om de här äventyren. Ericsson hade under andra världskriget varit engagerat i de första försöken med svensk radar, hade viss erfarenhet och var intresserat av mikrovågsområdet som en möjlig utveckling för radiolänk. Det fanns viss erfarenhet av elektronik och mikrovågor.

När kriget var slut tyckte Ericssons ledning att man hade gjort sin värnplikt och att man skulle ägna sig åt att göra telefoner och telefonstationer igen. Men man blev övertalad att åtaga sig licenstillverkningen av mottagare och sändare på franska underlag. Om man som jag gjorde någon gång på 90-talet tittade och gick igenom hemliga arkiv fanns det massor av franska brev som besvarades på engelska. Det handlade hela tiden om hur man skulle få grejerna att fungera. Vi hade avsevärda svårigheter att få ihop det hela, men till slut gick det faktiskt ganska bra. Men vi var enbart ansvariga för sändare och mottagare. SRA hade systemansvaret och mig veterligen tog de hand om modulator, indikator och kraftaggregat, skulle jag tro.

Björn Rosén: Det stämmer det.

Lennart Ejewall: Om jag får skjuta in tror jag att också modulatern gjordes av Ericsson, eller i varje fall den pulstransformator som bildade gränssyta mellan modulatern och magnetronen. Men följekretsar och indikator gjordes av SRA. Det fanns en systembank uppkopplad på Brommalabb – KFF/ELP 5:s utvecklingssektion låg på Bromma på den tiden – och SRA som systemansvarig hade tillgång till systembanken med dess kompletta radar.⁴⁷

Björn Rosén: Min skugga fanns på LME eller SRA, han hette Gert Gyldberg.⁴⁸ Han gick efter mig hela tiden och noterade vad jag gjorde [i Frankrike] och skrev hem att det och det och det [ska ni göra]. SRA bytte såklart till västeuropeisk standard istället för fransk standard på motstånd och sådant där skit. Stationerna blev uppdaterade med västerländska grejer. Och det var väldigt kul. Exempelvis skrev CVA eller någon till mig och skulle ha några djävla bilreläer vilket de fick. Sedan skulle de ha testprotokoll och då telegraferade jag: ”Använd sunt förnuft och en simpa!” Och det blev ett djävla liv, de hittade inte

⁴⁶ Jörgen Nilsson, f. 1926, elektroingenjör. Efter civilingenjörsexamen i elektroteknik 1951 innehade Nilsson under några år en lärartjänst vid CTH. Studier utomlands vid bland annat Imperial College i London följdes 1960 av anställning vid LM Ericsson i Mölndal som beräkningsingenjör med ansvar för beväpnings-systemet B3 i J 35 F. 1969 chef för systemavdelningen och projektchef för utvecklingen av radar PS-46/A till JA 37, teknisk chef 1979. Nilsson var ledamot av IEEE Radar Systems Panel 1985-92 och pensionerades 1992.

⁴⁷ Exempel på samarbete mellan industrin och flygförvaltningen: ”Vid ett tillfälle konstaterades på KFF:s systembank att radarn inte kunde följa ända in till specificerat minimiavstånd. På SRA fann vi att orsaken var att pulstransformatorn gav ifrån sig en extra puls på några hundra volt som gjorde att magnetronen bromsade upp omedelbart efter den riktiga sändarpulsen. Vi gjorde också en ’quick-fix’ bestående av en enkel LC-krets inkopplad över pulstransformatorn så att extrapulsen försvann. Ericsson införde kretsen men ändrade sedan pulstransformatorn så att kretsen inte behövdes.” Brev från Lennart Ejewall, 26 maj 2008.

⁴⁸ Gert Gyldberg, f. 1927. Ingenjörsexamen från Stockholms tekniska institut 1949. Gyldberg anställdes 1949 vid LM Ericsson Radargruppen Stockholm och flyttade 1956 LM Ericsson i Mölndal Militärelektronik där han blev chef för tillförlitlighetsteknik och komponenter. 1966 VD SGS Fairchild Sverige, 1970 ASEA i Västerås chef för utvecklingsavd komponentverksamhet. 1972 flyttad till ASEA Automation, senare ABB Automation som kvalitetschef. Pension 1992 därefter verksamhet t o m 2007 i eget företag i Uppsala med ESD och andra elektronikuppbyggnads- och komponentfrågor.

sunt förnuft, det fanns inte på f-språket i flygets nummerserie. Det gick inte bra, men det var kul.

Gunnar Lindqvist: Ja, ja, det var säkert kul. Nu vill jag höra lite om hur man använder den här radarn istället. Och vi kan väl börja med Walter igen och höra hur man använde radarn. Flög du A 32 förresten?

Walter Jonsson: Var det till mig?

Gunnar Lindqvist: Ja.

Walter Jonsson: Jag flög i första hand S 32 men vi använde även A 32:or i utbildningen.

Gunnar Lindqvist: Göran, kan du berätta hur man använde radarn i A 32?

Göran Tode:⁴⁹ Ja, jag kommer strax till det. Men det första problemet med den här radarn var att den ofta inte fanns. Det var nämligen så att det fanns inte radarstationer i varje flygplan, utan flygvapnet sparade pengar genom att sätta in det i, ja, kanske i varannan kärra, var fjärde till och med. Dessutom stod ibland dessa var fjärde flygplan på service, det var det ena problemet. Det andra problemet var att vi inte hade navigatörer till alla flygplan heller, och den här kombinationen gjorde att stundom hade man varken navigatör eller radar. Men hade man ingen navigatör spelade det ingen roll att man inte hade radar heller eftersom skopet satt i baksitsen. Så var det i varje fall var det på attacklansen. Jag vet inte – hade ni ett skåp i fram på spankärren?

Walter Jonsson: Ja, vi hade skop fram till att börja med men det visade sig vara olämpligt från flygsäkerhetssynpunkt att föraren satt och tittade i den istället för att flyga, så att det togs bort efter en tid.

Gunnar Lindqvist: Ja, det är alldeles riktigt.

Göran Tode: Nej, det här var ett problem. Och jag kommer ihåg långt, långt, långt senare, när det snackades om att B3LA skulle få information ifrån andra flygplan, var jag väldigt tveksam efter att ha levt med Lansen-systemet i många år och haft ont om både navigatörer och radarapparater. Annars kände man fysiskt dess närvaro genom att det dunkade i flygplanet där antennen slog ibland, det kändes att den var igång.

Gunnar Lindqvist: Vilka resultat blev det då? Använde ni den för spaning och bombfällning?

Göran Tode: Ja, den var framför allt till för spanaren. Jag ska ge några exempel på det. I början handlade det väldigt mycket om att leta reda på mål till sjöss, kanske i nattens mörker och fälla lysbomber. Och det fanns ett invecklat system för att dela upp verkansgruppen – en lysbombsfällare som gick fram, en verkansgrupp som gjorde en fördröjningssväng och som sedan skulle gå in mot målet. Sedan skulle lysbomberna tändas 30 sekunder före anfall, de skulle ligga bortom målet så att man kunde se målet i en slagskugga i motljus där de här 10 miljonerna normalljus hängde i luften och så vidare.

⁴⁹ Göran Tode, f. 1938, flygofficer. Tode var chef för operationsavdelningen vid första flygeskadern 1972–82, chef för flygstabens JAS-avdelning 1982–86, flottiljchef vid F6 i Karlsborg 1986–89, överste av första graden och chef för operationsledningen i högkvarteret 1989–93, chef för operativ utbildning vid MHS 1993–98. Efter pensioneringen har Tode fungerat som militär rådgivare vid FOA/FOI till 2004.

En ganska invecklad grej. Men så småningom fick vi robot 04 och då blev det en annan taktik. Det gällde att leverera robotarna ute till havs och på större avstånd. Men ganska tidigt blev vi varse att det här med radar kunde vara lite dubbelriktat eftersom den tydligen kunde avlyssnas av fienden. Därför gällde det att hålla tyst så mycket som möjligt och inte använda radarn i onödan. Taktiken var därför att man startade radio- och radartyst och flög i samlad skock på låg höjd ut över havet. Detta gällde robotfällning så på 80 kilometers avstånd steg man upp till 50 meters höjd – normalt sett låg man lägre – och där fick navigatören två radarsvep för att avgöra var målet låg någonstans. Därefter gick man ner på lågan igen – vi hoppades nämligen att gossarna vi skulle ta inte skulle hinna vakna upp och följa oss på bara två svep. Sedan gick man fram till närmare fällavstånd där man steg upp till fällhöjd, som jag vill minnas var 50 meter eller steg man kanske lite mer, och riktade in sina...

Gunnar Lindqvist: Bomber?

Göran Tode: Ja, bomber. Men det var en ren optisk grej. Lysbombarna och det här delade man upp med hjälp av radar. Man gick in till ett avstånd på 40 kilometer ifrån målet och sedan gick lysbombskärran rakt fram medan den andra gruppen gjorde en separationssväng och steg upp på ett givet avstånd och dök. Och då tändes de här bombarna i luften.

Gunnar Lindqvist: Så ni fällde det rent optiskt?

Göran Tode: Ja, det var rent optiskt.

Gunnar Lindqvist: Men ni hade ingen radaravståndsmätning mot markmål?

Göran Tode: Nej, det hade vi inte.

Gunnar Lindqvist: Nej, och det var synd, tyckte vi som höll på med bombsikte BT 9C. Man skulle alltså fälla bomber på mycket låg höjd och då var det två saker man skall mäta: avståndet till målet och farten på flygplanet vad. Avståndet beräknades på den tiden – när man inte hade radar – genom att man dividerade höjden, som var väldigt låg, med dykvinkeln. Ingen av dem var särskilt noggrann så vi hade att dividera noll med noll. Och då kan resultatet bli ganska osäkert.

Jörgen Nilsson: L'Hospitals regel hjälper.

Gunnar Lindqvist: Men när vi provade detta saknade vi faktiskt en radaravståndsmätare för att flygradarn kunde inte användas till det. Vi kastade nämligen bombarna ungefär en kilometer plus hela tiden och det berodde på att höjdmätningen inte hängde med. Men det är en annan femma.

Då ska vi gå över till att höra en förare, eller en navigatör, som jag tror heter Björn Dunér för S 32. Stämmer det? Kan du berätta lite om hur det var att vara navigatör från marinen, sittandes i det här flygplanet? Varsågod.

Björn Dunér:⁵⁰ Jo, om jag minns rätt åkte man längs ett förbestämt stråk för att hitta målet och lokalisera det. Sedan skulle nästa företag skugga det och rapportera i luften till

⁵⁰ Björn Dunér, f. 1933, marinofficer. Efter diverse sjökommenderingar och ubåtsutbildning tjänstgjorde Dunér 1964–66 som samverkansofficer vid F11. Under denna tid flög han omkring 200 timmar som navigatör i främst flygplan S 32.

anfallande förband, som antingen var en jagarflottilj eller ubåtar. Målet som vi hade under tiden jag var där, var att om man kunde få en spaningsrapport som inte var äldre än 10 minuter gammal på ubåten, då hade man klarat sig ganska hyggligt.

Men det gällde inte bara det, utan det gällde dessutom att få ut en så bra räckvidd på radarn som möjligt. Och det gjorde man genom att hitta ducten, man lät alltså föraren höja och sänka sig så han kom precis under den här lilla atmosfäriska taket, om det nu fanns något sådant. Och då kunde man få ut enorma räckvidder – ibland kunde man se den baltiska kusten glimma till när man var i Gotska sjön. Och detta var viktigt. Walle sade inte det, men detta måste ni ha gjort även på S 18, eller hur? Hur som helst gällde det alltså att få ut så mycket av radarn som möjligt och man flög sin förbestämda rutt.

Gunnar Lindqvist: Ja, vi tackar för det.

Björn Dunér: Och när man sedan hade hittat målet satte man igång och rapporterade vilket det var navigatören som gjorde.

Göran Tode: Får jag lägga till en sak?

Gunnar Lindqvist: Ja, men det får vara väldigt kort.

Göran Tode: Det här med ledskikt kallades för ”anomali” på den tiden och det var det normala förhållandet över Östersjön, vill jag påstå. Det gällde att hitta de här speglingarna.

Björn Rosén: Det gällde att säga hur stationen var: Höll den samman? Fyllde den sin uppgift mekaniskt? Vad som infördes i samband med 431-utvecklingen var att vi utsatte de olika delarna för tortyr – det var fuktkammare, det var vibration, det var hög och låg temperatur och så vidare. Och detta gjorde att man fick en uppbyggnadsmässigt bra konstruktion, men den hade samtidigt grundkonstruktionens svagheter eftersom de väsentliga större komponenterna var desamma som CSF använde och som köptes ifrån CSF:s billiga montering.

Gunnar Lindqvist: De kanske använde civila komponenter? I alla utredningar idag står det att man skall använda sig av civila komponenter eftersom det blir billigare.

Björn Rosén: Ja, men detta var alltså specialkomponenter som vi köpte ifrån Frankrike.

Gunnar Lindqvist: Ok, nu måste vi gå vidare till PS-42,⁵¹ som alltså var radarn i J 32B. Vi ligger efter tiden nu så att vi får försöka vara lite kortfattade när vi svarar. Kjell, kan du tala om vad skillnaden mellan PS-42 och PS-431 och PS-432 är?

⁵¹ PS-42/A, flygplanburen spanings- och siktesradar mot luftmål på X-bandet (ursprungligen inriktad för S-bandet) utvecklad på specifikation från KFF för användning i J32 B med SRA som sammanhållande med visst utnyttjande av PS-43 licensunderlag från CSF och med FMV som mentor. Tillverkningen skedde på SRA (följekretsar, indikatorer, manöverenhet), LM Ericsson (SM-enhet och modulator) Trelleborgsplast/Zenith Plastics (Radom) och CSF/Messier/SRF (antenn, vridbord resp mikrovågsrör). Föraren hade ett F-skop och navigatören i baksits ett B- och ett E-skop. Utgående pulseffekt 50 kW. Upptäcktsavstånd mot luftmål 20-30 km. Till systemet hörde en med siktet (Saab Sikte 6A) integrerad s k mörkerenhet från SRA med en tysk IR-vidikon med ca 3 km räckvidd, som registrerade den heta flammen från målets jetmotor. Under mörker kunde målläget vid låst radar presenteras i siktet tillsammans med IR-bilden, vilket möjliggjorde skjutning med akan på IR-bilden.

Kjell Tibemo: Vi hade annorlunda manöverorgan för indikatorerna och så vidare, vi hade annorlunda mätområden i radarindikatorerna. Det var större räckvidd och en expanderad bild, det var skillnaden.

Gunnar Lindqvist: Hade ni följning på den här radarn?

Kjell Tibemo: Nej.

Gunnar Lindqvist: Jag skulle vilja höra Jörgens syn på den här apparaten och på vilket sätt man fördelade arbetet inom industrin, och hur mycket som var svenskt och hur mycket som var utländskt.

Jörgen Nilsson: Gunnar, jag var inte med själv utan det enda jag vet är i princip att vi gjorde mottagare och sändare på franska underlag hela tiden.

Gunnar Lindqvist: Även för den här radarn?

Jörgen Nilsson: Jajemen, vi gjorde inget annat. Det var relativt enkelt, vi gjorde det på underlag – levererade grejerna, provade dem och allting och vi lärde oss en hel del själva också ju, det var liksom början och radarskolan för oss.

Gunnar Lindqvist: Den här radarn kopplades sedan ihop med Sikte 6A,⁵² eller hur? Hur gick integrationen med Sikte 6 A till rent tekniskt?

Sven-Olof Olson: Det kan jag berätta. Jag flög med Sikte 6A och PS-42 i stort sett när de kom och det var ett oerhört stort steg framåt. Sven Stridsberg har i sin bok om *Lansen* beskrivit lite av detta.⁵³ Beträffande produktionen säger han att man lämnade tillverkningen av sändaren till LM Ericsson och antennen och drivbordet tillverkades i detta fall inte av Saab utan importerades från CSF i Frankrike, som hade utvecklat radarstationen?

Björn Rosén: Det skall stå att Messier gjorde antennen.

Sven-Olof Olson: Hur som haver, det var ett stort steg. Eftersom föraren fick ett F-skop⁵⁴ kunde han ta över på ett helt annat sätt i slutskedet. Navigatören, som satt i baksits, hade ett B-skop och ett E-skop.⁵⁵ Man fångade upp målet på i storleksordningen 20

⁵² Jakt sikte av gyroreflex typ för skjutning med kanoner och raketer i J32 B, senare Rb 24. Siktet beräknade förhållning till målet presenterad medelst en siktprick tillsammans med olika inmätningssymboler uppspeglad i siktshuvudets reflexglas. Erforderliga beräkningar gjordes i övrigt i en analog elektronikenhet beroende av manuellt inställt eller via radarn inmätt avstånd, egna uppmätta flygdata samt vapenballistik. Till siktet hörde också en mörkerenhet med en IR-känslig vidikonkamera som möjliggjorde målupptäckt och siktning under mörker med presentation på ett bildrör placerat så att IR-bilden speglades upp bredvid siktessymbolerna i reflexglaset.

⁵³ Sven Stridsberg, *Lansen* (Stockholm, 1992).

⁵⁴ F-skop, presentationsformat där avståndet till mål presenteras i form av en cirkel längs periferin av en rund indikator och signalstyrkan längs radien. Ett eventuellt mål syns som en utåt- eller inåtgående tagg på indikatorn en sk ”blip”. Eftersom avståndsaxeln blir längre ger detta en väsentligt bättre upplösning i avståndsled än ett konventionellt A-skop. Tidigt presentationsformat.

⁵⁵ E-skop är i allt väsentligt ett B-skop men som ger avstånd/höjdvinkel istället för avstånd/sidvinkel som i ett B-skop. E-skop används tillsammans med en svepande (scannande) radar och är ett rektangulärt presentationsformat som ger en bild av det avspanade området framför flygplanet sett från sidan (side view). Avstånd till mål presenteras längs den horisontella axeln (x-axel) och målets höjdvinkel längs den vertikala axeln (y-axel). Eventuella mål syns som en ljus prick/fläck. E-skop ger, speciellt för korta avstånd, en mycket distorderad bild.

kilometers avstånd, ibland till och med lite bättre än 20 kilometer. Navigatören strobade in över målet och kunde frångå den horisontalstabilisering som rått fram till dess att förarens F-skop tändes. Det var ett kolosalt steg framåt – formellt sett utlovade man prestanda att kunna skjuta blint på F-skopet. Men att skjuta med automatkanon fordrar en sådan precision att det är mycket tveksamt om det hade fungerat i praktiken.

Som du nämnde fick man dessutom in radarinformationen tillsammans med IR-informationen på Sikte 6A. Ibland vållade detta en viss dualism när man skulle skjuta. Vilken information skulle man agera efter? Men i praktiken var IR-bilden nära nog exakt varför man eftersträvade att skjuta på IR-bilden, speciellt med automatkanonen. När det gällde att skjuta en svärm raketer var skopet tillräckligt noggrant. Sedan när vi fick robotar blev det ännu bättre. Jag vill påstå att detta mycket tidigt var ett utmärkt kombinationssystem, navigatören och föraren utnyttjades tillsammans med sina materiel på ett optimalt sätt. Ett utomordentligt allvädersjaktflygplan som av olika skäl fick sluta sina dagar alldeles för tidigt.

Gunnar Lindqvist: Kan John säga något?

John Hübbert: Det finns kanske inte så mycket att tillägga. Jag vill också understryka att det var ett alldeles utmärkt system och jag kan inte minnas att det gjordes någon taktisk modifiering på denna radar. Den var färdigutvecklad redan vid leveransen. Man var dock försenad med radarleveranserna relativt flygplanleveranserna. Flygplanen levererades därför med en cementklump i nosen där flygradarn skulle sitta. PS-42 inmonterades senare i flygplanen på flottiljverkstäderna. Systemet var operativt fram till 1971 då det gick ur krigsorganisationen.⁵⁶

Gunnar Lindqvist: Om J 32B vill jag sammanfattningsvis tillägga att det egentligen var vårt första allvädersjaktflygplan.

John Hübbert: Och det fanns stationer till alla flygplan, vi hade 144 stationer till 118 plan.

Gunnar Lindqvist: Ja, just det. Och det var nästan en förutsättning för ett nattjaktflygplan. I kombination med Sikte 6A, och med IR-spanare, jaktraketer och Robot 24⁵⁷ blev det ett väldigt bra nattjaktplan.

Sven-Olof Olson: Detta var ett allvädersflygplan. Skillnaden var att man tidigare behövde optisk kontakt med målet, men här kunde man skjuta i moln.

Gunnar Lindqvist: Just det. Klarväder och allväder, det är skillnaden. Men det fanns en nackdel, och det var ju att flygplanet var ett underljudsflygplan. Nästa steg blev överljud och samtidigt tog man bort navigatören för att få ett lite mindre flygplan. Men jag håller med alla som har sagt att vi kanske borde ha behållit J 32B lite längre, det kan man nog utan tvekan säga.

Låt oss lämna Lansen och gå över till flygplan 35A. I avvaktan på att man skulle få en helsvensk radar blev förvaltningen tvungen att köpa en interimslösning. Man gick åter-

⁵⁶ Se även John Hübbert, ”Allvädersjaktplanet J 32B Lansen från baksits”, i *Svensk Flyghistorisk Tidskrift* 5/2007.

⁵⁷ Robot 324, senare Rb 24, 1958 anskaffad amerikansk IR-robot Sidewinder AIM-9B med passiv målsökare på 1 µm. Roboten möjliggjorde anfall under mörker och på betydligt längre skjutavstånd än akan med av stridsledningen ledd anflygning på rakbana följd av hundkurva. Användes också vid hissanfall mot mål på hög höjd.

igen till CSF och köpte en radar som vi kallade PS-02⁵⁸ och som fransmännen kallade ”Cyrano”. Det var en spaningsradar med en viss förmåga att göra inflygning och avståndsmätning. Är det någon som har flugit 35 Adam och kan säga något mer om detta?

Sven-Olof Olson: Jag har flugit, men jag kan inte säga någonting.

Gunnar Lindqvist: Nej, jag har också flugit J 35A en hel del.

Sven-Olof Olson: Jag har till och med flugit den till Moskva.

Gunnar Lindqvist: Ja, jag vet det.

Sven-Olof Olson: Men då hade vi inte så mycket glädje av radarn.

Gunnar Lindqvist: Sven-Olof Olin?

Sven-Olof Olin: Det var egentligen bara en ren avståndsmätare, det var ingen spaningsradar.

Gunnar Lindqvist: Men man spanade ju på det där J-skopet?⁵⁹

Sven-Olof Olin: Visst, det var bara att flyga rakt in och mäta avståndet, inget annat.

Gunnar Lindqvist: Göran?

Göran Hawée:⁶⁰ Jag jobbade i tolv år med PS-02. Jag började nämligen min bana med att arbeta med de här systemen på F 16 omkring 1962–63, när vi fick flygplanen fullt kompletta. Jag kan komplettera Sven-Olof Olin, han flög men jag lärde mig den ordentligt genom att jag pratade väldigt mycket med piloterna, framförallt på senare tid innan vi bytte till 35 Filip. Det var både en spaningsradar och en siktesradar, den hade två program: ett 60-gradersprogram med ett spiralt system som svepte ut och in och sedan kunde föraren välja ett siktesprogram. I det senare fallet låg den bara kvar i sex graders rotation och man kunde rikta in roboten på mindre än en grad när. Och även automatkanonen, när radarn hade låst lämnade den en mycket noggrann avståndsspänning till Sikte 6B⁶¹ som det hette, det var parallellsiktet till Sikte 6A i flygplan 32B.

Den var faktiskt så noggrann att det bara var någon procent på 12 millivolt per meter [?]. Detta hade fransmännen löst väldigt bra, det var en väldigt fin radarstation. Den hade ett område på 24 kilometer i spaning och man kunde växla ned till 12 kilometer. Prestan-

⁵⁸ PS-02/A, flygplanburen X-bands spanings- och siktesradar mot luftmål, inköpt från CSF Frankrike för J35 A på grund av förseningar i utvecklingen av den för J35 avsedda svenska siktesradarn PS-03/A. Radarn hade ett spiralsökprogram med centrum riktad i akan-riktningen och presentation på J-skop. Den levererade avståndsinformation till siktet (Saab Sikte 6B) med tillhörande mörkerenhet och till skjutgränsberäkningen för utnyttjande med akan och senare IR-rb 24. Såväl pulsrepetitionsfrekvens som magnetronfrekvens var inställbar i ett antal lägen på marken. Upptäcktsavstånd mot luftmål ca 20 km.

⁵⁹ J-skop, presentationsformat där avståndet till mål presenteras i form av en cirkel längs periferin av en rund indikator och signalstyrkan längs radien. Ett eventuellt mål syns som en utåt- eller inåtgående tagg på indikatorn en sk ”blip”. Eftersom avståndssaxeln blir längre ger detta en väsentligt bättre upplösning i avståndsled än ett konventionellt A-skop. Tidigt presentationsformat.

⁶⁰ Göran Hawée, f. 1941. Flygförvaltningens Verkstadsskola (FFV) 1960, många specialkurser i flygvapnets regi till telemontör flygplanelektronik 1961–1986. Anställd vid F16 från 1960 som telemontör J29A, J35A, som verkmästare (arbetsledare) för J35A 1966, flygplaneleingenjör för J35F och JA37 1977–2001.

⁶¹ Sikte 6B, i huvudsak som Sikte 6A men för J 35A och anpassad för installation och samverkande utrustning i det flygplanet.

dan mot ett mål i framsektorn var målpupptäckt på upp till 20 kilometer. Det var väldigt bra. Det finns mycket att säga om den. Man kunde skifta PRF:en,⁶² man var väldigt före sin tid här, man kunde ändra magnetronen i fem eller sex olika frekvenser. Man kunde låsa och lämna avstånd till siktet men också till den så kallade skjutgränsberäknaren L5 som även fanns i 32B, men där hette den L4. Men det var precis samma indikator och idé. Underhållsmässigt – det var det jag mest höll på med – visade det sig naturligtvis problem. Men den var väldigt bra hopkommen och man kunde byta mindre enheter snabbt och få igång apparaterna väldigt fort. Indikatorn hade en konstig presentation, den kallades för J-skop om man förstår vad det menas.

Gunnar Lindqvist: Jo, vi som har använt det vet väl.

Göran Hawée: Ja, just det. Svepet gick ifrån centrum och ut i periferin i den riktning som antennen för tillfället pekade i varvet. Man hade avståndet från noll och ut. Det finns mer att säga om den här, det kan komma upp saker senare.

Gunnar Lindqvist: Tack för det. Vi går över till nästa punkt innan pausen och den handlar om hur man byggde upp kunskap och resurser inom landet. Och vi börjar med hur man försökte organisera sig på förvaltningssidan. Jag vill att Nicklas går fram och berättar.

Nils-Erik Nilsson:⁶³ Flygförvaltningen var organiserad i byråer. Under materielavdelningen fanns ett antal byråer, det var flygplanbyrån, motorbyrån, vapenbyrån och en elektrisk byrå som hade tillkommit i januari 1950. Som chef för denna byrå hade man kallat in Hugo Larsson⁶⁴ från FOA. Under den elektriska byrån fanns fyra sektioner, en luftbevakningssektion, radarsektion, radiosektion och elsektion. Och den sektion som intresserar oss mest är radarsektionen som i sin tur hade fem detaljer, och det var markradar, flygradar, navigeringsradar, specialradar och ett utvecklingslabb.

När jag började på flygförvaltningen i augusti 1950 blev man för det första helt överraskad över att det fanns markradar på flyget. Och det var en väldigt stor sektion, det var där man byggde upp PJ-21-systemet. Flygsektionen hade hand om radar ute på förbanden, i första hand F 11 med PS-18 och F 1 med PS-20. Navigeringsradar var olika typer av landningshjälpmedel samt IK-system, dock inte PN-79⁶⁵ utan ett IK-system som hette PI-15.⁶⁶ Specialradar var en något kryptisk benämning som stod för motmedel. Sedan fanns det ett utvecklingslabb. Efter att arbetat ett tag kom jag fram till att man arbetade med flygradar på två olika sektioner, dels den så kallade tvåan som hade hand om flygma-

⁶² Pulsrepetitionsfrekvens (PRF), term inom radartekniken som anger det antal radarpulser som sänds ut under en sekund.

⁶³ Nils-Erik ”Nicklas” Nilsson, f. 1927, radaringenjör. Avdelningsdirektör vid KFF/FMV radar- resp flygelektrobyråer. Efter ingenjörsexamen från Tekniska läroverket i Stockholm 1948 genomgick Nilsson värnplikt vid luftvärnet med radarutbildning och anställdes 1949 vid LM Ericssons transmissionsavdelning, radarkontoret. 1951 anställd vid flygförvaltningens radarsektion, specialradardetaljen, med första arbetsuppgift att sätta i stånd som surplus inköpta demilitariserade störsändare för användning i B18B för övningsverksamhet mot ErIIIb. Sedan utbildning vid FOA 3 Frösunda i det som idag kallas telekrig, därefter arbete med radarvarnare för fpl S29C, A och S32, S35E och 37-generationen samt med de rems- och fackelfällare vilka blivit ledande på världsmarknaden. Pension från FMV 1992 som avdelningsdirektör.

⁶⁴ Hugo Larsson, 1906–86, civilingenjör. Larsson medverkade i den svenska radarforskningen under kriget och var laborator vid FOA 1945 – 50. 1950 blev Larsson chef för flygförvaltningens elektrobyrå och var 1952–57 chef för FOA.

⁶⁵ PN-79, det svenska flygvapnets identifieringssystem, utvecklat av FOA under 1950-talet. Tillverkades av Svenska Radiobolaget (SRA).

⁶⁶ PI-15, svensk beteckning på den flygburna transpondern i det brittiska identifieringssystemet IFF Mk III.

teriel, radarmateriel i tjänst, och dels utvecklingslabbet. Ibland kan man undra om de hade någon erfarenhetsöverföring från dåvarande tvåan till femman.

Gunnar Lindqvist: Tackar för det. Kan vi få höra lite hur Lennart Ejewall ser på det här? Vad gjorde man egentligen, hur skaffade man sina kunskaper och hur fördelade man arbetet? Det som är mest intressant tycker jag det är hur arbetet fördelades mellan förvaltningen och industrin. Hur mycket gjorde ni och hur mycket gjorde industrin för att få fram en radarstation?

Lennart Ejewall:⁶⁷ Jag började på ELP 5, det var mitt första jobb 1952. Jag jobbade mest med mikrovågskomponenter och antenner. Och chefen där var Folke Hedström och jag vet inte om han är här möjligen?

Gunnar Lindqvist: Tror inte det.

Lennart Ejewall: Men chefen över honom var Henke Lindgren.⁶⁸ Eftersom det var mitt första jobb var jag inte inblandad i hur erfarenheterna utväxlades mellan cheferna på ELP2 och ELP 5 – det kände inte jag till.

Gunnar Lindqvist: Nej, men det viktiga att få fram är hur ni fördelade arbetet. Vad gjorde ni på labbet och hur lämnades kunskaperna, eller kanske till och med hårdvaran, över till industrin? Hur långt gick ni i utvecklingsarbetet och när övertog industrin ansvaret för det hela?

Lennart Ejewall: Jag har ett exempel och det är antennenmataren till 35 Filip om jag minns rätt. Den tog vi fram prototypen till på ELP 5. Jag var väldigt inblandad i den och jag har en känsla av att i just det här fallet kunde vi lämna över en färdig konstruktion till Ericsson i Mölndal som hade att industrialisera den. Men jag tror de fick en färdig grundkonstruktion. Det var ett för mig närstående exempel. I övrigt utvecklade vi eller tog fram en radar praktiskt taget från scratch med Axel Axelsson som primus motor och Lars-Erik Lindqvist⁶⁹ och andra. Jag kommer ihåg att vi vid ett tillfälle bjöd in det som sedermera blev Ericsson i Mölndal, de var fortfarande placerade i Midsommarkransen. Thorsten Lange⁷⁰ kom med ett gäng och gjorde ett besök på Linnégatan 89 där vi hade ELP 5:s utvecklingslabb lokaliserat då.

⁶⁷ Lennart Ejewall, f. 1927, radaringenjör. Efter civilingenjörsexamen i elektroteknik från Chalmers 1951 genomgick Ejewall 1951–52 värnplikt som radaringenjör vid flygvapnet, huvudsakligen med placering vid flygförvaltningens radarbyrå, utvecklingssektionen (ELP 5) där han anställdes 1952. Arbetade huvudsakligen med utveckling och konstruktion av mikrovågskomponenter och antenner samt med olika systemutredningar. 1957 anställd vid Svenska Radiobolaget (SRA) som sektionschef med uppgift att leda olika radarprojekt. Senare verksam vid Ericsson Radio Systems AB (ERA), avdelningen militärelektronik med uppbyggnaden av den nya verksamheten radarmotmedel. 1981 Transvertex som teknisk chef kryptoverksamhet, senare olika stabsbefattningar inom Ericsson i Kista till pension 1995.

⁶⁸ Henrik Lindgren, 1916–2004, civilingenjör i elektroteknik, chef för flygförvaltningens elektroavdelning 1954–68.

⁶⁹ Lars-Erik Lindqvist, f. 1921. Avdelningsdirektör flygradarsektionen FMV. Ingenjörutbildning vid tekniskt institut, 5 mån radarkurs vid Marconi College, matematikstudier på högskolenivå vid KTH. Reservofficer och kapten inom signaltrupperna. Anställd vid flygförvaltningen 1948 och pensionerad 1986. Projektansvarig för flygradarsystem PS-01/A i fpl 35F samt PS-46/A i fpl JA37. Åren 1961-1962 sektionschef för radarbyråns utvecklingssektion ELP 5.

⁷⁰ Thorsten Lange, 1912–97. Civilingenjörsexamen i elektroteknik från Chalmers 1937. Anställd vid Televerket i Göteborg 1935, efter examen anställd som laboratorieingenjör LM Ericssons transmissionsavdelning i Stockholm 1938. Militärtjänst i Skövde 1939. Åter vid Ericsson 1940 för studier och experiment med ekoradio. Lange blev 1942 kontaktman för Ericssons deltagande i utveckling och tillverkning av ekoradio för SUN, senare för licensavtal med Thomson-CSF om spaningsradar för armén (PS-17) och radar för A

Gunnar Lindqvist: Var den radar som konstruerades något slags embryo till PS-03?⁷¹

Lennart Ejewall: Ja, jag tror det. Och jag kan bara säga att jag upplevde arbetet på ELP 5 som väldigt positivt. Efteråt har jag tänkt att det gav mig mycket erfarenhet och att det var ett mycket kreativt gäng jag hade lyckan att hamna i. Hur mycket som Ericsson sedan tog över av de konstruktioner som vi hade där, det kan jag inte riktigt säga. Men jag skulle tro att Ackes konstruktioner kanske kom med i stor utsträckning. Det kanske Ace kan svara på?

Axel Axelsson:⁷² Ska jag försöka säga någonting? Jag har dålig hörsel och dålig återmatning så det är möjligt att jag pratar för högt eller för lågt. Jag skulle i alla fall vilja säga att jag var med i det där gänget. Och det värsta var att industrin tog både folk och utrustning som vi hade gjort. Vi fick anställa på nytt och jag är väl kanske den enda som var kvar hela tiden. Jobbet ändrades till att inte göra några utrustningar, utan att helt enkelt försöka undersöka hur utrustningarna skulle arbeta, vilka specifikationer man behövde. Man hade program för att förbättra tillförlitligheten, bland annat utvecklade vi lite kylsystem så att kyl luften ifrån flygplanet inte skulle behöva gå in ibland komponenterna för då trodde vi att det var risk för fuktskador och sådant.

Vi medverkade till att det skulle vara inbyggda testutrustningar, en enhet som byggdes skulle ha en inbyggd testutrustning som skulle peka ut om det var felaktigt eller inte. Man hade en verksamhet för att godkänna komponenter, alla komponenter som användes i utrustningarna skulle vara typgodkända. Dessutom hade vi uppbyggnadsatsningar. Ericsson och tror också SRA var utsatta för en uppbyggnadsgranskning så att den skulle bli absolut tillförlitlig. Sedan gjorde man MTBF-beräkningar⁷³ och krav att utrustningen skulle vara tillförlitlig. Elektronik i utrustningarna ökade och risken att det blir fel hade blivit så stor att det knappt skulle gå att genomföra ett flygpass utan något fel. Man gjorde mycket beräkningar av sådant, det var vad jag ville säga om vårt arbete.

Gunnar Lindqvist: Tack så mycket. Kan vi övergå till att höra vad Jörgen har att säga om hur arbetet bedrevs, att ni tog över vissa konstruktioner för att så småningom övergå till att mer eller mindre svara för både utveckling och tillverkning?

Jörgen Nilsson: Efter andra världskriget började Ericsson 1949 licenstillverka markradar och eldledningsradar från CSF och det höll vi på med till 1952. I princip var det hela tiden tillverkning på underlag från CSF. När vi sedan kommer fram till radar för 35B och

32 Lansén. Lange blev 1949 chef för en nyinrättad radargrupp vid Ericsson, 1954 radarsektion, 1956 platschef efter flyttning av radarverksamheten till Mölndal. 1957 överingenjör och chef för Transmissionsavdelningen, konstruktionsavdelningen i Stockholm. 1960 platschef i Mölndal för den nyinrättade radaravdelningen, 1964 verkstadschef. Efter läkemedelsförgiftning gick Lange i pension i december 1976.

⁷¹ PS-03/A (Fpl 35D) Spanings- och siktesradar på X-bandet mot luftmål. Egenutveckling KFF/LME uppbyggd med två större enheter. Antennenhet med 3-axligt (roll, sida höjd) hydrauliskt drivet vridbord, gyrostabiliserat. Plåtparabol 45 cm diam. Roterande matare för lobskanning. Apparatenhet med ett antal mindre utdragbara metallådor med huvudsakligen rörelektronik och relälogik. Enstaka halvledare. Indirekt kylning. Magnetronsändare 40kW i upptryckt utrymme. Puls längd 0,5 us, prf ca 2000 Hz, Indikator B-skop.

⁷² Axel Axelsson, f. 1922, radaringenjör. Efter korrespondenskurser i matematik och militärtjänstgöring anställdes Axelsson 1945 vid FOA 3 för att sedan 1949 gå över till flygförvaltningen där han blev kvar till pensioneringen 1986. Genomgick fem månaders radarkurs vid Marconi College i Chelmsford 1950. Axelsson medverkade under sin tid vid flygförvaltningen och senare FMV i utvecklingen av flera generationer svenska flygradarsystem i nära samarbete med LM Ericsson i Mölndal. Efter pensioneringen 1987 var Axelsson till 1996 verksam som konsult med olika uppdrag för FMV.

⁷³ Statistisk metod att prediktera medeltiden mellan driftsfel för t ex en komplex elektronisk utrustning med många komponenter.

35D samt 35F, ser jag i mina gamla anteckningar att det finns en anmärkning på flera av dessa projekt. Det står "LME/KFF" vilket innebär att det var ett mycket intimt samarbete med ELP 5. Vi fick väldigt mycket underlag därifrån och vi anställde flera av dem som jobbade på ELP 5, precis som Acke sade tog vi folket därifrån. Men det var helt nödvändigt, vi hade för få ingenjörer, vi hade för få som kunde radar.

Man kan säga att på femtiotalet fram till mitten av sextiotalet var det väldigt typiskt att vi jobbade mycket tätt ihop. Det var väldigt enkelt att göra detta på den tiden, man skrev nästan inga kontrakt utan arbetet gick på bok och räkning. Det var väldigt lite administration och väldigt effektivt arbete på den tiden, skulle jag vilja säga.

Gunnar Lindqvist: Är det någon från någon av de andra elektronikindustrierna som har något att säga i den här saken, att det var just Ericsson och SRA som fick de här uppdragen?

Stig Lundberg:⁷⁴ Jag heter Stig Lundberg och jag kommer ifrån SATT. Innan jag började där 1960 arbetade jag fem år på marinen och på den tiden hade vi rätt mycket samarbeten mellan försvarsgrenarna, armé, marin och flyg plus FOA. Vi hade till och med samsarbetsgrupper, jag vet inte om det finns idag, men vi hade något som hette TTD, Teletekniska Delegationen. Sedan hade vi något som hette TEDAM, som var en undergrupp som betyder, Teletekniska Delegationen Motmedel. Där hade vi en väldigt fin samverkan med bland annat FOA. När jag började på SATT var det egentligen naturligt att fortsätta med motmedel, för det var det som den här FOA-gruppen höll på med. Och på det viset kom jag i kontakt med flyget.

För flygets del började det med kompletteringen av radarvarnare för 32:an. På andra sidan hade vi Nicklas, Nils-Erik Nilsson. Som Jörgen sade hade vi mycket fin samverkan med FMV, eller KFF som det hette på den tiden, och det fortsatte sedan med utvecklingar för 35:an, för 37:an och så småningom för 39:an. Det var lätt att arbeta på den tiden, det krävdes inte så mycket formalia utan man kom överens om vad man skulle göra. Man kunde anpassa utvecklingen under tiden. Jag upplevde KFF som väldigt kuniga och väldigt noggranna i sina granskningar, inspektioner och provningar. Det var inte bara provning av miljömässiga aspekter utan även i flygplanet. Och jag måste säga att vi lärde oss hemskt mycket på SATT genom denna samverkan. Det byggdes upp rätt mycket kompetens inom framför allt motmedelsområdet och mikrovågssidan.

Kraven som kom från KFF ökade hela tiden, från att ha varit ganska enkla utrustningar och ett frekvensband till mer komplicerade. Jag kommer mycket väl ihåg när vi var nere hos Trelleborgplast, som skulle göra en radom åt oss, och vi sade att den behövde vara bredbandig. Och de sade: "Men sådant kan vi, vi har gjort radomer för hela X-bandet." Och vi sade: "Nej, vi behöver någonting som åtminstone går ifrån åtta till tolv gigahertz, så småningom två gigahertz till tolv gigahertz." Det kunde de naturligtvis inte eftersom det är nästan omöjligt, det kräver mycket tunna radomer. Arbetet som vi höll på med resulterade i en hel del utrustningar som har passerat i revy här. I 32:an kompletterade vi en trekanalsmottagare till femkanalsmottagare och i 35:an gjorde vi radarvarnare för alla de här frekvensbanden och samma i 37:an. Någon talade tidigare om inbyggda testutrustningar, och vi gjorde faktiskt små enkla försök med självtest i en del av de här för att man inte skulle behöva riva ned hela utrustningen. Med bara en enkel kontroll fick

⁷⁴ Stig Lundberg, f. 1929, ingenjör och företagsledare. Civilingenjör i elektroteknik vid 1953. Anställd vid marinförvaltningens telelab 1955-60 som chef för telebyråns specialradardetalj. Verksam 1960- 1990 vid Svenska AB Trådlös Telegrafi (SATT) och efterföljare som sektions-, avdelningschef och slutligen VD. 1991-94 AB Bofors, NobelTechAB, CelsiusTech AB som Teknisk Direktör. 1994-95 styrelseledamot samt konsult vid CelsiusTech Electronics.

man det att fungera, och jag tror att mycket av det här berodde på den fina samverkan vi hade med KFF. Jag hoppas att ni också blev nöjda med arbetet.

Gunnar Lindqvist: Tack för det. Det börjar närma sig kaffepausen. Jag ville diskutera fördelningen av arbetet mellan myndighet och industri, som alltmer har glidit över till industrin. Man har diskuterat vilket som är den optimala fördelningen av kunskaper mellan myndigheter och industri och trycket från politikerna har hela tiden varit att flytta över allt kunnande till industrin. Dessutom ville man inte längre godta detta med arbete med bok och räkning. Om det var bra eller inte kan diskuteras. Men när man arbetar med utveckling är det inte lätt att lämna ett fast pris, om man inte lägger på orimliga marginaler förstås. Man behöver en mer flexibel prissättning beroende på hur stora risker man står inför.

Fast pris är inte alltid den mest lyckade lösningen av den enkla anledningen att utveckling per definition är något osäkert. Den som påstår sig kunna tala om vad det kostar från början är inte särskilt trovärdig. Utan man måste gå i steg och successivt överlämna mer och mer ansvar till industrin. De här frågorna har styrt fördelningen av kunnande mellan myndigheter och industrin, inte bara inom detta område utan inom alla. Man kan diskutera vad som är bäst och vad som är den rätta vägen, men det är inte bara effektivitet som styr valen. Det finns olika anledningar till det. Men i början av avionikens tidsålder var det nog lättare att få kunskaper över gränserna för en myndighet än ett privat företag.

–Kaffepaus–

Gunnar Lindqvist: Därmed ska vi gå över till det stadium där vi ansåg oss vara ganska självförsörjande i Sverige på flygburen radar, det vill säga de radarstationer som kom att sitta i B, D och F-versionen av 35 Draken. Och vi kommer också att gå in på nästa projekt 37 där vi går in på den första radarn där, PS-37.⁷⁵ Men vi börjar med den radar som satt i flygplan 35, Bertil och David. Det var det första ensitsiga allvädersjaktflygplanet, och man kan också kalla det för det första systemflygplanet vi hade med ett integrerat avioniksystem. En annan sak som var väsentlig var dessutom att man inte nödvändigtvis måste gå in i svansen för att skjuta ned fienden och då själv bli nedskjuten av akterskytten i bombflygplanet – de övningar som Sven Olle talade om tidigare är rena önskedrömmen för akterskytten i ett bombflygplan.

Man hittade på någonting annat. Det var amerikanerna som hittade på det som heter direktanfall, man flög inte längre in i någon kurva bakifrån, vare sig jaktkurva eller hundkurva, utan man kom på rakkurs. Till att börja med såg det ut som kollisionskurs men så småningom kunde man fyra av sina vapen. Och det skulle man göra med jaktraketor, man sköt en svärm jaktraketor för att bekämpa bombflygplanet från sidan och i vissa fall även framifrån. Anfall framifrån gör att man åtminstone teoretiskt skulle kunna skjuta ned flygplan som har högre hastighet än man själv har. Man behöver inte jaga ikapp det.

Det var jaktraketor och man hade kanoner. Men kanonerna i 35:an var inte särskilt bra, de hade en ganska dålig ballistik, man fick vara glad om de hann ikapp flygplanet

⁷⁵ PS-37/A, (Fpl AJ 37) Spanings- och attackradar mot land- och sjömål. Reservfunktion mot luftmål. Uppbyggnad som s k patronradar fäst med 4 bultar i flygplanets främre skott. Egenutveckling LME. 2-axligt vridbord (sida och höjd) hydrauliskt drivet med 70 cm parabolantenn. Monopulsmatare. Mikrovägs-mottagaren uppbyggd bakom antennen. Ett fåtal utbytesenheter med kompletta funktioner i halvledarelektronik. Magnetronsändare (koaxialmagnetron) med 250 kW topp effekt. PPI-indikator med minnesfunktion och god ljusstyrka.

som man sköt på. Sedan fick vi då Robot 24 så småningom och den gick bara bakifrån naturligtvis. Men vad var det stora tekniska problemet med den här radarstationen? Kan-ske ska jag fråga Jörgen först? Den skulle alltså mäta in målet och kunna göra det här direktanfallet och det skulle man göra tillsammans med något som heter Sikte 7A,⁷⁶ som hade en banberäknare och en målberäknare som samverkade med radarn.

Jörgen Nilsson: Jaha, ska jag säga någonting nu?

Gunnar Lindqvist: Ja, tack

Jörgen Nilsson: Jag tittar här på en del gamla papper här och det står väldigt intressant noterat att det handlade om ”egenutveckling LME/KFF”, det vill säga det var ett väldigt intimt samarbete. Radarn karaktäriserades av att den kallades för siktesradar, och den blev uppbyggd dels av en antennenhet som satt fast i flygplanet, och dels av en apparat-enhet som var vibrationsisolerad och satt framme vid nosen. Och det som var svårt var att det krävdes en väldigt hög noggrannhet i vinkel för att kunna skjuta raketer. Därför satt hela antennen stumt fast i flygplanet där den var utsatt för vibrationer och allting. Sedan krävdes det en hygglig noggrannhet i avstånd också. Men det största problemet vi hade var att få tillräcklig noggrannhet i vinkelmätningen, och det var inte enbart en fråga om Ericssons vridbordantenn, utan det handlade framförallt om radomen.

Radomen var försedd med ett stort tjockt pitot-rör framtill vilket innebär att man fick ganska stora brytningsfel när antennen var i närheten av pitot-rörsriktningen. Man kan säga att för direktanfallet pekade antennen i de flesta fall ut något och man stördes därför inte mycket av detta tjocka pitotrör. Men det lades ned väldigt mycket arbete på optime-ringen av radomen för att minska vinkelfelet och det var ett av de stora jobben. Sedan var det ett väldigt intimt samarbete mellan radar och Sikte 7A. Och det var så intimt att hela avståndssystemet i radarn låg i siktet, vilket krävde ganska mycket utbyte av informa-tion mellan radar och sikte. Det var en radar som skulle kunna spana och när man upp-täckte målet skulle man kunna låsa på det och detta innebar mycket inblandning med siktet också. Det ställde till en hel del trassel, det gick ju till slut men det var ganska be-svärligt.

Vi fick in en sändare som hade en uteffekt av cirka 40–50 kilowatt, en magnetron. Den befann sig i ett utrymme som var upptryckt för att klara höga höjder. Kylning av all elektronik skedde som Acke sade indirekt, vi fick icke blåsa kylluft på själva komponent-erna utan de kylades indirekt. Apparatenheten var uppbyggd av ett antal små skjutlådor, och man sköt in elektroniken i dessa där den satt uppbyggd på ett plåtliv med stöd. Man hade redan börjat intressera sig för vad det skulle kosta att underhålla radarn, vad enhe-terna kostade individuellt. Och man trodde att det mest optimala var att göra så små elektronikenheter som möjligt för att det inte skulle bli så dyrt med de respektive indivi-duella enheterna. Men bekymret var att man i och med detta inte fick in en komplett funktion i varje enhet, utan halva funktionen kunde till exempel sitta i en annan låda. Kravet blev då att alla dessa små enheter skulle ha mycket små toleranser på allting vilket gjorde att det blev svårt och dyrare att utveckla komponenter som klarade hela tempera-turområdet och så vidare. Det var nog inte så hemskt lyckat att ha väldigt små utbytesen-heter.

⁷⁶ Direktanfallssikte enligt syftbäringsprincipen för inriktning och avfyring främst av jaktraketer i J 35 B, D med stora noggrannhetskrav, bestående av siktshuvud (gyroreflexsikte med presentation av siktesdata på katodstrålerör som speglas upp på siktesglaset), målberäknare och banberäknare baserad på analogiteknik samt inställningsorgan. Siktet fick ingångsdata från radarn och från datacentral, luftdataenhet och flygläges-givare.

Sedan skedde manövreringen av radarn med vanliga reläer som samlades i en stor låda. Och det var ganska trickigt att få allt detta att fungera, att de drogs i rätt ordning. Man tog till alla möjliga knep med dioder och allt möjligt. Ett stort problem var också att alla dessa reläer gav ifrån sig spikar på elförsörjningen när de manövrerades. Det krävdes stora insatser där också.

Beträffande Ericsson som företag hade vi rekryterat en hel del folk från 1955 och framåt och vi hade stor glädje av Chalmers. Sedan hade vi stor glädje av MIT Radiation Laboratory Series, ett bokverk som kom ut 1947 med 28 band, och som handlade om radar, navigationsutrustning och allt möjligt som man hade skrivit ihop i Amerika efter krigsslutet.⁷⁷ All den kunskap som man hade samlat hos MIT skrev man av sig och det var fritt fram för alla att köpa dessa väl inbundna böcker. De var till mycket stor hjälp för oss plus att det började komma andra böcker också, huvudsakligen från USA. En bok som vi hade stor hjälp av hette ”Airborne Radar” kom till exempel ut 1960.

Och på Chalmers hade man redan i början av femtiotalet börjat undervisa i mikrovågor och dylikt – jag plågades själv när jag tog examen någon gång på 1951 med magnetronens teori. Det var inte så lätt. Men det fanns på Chalmers en kärna av ingenjörer som hade läst om detta, det var en bra förutsättning. Ericsson flyttade verksamheten från Stockholm till Mölndal för att kunna rekrytera mer folk. Det var lättare att rekrytera där, folk var intresserade av att komma dit. Ganska många hade tagit examen i Göteborg och ville gärna återvända, det var lättare att få någonstans att bo, skaffa eget hus och så vidare. Vi expanderade något fruktansvärt under ett antal år. Vi var trångbodda, skaffade baracker, byggde nya hus, hyrde här och där. Det var väldigt mycket pionjärverksamhet men det var mycket trevligt, vi hade mycket roligt.

Gunnar Lindqvist: Ja.

Jörgen Nilsson: För att prova ut all den här utrustningen, radar och sådant, byggde vi ett mäthus, inspirerade av amerikanerna som kallade det för roofhouse. Det låg ganska högt uppe där vi kunde ha bra utsikt över nejden, sätta ihop radarutrustningar och prova. Vi skaffade oss ett komplett labb för miljöprov, vibrationer, värme, kyla och så småningom även undertryck. Det var väldigt fart på verksamheten och ingen större hejd när det gällde att investera.

Gunnar Lindqvist: Kan Lennart Alfredsson säga lite om verksamheten på SRA med indikatorval och sådant?

Lennart Alfredsson:⁷⁸ Egentligen var jag med först när vi kommer till 35 Filip och dess tillkortakommande. Föraren fick lov att titta genom en tittstövel. Det var en P-7 fosfor, det kommer en blimp och sedan blir det en luminescence efter. Man ser faktiskt målet,

⁷⁷ *Radiation Laboratory Series*, National Defence Research Committee, Office of Scientific Research and Development (New York, 1947–53).

⁷⁸ Lennart Alfredsson, f. 1937, elektroingenjör. Efter civilingenjörsexamen i elektroteknik från KTH 1961 forskade Alfredsson i mikrovågsteknik och lade 1964 fram sin licentiatavhandling ”Investigation of backward-wave modes in plasma waveguides”. Anställdes vid SRA i Mölndal och blev 1966 chef för den nybildade systemsektionen som arbetade med all militär verksamhet vid SRA utom radio. Inledde 1967 arbetet med det elektroniska presentationssystemet (EP 12) och utvecklade ett nära samarbete med Hughes Aircraft Company i Los Angeles, vilket 1975–77 ledde till utvecklingen av den holografiska siktlinjesindikatorn i JA 37. Blev 1979 chef för militärverksamheten vid SRA och företagets tekniskt huvudansvarige för utvecklingen av JAS 39 Gripen. Under 1990-talet har Alfredsson haft olika forskningspolitiska uppdrag, utsågs 1993 till ledamot i regeringens forskningsberedning, satt 1994–97 i naturvetenskapliga forskningsrådet och var fram till 2006 ledamot i vetenskapsrådet.

det är inte bara en blixtnöje utan man kan faktiskt se det en stund. Men man ser den alltså inte i dagsljus. Du måste väl ha flugit en sådan?

Ulf Frieberg: Ja

Lennart Alfredsson: Och stoppat in huvudet i den där tittstöveln?

Gunnar Lindqvist: Det är 35F du talar om, du förväxlar PS-03 med PS-01. Det rör vi hade på Bertil och David var en ljusstark indikator och den speglade man dessutom upp på sikteshuvudet.

Lennart Alfredsson: Ja, det är rätt. Där använde man väl ett minnesrör?

Gunnar Lindqvist: Minnesrör, ja.

Lennart Alfredsson: Som hette tonotron om jag inte minns fel. På den tiden var det HAC⁷⁹ som gjorde dem, det fanns ganska många företag.

Gunnar Lindqvist: Nej, det tror jag inte. Kjell vet du vem som gjorde minnesröret till J 35?

Kjell Tibemo:⁸⁰ Det var HAC.

Lennart Alfredsson: Det var ett vanligt minnesrör. Och problemet med dem var att man inte kunde skriva in symboler som rörde sig samtidigt som man presenterade en radarbild. Man kunde göra en radarbild och sedan kunde man åka ned igen och radarbilden fanns kvar. Det var ju ett relativt vanligt förfarande när det gällde minnesrör på den tiden. Det fanns även civila varianter där man då skulle ta en grunka och dra ett snabbt förlopp. Det fanns även civila minnesrör av den typen.

Gunnar Lindqvist: Rolf Helgodt ville säga någonting.

Rolf Helgodt:⁸¹ I alla fall DA-siktet var verkligen populärt ett tag. Jag var på Saab och Norén hade hittat på några stöttesignaler som antagligen kördes väldigt hårt. De kopiera-

⁷⁹ Hughes Aircraft Company (HAC), amerikanskt flyg- och försvarsindustri, grundat av Howard Hughes 1932. Under det kalla kriget tillhörde HAC de viktigaste amerikanska försvarselektronikindustrierna med en bred verksamhet som omfattade bland annat radarsystem, robotvapen, laser och andra avancerade teknologier. HAC utvecklade och tillverkade bland annat jaktroboten Falcon som skaffades in av det svenska flygvapnet under 1960-talet.

⁸⁰ Kjell Tibemo, f. 1926. Avdelningsdirektör vid flygradarsektionen inom FMV flygelektrobyrå. Tibemo fick efter ingenjörsexamen från Högre tekniskt läroverk militär utbildning vid luftvärnet som reservofficersaspirant, radarkadettskola. Reservofficer, kapten och chef för 40 mm fältluftvärnskompani 1964–1973. Arbetade 1950–51 vid SAAB i Jönköping med utveckling av radarantenn till flygplan A 32A och S 32C. Anställd 1952 vid flygförvaltningen, ansvarig på projektnivå inom flygförvaltningen/FMV för flygradarsystemen i fpl A 32A och S 32C, fpl J 35B och D, flygradarstationerna i fpl AJ 37 och SH 37 samt slutligen under 11 år för flygradarstation PS-05/A till fpl JAS 39. Med samtliga flygradarutrustningar i nära samarbete med L M Ericsson i Mölndal och SRA. Pension 1989?

⁸¹ Rolf Helgodt, f. 1926, radaringenjör. Efter civilingenjörsexamen från Chalmers 1949 genomgick Helgodt militärtjänstgöring med placering vid flygförvaltningens flygradarlab där han anställdes 1950. Projektledare för nattjaktradar PS-42. Anställdes 1956 vid Saab datorlab för arbete med framtagning av datamaskin SARA (BESK-kopia), simulering bl a av höjdstyrningen i fpl 35 inkluderande flygföraren. Senare verksam vid TUAB från 1964 med matematiskt underlag för STRIL 60, SATT 1966 Optisk utrustning, 1972 AGA Geotronics optiska komponenter och utrustningar, 1976–92 FOA Stockholm och Linköping med optik- och systemtillämpningar bl a med nytt ubåtsjaksystem för trånga vatten.

de ju Norden-siktet under kriget och Jönköping tryckte väl på. Vi simulerade tillsammans med professor Zachrisson⁸² uppe i Stockholm. Jag visade att det inte var någon mening med stöttesignalerna, och det gör att jag gärna skulle vilja veta vad det blev av DA-siktet?

Gunnar Lindqvist: Saab hade väl ambitionen att tränga in i avioniken och dit har de nått nu. Men nu ska vi gå vidare. Ulf, var du med vid utprovningen av 35 Bertil och David?

Ulf Frieberg:⁸³ Nej, ingenting.

Gunnar Lindqvist: Nej, nej, däremot har vi fått ett skriftligt papper från Fritz Hjelte⁸⁴ som var med i en teorigrupp. Han skrev att det här var ett väldigt svårt system, det här med direkthanfall och radarn och siktet tillsammans. Flera har varit inne på svårigheterna med att anfalla ett mål direkt från sidan, med nittio graders kursskillnad mellan målet och jaktflygplanet.

Om man tittar på fartförhållandet, säg att båda flygplanen flyger ungefär med mach-tal ett, drygt trehundra meter per sekund, och att sedan roboten eller jaktraketerna far iväg med ytterligare mach två, blir förhållande att målet rör sig en tredjedel av skjutavståndet. Skjuter du på tusen meters avstånd måste du hålla trehundra meter framför målet. Om man kommer rakt från sidan blir det stora vinkelhastigheter på antennen, och det är väldigt viktigt att antennen kan mäta dessa vinkelhastigheter rätt med det brus som fanns. Det var detta som de här stöttesignalerna skulle hjälpa upp, att man skulle kunna göra någon slags filter på det viset. Men nu vet jag inte om stöttesignalerna kom med eller inte.

Jo, men det gjorde de alltså. Man gjorde en treaxlig antenn för att det här skulle underlättas. Man hade en rollgimbal som gjorde att man ställde in rollplanet så att man fick en väldigt liten höjdvinkel på antennen, men en stor sidvinkel, och det förenklade väldigt mycket av beräkningsförloppet. Visst blev det ett direkthanfallsikte. Det är inte säkert att anfall framifrån var svårare än direkt från sidan. När det gäller geometrin menade Fritz Hjelte, som hade granskat detta teoretiskt, att systemet egentligen inte var så lyckat om man bara hade att lita till jaktraketer. Däremot blev nästa fall, när man hade robotarna, en helt annan sak för då räckte noggrannheten, de kunde ju suga in sig själva mot målet.

Rolf Helgodt: Vi hade en felteori på det.

Gunnar Lindqvist. Hur många här är det som har flugit 35 Bertil eller David? Nå, vad tyckte du?

⁸² Lars-Erik Zachrisson, matematiker, professor i optimeringslära och systemteori vid KTH. Efter civilingenjörsexamen i teknisk fysik från KTH anställdes Zachrisson 1946 vid FOA för arbete med robotstyrning och gick 1955 över till Saab för arbete med R-system. 1963 chef för FOA grupp vid KTH för forskning och utbildning i optimeringslära och systemteori, 1969 professor vid KTH. Zachrisson startade med bland andra Germund Dahlquist Institutet för Tillämpad Matematik. Han formulerade 1946, med patent 1947, syftbäringsprincipen för styrning/navigering oberoende av amerikanen Yuan's 1948 publicerade upptäckt 1943 av "proportional navigation". Inom operationsanalysen uppfann Zachrisson teorin för Markov-spel.

⁸³ Ulf Frieberg, f. 1932, provflygare. Efter officersexamen anställdes han 1958 som provflygare på Saab för att avsluta utprovningen av Lansen. Frieberg blev därefter provflygare för elektroniksystemen i AJ 37 Viggen och sedan ansvarig projektprovflygare för JA 37. I den egenskapen genomförde han den 15 december 1975 den första provflygningen med prototypen JA 37-8. Lämnade projektet 1979 för att under ett drygt år arbeta vid Boeing i Seattle, USA, och blev vid återkomsten till Sverige flygsäkerhetschef vid Saab där han blev kvar till pensioneringen 1992.

⁸⁴ Fritz Hjelte, f. 1926, flygingenjör, professor i flygteknik vid KTH 1972–91. Efter teknologie licentiatexamen från KTH innehade Hjelte olika befattningar vid flygförvaltningen och FMV, var bland annat chef för flygelektrobyrån och avdelningschef för flygmaterieförvaltningens planeringsavdelning 1966–72. Utnämndes 1972 till professor i flygteknik vid KTH där han stannade till pensioneringen 1991.

Göran Kaijser: Direktanfall med jaktrakter var nog en flopp. Ibland gick det så bra att man kunde tro att de hade träffat, men ofta var det tveksamt, det är min uppfattning också. Beträffande siktet var uppspelningen av radarbilden uppe i synfältet faktiskt en innovation, men jag upplevde att man ändå tittade ned ganska ofta. Du har ju själv flugit?

Gunnar Lindqvist: Jo, jag har några hundra timmar men ingen stor erfarenhet. Vi har inte talat så mycket om motmedel och anti-motmedel. Det fanns vissa kretsar som man kunde tillgripa för att klara sig om man fick störning i det här flygplanet, men vi kanske inte skall gå vidare in på detta. Men när vi sedan fick Robot 24 blev det klart ett litet begränsat direktanfall eftersom man måste in i baksektorn, eftersom roboten krävde att man skulle ta flygmålet bakifrån. Vi kanske ska lämna det här flygplanet. Är det någon i auditoriet i övrigt som har någonting att säga om 35 Bertil och David med PS-03?

Jörgen Nilsson: Gunnar, beträffande radarn PS-03 tycker jag att man ska nämna att den hade arbetsnamnet LAX, Lill-Axel. Acek Axelsson satte redan då sin prägel på verksamheten.

Gunnar Lindqvist: Och nu ska vi gå över till Stor-Axel, alltså PS-01 och PS-011.⁸⁵ J 35F var det första allvädersjaktplanet vi hade med både radar- och IR-robotar. Det var på sin tid det mest kvalificerade jaktflygplanet tillverkat i Europa, och det byggde väldigt mycket på 35 David-systemet. Men i och med att man införde de nya robotarna blev det ett helt nytt beväpningssystem och det bestod i stort sett av PS-01, en ny version av Sikte 7 och sedan IR-spanare 71N. Sedan fanns det ett antal robotapparater, jag tror att de var sex. Sedan var det tre robotar: först var det Robot 327,⁸⁶ som kom att kallas 27, en radarjaktrobot, och sedan 328⁸⁷ som var en IR-jaktrobot och sedan 324. Vitsen med 27:an och 28:an var att de kunde skjutas i direktanfall, vilket krävde att man slavade ut målsökarna så att de kunde låsa på målet. Sidewinder tittade däremot bara rakt fram, man måste sikta direkt på målet i flygplanets längdriktning. Det gjorde att man kunde utföra direktanfall med Robot 27 och Robot 28. Sedan fanns det naturligtvis jaktrakter.

Jag hade hoppats att Sten Flodin⁸⁸ skulle vara här och redogöra lite om hur vi fick tag i dessa robotar, men jag ska försöka säga vad jag tror att han hade sagt om han varit här. Ni får ursäkta men ni får höra lite på mig ett tag också. Det fanns en överenskommelse om teknikutbyte mellan USA och Sverige redan på femtiotalet. Sverige hade ett eget robotprogram där man undersökte möjligheterna och tog fram provobjekt för luft-till-luft,

⁸⁵ PS-01/A (Fpl 35F) Spanings och siktesradar på X-bandet (mot luftmål och viss kartritning. Egenutveckling KFF/LME. Uppbyggnad som PS-03/A. Anpassad för RB27 och RB28. Med parabol/cassegrainantenn 45 cm diam. Magnetronsändare 200 kW. Pulslängd 0,5 us, prf ca 2000 Hz, Frekvens-, avstånds- och riktningsinfo för RB27 och RB28. B-skop med tratt (visir).

⁸⁶ Robot 327, senare Rb 27, semiaktiv radarjaktrobot med radarzonrör, stridsdel "continuos rod", Falcon-robot ur GAR-serien utvecklad av Hughes Aircraft Co USA och licenstillverkad i Sverige av en företagskonstellation med Saab som huvudleverantör. Roboten som ingick i beväpningssystem B3 för J 35F (F1, F2 och senare J), fordrade en långtgående samverkan med flygplanradarn och andra utrustningar i flygplanet. Beslut om anskaffning dec 59, första leverans till förband av J 35F 1965.

⁸⁷ Robot 328, senare Rb 28, IR-jaktrobot med passiv målsökare på 3-4 µm-området. Falcon-robot ur GAR-serien utvecklad av Hughes Aircraft Co USA och licenstillverkad i Sverige av en företagskonstellation med Saab som huvudleverantör. Beslut om anskaffning dec 59, första leverans till förband av J 35F 1965.

⁸⁸ Sten Flodin, f. 1923, flygingenjör. Flygutbildning 1943, reservofficer 1946, civilingenjörsexamen från KTH 1948, FHS 1960. Anställdes 1949 som flygingenjör vid F16 och F20 innan han 1951 gick över till flygförvaltningens vapenbyrå där han blev chef 1963, biträdande flygöverdirektör 1966. Flodin var 1968–70 marknadsdirektör vid Saab. 1970–82 verksam inom Statsföretagsgruppen med bl a projektutredningar, styrelseuppdrag, samarbete ÖCB. Från 1982 fortsatt verksamhet som konsult och styrelseuppdrag inom kemiindustrin.

alltså jaktrobotar, och för luft-till-sjö, det vill säga en sjörobot som fälldes från flygplan, och det motsatta mark-till-flygplan och från fartyg-till-fartyg och så vidare. Det var ett stort program med väldigt många inblandade. Och man kan fråga sig varför man gjorde detta stora program. Antagligen var man inte särskilt optimistisk om att man skulle kunna realisera alla dessa projekt, men insåg att en viss bred kunskap måste byggas upp. Den enda som blev realiserat var väl Robot 310, tror jag, och sedan blev Robot 304 beväpning på A 32. Den jaktrobot som alla väntade på var Robot 321,⁸⁹ men ungefär 1958 kom man underfund med att man inte orkade med att ta fram de här vare sig på myndighetssidan eller inom industrin, som inte hade hunnit bygga upp några större resurser. Dessutom började man förstå att det var ganska stora kostnader inblandade. Robotbyrån trodde nog inte att man skulle realisera alla i form av serietillverkning, utan bara några.

Men det blev ingen jaktrobot. Souschefen för flygförvaltningen, jag tror det var Torsten Rapp, åkte över 1958 och fick tillstånd från alla berörda departement att köpa Robot 24, som alltså är Sidewinder 9A. De levererade ganska snabbt ett antal tusen robotar. Men det fanns en motsatt uppfattning inom USA: US Navy ville inte sälja Sidewinder till Sverige. Men övriga myndigheter körde över US Navy, det vill säga State Department, Defence Department och US Air Force. När vi sedan skulle skaffa in Falcon-robotarna 1959 tog det längre tid, tre år, innan vi fick tillstånd.

Orsaken var att många inte ansåg svenskarna vara tillräckligt rumsrena, man litade inte på Sverige helt och hållet. Sverige hade inte gått med i NATO utan var så kallat neutralt. En annan sak som framkom var att US Navy hade en särställning när det gällde policyfrågor. De hade ofta agerat som ett andra State Department. På segelfartygens tid var det US Navy som åkte runt och talade med andra nationer, bland annat med Japan för att få ett handelsutbyte. Navy var alltid lite bångstyriga. Men när vi hade kommit överens med State Department om att köpa fick de ge med sig. Och när de väl hade fått order uppifrån var de väldigt bra att ha att göra med. Vi fick de robotar vi skulle ha.

Men vi började jobba, vi samarbetade med Hughes och jobbade faktiskt utan att ha fullt tillstånd. Varför gjorde man det? Det kan verka ansvarslost, men på den tiden gick utvecklingen av krigsmateriel väldigt fort i motsats till idag. Man hade inte tid att vänta utan man måste se till att man fick grejorna medan de var moderna, det var därför man tog chansen. Man var ganska avtalslös men så småningom gav sig State Department. Jag tror att inte heller UD i Sverige var alltför förtjust till en början. Summan av kardemumman var alltså att vi fick köpa de här Falcon-robotarna. Och det fanns fem versioner av Falcon, de kallades Guided Air Rockets – GAR 1, 2, 3, 4 och 11. GAR 1 var en radarjaktrobot, GAR 2 var en IR-jaktrobot på en mikrometers våglängd, GAR 3 var en lite större radarrobot och GAR 4 en IR-robot på tre eller fyra mikrometers våglängd. Sedan fanns GAR 11 som hade ett kärnstridshuvud i sig, men det skulle vi inte ha. Vi tyckte inte att GAR 1 och GAR 3 verkade träffa målet så exakt, utan att man måste ha större kraft i stridsdelen. Och vi tog GAR 11, plockade ut atombomben som den hade i sig och satte in ett konventionellt stridshuvud. Detta innebar att man måste göra om zonröret.

Inte heller tyckte vi att GAR 2 var speciellt bra eftersom den arbetade på en mikrometers våglängd. Med GAR 4 skulle det bli för stora kostnader. Det vi gjorde var att hugga av robotarna på mitten, hugga av 2:an och 4:an på mitten, och sedan satte vi målsökaren från 4:an på 2:an. Det blev en helt ny IR-robot som vi köpte. Hughes kallade robotarna för HM-55, vilken också såldes till Schweiz, och HM-58. Men hos oss kallades de 27 och 28. Det fanns också en överenskommelse att amerikanerna skulle få ta del av den här utvecklingen, vilket inte var orimligt. Och de tillverkade faktiskt Robot 27 och Robot 28 för eget bruk. Men detta var ganska unikt, det var inte många NATO-länder

⁸⁹ Robot 321, tidigt svenskt jaktrobotprojekt startat i slutet på 40-talet. Avbröts 1960/61 på grund av resursbrist efter att ha nått flygutprovningssfasen.

som fick det här. Detta är vad jag tror att Sten Flodin skulle ha sagt om han varit här, han var lite mer initierad.

Jörgen, vad var de stora problemen med att införa de här robotarna? Det blev en helt annan integration mellan framförallt radarjaktroboten och radarn.

Jörgen Nilsson: Ja, det var det faktiskt. Det var ganska många problem och utmaningar. För att ta dem något i tur och ordning krävdes det till att börja med en radar som hade högre uteffekt eftersom det krävdes lite större upptäcktsavstånd, lite längre följavstånd och så vidare. I Lill-Axel hade vi haft en sändare som gav 40–50 kilowatt, och det visade sig att det gick relativt lätt att konstruera om sändaren och sätta in en magnetron som var på 200 kilowatt. Ibland ser man siffran 250 kilowatt, det var någonstans i den trakten. I princip bibehöll man samma uppbyggnad som i 35D med PS-03.

Det var en apparatenhet och sedan blev det en massa smålådor och en antennenhet som satt fast i flygplanet med tre axlar. I denna krävdes ingen stor noggrannhet i vinkel, man kunde acceptera lite större vinkelfel vilket underlättade livet för både radar och radom. Vi var dock väldigt angelägna om att vi inte skulle få mer vinkelfel än nödvändigt på grund av pitotröret, och vi lyckades övertyga Saab och FMV eller KFF att man skulle se om inte det gick att använda ett mindre pitot-rör, vilket gick så småningom. Radomen optimerades mera för transmission, man kunde acceptera lite vinkelfel. Sköt man en robot skulle den själv klara av att leta sig fram till målet.

Sedan skulle radarn jobba ihop med ett nytt sikte som fick beteckningen Sikte 7B, det utvecklades av Saab som en fortsättning av sikte 7A. Men där gjorde vi ändringen att radarn blev mera en komplett radar som innehöll avståndssystem och allting, det blev något enklare så. Sedan krävdes av dessa robotar att de skulle inriktas, när man skulle företa ett direktanfall skulle robotens målsökare inriktas. När den sköts ut från flygplanet skulle den se målet, vilket den normalt inte kunde när den hängde under flygplanet. Och för detta krävdes en speciell elektronikenhet, 005, som transformerade om radarns riktningsscosinusar till robotens målföljare så att de pekade åt samma håll som radarantennen. Sedan krävdes att den semiaktiva robotens avståndslucka skulle kunna hitta och följa målet. Men radarn måste först tala om för roboten var avståndsluckan skulle sättas för att den skulle komma ut från flygplanet och låsa direkt. För det krävdes en elektronikenhet och den gick under beteckningen 006.

Den tredje grejen var att roboten skulle få reda på radarns frekvens och utnyttja det reflekterade ekot. Och för detta hade vi ytterligare en enhet som skulle se till att robotens radarmottagare ställdes in på rätt frekvens. Den enheten gick under beteckningen 007. Dessa tre enheter – plus en enhet som försåg då roboten med kraft, plus en enhet som preparerade roboten med hänsyn till skjutgränser, flyghöjd, roderutslag och Gud vet allt – alla dessa grejor skulle man få plats med i 35:an. De placerades ut på lite olika ställen i flygplanet, vilket innebar mer tråd, kablage, störningar och så vidare. Vi kanske ska fråga Torsten – var det fler grejor i dessa så kallade hjälppapparater?

Torsten Eriksson:⁹⁰ Ja, det var sex stycken.

Jörgen Nilsson: Ja, vi hade hand om tre och Saab hade hand om tre.

⁹⁰ Torsten Eriksson, f. 1933. Efter ingenjörsexamen från tekniskt läroverk i Stockholm 1954 genomgick Eriksson 1954–55 Arméns radarskola i Göteborg. Eriksson var 1955–60 anställd vid LM Ericssons radaravdelningar i Stockholm och Mölndal. Anställdes 1960 vid Saab där han hade olika projektledarbefattningar till pensioneringen 1998, bland annat objektledare för Sikte 7B i flygplan 35F, B3-systemet i flygplan 35F, medlem i projektgrupp JA37. Projektledare för RB11, RB04, Skyflash och medverkande i utredning om strukturering av svensk robotindustri. Under 1990-talet marknadsansvarig för Gripen i Österrike.

Torsten Eriksson: Det som Saab hade hand om var 057, logikenheten som styrde allting som skulle hända. Sedan var det en kraftenhet som försörjde roboten och så vidare innan den åkte iväg.

Jörgen Nilsson: Och så var det en parameterinställning.

Torsten Eriksson: Och så var det parametersättningen.

Gunnar Lindqvist: Hur många reläer hade ni i den där parameterinställningen? Var det den som hette 007? Enheten som preparerade roboten för olika skjutfall, hur många reläer fanns i den?

Torsten Eriksson: I själva logikenheten var det ungefär 50 reläer med sex stycken fjädergrupper på varje.

Gunnar Lindqvist: Det var dagens teknik. Torsten, hur gick det från er sida sett med samordningen med Ericsson beträffande radar och Sikte 7B?

Torsten Eriksson: Vad jag kommer ihåg så var inte det några problem egentligen. Problemen tror jag var att få själva radarn att fungera, som Jörgen sade. Men det var definitivt en lättnad att den inbyggd i radarn hade sitt eget avståndssystem som vi bara kopierade.

Gunnar Lindqvist: Det var en lättnad.

Torsten Eriksson: Sedan var vi lite rädda eftersom erfarenheterna på Saab från 35 David var att det var väldigt besvärligt att få flygplanen genom kontrollfunktionen, Takt 16 som den hette. Och det var då som vi tog ett initiativ tillsammans med Ericsson och FFKI att börja titta på någonting som vi kallade den totala kontrollkedjan. Tidigare hade varje företag kontrollerat sin apparat ned till absolut minsta signal. Sedan satte man in dem i flygplanet och ungefär samma människor mätte precis samma saker igen. Det innebar att en 35 David tog ungefär tre-fyra veckor att få igenom eftersom det alltid hände någonting. Detta gjorde vi om, tillsammans med företagen ändrade vi detta till ett systemtest och det var väl det som sedan slog igenom i de här testbussarna. På det viset kunde vi få ned genomloppet till ungefär en vecka för 35 Filip. När det hade kommit så långt var det nog inga större problem.

Gunnar Lindqvist: Har Lennart Alfredsson något att säga?

Lennart Alfredsson: Nej, jag var inte med på 35-produktionen överhuvudtaget.

Gunnar Lindqvist: Var du inte det? Men vi bytte alltså till ett annat indikatorrör.

Lennart Alfredsson: Ja, det fordrades lite mer symboler på skärmen för att göra alla de här finesserna.

Gunnar Lindqvist: Var det inte för att man bättre skulle klara av störfallet som man gick till den indikatorn, jag har för mig det i alla fall. För det var på Hughes förslag som vi bytte indikator.

Lennart Alfredsson: Det kan jag förstå.

Gunnar Lindqvist: Det fanns ett antal motmedelfaciliteter på IR-spanaren, men vi kan inte gå in på dem direkt här kanske. Men för att organisera det här beväpningssystemet hade vi något som är väldigt fint idag, nämligen IPL, Integrerad Projektledning mellan kunden och leverantören. Det är något som var väldigt fullt för några år sedan men som nu har blivit populärt igen från politiska sidan. Det går i vågor hela tiden och det är svårt att hänga med den politiska sidan när det gäller kontraktmetoder.

Göran Kaijser, hur gick det med robotarna? De skulle ju dessutom licenstillverkas i Sverige?

Göran Kaijser: Det fanns en förhistoria till Robot 27 och 28 som hette Robot 340 och 341,⁹¹ men som var före min tid. En av dem står staty i Vidsel. Jag vet egentligen inte mycket mer, jag tror inte ens att det byggdes flygande prototyper. Men arbetet avbröts såvitt jag vet när man fick klartecken att köpa Robot 27 och 28, som provades ut under den här perioden i början av sextioalet. De första exemplaren var tillverkade i USA, men sedan överfördes det till licenstillverkning i Sverige på ett antal svenska industrier. Och det får man väl säga gick bra. Det blev en del svårigheter med tum och millimeter, men totalt lyckades det bra.

Som exempel kan jag nämna att robotmotorerna till Robot 27 som byggdes eller tillverkades i Bofors. De hade till att börja med tre års garanterad livslängd, men dessa motorer användes fortfarande idag och är nu mellan trettiofem och fyrtio år gamla. Varför var det så stor skillnad mellan den prognostiserade livslängden, som i verkligheten var längre än den garanterade, och den verkliga? Det beror mycket på att vi förvarar robotarna på ett väldigt bra sätt med liten variation i temperatur. Och framförallt hänger de inte under flygplan. Idag är de startraketer till Robot 06.⁹²

Skjutproven började med att man sköt de amerikanska robotarna. Sedan övergick man till att skjuta svensktillverkade robotar. Och det upptäcktes naturligtvis ett och annat fel, men i stort sett gick det bra. Exempelvis sköt vi mot ett mål på 18 kilometers höjd och upptäckte problem med Robot 28:s målsökare, som kylades med argongas som expanderade och gav en kyleffekt. Men på hög höjd blev argongasen ledande vilket innebar att det i princip blev kortslutning i målsökaren. Man fick avleda gasen på ett annat sätt, isolera den på ett annat sätt. Vissa saker upptäcktes under proven. Det var en händelserik period. Som jag upplevde det var det ett väldigt gott samarbete mellan HAC, Saab, Ericsson och KFF.

Gunnar Lindqvist: Av stor betydelse var dessutom RFN.⁹³ De imponerade väldigt mycket på amerikanerna, som inte hade kunnat drömma om att man skulle kunna åstadkomma sådana provresultat med så lite folk som vi hade. Men det gick.

⁹¹ Utrednings- och projekteringsarbete beträffande en svenskutvecklad jaktrobot bedrevs från andra hälften av 1950-talet i samband med olika utredningar om ”flygplan efter fpl 35” (vilka i december 1962 resulterade i beslutet att utveckla flygplan 37). Detta gällde från början en jaktrobot mot mål på såväl höga som låga höjder, vilket senare uppdelades i två versioner, en semiaktiv radarrobot 340 för bekämpning av överljudsflygplan med M=2 under framifrånfall och en IR-robot 341 för bekämpning av attackfpl med låg överljudsfart på låg höjd under bakifrånfall. Projektet avbröts i november 1960. Beslut om anskaffning av Falconrobotarna 327 och 328 för J 35F hade tagits ett år tidigare.

⁹² Robot 06 (b 06), fjärrstyrt amerikanskt förarlöst flygplan (drone) Beech 1089 (MQM-107A), som började tillverkas 1975. Används som målflygplan vid RFN Vidsel bl a vid utprovning och verifiering av jaktrobotar. Fart 370–926 km/tim, kan göra branta svängar och kan flyga på mycket låg höjd. Start med startraket, landning medelst fallskärmar.

⁹³ Robotförsöksplats Norr (RFN), flygvapnets försöksplats i Vidsel i Norrland, etablerad 1958.

Göran Kaijser: Jag kan väl säga också gå tillbaka något till PS-03. Det gjordes ju skjutprov med jaktraketerna, man sköt mot bogserade pilmål och man kom faktiskt i närheten av målet. Så visst gick det.

Gunnar Lindqvist: Du nämnde Robot 340 och 341 som är en egen saga. Men bland annat på grund av att vi köpte Falcon-robotarna lade man ned 340 och 341. Sedan kan man diskutera hur bra de var.

Men jag skulle vilja höra Ulf, vad har du för erfarenheter från utprovningen?

Ulf Frieberg: Det fanns en ren grundutprovning som FC⁹⁴ hade gjort på radarn när vi kom in från Saabs sida. Vi började skjuta robotar, som var en huvuddel utav vår verksamhet. I huvudsak var vi två stycken, Jon Ertzgaard⁹⁵ och jag, och vi kom raskt underfund med att det fanns väldigt stora problem i vissa avseenden. Men vi måste komma ihåg att det här var ett jättebra jaktflygplan för sin tid. Man hade en radar som fungerade som den var tänkt och man hade sitt skop med lite efterlysning, som man i och för sig tittade på genom en strut i och för sig – man måste verkligen lita på sin rotetvåa.

Det stora problemet tyckte vi var lådorna med reläer som bestämde logiken. De gjorde att ändringar blev problematiska, vi tillsammans fick väl ihop till tio ändringar på logiken genom störsystem och grundsystem, medan det senare gjordes tiotusen ändringar på motsvarande utveckling av JA 37. Det var ett problem. Problemen bestod inte så mycket av att se målet och den delen, utan det var förfarandet att ta hand om det hela och snabbt göra ändringar. Till exempel bara en sådan liten sak som att om radarn låste upp skulle man hitta målet igen. Man tryckte ned en liten knapp på sin lilla spak, och poff stack antennen iväg upp och dit där radarhandtaget stod. Sedan skulle man leta på hela vägen igen ned till där målet var. Och det var alltså lektion nummer ett för JA 37. Jag gjorde reservövningar på en flottilj där Bernt Olsson var flygchef. Han var mycket inspirerande och jag förde en hemlig lista, vid sidan av allt annat, över sådant som var tokigt på 35 Filip och som sedan kom in i JA 37. Men alltihopa gick ut på att det fanns oerhört mycket som kunde bli mycket bättre med ett annat grundsystem.

Gunnar Lindqvist: Med ett annat grundsystem?

Ulf Frieberg: Med ett digitalt system där man kunde göra justeringar efterhand.

Gunnar Lindqvist: Jo, det är klart. Men det fanns ju inte på den tiden.

Ulf Frieberg: Det fanns inte, utan man hade någonting som hette störkurser. Och det var väl ett par tre veckor under vilka en grupp människor samlades och sedan gjorde man

⁹⁴ Försökscentralen (FC), flygvapnets enhet i Malmslätt för utprovning av flygplan och flygmateriel. FC bildades 1933 med uppdrag att genomföra leveranskontroll av flygplan och expanderade i takt med flygvapnets expansion till en personalstyrka som under andra världskriget omfattade drygt femhundra personer. 1974 överfördes FC till FMV. En viktig del av uppdraget har alltid varit att medverka i utvecklingen av svenska stridsplan i nära samarbete med industrin.

⁹⁵ Jon Ertzgaard, f. 1933, norsk provflygare. Anställdes 1955 vid det norska luftförsvaret som jakt- och fotospaningspilot och instrumentflygningsinstruktör och provflygare med utbildning i Kanada och USA. Ertzgaard rekryterades 1962 till Saab i Linköping som chefsprojektprovflygare och projektprovansvarig (J35 F, AJ 37, RB 06 manuellt styrd robot, m fl). 1970 linjepilot och instruktör vid SAS, intern olycks/tillbudsutredare, chefpilot för Projekt- och Utvecklingsavdelningen, ordf i gemensamt Airbus/kundteam för specifiering av Cockpit Integration för A310 och A320. 1993–1995 Saab provflygare och biträdande projektledare för SAAB 2000. Från 1998 AVTECH Sweden seniorkonsult och medverkande i ett antal EU- och EUROCONTROL-projekt samt är expertutvärderare för ansökningar till EU-kommissionens flygprojekt.

störutbildning. Man kom ihåg det där i fjorton dagar eller en månad, det var väldigt svårt att komma ihåg.

Gunnar Lindqvist: Ja, problemen var egentligen markekon vad jag förstår.

Ulf Frieberg: Förlåt?

Gunnar Lindqvist: När man sedan började prioritera låghöjds mål med störning blev det problem. Hur var det, har du något betyg? Var det alldeles för svårt för en förare eller var det hanterbart?

Ulf Frieberg: Enligt dagens norm var det åt helvete för svårt. Men för den tidens norm var det ett bra system, det råder det ingen tvekan om. I det här att inse att man inte kan klistra en cockpit full med en massa boxar låg vi långt före, titta ned i en Tornado eller motsvarande, där är det bara boxar med knappar överallt. Detta var man på väg bort från redan på 35 Filip och sedan tog man ett jättekiv framåt med JA 37. Störsidan var ett problem, det kunde man inte tala högt om på den tiden, men det kan vi göra nu och den var under all kritik. Det var inte acceptabelt.

Gunnar Lindqvist: Om fienden jävlades för mycket med störning var det väldigt svårt.

Göran Hawée: Vilken tidsepok pratar du om nu? Är vi inne på sjuttioalet med Filip-systemet?

Ulf Frieberg: Nu måste jag tänka efter. När var det vi sköt i Norrland?

Gunnar Lindqvist: 1965 avslutades programmet, vid midsommar. Markekona var som sagt ett problem och vi försökte med något som hette ”coherent on receive”.

Jörgen Nilsson: Nej, det provade vi inte.

Gunnar Lindqvist: Provade vi inte det? Vad var det då?

Jörgen Nilsson: Vi provade klotterrefererad AMTI.

Gunnar Lindqvist: Men det blev inte bra det heller.

Jörgen Nilsson: Men vi gjorde en viktig sak, vi satte in en annan antenn. Det var just för att vi skulle komma ifrån det så kallade höjdekot. Antennen hade ett antal sidolober av vilka en råkade pekade rakt ned om man hade antennen riktad rakt fram. Och det var det så kallade höjdekot, och det läste man på ibland om man inte var riktigt observant. Men i och med att vi gjorde om antennen till en cassegrainantenn med betydligt bättre prestanda blev höjdekot inte lika kraftigt länge, och man kunde krypa lite längre ned i höjd.

Gunnar Lindqvist: Sedan var det vid den här tiden en ganska snabb omsättningstakt av de system som vi tog fram. Vi lämnade över systemen till förbanden som återmatade oss med sina erfarenheter. Men det här systemet användes under en väldigt lång tid och det var en man på F 16 som kom på en del slundriga saker. Om Göran Hawée kunde berätta lite om det vore jag tacksam.

Göran Hawée: Anledningen till att jag frågade om årtalet var att jag inte upplevde att störningen kom in i bilden på PS-01 förrän under sjuttioalet, i alla fall inte i den utsträckning som gjorde att piloterna tyckte sig vara väldigt störda av den. Men när vi fick 35 Filip till flottiljen omkring 1976–77 hade de redan varit i drift ett tag – vi fick inte de med IR-spanare utan bara de med radarn – och allt fungerade bra. Kanske var barnsjukdomarna borta. Men jag tycker inte att man hade gjort speciellt mycket för att kunna komma undan störning. I en krigssituation kunde man exempelvis välja mellan fem olika robotfrekvenser separerade med 25 megahertz. Man kunde jättra PRF:en i fyra intervaller, man hade ett avståndssystem som kunde välja att följa på både fram- och bakkant oberoende av varandra vilket gjorde att remsstörningar egentligen inte var något problem om man inte höll sig upp mot tvärsektorn.

Siktet var så fint hopkommet att piloten egentligen bara behövde låsa på målet, sedan fick han all information på indikatorn. Den talade också om när han skulle avfyra och trycka in knappen, alla prepareringar skedde automatiskt. Som jag och piloterna upplevde det var det ett väldigt bra system. Om det inte hade varit för störningarna. Låghöjdsproblemen blev bättre med den nya antennen men under tretusen meter fanns det fortfarande krafs kvar, framförallt från sidoloberna och ”andra gången om” problem när huvudloben gick i marken. Sedan fanns det en falang inom radarbyrån vid materielverket som höll på med störning. Och Ericsson, som hade konstruerat radarn, tog fram en storkapsel på uppdrag av materielverket, och det var Nils-Arne Nilsson som var drivande i det.

När vi kommer in på slutet av sjuttioalet hade det börjat trassla till sig ordentligt för piloterna, systemet räckte in till längre. Och det visade sig inte minst i samband med den här störutbildningen, som du pratade om och som varade i en vecka, när det kom målflyg J 32B med Petruskapslar⁹⁶ hängandes ut på förbanden. Man fick köra mot de olika störformerna. De första dagarna körde man enkelt med störformer var för sig, men allteftersom veckan gick försvårade man hela tiden. I slutet av veckan var systemet i stort sett helt ute. Som Acke sade hade vi en mycket förnämlig skvallerbytta i övningsrobot 27. Det var en skarp målsökare plus hela elektronikdelen. Sedan hade man en registreringsenhet som registrerade upp till trettio kanaler. Och där kunde man se både hur systemet fungerade och hur piloten hade flugit in i minsta detalj. Dessutom kunde man se hur träffsannolikheten blev eftersom roboten satt kvar efter avfyrningen, samtidigt som man släppte fri målsökaren i fem sekunder. Man såg hur den följde på målet eller om den gick på störning eller var den tog vägen.

De här utvärderingarna visade sedan i slutet av en sådan störutbildningsvecka att det blev noll – ingen eller liten träffsannolikhet kunde bedömas. Piloterna var alldeles förtvivlade. Och det var liksom där som jag kom in i bilden. Detta hade säkert redan framförts till materielverket genom flygstaben, men 35-systemet var på väg ut och JA 37 på väg in, och av någon anledning fick man inte gehör för problemen. Jag började titta lite på detta och kunde konstatera att det fanns en hel del bra saker inbyggda i radarn som kunde utnyttjas. Hösten 1979 lämnade jag in det första förslaget och ganska snart så var Karl-Erik Klarby⁹⁷ på plats på F 16. Nils-Arne Nilsson⁹⁸ tyckte att vi skulle prova det och

⁹⁶ Kapsel Petrus, flygplanburen störsändare för att öva förare i egna flygplan och operatörer av luftvärnssystem (mark och fartyg) att hantera möjlig fientlig störning av radarstationer och siktessystem. Första bärrflygplanet var J32 E i början på 1970-talet där en operatör i baksitsen interaktivt manövrerade Petrus och samverkande annan övningsutrustning, beroende på vilka motåtgärder som egna förare och operatörer vidtog. Ett med hänsyn till hotutvecklingen och nya egna fpl- och andra systems egenskaper modifierat utförande, Petrus Ny, infördes i 32 E i mitten på 1980-talet. En särskild variant för övning av JA 37 tillkom senare.

⁹⁷ Karl-Erik Klarby, f. 1918, radaringenjör. Utbildad till radiotelegrafist vid KA1 i Vaxholm 1936 senare även idrottsunderofficer, flaggtelemästare, stationering också vid KA2 Karlskrona och KA4H Härnösand samt Kastellholmen Stockholm. Klarby anställdes 1955 vid flygförvaltningens elektroavdelnings radarbyrå,

efter två år hade vi provat det mot en radar som var uppsatt på FC nere i Linköping. Vi hade ett modifieringsförslag framme som innebar att radarn inte i princip inte brydde sig om störningarna längre, alla de störningar som Petrus kunde ge.

Gunnar Lindqvist: Ja, vi tackar för det. Och vi hade väl lärt oss den här läxan sedan vad gäller nästa flygplan. Det går inte bara att lämna över någonting utan man måste beakta de erfarenheter som man inte hinner skaffa sig under utprovningen. Det var viktigt.

Men nu ska vi gå över till PS-37, alltså radarn i AJ 37. Det var ett attackplan och den radar fanns dessutom i en annan form i SH 37. Det var alltså ett attackflygplan och ett spaningsflygplan och det fanns en central dator. Sedan hade vi något nytt som kallades siktlinjesindikator,⁹⁹ men i övrigt var det i stort sett analog utrustning. Man har skrivit mycket om det här flygplanet och dess ekonomi, men som ett kuriosum kan jag nämna att vi vid ett tillfälle kunde tala om för departementet att vi kunde utöka en beställning på 175 flygplan till 185 eftersom vi hade pengar över. Detta som en liten kontrast till alla sagor om explosiva kostnadsökningar. Men vi fick faktiskt bara beställa fem, resten av pengarna snodde departementet. Men vad var utmaningen? Jag skulle vilka höra Kjell tala lite om det. Men vi måste försöka klara av det på några minuter eftersom vi har blivit trängda i tiden.

Kjell Tibemo: Det var att flygplanets användningsprofil blev annorlunda och att behovet av störskydd måste styra tekniken på helt annat sätt.

Gunnar Lindqvist: Ja, det var kort. Och vad skulle radarn användas till?

Kjell Tibemo: Vapenalternativen var bomber och det var raketer.

Gunnar Lindqvist. Man skulle framförallt använda den för att spana, men även för att fyra av Robot 04E under alla ljus- och väderförhållanden. Sedan var det viktigt med avståndsmätning mot markmål och det kunde man göra eftersom det var en monopulsradar. Kartritning var också något man ville ha över land. En sak som vi diskuterade mycket var terrängföljning och vi åkte även utomlands och tittade på vad man gjorde i England, Frankrike och Amerika. Men vi införde det aldrig eftersom terrängen inte är speciellt brant inom svenskt operationsområde. Jörgen, vad var det som var märkvärdigt med den här radarn?

flygradarsektionen bland annat som projektledare för PS-02 och medverkande i projekten PS-01 och PS-46 samt chef FMV Driftvärn.

⁹⁸ Nils-Arne Nilsson, 1923–96, radaringenjör. Efter tjänst som radiotelegrafist i Handelsflottan och ingenjörutbildning anställd vid KFF Radarbyrås Utvecklingslab 1955, där han konstruerade och byggde enheter i funktionsmodeller eller prototyper för flygradarstationer (ex modulatorer) som togs fram på labbet, senare ansvarig för utveckling och anskaffning av mikrovågskomponenter (antennor, matare, radomer m m) och medverkande i förvaltningens styrning och uppföljning av olika flygradarprojekt vid industrin samt uppföljning av förbandserfarenheter. FMV projektledare och drivande för framtagningen av övningsstörkapseln PETRUS vid Ericsson och SRA.

⁹⁹ Siktlinjesindikator (SI), elektronisk-mekanisk-optisk anordning där en bild från ett litet men mycket ljusstarkt katodstrålerör via kollimerande optik och ett spegelarrangemang projiceras på en halvgenomsiktig spegel placerad i förarens siktlinje. Flygföraren kan därigenom få information och styr signaler av olika slag från elektroniksystemet presenterade överlagrade på omgivningen framför flygplanet. Under kritiska lägen som lågflygning, vapeninsats och landning kan föraren få nödvändig information utan att behöva titta ner på instrumentbrädans indikatorer, vilket kraftigt ökar prestationsförmåga och säkerhet. Siktlinjesindikatorer (en: Head-up Display) togs i sin ursprungliga form fram i Storbritannien under 1960-talet. Viggen hade engelsktillverkade siktlinjesindikatorer av två konventionella typer, Elliot i AJ 37 och Smiths i JA 37, medan JAS 39 fick en på helt ny teknik, bland annat holografisk teknik, baserad siktlinjesindikator, utvecklad i samarbete mellan Ericsson, Hughes Aircraft Company och FMV. Den holografiska siktlinjesindikatorn i Gripen, den första i sitt slag, hade väsentligt förbättrat synfält, genomsikt och kontrastegenskaper.

Jörgen Nilsson: För Ericsson innebar PS-37 att vi började stå på egna ben. När jag tittar i mina gamla anteckningar står det inte längre ”egenutveckling LME/KFF” utan det står bara ”egenutveckling”, ett tecken på att vi började behärska det lite. Det som var bra med ett stort flygplan var att vi kunde få in en stor antenn på 70 centimeter. Ursprungligen var det tänkt att detta skulle vara ett enhetsflygplan, tanken var att man skulle byta radar beroende på om det var attack eller jakt. Radarn skulle vara en komplett enhet, en patronradar som man skruvade fast med fyra bultar där framme. Om det blev jaktfall skulle man kunna stoppa i en ny patron.

Inriktningen, som vi upplevde det, var att radarn skulle klara både markfall och luftfall. Sedan blev det mera attackradar som skulle spana och mäta in markmål och som skulle ha en sekundär funktion mot luftmål. Man förde med sig Robot 24 ombord. Vi hade helt övergått till transistorer, det fanns inga elektronrör kvar utan den var helt transistoriserad. Man hade övergivit det här med väldigt små utbytbara enheter, man ville ha mera kompletta enheter, alla enheterna skulle innehålla en komplett funktion. Det blev lättare att prova, lättare att konstruera.

Och den fick inte väga alltför mycket heller. Den såg visserligen ut som en pansarradar men den vägde faktiskt inte mycket mer än 225 kilo eller något sådant. Det var mycket användande av magnesium, antennen gjordes i plast och vridbordet var helt nytt, tvåaxligt, hydrauldrivet – inte med kedjemotorer som vi hade haft förut utan med hydrauliska vridmotorer. Tidigare hade vi använt full hydraultryck på tvåhundra kilo ungefär, men nu gick vi ned till hundra kilo för att undvika läckor som framförallt uppträdde vid låga temperaturer vid prov i närheten av minus fyrtio grader.

Sedan skulle vi som sagt göra en monopulsradar, det hade man lärt sig. Det hade kommit ut en alldeles utmärkt bok om detta och man kände till det ganska väl. Bekymret var att man nu hade tre kanaler, summakanal och skillnader i höjd- och sidled, att överföra från antennens vridbord ned till stativet. Och det gick inte att fixa det med tre stycken vågledarskarvar. Man bestämde sig att för att sätta hela mikrovågsmottagaren på baksidan av antennen vilket gjorde att antennens vikt ökade från tio till tjugo kilo, men som väl var hade vi ett hydraulisk vridbord med ganska mycket kraft i. Det gick bra, men det var lite nervöst ett tag.

Det stora bekymret var vid flygning på mycket låg höjd, väldigt flack vinkel, då de två undre antennhornen i mataren fick in ganska mycket markekon, de två övre inte så mycket. Det var det stora problem med dynamiken i mottageriet. Det ordnade sig det också så småningom, men det krävde en hel del utvecklingsarbete. Sedan diskuterades störning väldigt mycket men mig veterligen gjorde vi inte så vansinnigt mycket där, utan vi använde oss huvudsakligen av den erfarenhet vi hade fått från 35:an.

Gunnar Lindqvist: Kan Lennart säga något?

Lennart Alfredsson: Nu börjar man komma in där jag var med i det hela. Detta var ett flygplan som måste ha en indikator med minnesfunktion, det måste ha förmågan att presentera symboler. Vi flög ganska lågt och vi hade en siktlinjesindikator och det skulle vara med stolpbanor¹⁰⁰ och sådana här saker. HAC hade föreslagit sitt alldeles nya rör som

¹⁰⁰ Stolpbana, komplex symbol som presenteras i siktlinjesindikatorn, avsedd att vara ett hjälpmedel för att flyga extremt lågt. Den består av sex olika långa vertikala stolpar som arrangerade perspektiviskt tre och tre på samma sätt som telefonstolpar på båda sidor av en landsväg. Stolparnas längd är konstant. Stolparnas topp representerar önskad flyghöjd t.ex. 25 meter. Flyger föraren för lågt ses stolparna liksom underifrån och den elektroniskt genererade horisonten skär över stolparna. Flyger föraren för högt ses stolparna ovanifrån och horisonten ligger över stolparna. Vid exakt flyghöjd kommer horisonten att ligga precis längs toppen på alla stolpar.

hette MMST, Multi Mode Storage Tube, som såvitt jag vet bara användes i 37:an.¹⁰¹ Det var ett extremt komplext rör. Vi hade alltså fyra kanoner, tre som man skrev och hade sig med och en som var en flodkanon vilket innebar att vi kunde ha ett minne. Det här är det enda system som jag sett där man faktiskt ritar målen som svarta prickar på en vit yta. Den fysikaliska mekanismen i systemet gjorde att man fick den högsta spänningen, det var sex kilovolt eller något sådant, när man skrev svart. Man fick den bästa upplösningen i systemet om man skrev svart, vilket jag inte vet om jänkarna gjorde.

Det var ett extremt komplext rör, det var massor med kompromisser i det. Vi kunde inte få ut en enda signal, inte en bit. De skickade mig till HAC, där jag tillbringade tre månader inklusive diverse andra grejor, och gick igenom varenda liten bit. Vi gjorde en matematisk modell av hur röret fungerade. Sedan satte vi in alla parametrar som vi hade mätt och mätt och mätt och mätt borta på HAC, tillsammans med partnerkompisarna där borta. Och det fordrades 200 decibel signal-brus förhållande för att överhuvudtaget få fram någonting, vilket ju självklart var fullständigt nonsens. Men vi kom underfund med vad vi skulle göra och det var lite trix här, lite trix där och sådana där saker. Vi fick faktiskt fram en fungerande lösning, men det var bra nära att det inte hade blivit något alls faktiskt. Detta var definitivt kronan på den analoga tekniken.

Gunnar Lindqvist: Tyvärr är jag tvungen att skära i programmet, men jag ber i alla fall Leif Åström att säga lite om hur man använde den här radarn.

Leif Åström:¹⁰² Det skall jag gärna göra. Om vi går tillbaka till vad Göran Tode sade för en stund sedan – jag skall inte dra 32 en gång till – men det fanns nackdelar med att inte ha radar i alla flygplan. Det innebar mycket stora nackdelar i och med att man blev bundna till varandra, att man inte fick taktiskt frihet, att man blev sårbar. Förlorade man divisionschefen var man ganska illa ute och det var inget vidare för taktikutvecklingen eller motivationen och moralen på division. Det blev ett väldigt bundet uppträdande, men det här bröts upp på ett fenomenalt sätt när 37:an kom med radar och navigeringssystem i varje flygplan. Jag vill påstå att det ganska snart togs ett taktiksprång där vi började bete oss på ett helt annat sätt, sprida ut oss i försvarsgruppering, gruppera oss på djupet och utnyttja den tankekraft som fanns hos varje förare i varje flygplan. Det var alltså inte bara ett taktiskt språng utan det var också ett motivationssprång, det blev väldigt annorlunda stämning på divisionen.

Tittar man sedan på de faktiska uppgifterna. Om vi börjar med sjömål var den ursprungligen tänkt tillsammans med 04 Erik, en autonom radarrobot. Och det man använde var en kartritningsmod, att skapa sig en bild av området och mäta in objekt, mål och liknande. Men den stora skillnaden mot tidigare flygplan var att det här [Attackviggen] var ett integrerat systemflygplan. Efter att målinmätningen var klar hanterades de inmätta parametrarna sedan av centralkalkylatorn. Det gjorde att man exempelvis med sjömålsrobot kunde behålla en väldigt bra tidssamordning av de robotar som levererades av hela divisionen om så var. Även där var det ett stort steg framåt prestandamässigt – imponerande tyckte vi som kom från 32.

¹⁰¹ Detta stämmer troligen inte. Röret fanns åtminstone i US Navy F14.

¹⁰² Leif Åström, f. 1949, stridsflygare. Efter officersexamen 1971 tjänstgjorde Åström vid F 6 i Karlsborg, först som ställföreträdande divisionschef 1972–80 och sedan med ett kortare avbrott som divisionschef 1980–93. Initierade 1987 modifieringen av Viggen till ”multirole”-flygplanet AJS 37, och var 1988–93 chef för taktikutvecklingsenheten vid F 6 med ansvar för taktik- och systemutveckling. Som ett led i detta arbete ledde han utvecklingen av lednings-, planerings- och utvärderingsverktyget FASA. Efter olika andra befattningar var Åström 2001–04 chef för Flygvapnets luftstridssimuleringscentrum vid FOI. Sedan 2004 är han verksam som oberoende konsult med uppdrag för bland annat Saab och FOI. Åström har stor flygerfarenhet av framförallt A 32 Lansen och AJS/JA 37 Viggen, men har även flugit ett stort antal andra utländska och svenska stridsplan.

Radarn räckte väl till för de räckvidder vi behövde och den var förvånansvärt lätthanterad, ofantligt mycket lättare än 32:an för att få en tillräckligt bra bild. Akilleshälen var förstås att det fortfarande var en analog radar och att den därmed var beroende av förarens förmåga för att kontra störning. Det krävdes rätt mycket träning för att lära sig hantera alla olika filter vi hade för att ta hand om olika störformer, det kom inte av sig själv utan det krävdes träning. Men där hade vi vår hemliga resurs, Gert-Olle Colbin¹⁰³ som for runt med sin störare på olika båtar och öar och var han nu ställde upp den och höll oss i en herrans tukt och förmaning. Plus Petrus – jag vill påstå att vi kom rätt så långt där. Det som var fascinerande på den sidan var att vi som jag upplevde det faktiskt hade en bra systembalans, även med Robot 15 – det säger lite om kvaliteterna i den radarn för sin tid.

Om vi kommer över till den andra delen med ostyrda vapen, bomber och raketer, hade radarn en viktig funktion såtillvida att den mätte avstånd. Och jag misstänker att det var mycket för att det var en monopulsradar som vi fick den högkvalitativa avståndsmätning som vi hade. För den var alldeles förbaskat bra på att mäta både med precision, att ha väldigt flacka dykvinklar, och att göra det väldigt snabbt. Man behövde inte ligga och mäta länge utan man fick värdena omedelbart så att kärran fällde alltså och sköt fördärvat bra, insåg vi sedan. Vi förstod nog inte hur bra den var förrän vi började flyga med utlänningarna då och då i samband med exportansatserna för Gripen. Och då fick vi ganska lustiga reaktioner av arten att ”sådär flackt kan man ju inte skjuta”. Och vid några tillfällen fick vi till och med hänga last för att visa att det gick alldeles utmärkt och att det träffade bra också. Förmodligen var vi bättre än vad vi riktigt fattade själva.

Markmod – vi hade en kartsiktningssmod även för radarbombfällning och liknande och det var väl sisådär. Generellt var det rätt svårhanterat att få en bra kartbild över mark, för vissa mål gick det bra medan andra var svårare. Men det var i alla fall tillräckligt för att man generellt skulle kunna ta en målfix och leverera. Det som var riktigt läbbigt var om man använde den till radarbombfällning, där man alltså även i sent skede tittade på målet och mätte in strax före fällning när man fick en väldigt dumpad radarlob. Och detta var en upplevelse som jag inte rekommenderar någon egentligen, att precis före fällning, när det börjar bli bråttom, plötsligt utsättas för systemstress när alla parametrar varierar i hög takt. Det var en lite intressant lösning. Men generellt var den riktigt hygglig där också.

Avslutningsvis luftmål. Den var egentligen inte någon luftmålsradar, utan det vi använde var kartritningsmoden för att skapa oss en bild av luftläget. Mer än så kunde man inte göra, och det gav ganska hög arbetsbelastning åt föraren. Men den gav i alla fall det. Fascinerande nog gav den även riktigt bra avståndsmätmöjligheter, det var radarn bra på även mot luftmål, för robotskott höll den fortfarande. Och den var i alla fall så pass bra så att vi ganska ofta hämtade hem underrättelser. Vi kunde smyga oss ut på incidentuppdrag och hitta bombkolonner och sådant och då och då överraska dem också, förmodligen eftersom man kanske inte lyssnade så mycket på oss som på de som vi var skickade att hämta underrättelser ifrån. Jag har fortfarande i glatt minne någon bild som vi levererade av en Backfire-kolonn på väg söderut där vi till och med lyckades komma på dem med AS-6 hängandes nere i fälläge, vilket väckte visst jubel. Den åkte in med en farlig fart när den fick syn på oss, det ville de uppenbarligen inte visa upp. Men sammantaget tycker jag att systemet höll ända fram, och som användare var det ett gott lyft både taktiskt och moralmässigt för divisionerna.

¹⁰³ Gert-Olow Colbin, f. 1929, flygofficer. Efter olika befattningar inom flygvapnet, huvudsakligen som flygnavigator, blev Colbin 1971 förvaltare av motmedel vid första flygeskaderns (E1) stab. Sedan fortsatt flygtjänst som navigator och motmedelsoperatör (bland annat med Petrus) med J 32E till pensionen 1990.

Gunnar Lindqvist: Tack, då är vi tyvärr tvungna att sluta den här punkten. Jag är väl medveten om att några som vi skulle ha hört inte kan komma till tals, men vi är mycket trängda i tiden. Jag ber Jerk Fehling att komma fram och säga någonting om hur bra de här var i förhållande till andra länders radarstationer.

Jerk Fehling:¹⁰⁴ Ja, det är ett stort område egentligen. Men vi som satt på den tekniska underrättelsesidan och tittade på alltihop, vi tittade inte bara österut utan även på väst och sedan hade vi kännedom om vår egen utveckling. I stort sett låg alla tre – öst, väst och vi själva – relativt parallellt och det gällde även elektroniken. Vad som skiljde var att ryssarna i alla fall tidigt på sextiotalen och sjuttiotalen var ganska hemliga och att vi fick följa dem via signalspaning, fotospaning och sådana saker, och med avhopparinformation. Men så småningom öppnade de upp och vi hade utbyte med dem, Sven-Olof Olson var bland annat där och tittade på deras saker. Vi fick en bild av att de i stort sett var ganska duktiga. Och ibland hade de mycket speciella lösningar.

Den stora skillnaden var egentligen att de ungefär som vi inte satsade på billigt underhåll i fredstid, utan att de ville att det skulle fungera i krigsfallet. Sedan fick underhållet bli vad det blev och kosta vad det kostade. Om jag tittar lite grann på jaktradarsidan, som jag har blivit ombedd att göra, börjar man med MiG-17, som alltså var en förbättrad variant av den ganska kända MiG-15. Där började man med att bygga in en liten bubbla i nosluftintaget, och det var alltså en liten radom, en liten antenn som man använde för avståndsmätning huvudsakligen på X-bandet.¹⁰⁵ Det var inte så lyckat eftersom det bland annat störde luftströmningen.

De hade en del problem med detta och den riktiga lösningen kom i MiG-19, där man hade ett tvåmotorigt flygplan, fortfarande med nosluftintag men där hade man ett något bättre utrymme för antennen. Den radarn gick också på X-bandet och kallades av NATO för Scan Can. Den var intressant såtillvida att den genererade en ledstråle som styrde de här första jaktrobotarna. Den medförde fyra robotar som leddes av den här ledstrålen och med X-bandet. De var relativt lätta att haka av för en jaktförare, han behövde bara svänga med omkring två och ett halvt g för att roboten skulle tappa honom. Däremot var systemet väldigt bra mot det som det var avsett för, nämligen bombflygplansmål som inte undanmanövreras så mycket. Nu är vi framme i mitten på 50-talet.

Mot slutet av femtioalet började det komma överljudjaktflygplan, och de jag tänker på är MiG-21 och SU-9. I dessa hade man som ni kanske kommer ihåg en noskon där man hade fått plats med en liten antenn. Och det var inte heller så lyckat eftersom det var begränsat utrymme. Men parallellt hade i alla fall Jakolev fattat galoppen för han byggde flygplan med ordentlig nosradom – först JAK-24 och sedan kom den hos oss ganska kända JAK-28 Fireball, där man hade fått plats med en ganska stor antenn. Fortfarande var det X-bandet som man jobbade med. Sedan hade man på MiG-21 börjat med jaktrobotar av bättre kvalitet. Det var ”Atoll”, som i princip var en plagierad Robot 24, och sedan kom den också i en semiaktiv version som kunde styras av den här lilla radarn på X-bandet. JAK-28:an hade en tyngre robot som hette ”Einab” som gick på både IR-målsökare och semiaktiv målsökare. Dessutom var flygplanet tvåsitsigt och liknande ungefär J 32 B hos oss.

¹⁰⁴ Jerk Fehling, f. 1932, teknisk underrättelseman. Studier vid KTH, flygteknisk linje, 1951–59. Under denna period deltidstjänstgöringar vid FFA och KTH Flygtekniska Laboratoriet, samt examensarbete vid SAS våren 1955. Civil flygutbildning till A-cert år 1952. Under 1956–1957 underbefälsutbildning vid Signalregementet i Solna. Anställd vid flygförvaltningen, flygplanbyråns projektsektion, 1958–62. Från hösten 1962 beräkningsingenjör vid tekniska underrättelsetjänsten (FF/UC), chef för verksamheten 1963. Stannade kvar i denna befattning i KFF och FMV-F fram till pensioneringen år 1997. Som pensionär medverkande i konferenserna Flygteknik 98 och Flygteknik 2001 samt artikelförfattare i olika ämnen, inkl en delvis självbiografisk bok ”Flygunderrättelseboken”, på eget förlag år 2007.

¹⁰⁵ X-bandet, den del av det elektromagnetiska spektrumet som sträcker sig från 7 till 12,5 gigahertz.

Om man sedan stegar vidare – och nu är vi inne i mitten på 60-talet – började man komma med lite bättre saker. Det jag syftar på är MiG-23, som i stort sett var parallell med System 37, den fanns i både jakt- och attackversion, och hade en variabel geometri. Den var enmotorig men med en mycket kraftig motor och en mycket kraftig nosradar som hette ”High Lark” och med nya jaktrobotar som kallades ”Apex”. Den besökte oss på F 17 i Kallinge 1981 och blev ganska ingående granskad av vår personal, inte minst av FC som var där och tittade. Så småningom stegade utvecklingen vidare ytterligare några steg. Efter MiG-23:an kom den idag kända MiG-29 i sin första version och även SU-27, som är ett ganska stort flygplan. Det har mycket stor kapacitet och saknar de begränsningar som MiG-29 har när det gäller till exempel räckvidd. Där hade man också en rejäl radar.

Fortfarande kunde man bara följa ett mål i taget, men så småningom förbättrades systemet. Och när man sedan stegade upp till MiG-25:ans efterträdare, MiG-31 Foxhound, hade man kommit med någon motsvarighet till vår jaktlänk. Där samspelade man med den flygburna strilstationen. Det är inget dåligt system, men det är svårt att hitta någon exakt svensk jämförelse, det finns egentligen inte. Men de lever vidare idag och vad jag hörde för någon vecka sedan fortsätter man att fila på dem. Jag vet inte riktigt var pengarna kommer ifrån, men man exporterar till kineserna och lite varstans. Den sovjetiska eller ryska flygtekniken lever vidare åtminstone på jaktsidan. Det var i stort sett vad jag tänkte berätta. Några frågor kanske?¹⁰⁶

Gunnar Lindqvist: Kan man säga att de kanske låg efter ett tag, men att de sedan speedade upp sig och kom i takt med västvärlden?

Jerk Fehling: Det beror på hur man ser det. Prestandamässigt, i den rena flygprestandan, har de aldrig legat efter utan där har de varit ledande. Däremot har vi ibland kanske tyckt att de varit lite grann i efterläge när det gäller elektronik och sådant. Men det beror också på att de hade mycket sekretess, vi har egentligen inte sett grejorna förrän de har varit ute på förband. Ibland har jag visat industrin någon sovjetisk grej och bett dem tycka till, och fått svaret att vi gjorde så där för ungefär fem, tio år sedan. Men de glömmor bort att detta var något som har funnits på förband i flera år och att de jämför med det som de har på sina labb.

Gunnar Lindqvist: Jo, men det var många här hemma som menade att de visserligen var jättebra på flygplan, men att de hade dålig elektronik. Egentligen var det nog en liten förhoppning. Man kan begripa att en som kan göra bra flygplan borde komma göra bra elektronik och robotar.

Jerk Fehling: Ur vår synvinkel hade de ganska mycket egendomliga lösningar, anpassade efter deras behov, men med ganska stora uteffekter. Det var kraftiga grejor, kan man säga.

Gunnar Lindqvist: Vi har bara en sista programpunkt kvar. Och det är vad kunden, det vill säga före detta chefen för flygvapnet, tycker om allt detta. Jag ger ordet till Sven-Olle.

Sven-Olof Olson: Under alla omständigheter är det för sent att klaga eftersom garantitiden på det vi har diskuterat redan har gått ut. Begreppet kund kan låta som att det var en kund som en gång beställer en vara och sedan sitter med armarna i kors och väntar på att den ska komma och då ger sitt utlåtande. Så får det inte vara, så bör det inte vara och så

¹⁰⁶ Se även Jerk Fehling och Bo Frössling, ”Radar och flyganknuten elektronik i Sovjet och Ryssland”, i *Svensk Flyghistorisk Tidskrift* 3/2008.

har det i de flesta fall inte varit. Vad jag menar är att kunden, flygvapnet, ställer de operativa kraven men de operativa kraven är inte låsta för tid och evighet utan det bör vara en itereringsprocess tillsammans med den tekniska utvecklingen. Tror man att man kan skriva ett operativt krav, skicka det till flygförvaltningen eller materielverket som sedan sköter förhandlingarna, då har man enligt min mening en dålig organisation. Under utvecklingen av Stril-60 hade vi ett triumvirat från början, där de operativa kraven och de operativa kravställarna var med hela tiden och kunde komma till den bästa lösningen. Det fordras en återmatning.

Ibland har jag känslan av man kan ha aldrig så fiffiga tekniska lösningar som inte kommer till sin rätt om man inte tänker på en optimal "human engineering", vad föraren kan ta. Och vi har i några fall varit på gränsen där den tekniska lösningen har varit perfekt men där föraren inte alltid har haft kapaciteten att ta åt sig den. Som någon i panelen sade är det viktigt att bedöma tekniken vid den tidpunkt som den existerade. Att diskutera digitalteknik, även om den hade varit önskvärd, innan vi hade börjat med digitalteknik är ingen mening. På så sätt tycker jag att de lösningar som ofta har kommit fram med blod, svett och tårar har varit tillfredsställande ur kundsynpunkt.

Skulle jag sedan säga något där vi från den dagliga tjänsten skulle ha önskat oss en annan funktion, kanske inte bättre i rent tekniskt hänseende men säkrare funktion, skulle det vara underhållet. Allt för ofta hade man efter flygning anteckningar i loggboksbladet att man inte hade haft en felfri funktion av det slag vi talat om idag. Därför är det oerhört viktigt att man har ett underhåll som lever upp till det som är fint skapat i grunden. Jag har funnit att alltför många flygpass har haft anteckningar om felfunktioner. Det hoppas jag inte är lika rådande idag.

Under min tid som chef för flygvapnet från -82 till -88 kan man säga att JA 37 betecknade resultatet av det strävande som ni har redogjort för här, och som ni alla har varit delaktiga i. Ett resultat som var utomordentligt. 37:an var ett system som i många stycken och många detaljer kunde bli slaget av något utländskt system, taget som ett delsystem. Men sammantaget kunde jag under mina utlandsbesök konstatera att JA 37-systemet med sin radar och sitt kommunikationssystem betecknade kanske världens toppflygplan, under alla omständigheter ett utav världens allra förnämsta jaktflygplan för sin tid. Jag hoppas och tror att detsamma kan sägas om 39:an i dagens läge. Som flygva-penchef vill jag tacka er alla som har varit med. Jag kunde sola mig i glansen av ett arbete som ni alla har varit delaktiga i. Och i det hänseendet kan jag som kund förklara mig nöjd.

Bilaga 1 – Eric Matssons minnesberättelse nedtecknad den 25 maj 1994, förmedlad genom Ingemar Carlsson i juni 2008

Eric Matsson (EM) anställdes 1943 vid dåvarande Kungliga Flygförvaltningen (KFF). I september 1948 erhöll EM en reseorder, ME 963:168, daterad 1948-09-18, att bege sig till England, RD 1 och RD 2. Där skulle EM:
dels övervaka installation av radar i fpl typ Mosquito
dels ock i mån av tid biträda flygförvaltningens förbindelseingenjör som kontrollant hos Vickers och de Havilland.

Resan påbörjades måndagen den 27/9 1948 kl 0500 på Bromma där en Catalina bordades. Övriga resenärer var motor- och flygplansexperter som skulle sköta om motsvarande funktioner för dessa delar av Mosquito samt för beställda Spitfire S 31.

Efter mellanlandning på Torslanda, anträdde färden över Nordsjön för landning på Manston RAF-bas i Kent. Därifrån skedde resan med tåg till London.

Not: London var vid denna tid svårt märkt av kriget med massor av ruinhögar som ännu inte var röjda.

I London splittrades gruppen och EM åkte till Hatfield, de Havilland Aircraft Co, där han sammanträffade med förbindelseingenjören från FV, Rytte. Efter ett par dagars besök på de Havilland fortsatte EM till Fairey Aviation Company i Ringway utanför Manchester. Mosquito-planen skulle iordningsställas av Fairey vid deras fabrik där. EM hade uppfattningen att flygplanen var begagnade.

Till en början var det svårt att få tag på alla detaljer till SCR 720. Stationen fick senare svensk benämning PS-20/A. I flygplanet fanns också en Homing Device SCR 729 och en IK-utrustning R 3121.

Stationerna bestod fysiskt av två större enheter, sändare och modulator, övriga delar var t.ex. presentationsdelen i form av två CRT bestående av ett A-scope och ett C-scope. Dessutom fanns kraftaggregat placerat bakom förarna, manöverbox kablage osv. Antennen roterade med 360 rpm (TBC) och kunde ställas in i tre olika sektorer på 15–30 grader vardera för att få god upplösning. Radomen var av plexiglas med nedre delen belagd med zinkbeläggning för att undertrycka markekon.

Någon specifikation för SCR 720 fanns inte, endast en handhavandeinstruktion. Mot, eller snarare med, denna instruktion kontrollerades stationerna för acceptans av KFF, dvs. EM. Så t.ex. frågade EM engelsmännen vilka prestanda som man kunde förvänta sig. Svaret blev: Ett flygplan av Mosquitos storlek kan man upptäcka på 5–6 km avstånd. Till en början utfördes kontrollflygningar med två Mosquitos: Ett flygplan som målflygplan och mätning från det andra planet. Flygningarna bekräftade att det ovan sagda stämde. Senare rationaliserades flygningarna så att ett flygplan flög på given höjd med given kurs, på visst avstånd skulle då landmål kunna upptäckas på radarn. Tre olika flygkurser var inlagda: Från Ringway Airport mot Chester därefter på en höjd av 3 300 m, kurs 315 grader, mot Isle of Man. En annan kurs var 360 grader, höjd 1 300 m, mot udden på Barrow-in-Furness, en tredje kurs gick på 270 grader och på en höjd av 1 200 m mot Point Lynas (Anglesny).

Reservdelar var ett problem då FV inte fick köpa från MoS (Ministry of Supply). I ett VPM från möte i London 1948-12-20, RD 3 pkt 7, framgår att de Havilland skulle köpa från surplusmarknaden. Dock, DH åtog sig inget ansvar för materielen, varför KFF måste godkänna materielen i befintligt skick och till priser som säljaren bestämde. Praktiskt utfördes upphandlingen så att EM och en DH-man åkte runt till "surplus shops" och valde ut materielen. I många fall fick inköpen göras på rot, dvs. för att få en viss komponent var man tvungen köpa en större enhet eller ett antal enheter. Därefter sorterades uppenbart "junk" bort och resten skickades till Sverige för vidare inspektion och test.

Flygattachen, kapten Karl Lothigius, var sambandsman och som speditör användes Squadron Leader Moore. Moore svarade för alla tullhandlingar, transporter etc.

De svenska piloterna bodde i London och avvaktade besked om när flygplan var klara att provflygas. När de Havilland var klara med sin installation anmälde de att planet var klart, EM gjorde sin acceptanskontroll och meddelade till Rytte att planet var klart för leverans. Piloterna kom upp från London och utförde sina kontrollflygningar. Till en början utfördes flygningarna från Ringway Airport men senare från Hatfield.

I början av 1949 började man diskutera att snabbt ta hem flygplanen från England utan inmonterad radar och montera in den i Sverige. (RD 3). Vid mötet som hölls 1948-12-20 var leveransläget det att av 60 beställda flygplan var 7 levererade till Sverige, 1 överlämnat till FV men pga motorproblem kvar på Manston, 2 var ej provflugna och uppställda på Manston. Sammanlagt skulle 18 flygplan förses med radar i England medan återstoden, dvs. 42 skulle få sin radar inmonterad i Västerås. Dessutom skulle sju radarstationer skickas för att tjänstgöra som reservdelar. DH skulle åläggas att utan extra kostnader svara för packning av materielen och leverera materielen fob London docks. Dessa kostnader beräknades motsvara kostnaderna för provflygning m.m. i England.

Leverans enligt kontrakt skulle dock inte anses fullgjord förrän installation var klar i Sverige. Dessa leveranser ansågs kunna ske från Storbritannien före 1949-02-01.

De sju reservstationerna, skulle DH leverera utan kostnad, men om de inte skulle godkänna detta, skulle ett separat avtal ingås om dessa stationer.

Två män från DH, Humble och Wood, avsågs att komma till Västerås för att hjälpa till vid installationen "under erforderlig tid". Kostnaderna för detta uppgick till resor och ett traktamente på 3 pund per man och dag.

Ett formellt brev, (RD 4), från KFF sändes 1949-01-09, MA.H 30:1, till de Havilland Aircraft Co. Ltd. I brevet begär KFF att DH skickar de 42 (ändrat till 39) återstående flygplanen utan radar med radarstationerna separat per fartyg. Leveransadress "CVV Västerås - MA H 30:3". Humble och Wood skulle ställas till KFFs förfogande, i Sverige, från den tid arbetet i England var klart och för den tid som behövdes "to perform the job". Traktamentet var ändrat till pund 2.10.0 per man och dag. De sju extrastationerna skulle användas under installationsfasen som reservdelar, DH skulle lämna en offert över vad som återstod av dem. Provutrustning skulle även ingå i leveransen liksom nödvändig materiel för översyn och för installation i flygplanet. Transport- och emballagekostnader erlades av KFF.

Dessutom ville KFF ha kostnaderna uppdelade för radar och flygplan, KFF föreslog 2 000 pund för radarn och 9 500 för flygplanet. 20 % förskottsbetalning föreslogs att

erläggas medan 500 pund innehölls av radarns pris tills installationen var klar. Flygplanens pris erlades fullt ut.

I ett privat brev från KFF till EM 1949-02-12, RD 5, finns en del pikanta detaljer om läget i Sverige år 1949. För att Mr Humble skulle få bensin när han kom till Göteborg med sin bil måste han visa sitt pass för polisen. Då fick han bensin så han klarade sig till Stockholm. Väl där skulle han a) registrera bilen, b) ansöka om bensin hos polisen. Tilldelningen var 80 liter per två månader för bil med max motorstyrka på 90 hkr. För större motorer var tilldelningen 100 liter. Utöver detta kunde man, åtminstone i teorin, få behovsprövad tilldelning.

Installation av radarstationerna utfördes på F 1, Västerås, där gamla stabsbyggnaden ”alldeles vid fältet” disponerades som radarverkstad.

EM lämnade England mars 1949 för F 1, Västerås, där avd.6 tog hand om flygplan och radarinstallationer. Han arbetade med SCR-720 från september 1948 till halva 1950.

Handhavandeinstruktionen för PS-20/A skrevs av EM. Som underlag användes den engelska upplagan.

Not. Den engelska beteckningen var Al Mark X, RD 10, och användes av RAF fram till 1957. När Venom köptes flyttades SCR-720 över till det nya planet, EM var dock inte engagerad i detta arbete.

Den frekvensmodulerade höjdmätaren till S 18 blev ett fiasko, den kom aldrig i tjänst. På höjd över 200 meter var den relativt tillförlitlig, men på lägre höjd helt oanvändbar. Vid provning monterades en vanlig höjdmätare intill FM höjdmätaren varpå alltsammans filmades. Tanken var då att utslagen från de två höjdmätarna skulle följas åt. Så blev det nu inte, FM höjdmätarens utslag flaxade till synes helt slumpmässigt, utan korrelation till vad den ordinarie höjdmätaren visade.

En annan utrustning som inte kunde användas var en avståndsmätare för Hawker Hunter. Squadron Leader Moore, se ovan, var mellanhand i affären. Vid skottlossning läste avståndsmätaren på de avlossade akangranaterna och avståndet blev helt otillförlitligt. Denna information erhöll EM vid besök på en av RAFs utprovninganläggningar.

Löjtnant Olson, Sven-Olof, sedermera CFV, var ute och flög med en Mosquito någon gång 1949. Plötsligt tyckte han se ett ljus ut till höger från främre delen av flygplanet. Olson kuperade höger motor och uppmanade navigatören att lämna flygplanet vilket denne gjorde. Ljuset försvann, eller upphörde, och Olson beslöt att landa flygplanet. Landningen gick bra och Olson fick medalj. En haverikommission tillsattes med flygdirktör Kjellsson som chef. EM ingick i kommissionen som sakkunnig på radar. Utredningen visade att en saxsprint saknades i den arm som manövrerade reflektorns rörelse i vertikalled. Armen hade då börjat slå runt inne i radomen, med resultat att stora skador uppstod, orsakad av att armen slog mot radomen. Stora bitar slogs ur radomen och ljusupplevelsen var troligen ljusreflexer i radombitarna.

Inför utplaceringen av Er III, spaningsradar, på de olika flottiljerna åkte EM runt och rekognoserade lämplig plats för stationerna. Vid ett tillfälle befann sig EM i Östersund, F 4, och skulle till Söderhamn, F 15. En lämplig flygning fanns som erbjöds EM, en SK 15 (TBC). Problemet var resväskan som EM hade med sig. Detta var dock något som den

glade piloten kunde lösa snabbt och elegant, resväskan surrades fast på landningsstället. Tilltaget upptäcktes dock av trafikledaren och EM fick företa resan i B 17.

En experimentradar på 10 cm flygradar, air-interceptor AI, byggdes på Radiation Laboratory vid Massachusetts Institute of Technology. Radarn utvecklades av Western Electric Company till en produktions-modell vilken sommaren 1943 började finnas i England. Radarn benämndes av amerikanerna SCR-720 och kallades RAF AI Mark X. Tidigare hade använts en radar som arbetade på 200 MHz, dvs 1,5 meter, benämnd AI Mark VIII. Den största skillnaden mellan de två stationerna var scanning och displaysystemen, maximum avståndsprestanda var jämförbara på 6 till 8 miles. För första gången kunde man uppnå detta avstånd oberoende av höjd, detta var ett stort framsteg jämfört mot den gamla 200 MHz radarn. Tack vare sin överlägsna prestanda vad gäller störsäkerhet kom Mk X att gradvis ta över från tidigare modeller, och när produktionen i USA gick upp i antal, blev den standardradar för RAF. Den förblev standard AI radar inom RAF ända till 1957.

SCR 720 utvecklades ur SCR 520 vilken egentligen var en prototyp. RAF var mycket intresserade av radarn och skickade en Bristol Beaufighter till Radiation Laboratory i Boston. Först provflögs planet med SCR 520 och senare med SCR 720. Flera flygningar utfördes från Mitchell Field på Long Island, US Army Air Corp höll till där. Flygningarna visade att mål kunde upptäckas på ett avstånd av 8 miles vid en höjd på 10 000 fot. Av speciellt värde var att mål kunde upptäckas inte bara rakt akterifrån utan även när målet befann sig på 90 graders kurs relativt jaktflyget.

Hela systemet, radar och flygplan, skeppades till England där den snart fick monteras in i Mosquito flygplan. Mosquito hade vid den här tidpunkten blivit favoritflygplanet och alla senare installationer gjordes i Mosquitos.

Referensdokument:

RD 1 ME 963: 168 Reseorder 1948-09-18

RD 2 EVGN/Hg 210948, Instruktion till Reseorder ME 963: 168

RD 3 VPM angående radar-materiel till Mosquito, London 1948-12-20

RD 4 MA.H 30: 1, 1949-01-08, Radar for Mosquito N.F. Mk XIX, brev från KFF till de Havilland

RD 5 Rr/Ken/Sjö, 120249, Brev daterat 1949-02-12, till Eric Matsson

RD 6 Flight record January 1949

RD 7 Brev 1949-03-01 från Eric Matsson till Mr Masters

RD 8 Brev 1949-03-09 The Fairey Aviation Company Ltd. till Eric Matsson

RD 9 Flight record February 1949

RD 10 Bowen E.G, Radar Days. Adam Hilger, Bristol, 1987