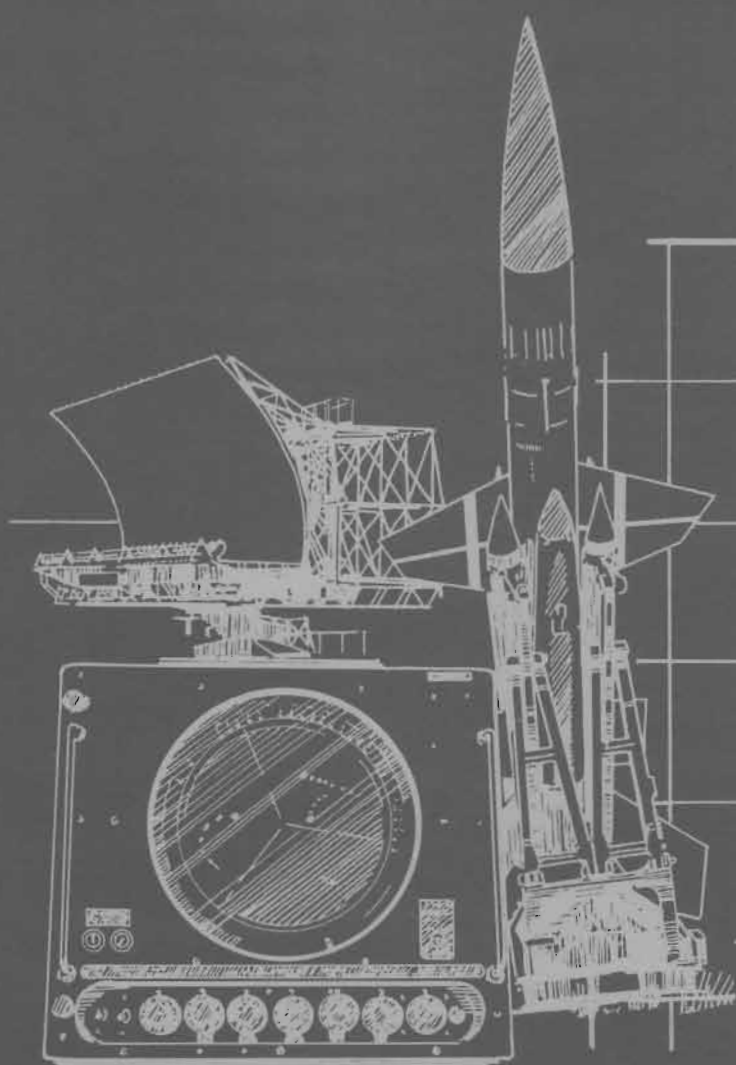




**LEDNINGSSYSTEM
FÖR VÅRA
FLYGSTRIDSKRAFTER**

STRIL-Centraler och system- uppbyggnad

Den som använder sina flygstridskrafter offensivt kan själv välja tid och rum för sina insatser. Motståndaren måste ha någon form av förvarnings- och ledningssystem, som ger hans luftförsvar möjlighet att utveckla sin fulla effekt just vid den tid och vid de platser angriparen valt.

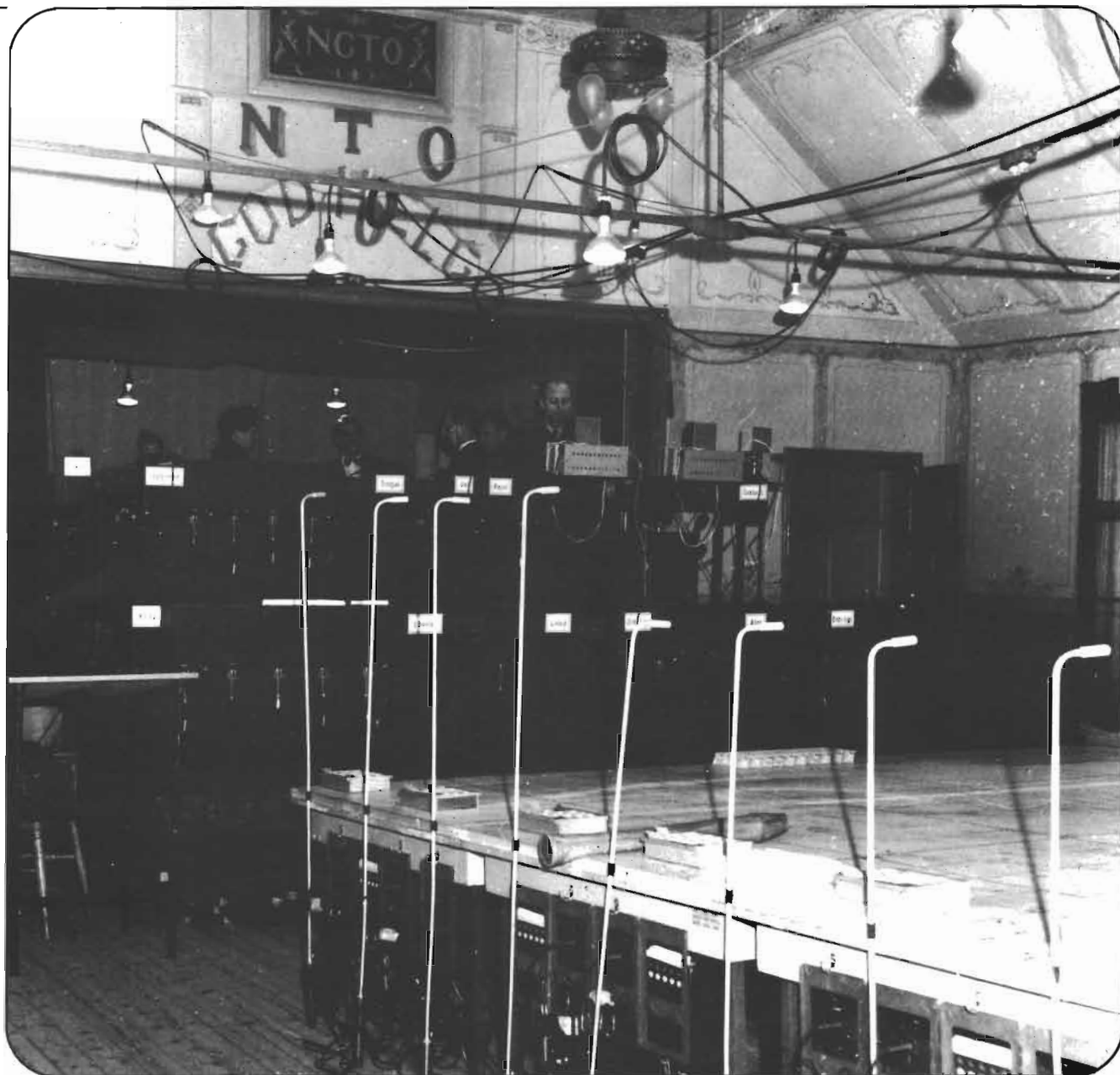
Tekniska förutsättningar för utvecklingen av sådana förvarnings- och ledningssystem växte fram genom radioteknikens utveckling och dess tillämpningar inom telekommunikations- och radarområdena.

I Sverige bedrevs redan på 1920-talet övningar med luftbevakning inom Armén. I mitten av 30-talet organiserades landet i luftbevakningsområden (lbo), vardera med en luftbevakningscentral (lc), till vilken ett antal luftbevakningsstationer (ls) rapporterade.

Rapporteringen skedde över manuellt uppkopplade förbindelser i Televerkets nät, genom så kallade luftförssvarsamtal som hade företrädesrätt. Denna första optiska luftbevakning organiserades av Armén, kompletterad av Marinen inom de viktigaste marina basområdena.

Först under beredskapsåren kom luftbevakningen att byggas ut till ett rikstäckande nät. Luftbevakningens organisation och arbetsformer gav inte tillräckligt underlag för stridsledning av jakt, när jaktförsvaret byggdes ut för att skydda Stockholm, Göteborg och Malmö. Detta ledde till att man inom Flygvapnet började bygga upp en egen luftbevakningsorganisation. Den bestod av så kallade *jaktls* som rapporterade via radio till jaktstridsledningscentraler (jc), vilka successivt inrättades vid hemmaflottiljerna – som regel i kanslihusens källare.

När radar (ekoradio) under 1944 tillkom inom Flygvapnet, accentuerades splittringen av luftbevakningsorganisationerna ytterligare.



^{17c}
En provisorisk ~~re~~inrättad i NTO-lokalen i Sösdala – tidigt 50-tal.

Åtgärder vidtogs visserligen under beredskapen för att förbättra samverkan mellan jaktförband, luftbevakning och luftvärn, men övningserfarenheter, utredningar och studiebesök utomlands ledde successivt till att behovet av en samordnad, centraliserad stridslednings- och luftbevakningsorganisation klarlades.

1946 föreslog luftförsvarskommittén (LFK) efter omfattande studier och försök 1944–1946, att en modern sådan organisation skulle byggas upp inom Flygvapnet, samt att beredskapsårens optiska luftbevakning också skulle överföras dit. Så skedde slutligen den 1 juli 1948. Dessa organisatoriska förutsättningar utgjorde grunden för Flygförvaltningens engagemang i Stril-utbyggnaden.

Framställningen som följer redovisar ledningssystemets utveckling under rubrikerna strilcentraler, radar, radio och tele-nät. Denna disposition anknyter till organisationen inom Flygförvaltningen och FMV, samtidigt som den ger en naturlig uppdelning i tekniska områden.

Uppbyggnadsskedet 1948–58

Enligt riksdagsbeslut 1948 skulle, under CFV i flygledningen, inrättas en luftbevakningsinspektion (Li) för att leda uppbyggnaden av den nya verksamheten. Flygförvaltningen (KFF) skulle utökas och få det tekniska ansvaret för utbyggnaden.

Det nya systemet kom sedermera att kallas *Stril 50* (förkortningen *Stril* – *stridsledning och luftbevakning* – tillkom först 1957).

Den nytillkommande optiska luftbevakningen sammanfördes organisatoriskt med radioverksamheten. Jan-Henrik Kylberg, chef för markradiodetaljen på elektriska sektionen inom Flygförvaltningens utrustningsbyrå (FF/UEL), fick i uppdrag att planera utbyggnaden utifrån ganska vaga förutsättningar. Kylberg presenterade en första systemplan för hela landet och en personalgrupp med tio tjänster, som skulle bilda en egen detalj – lbev-detaljen. Kylberg fick stöd av chefen för FF materielavdelning, överste Jacobsson, och redan den 1 juli 1948 började de första av de begärda tio medarbetarna att strömma in till den nya lbev-detaljen.

Den nya personalens första uppgift blev att tillsammans med LI göra upp en mer fullständig plan för uppbyggnaden.

CFV beslut omfattade en materielkostnadsram på 45 miljoner kronor och en resursinsats av 25 ingenjörer för en tidsperiod av sju år.

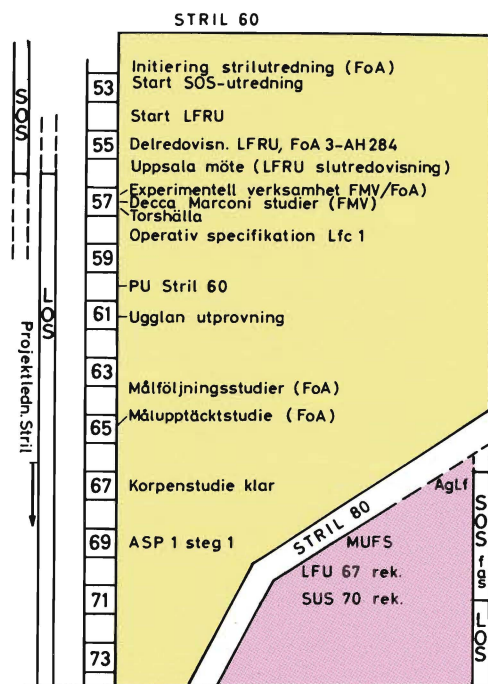
Den nya organisationen fick sitt elddop redan i mars 1949 vid en första luftförsvarsövning inom den nyuppsatta tredje jakt-eskadern. Erforderlig utrustning med bland annat lfc i F13 gymnastiksal och ett rörligt luftbevakningskompani med radio-ls improviserades fram på sex veckor. Övningen blev lyckad och materielen fungerade väl.

Under 1949 ombildades elektriska sektionen till byrå med radio- och radarsektionerna. Förste chefen för elektriska byrån var Hugo Larsson. När han senare blev chef för FOA efterträddes han av Henrik Lindgren. 1950 inrättades luftbevakningssektionen med Kylberg som chef. 1951 tillkom kraft- och instrumentsektionen. En betydande expansion av verksamheten inleddes, inkluderande ett intensifierat samarbete med svensk teleindustri.

Ännu medan *Stril 50* befann sig i delvis och provisorisk uppbyggnad, började tankar på ett nytt och modernare system tränga fram.

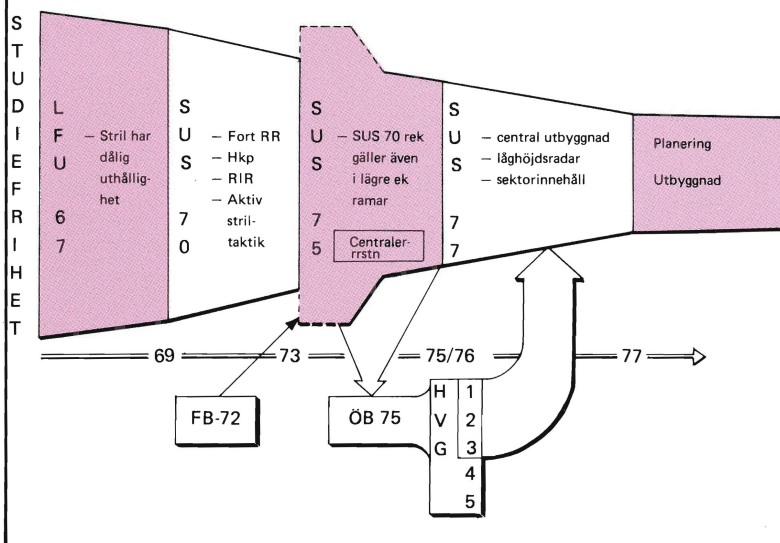
En stort upplagd studie gjordes av hela verksamheten och hur den tekniska utrustningen användes, bland annat förut-sågs automatisering av flera funktioner med datorstöd.

Uppsnabbning av rapporteringen från ls infördes men fram-



Samarbete FMV – FoA i STRIL

SAMBAND MELLAN STRILSTUDIER



förallt blev intresset nu inriktat mot vad man kunde göra med den nya radartekniken vad gällde spaning på långa avstånd.

De i krigets slutskede anskaffade radarstationerna (ER-3b) blev snabbt huvudkomponenter och integrerades med den optiska luftbevakningen. Stationerna hade efter dagens mått ganska begränsade prestanda. FOA, som successivt skaffat sig en avsevärd kompetens inom området genom bland annat egen materielutveckling, tog i slutet av 1952 upp diskussioner med KFF vilka 1953 ledde till utredningen *Spaning och stridsledning i luftförsvaret (SOS)*.

SOS blev en övergripande och mycket omfattande utredning, med alla frågeställningar om datainsamling (främst radar), samt framtagning och presentation av informationsunderlag för de olika vapensystemen (jakt, lv, lv-robot). Särskilda studier gjordes över möjligheterna att använda automatiska hjälpmedel för målföljnings- och stridsledningsberäkningar.

Efter en förvaltningsutredning i början av 50-talet ombildades den 1 juli 1954 elektriska byrån till elektroavdelningen (EL) med radiobyrå, (ELR), från 1961 telebyrå (ELT), radarbyrå (ELP), luftbevakningsbyrå (ELB) och flygelektriska sektionen (ELF).

En särskild delutredning över principer för radarsystemets uppbyggnad startades inom SOS i slutet av 1954, (*LFRU*, se radaravsnittet). Även luftlägespresentation på elektroniska indikatorer togs upp som komplement till de manuellt skötta "plottingbord" som användes i *Stril 50* (lfc och lgc).

Utredningen avrapporterades vid "Uppsala möte" i januari 1956 mellan flygledningen och FOA. Ett konkret handlingsprogram med materielplan och upphandlingsspecifikationer för *Stril 60* togs fram vid de följande så kallade "Saltsjöbadsmötena".

SOS-utredningen hade i stort fullgjort sitt uppdrag och dess rekommendationer kom att i hög grad styra den fortsatta utvecklingen av strilsystemet. Samarbetet mellan alla intressenter i strilsystemet (inkl Televerket och Civilförsvaret) fortsatte i den brett upplagda *LOS-kommittén* (Luftbevakning och Stridsledning) som bildades 1957 och leddes av ELB (Kylberg senare Hörberg).

I denna deltog även svenska teleindustrier som tekniska konsulter, men då det gällde konkreta systemstudier för en ny lfc lades uppdrag på de engelska firmorna *Decca* och *Marconi*. Uppdraget omfattade även låghöjdsproblematiken.

Som nämnts framhölls behov av automatisering redan tidigt och 1954 överlämnade CFV till ÖB en utredning innehållande en första skiss till ett nytt system. Utredningen, som skämtsam kom att benämnas "*Kristallkulan*", blev den ekonomiska och organisatoriska grunden för *Stril 60*.

I mitten av 50-talet stod man inför valet mellan de förhärskande analogikalkylatorerna och den nya digitaltekniken som var tämligen dyrbar och delvis oprövad i militära sammanhang. Viss försöksverksamhet inom svensk industri, *Marconis* lfc-studie samt en FOA-utredning om digitalisering av den svåra automatiska målföljningen (där även svensk industri deltog), gjorde fler och fler övertygade om den nya teknikens möjligheter. I upphandlingsspecifikationen för lfc lämnades dock frihet för anbudsgivarna att föreslå teknik.

I och med att specifikationen för lfc var klar 1958 kan man påstå att luftbevaknings- och stridsledningsområdet på några få år upplevt ett enormt lyft i sina tekniska ambitioner efter en kraftsamling av svensk taktisk och teknisk expertis.

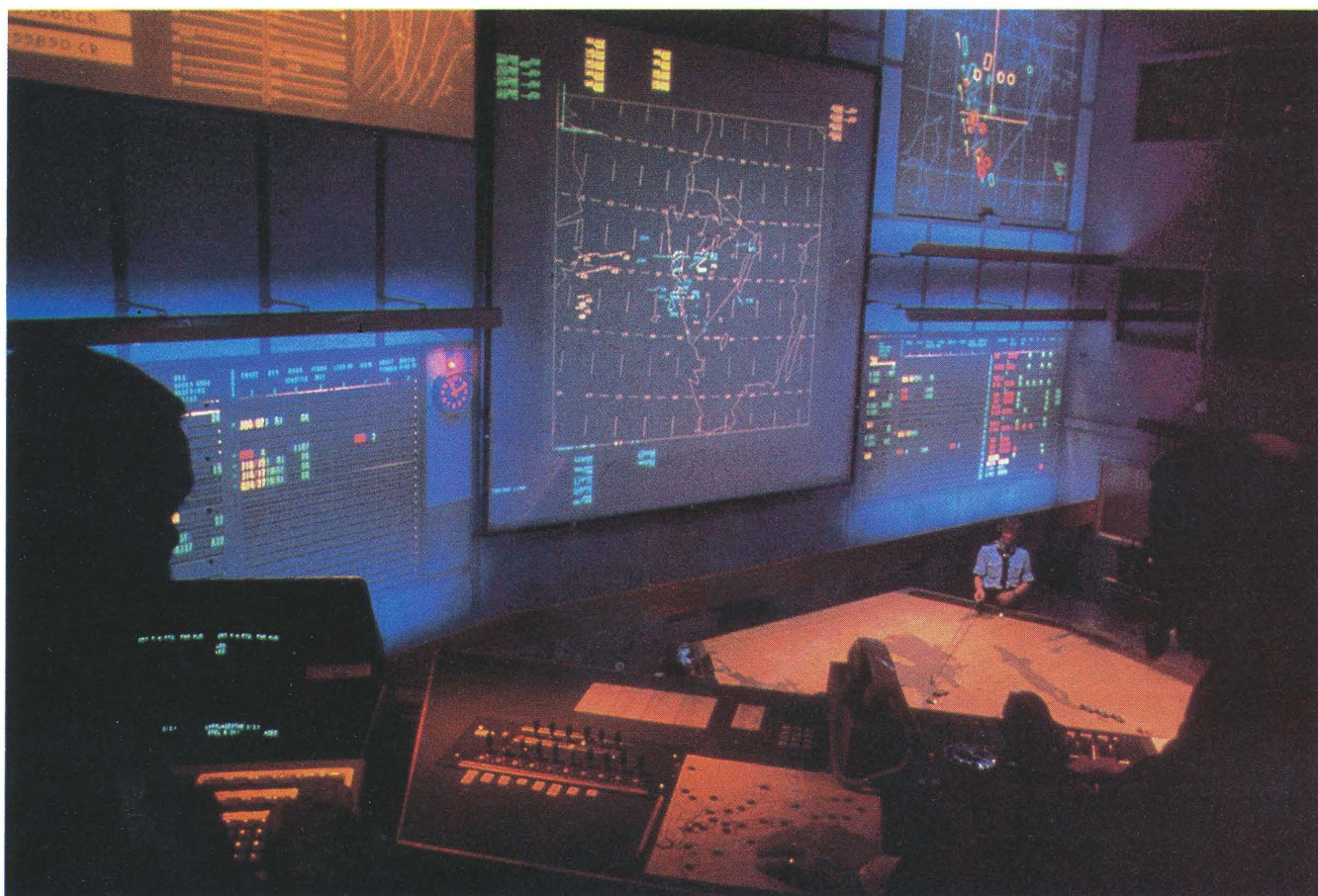
I detta sammanhang kan nämnas att Li inom flygledningen – EL samarbetspartner – lades ner 1957 "efter fullgjort uppdrag". Det totala ansvaret för Flygvapnets del inom luftförsvaret samlades då till Flygstaben.

Som ett stöd till FF, för projektering och specificering av de system som skulle upphandlas, krävdes också en samverkan mellan de svenska teleindustrierna. För det ändamålet bildades år 1959 *TUAB* (*Teleutredningar AB*) som ett av teleindustrin samägt konsultbolag. Något senare bildades på motsvarande sätt *TALAB* (*Teleindustrins anläggningsplanering AB*). *TUAB* och *TALAB* gick 1971 tillsammans och bildade *AB Teleplan*.

Det stora språnget 1959–65

Den första stora utmaningen i den förestående serien av anskaffningar gällde lfc för de dåvarande sektorerna O5 och S1.

Det handlade om ett avancerat system med datorer, ett stort antal operatörspositioner – försedda med indikatorer för radarbild, symboler och kartbilder samt ett omfattande system för såväl intern som extern kommunikation (lfc typ I).



Ordern gick till *Marconi* som segrade över *Decca*, trots att *Decca* med sina analogiutrustningar kunde erbjuda leverans mer eller mindre direkt från hyllan. Därmed var ett avgörande vägval av digitalteknik gjort. 1965 togs den första lfc i drift.

Svensk industri var visserligen inte mogen för lfc-åtagandet men, grundat på lösningen till en experimentutrustning för digital automatisk målföljning som FOA beställt året innan, fick *Standard Radio & Telefon AB* beställning på dator-, presentations- och kommunikationsutrustning för PS-08 i internationell konkurrens. Systemet innehöll en relativt enkel digital beräkningsenhet för vinkelstridsledning och så kallad halv-automatisk målföljning och kallades ibland också *Stril 59*. I detta system utprovades även en digital styrdatalänk för stridsledning av jakt – "*Flugan*".

Betydligt modernare krav kunde ställas inför nästa upphandlingssteg, de så kallade radargruppcentralerna (rgc), som byggde på *LAFC (Low Altitude Filter Centre)* i *Marconi*-studien och i första hand var avsedda för låghöjdsradarstationerna PS-15. *Standard Radio* lyckades i hård konkurrens ta hem beställningen 1962 och blev därigenom för lång tid framåt den dominerande leverantören av dator-, presentations- och datalänkutrustning inom strilområdet.

I rgc-systemet byggdes inte bara de mest avancerade operatörsfunktionerna in. Även tekniskt låg systemet i frontlinjen, genomgående baserat på digitalteknik, inklusive indikatorerna och radarsignalbehandlingen.

Den automatiska styrdatasändningen till flygplanen, som först utnyttjades i lfc, var Sverige först i världen att konstruera och använda. Liksom all ny teknik var flera av de nya funktionerna ursprungligen behäftade med brister som ledde till modifieringar och förseningar i förhållande till de ursprungliga planerna.

Under denna tidsperiod föll på ELB även ansvaret för den digitalisering av radarsignalerna som var nödvändig för den automatiska målföljningen och även möjliggjorde smalbandsöverföring av radarinformation.

I rgc utformades denna funktion som en särskild modul (videokorrelator eller senare radarextraktor). Radaranslutningen, samt kommunikation överhuvudtaget, mellan olika delfunktioner riktade uppmärksamheten mot de viktiga gränssnitten i utbyggnaden av strilsystemet. 1962 initierade ELB hos industrin ett rätt omfattande arbete med gränssnitt.

Detta var början till en kontinuerlig övervakning av gränssnitt i strilsystemet och till ett utökat systemarbete.

Det internationella intresset var stort för *Stril 60*-systemet, vilket strömmen av utländska besökare (även från USA) vittnade om.

För att klara av det stora systemarbete som *Stril 60*-utbyggnaden innebar, utökades ELB 1958 med en systemsektion och 1964 med en utprovningssektion. Systemsektionen ansvarade för systemteknisk, tidsmässig och ekonomisk samordning inom strilsystemet, för framtagning av studieunderlag samt för gränssnitten.

Den tekniska driften och underhållet av anläggningarna anförtröddes *Svenska Radio AB (SRA)* efter inledande studieupdrag. *Telub AB*, som startats 1963, fick inledningsvis stora uppdrag avseende tekniskt underhåll av rb 68 *Bloodhound II*. Efterhand övertog *Telub* även en stor del av det centrala underhållet inom strilområdet.

Konsolidering och utbyggnad 1965–82

År 1964 gavs Hörberg, som chef för ELB, projektledningsansvaret för hela *Stril 60* och därigenom fick ELB vidgade arbetsuppgifter för den praktiska konsolideringen och vidareutbyggnaden av totalsystemet.

Till de viktigare uppgifterna hörde att prova och utvärdera hela funktionskedjor, en nödvändighet i ett system av denna komplexitet och med en mångfald av systemfunktioner. Nya funktioner tillfördes av vilka kan nämnas väderförmedling från lfc till flygbaser i slutet av 60-talet, komplettering av ett antal gamla lfc – med projicerad storbilsinformation för måldata från rgc i början av 70-talet – samt rörliga indikatorrum (RIR) med rgc-funktioner i slutet av 70-talet och början av 80-talet.

Tecknarens vision av en RIR-uppställning (Rörligt IndikationsRum).



För att kunna genomföra en teknisk-taktisk utvärdering av *Stril 60* och för att kunna ta tillvara erfarenheter från den taktiska strilverksamheten tillfördes i början på 70-talet speciella resurser. En rgc ställdes till FMV förfogande och försågs med utrustning för registrering och utvärdering av provningsdata (PC Stril). Hos *Stansaab* inhyrdes en central (DC Stril) där man genom så kallad metodutveckling utformade modifieringar och nya funktioner.

Den första viktiga uppgiften för PC Stril blev utformningen av *JA37* samfunktion med strilsystemet. Genom sammankoppling av PC Stril med systemsimulatorens *SYSIM 37* kunde totalfunktionen simuleras, vilket ledde till stora besparingar. I mitten av 60-talet bildades inom Flygvapnet en enhet för taktisk utprovning av Stril (TU Stril) som samarbetade med ELB både vid utprovningar och vid annat systemarbete. TU Stril genomförde i DC Stril ett stort arbete med att utforma operatörsgränsytan för många av strilfunktionerna. *Stansaab/Dataasaab* medverkade också i detta arbete.

Ett mycket stort och utbildningsmässigt avancerat utbildningssystem, i vilken man både kunde simulera och bedöma taktiska förlopp i en verklig omgivning, anskaffades i början av 70-talet från *Stansaab* och placerades på F18. Systemet benämndes *TAST (Trainer-Anläggning Stril)*.

Under perioden tillsattes ett antal större utredningar som fick återverkningar på utbyggnadsplanerna. Bland dem kan nämnas *Luftförsvarsutredning 1967 (LFU 67)* som gjordes inför försvarsbeslutet 1972. Där påvisades bland annat brister i strilsystemet och en särskild utredning, *Systemutredning Stril 70 (SUS 70)*, föreslogs tillsättas för att värdera systemet.

Den redovisade bland annat sårbarheten hos radarstationer och sambandssystem i Stril. *SUS 70* rekommenderade skyddade radarstationer, helikopterburen radar och fysiskt skydd av sambandssystemet som skulle vara flexibelt uppbyggt. Dessutom föreslogs operativt rörliga centraler, vilket så småningom

ledde till RIR-anskaffningen (från *SRA* med *Marconi* som medleverantör).

1974 omdöptes elektroavdelningen till stridsledningsavdelningen – F:L. Från ELB fördes system- och utprovningssektionerna till systembyrån – F:LS – och övriga sektioner från ELB bildade strilcentral- och baselbyrån F:LB.

SUS 75, som var en CFV-utredning, fick bland annat till uppgift att utreda vilka av *SUS 70* rekommendationer som skulle kunna realiseras efter de nedskärningar som försvarsbeslutet 1972 innebar.

SUS 77, som också var en CFV-utredning, hade till uppgift att studera materielomsättningen i lfc och rgc. Med hänsyn till de relativt höga drift- och personalkostnaderna i befintliga centraler rekommenderade utredningen minskat antal centraler med ett mindre personalinnehåll och så långt möjligt enhetlig materiel i de olika typerna av centraler.

I projekteringsarbetet kallas de nya centralerna *Strilcentral 90* (*Strilc 90*).

Taktiska ledningssystem för Flygvapnet

Ledningsnivån ovanför strilsystemet är sektorchefens taktiska ledning av luftförsvaret, det vill säga inriktning av verksamheten, resursfördelning inom sektorn, beredskapsreglering m m... Även CE1 utövar taktisk ledning, som då även omfattar företagsplanering. För denna taktiska ledning ställdes länge krav endast på tekniska hjälpmedel i form av tablå- och markeringsmateriel samt enkel telefonutrustning – i stort sett vanliga kontorsutensilier.

I slutet av 60-talet och under 70-talet bedrevs studier och försök som ledde fram till en kravbild som omfattade krav på datorstöd även för taktisk ledning av flygstridskrafterna. Ett system för CE1 stab – *ATLE* – anskaffades. Det har delvis haft karaktären av provsystem, men utnyttjas nu för utbildning under övningar samt i krigsfunktion. För sektorstaberna har ett provsystem – *SEFIR-P* – utvecklats och anskaffats.

De taktiska ledningssystemen har hittills haft karaktären av system för administrativ databehandling och har inte haft lika uttalade realtidskrav som strilsystemet.

I och med informationsteknologins utveckling, bland annat AI-teknologin, accentueras dock realtidskraven allt mer.

Medan ansvaret för anskaffning av strilsystemet odelat legat på KFF och FMV, har ansvarsbilden varit komplicerad, delvis oklar och därmed ifrågasatt vid anskaffning av datorstödet för den taktiska ledningen. Situationen har medfört kompetensstrider och inverkat menligt på anskaffningsprocessen.

Inom FMV nedlades under åren kring 1980 ett avsevärt arbete inom verkets gemensamma projektledning *DAKRA* för att skapa förutsättningar för en välstrukturerad och enhetlig uppbyggnad av datorsystem. Många tankar från detta utredningsarbete har sedan använts i olika projekt som FMV arbetat med, men det genomslag på bredare front som utredningen syftade till har ännu inte uppnåtts.

Nya utmaningar

År 1982 fastlades en genomgripande ny organisation av Försvarets Materielverk, som bildades 1968 genom sammanslagning av de tre försvarsgrensförvaltningarna. Den tidigare utspridningen av sakansvaren på förvaltningarna koncentrerades nu så, att bland annat en gemensam elektronikavdelning bildades (FMV:ELEKTRO) och placerades inom Huvudavdelningen för Marinmateriel. Systembyrån (F:LS) och Strilcentral- och baselbyrån (F:LB) återfinns nu närmast i Samordnings- respektive Ledningssystembyråerna (FMV:ElektroS och FMV:ElektroL).

Ett omfattande målsättnings- och specifikationsarbete har genomförts för anskaffningen av *Strilc 90*.

Det är en stor uppgift att omsätta *Stril 60*-centralerna – vilka kommer att ha en drifttid på omkring 30 år vid generationsväxlingen – och som visat sig väl anpassbara till de förändringskrav som ställts.

Strilc 90 måste i ännu högre grad vara anpassbart till en föränderlig kravbild och integreras med en rad andra system. Därifrån kommer *39-systemet* att ledas och centralerna torde komma att få leda även den följande generationen flygsystem. Underrättelseunderlaget och anslutna sensorer som flygburen spaningsradar (PS-890) och passiva system kommer att ha minst den variation i inmätningssnoggrannhet, upplösning m m... som *Stril 60*-centralerna haft att hantera.

Studier av framtida datorstöd för operativ och taktisk ledning av flygstridskrafterna pågår. Enhetsflygplanet *JAS39* innebär härvidlag nya krav.

Kopplingen till strilsystemet kommer med säkerhet att bli starkare än i nuvarande ledningssystem. Våra knappa resurser skärper kraven på att utnyttja våra stridskrafter till det yttersta av deras förmåga. Ett effektivt och skadetåligt ledningssystem är en grundläggande förutsättning för ett sådant utnyttjande. FMV strävan är att ge Flygvapnets ledningspersonal på alla nivåer, tillgång till det bästa som informationsteknologin kan erbjuda.



"Embryot" för svensk radar – från starten med ER-3b 1944. Mer om det och övrig radar följer på nästa sida.

spaningsradar

I Sverige pågick under kriget inom "Uppfinnarnämnden" – som var en föregångare till FOA3 – utveckling av något som då kallades *ekoradio* (förkortning *ER*), och som kom till operativ användning inom Marinen. Flygvapnet fick sin första radar, ER-3b, 1944. Den var av engelsk tillverkning.

1947 fastslogs att *ekoradio* skulle ersättas med ordet *radar* och från denna tid härstammar också de för svenska försvaret enhetliga beteckningarna *PS*- för spaning, *PE*- för eldledning, *PV*- för väder osv . . .

"Koltåldern"

Vid Flygförvaltningens elektriska sektion hade en radardetalj bildats och snart inköptes PS-41/T för att få en station med bättre noggrannhet och upplösning än ER-3b.

Den dittillsvarande radaranskaffningen var främst avsedd som komplement till Flygvapnets befintliga luftbevakningssystem.

Tiden var nu mogen för ett nytt systemtänkande – huvudorgan för spaning och målinmätning skulle baseras på radartekniken och systemet i övrigt skulle anpassas efter detta.

Som mönster för systemet, i vilket fanns två skilda radarfunktioner, användes de engelska krigserfarenheterna.

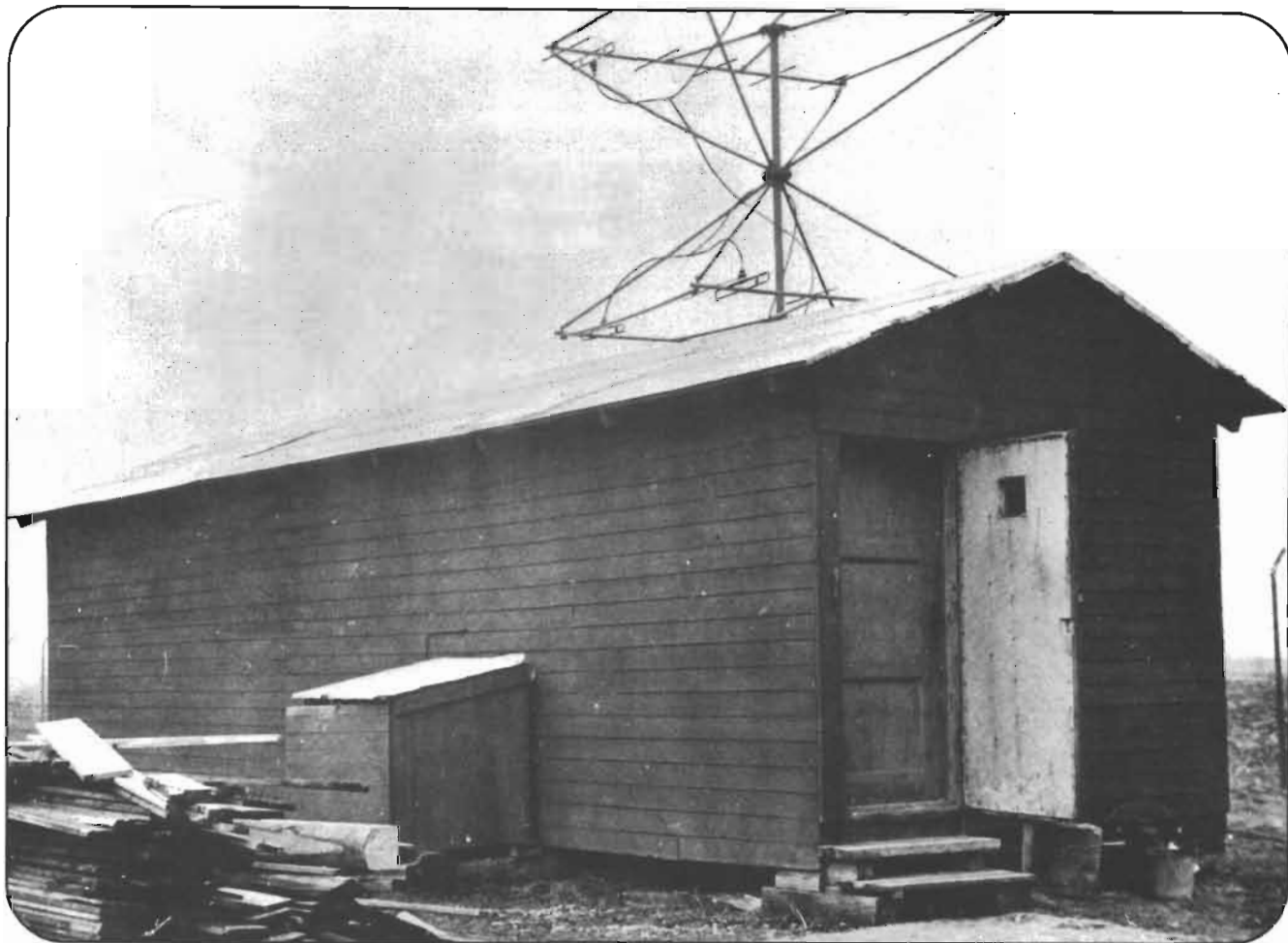
Den ena skulle bestå av fjärrspaningsstationer med mycket lång räckvidd men med mindre krav på upplösning och noggrannhet. Den skulle ge tidig förvarning för alarmering och beslut om jaktinsats. Den andra skulle ge underlag för stridsledning av den insatta jakten när målen kommit närmare. Den måste därför ha hög upplösning och noggrannhet men något mindre krav på räckvidd. I slutet av 1940-talet beställdes radarstationer av dessa båda typer hos *Marconi* i England.

För fjärrspaningsfunktionen köptes ett antal fasta radarstationer – PS-16.

För jaktstridsledningsfunktionen beställdes ett stort antal mobila radarstationer – PJ-21 – som var och en bestod av två radarstationer, en för spaning och en för höjdmätning (PS-14 och PH-13).

Interiör från "operatörs-rummet" vid en ER-3b-station omkring 1945. Som synes en något påver miljö och utrustning.





Utprovning av ER-3b ägde rum under 1945-46 och, om bilden inte ljuger, verkar lokaliteterna ha varit av enklare karaktär.

En kraftig utbyggnad av radarverksamheten vid KFF inleddes samtidigt. Många nya ingenjörer anställdes och en febril utbildningsverksamhet startades. Ett antal lyckliga, nyanställda fick åka till *Marconi College* i Chelmsford för att invigas i den nya tekniken.

1948 blev den tidigare radardetaljen utökad till sektion. Flygradar gjorde sitt intåg liksom igenkänningsradar (IK), motmedel m m . . .

Under denna period utnyttjades inte svensk industri i någon större omfattning. Planeringen utfördes helt av KFF och all materiel inköptes komponentvis genom KFF inköpsavdelning. Bilarna, såväl till kraftaggregat som radarstationer, köptes exempelvis som surplus från USA:s armé i Tyskland och byggdes om i Sverige hos *Hägglunds*. Indikatorvagnen rustades av *SRA* på Alströmergatan, men KFF tillhandahöll all utrustning. För att belysa förfarandet kan nämnas att den som skriver detta skickades till Fångvårdsstyrelsen för att inhandla lämpliga sängbottnar vilka skulle ingå i vagnens inventarier. All materiel samlades så småningom på F2, där den sammanställdes och provkördes samt all övrig utrustning tillfördes.

KFF markradar ägnade största delen av det tidiga 50-talet till att driftsätta nämnda radarstationer och förbättra deras prestanda.

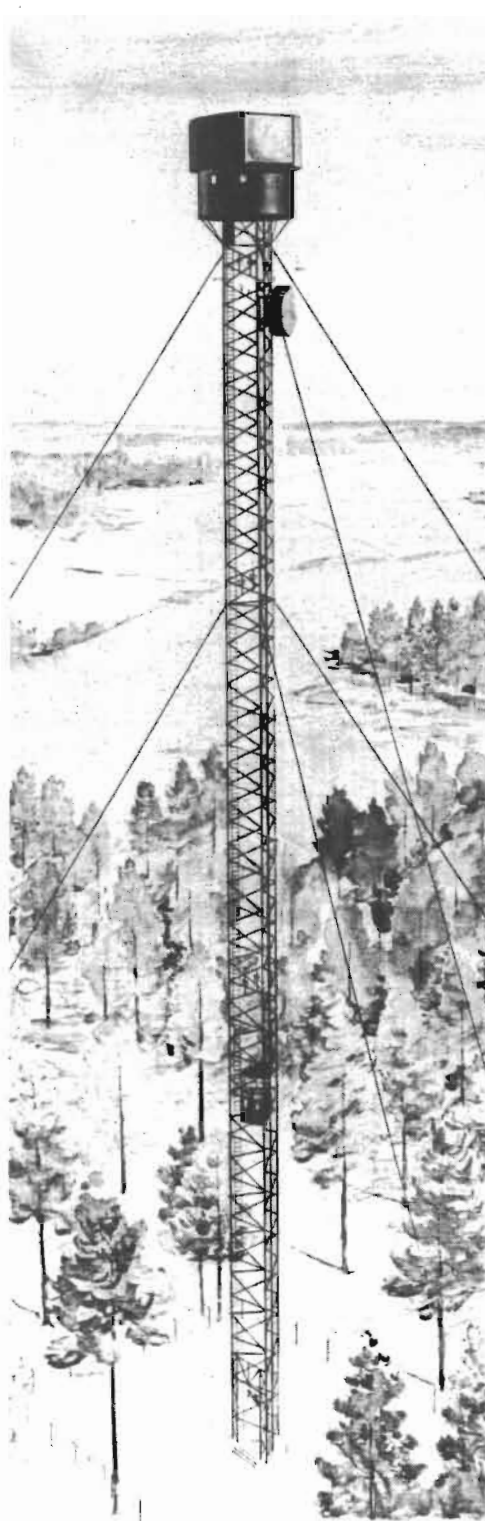
Vid leveransen från *Marconi* var till exempel PJ-21 spaningsdel försedd med en antenn som gav en cigarrlob med alltför dålig höjdtäckning. FOA anlätades och efter tidsödande beräkningar och många prov fastställdes en ny antenn till PJ-21 – reflektor 262. Antennen var försedd med två lober, en för hög och en för låg höjd.

För att presentera en spaningsradarbild erfordras PPI-indikatorer. Dessa hade tidigare levererats med radarstationerna men nu började svensk industri komma. *SRT* i Ulvsunda konstruerade och tillverkade en radarindikator – PPI 802 – som köptes i stort antal till alla försvarsgrenarna.

Låghöjdsproblematik och störskydd

Under början av 1950-talet började förutsättningarna för den systemuppbyggnad man följt att förändras. Flygplanen flög fortare och högre. Medel föder som bekant alltid motmedel och för att undgå upptäckt av radarstationerna började flygplanen flyga på lägsta höjd där radartäckningen var dålig. Redan under 2. världskriget påbörjade de krigförande utveckling av störsändare och remsor för att dölja radarekono eller vilseleda radaroperatörerna.

Inom utredningen *Spaning och Stridsledning i luftförsvaret* (SOS) tillsattes i slutet av 1954, en särskild luftförsvarsradarutredning – *LFRU*. Vid den utveckling av organisationen som tillkomsten av Elektroavdelningen samma år innebar, gjordes ELP till byrå med J-F Hamilton som chef.

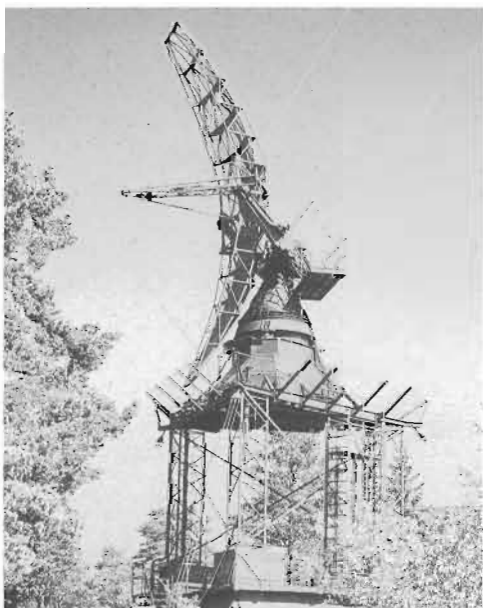


Till vänster vår första "storstation PS-08", den som för många blev mera känd som "Harry" – senare även "Tom" och "Dick".



Ovan den franska storstationen PS-66 och på föregående sida den höga lågspaningsstationen PS-15 med lång räckvidd för de lägsta höjderna.

Härnadan så en höjdmättningsradar – PH 40 – med en så kallad "nick-antenn".



De viktigaste frågorna, som utreddes i *LFRU*, var hur de framtida radarstationerna borde utformas med hänsyn till låg-höjdstäckning över hav och land, skydd mot störsändning och störekon samt mätning av målens höjd.

En första rapportering skedde i juli 1955 och slutrapportering vid "*Uppsala möte*" i januari 1956.

Man hade nu fått en fast grund att stå på och *LFRU* kom att bli normgivande för kravspecificeringen vid radaranskaffningen, inte bara inom Flygvapnet utan även inom Marinen och för Arméns luftvärn. Störskyddskraven visade bland annat på den stora betydelsen av antennens egenskaper, att frekvensen spreds över flera band och att sändareffekten var hög. Ett annat resultat var att fjärrspanings- och jaktstridsledningsfunktionerna borde slås ihop i samma radarstation.

Den första radarstation som anskaffades efter dessa normer var PS-08. De första tre blev kända under namnen "Tom", "Dick" och "Harry". Huvudentreprenör var *Decca Radar Limited*.

För att sprida frekvensen till flera band anskaffades PS-65 med bland annat samma höga sändareffekt som PS-08. Den är ett gott prov på radarbyråns eget tänkande. Reflektorn konstruerades och tillverkades av *Selenia* i Italien, den roterande masten med vridbord av KFF och *Oskarshamns Varv*. Sändare och mottagare inköptes från firma *Thomson-CSF* i Frankrike och indikatorerna från *SRT* i Sverige. All materiel byggdes ihop, utprovades, tillverkades och monterades i radarbyråns egen regi och fungerar väl än idag.

Dessa bägge spaningsradarstationer mätte enbart avstånd och riktning och måste därför kompletteras av höjdmätare med så kallad *nickande* antenn, på samma sätt som i PJ-21-systemet. PH-12-antennen med nick- och vridanordning var helt svenskkonstruerad. Radarutrustningen kom från *Marconi*. En modernare typ utgjorde PH-40 konstruerad och tillverkad av *Decca Radar* i England.

LFRU hade visat på de stora fördelar som kunde erhållas om man kunde kombinera spanings- och höjdmättningsfunktionerna i samma station med tredimensionell antennavsökning av luftrummet, så kallad *volymetrisk radar*. Man kunde då omedelbart få både läge och höjd för varje eko och drastiskt öka kapaciteten jämfört med systemet spaning i riktning och avstånd och därefter invisning av en nickande höjdmätare.

Efter omfattande tekniska prov i samverkan med FOA anskaffades den volymetriska radarstationen PH-39.

Ett modernare exempel på en storstation med fullständig 3D-inmätning utgör PS-66. I denna har alla de principer som *LFRU* utformade för en höghöjdsradar blivit realiserade. I den kombineras hög effekt med ett månglobssystem som möjliggör automatisk höjdberäkning. Genom avancerad signalbehandling får man god elektronisk hållfasthet mot störning. Stationen var från början tänkt att utformas flyttbar men storleken omöjliggjorde detta. Stationen tillverkades av *Thomson-CSF*, och köptes sedermera av såväl franska flygvapnet som av NATO i olika versioner.

Flygburen radar – eller annan lösning?

På 1950-talet hade man förhoppningen att den nya radartekniken kunde lösa problemet med låghöjdstäckningen så att man skulle kunna slopa den optiska luftbevakningen. Utredningar, beräkningar och en serie prov från tillgängliga höga uppställningsplatser i början på 50-talet visade dock att det optiska systemet måste vara kvar. Den bedömningen står sig än. Systemet har även genomgått flera moderniseringar.

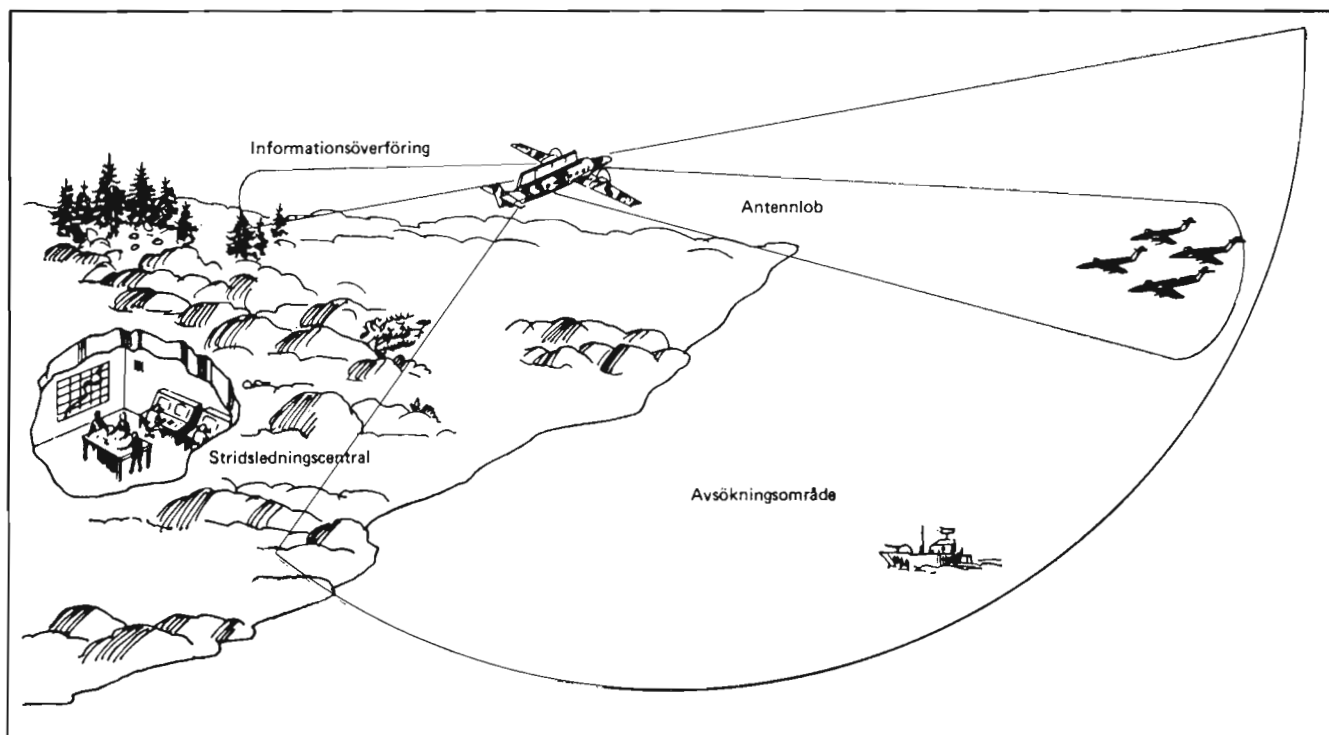
*LF*RU föreslog olika metoder att få upp en radar tillräckligt högt. Flygplan- eller helikopterburna radarstationer, ballongburna stationer och radar placerade på höga master var olika alternativ. *SAAB* presenterade en variant av *flygplan 32* med stora fasta antenner längs sidorna.

Slutligen valde man radarplacering på höga master som det säkraste och minst kostsamma alternativet. Specifikationer skrevs och anbud infordrades på radarn som fick beteckningen PS-15. Efter långa och invecklade förhandlingar med olika firmor gick uppdraget till *Selenia* i Italien.

I detta sammanhang bör nämnas det mycket skickliga konstruktionsarbete som utfördes av svenska tekniker vid tillverkning av master och vridbord för radarändamål. Sverige torde inneha världsrekord i seriebyggda moderna radaranläggningar placerade på över 100 meter höga master.

Ursprungligen var det meningen att PS-15-projektet skulle kombineras med en flygburen spaningsradar. Tornradarn skulle stå för kontinuiteten medan flygkomponenten skulle vara den rörliga enheten, som tillfälligt kunde sättas in där det be-

Flygburen radar, som den ungefärliga är tänkt att fungera i PS-890-systemet. Utrustningen avses bäras av flygplan Tp88 under utprovningsskedet.



hövdes längre räckvidd och därmed högre höjd än tornen medgav.

Av de alternativ för flygburen radar, som i början av 60-talet fanns tillgängliga på marknaden, var det bara ett som rymdes inom den ekonomiska ram som fanns avdelad.

Det var det amerikanska *Grumman S-2 TRACER*, som användes av US Navy och som i huvudsak tycktes uppfylla kraven på räckvidd och övriga radardata.

Projektet fick beteckningen "*Ugglan*" och en delegation, under ledning av chefen för Elektroavdelningen, for över till USA för att närmare studera radarn. Omfattande prov och undersökningar gjordes både på marken och vid flygprov, då nuvarande flygvapenchefen satt vid spakarna utanför Long Island.

Objektet för vårt intresse – själva radarn – visade sig emellertid vara ganska omodern och störhållfastheten var diskutabel. Anskaffningen avstyrktes.

Ett svenskt studiealternativ som drevs relativt långt benämndes "*Korpen*". Osäkerheten om detta projekt, med då tillgänglig teknik (1967–68), skulle kunna realiseras inom tillgänglig ekonomisk ram, ledde dock till att även det projektet lades ned.

Militära vädertjänsten fick sin första radar, en uttjänt radarstation som monterades på taket till ämbetsbyggnaden på Gärdet i Stockholm.

En radar för landningshjälp blev PN-67, som inköptes från Amerika. Den kom skämtsamt att kallas "*EPA-GCA*". *GCA* står för *Ground Controlled Approach* och innebar normalt stora och fasta anläggningar för civila flygfält. PN-67 utgjorde snabbflyttade och lättuppställda stationer för Flygvapnets olika flygbaser.

Väderradarn PV-30 inköptes i ett 15-tal exemplar från *Selenia*. Stationen byggdes för såväl mobil som stationär drift och är efter modernisering fortfarande i tjänst. För att studera radarteknikens fortsatta användning inom vädertjänsten byggdes på 70-talet en modern provanläggning vid F21.

Specifikationer för en speciell övervakningsradar skrevs i nära samverkan med *Luftfartsverket* och än en gång visade sig *Selenia* ligga bäst till. PS-810-kedjan byggdes och dess karaktäristiska plastkupoler kan ses från norr till söder i landet.

Ett område inom vilket den svenska industrin spelar en stor roll inom radartekniken är signalbehandlingen vid moderniseringen av äldre stationer där bland andra *Ericsson*, *SATT* med flera bidragit, till exempel *MTI* (*Moving Target Indication*) från *Ericsson* och smalbandsöverföring av radarbilder (*SBÖ*). Utan *SBÖ* hade det knappast varit möjligt att effektivt och centralt utnyttja tillgänglig radarinformation.

Spaningsradarsignalen kan normalt inte skilja på *vän* eller *fiende*. Många spaningsradarstationer har därför från början försetts med utrustning benämnd *IK* (igenkänning) som talar om för operatören när det är en *vän* som visar sig.

Denna materiel har tillverkats av svensk industri på basis av en prototyp som utvecklades av FOA i början av 1950-talet.

Luftförsvarsutredningen

Fram till slutet av 1960-talet hade anskaffning och uppbyggnad av markradar och övriga datainsamlingssystem i strilssystemet i huvudsak styrts och präglats av *SOS-* och *LFRU-*utredningarna och den därefter följande *LOS-*studien (*Luftbevakning och Stridsledning*).

1967 var det dags för en stor översyn av hela luftförsvaret – *LFU 67 (Luftförsvarsutredning 1967)* med utredningen *SUS 70 (Systemutredning Stril 1970)* som följd.

SUS 70 rekommenderade transportabla, skyddade radarstationer, transportabla ledningscentraler, flygburna inmätningssystem m m . . . En följd av utredningen var anskaffningen av PS-860. Denna station är transportabel och grupperas i första hand fortifikatoriskt skyddad i siloanläggningar i berg där den snabbt kan sänkas ned. Stationen levererades av *ITT-Gilfillan* och är Flygvapnets första med elektroniskt styrd avsökning i höjdled, medan avsökningen i horisontalplanet sker genom vridning av antennen.

Ett resultat av Flygvapnets utredning, *SUS 77*, var målsättningen för en ny generation låghöjdsradarstationer vilka skulle ersätta PS-15. På den nya stationen ställdes helt andra skadetålighetskrav än på PS-15 och man frångick den utsatta, höga masten. Stationen fick benämningen PS-870. Marinen stod inför en omfattande ersättning av sin kedja av kustspaningsradarstationer (ksrr) och en samordning av Marinens och Flygvapnets behov och anskaffningsplanering gjordes. PS-870 blev därigenom en gemensam station för yt- och låghöjdsspaning.

I samband med de så kallade *LINS-studierna (Luftförsvaret Inför Nästa Sekel)*, 1977, föreslogs en kapselmonterad radar avsedd att bäras av krigsflygplan. Idén har vidareutvecklats till ett koncept med elektroniskt styrda antenner, integrerade med modulsändare i halvledarteknik, alltsammans hopbyggt till en separat antennenhet som bärs på ryggen av ett lätt transportflygplan. Elektronik för signal- och databehandling placeras i kabinen.

Ericsson Radio Systems fick hösten 1985 beställning på utveckling av en försöksutrustning för systemet, som benämns PS-890. Som bärare av försöksutrustningen valdes våren 1986 *Fairchild METRO III*.

Vi står idag inför ett intensivt utvecklings- och utprovnings-skede, där tillämpningen av modern radarteknik tar ett stort steg framåt i och med utvecklingen av elektroniskt styrda antenner och adaptivt sökmönster för denna applikation.

Vid FMV omorganisation 1982, sammanslogs radarbyrån med radarenheterna vid huvudavdelningarna för Armé- och Marinmateriel till en ny verksgemensam radarbyrå – FMV:Radar. Den enheten fullföljer nu uppbyggnaden av PS-860-systemet och realiserandet av PS-870-projektet. Med PS-890 tar radarbyrån ett viktigt steg mot framtiden med ett system som ger Flygvapnet ett spaningsorgan med en från taktisk och teknisk synpunkt uttalad svensk profil.

Nästa sida visar en PS-860. Det är en radarstation som har möjlighet till skydd genom en hiss-anordning som sänker ner hela antennen under jord.



Radio

I nom Flygvapnet fick Flygstyrelsens militärbyrå – signalmaterieldetaljen – ansvaret för radiomaterielen och dess utveckling.

I början av 30-talet hade ett fast markradionät för långvåg upprättats. Nätet betjänades av fasta stationer (Mr m/26), där sändarna hade beteckningen MS20A, mottagarna E225S. Så småningom tillkom transportabla LV-stationer från Armén – Br m/23 – uppdelad på två bilar. Motsvarande flygradiostationer, som var avsedda för montering i flygplan S5, hade beteckningen Fr m/24b.

Under perioden 1932–33 tillkom fasta och transportabla kortvågsutrustningar. Också flygplan tillfördes KV-utrustning som fick beteckningen Fr m/29/32. Samtidigt tillkom en flygburna KV-station Fr m/32. År 1936 tillkom nya fasta KV-sändare med hög uteffekt.

Radiostationerna hade under denna tid – det vill säga början av 30-talet – mycket dålig driftsäkerhet och tillgången på flygburna radiostationer var knapp. Endast vart tredje flygplan hade radio.

Kort- och långvågsperioden

År 1937 inleddes en ny epok med B3. Flygplanet var vid leveransen utrustat med en LV-KV station – Telefunken 274 AF – som fick beteckningen Fr 1.

En tillhörande långvågspejl – Telefunken P 63uN – fick beteckningen Frp 1. Samtidigt förbättrades tillförlitligheten hos de äldre flygradiostationerna som då fick ny beteckning – Fr m/32/36.

1941 tillfördes de fasta radiostationerna vid flottiljerna nya mottagare, MRM V, och ny transportabel markradio TMR VIII anskaffades. I denna ingick en KV-sändare med hög uteffekt, tillverkad av dåvarande SRA.



Antennresning vid en markradiostation – Tmr 8.

Fr 2 och Frp 2 även i:

B3 (B,C,D),

S17,

S18,

B5

S14

1944 anskaffades en modernare transportabel radiostation, TMR IX, som innehöll två starka sändare, en för LV och en för KV, den senare med åtta förhandsinställda frekvenser. TMR placerades vid krigs- och övningsbaser och användes för överföring av taktisk information i samband med flyguppsdrag.

TMR X anskaffades i början av 50-talet. Stationen var avsedd för samverkan mellan armé- och flygstridskrafter. Den var utrustad med en modifierad flygradiostation Fr 2, som var en KV/LV-station med separerade sändare och mottagare. Den hade utvecklats av AEG och tillverkades av detta bolags svenska fabrik. och Frp 2

Fr 2 i flygversion installerades i B17 och B18 och var i operativ tjänst under åren 1941–48.

Fr 3 var en KV-station som köptes från SATT och installerades i J22. Den var i bruk 1942–49. KV-stationen Fr 5 var den första svenskbyggda flygradion, den tillverkades av AGA och installerades i J21. Efter en kort tid ersattes den dock av en engelsk KV-station, Fr 8. Telegrafin, som användes på KV, blev emellertid otymplig och snart omöjlig att använda i ensitiga flygplan.

Materielen i Flygvapnets fasta markradionät ersattes under 60-talet med ett antal friliggande bemannade KV-stationer spridda över landet. Abonnenter i detta nät var staber, flygba-

ser och strilorgan som utväxlade trafiken på fjärrskrift över en huvudstation. Nätet fick beteckningen luftoperativa radionätet – *LOPRA*.

Tack vare väderkartornas betydelse för flygning fick också långvägen en ny betydelse i och med upprättandet av Flygvapnets telefaximilnät.

VHF introduceras

Det ökade kanalbehovet för flygplan – flygplan och mark – flygplankommunikation, för bland annat stridsledning, kunde bäst tillfredsställas genom övergång till ett högre frekvensband – VHF-bandet (100–156 MHz). Detta tillät även installation av små, aerodynamiskt väl utformade antenner på flygplanen.

J26 MUSTANG och *J28 VAMPIRE* var utrustade med VHF-radiostationer utförda som sändtagare med fyra kristallstyrda kanaler. Radiostationen i *VAMPIRE* betecknades Fr 6 och i *MUSTANG* Fr 7. För markbruk anskaffades ett stort antal liknande VHF-stationer med beteckningen SCR-522 eller Fmr 5. De köptes som surplusmateriel från de allierade styrkorna i Tyskland för – 19 dollar!

I början av 60-talet kompletterades både TMR VIII och IX med två VHF-stationer SCR-522.

Hos SRT utvecklades i början av 50-talet en enkanalig VHF-station, RK 01, för flygtrafikledning och stridsledning – den första svensktillverkade markradiostationen på VHF-bandet. RK 01 var länge stommen i de markradiosystem som då byggdes och placerades vid lfc m/50, vid radarstationer (exempelvis PJ 21) och vid flottiljer med lokal manövrering.

För att underlätta navigering infördes vid samma tid en talande fyr på VHF-bandet, som med hjälp av ett riktantennsystem kunde sända bäringsinformation, vilken utan någon extra utrustning kunde mottas i flygplan.



Den första VHF-stationen – Fr VII (SCR-522), tillsammans med den senast utvecklade flygplansradion – Fr 31.

År 1955 hade AGA utvecklat en ny flygradiostation, Fr 12. Detta var en mångkanalstation av så kallad *crystal saving*-typ.

För markbruk utvecklades något senare hos Philips en mångkanalstation Fmr 7 med 24 förvalda frekvenser genererade enligt *IGO-principen* (*Impulse Governed Oscillator*). Fjärrmanövrering av denna station kunde ske på avstånd upp till 10 kilometer. Under 60-talet modifierades Fmr 7 till Fmr 7B som fick 50 kHz kanaldelning och valbar AM- eller FM-modulation.

Den första flygradiostationen med både AM- och FM-modulation var FR-17, som tillverkades i ett fåtal exemplar av AGA.

Halvledare började under 50-talet användas i allt större utsträckning. Den första heltransistoriserade radion var Fr 16, som utvecklades av AGA i början på 60-talet. Fr 16 var 5-kanalig och kristallstyrd och var ursprungligen avsedd för flygplanbruk men kom att användas i basorganisationen.

På marksidan utvecklades hos SRT i början av 60-talet en ny enkanalig VHF-station – RK 02 – som efterföljare till RK 01. Den kunde moduleras med AM eller FM och är fortfarande i tjänst som talstridsledningsstation och som drivsteg för styrdatasändare.

Som reserv för basernas trådsamband och för ordinarie samband med rörliga enheter inom basen byggdes ett basradiosystem på VHF-bandet. Det innehöll fasta, fordonsburna och bärbara enheter och anskaffades från Danmark. Detta system byttes under 80-talet ut mot ett av ERA konstruerat basradiosystem med efterlängttade egenskaper såsom relätrafik, textskydd och selektivt anrop.

Under mitten av 60-talet fick AGA i uppdrag att utveckla en ny mångkanalig och heltransistoriserad flygradio för VHF-bandet – Fr 21. Frekvensgenereringen sker i Fr 21 med så kallad indirekt syntes, vilket innebär att alla frekvenser inom VHF-bandet kan genereras med hjälp av en spänningsstyrd oscillator, en digitalt styrd frekvensdelare och en kristallstyrd referensoscillator. Fr 21 kom att få vidsträckt användning bland annat i *J 35F* samt i specialplan och helikoptrar. Mottagardelen kom också att användas i det pejlnätsystem som framtogs för *Stril 60*.

Under 70-talet fick flygtrafikledarna nya radiostationer RK 03 som utvecklades av ECI i Florida.

Med Flygstaben diskuterades under åren 1955–56 tanken att jämsides med talstridsledning använda datastridsledning.

Ett uppdrag lades på SRT att i nära samarbete med KFF utveckla ett dataöverföringssystem med datautmatare i centraler, modemutrustning för marksamband, terminalutrustningar vid marksändare och dataomvandlare i flygplan för presentation på flygplaninstrument.

Systemutformningen gjordes efter omfattande flygprov med flygplan 32 *LANSEN* och Tp52 *CANBERRA*.

Styrdatasystemet är det första radiosystem inom Flygvapnet som givits ett mycket starkt skydd mot avsiktlig fiendtlig störning. Under åren har flera systemförbättringar införts.

Radiosystem för tal- och datastridsledning

Som framgått ovan utgjorde markradiodetaljen ursprunget till elektroavdelningen. Vid bildandet av elektriska byrån inrättades inom denna en radiosektion. 1954 växte denna till radiobyrån ELR med Ove Norell som chef. I slutet av 50-talet flyttades navigeringsradiosektionen till flygelektrobyrån (bildad 1957 av flygelektriska sektionen). Radiolänk- och trådnätsektionerna överfördes från ELB till ELR.

1961 omdöptes radiobyrån till telebyrån ELT, med bibehållen organisation.

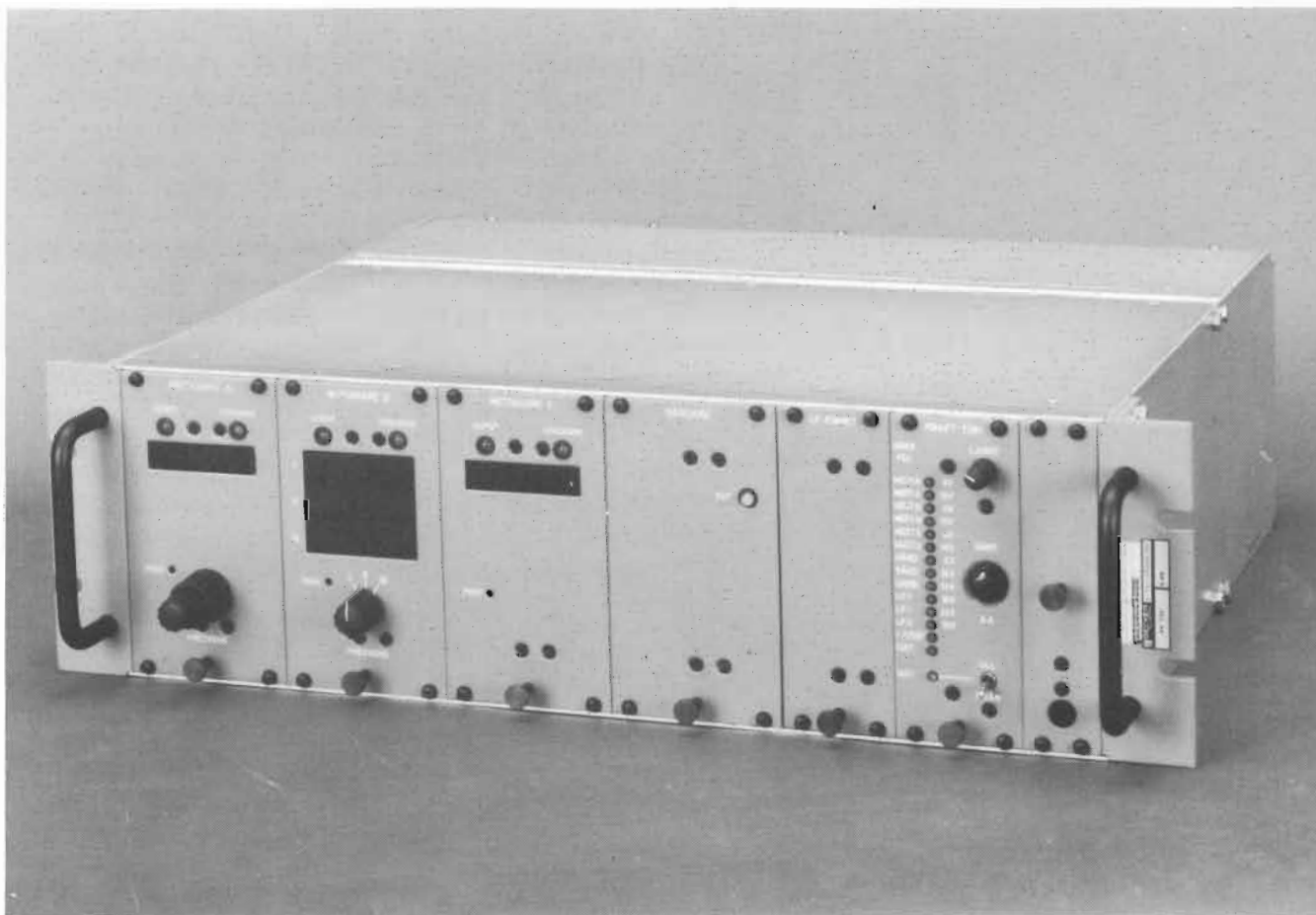
1963 överfördes flygelektrobyrån till flygplanavdelningen, varvid ansvaret för utveckling och anskaffning av flygplanradio överfördes från ELT2 till flygelektrobyrån.

Stril 60 kännetecknas av central ledning från två ledningscentraler – lfc typ 1 och radargruppcentraler, rrgc – varifrån ett antal talradio- och datasändare kan fjärrmanövreras.

Utbyggnaden av dessa landsomfattande markradiosystem för tal- och datastridsledning gjordes successivt under 60-talet.

Tal- och datastridsledning skyddas med hjälp av hög sändareffekt, antensystem med riktverkan, fortifikatoriskt skydd samt tillgång till reservkraft med automatisk inkoppling.

RA 706 – radioutrustning för TLF-kärna innehållande tre mottagare och en sändare på flygsäkerhetsbandet 118–137 MHz.



UHF för talstridsledning

Den ökade belastningen på VHF-bandet framtvingade ett utnyttjande av UHF-bandet (225–400 MHz) för militär radiotrafik mellan mark och flygplan. Den första UHF-radiostationen, som utvecklades i Sverige, var FR 22 som installerades i AJ37.

I JA37, liksom i J35F, användes en senare utvecklad VHF- och UHF-station, Fr 28. I JA37 kallas radioutrustningen Fr 29. Den består av två Fr 28, antennväxel och radiopanel för frekvens och antennval.

Ett samarbete mellan *Motorola* och *PTAB* initierades för utveckling av en mångkanalig markstation Fmr 18. Den tillverkades i Sverige i en första delserie. Av kostnadsskäl valdes sedan att anskaffa flygradiostationen Fr 28 i markutförande. Denna station, som kallades Ra 730, hade enbart UHF-frekvenser och var uppdelad i sändar- och mottagarenhet.

Telekonflikter

En mängd radiostationer förekommer ofta inom begränsade områden i närheten av staber och förband. På grund av ofullkomligheter hos både sändare och mottagare: övertoner, falska kanaler, intermodulation, oscillatorbrus m m... uppstår risk för oavsiktlig störning av mottagarna inom sådana områden. För att minska störningsrisken fordras dels en noggrann frekvensplanering, dels en analys av störsituationen vid en given frekvenstilldelning. Störanalys av detta slag brukar beskrivas med begreppet *EMC* det vill säga *electromagnetic compatibility*. I början av 60-talet lades uppdrag hos *AB Teleplan* att utveckla en datorstödd analysmodell för detta ändamål – Texas.

Med hjälp av analysen kan konfliktfall registreras och korrigering åtgärder föreslås.

Nya tankar

Utvecklingen av telekrigföring sker snabbt. Högre störeffekter, större frekvensrörlighet, mer sofistikerade vågformer och effektivare signalspaning innebär ett allvarligt hot mot de vapensystem som kräver informationsöverföring över radio för att fungera. Förvaltningen har sedan mitten av 70-talet ägnat en stor del av sin verksamhet åt att möta detta hot med exempelvis höga sändareffekter, bandspridning, felkontrollerande kodning, adaptiva antenner för mottagare och kryptering. Både bandspridning och kryptering kräver digitalisering av talsignaler. Utvecklingen av halvledartechniken bedöms göra det möjligt att integrera signalbehandlingskretsar för både digitalisering och kryptering i radioutrustningar.

Vid 1974 års omorganisation delades ELT i transmissionsbyrån – F:LT, och radiobyrån – F:LR. När FMV övergick till Org 90 1982 sammanfördes de tre förvaltingarnas/huvudavdelningarnas radioverksamhet till en gemensam radiobyrån – FMV:Radio. Radiobyrån är uppdelad i sektioner för KV, UK, VHF, UHF och högre frekvenser. I varje sektion handläggs nu ärenden i respektive frekvensområde för hela försvarsmakten.

TELE- kommunikation

Behovet av yttäckande telekommunikation var under 30-talet inte speciellt stort. Det största behovet förelåg inom luftbevakningsområdet. Den materiel som användes inom försvaret var till övervägande del ur Televerkets standardsortiment.

För överföring av väderinformation anordnade Flygvapnet 1940 ett teleprinter nät. En teleprintercentral med manuell förmedling ingick i nätet. Nätet, som i första hand var avsett för vädertrafik, utnyttjades även efter tillstånd från meteorologerna för taktisk trafik. 1945 byggdes i Tre Vapen (Stabsbyggnaden på Gärdet i Stockholm) en ny teleprintercentral för flygvapenabonnenter.

Efter 2. världskriget påbörjades en intensiv utrednings- och anskaffningsperiod inom luftbevaknings- och stridsledningsområdet. Surplusmateriel, främst av typ rörliga stridsledningscentraler (AN/TTQ), inköptes från amerikanska försvaret och kom att utgöra grundstommen i de försök som gjordes. Utrustningen, som var av USA-standard, krävde en hel del anpassning till svenska förhållanden.

Behovet av snabb, säker och långdistant telekommunikation ökade starkt.

För det anpassnings- och nykonstruktionsarbete som var nödvändigt i samband med den starkt ökade anskaffningen av telekommunikationsutrustningar anställde Kungl Flygförvaltningen ett antal ingenjörer med teleteknisk bakgrund från *Televerket* och *L M Ericsson*. Hans Franzén och Knut Egeland som anställdes vid KFF 1948, kom sedan att betyda mycket för Flygvapnets telekommunikation.

1948 framstår som något av ett födelseår för utformningen av Flygvapnets moderna telekommunikationsstruktur. Detta år anskaffades också det första ls-radiosystemet RL 01 för förbindelser lgc-ls. KFF utvecklade med dessa radioenheter som bas ett ls-radiosystem som uppfyllde följande målsättning:

- *Räckvidd 4–5 mil*
- *Trafiken skall, så långt det kan säkerställas, vara ostörd*
- *Vid luftförsvarsgruppcentral skall sändning till och mottagning från samtliga till lgc knutna ls kunna ske samtidigt och inbördes ostört*
- *Strömförsörjning skall kunna ske utan tillgång på elkraft från nät*
- *Utrustningen skall trafiktekniskt kunna anpassas till och hanteras helt analogt som trådtelefonmateriel vid lgc och icke kräva särskild signalutbildad personal.*

Jämfört med dagens målsättningar och tekniska specifikationer var dessa huvudkrav föredömligt korta och koncisa. Kra-
ven kan ses som helt relevanta även vid anskaffning i nutid.

Under flygvapenövningen 1949 provades en del av den nyan-
skaffade materielen. Bland annat provades en rörlig radio-lgc.
Lgc-utrustningen med tillhörande sambandsutrustning inrym-
des i två bussar. Ls, som också var rörlig, var installerad i en
före detta sjuktransportbil.

Materielen levererades och installerades bara någon vecka
före övningen, vilket innebar att system- och funktionsprov
samt modifieringar utfördes av KFF personal dygnet alldes
före övningens början.

Tidsfördröjningen vid den manuella förmedlingen i *Telever-
kets* stationer kunde inte längre accepteras och 1948 påbörjades
en övergång från vanliga abonnemang i *Televerkets* nät till
speciella exklusiva förbindelser.

Den nu under 80-talet pågående övergången, från exklusiva
förbindelser till förmedlade förbindelser, är alltså en återgång
till ett gammalt koncept även om förmedlingen nu sker auto-
matiskt.

De erfarenheter man fick av de första telekommunikations-
utrustningarna låg till grund för konstruktionsarbetet för tele-
fonutrustningar till lgc m/50. Detta utfördes av KFF med viss
hjälp från *Televerket*, som sedan levererade utrustningen. För-
svaret var här mycket tidigt ute med flera funktioner, bland
annat fyrtrådsförmedling.

1950 tillsattes en utredning med uppgift att föreslå ett lands-
omfattande och skadetåligt telekommunikationsnät för luftbe-
vakning och stridsledning. Utredningen föreslog att ett lands-
omfattande nät baserat på radiolänk skulle byggas. Valet av
radiolänk som transmissionsmedel var främst betingat av eko-
nomiska skäl.

I utredningen skisserades grunddragen för nätstruktur,
transmission och förmedling. Dessa grunder arbetar vi fortfa-
rande efter. ÖB fattade 1954 beslut att nätet skulle byggas och
utnyttjas – även av andra intressenter än Flygvapnet. Kostna-
derna skulle fördelas på ÖB, Flygvapnet och SJ.

Ett första provnät byggdes mellan Stockholm och Norrkö-
ping, varvid radiolänk arbetande på mikrovåg (omkring 2 GHz)
användes.

Metoder för dimensionering, stråk- och frekvensplanering samt utformning av anläggningar utarbetades. Försvaret var här föregångsman inom landet och kompetens inom området byggdes upp vid KFF och CVA. Efter proven påbörjades serieanskaffningen och den egentliga utbyggnaden. Som entreprenörer användes de första åren förutom CVA även *Siemens*, som var leverantör av den första serien. En omfattande rekrytering och utbildning av underhållspersonal genomfördes.

Parallellt med utbyggnaden av det försvarsägda radiolänknätet utvecklades och intensifierades samarbetet med *Televerket*. Planer för försvaret att köpa in sig i *Televerkets* koaxialkabelnät och bärfrekvenssystem genomfördes dock inte.

Anslutning av radarstationerna till centralerna i *Stril 60*-systemet ställde krav på överföring av videoinformation. På uppdrag av KFF utvecklade *L M Ericsson*, under ledning av Björn Lundvall (sedermera VD), en speciell videomultiplex för bredbandsöverföring på främst radiolänk.

Inom *Stril 60* ställde flera funktioner krav på datatransmission: utmatningen av styrdata till jaktflygplan i luften samt överföringen av målinformation mellan strilcentralerna (måldata). KFF lät vid *Standard Radio* utveckla modemer*) långt innan datakommunikation blev allmän i Sverige.

Ett enkelt och funktionssäkert system för överföring av information, från ls via lgc till lfc, specificerades av KFF. Systemet konstruerades och levererades av AGA.

Den ökade användningen av datakommunikation innebar att nya krav ställdes på elmiljön. De normer för elmiljö, EMC, EMP-skydd m m... som utarbetats inom försvaret utnyttjas nu även av *Televerket* och *Ericsson* bland många andra.

I samband med utbyggnad av *Stril 60* skedde även introduktion av bärfrekvenssystem i stor skala i försvarets egna nät. Vid utvecklingen av telefonmaterielen för *Stril 60* tillämpades en då ny anskaffningsmodell. En stor del av utformnings- och konstruktionsarbetet utfördes av industrin.

I början på 60-talet slogs de dittills försvarsgrensegna fjärrskriftnäten samman till ett försvarsgemensamt nät. Detta för sågs med växlar från *Televerket* och *Philips*. De senare var tekniskt en blandning av elektromekanik och elektronik, bland annat innehöll de ferritkärnminnen.

I mitten på 60-talet specificerades, med det amerikanska *AUTOVON-nätet* som förebild, nätväxlar för utplacering i det landsomfattande länknätets knutpunkter. *L M Ericssons* förslag – att basera nätväxlarna på den då helt nya tekniken med datorstyrning (programminnesstyrning) – var det som bäst svarade mot uppställda krav. Härigenom kom svenska försvaret att under några år vara en av de förvaltningar i världen som hade störst antal programminnesstyrda växlar i drift. En annan nyhet var att växlarna ej var bemannade med tekniker.

Samarbetet med *Televerket* utvecklades och reglerades i ett antal tekniska och ekonomiska avtal. Bland annat slöts i början av 70-talet ett avtal om att utnyttja kapacitet i *Televerkets* långdistanta bärfrekvensnät.

*) Modem = modulator – demodulator

Datastyrd lokal växel för faktiskt bruk – AXT.



Flygvapnets nya basradio – RA 538 – svarar för en del av kommunikationerna i Bas 90-systemet.



Vid omorganisationen 1974 sammanfördes de tidigare trådnät- och radiolänksektionerna till Transmissionsbyrån med Hans Franzén som chef.

1974 påbörjades också en mer planerad integration av radiolänk- och trådnät – Försvarets telenät (FTN). Tiden var också mogen för en materielomsättning av de delar av nätet som byggts under 50-talet. Återigen skedde ett val av en då ny teknik – övergång till digital transmission.

Svenska försvaret var en av de första förvaltningarna i världen att sätta långa sammanhängande digitala stråk i drift.

10-årsperioden från 1975 kännetecknas av ökade krav på text-, data- och bildkommunikation samt på skadetålighet. Två omfattande studier i mitten av 70-talet – FV sambandsstudie och ÖB datafjärrskriftutredning – har lagt grunden för nu pågående verksamhet. För Flygvapnets radarstationer PS 860, PS 870, för rrgc/T (RIR) och för *Bas 90* har, på uppdrag av försvaret, *L M Ericsson* utvecklat ett helt nytt taktiskt kommunikationssystem (AXT) baserat på världsframgången AXE.

Nätet kompletteras nu med ett antal digitala nätväxlar. Under 1986 kommer textkommunikationssystemet att helt moderniseras i samband med att *MILTEX* levereras. För överföring av bilder kommer *MILFAX* och för datakommunikation *MILPAK*.

I transmissionsnätet introduceras optofiberkabelsystem, som ger viss resistens mot EMP. I det långdistanta nätet sker samarbete med *Televerket* avseende förläggning av optofiberkablar.

Flygvapnet har haft och har ett funktionellt och tekniskt väl fungerande kommunikationssystem. I internationell jämförelse drivs försvarets nät med få tekniker (nu kanske alltför få), det har goda tekniska prestanda, god teknisk övervakning och hög redundans.

Anskaffning i internationell konkurrens har eftersträfvats, där dock svenska leverantörer ofta hävdats sig väl. I flera fall har direkta utvecklingsuppdrag lagts på svensk industri.

Slutligen: Vårt nu befintliga telekommunikationssystem utgör en god grund för den fortsatta utvecklingen för att tillgodose Flygvapnets framtida behov!