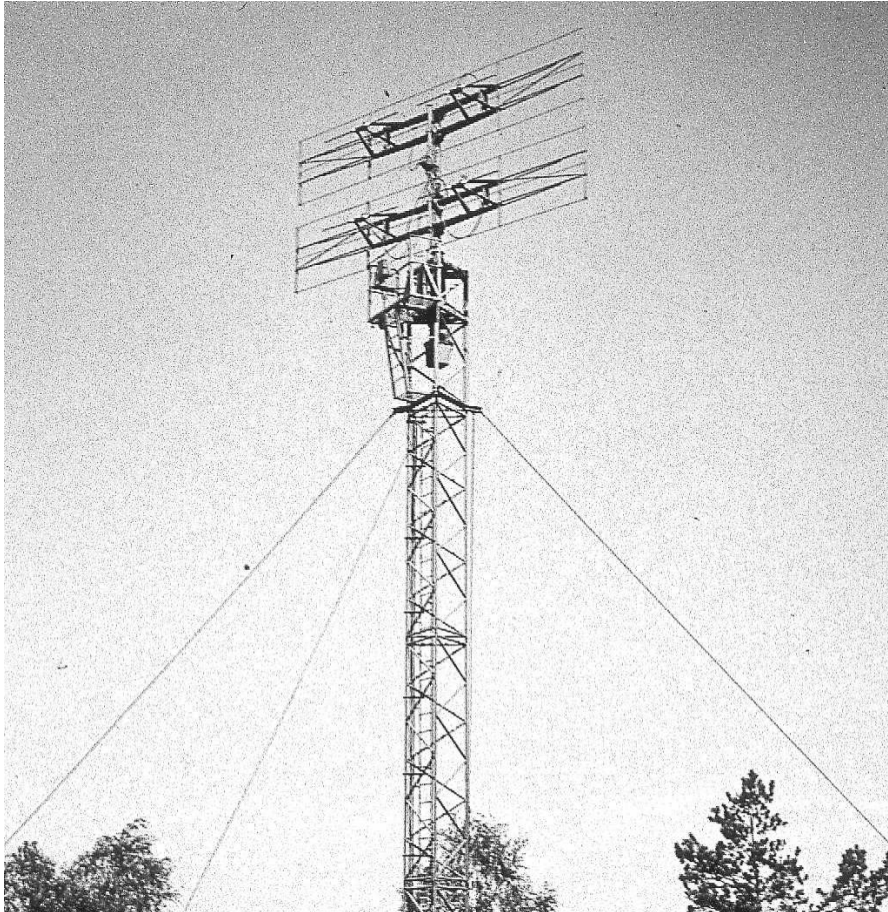




FHT
Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



RADARSPANINGSSTATION PS-16/F

HISTORIK, ERFARENHETER

TR:931515
1993-04-02
Antal sidor: 1 (20)

På uppdrag av FMV:FuhML och FMV:RadarF har Telub Teknik AB i Arboga dokumenterat - medan kunskap och gamla dokument ännu finns bevarat - de erfarenheter och den historik som fanns både inom företaget och Försvarets materielverk om numera nedlagda radarstationer.

Denna sammanställning om flygvapnets första Strilradarstation PS-16/F har framtagits med stort engagemang av numera pensionerade ingenjören Rune Erlandsson.

Rune Erlandsson anställdes 1948 som radartekniker vid dåvarande Centrala flygverkstaden Arboga (CVA). Hans första jobb var att landet runt göra översyn på flygvapnets första radaranläggningar ERIIIB fram till mitten av 1950-talet. Efter hand som nya radarstationer anskaffades har Rune arbetat som teknisk handläggare med PJ-21/R/F, PS-16/F, PS-41/R, PV-30/301 och slutligen fram till sin pensionering med PS-810/F där han öven under anskaffningskedet svarade för kvalitetskontrollen vid SELENIA i Italien.

Sammanställningen är genomförd på FMV:FuhML uppdrag 85420-91-000-00-171 och FMV:Radar 72412-88-028-29-001.

Uppgjord: Rune Erlandsson, LR1

Granskad: Karl Gardh

Fastställd:



Ingemar Eriksson
Radaravdelningen

Innehåll:

1 Inledning	3
1.1 Bakgrund till spaningsradar PS-16/F	3
1.2 Huvuddata och operativ prestanda	3
2 Kortfattad teknisk beskrivning	4
2.1 Materielsammansättning	4
2.2 Modulator och sändare	4
2.3 Mottagare	6
2.4 Indikatorsystem	8
2.5 Antenn och antennvridanordning	11
3 Materielupphandling	13
4 Anläggningar PS-16/F	13
4.1 F16-stationen	13
4.2 Djuröstationen "Valpen"	14
4.3 Gotlandsstationen "Ögat"	15
4.4 Blekingestationen "Kråkan"	15
4.5 Härnösandstationen "Ormen"	16
4.6 Luleåstationen	16
5 Underhållsresurser	17
5.1 Personalutbildning	17
5.2 Dokumentation	17
5.3 Utbytesenheter	17
5.4 Reservdelar	17
5.5 Underhåll	17
5.6 Översyn	18
6 Erfarenheter	18
6.1 Kort aktiv tid, sedan reservstation	18
6.2 Mycket god driftsäkerhet	19
6.3 Begränsat störskydd	19
6.4 Täckning	19
6.5 Modifierad antenn	20
6.6 Rapportering till Stril	20

Bilagor:

1. Tekniska data
2. Fotografier

1 Inledning

1.1 Bakgrund till spaningsradar PS-16/F

PS-16/F var, i likhet med radarstation PJ-21, tillverkad av den engelska firman MARCONI WIRELESS TELEGRAPH i Chelmsford. Flygförvaltningen anskaffade 1949 dessa stationer i fem exemplar. Den engelska stationen hade beteckningen Type 960. Inom flygvapnet kom stationen även att benämnas "Radar Is 960" (Is = luftbevakningsstation).

PS-16/F var, med avseende på sin långa räckvidd, avsedd att bli flygvapnets första storradar. Den var även flygvapnets första fortifikatoriskt skyddade radaranläggning. Stationen ansågs mycket hemlig och omgavs därför med sträng sekretess.

Inom det engelska marinministeriet (Admiralty) anskaffades dessa 960-stationer till större fartyg inom Royal Navy för att användas för fjärrspaning på slagskepp, hangarfartyg och kryssare.

Marinförvaltningen anskaffade genom Admiralty år 1948 tre stycken 960-stationer som installerades på kryssarna Tre Kronor och Göta Lejon samt på skolfartyget Prins Carl.

1.2 Huvuddata och operativ prestanda

PS-16 arbetade på en relativt lång våglängd, 1,5 m. Sändarfrekvensen var avstämbar mellan 80-90 MHz, vilken radaroperatören själv kunde reglera under drift. Stationens pulseffekt var ca 400 kW.

Som luftbevakningsstation fyllde PS-16 väl sin uppgift som fjärrspaningsradar. Den hade en räckvidd mot flygplan på upp till 250-300 km, men för den andra uppgiften - jaktstridsledningen - var stationen mindre lyckad. Antennen hade en lobvinkel på ca 40° i horisontalplanet. Flygplansekona kom därigenom att presenteras som långa "korvar" på indikatorn. Operatören hade därför svårt att bestämma bäringen till målet, vilket även resulterade i problem att hitta målet på höjdmätarradarn.

PS-16 var den första markradarstationen som var utrustad med skydd mot aktiv störning. Förutom möjligheten till frekvensändring under drift kunde vissa typer av störningsreducerande filter i mottagarsystemet kopplas in under störda förhållanden. Störskyddets effektivitet var mycket tvivelaktig.

Stationen arbetade med markreflektion och krävde därför tillräckligt stora vatten- eller landytor inom närområdet som reflektorer. Antennens höjd hade stor inverkan på lobutbredningen. Antennendiagrammet bestod av en bred huvudlob samt en eller flera ovanför huvudloben liggande smala vertikallober eller strålningslobar. Huvudloben hade störst betydelse. Vid en antennhöjd på 20-25 m över havet kom huvudlobens överkant att ligga på 11-13.000 m på 10 mils avstånd från stationen. Lobens underkant kom vid samma avstånd att ligga på ca 1.000 m.

1 Inledning

1.1 Bakgrund till spaningsradar PS-16/F

PS-16/F var, i likhet med radarstation PJ-21, tillverkad av den engelska firman MARCONI WIRELESS TELEGRAPH i Chelmsford. Flygförvaltningen anskaffade 1949 dessa stationer i fem exemplar. Den engelska stationen hade beteckningen Type 960. Inom flygvapnet kom stationen även att benämnas "Radar ls 960" (ls = luftbevakningsstation).

PS-16/F var, med avseende på sin långa räckvidd, avsedd att bli flygvapnets första storradar. Den var även flygvapnets första fortifikatoriskt skyddade radaranläggning. Stationen ansågs mycket hemlig och omgavs därför med sträng sekretess.

Inom det engelska marinministeriet (Admiralty) anskaffades dessa 960-stationer till större fartyg inom Royal Navy för att användas för fjärrspaning på slagskepp, hangarfartyg och kryssare.

Marinförvaltningen anskaffade genom Admiralty år 1948 tre stycken 960-stationer som installerades på kryssarna Tre Kronor och Göta Lejon samt på skolfartyget Prins Carl.

1.2 Huvuddata och operativ prestanda

PS-16 arbetade på en relativt lång våglängd, 1,5 m. Sändarfrekvensen var avstämbar mellan 80-90 MHz, vilken radaroperatören själv kunde reglera under drift. Stationens pulseffekt var ca 400 kW.

Som luftbevakningsstation fyllde PS-16 väl sin uppgift som fjärrspaningsradar. Den hade en räckvidd mot flygplan på upp till 250-300 km, men för den andra uppgiften - jaktstridsledningen - var stationen mindre lyckad. Antennen hade en lobvinkel på ca 40° i horisontalplanet. Flygplansekona kom därigenom att presenteras som långa "korvar" på indikatorn. Operatören hade därför svårt att bestämma bäringen till målet, vilket även resulterade i problem att hitta målet på höjdmätarradarn.

PS-16 var den första markradarstationen som var utrustad med skydd mot aktiv störning. Förutom möjligheten till frekvensändring under drift kunde vissa typer av störningsreducerande filter i mottagarsystemet kopplas in under störda förhållanden. Störskyddets effektivitet var mycket tvivelaktig.

Stationen arbetade med markreflektion och krävde därför tillräckligt stora vatten- eller landytor inom närområdet som reflektorer. Antennens höjd hade stor inverkan på lobutbredningen. Antennendiagrammet bestod av en bred huvudlob samt en eller flera ovanför huvudloben liggande smala vertikallober eller strålningslobber. Huvudloben hade störst betydelse. Vid en antennhöjd på 20-25 m över havet kom huvudlobens överkant att ligga på 11-13.000 m på 10 mils avstånd från stationen. Lobens underkant kom vid samma avstånd att ligga på ca 1.000 m.

På örlogsfartygen hade antennerna placerats på drygt 33 m höjd över vattenytan. Därvid blev antenndiagrammet annorlunda och anpassat efter det operativa behovet.

Stationen lämnade mÅldata i form av bÅring och avstÅnd. HÅjddata presenterades av separat hÅjdmÅtarradar PH-13.

2 Kortfattad teknisk beskrivning

2.1 MaterielsammanstÅllning

HÅrdvarumÅssigt omfattade PS-16-materielen ett antal stÅrre och mindre apparatstativ, spÅnningsomvandlare, servogenerator samt antenn med antennvridbord enligt nedan:

- Modulator	MARCONI-AP58776
- SÅndare	MARCONI-AP58771-2-3
- Universalindikator	MARCONI-AP57104
- ManÅverenhets	MARCONI-AP58670
- Mottagare	MARCONI-AP58781
- Kontrollstativ	MARCONI-AP57235
- SpÅnningsomformare	MARCONI Beteckn okÅnd
- Servoenhets	MARCONI-AP59376
- Kontrolltavla	MARCONI-AP58680
- Stativ	MARCONI-AP59424
- Likriktare	MARCONI-AP65293
- Kontrolltavla	BTH-RMC-2111
- StartpÅdrag	BTH-OAT-76-125
- Antenn	MARCONI-12A-W30524
- Antennvridbord	MARCONI-A2037273-4-5

2.2 Modulator och sÅndare

Stationens modulator och sÅndare var uppdelade pÅ tvÅ separata apparatstativ. Modulatorstativet var tillverkat av vinkeljÅrn och tÅckt med mÅssingsplÅtar. SÅndarstativet var uppbyggt av mÅssingsprofiler och tÅckt med plÅtar av samma materiel. De bÅda stativen var sammansatta till en gemensam enhets. De bÅda stativen var mycket vÅl skÅrmade och samtliga matarledningars till stativen var fÅrsedda med effektiva lÅgpÅssfilter fÅr att fÅrhindra HF-energi komma ut genom kablages. De fack som innehÅll oscillator- och likriktarrÅr var fÅrsedda med speciella inspektionssluckor som kunde Åppnas och stÅngas genom ett enkelt handgrepp.

Modulatorstativet innehÅll i huvudsak fÅljande enhets och funktioner:

- Styrenhets fÅr generering av 5 μ s lÅnga pulser fÅr styrning av sÅndaren.
- SpÅnningsregleringsenhet fÅr reglering och stabilisering av den variabla hÅgspÅningen till sÅndaren.
- Inbyggt oscilloskop fÅr mÅtning och kontroll av pulsformer i modulator och sÅndare.

- Inbyggd vågmeter för mätning av sändningsfrekvensen.
- Konstledning

Modulatorns konstledning laddades upp till 12 kV spänning genom fyra parallellkopplade likriktarrör (CV74) och urladdades genom en gastriod (5022). Konstledningens utgång var kopplad till sändarens anoder genom en pulstransformator som gav en spänningspuls på 16 kV till sändaren. För att kunna prova modulaton utan sändare var modulaton försedd med en separat konstbelastning vilken var placerad i lufttrumman bakom modulaton.

Sändaren innehöll ett oscillator- och ett förstärkarsteg vilka vardera utgjordes av 2 st triodrör (CV240). Rören, som var luftkylda, hade en maximal emission på 120 A och en anodförlust på 1 kW vid 15 kV.

Oscillatorkretsen avstämdes med lecherledningar på både galler-, anod- och katodkretsen. Längden på gallerledningen, som har störst inverkan på oscillatorns avstämning, reglerades med hjälp av ett elgonsystem för att kunna avstämmas från radarobservatörens plats.

Förstärkarrörens avstämningsorgan, bestående av avstämbara kondensatorer, var gangade med oscillatorns gallerledning med hjälp av en kedjeöverföring.

Även sändaren var försedd med en konstbelastning och kunde således provas utan att SM-växlare och antenn var inkopplade. Konstbelastningen utgjordes av 8 st koltrådslampor (CV311). Sändarens uteffekt mättes med hjälp av konstbelastningen och en jämförelselampa (komparationslampa). Genom ett spegelsystem kunde man samtidigt iakta ljusstyrkan hos lampbelastningen och komparationslampan. Effektmätningen gick till så att komparationslampans ljusstyrka ställdes in med en regleranordning så den blev lika med ljusstyrkan hos en av lamporna i lampbelastningen. Den ström som då komparationslampan drog avlästes på en amperemeter (KOMPARATIONSTRÖM) varefter uteffekten avlästes i ett ström/effektdiagram.

Sändaren hade en pulseffekt i storleksordningen 400 kW vid antingen 5 eller 15 μ s pulstid. Medeffekten var ca 3,75 kW vid 15 μ s pulstid och 1,25 kW vid 5 μ s pulstid. Pulsrepetitionsfrekvensen var 250 Hz.

Samtliga frekvensavstämningsorgan i oscillator och sändare var mekaniskt sammankopplade genom kuggdrev och kedjeöverföring så att frekvensavstämning kunde ske med endast en avstämningsskruv. Sändningsfrekvensen kunde ställas in till vilket värde som helst mellan 80-90 MHz på mindre än 15 sekunder antingen direkt vid sändaren eller på frekvensinställningsenheten vid observatörsplatsen. Sändaren hade mycket hög frekvensstabilitet.

Stationens SM-växlare utgjordes av en separat enhet placerad i sändarstativets nedre fack. Enheten var försedd med ledskenor för att lätt kunna dras ut ur stativet för inspektion. SM-växlaren var uppbyggd kring ett system av koaxialledningar, kvarts- och helvågstubbar tillverkade av kopparrör. Själva gnistgapen i sändar/mottagarväxlaren utgjordes av volframstavar och var placerade inne i koaxialledningarnas kopparhölje.

Gnistgapens elektrodavstånd var justerbara med hjälp av en ratt placerad utanför kopparhöljet.

SM-växlaren var kombinerad med ett antenfilter som hade till uppgift att undertrycka sändarfrekvensens andra och tredje överton jämte strålning av lägre frekvens från modulaton. Utan antenfiltret skulle sändaren störa allmän radiomottagning.

Stationen var försedd med ett väl genomarbetat säkerhetssystem för skydd av materien vid eventuella fel eller felaktigt handhavande.

Sändare och modulator kyldes genom ett avancerat slutet kylsystem. Kylluften togs direkt från ytterluften, sögs genom stationen och blåstes ut i det fria. I kylkanalerna till ömtåliga komponenter såsom modulator- och sändarrör fanns speciella flödesvakter för kontroll av kyltemperatur och luftflöde. Oscillator- och sändarrören krävde en uppvärmningstid på ca 10 minuter.

2.3 Mottagare

Stationens mottagardel var samlad i ett separat apparatstativ som av praktiska skäl var placerat i anläggningens observationshytt. Mottagarutrustningen var fördelad på 14 separata underenheter och tre manöverpaneler (se bild 1). Apparatenheterna var monterade på ledskenor för att lätt kunna dras ut ur apparatstativet för service och inspektion. Manöverpanelerna var placerade överst i stativet.

Apparaterna utgjordes av:

- 5 st likriktarenheter (RU4, RU5, RU10, RU11 och RU14) för strömförsörjning av övriga enheter i mottagarstativet.
- 1 st HF-enhet (RU8) med blandare och lokaloscillator.
- 2 st MF-förstärkare, den ena smalbandig (RU1), den andra bredbandig (RU2).
- 1 st bildfilterenhet (RU3) innehållande diverse störfilter samt AFR-kretsar.
- 1 st bildförstärkare (RU12) med ett flertal videoutgångar.
- 1 st kristallstyrd kalibreringsgenerator (RU6) för kontroll av indikatorernas interna kalibreringsgeneratorer.
- 1 st AFR-enhet (RU9) för automatisk styrning av mottagaren till sändaren inom frekvensområdet 80-90 MHz.
- 1 st prestandameter (RU7) innehållande en brusgenerator för mätning av mottagarens brusfaktor, en CW-oscillator som tillsammans med en provningsantenn användes för att kontrollera mottagarsystemets känslighet samt en provmottagare som tillsammans med samma provningsantenn användes för att mäta sändarens uteffekt.

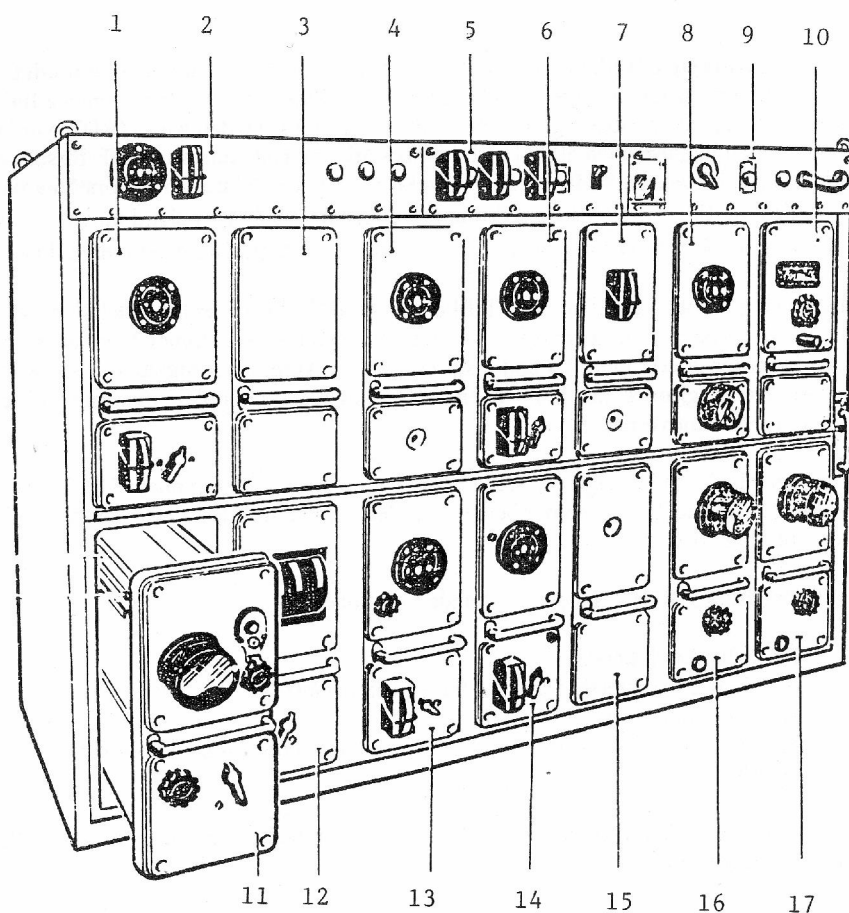


Bild 1. Mottagarenhet PS-16

1	Manöverenhet RU11	9	Manöverenhet RU17
2	Manöverenhet RU15	10	HF-förstärkare RU8
3	Katodföljarenhet RU13	11	Prestandamätare RU7
4	Bildförstärkare RU12	12	Avst.kalibrator RU6
5	Manöverenhet RU16	13	Likrikarenhet RU5
6	Manöverenhet RU14	14	Likrikarenhet RU4
7	Likrikarenhet RU10	15	Bildfilterenhet RU3
8	AFR-enhet RU9	16	MF-förstärkare RU2
		17	MF-förstärkare RU1

HF-enhet (RU8) var bestyckad med två HF-steg av vilket det första var ett triodsteg av jordat-galler-typ, ett blandarsteg med lokaloscillator. Lokaloscillatorn var avstämbar mellan 71-83 MHz. Den automatiska frekvensregleringen inom bandet 80-90 MHz reglerades genom ett mekaniskt system bestående av stegmotorer för styrning av lokaloscillatorns avstänningsorgan.

I mottagarens signalkedja ingick två MF-förstärkare som båda arbetade samtidigt. Förstärkarna var identiska med undantag av några komponentvärden. Den ena förstärkaren (RU1) var smalbandig med en bandbredd på 65 kHz, den andra (RU2) var bredbandig med bandbredden 500 kHz. Båda förstärkarna hade fem stegs MF-förstärkning vid mellanfrekvensen 8 MHz följt av detektor och katodföljarutgång. Förstärkarna matades samtidigt med MF-signal från HF-enheten. Vid 15 μ s pulstid utnyttjades videosignalen från den smalbandiga förstärkaren, vid 5 μ s pulstid den bredbandiga.

Nästa steg i mottagarkedjan var bildfilterenhet (RU3). Denna enhet innehöll ett antal hög- och lågpasfilter, begränsare och utjämningskretsar som kunde kopplas in för att eliminera för interferens eller andra störningar på inkommande signaler. Valet av störskyddskretsar gjordes med hjälp av en A/S- (Antistör) omkopplare placerad på indikatorstativets manöverpanel.

Den sista länken i mottagarens signalkedja var en bildförstärkarenhet (RU12) och en katodföljarenhet (RU13) som arbetade parallellt. Båda matades med video från bildfilterenhet (RU3).

Bildförstärkare (RU12) innehöll följande funktioner:

- Tre videoförstärkarsteg
- Differentieringskretsar för KTK (korttidskonstant)
- Triggpulsförstärkare
- Triggfördröjningskretsar för att kompensera för fördröjningen i bildfilterenhetens störfilter.

Bildförstärkaren lämnade video till stationens PPI-indikator samt triggpulser till PPI- och sektorindikator.

Katodföljarenheten (RU13) innehöll ett videoförstärkarsteg, ett begränsarsteg samt tre katodföljarutgångar. Den ena av utgångarna lämnade video till stationens sektorindikator, de övriga utgångarna var avsedda för fjärrindikatorer.

2.4 Indikatorsystem

Radarns presentationsutrustning utgjordes av en separat enhet (apparatstativ) benämnd UNIVERSALINDIKATOR MOD 1. Apparatstativet var försett med två bildindikatorer: ett PPI med 9" bildrör och en sektorindikator med 6" bildrör. Stativet innehöll dessutom ett antal kraftenheter, bild- och svepförstärkare, avståndskalibrator m m. Samtliga underenheter var monterade på ledskenor för att vara lätt åtkomliga för service och inspektion.

I likhet med övriga apparatstativ kyldes indikatorstativet med kylflöde genom ett slutet ventilationssystem helt skilt från det, genom vilket de olika lokalerna ventilerades.

De båda indikatorerna, PPI- och sektorindikator, var placerade i stativets mitt (se bild 2), PPI:et överst och sektorindikatorn nederst i stativet, övriga enheter var placerade på ömse sidor om indikatorerna. PPI:et var placerat i huvudhöjd, från observatören sett, med vertikalt ställd bildskärm, medan sektorindikatorn som var placerad under PPI:et, hade något lutande bildskärm för att underlätta avläsning.

Båda indikatorerna hade tre mätområden: 36, 180 och 360 km med en avståndskalibrering på 2 till 20 km. För att kunna göra en noggrannare avståndsbestämning till ett mål var indikatorerna försedda med en strob, dvs en lyspuls, vilken med hjälp av ett tumhjul kunde förflyttas utefter tidaxeln tills den sammanföll med måleket. Stroben var kopplad till ett räkneverk som angav avståndet till måleket.

På grund av antennens stora lobbredd kom målekona på PPI:et att presenteras som cirkelbågar eller "korvar".

PPI:et var magnetiskt avlänkat med roterande avlänkningsspolar som roterade i steg om $1/2^\circ$ genom impulser från en M-sändare placerad i antennkontrollenheten.

PPI:et var försett med vridbart, transparent raster försett med en graverad linje från centrum till periferi som utnyttjades som bäringsvisare. Rastret med bäringsvisaren var motordrivet medan finjusteringen av bäringsvisaren gjordes för hand med hjälp av ett tumhjul. PPI:et var försett med en fast bäringskala runt bildröret.

För att lättare kunna skilja mellan tätt liggande ekon i en grupp var indikatorerna försedda med en anordning för att på mätområdena 180 och 360 km förstora upp en begränsad del av tidaxeln så att den upptog hela rörets bredd. Expanding av önskad del av tidaxeln åstadkoms med hjälp av stroben som kunde förflyttas utefter tidaxeln under målekonas rörelse.

Den nedre indikatorn, den sk sektorindikatorn, kunde genom en funktionsomkopplare användas både som A-indikator och B-indikator. Den senare funktionen användes normalt inte. I normalfallet användes indikatorn som A-indikator för återgivning av en utvald sektor av PPI-bilden utan att därför behöva stanna antennrotationen. Valet av sektor skedde genom att ställa in PPI:ets bäringslinje över aktuellt målområde. När PPI:ets tidaxel passerade bäringsvisaren presenteras ekobilden på sektorindikatorn. Bildsektorns bredd kunde varieras mellan $2-8^\circ$. Sektorindikatorns bildrör hade så lång efterlysning att man vid normal antennrotation fick en kontinuerlig ekobild av den utvalda sektorn.

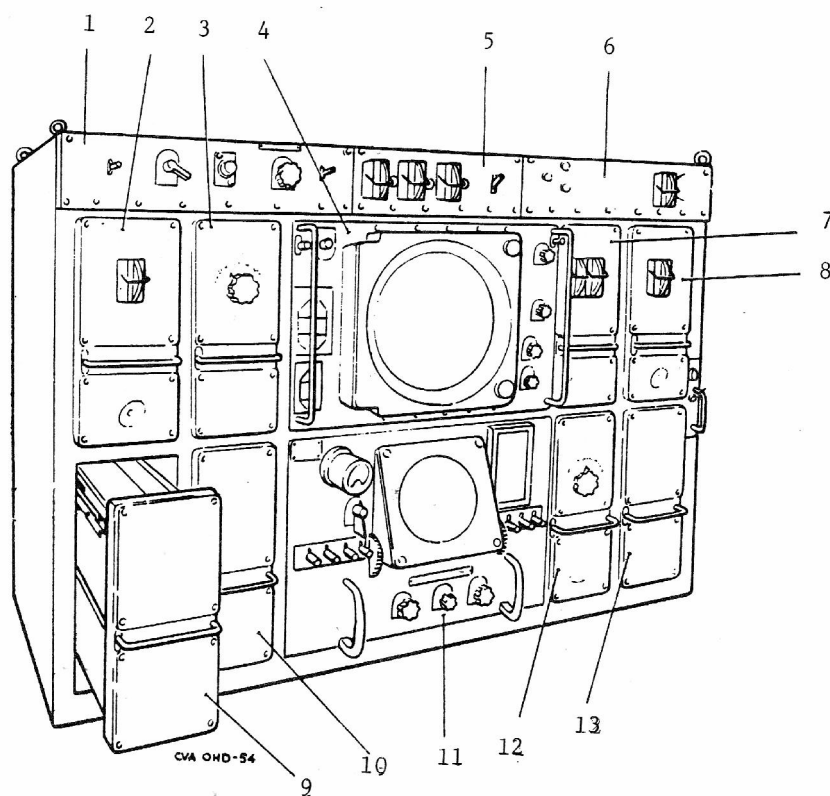


Bild 2. Indikatorenhet PS-16

- | | |
|----|---|
| 1 | Manöverenhet DU13 |
| 2 | Likriktarenhet DU10 |
| 3 | Svepgenerator och bildförstärkarenhet DU9 |
| 4 | Indikatorenhet (PPI) DU8 |
| 5 | Manöverenhet DU12 |
| 6 | Manöverenhet DU11 |
| 7 | Likriktarenhet DU7 |
| 8 | Likriktarenhet DU6 |
| 9 | Strobgeneratorenhet DU5 |
| 10 | Svepgeneratorenhet DU4 |
| 11 | Indikatorenhet (sektorindikator) DU3 |
| 12 | Bildförstärkarenhet DU2 |
| 13 | Kalibratorenhet DU1 |

2.5 Antenn och antennvridanordning

Den antenn med tillhörande antennvridbord som levererades tillsammans med radar-materielen var också utvecklad och serietillverkad av MARCONI.

I princip utgjordes antennen av två par horisontellt riktade antennelement (dipoler) monterade parvis på två 5,7 m breda reflektorer, se bild 3. Reflektorerna med antennelementen var monterade på en vertikal axel som utgjorde en förlängning av den utgående axeln från antennvridbordet.

Antennen var avpassad för att arbeta inom radarns frekvensområde 80-90 MHz. Polarisationen var horisontell och antennens lobdiagram hade i horisontalplanet en lobbredd på ca 40° vid lobdiagrammets halvvärdespunkter. Den maximala back- och sidolobsstrålningen från antennen var ca 10% av huvudlobens maxvärde.

Som matarledning till antennen användes en koaxialkabel (TP24M) med impedansen 43,5 Ω . Antennen var försedd med en speciell symmetriomvandlare, placerad i centrum på antennreflektorn, som var avsedd för att anpassa övergången från matarkabeln till de fyra antennelementen. Antennen var även försedd med en separat provningsantenn i form av en kort dipol, avstämmd till stationens mittfrekvens 85 MHz. Provningsantennen var genom en koaxialkabel förbunden med prestandamätaren i stationens mottagarstativ. Provningsantennen fyllde två funktioner. Den användes dels för mätning av sändarens uteffekt och dels för kontroll av mottagarsystemet känslighet.

Antennvridbordet med växellåda och släpringsenhet var sammansatt till en gemensam enhet. Släpringsenheten hade tre försilvrade släpringar placerade runt den genomgående vertikala vridbordsaxeln. En släpring användes för sändning/mottagning, en för provningsantennen och den tredje släpringen var avsedd för reserv.

Antennen drevs runt med hjälp av en likströmsmotor i vridbordet. Utväxlingsförhållandet mellan motor och antennaxel var 245 1/7:1. Antennrotationen reglerades genom ett sk leonardsystem bestående av amplitudgenerator, servoförstärkare och diverse kontrollorgan.

Antennrotationen var variabel mellan 0-7 varv/min medurs rotation alt 0-2 varv/min moturs rotation. Antennen kunde även ställas i önskad bäring manuellt med hjälp av en manövrerratt. Antennen manövrerades från kontrollenhet 20N, placerad under indikatornheten.

Antenn med vridbord hade en vikt på ca 600 kg och var konstruerad för att tåla en vindstyrka på 40 m/sek.

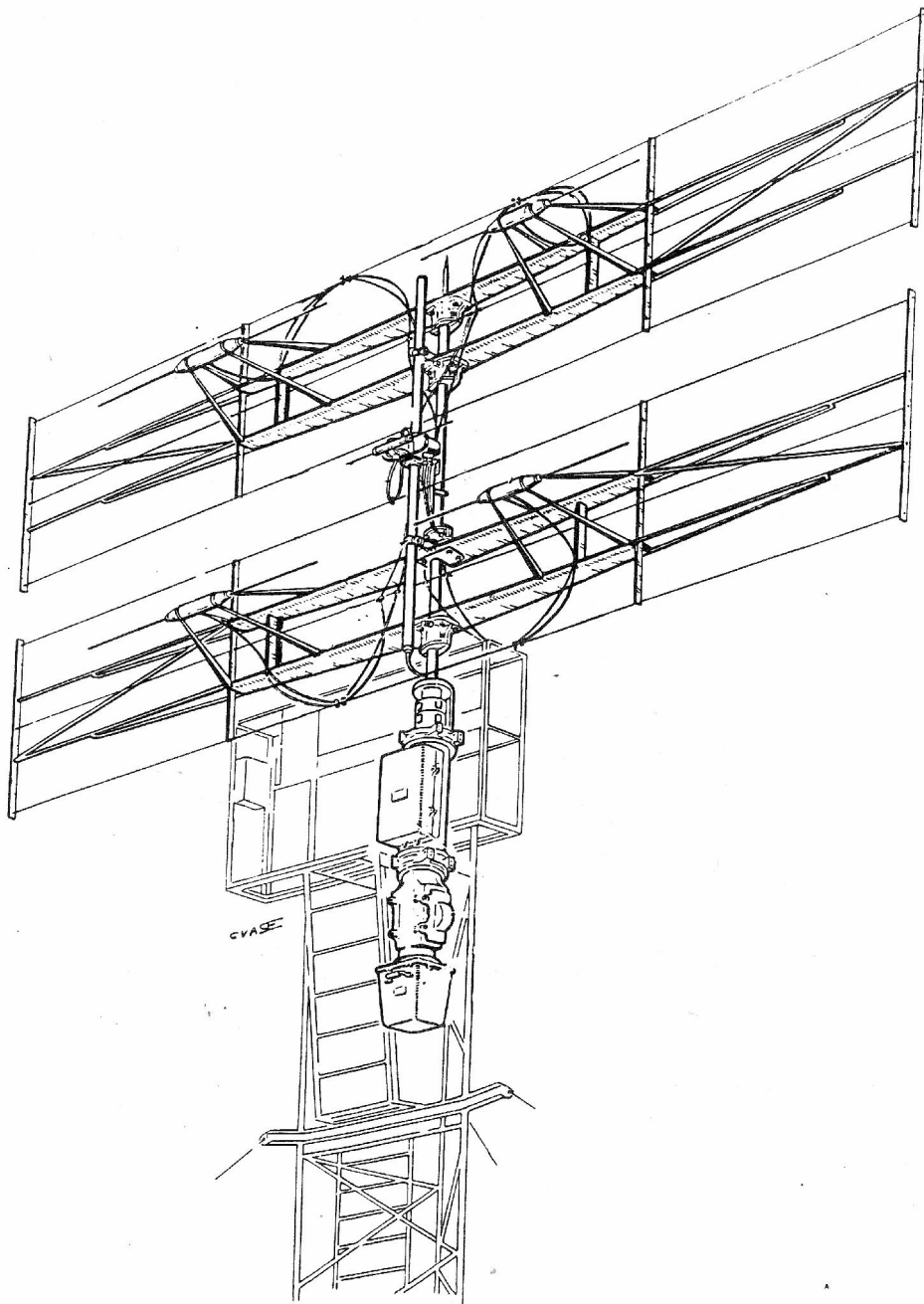


Bild 3. Antenn med antennvridbord PS-16/F

3 Materielupphandling

Kontraktet mellan flygförvaltningen och MARCONI WIRELESS TELEGRAPH tecknades i april 1949.

Kontraktet omfattade fem kompletta radarutrustningar med beteckningen MAIN SET 960 till en kostnad av SEK 2.500.000.

Leveranstiden var fastställd till 21 månader efter order.

MARCONI:s representant i Sverige var SRA (Svenska Radiobolaget) Alströmergatan 12, Stockholm.

4 Anläggningar PS-16/F

Den första stationen installerades i en träbyggnad på Björkby gård på Ärnafältet (F16) i Uppsala. De fyra övriga stationerna upprättades i fortifikatoriskt skyddade berggrum utefter östersjökusten.

Den sydligaste stationen upprättades i Blekinge skärgård och den nordligaste i Härnösandstrakten. En av stationerna placerades på östra Gotland och en i Stockholms ytter-skärgård vid Kanholmsfjärden. F16-stationen flyttades i slutet av 1950-talet till Luleå.

Två av stationerna, den i Blekinge och den i Stockholms skärgård, var upprättade på platser som saknade landsvägsförbindelse, varför såväl materiel- som personaltransporter fick ske med båt. Under vintertid, när isarna bar, fick personalen ta sig över till fots.

PS-16/F var en fjärrspaningsradar som lämnade måldata i form av bäring och avstånd. För att kunna lämna fullständigt måldata inklusive höjddata krävdes separat radarhöjdmätare. Anläggningarna försågs därför med separat radarhöjdmätare av typ PH-13 med antennanläggning av roterande-mast-typ. Även höjdmätaren var fortifikatoriskt skyddad i samma berggrum.

De fortifikatoriska anläggningsarbeten, som utfördes i FortF regi, påbörjades 1951. Samtliga anläggningar inklusive el- och reservkraft stod klara 1954.

Radarinstallationerna, såväl spanings- som höjdmätardel, installerades och driftsattes av SRA.

4.1 F16-stationen

Den första stationen upprättades på F16 i Uppsala. Radarinstallationen påbörjades i maj 1951 och stationen blev klar att tas i bruk under hösten samma år. Lfc 03, var då under uppbyggnad, varför man under det inledande driftskedet inte hade någon luftförsvarscentral att rapportera till. Under den första drifttiden fick därför rapporteringen ske per telefon direkt till Centrala Flygsäkerhetsledningen i Stockholm.

Radarn inrymdes i en tvåvånings träbyggnad som tidigare tjänat som mangårdsbyggnad på Björkby gård i norra delen av Årnafältet. Själva radarutrustningen var installerad i fastighetens bottenvåning och den mastmonterade antennen med vridbord var placerad i omedelbar närhet till fastigheten.

Förutom den operativa funktionen utnyttjades stationen av FOA för diverse försök och prov. Stationen utnyttjades även för utbildningsverksamhet. FRAS (Flygvapnets Radarskola) Hägernäs använde denna station för utbildning av underhållspersonal. Lokaler i fastighetens övervåning användes som lektionssalar.

Stationen var i tjänst vid F16 fram till 1957-58 då den monterades ner och flyttades till Luleå. Se avsnitt 4.6.

4.2 Djuröstationen "Valpen"

De fortifikatoriska anläggningsarbetena påbörjades 1952.

Entreprenör: FortF avd KA-staben, Vaxholm

Installationen av spaningsradarn påbörjades i september 1954 och avslutades vid årsskiftet 1954-55.

Den operativa verksamheten startade i januari 1955. Rapportering till Lfc 02.

Radarhöjdmätaren PH-13 kom inte på plats förrän 1958.

Anläggningen sorterades och bemannades fram till 1956 av F2, Hägernäs, därefter överfördes anläggningen till F18, Tullinge.

Under 1964 utfördes fortifikatoriska ombyggnadsarbeten samt installation av ny stridsledningsradar PS-65.

PS-16/F operativa verksamhet kom att pågå till januari 1965 då den nyupprättade radarn PS-65 togs i bruk. Därmed integrerades anläggningen i det nya stridsledningssystemet Stril-60.

PS-16/F stod kvar som reserv fram till i början av 1980-talet då den revs.

Transporterna till och från anläggningen vållade problem under de första åren. Anläggningen saknade landsvägsförbindelse. Vintertid kunde personalen ta sig över sundet på isen, sommartid var man hänvisad till båttransporter.

Radartroppens tilldelade båt var inte i bästa skick och dessutom för liten med avseende på antalet passagerare. Brygga saknades vid såväl anläggning som på Djurösidan där ett par parallella bräder utgjorde tilläggsplats i vad som kom att kallas "de döda skeppens dal". Tilläggsplatsen vid anläggningen förbättrades dock i slutet på 1950-talet. Under vissa perioder upprätthölls transporterna till och från anläggningen med taxibåt från Stavsnäs.

Vägförbindelse till anläggningen med ett flertal alternativa lösningar (färja, linbana, landsväg) över sundet hade länge diskuterats. Den slutliga lösningen blev landsvägsförbindelse. På en månad byggde ett fältarbetskompani bilväg till anläggningen. Klart hösten 1966.

Djuröbron färdigställdes 1962.

Djuröanläggningen var genom sitt natursköna läge vid Kanholmsfjärden en attraktiv plats för såväl naturälskare som för båt- och fiskeintresserade. Genom sin närhet till Stockholm var den särskilt under sommartid flitigt besökt av personal från staber och andra militära förvaltningar.

4.3 Gotlandsstationen "Ögat"

De fortifikatoriska anläggningsarbetena påbörjades under hösten 1953 och stod klara våren 1954. Radarutrustningen installerades under vintern och stod driftklar våren 1954. Under sommaren installerades radarhöjdmätaren PH-13 samt den första baracken.

Anläggningen, som upprättades på östra Gotland, kom att ligga på ur försvarssynpunkt historisk mark. Den var placerad på nästan samma plats där en gång en vårdkase hade varit rest. Vårdkasan är som bekant en av vårt lands allra första förvarningsanläggningar i ofredstider.

Den operativa verksamheten startade den 15 sept 1954. Rapportering till Lfc G1.

I december 1955 gjorde kvinnorna sin första inbrytning på detta mansdominerade område då två flyglottor anställdes som radaroperatörer vid anläggningen.

Den operativa verksamheten pågick oavbrutet, dygnet runt, fram till den 7 juni 1961. Efter detta datum upprätthölls incidentberedskapen genom en närbelägen PJ-21 anläggning. PS-16 stationen ställs i reserv.

Under åren 1963-64 pågick ombyggnad och installation av radarstation PS-65 vilken togs i bruk den 3 aug 1965.

PS-16-materielen skrotades i början av 1970-talet.

Anläggningen sorterades och bemannades av F13, Norrköping.

4.4 Blekingestationen "Kråkan"

De fortifikatoriska arbetena påbörjades 1952 och stod klara 1953. Radarutrustningen installerades sommaren 1953.

Den operativa verksamheten startade den 21 aug 1953 och pågick sedan dygnet om, i treskrift, fram till den 1 april 1960 då stationen togs ur aktiv drift (malpåsetillvaro).

Anläggningen sorterades och bemannades av F17, Kallinge. Rapportering till Lfc S2.

Under åren 1961-63 pågick ombyggnadsarbete och installation av radarstation PS-65, den station som 1963 kom att ersätta PS-16.

PS-16 materielen stod kvar på anläggningen till 1990 då den skrotades.

Blekingeanläggningen var en av de två anläggningar som saknade landsvägsförbindelse.

4.5 Härnösandstationen "Ormen"

Anläggningen togs i operativ tjänst sommaren 1955. Rapportering till Lfc N2.

Den operativa verksamheten pågick därefter oavbrutet dygnet om, i treskrift, fram till 1966 då stationen ställdes i reserv.

Stationen sorterade och bemannades av F4, Östersund.

Under åren 1962-64 pågick ombyggnadsarbete och installation av radar PS-65. Under tiden upprätthölls incidentberedskapen med hjälp av en närbelägen PJ-21-anläggning.

PS-16/F revs sommaren 1988.

4.6 Luleåstationen

Den PS-16-station som tidigare varit placerad på F16 i Uppsala installerades i slutet av 1950-talet i Bälinge strax utanför Luleå. Stationen skulle där användas som komplet till en stridsledningsradar PS-47.

PS-47 var ursprungligen en för marint bruk tillverkad L-bandsradar av fabrikat PHILIPS. Stationen var försedd med en av SELENIA tillverkad antenn av typ MLG-7. På platsen fanns även en radarhöjdmätare av typ PH-13/F.

PS-47-stationen var inrymd i en barackliknande byggnad, PS-16 och radarhöjdmätaren var installerade i fortifikatoriskt skyddade betongbunker.

PS-47 och PS-16 utnyttjades alternativt, den förstnämnda för stridsledning, den senare för spaning. Rapportering till Lfc ÖN3.

Stationerna var i operativ drift fram till 1976-77.

Stationerna sorterade och bemannades av F21, Luleå.

Samtliga tre stationer revs 1979-80.

5 Underhållsresurser

5.1 Personalutbildning

Flygvapnets radarskola i Hägernäs (FRAS) svarade för utbildningen av underhållspersonal för PS-16/F.

Under åren 1952-60 anordnades en kurs per år.

Antalet elever per kurs ca 15.

Kurslängd: 3 månader

Plats: PS-16-anläggningen vid F16, Uppsala

5.2 Dokumentation

Apparatbeskrivning (handbok)

Översättning av engelsk apparatbeskrivning inklusive tillägg och komplettering av bildmateriel har utförts av FRAS. Apparatbeskrivningen utgiven 1953.

Underhållsföreskrifter (anläggningsbundna)

Underhålls- och tillsynsföreskrifter för förebyggande underhåll TTI (Teleteknisk Instruktion) har utarbetats av Centrala flygverkstaden Arboga (CVA). Föreskriften fastställd och utgiven 1967. Provisorisk underhållsföreskrift hade utgivits tidigare.

Reservdelskatalog

Reservdelskatalog PS-16/F (3-278:6) har utarbetats av CVA normalieavdelning. Katalogen fastställd och utgiven i aug 1955.

5.3 Utbytesenheter

Utbytesenheter anskaffade i samband med upphandling av radarmaterielen. Utbytesystemet omfattade endast ett tiotal förstärkare.

5.4 Reservdelar

Materielen reservdelsbehandlad av FMV-F:UHF (underhållsavdelningens reservdelsbyrå), Arboga. Reservdelskvantitet okänt.

5.5 Underhåll

Såväl det förebyggande som avhjälpande underhållet av PS-16-materielen utfördes till 95% av anläggningarnas egen underhållspersonal.

Det förebyggande underhållet var enligt fastställd underhållsplan uppdelat i fem olika underhållsgrader från daglig service till årstillsyn.

- (A-service) Daglig service som i huvudsak innebar okulärkontroll av vissa enheter såsom omformare, motorer m m. Arbetsinsats ca 10 min.

- (B2-service) En gång varannan vecka. Funktionskontroll och prestandamätning av vissa funktioner. Arbetsinsats ca en mantimme. Stationen delvis ur drift.
- (C1-tillsyn) En gång per månad. Tillsyn av vridbord, omformare och övrig mekanisk utrustning. Arbetsinsats ca två mantimmar. Stationen ur drift.
- (C3-tillsyn) En gång var tredje månad. Tillsyn av mekanisk materiel, rengöring, smörjning av lager, kontroll av oljenivå i växellådor m m. Grundinställning av vissa funktioner samt prestandamätningar. Arbetsinsats två man ca en dag. Stationen ur drift.
- (E1-tillsyn) En gång per år. Fullständig genomgång, rengöring och besiktning av alla ingående enheter. Genommätning och grundinställning av samtliga funktioner. Oljebyte i växellådor m m. Arbetsinsats två man ca en arbetsvecka. Stationen ur drift.

Det avhjälpande underhållet utfördes också till 90-95% av anläggningarnas egen underhållspersonal. Endast i undantagsfall, vid speciella åtgärder på mekanisk materiel såsom vridbord, antenn och roterande omformare, anlätades huvudverkstad. CVA var utsedd till huvudverkstad för PS-16-materielen.

För reservställda stationer, d v s stationer i icke operativ drift, reducerades underhållet till ett minimum. Stationerna skulle dock vara i driftdugligt skick och klara att tas i bruk med kort varsel.

5.6 Översyn

Enligt fastställd underhållsplan skulle stor översyn eller delöversyn av radarmaterielen endast utföras vid behov, där översynsbehovet bedömdes i samband med E-tillyn. Under stationernas hela drifttid utfördes en stor översyn på vardera de fyra kustbaserade stationerna. Översynen utfördes av huvudverkstaden (CVA). Översynen krävde ett driftstopp på ca två veckor. För övrigt inskränkte sig huvudverkstadens underhålls- och översynsinsatser på PS-16/F-materielen i stort till reparation av omformare, antenn- och vridbordsmateriel samt till reparation av utbytesenheter.

6 Erfarenheter

6.1 Kort aktiv tid, sedan reservstation

PS-16/F tjänstetid kom att omfatta en period av aktiv tjänst och en efterföljande period som reservstation "malpåse". Den aktiva tjänstetiden blev relativt kort, ungefär 7-9 år. Drifttiduttaget under denna period blev dock för samtliga stationer mycket högt beroende på att stationerna utnyttjades för incidentberedskap. Stationerna var i drift i treskrift, dygnet om, med ett driftidsuttag på 24 timmar per dygn.

Det efterföljande driftskedet, som reservstation, inleddes i samband med påbörjandet av ombyggnadsarbetet för den nya stridsledningsradarn - PS-65 - en fransk-italiensk radar som kom att ersätta PS-16/F under den första halvan av 1960-talet. Under reservskedet skulle dock stationerna hållas i funktionsdugligt skick för att kunna startas upp

med kort varsel. Stationerna skulle således köras med jämna mellanrum för att hållas i trim. Underhållet av materielen kunde dock reduceras till ett minimum under denna tid.

6.2 Mycket god driftsäkerhet

PS-16 var uppbyggd på 40-talsteknik och var helt igenom rörbestyckad. Konstruktionsmässigt var stationen mycket robust byggd och väl genomtänkt inte minst med avseende på service och underhåll. Samtliga underenheter var utdragbara och lättåtkomliga för service och inspektion. Apparatstativen för sändare och mottagare var försedda med inspektionsluckor som kunde öppnas och slutas med ett enkelt handgrepp, någonting som ofta saknas på modern materiel.

Stationen var utrustad med inbyggd provutrustning för ett flertal testfunktioner som exempelvis mätning av uteffekt, mottagarkänslighet och brusfaktor. Underhållet krävde inte någon speciell yttre provutrustning utöver normala standardinstrument.

Stationens driftsäkerhet var förhållandevis mycket god för att vara en station med helt igenom rörbestyckad elektronik. Fel i elektronikutrustningen var i regel lätta att lokalisera och åtgärda på minimal tid. Antennvridbordet krävde däremot lite extra tillsynsåtgärder för att upprätthålla driftsäkerheten. I vridbordet ingick t ex kuggdrev av fiberarmerad bakelit som fick ägnas speciell uppmärksamhet och eventuellt bytas med jämna mellanrum. Vridbordet innehöll dessutom ett antal övriga komponenter med stor förslitningsgrad. Släpringarna hade ursprungligen mycket tunn silverbeläggning som resulterade i kontaktproblem. Släpringarna åtgärdades senare genom omplätering av kontaktytorna.

Som tidigare nämnts var stationens driftsäkerhet god. Som ett exempel på detta kan nämnas att vid blekingestationens 5-årsjubileum, den 21 aug 1958, hade stationen under den gångna femårsperioden endast haft totalt 25 timmars driftavbrott p g a materielfel.

6.3 Begränsat störskydd

Radarns resistivitet mot aktiva störningar var tvivelaktig. Den övervägande uppfattningen bland radaroperatörerna var att stationens störskydd mot interferens och övriga störningar var mycket begränsad. Däremot kunde viss störreducering noteras mot atmosfäriska störningar.

Stationen var mycket känslig för störningar härrörande från norrsknen. Vid kraftigt norrsknen kunde stationerna bli helt utslagna.

6.4 Täckning

Som tidigare omnämnts i inledningen bestod stationens lobdiagram i vertikalplanet av flera vertikallober, en bred huvudlob samt en eller flera ovanför liggande strålningslobber. Huvudlobens överkant låg normalt på 11-13000 m höjd på 10 mils avstånd. Lobens underkant låg vid samma avstånd på ca 1000 m höjd. Stationen hade således god

täckning från 7-10 mil och utåt. Inom närområdet förekom däremot luckor i lobbdiagrammet förorsakat av lobsplittringen.

Stationen var känslig för anomali. Även vid ringa grad av anomali kunde markekon på bort åt 20 mils avstånd observeras på radarn.

6.5 Modifierad antenn

Det övervägande problemet i operativt avseende var otvivelaktigt stationens breda antennlob. Antennen gav en lobbredd i horisontalplanet på ca 40°, vilket gjorde stationen oanvändbar för jaktstridsledning.

I förhoppning att lösa problemet med lobbredden uppdrog flygförvaltningen åt FOA att konstruera en ny antenn med smalare lobbredd. Den av FOA konstruerade antennen bestod i princip av en 90° hörnformad reflektor med 3 m sida och höjd, försedd med ett antal vertikalt placerade dipoler. Antennen var, i motsats till originalantennen vertikalt polariserad. Lobbredden torde ha rört sig om 20-25°, alltså gott och väl halva lobbredden i förhållande till originalantennen. Antennen utprovades vid PS-16-anläggning på F16 i Uppsala. Antennen, som endast tillverkades i ett exemplar, sattes sedan upp på anläggningen i Härnösandstrakten.

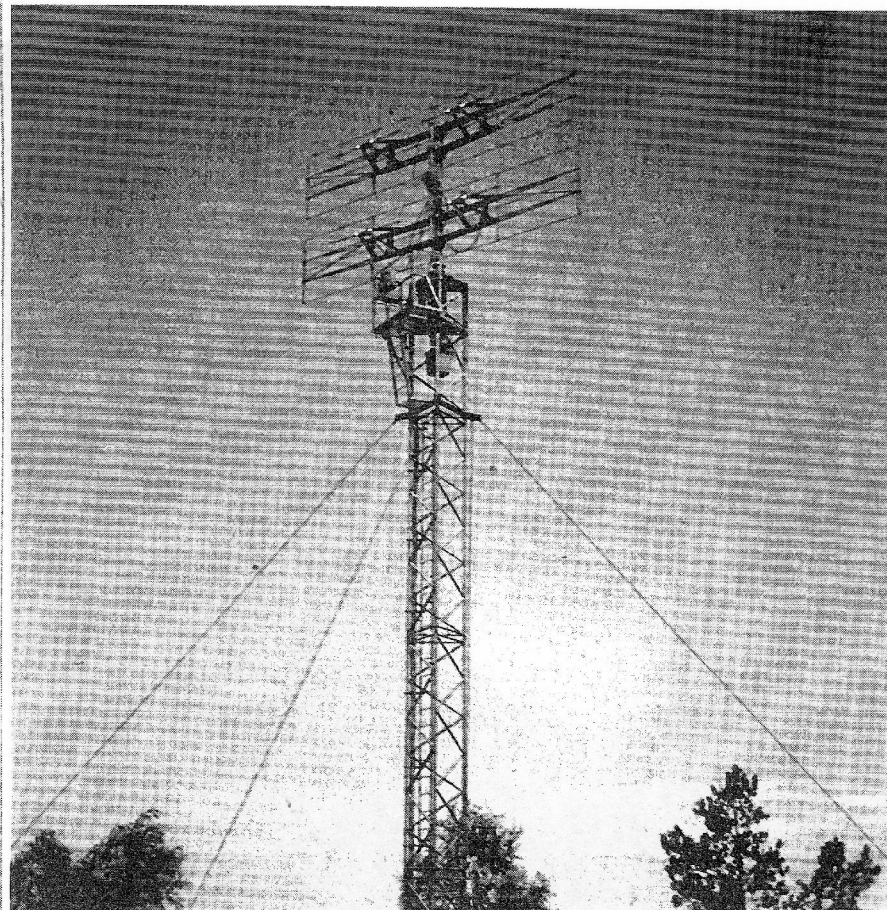
6.6 Rapportering till Stril

Rapportering till luftbevaknings- och stridsledningscentralerna inom Stril 50 var muntlig och gick över uppkopplade ledningar på det allmänna telefonnätet. Förbindelserna kompletterades senare med radio FmrV.

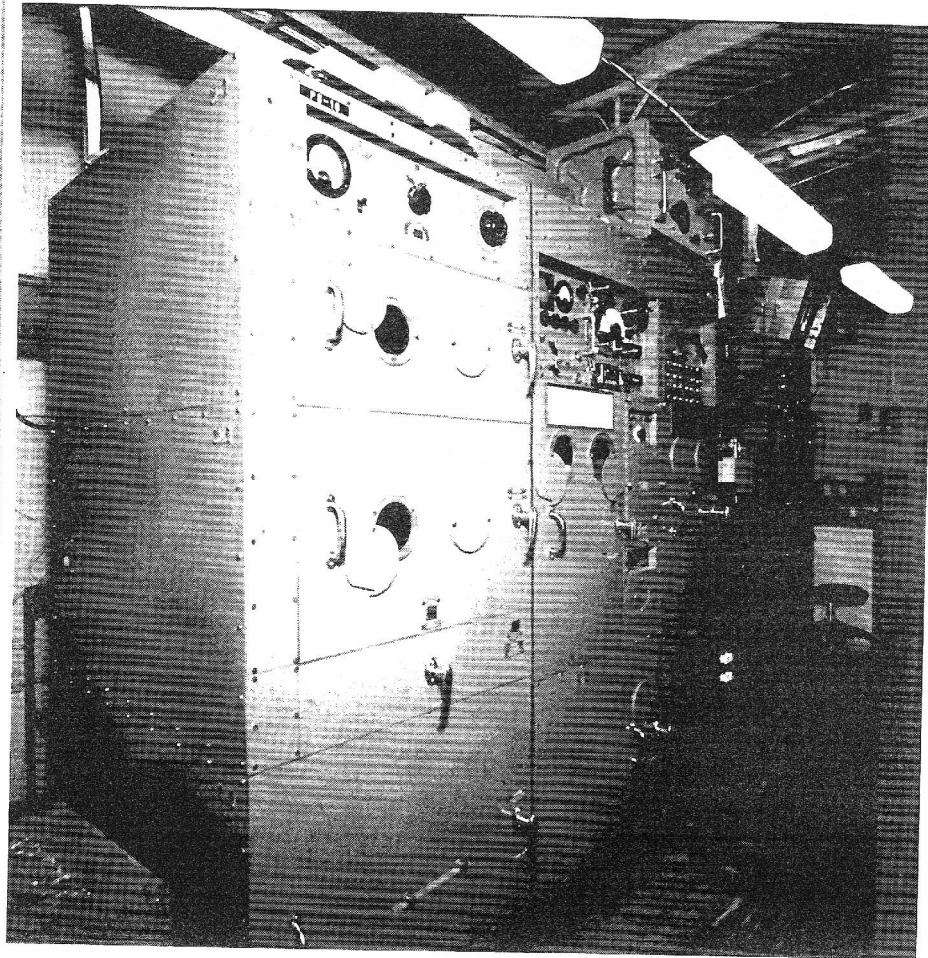
Målets läge i luften, kurs, fart och höjd presenterades i stridsledningscentralen på ett plottningsbord. Det muntliga rapporteringssystemet var tidsödande och rapporteringsgången från radarobservatör, kartritare, rapportör till kartmarkör resulterade i en genomsnittstid på 40-60 sekunder från målupptäckt till presentation.

TEKNISKA DATA

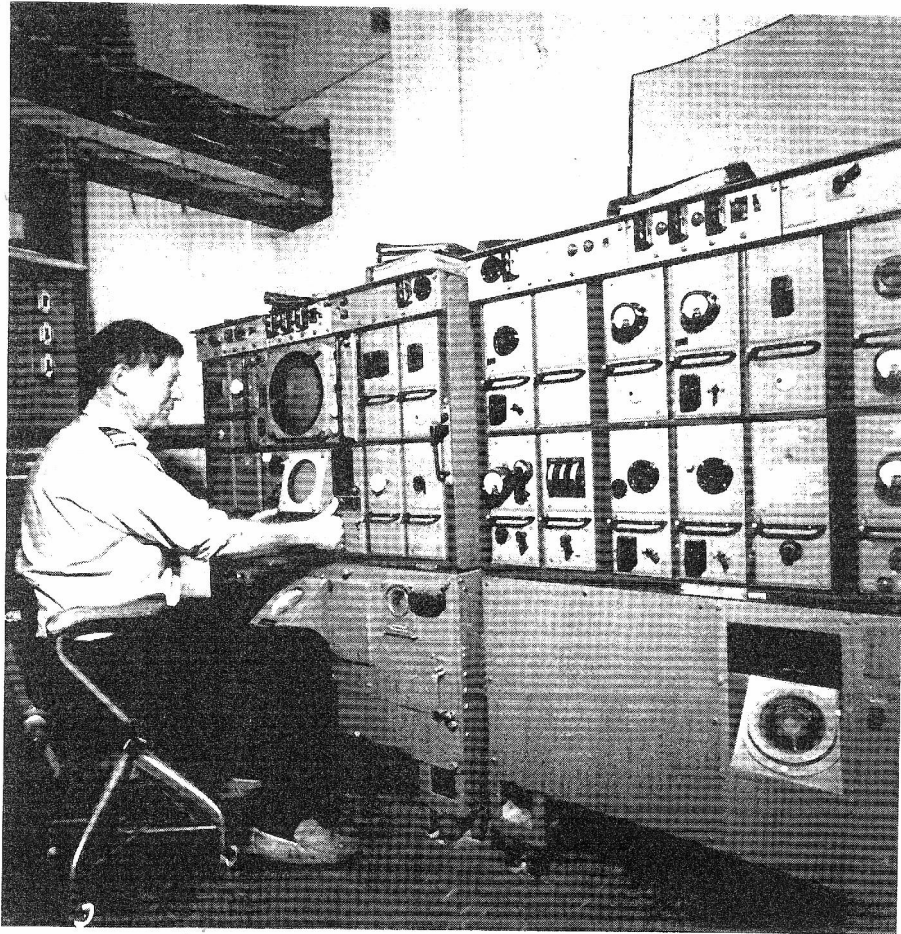
Sändningsfrekvens	80-90 MHz
Våglängd	ca 3,5 m
Pulsrepetitionsfrekvens	250 Hz
Pulseffekt	400-450 kW
Pulstid	5 alt 15 μ s
Medeleffekt	
vid 15 μ s pulstid	3,76 kW
vid 5 μ s pulstid	1,25 kW
Bildpresentation	PPI 9" och sektorindikator
Mätområde	36, 180 och 360 km samt expanderat svep \pm 18 km
Ungefärlig räckvidd	250-300 km
Mellanfrekvens	8 MHz
Lokaloscillatorfrekvens	35,5-41,5 MHz med frekvensdubbling till 71-83 MHz
MF-bandbredd	65 alt 500 kHz
AFR-noggrannhet (Automatisk Frekvens Regl)	\pm 10 kHz
Kristallkalibreringsfrekvens	74,918 kHz (2 km)
SSF (svepstyrd förstärkning)	40 alt 80 km
Lobbredd (horisontalplanet)	ca 40°
Antenntyp	Dipolmatta 6,7x3,14 m med 4 dipoler
Polarisation	Horisontell
Antennvridning	Manuell alt automatisk medurs 7 varv/min resp moturs 2 varv/min
Driftspänningar	Variabel 120-360 V 250 Hz 180 V 500 Hz 220 V liksp 24 V liksp
Strömförsörjning	Från elnät alt separat reservaggregat (230 V, 50 Hz ,3-fas)
Effektbehov	25 kVA
Vikt, exkl antennmast och fläktsystem	6300 kg
Erforderlig golvyta exkl antenn	ca 20 m ²



Antenn PS-16/F



Sändare och modulator PS-16/F



Mottagare och indikator PS-16/F
Operatör: Kapten Ingemar Johnsson