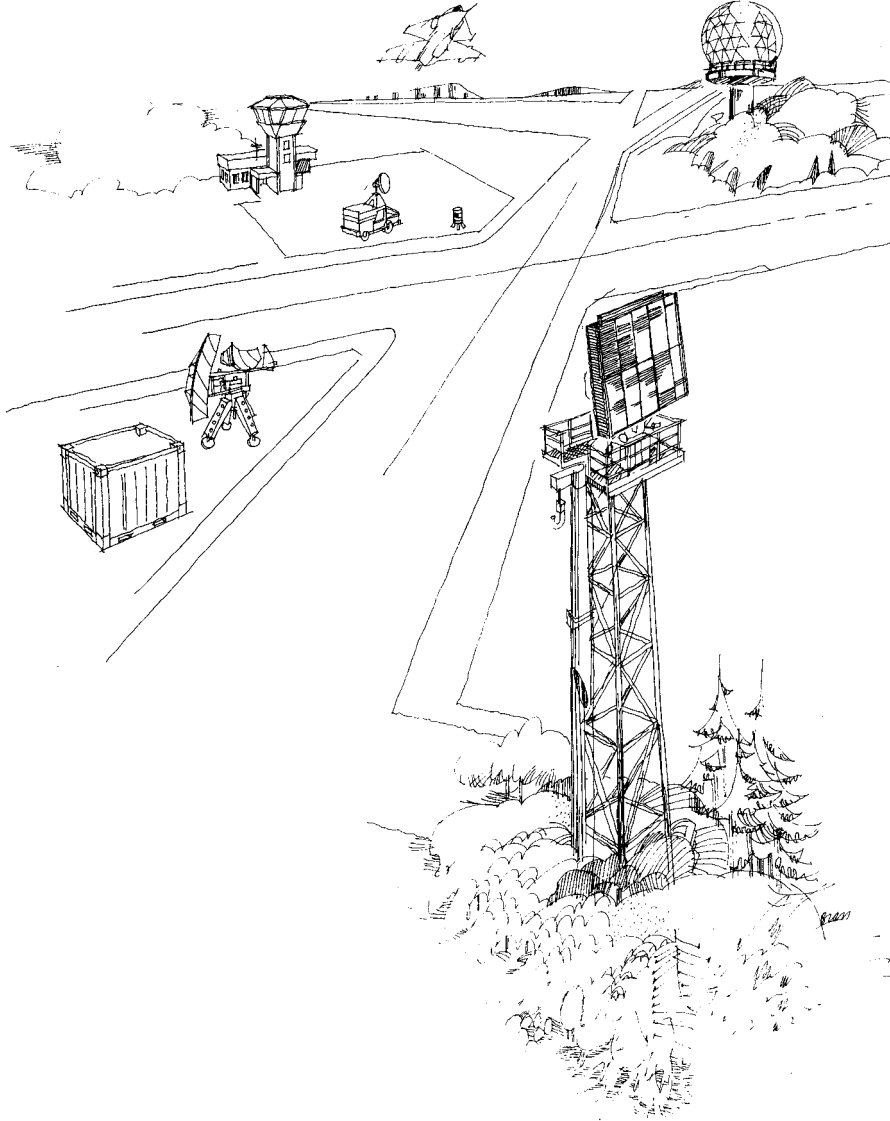




# FHT

Försvarets Historiska Telesamlingar  
Urvalsgrupp Flygvapnet



## FÖRSTUDIE ANGÅENDE DEN HISTORISKA RADARUTVECKLINGEN INOM FLYGVAPNET

På uppdrag av FHT ledning har denna förstudie angående den historiska radarutvecklingen inom flygvapnet tagits fram.

Tonvikten på studien är lagd på en allmän beskrivning av objektet, en kort teknisk beskrivning på radartyp, användningsområde, tekniska data samt angivande av den källa som informationen hämtats från.

Omfattningen på beskrivningarna varierar väsentligt beroende på hur mycket underlag som tidigare tagits fram på enskilt objekt och på bevarad information.

I vissa fall har i skrivande stund mycket lite fakta kunnat hittats på en hemligstämplad och bortkastad dokumentation o s v. I det fall att fakta dyker upp kan förstudien kompletteras senare.

Radarstationerna är beskrivna i tidsföljd och användningsområde.



Förstudien är framtagen av Karl Gardh, tidigare anställd vid AerotechTelub, Markradar.

Adress: Anders Johanssons gata 22K, 732 47 Arboga  
Tel: 0589-139 14



## Innehåll:

Bakgrund .....	5
Svensk försöksverksamhet.....	5
Ekoradiostation ERIIB (1944-1956).....	9
Allmänt.....	9
Tekniska data .....	13
AMES-21 (PJ-21) (1950-1986).....	15
Allmänt.....	15
Kort beskrivning.....	17
Radarstation PJ-21/F.....	20
PH-133/F Radarhöjdmätare .....	21
Tekniska data PJ-21/R/F .....	23
PS-16/F (1951-1965).....	25
Allmänt.....	25
Kort beskrivning.....	26
Tekniska data .....	26
PS-41/T (1951-1975).....	29
Allmänt.....	29
Kort beskrivning.....	32
Tekniska data .....	32
PS-47 (1957-1977).....	35
Allmänt.....	35
Kort beskrivning.....	35
Tekniska data .....	35
PS-08 (1957-1979).....	37
Bakgrund .....	37
Allmänt.....	37
Tekniska data .....	39
PS-65/F (1965-1993).....	41
Allmänt.....	41
Kort beskrivning.....	41
Tekniska data .....	42
PS-15/F (1967-1999).....	43
Allmänt.....	43
Kort beskrivning.....	44
Tekniska data .....	45
PS-66/T (1970-2000).....	47
Allmänt.....	47
Kort beskrivning.....	47
Tekniska data .....	48
PS-810/F (1972- ).....	49
Allmänt.....	49
Kort beskrivning.....	50
Tekniska data .....	50
PS-860/T (1980- ).....	51
Allmänt.....	51
Kort beskrivning.....	52
Tekniska data .....	52
PS-870/T (1988- ).....	53
Allmänt.....	53
Kort beskrivning.....	53
Tekniska data .....	54
PS-890 (1998 - ).....	55
Allmänt.....	55
Kort beskrivning.....	55

Tekniska data .....	56
PH-13/R/F, PH-133/F Höjdmätare (1950-1986) .....	57
PH-12/F Höjdmätare (1957-1979) .....	57
Allmänt .....	57
Kort beskrivning .....	57
Tekniska data .....	58
PH-40/F (1962-1993) .....	59
Allmänt .....	59
Kort beskrivning .....	59
Tekniska data .....	60
PH-39/F (1965-1990) .....	61
Allmänt .....	61
Kort beskrivning .....	61
Tekniska data .....	62
CE71 Inflygningsradar (1955-1965) .....	63
Allmänt .....	63
Kort beskrivning .....	64
Tekniska data .....	64
PN-67/T Landningsradar (1961- ) .....	65
Allmänt .....	65
Kort beskrivning .....	65
Tekniska data .....	66
TILS (1974- ) .....	67
Allmänt .....	67
Kort beskrivning .....	67
Tekniska data .....	68
PS-29/F (1959-1961) .....	69
Allmänt .....	69
Kort beskrivning .....	69
Tekniska data .....	70
PV-30/R/F (1961-1996) .....	71
Allmänt .....	71
Kort beskrivning .....	72
Modiferingar .....	73
Ombyggnad till väderradar PV-301 .....	73
Tekniska data .....	74
PV-882/R Referensradar (1980-1996) .....	75
Allmänt .....	75
Kort beskrivning .....	75
Tekniska data .....	76
PV 883/EWR (1990- ) .....	77
Allmänt .....	77
Tekniska data .....	79
DT-109 Smalbandsöverföring .....	81
Allmänt .....	81
Kort beskrivning .....	82

## Bakgrund

I alla tider har människan försökt att se genom mörker och dimma. De engelska pråmskepparna hade t ex med sig stenar som de med jämna mellanrum slängde framför sig och åt sidorna för att orientera sig när de tog sig fram efter Themsen. Ett plask i vattnet talade om för skepparen om han befann sig på säkert avstånd från stranden.

Under första världskriget sände båda sidor upp spejare i jättestora drakar som förankrades med ett par tre hundra meters lina. Spejaren rapporterade sedan ner till de egna vad som hände bakom fiendens linjer. Radartekniken var vid denna tidpunkt inte uppfunnen men det experimenterades för fullt både före och efter världskriget på flera håll. Hur dessa experiment växte fram kommer inte att behandlas i denna dokumentation eftersom därom finns att läsa i många redan utgivna dokument.

Radarn som hjälpmedel för luftbevakning och stridsledning fick däremot sitt genombrott under andra världskriget. Både tyskarna och engelsmännen hade redan vid krigsutbrottet utprovade och fungerande radarvarningssystem till sitt förfogande. Den engelska "Chain Home"-kedjan som bestod av ett stort antal fasta radarstationer började byggas redan 1935 och stod klar 1939.

Den idag vedertagna benämningen Radar (Radio Detection and Ranging) började användas 1947. Den tidigare benämningen var Radiolocation (eng.), Radiolokalisator eller vanligen Ekoradio (sv.).

Radar eller Ekoradio var i det av kriget isolerade Sverige ett nästan okänt begrepp ända fram till de sista krigsåren.

## Svensk försöksverksamhet

Den svenska radarforskningen kom inte igång förrän i slutet av 1930-talet.

En av de första, eller kanske den allra förste, som över huvud taget sysslade med vad vi idag kallar radar var civilingenjör Torsten Elmquist, SATT (Svenska Aktiebolaget Trådlös Telegrafi). 1939 började Elmquist experimentera med ultrakorta riktade vågor med sikte på att konstruera en apparat för lokalisering och avståndsmätning till fasta och rörliga mål.

Så småningom började liknande verksamhet komma igång på flera håll. AB Svenska Elektronrör började bedriva forskning inom samma område på uppdrag av arméförvaltningens tygdepartement, och inom marinförvaltningens torpedavdelning experimenterades det med reflekterade radiovågor i samband med konstruktion av spärranordning för vissa vattenleder.

Den splittrade försöksverksamheten var både oekonomisk och opraktisk. I en skrivelse till försvarsministern i dec. 1941 hemställer chefen för försvarsstabens luftbevakningsavdelning, öv1 Bengtsson, att all forskning och försöksverksamhet inom ekoradioområdet skall samordnas inom det nyinrättade SUN (Statens Uppfinnarnämnd). Dåvarande försvarsminister, P E Sköld, uppdrager åt SUN att undersöka möjligheten för samordnad forskning inom SUN:s regi.

Vid nyåret 1942 åtar sig SUN uppdraget. Under ett inledningsskede på sex månader beräknade SUN att sådana erfarenheter kunnat uppnås att det blir möjligt att bedöma om den samlade forskningsverksamheten skulle kunna fortsätta.

Forskningsverksamheten startade upp redan i jan. 1942 under ledning av myntdirektör A Grabe.

En mycket erfaren radioexpert, civilingenjör Hugo Larsson, anställd vid telegrafverket, lånades ut till SUN för att leda utvecklingen av den första ekoradion. I arbetsgruppen ingick också civilingenjörerna Torsten Elmqvist och Ove Norell samt ytterligare några radioingenjörer och radiotekniker. Fr o m okt. -42 ställdes också flygingenjör Martin Fehrm till SUN:s förfogande. Larsson och Fehrm blev de två bärande namnen inom ekoradioforskningen. Larsson ledde utvecklingen av ekoradion enligt interferensprincipen och Fehrm ekoradion enligt pulsprincipen.

I juni 1942 träffades ett avtal mellan SUN, AB Bofors, Telefon AB LM Ericsson och SAAB (Svenska Aeroplan AB) om gemensam forskning inom ekoradioområdet. Ett råd bildades bestående av representanter från varje intressent att följa arbetet och fördela forskningsuppgifterna samt att hålla kontakt med regeringen och försvarets myndigheter.

Försöksverksamheten bedrevs i lokaler tillhörande arméförvaltningens laboratorium i Frösunda, i en barack tillhörande FOA3 vid Bromma flygplats samt i myntverkets källare.

Redan i april 1942 kunde Hugo Larsson visa upp en laboratoriemässig men fungerande ekoradio och den 3 juli anordnades ett demonstrationsprov på Bromma inför bl a försvarsministern och överbefälhavaren. Senare på sommaren provades stationen även mot sjömål från pansarskeppet "Drottning Victoria".

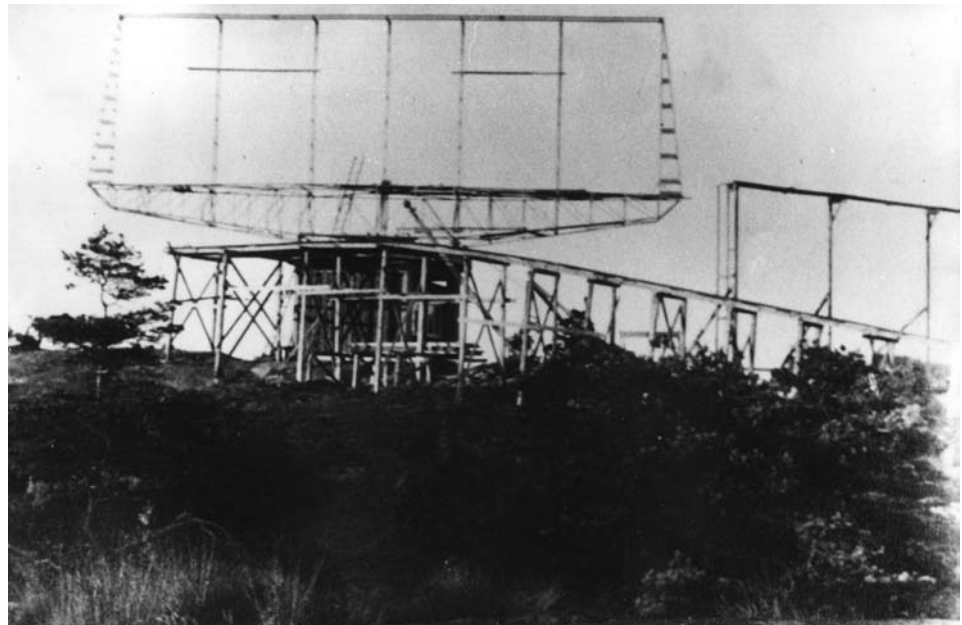
De olika utvecklingsprojekten inom SUN, som ledde fram till de första ekoradiostationerna fick projektbeteckningarna ER (Ekoradio). ERI och ERII blev således beteckningarna på de två projekt enligt interferensprincipen som ledde fram till ekoradiostationer för fartygsartilleri respektive luftvärn. ERIII blev beteckningen på det projekt som ledde fram till ekoradion för flygspaning enligt pulsprincipen.

Sverige var under krigsåren i stort sett isolerat och avstängt från den utveckling inom elektronikområdet, som ägde rum i de krigförande länderna. Det kunnande och de impulser man kunde få utifrån var knapphändiga. Det rådde dessutom brist på komponenter eftersom svensk radioindustri var baserade på importerade komponenter.

Ett av de dominerande problemen man hade att brottas med var utan tvivel elektronrören till sändarna. Man saknade rör som kunde alstra tillräckligt höga effekter för ultrakorta vågor och som dessutom hade någorlunda livslängd. Någon svensk tillverkning hade ännu inte kommit igång. Det begränsade antal sändarrör man hade tillgång till och som kunde användas till sändarna hade man genom diplomatiska kanaler lyckats komma över i Tyskland.

På nyåret 1943 var det första exemplaret av ekoradio typ ERI installerat och i operativ drift ombord på pansarskeppet "Drottning Victoria". Trots rådande komponentbrist kunde ett 15-tal ekoradiostationer levereras till marinen och kustartilleriet sommaren 1944.

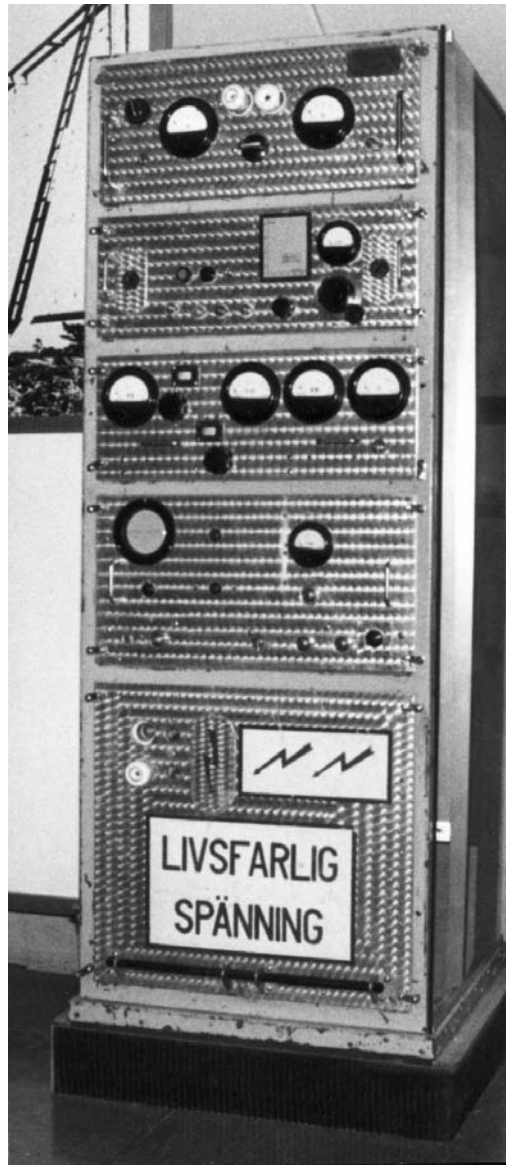
Den första ekoradion för luftbevakning, ERIII, blev inte klar förrän våren 1944. Stationen ställdes först upp på Mälsten utanför Nynäshamn för utprovning med flyttades senare till Nåttarö. Stationen var försedd med en stor otymplig antenn med en 6 m hög och 15 m bred antennreflektor på vilken ett stort antal antennelement var placerade. Antennen var monterad på ett vridbart, hjulförsett underrede, som kunde vridas inom en viss sektor på en ringformad räls. Antennen kunde ställas in i önskad bäring inom sektorn med hjälp av en elmotor.



Sändare och mottagare var sammanbyggda i ett gemensamt apparatstativ som tillsammans med kringutrustning och avståndindikator var placerad i en intilliggande byggnad. Sändaren hade en pulseffekt på ca 10 kW med en våglängd på ca 1,5 m. Stationens enda presentationsutrustning utgjordes av ett vanligt standardoscilloskop (A-skop) för avståndsmätning. Antennen gav en mycket bred antennlob som resulterade i relativt dålig bäringsnoggrannhet och upplösningsförmåga. Stationen nådde räckvidder mot flygplan på 120-150 km. Stationens tillförlitlighet lär enligt uppgift ha varit otillfredsställande.

Den 14 juni 1944 ålades flygvapenchefen av överbefälhavaren ansvaret för uppbyggnaden av en ekoradioorganisation. Sex å sju spaningsstationer, typ ERIII, skulle beställas och så snart som möjligt upprättas inom kustområdet Gävle - Bråviken. Stationerna var avsedda att ingå i flygvapnets organisation men avsågs till en början användas i marin spaningstjänst. I organisationen ingick även upprättandet av en ekoradiocentral som skulle placeras i flygvapnets ämbetslokaler.





*Apparatstativ, innehållande sändare och mottagare, till den av SUN tillverkade ekoradiostationen ERIII. (Telemuseum, Stockholm)*

### **Speciell händelse**

När undertecknad 1949 började som lärling vid Flygförvaltningens verkstadsskola (FFV) för utbildning till telemontör fanns vid skolan en lärare vid namn Folke Sundholm som undervisade i teleteknik och även radarteknik. (Folke blev sedermera en välkänd medarbetare vid FMV:Resmat i Arboga. Han avled 1999.) Folke berättade då att han och en sedermera CVA-anställd ingenjör, Torsten Gussing tillhört den stab som arbetade på radaranläggningen ERIII vid Nåttarö. Han berättade bl a att Gussing blivit mycket sjuk av vad man trodde mycket högfrekvent strålning (radarsjuka) som bl a resulterade i yrsel och illamående. Detta resulterade sedermera i att när vi elever började praktisera på den vid skolan uppställda ERIIIB station så fick vi bara vistas vid station och i antennens närhet 2 tim/dag.

*Källa: ERIIIB Historik och Erfarenheter Telub TR:921515.*

## Ekoradiostation ERIIB (1944-1956)



### Allmänt

Sommaren 1944 inträffade händelser som resulterade i att utvecklingsarbetet inom SUN fick läggas om.

Plötsligt kunde det militära behovet av radarmateriel täckas genom import från både Tyskland och England. För arméns räkning lyckades man från Tyskland inköpa ett antal eldledningsradar av typ "Wurzburg", av vilka de första stationerna levererades redan i augusti 1944. Stationerna fick den svenska beteckningen ERIIB eftersom ERII var beteckningen på det projekt inom SUN som ledde fram till ekoradion för luftvärnet.

I en skrivelse av den 20 juni 1944 erbjöd sig det brittiska flygministeriet att till svenska flygvapnet leverera 50 st ekoradiostationer AMES typ 6 MkIII, (Air Ministry Experimental Station) avsedd för luftbevakningsändamål. Flygministeriet erbjöd sig samtidigt att omgående sända över fem kompletta stationer för utvärdering. Stationerna levererades i juli 1944.

De av flygministeriet erbjudna ekoradiostationerna var mer eller mindre att betrakta som överskottsmateriel. Stationerna hade tidigare använts i Libyen och hade frigjorts efter de allierades seger i det afrikanska ökenkriget 1942.

De engelska luftbevakningsstationerna fick den svenska beteckningen TmerIIIB, (Transportabel markekoradio). Den vanligaste beteckningen var och förblev dock ERIIB eftersom ERIII var beteckningen på det projekt inom SUN som skulle leda fram till ekoradiostationen för luftbevakning.

Efter en provperiod på ca två månader där bl a provstationerna användes under en FV-övning var man klar att lägga beställning. Den 20 okt. 1944 beställde flygförvaltningen, genom den brittiska flygattachén i Stockholm, 30 st ekoradiostationer AMES, typ 6 MkIII, från det brittiska flygministeriet. I beställningen ingick de fem redan levererade provsta-

tionerna. Det offererade priset var £1000 per station inklusive tält, motoromformare och nödvändig reservdelssats.

Den snabba tillgången på engelsk radarmateriel uppges från flera källor vara resultatet av en bytesaffär med en i Bäckebo, ett par mil norr om Kalmar, havererad tysk V2-raket.

Den 13 juni 1944 dansade en tysk V2-raket ned på en gård i trakten av Bäckebo, förmodligen på grund av fel på raketens styrinrättning. Förre flygvapenchefen Axel Ljungdahl omnämner händelsen i sina memoarer: "Det blev en riktig smäll. Bonden blev halvt bedövad, hästarna segnade ned på knä och två ton metallskrot spreds över ett stort område".

Nedslagsplatsen finkammades med hjälp av metalldetektorer och resterna samlades ihop och skickades till Stockholm för expertundersökning. Eftersom raketen betraktades som ett farligt vapen mot de allierade underrättades England om händelsen.

Raketen var, av naturliga skäl, av största intresse för engelsmännen, vilka också begärde att raketerna skulle överlämnas till de allierade. Med den svenska regeringens medgivande transporterades delarna med flyg till England i aug. 1944. Som kompensation för denna tjänst fick vi förmånen att göra förmånligt inköp av våra första radarstationer för luftbevakning.

Huruvida V2-affären eller "gåvan från ovan" var den direkta orsaken till den snabba tillgången på radarmaterielen förefaller tveksamt eftersom erbjudandet är daterat redan den 20 juni - endast en vecka efter V2-haveriet. Från andra källor hävdas dessutom att tullavgiften för de första stationerna deponerades redan den 7 juni.

En annan, och kanske mera trolig, anledning till erbjudandet kan ha varit de svenska kullagerleveranserna under krigsåren, en nog så viktig komponent för den brittiska krigsindustrin, och som trots avspärning pågick under hela kriget.

Genom att man nu fick tillgång till engelsktillverkad ekoradio kom den planerade serietillverkningen av ekoradio för luftbevakning aldrig igång. Projektet avvecklades.

De första engelska stationerna levererades, som tidigare nämnts, redan i juli 1944. Efter tyskarnas ockupation av Danmark och Norge var alla normala transportvägar blockerade. Den tyske amiralen Karl Dönitz hade upprättat sin Skageracksspärr mellan Skagen och Danmark och Lindenäs i Norge för att till varje pris stoppa all flyg- och sjötrafik mellan Sverige och England. Materielen måste således transporteras med flyg nattetid och med brittiska specialplan på hög höjd för att undgå tyskarnas uppmärksamhet. Transportplanen kunde endast ta en station i varje tur.

I samband med leveransen av de fem första provstationerna påbörjades en intensiv uppbyggnadsverksamhet. Behovet av radar var stort, inte minst som komplement till den optiska luftbevakningen. Alla krafter sattes in för att så snabbt som möjligt upprätta de levererade stationerna. Uppställningsplatser skulle rekognoseras, materielen transporteras ut, upprättas och driftsättas på kortast möjliga tid. Av de fem första

stationerna skulle fyra ingå i den planerade bevakningskedjan i Stockholms ytterskärgård.

En person som förtjänar att omnämnas i detta sammanhang, och som kan betraktas som en pionjär inom radarområdet är flygingenjör Torsten Gussing, sedermera laborator vid FOA. Gussing hade fått uppdraget att vara projektledare och teknisk chef för upprättandet av flygvapnets första radarvarningssystem baserat på ekoradiostation ERIIB.

Radar var något helt nytt, och Gussing fick börja med att själv lära sig den nya tekniken. Med någon av de första flygtransporterna från England medföljde en engelsk radarspecialist, Mr J M J Watts, som skulle lära ut den nya tekniken samt medverka vid driftsättningen av de första stationerna.

Någon utbildad personal för skötsel och underhåll av radarmaterielen fanns inte. Förutom ansvaret för uppbyggnaden av varningssystemet fick Gussing dessutom ikläda sig rollen som lärare i radartechnik vid såväl respektive radarförband som vid flygkrigshögskolan.

Upprättandet av de fyra provstationerna i Stockholms ytterskärgård forcerades. Samtliga stationer var uppsatta och driftklara i slutet av aug. 1944. Den femte provstationen placerades i trakten av Kiruna för att användas för luftbevakning.

Under en flygvapenövning hösten 1944 användes radar för första gången. Det var de fyra stationerna i Stockholms ytterskärgård som prövades under övningen. Rapportering skedde direkt till E3 stridsledningcentral, som var placerad i flygvapnets ämbetsbyggnad. Stationerna fungerade i stort sett mycket bra och gjorde en god insats under övningen. Den korta utbildningstiden och bristen på kvalificerad teknisk personal gjorde dock att stationerna ofta var ur funktion. Två flygplan, typ S5, baserade vid sjöflygstationen på Lindarängen, var ständigt i verksamhet för transport av reservdelar och reparationspersonal.

I januari 1945 återupptogs leveranserna av ekoradiostationer från England. Stationerna levererades per flyg till Bromma.

De sista fem stationerna levererades per båt den 1 sept. 1945.

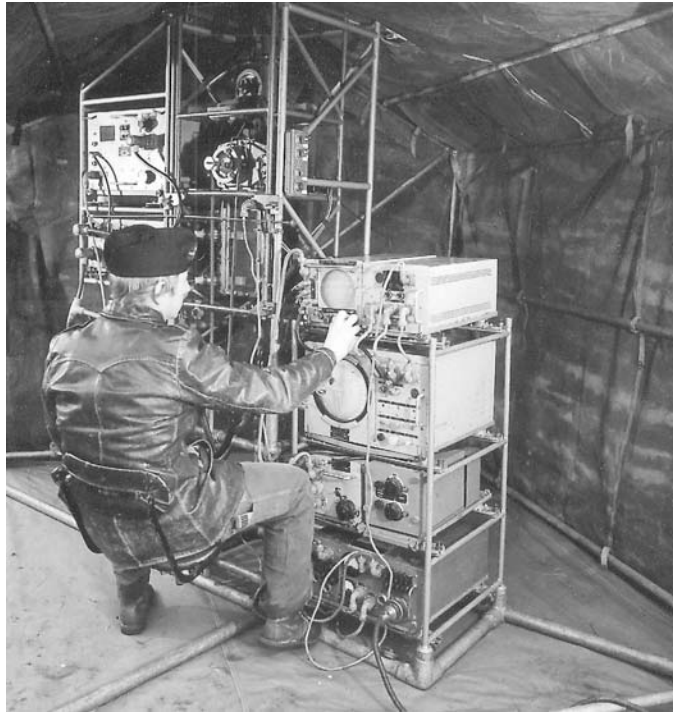
I februari 1945 upprättades fyra ekoradiostationer längs norrlandskusten från trakten av Skellefteå och norrut. Samtliga stationer var i tjänst under tredje eskaderns vinterövning i Norrland. Rapporteringen skedde direkt till centralen i Bodens 1c. Värdefulla erfarenheter erhöles.

I början av april nedmonterades stationerna i Norrland och flyttades till Skåne för att upprättas längs Skånes syd- och västkust. Stationerna skulle där användas för beredskapstjänst samt för utprovning av en ny luftbevakningsorganisation. Samtliga stationer rapporterade per trådförbindelse till Malmö luftförsvarscentral.

Sommaren och hösten 1945 ombaserades stationerna. Samtliga flottiljer tilldelades en station, några stationer reserverades för utbildningsändamål och ett par stationer fördelades till CVA (Centrala Flygverkstaden Arboga). De flottiljbaserade stationerna installerades i mindre träbyggnader eller hyddor med antennen på taket. Stationerna, som var fast installerade, fick beteckningen FmerIIB (Fast markekoradio).

Stationerna placerades inom flottiljområdet på platser som med avseende på radartäckning och maskvinklar bedömdes som mest lämplig. På vissa flottiljer, t ex F2, F5 och F21, placerades stationen med hydda på hangartak. Den vanligaste placeringen var dock på flygfältet eller vid någon banända. Den sistnämnda placeringen med avsikt att användas som hjälpmedel vid inflygning.

Den fast installerade stationen kunde i händelse av mobilisering eller ombasering utan större svårighet lyftas ur hyddan och upprättas i sitt ursprungliga, tältförsedda utförande.



*Ekoradiostation TmerIIIB (ERIIB), interiör*

## Tekniska data

Sändningsfrekvens	212 MHz
Våglängd	1,4 m
Pulseffekt	85 kW
Pulstid	2 ms
Pulsfrekvens	400 Hz
Antenntyp	2 par Yagi-antenn
Antennvridning	Manuellt alt kont. rot 3 v/min
Lobbredd (halvvärdesbredd)	20°
Teoretisk räckvidd	160 km
Effektiv räckvidd (beroende på stationens uppställningshöjd, målets storlek, fpl flyghöjd)	0 m uppställningshöjd: enstaka fpl på 1000 m höjd: 40 km enstaka fpl på 4000 m höjd: 70 km
Minsta mätavstånd (beroende på stationens uppställningshöjd)	ca 1000 m
Mätnoggrannhet, avstånd	±2%
Mätnoggrannhet, vinkel	±1%
Upplösningsförmåga, avstånd	>300 m, skilda ekon
Upplösningsförmåga, vinkel	>20°, skilda ekon
Vikt	1500 kg
Mått	tält 3x3x2,4 m
Erforderlig takhöjd vid montering i hus	2,4 m
Erforderlig golvyta i förråd	12 m <sup>2</sup>

*Källa: ERIIB Historik och erfarenheter Telub TR:921515.*



## AMES-21 (PJ-21) (1950-1986)

### Allmänt

Radarn som hjälpmedel för luftbevakning och stridsledning fick sitt genombrott under andra världskriget.

Både engelsmännen och tyskarna hade redan vid krigsutbrottet utprovade radarvarningssystem. Svenska flygvapnet fick sin första radarstation 1944. Denna station, ER11B, som inköptes från England i ett trettiotal exemplar hade relativt begränsad prestanda och tillförlitlighet. Stationen var avsedd för luftbevaknings- och säkerhetstjänst men den kom även att användas för stridsledning trots att kraven på prestanda för detta ändamål inte uppfylldes.

Under senare delen av 1940-talet påbörjades den organisatoriska uppbyggnaden av samordnad stridsledning och luftbevakning inom flygvapnet. För detta ändamål krävdes nya och i prestationsavseende mera avancerade radarstationer. Man behövde två olika typer av radarstationer, en för fjärrspaning med lång räckvidd men med mindre krav på upplösning och noggrannhet. Denna radar, som skulle ge tidig förvarning för alarmering och beslut om jaktinsats, anskaffades i ett antal exemplar och fick beteckningen PS-16.

Den andra radarn skulle användas för stridsledning. På denna ställdes stora krav på upplösning och noggrannhet men något mindre krav på räckvidd. Framför allt ställdes det krav på höjdmätning. För att bedriva stridsledning måste man veta målets höjdläge i luftrummet. Stridsledningsradarn måste således bestå av två separata stationer, en spaningsdel och en höjdmätardel.

Valet av leverantör av stridsledningsradar föll på den engelska firman MARCONI, Chelmsford. Sannolikt hade valet av stridsledningsradar påverkats av vad M Fehrm från Försvarets forskningsanstalt och K.G Berg från Flygförvaltningen fått se under en studieresa i England 1946. Radarn var då i produktion vid fabriken i Chelmsford och kunde levereras med relativt kort leveranstid. Radarn hade den engelska beteckningen AMES-21.

Denna stridsledningsradar fick den svenska beteckningen PJ-21.

Den sammanfattande engelska beteckningen på den beställda MARCONI-radarn var AMES-21 (Air Ministry Experimental Station). Radarn, som var avsedd för luftbevakning och jaktstridsledning, började tillverkas vid MARCONI's fabriker i Chelmsford 1942-43.

Stationen var ursprungligen framtagen för och i samarbete med det brittiska flygministeriet. Huruvida någon export av radarn till andra länder än Sverige och Norge ägt rum efter krigsslutet är okänt. Det norska flygvapnet hade redan 1947 ett par AMES-21 stationer i drift.

Representanter från det svenska flygvapnet gjorde under hösten 1947 studiebesök i Norge för att inhämta erfarenheter av den nya radarn.



AMES-21 var sammansatt av fem fordonsbundna terränggående enheter:

- Spaningsdel AMES-14
- Höjdmätardel AMES-13
- Indikatorvagn DU-5. Gemensam för AMES-13 och 14
- Kraftaggregat. Gemensamt för AMES-13 och 14
- Kraftaggregat. Reserv

Den ursprungliga varianten av spaningsradarn, som levererats till Norge, var i motsats till de, vilka senare levererades till Sverige, försedda med två på varandra liggande, ostformade antenner, placerade på kabinens ena långsida.

Även om de till Norge levererade stationerna var behäftade med relativt många konstruktiva svagheter, ansåg man dock att de i stort fyller de krav på prestanda som uppställts för en luftbevaknings- och stridsledningsradar.

På senare versioner, t ex de stationer som levererades till Sverige, hade vissa konstruktiva förbättringar införts. Mottagarna hade modifierats. Avstämningsförfarandet hade därigenom förbättrats även om mycket återstod att förbättra på mottagarsidan under den inledande driftperioden i Sverige.

De radarstationer som levererades till svenska flygvapnet var försedda med en senare generation antenner. Spaningsradarn AMES-14 var försedd med en slitsmatad parabolisk cylinderreflektor (typ 96). Antennen, som var placerad utmed kabinens ena långsida gav en ellipsformad, cigarrliknande lobform med ganska dålig höjdtäckning. Denna antenn ersattes på ett tidigt stadium av en ny, svensktillverkad antenn (typ 262).

Radarhöjdmätaren AMES-13 levererades med den slitsmatade cylinderreflektor som sedan användes på PH-13/R under hela drifttiden i Sverige.

Transportfordon, kraftaggregat och indikatorvagn ingick inte i radarleveransen till svenska flygvapnet, däremot ingick samtliga till stationerna ingående indikatorutrustningar samt manöverorgan.



*Ursprungsvarianten AMES-14.  
Lägg märke till den dubbla ostformade antennen.*

## Kort beskrivning

### PJ-21/R (1950-1986)

Radarstation PJ-21 var en transportabel jaktstridsledningsstation som även användes för luftbevakning och säkerhetstjänst inom flygvapnet. Radarn arbetade inom våglängdsområdet 10 cm (S-bandet). PJ-21 var flygvapnets första stridsledningsstation, den var också den första radarn som arbetar inom våglängdsområdet S-band och som var försedd med magnetronsändare.

För att kunna utföra jaktstridsledning måste målets höjdläge i rymden bestämmas och för detta ändamål krävdes två separata radarutrustningar: en spaningsdel som gav målets bäring och avstånd från stationen räknat och en höjdmätardel som gav målets höjd och avstånd. Den lägesinformation som de båda stationerna gav presenterades på speciella indikatorer: två indikatorer (PPI) för presentation av målets bäring och avstånd samt en indikator (HPI) för presentation av målets höjd.

För att kunna skilja på egna och fientliga flygplan utrustades vissa stationer med igenkänningsutrustning (IK). Spaningsdelen var försedd med IK-utrustning som arbetade på G-bandet och höjdmätaren med IK-utrustning på A-bandet. IK-utrustningarna skrotades i samband med anskaffandet av igenkänningsradar PN-79 i början av 1960-talet.

I radarstation PJ-21/R ingick följande sju fordonsbundna enheter.

### Indikatorvagn DU5

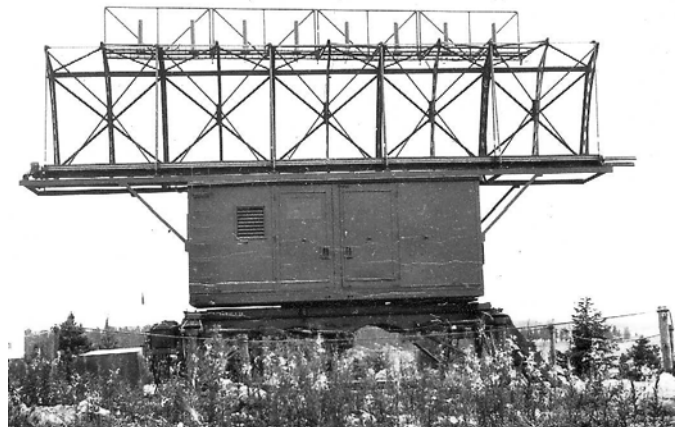


Indikatorvagnen som var uppbyggd på ett 2,5 ton GMC-chassi 6x6 innehöll följande utrustning

- Två indikatorer PPI, stativ 16<sup>I</sup> och 16<sup>II</sup> samt höjdmätningsindikator HPI, stativ 15.
- Indikatorerna 16<sup>I</sup> och 16<sup>II</sup> matades parallellt med bärings- och avståndsinformation från radarns spaningsdel, PS-141.
- Höjdmätningsindikatorn HPI, stativ 15, arbetade tillsammans med radarns höjdmätardel PH-13/R och presenterade målets avstånd och höjd men inte målets bäring. Höjdmätarens bäring indikerades som en ljuslinje på de båda PPI-indikatorerna 16<sup>I</sup> och 16<sup>II</sup>.
- Samtliga indikatorer var försedda med separata kraftenheter, förstärkare och manöverorgan. De båda PPI-indikatorerna hade tre mätområden, HPI-indikatorn två vilkas storlek kunde varieras inom vissa gränser.

- Ursprungligen ingick i indikatorutrustningen även en A-indikator. Eftersom denna huvudsakligen användes för IK-indikering utgick denna i samband med skrotning av IK-utrustningen.
- Två manöverapparater: en för manövrering av spaningsdelen och en för manövrering av höjdmätardelen. Med manöverapparaterna kunde sändarkabinerna ställas in i önskad riktning eller fås att rotera kontinuerligt med önskad hastighet mellan 0 och 15 varv per minut. Man kunde även få kabinerna att svepa inom en sektor vars medelbäring och sektorvinkel kunde varieras.
- Normalt manövrerades både spanings- och höjdmätningsskärmen från indikatorvagnen. Uppstartning och frånslagning av såväl vridsystem som sändare skedde i respektive radarkabin.
- En 20-linjers telefonväxel för in- och utgående samtal samt för interna förbindelser inom de olika enheterna.
- Två telefonmanöverpaneler placerade i vardera indikatorerna 16<sup>I</sup> och 16<sup>II</sup>.
- Ett kartbord.
- Ett navigeringsbord.
- Kopplingsstativ för manöver- och signalfunktioner.
- Manöverstativ för fördelning av kraft m m.
- Fällbar koj.

### Spaningsradar PS-141/R



Spaningsradar PS-141/R bestod av en roterande apparatkabin innehållande all den kraft- och elektronikutrustning som erfordrades för radarns drift. Radarantennen, som var en 8 m lång cosec<sup>2</sup> (likahöjdsantenn typ 262), var under drift monterad på kabinens tak. Under transport var antennen nedfälld och placerad utefter kabinens högra långsida.

Antennen matades från två slitsvågledare. De båda slitsvågledarna var genom en vågledarväxel anslutna till sändaren. Endast en av slitsvågledarna kunde matas samtidigt. Om matning skedde genom den övre slitsvågledaren erhöles låglob, skedde matning genom den undre slitsvågledaren erhöles höglob. Lobväxlingen manövrerades normalt från indikatorvagnen. Lobväxling kunde också ske automatiskt, en gång varje antennvarv. Antennloben hade en lobbredd i horisontalplanet på 1°.

Kabin med antenn och radarutrustning bars upp av en lavett, vilken bestod av kraftig ramkonstruktion som vilade på fyra hydrauliska domkraftsben. Domkraftsbenen manövrerades hydrauliskt med en pump. Varje ben var individuellt inställbart så att ramen kunde ställas in horisontellt även på ojämn mark.

All överföring av kraft, manöver- och signalfunktioner mellan lavett och kabin skedde genom ett släpringspaket.

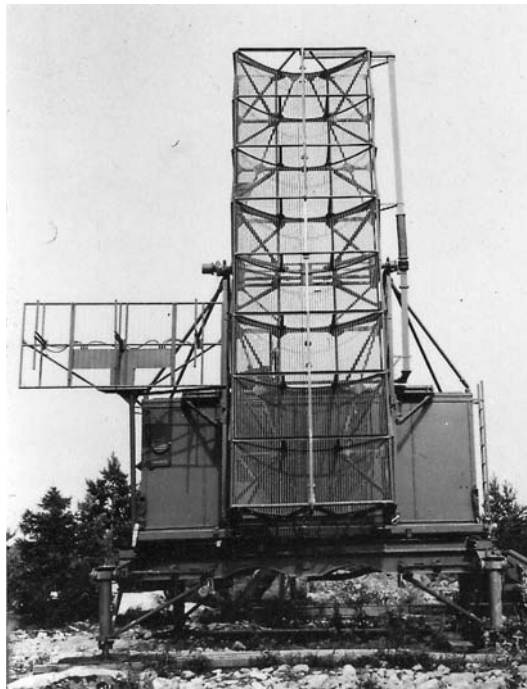
Radarn matades med 3x230 V spänning.

Själva radarutrustningen bestod av styrenhet, modulator, magnetronbox, mottagarsystem och kontrollenhet.

Antennrotationen styrdes av en manöverenhet, servoförstärkare och en roterande amplitudgenerator, s k leonardsystem.

Mottagarsystemets mellanfrekvens var 45 MHz, bandbredden 4 MHz. Den smalbandiga störskyddsförstärkaren hade bandbredden 500 kHz. Mittfrekvensen på den senare kunde avstämmas mellan 43-47 MHz för att erhålla maximal dämpning av störfrekvenser.

### Höjdmätare PH-13/R



*Observera IK-antennen.*

Höjdmätningsradarn PH-13/R var, med undantag av antennen, i stort sett helt identisk med spaningsradarn, PS-141/R.

Höjdmätaren var försedd med en på kabinen placerad 6 m hög, nickande antenn av typ slitsvågsledarmatad cylindrisk parabol. Men hjälp av en på kabintaket placerad motor gjorde antennen en vertikalt nickande rörelse mellan  $-1^{\circ}$  till  $+25^{\circ}$ . Nickhastigheten var ca 10 svep per minut.

Antennen hade en lobbredd i vertikalplanet på  $1,25^{\circ}$  och i horisontalplanet  $5^{\circ}$ .

Under transport var antennen upphängd utmed kabinens långsida.

I radarstation PJ-21/R ingick tre fordonsbundna kraftaggregat. Samtliga tre kraftaggregat var identiska. Ett aggregat klarade normalt radarns totala effektbehov. Det andra aggregatet skulle alltid vara driftklart och hopkopplat med det i drift varande aggregatet i händelse av eventuellt driftavbrott. Det tredje aggregatet stod som reserv.

Utöver ovanstående uppräknade fordon ingick i en radartropp även en stationsvagn innehållande reservdelar och verktygsutrustning för mindre reparationer. I denna vagn inrymdes även radartroppens radioanläggning (UK).

## Radarstation PJ-21/F

PJ-21/F var en i bergtrum fast installerad variant av PJ-21 bestående av en spaningsdel PS-144/F och en höjdmätardel PH-13/F. Samtliga PJ-21/F var placerade i anslutning till en luftförsvarscentral (Lfc) från vilken stationerna manövrerades och där indikatorutrustningen var placerad.

Radarutrustningen, såsom sändare, mottagare, servosystem m m var helt identisk med, och demonterad ur den rörliga varianten PJ-21/R. Antennerna var monterade på tre i triangelform resta master och placerade rakt ovanför respektive radarstations apparatrum. Masthöjderna varierade mellan 6 och 20 meter beroende på omgivning och maskvinklar. Vågledarlängden mellan apparatrum och antenn kunde på grund av masthöjd och berggenomgång variera mellan 20 och 40 meter.

Som antennvridbord användes originalvridbordet med tillhörande växelåda, släpringsenhet och vridmotor från den rörliga varianten PJ-21/R.

Antenndimensionerna avvek från motsvarande antenner på den rörliga varianten.

PS-144/F-antennen var av samma typ, likahöjdsantenn, som på PJ-21/R men hade en längd på 14,4 m vilket resulterade i en lobvinkel i horisontalplanet på ca  $0,8^\circ$ .

Höjdmätaren PH-13/F hade en antennreflektor med dimensionerna 1,7x8,0 m (typ H80) vilket gav en lobvinkel i vertikalplanet på  $1^\circ$ .

Radarns ordinarie indikatorer, stativen 15 och 16, jämte stationernas manöverorgan var placerade i luftförsvarscentralens observationshytt. Utöver dessa indikatorer fanns i centralen ytterligare indikatorer av typ PPI-802 för betjäning av olika operativa funktioner.

PPI-802 var en indikator typ som började utvecklas vid arméförvaltningens teletekniska laboratorium. Utvecklingsarbetet överfördes 1949 till SRF (Standard Radio Fabrik) som färdigutvecklade indikatorn. Indikatorn kom sedan att tillverkas i över 1000 exemplar i olika versioner till svenska försvaret.

Förutom radarbild från den egna stationen länkades i de större luftförsvarscentralerna även in planradarbild från ytterligare en eller två stationer. Bildöverföringen skedde på bredbandslänk, RL81, och presenterades på de i centralen installerade indikatorerna, PPI-802. Indikatorerna var försedda med bildvalsomkopplare. Bildvalsutrustningen var tillverkad av SRF.

Totalt fanns sju PJ-21/F anläggningar.

## PH-133/F Radarhöjdmätare

Radarhöjdmätare PH-133/F var en höjdmätarvariant som ingick i Stril-systemet och som användes bl a som höjdmätare åt radarstation PS-16 och PS-65.

Stationen bestod av en roterande mastanläggning med slitsmatad, nickande antenn, typ H80, samt av en i bergrum fast installerad elektronikutrustning (PJ-21-typ), alternativt ansluten till en i värn eller fritt uppställd rörlig, något modifierad radarkabin PH-13/R.

Den roterande mastanläggningen var försedd med vridbord, typ OV FR-0130, tillverkat av Oskarshamns varv. Alternativa vridbordsupphängningar förekom.

PH-133/F var försedd med utrustning för noggrannhetsmätning av bäring och elevationsvinkel (UFN-bär/PH, UFN-elev/PH).

Till skillnad från radarhöjdmätare PH-13/R och PH-13/F var PH-133/F försedd med ny LME-tillverkad mottagare typ 451. Mottagaren innehöll en lågbrusig förförstärkare, en linjär MF-kanal samt en Dicke Fix-förstärkare. Den sistnämnda hade viss störresistens mot interferensstörningar.

### Variantexempel

#### Variant 1

Tripoduppställd roterande mastanläggning med vridbordet hängande i tripoden. Radarutrustningen fast installerad i bergrum.

#### Variant 2

Roterande mastanläggning med vridbordet hängande i betongvärntak. Radarkabin uppställd i betongvärn.

#### Variant 3

Tripoduppställd roterande mastanläggning med vridbordet hängande i tripoden. Radarkabin fritt uppställd.

#### Variant 4

Roterande mastanläggning med vridbordet hängande i betongvärntak. Radarutrustning fast installerad i betongvärn.

### Roterande mastanläggning

Den roterande mastanläggningen var en förberedd uppställningsplats eller mobplats för en rörlig radarstation PJ-21/R.

Anläggningen bestod av ett antal värn för uppställning av de olika stationsenheterna. Antenner av roterande masttyp för både spaningsdel och höjdmätare var monterade i anslutning till respektive värn. All kabeldragning mellan de olika värnen och antennerna var fast installerad.

Spaningsdelens antenn var av typ 262 (likahöjdsantenn). Höjdmätarens antenn var av typ H80 (cylindrisk parabol).

Radarstationer och indikatorvagn var förberedda och försedda med separata uttag för anslutning till värnanläggningen.

Antennerna var försedda med separata vridbord typ OV FR-0130 monterade i värntaket.

Elkraft var framdragen varför stationernas kraftaggregat endast används som reserv.

### Typbeteckningar

- AMES-21 Sammanfattande beteckning på den ursprungliga engelska radarstationen bestående av spaningsradar AMES-14 och höjdmättningsradar AMES-13 samt indikatorvagn RV 437.
- PJ-21 Sammanfattande grund- eller tillhörighetsbeteckning för de svenska radarvarianterna.
- PJ-21/R Sammanfattande beteckning på den rörliga radarvarianten bestående av spaningsradar PS-141/R, höjdmättningsradar PH-13/R, indikatorvagn DU5 samt 3 st motorelverk.
- PH-13/R Transportabel höjdmättningsradar med 5,6 m hög antennreflektor.
- PH-132/R Samma som PH-13/R försedd med IK-utrustning (A-band). Endast vissa höjdmätare var försedda med IK.
- PS-141/R Beteckning på transportabel spaningsradar försedd med svensktillverkad likahöjdsantenn.
- PS-142/R Samma som PS-141/R försedd med IK-utrustning (G-band). Endast vissa stationer var utrustade med IK.
- PJ-21/F Sammanfattande beteckning på fast installerad radarvariant bestående av spaningsradar PS-144/F samt höjdmättningsradar PH-13/F.
- PH-13/F Beteckning på fast installerad radarhöjdmätare med 8 m antennreflektor (H80).
- PS-144/F Beteckning på fast installerad spaningsradar med 14,4 m antennreflektor.

## Tekniska data PJ-21/R/F

### Gemensamma data för PS-14/141/PS-144 och radarhöjdmätare PH-13, PH-133

Effektbehov:	ca 10 kVA
Sändarfrekvens:	3000 MHz S-bandet
Sändartyp:	Magnetron (CV-76)
Pulseffekt:	ca 500 kW
Pulstid:	0,6 alt 1,9 $\mu$ s
Pulsrepetitionsfrekvens:	500 Hz
Brusfaktor:	$\geq 11$ dB
	$\geq 5$ dB med mottagare 451 (PH-133)
Räckvidd:	200 km
Mätområde (PS-14/141/144):	40, 120, 180 km
Mätområde (PH-13):	120, 180 km

Antenndrivanordning:

- a) För hand
- b) Med motor med- eller moturs rotation max 15 varv/minut

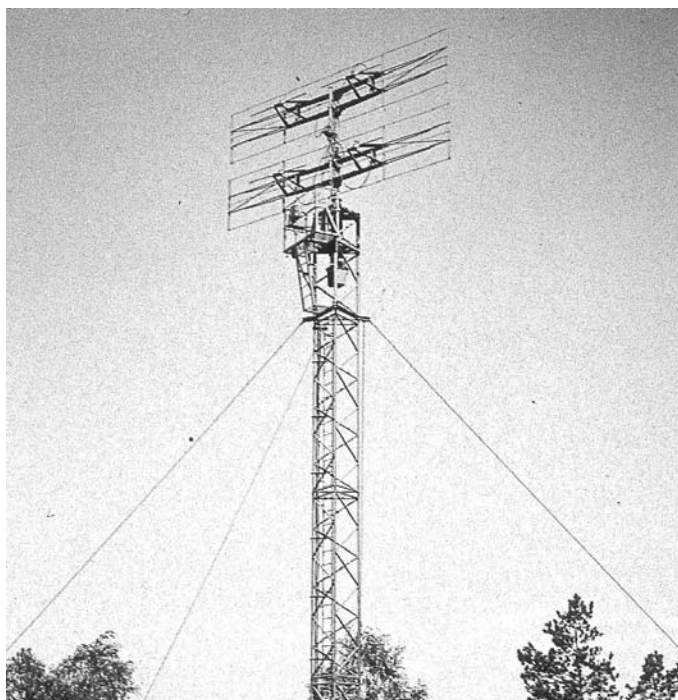
Sektorsökning 20-120° max 3 varv/min (gäller endast rörliga stationer).

*Källa: PJ-21/R/F Historik och erfarenheter. Telub TR-911506*





## PS-16/F (1951-1965)



### Allmänt

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 960-stationer som installerades på kryssarna Tre Kronor och Göta Lejon samt på skolfartyget Prins Carl.

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 - jaktstridsledning - 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 frekvenssändning 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 10-13.000 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 antennendiagrammet annorlunda och anpassat efter det operativa behovet.

Stationen lämnade mÅldata i form av bäring och avstånd. Höjddata presenterades av separat höjdmätarradar PH-13.

## Kort beskrivning

Hårdvarumässigt omfattade PS-16-materielen ett antal större och mindre apparatstativ, spänningsomvandlare, servogeneratorer samt antenn och antennvridbord.

Stationens modulator och sändare var uppdelade på två separata apparatstativ. Modulatorstativet var tillverkat av vinkeljärn och täckt med mässingsplåtar. Sändarstativet var uppbyggt av mässingsprofiler och täckt med plåtar av samma materiel. De båda stativen var sammansatta till en gemensam enhet. De båda stativen var mycket väl skärmade och samtliga matarledningar till stativen var försedda med effektiva lågpasfilter för att förhindra HF-energi att komma ut genom kablagen. De fack som innehöll oscillator- och likriktarrör var försedda med speciella inspektionssluckor som kunde öppnas och stängas genom ett enkelt handgrepp.

Modulatorstativet innehöll i huvudsak följande enheter och funktioner

- Styrenhet för generering av 5  $\mu$ s långa pulser för styrning av sändaren.
- Spänningsregleringsenheten för reglering av stabilisering av den variabla högspänningen till sändare.
- Inbyggt oscilloskop för mätning och kontroll av pulsformer i modulator och sändare.

## Tekniska data

Sändningsfrekvens	80-90 MHz
Våglängd	ca 3,5 m
Pulsrepetitionsfrekvens	250 Hz
Pulseffekt	400-450 kW
Pulstid	5 alt 15 $\mu$ s
Medeleffekt	
vid 15 $\mu$ s pulstid	3,76 kW
vid 5 $\mu$ 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 71-82 MHz
MF-bandbredd	65 alt 500 kHz
AFR-noggrannhet (Automatisk Frekvens Regl)	±10 kHz
Kristallkalibreringsfrekvens	74,918 kHz (2 km)
SSF (sveptyrd 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 200 V liksp 24 V liksp
Strömförsörjning	Från elnät alt separat reservaggreat (200 V, 50 Hz, 3-fas)
Effektbehov	25 kVA
Vikt, exkl antennemast och fläktsystem	6300 kg
Erforderlig golvyta exkl antenn	ca 20 m <sup>2</sup>

### Speciell händelse

I och med att PS-65 stationerna i mitten på 60-talet installerades på PS-16 anläggningarna ställdes PS-16 mer eller mindre i malpåse. De körde igång en gång per månad för att kolla upp funktionerna. Det var tänkt att de skulle stå som reserv och även kunna användas som störsändare. I slutet på 60-talet inträffade ett haveri på PS-16 masten ute på Fårö i samband med en mastöversyn. Ett stag som användes vid fällningen brast och masten gick i backen. Antenn och vridbord förstördes och stationen lades i malpåse.

I början på 70-talet fick flygvapnet en antenn och ett vridbord av marinen i samband med skrotning av någon kryssare. Detta medförde att PS-16 anläggningen på Fårö åter skulle iordningställas.

Undertecknad fick i uppdrag att åka med mastgänget till anläggningen för att köra igång stationen, kontrollera att dipolantennerna var korrekt anslutna till konvertern o s v samt avslutningsvis ta upp ett antenn-diagram. Efter avslutad installation av antennen kördes med hjälp av CRC 556 stationen igång. Ekon stora som korvar uppenbarade sig på PPI. Det bör påpekas att stationen då inte varit i drift på ca 3 år. Efter som dagen närmade sig sitt slut beslöt jag att låta stationen gå över natten som en extra driftkontroll. När jag återvände vid 7-tiden på morgonen dagen därpå stod televerkets bil utanför grinden. Sändarfrekvensen som var inställd till ca 90 MHz hade stört ut P3-mottagarna på hela norra Gotland. De Rjal som jobbat natten sade att ryssarna varit ovanligt aktiva och avpatrullerat kusten utanför Gotland hela natten. De undrade säkert vad svenskarna nu hittat på.

*Källa: PS-16/F, Historik och erfarenheter Telub TR:931515*



## PS-41/T (1951-1975)



### Allmänt

1946 hade radardetaljen på Kungliga Flygförvaltningen fått en ny chef, civilingenjören Henrik Lindgren, efter ansökan hade han erhållit Sverige Amerikastiftelsens stipendium för att under ett halvt år studera ultrakortvågsteknik i USA, så småningom ändrades detta till mikrovågs- och radarteknik.

Resan anträdde i början av 1947 och med hjälp av flygattachén i Washington fick Lindgren tillstånd att under tre veckor följa en radarkurs vid US Airforce Radar School i Boca Raton, Florida.

Under denna kurs fick han kontakt med en radarstation typ AN/TPS-1B tillverkad av Western Electric. Föregångaren, AN/TPS-1A, en transportabel radarstation tillverkad i USA under andra världskriget, var redan känd i Sverige. Tyvärr hade den låg effekt och kort räckvidd. AN/TPS-1B var en modernare version men klassad som "confidential". Sverige hade normalt endast tillgång till "unclassified" eller "restricted" information varför -1B låg utanför sekretessräckvidden så att säga. TPS-1B var tillverkad av Raytheon i Boston och troligen så ny att den inte hunnit testas i fält före krigsslutet. Stationen hade hög uteffekt, 500 kW, och en räckvidd av 150 km. Den arbetade inom det så kallade L-bandet (1000 MHz).

Flygvapnet blev naturligtvis mycket intresserade av denna station men inköp var på grund av sekretessen inte möjligt. Det beslöts då att Henrik Lindgren med utgångspunkt från en "unclassified" station, TPS-1A, skulle skriva en specifikation för en svensk variant och som skulle tillverkas i USA. Ritningar till -1A lyckades ha få fram från US Army och med dessa som hjälp skrevs så specifikationen för TPS-1S (S = Sweden).

Utveckling och tillverkning skulle ske i USA men någon exportlicens kunde inte garanteras i förväg även om specifikationen formellt var godkänd av Pentagon.

Anbudsfrågan gick nu ut till fem välkända radartillverkare: Bendix, Westinghouse, Zenith, Raytheon och Sperry. Intresset var inte överväldigande, alla svarade inte ens, men två seriösa anbud lämnades från Bendix och Raytheon.

Efter utvärdering beslöts att ge Bendix Aviation Corp. uppdraget att utveckla och tillverka 20 stationer.

Kontraktet undertecknades ensidigt av Flygförvaltningen den 11 juni 1948 i samband med besök från Bendix. Kontraktet var värt ca 1 million dollar, ca 4.000.000 svenska kronor eller 50.000 dollar per station varav hälften skulle betalas i förskott. Bendix fråntog sig allt ansvar utanför deras kontroll under obegränsad tid. Efter justeringar i juli samma år skrev även Bendix under avtalet.

Fred Kitty, anställd vid Bendix, blev huvudkonstruktör och projektansvarig. Första prototypen skulle levereras i september 1949 för utprovning och godkännande. Serien skulle vara slutlevererad under år 1950. Naturligtvis höll inte tidsplanen utan förseningar uppstod även för detta projekt. I oktober 1949 kunde dock sex man med förenade krafter för hand resa den första stationen på Pimlico Airport norr om Baltimore.

Stationen byggdes upp till en pelare av fem stapelbara enheter. De fyra nedersta kuberna hade en sida om drygt 0,6 m medan den översta enheten var över 1 m hög. Antennen kom på så sätt att befinna sig på cirka 5 m höjd över marken. Detta var en förutsättning för att markreflexionen tillsammans med den direkta strålningen skulle bilda fingerformade lobar i rymden genom ömsesidig med- respektive motverkan.

De första provflygningarna utfördes med Bendix egen tvåmotoriga Beachcraft. Man ville främst kontrollera lobbildningen samt få fram maximal räckvidd. Vid dessa prov uppnåddes inte full räckvidd, utan endast ca 120 km. De följande provflygningarna företogs med en Sk16, nyligen inköpt av den svenska ambassaden i USA med kapten Rolf Westerberg vid spakarna.

Så småningom kunde TPS-1S godkännas som prototyp och serieproduktion startades hösten 1949.

Till kontrollant vid Bendixfirman av de återstående 19 stationerna utsågs civilingenjören Anders Roll vid CVA (Centrala Flygverkstaden i Arboga). I januari 1950 steg han ombord på m/s Stockholm för resa till USA. En mycket arbetsam period följde innan alla stationer i mars månad var packade i 300 lådor klara för leverans till sitt nya hemland - det enda som saknades var i princip exportlicensen.

Amerikanarna uppreste nu av olika skäl alla möjliga hinder för leverans. Sven Scheiderbauer anger, i utredning vid MHS/FHK 79-81, att de kunde bero på en allmän ovilja mot svenskarna från US Air Force sida grundat på vår hållning under andra världskriget (källa: Nils Söderberg). Henrik Lindgren hörde talas om att amerikanarna istället vill ta över en del av partiet för att kunna överföra dem till Koreakriget som man nyligen engagerat sig i.

Hur som helt, Flygförvaltningen begärde att ambassadör Erik Boerman skulle uppvakta State Department med en framställan om att omedelbart få stationerna släppta.

Efter ca 1 års bearbetning av de amerikanska myndigheterna släpptes plötsligt embargot. På annandag pingst 1951 blev ambassadör Boerman

plötsligt kallad till Amerikanska Utrikesdepartementet och utan angivande av skäl meddelades att exportlicens beviljats.

Svenska Amerikalinjens fartyg Krageholm kunde i maj lasta materielen i Baltimore och New York samt vända mot Sverige. I Köpings hamn lossades den efterlängtdade materielen under stort säkerhetspådrag och fördes till CVA för anpassning till svenska förhållanden.

Under Anders Rolls kompetenta ledning påbörjades nu kompletterings- och modifieringsarbeten. Vid t ex kraftigt regn fick man överslag i koaxialledningen vilket avhjälpes genom att det borrades upp ett dräneringshål. Vridskarven tvingades man konstruera om så att den fick längre livslängd.

Stationen kompletterades med nyanskaffade bensinaggregat och reservdelar inköptes under stort besvär.

Vid leverans var stationen försedd med kalla och dragiga tält. För att bättre anpassa skyddet mot vårt klimat togs det fram en monterbar trähydda i byggsats.

Det flikiga antennlobdiagrammet försökte man få bort genom att placera stationen i en fyra meter djup grop som grävts på CVA flygfält. Detta visade sig ge en sammanhängande lob men detta kom inte att tillämpas i praktiken.

TPS-1S var den amerikanska beteckningen och måste bytas ut mot en svenskare. Den första förkortningen blev Tmer IV (Transportabel MarkEkoRadio typ 4) men ändrades snart till PS-41/T (P=radar, S=spaning och T=transportabel).

### **Reflexionsytor**

I den provisoriska beskrivningen, som aldrig blev något annat, behandlades reflexionsytorna ingående.

Om olika slags reflexionsytor skrevs: "Den gynnsammaste reflexionsyta som kan erhållas är en jämn vattenyta, men även flygfält, mossar och ängsmark ger en relativt god reflexionsyta. Med stationen uppställd invid en sjöstrand erhålls mot flygplan A21 en räckvidd som med ca 10% överstiger räckvidden under motsvarande förhållanden vid uppställning på flygfält eller annat fält med högst 10 cm högt gräs. Mossa med vatten mellan tuvorna ger ca 20% bättre räckvidd än stubbåker och ängsmark med högt gräs.

De uppställningsplatser som rekognoserades skiftade mycket i utseende från fri uppställning i medföljande hydda till installation i hus, silo eller insprängd i berg där antennen till synes stod direkt på klippan.

Stationen tjänstgjorde sedan i många år som lågspaningsradar och bemannades i många fall av tekniker i reserven, ett segt och tåligt släkte. Transporten av stationen upp till uppställningsplatsen kunde vara nog så ansträngande ty de fick ibland bära upp eländet på bår enhet för enhet i ur och skur och snö och slask.

PS-41/T användes också under Kongokrisen som spaningsstation för de svenska J29 som flög under FN-flagg åren 1962-63. En station var placerad på Kaminabasen och en i Elisabethville.



## Kort beskrivning

Radarstation PS-41/T är en L-bands transportabel markradarstation för spaning mot flygplan. Stationen som består av stapelbara enheter plockas ihop på marken och restes med hjälp av en stolpresare som ingick i utrustningen. Vid upprättning kunde stationen vara i drift inom 2 tim efter ankomsten till uppställningsplatsen. Beroende på uppställningsplatsens höjd kunde stationen utnyttjas för hög- eller lågspaning. PS-41/T var försedd med en A-indikator med möjlighet till expanderat svep med en mils räckvidd samt PPI. På A-indikatorn kunde signaler från markigenkänningsstation kopplas in. Eventuellt samarbetande höjdmätningssradar kunde fjärrstyras från PS-41/T i viss riktning genom Selsyn.

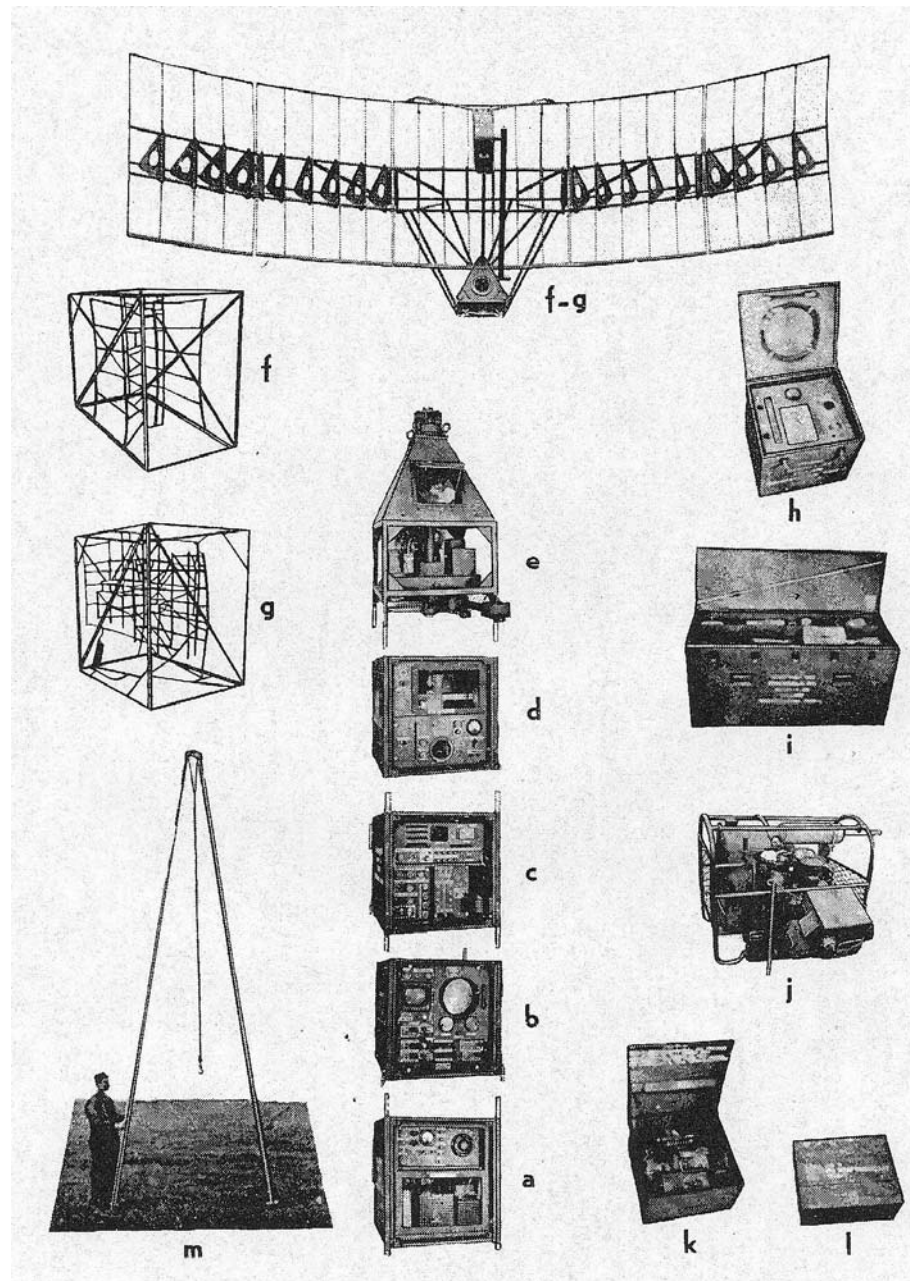
Fjärrmanövreringen utfördes med en ratt på indikatornheten. Efterhand kompletterades PS-41 med en PPI 802 indikator.

Stationen bestod i stort av följande enheter (se bild):

- Modulatorenhet
- Indikatornhet
- Fördelningsenhet
- Antennvridenhet
- Ekobox
- Verktygs- och reservdelslåda
- Kraftaggregat
- Verktygs- och reservdelslåda för kraftaggregat
- Tält alt hydda
- Stolpresare

## Tekniska data

Frekvensband:	L-band (25 cm)
Pulseffekt:	500 kW
Pulslängd:	3 $\mu$ s
Pulsfrekvens (PRF):	300 p/s
Lobbredd:	3° i horisontella planet 11° i vertikala planet
Indikatorer:	A-ind 5" PPI 7" PPI 802
Kraftbehov:	115 V 35 A 400 Hz 27 V 15 A Likspänning
Kraftagg. bensinförbrukning:	ca 5 l/tim



*Stationens enheter*

*Källa: Anteckningar från K G Andersson, Luleå, Beskrivning PS-41/T*



## PS-47 (1957-1977)

### Allmänt

PS-47 var ursprungligen en för marint bruk tillverkad L-bandsradar av fabrikat PHILIPS. Den användes bl a som luftspaningsradar på jagarna Halland och Småland.

I flygvapnet fanns den dock i endast ett exemplar och installerades i slutet av 50-talet på en anläggning i Bälinge strax utanför Luleå. Stationen användes där som komplement till PS-16.

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

### Kort beskrivning

PS-47 stationen var inrymd i en barackliknande hydda och var försedd med en SELENIA-tillverkad antenn av typ MLG-7. På platsen fanns även en radarhöjdmätare av typ PH-13/F. Stationerna sorterade och bemannades av F21, Luleå. Samtliga tre stationer revs 1980.

### Tekniska data

Frekvensband	L-band (25 cm)
Pulslängd	1,8 resp 4,7 $\mu$ s
PRF	500 resp 250 Hz
Pulseffekt	400 kW
Antennrotation	10 v/min

*Källa: PS-16 Historik och erfarenheter, Telub TR:931515*



## PS-08 (1957-1979)



### Bakgrund

Inom utredningen Spaning och Stridsledning i luftförsvaret (SOS) tillsattes i slutet av 1954 en särskild luftförsvarsradarutredning (LFRU) som hade till uppgift att utreda hur framtida radarstationer bör utformas med hänsyn till kraven på hög- och lågtäckning, störskydd m m.

Vid ett redovisningssammanträde i Uppsala i januari 1956, som fick epitetet "Uppsala möte", presenterade LFRU tillsammans med FOA en slutrapport som kom att bli normgivande för kravspecificering vid framtida anskaffning av radarmateriel inte bara inom flygvapnet utan även inom marinen och luftvärnet.

Störskyddskraven visade bl a på den stora betydelsen av antennens egenskaper, att frekvensen spreds över flera band och att sändareffekten var hög.

De första radarstationerna som flygvapnet anskaffade efter dessa normer var PS-08 och PS-65.

### Allmänt

Radarstation PS-08/F var flygvapnets första egentliga storradar. Med storradar avses här i första hand stationens höga uteffekt (2,5 MW) och dess långa räckvidd (>400 km). Stationen hade en antenn av imponerande dimensioner med en reflektoryta på ca 170 m<sup>2</sup>. Stationen, som var tillverkad av DECCA RADAR LIMITED i England under 1950-talet, hade den engelska beteckningen Radar Type 80.

Flygvapnet anskaffade under 50-talet fyra radarstationer av denna typ som utplacerades på anläggningarna "Harry", "Dick", "Tom" och "Fred". Anläggningarna upprättades i slutet av 50- och början av 60-talet. Samtliga anläggningar var placerade i södra Sverige.

Ur teknisk synpunkt var stationen konventionellt byggd och i sin ursprungliga version helt igenom elektronrörsbestyckad. Stationen saknade utrustning för fastekundertryckning och hade i sin ursprungliga

version även ett mycket begränsat störskydd. Den ursprungliga mottagaren ersattes senare av modernare mottagarsystem (ASTER) innehållande bl a ett förbättrat störskydd.

Sändarens höga uteffekt i kombination med den stora antennen gav hög effektkoncentration som resulterade i stor räckvidd och nålvassa radarekon med hög ekoupplösning. Den höga effektkoncentrationen gav som nackdel ett kraftigt markekoområde och besvärande nederbördsekon.

Stationen presenterade måldata i form av bäring och avstånd. För höjddata krävdes därför separat radarhöjdmätare (PH-12 och/eller PH-40). Se avsnitt höjdmätare.

Antenntornet var utfört i kraftig stålkonstruktion med kvadratisk tvärsnitt som vilar på fyra betongfundament. Tornet hade två plattformar, en övre på vilken antennenreflektorn med dess vridutrustning var placerad, samt en undre från vilken man kommer in i sändar/mottagarkabinen. Övre plattformens höjd över markytan var 7,5 m. Tornet var försett med en yttre trappa från markplanet upp till de båda plattformarna.

Radarantennen, som var av typ cosekant<sup>2</sup>, bestod av en slitsmatad 22,5 m lång och 7,5 m hög reflektor monterad på en 22,5 m lång och 6,5 m bred ramkonstruktion. Reflektorn med dess ramkonstruktion var byggd i tio sektioner för att underlätta transport och montering. Reflektorytan var uppbyggd av horisontella längsgående rör monterade på vertikala spant. Antennen gav en lobvinkel i horisontalplanet på 0,3° vilket resulterade i hög effektkoncentration. Antennens nedre kant låg 9,6 m över markplanet. Vågledarsystemet var trycksatt med torrluft för att eliminera överslag i vågledare och slitsmatare.

Antennen vägde 23 ton.

### **Operativa erfarenheter**

Radarstation PS-08/F innebar tillsammans med det nya stridsledningssystemet "Stril 60" och övrig kringutrustning ett enormt lyft för luftbevakning- och stridsledningsorganisationen. Den operativa räckvidden hade praktiskt taget fördubblats i förhållande till den räckvidd man uppnådde med tidigare radarstationer. PS-08-sändarens höga uteffekt i kombination med effektkoncentrationen från den stora antennenreflektorn resulterade i nålvassa radarekon med hög ekoupplösning och stor bäringsnoggrannhet. Stationens höjdtäckning motsvarade med god marginal högsta förekommande flyghöjder. Tack vare stationernas stora räckvidd kunde man nu från en anläggning, exempelvis "Harry", följa ett flygplan hela flygsträckan Arlanda-Malmö, någonting som tidigare var helt otänkbart.

De båda radarhöjdmätarna PH-12/F och PH-40/F, som kompletterade spaningsdelen, hade i stort sett samma räckvidder som den senare, vilket även här innebar en fördubblad räckvidd i förhållande till tidigare radarhöjdmätare.

PS-08-antennens höga effektkoncentration medförde som nackdel ett kraftigt markekoområde och stundtals även besvärande nederbördsekon.

De fyra 08-anläggningarna kom att bli huvudstrilradar i södra Sverige under större delen av 60- och 70-talet. Den politiska världsbilden under denna tid speglade en mängd händelser i vår närmaste omgivning.

Oroligheter i de Östeuropeiska staterna blossade upp med jämna mellanrum och samtidigt pågick det "kalla kriget". De olika nationernas militära flygaktivitet över östersjöområdet var stor under denna tid. 08-anläggningarna kom därför att få stor betydelse genom att de användes för övervakning av militära rörelser inom detta område. Incidentberedskap och luftbevakning kom således att bli en väsentlig uppgift som krävde dygnetruntbevakning på anläggningarna.

## Tekniska data

Frekvensområde	2850-3050 MHz
Frekvensband	S-band (10 cm)
Pulseffekt	MK2 1,3 MW, MK3 2,5 MW
Pulsfrekvens (PRF)	271 Hz
Pulstid	5 $\mu$ s
Magnetrontyp	EEV 570
Magnetronkylning	Vattenkyld
Mottagare	Lin, Log, Dick-Fix
Antennrotation	6 v/min
Räckvidd	>400 km
Lobbredd	0,3°

*Källa: PS-08/F, Historik och erfarenhet. Telub TR-961516*





## PS-65/F (1965-1993)



### Allmänt

Radarstation PS-65/F var en L-bandsradar som ingick i Stril 50- och 60-systemen och användes till spaning och stridsledning.

PS-65/F var även ett komplement till PS-08-kedjan i Sydsverige där den gav strilsystemet ökad uthållighet medan den i övriga Sverige blev huvudstrilradar.

Stationen var en av flygvapnets första högeffektradar och hade en pulseffekt på ca 2,3 MW och med en räckvidd respektive höjdtäckning på 330 km och 25000 m.

### Kort beskrivning

Stationens elektronikutrustning var tillverkad i Frankrike av Compagnie Generale de Telegraphie sans Fil (CSF). Antennen, som var av typ cosekant-kvadrat med beteckningen MLG7, var tillverkad av Selenia, Italien. Vridbord med roterande mast var tillverkat av Oskarshamns varv. Indikatorutrustningen inköptes från SRT i Sverige.

Projektering och utprovning av materielen har skett helt i flygvapnets (radarbyråns) regi. Installation och driftsättning har utförts av Svenska Radiobolaget (SRA).

PS-65/F var flygvapnets första markradar som var försedd med utrustning för fastekodämpning (FEU), i vanligt tal benämnd MTI. Stationen var även försedd med störskyddsutrustning (SSU) bestående av ett antal mottagare och filter som kunde kopplas in i händelse av avsiktlig eller atmosfärisk störning.

Radarns elektronikutrustning och vridbord var fortifikatoriskt skyddad i betongbunker. Antennen bars upp av en roterande mastanläggning vars mastehöjd varierade mellan 12,5-24,5 m beroende på uppställningsplats och omgivande terräng.

Totalt anskaffades nio radarutrustningar av vilka de sex första upprättades under första delen av 60-talet och de tre sista i mitten på 70-talet. Anläggningarna anskaffades under Wennerströmstiden, vilket medförde att de tre sista anläggningarna bekostades genom extraanslag, s k Wennerströmspengar.

PS-65/F lämnade mÅldata i form av bäring och avstånd. Höjddata hämtades från en separat radarhöjdmätare PH-13 alternativt PH-40.

Stationen ansågs på sin tid mycket hemlig och omgavs därför med sträng sekretess.

PS-65 var en station som under det inledande driftskedet inte uppfyllde några större krav på driftsäkerhet men som efter ett antal modifieringar och ombyggnad blev en station med utomordentligt god, näst intill otrolig, driftsäkerhet.

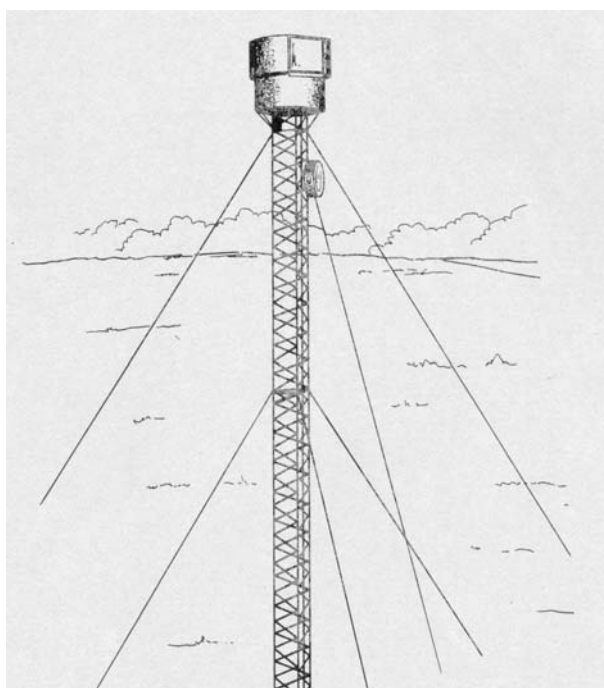
## Tekniska data

### Sändtagare ER410J

Pulseffekt	ca 2,3 MW
Frekvensband	L-band (1,3 GHz)
Frekvensområde	1270-1370 MHz
Magnetrontyp	EEW M554-5-6, M554R (fast frekv) eng MCV 1352-1353 Thomson/CSF (avstämbar frekv) fransk TH 3095
Magnetronkylning	Vatten
Vattenflöde	4 l/min
Pulstid	4 µs
Pulsrepetitionsfrekvens	250 Hz
AFR	Triod med servostyrda kaviteter
MF	30 MHz
Mottagartyper	
• Parametrisk förstärkare	Först = 16 dB. Bandbredd >3 MHz vid -3 dB
• Förförstärkare	
• Linjär MF-förstärkare	
• Log MF-förstärkare	
• Log videoenhet	

Källa: PS-65/F, Historik och erfarenheter. Telub TR:9951530

## PS-15/F (1967-1999)



### Allmänt

Inom utredningen Spaning och Stridsledning i luftförsvaret (SOS) tillsattes i slutet av 1954 en särskild luftförsvarsradarutredning (LFRU), som hade till uppgift att utreda hur framtida radarstationer bör utformas med hänsyn till kraven på hög- och lågtäckning, störskydd m m.

LFRU hade även visat på de stora fördelar som kunde erhållas om man kunde kombinera spanings- och höjdmättningsfunktionerna i samma radarstation med tredimensionell antennavsökning.

Anskaffningen av PS-15 hade sitt ursprung i försöken att med olika metoder få en radar tillräckligt högt placerad för att lösa problemet med låghöjdstäckning. Flygplan- eller helikopterburna radarstationer, ballongburna stationer och radar placerade på höga mastar var olika alternativ. SAAB presenterade en variant av flygplan 32 med stora fasta antenner längs sidorna.

Detta resulterade till slut i att man valde en radarplacering på hög mast som det säkraste och minst kostsamma alternativet. Specifikationer skrevs och anbud infordrades på radarn som fick beteckningen PS-15/F.

Efter långa och invecklade förhandlingar med olika firmor fick Selenia i Italien 1962 uppdraget att bygga radarn. Uppdraget att tillverka mast och vridsystem gick till Oskarshamns Varv. Svenska tekniker hade tidigare visat sin skicklighet vid konstruktion och tillverkning av mastar och vridbord för radarändamål.

Radaranläggning PS-15 var en obemannad C-bandsradar som ingick i Stril 60-systemet och användes för lågspaning av flygplan och marina ytfarkoster. Stationen var försvarets första lågspaningsradar och hade en pulseffekt på ca 1 MW.

Radarinformationen överfördes till radargruppcentral (rrgc) bredbandigt över länkförbindelse i form av video, höjdinformation, bäringsinformation och synkpuls. Från mitten av 1980-talet infördes successivt smalbandig överföring (SBÖ) över telefonförbindelse eller talkanal på länk som data-meddelande sedan radarinformationen behandlats i datatransmissionsutrustning DT-109. I vissa tillämpningar överfördes radarinformationen på kabel.

Hela radarutrustningen var installerad på toppen av en 100 meter hög mast vilket medför att radarhorisonten blir ca 45 km. Upptäcktsavståndet för ett mål var under störningsfria förhållanden ca 180 km vid en antagen upptäcktsannolikhet av 90 %. Höjdtäckningen var omkring 3000 m och målets höjd angavs till ett av fyra höjdsnitt. Antennen var placerad ovanför apparathuset på en överbyggd plattform som roterar med en hastighet av 7 v/min.

Stationens elektronikutrustning och antenn var tillverkad i Italien av Selenia och hade ursprungsbeteckningen ARGUS 2000. Masten, vridsystem, apparatus och antennhus var konstruerad och tillverkad av Oskarshams Varv.

På marken fanns ett reservverk och en servicebarack som även innehöll en liten marin ledningscentral.

Totalt anskaffades 17 radarutrustningar av vilka 15 upprättades under åren 1966-1971. De två kvarvarande demonterades och användes till utbytesenheter och reservdelar.

Radarstation PS-15 komplett med kringutrustning placerad i tornets apparatus samt mast, antennhus, reservkraftbyggnad och underhållsbarack benämndes tillsammans med fortifikatoriska anordningar Strilradaranläggning 15. Stationen ansågs på sin tid mycket hemlig och omgavs därför med sträng sekretess.

## Kort beskrivning

Radarstationen arbetar med två helt lika sändare. Frekvensskillnaden mellan de båda sändarna måste vara minst 140 MHz. Tidsmellanrummet mellan starten av de båda sändarna var 2,7  $\mu$ s.

Som HF-oscillator används avstämbara koaxialmagnetroner.

Magnetronen var luftkyld samt försedd med permanent magnet. Ett automatiskt frekvensregleringssystem var kopplat till respektive magnetron som håller magnetronfrekvensen 30 MHz under stalofrekvenserna. Varje sändare arbetar som en självständig enhet varför underhåll kan utföras på en sändare medan den andra sändaren arbetar. Sändarstationen kyls liksom övriga i PS-15 ingående stativ genom ett centralt ventilationssystem placerat i mellanplanet.

Tre mottagartyper används i radarsystemet, nämligen MTI-mottagare, logaritmiska mottagare och Dicke-fix mottagare. De blinda hastigheterna har eliminerats för målhastigheter understigande 1600 km/h med hjälp av både pulsfrekvens- och HF-stagging. För att förbättra signal/brusförhållandet samt reducera effekten vid icke synkroniserade störningar används videointegratorer i radarsystemet.

Informationen från mottagarna kombineras, beroende på den aktuella stör situationen, till tre huvudvideosignaler:

Video 1

Video 2

Video 3 (marinens video)

Mast PS-15/F var avsedd för installation av spaningsradarstation PS-15/F med tillhörande radiolänkutrustningar. Den utgjordes av ett fast apparathus och ett roterande antennhus av plåt på balkkonstruktion i toppen av en stagad triangelmast av rör på fundament av betong.

Masten var ca 100 m hög och hade ca 4 m sida. Apparathuset hade en diameter av ca 9 m och en höjd av ca 5 m, varav ca 1,2 m bildar ett mellanplan för antennhusets vridanordning. Antennhuset hade en diameter av ca 11 m och en höjd av ca 5,5 m. För person- och materieltransporter fanns en bensindriven pinnstångshiss.

Masten var utrustad med inbrottslarm och en brandskyddsanläggning.

## Tekniska data

Frekvensband	C-band
Frekvensområde	5450-5835 MHz
Magnetron	SFD313 Avstämbar
Pulseffekt	1 MW
Pulslängd	2 $\mu$ s
Pulsfrekvens staggad	500 Hz (medelvärde)
Antennrotation	7 v/min

*Källa: PS-15/F, Historik och erfarenheter. Enator E027-TR-1999019.*



## PS-66/T (1970-2000)



### Allmänt

Ett modernare exempel på en storstation med fullständig 3D-inmätning utgör PS-66. I denna station har alla de principer som LFRU utformade för en höghöjdsradar blivit realiserade. I denna radar kombineras hög effekt med ett månglobssystem som möjliggör automatisk höjdberäkning. Genom avancerad signalbehandling fick man god elektronisk hållfasthet mot störningar.

Stationen var från början tänkt att bli transportabel (därför beteckningen T) och elektronikutrustningen monterades därför i plastyddor, men storleken på stationen omöjliggjorde detta. Stationen tillverkades av Thomson-CSF och köptes sedermera av såväl franska flygvapnet som av NATO i olika versioner.

Radarstation PS-66 och delar av kringutrustningen placerades i en betongbunker med elverk, radio och radiolänkutrustningen m m utanför bunkern. Tillsammans utgjorde detta Strilradaranläggning 66.

Fem stationer anskaffades.

### Kort beskrivning

Strilradaranläggning 66 lämnar information om mål på hög och medelhög höjd. Från anläggningen överförs informationen till ansluten Strilcentral smalbandigt via SBÖ-spridare.

Radaranläggningen kan även fjärrmanövreras från ansluten central.

Sändaren som är en pulsradarsändare har i motsats till tidigare beskrivna stationer ingen magnetron utan en klystron som sändarrör med mycket hög pulseffekt.



Som tidigare nämnts används ett månglobssystem vilket medför att mottagaren består av 14 HF-förstärkare, MF-förstärkare, Logmottagare o s v.

## Tekniska data

I skrivande stund är PS-66 på väg att avvecklas men stationen är ännu inte avhemligad varför vissa tekniska data t v måste utelämnas.

Sändarrör	Klystron
Frekvensband	S-band (10 cm)
Pulseffekt	20 MW
Pulstid	4 $\mu$ s
Pulsfrekvens	250 Hz

*Källa: Hans Månsson, Aerotech Telub, Markradar, Arboga  
K-G Andersson, Luleå*

## PS-810/F (1972- )



### Allmänt

Fylradar PS-810 används för kontroll och övervakning av civil och militär flygtrafik inom terminal- och kontrollzoner samt för övervakning av flygtrafiken i berörda luftfartsleder. Radarn, som är tillverkad av den italienska firman SELENIA har ursprungsbeteckningen ATCR 2T (Air Traffic Control Radar). Radarn är tillsammans med reservkraft- och länköverföringsutrustning installerad i ett betongtorn. Tornbyggnaden är uppförd i sex plan.

Med hjälp av klätterhiss kan man nå samtliga plan. Man har även förbindelse mellan underhålls-, länk- och radarplan genom ett trapphus. Dessutom finns en nödutgång från samtliga plan, utom antennplanet, i form av en yttre stega. Tornhöjden varierar mellan olika anläggningar från 18 till 23 m.

I elverksplanet finns två helautomatiska dieselvek.

Radaranntennen och vridbordet är skyddade av en radom (plastkupol). Radomen består av en fackverkskontstruktion av triangelformade metallramar i vilka är insatta paneler av specialplast. Förutom att radomen ger förbättrad materiel- och arbetsmiljö eliminerar den också för vindpåkänningarna på antennen. Radomen är tillverkad av den norska firman SELKO. Radomen är resistent mot vindpåkänningar upp till 90 m/sek.

Totalt uppfördes åtta PS-810 anläggningar mellan 1972 och 1975.

## Kort beskrivning

Radarsändaren är en vanlig pulsradarsändare på L-bandet. Sändaren kan arbeta på 10 fasta frekvenser inom området 1250-1350 MHz. Sändaren kan köras på alternativt EEV och TH/CSF magnetroner. Magnetronen är frekvensstyrd genom ett automatiskt frekvensreglersystem (AFR). Lokaloscillatorn är kristallstyrd (STALO). En omfattande säkerhetskedja ingår i sändaren som automatiskt slår ifrån sändaren vid onormala värden på strömmar, spänningar eller temperaturer.

Radarmottagaren inkluderar ett antal system för att optimera nyttosignalen i förhållande till icke önskvärda signaler såsom digital MTI (DMTI), videointegrator, videokorrelator samt programmerbar klotterkarta. Mottagaren är inte störningsskyddad.

Radarn som är obemannad fjärrmanövreras från terminalkontroller (TTC) på bredbandslänk. På samma länk överförs även två alternativt tre kanaler med radarbild till TTC samt vissa funktions-, övervaknings- och byggnadslarmar. kraven på radarns och överföringsutrustningens noggrannhet är mycket stor på grund av att informationen ska tjäna som underlag för PPI-landning vid flygplatserna inom terminalområdet.

Under 1979 utökades fjärrmanöver- och bildöverföring till flera abonnenter genom smalbandig överföring med hjälp av SBÖ-utrustning.

Radartorn, hiss och elkraftutrustning har uppförts av FortF. Radar, länk och övrig elektronikutrustning samt radom har anskaffats av FMV.

## Tekniska data

Frekvensområde	L-band (1260-1350 MHz)
Sändartyp	Magnetron (avstämbar)
Pulseffekt	1,8 MW
Pulstid	1,7 $\mu$ s/2,0 $\mu$ s
Pulsfrekvens	793 Hz/680 Hz
Horisontell lobvinkel	1,3°
Brusfaktor	<4,8 dB
Rotationshastighet	12/6 varv per minut
Polarisation	Cirkulär/linjär horisontal
Signalbehandling	Digital MTI till max 124 km, programmerbar i 64 sektorer och 32 avståndsinkrement
<u>Radom</u>	
Diameter	16,5 m
Totalhöjd	12 m
Vikt	18.000 kg
Antal paneler	295 st

*Källa: PS-810, Historik och erfarenheter. Telub daterad 1989-05-08*

## PS-860/T (1980- )



### Allmänt

Fram till slutet av 1969-talet hade anskaffningen och uppbyggnaden av markradar och övriga datainsamlingssystem i Strilsystemet i huvudsak styrts av SOS- och LFRU-utredningarna och den följande DOS-studien.

1967 var det dags för en stor översyn av hela luftförsvaret - LFU 67 (Luftförsvarsutredning 1967) med utredningen SUS 70 som följd.

SUS 70 rekommenderade transportabla skyddade radarstationer och ledningscentraler.

En följd av utredningen var anskaffningen av PS-860. Denna station är transportabel och grupperas i första hand i skyddade siloanläggningar i berg där mast och antenn snabbt kan sänkas ned.

Stationen levererades av ITT Gilfillan, USA och är flygvapnets första radarstation med elektronisk styrd avsökning i höjdled, medan avsökningen i horisontalplanen sker genom antennrotation.

### Kort beskrivning

Strilradaranläggning 860 är den gemensamma benämningen på primär-radar 860 med tillhörande objekt och fortifikatoriska anordningar. Teleutrustningen är installerad i två hjulförsedda telehyddor.

Anläggning 860 kan bestyckas för tre olika ledningsfall och grupperas på skyddad eller oskyddad plats. Beroende på ledningsfall kan anläggningen kompletteras med OP-hyddor och radiovagn.

Vid skyddad uppställningsplats är anläggningen upprättad på en fortifikatoriskt skyddad plats. Största delen av materielen är placerad i berg- rum. Radarantennen är monterad på en antennhiss som kan sänkas ned i ett schakt och skyddas av luckor.

Vid oskyddad plats är anläggningen upprättad på en förberedd gruppe- ringsplats med gjutna mastfundament vid uppställningsplatser för hyd- dorna.

Som tidigare nämnts är PS-860 en S-bands 3D-radar. Radarplottar och höjdinfo sänds smalbandigt via spridare till berörda centraler för att användas för t ex strids- eller flygtrafikledning, alarmering.

## **Tekniska data**

P g a att PS-860 är mycket hemlig utelämnas tekniska data.

*Källa: DET BEVINGADE VERKET ISBN 91-7810-543-9  
Strildok kap 211*

## PS-870/T (1988- )



### Allmänt

Ett resultat av Flygvapnets utredning SUS 70, var målsättningen för en ny generation låghöjdsradar som skulle ersätta PS-15. På den nya stationen ställdes helt andra skadetålighetskrav än på PS-15 och man frångick den utsatta höga masten. Den nya stationen fick benämningen PS-870 och var resultatet av en samordning mellan Marinen och Flygvapnets behov. PS-870 blev därigenom en gemensam station för yt- och låghöjdsspaning.

Stationen levererades av ITT Gilfillan, USA i slutet på 80-talet. Det är ett högteknologiskt låghöjdsradarsystem som är mycket svårt att störa ut och bekämpa. Radarsystem 870 projekterades av FMV och FortF i nära samarbete med Flygvapnet och Marinen.

### Kort beskrivning

Huvuddelen av telematerielen är installerad i en transportabel telehydda som bl a ger materielen rätt miljö. PS-870 är en två-dimensionell C-bands pulskompressionsradar. Förutom sändare och mottagare ingår även en PPI-utrustning med operatörsplatser för såväl Flygvapnet som Marinen.

Radarn är uppbyggd kring ett antal microprocessorer som styr manövrar och funktioner. All manövrering och övervakning av radarutrustningen sker genom menyval från "touch"-paneler vid varje operatörsplats. Inbyggda kontrollfunktioner övervakar alla viktiga data.

Radaranntennen - som är av reflektortyp med två huvudlober - har mycket små sidolober vilket ger förutsättning för bra radardata.

Radarmasten som är ostagad byggs upp till önskad höjd med element som monteras ihop på marken och sedan hissas upp.

I fredstid är PS-870 obemannad och finns i tre olika utföranden med varierande fysiskt skydd.

### **Tekniska data**

P g a att stationen är mycket hemlig utelämnas tekniska data.

*Källa: DET BEVINGADE VERKET ISBN 91-7810-543-9  
Strildok kap 210*

## PS-890 (1998 - )



### Allmänt

I samband med de så kallade LINS-studierna (Luffförsvaret Inför Nästa Sekel), 1977, föreslogs en kapselmonterad radar avsedd att bäras av krigsflygplan. Idén vidareutvecklades 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.

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 flygplanet Fairchild METRO III.

Vid FMV omorganisation 1982 sammanslogs radarbyrån med radarenheterna vid huvudavdelningarna för Armé- och Marinmateriel till en ny verksgemensam radarbyrå - FMV:Radar. Den enheten fullföljde uppbyggnaden av PS-860 systemet och realiserade PS-870 projektet. Med PS-890 har radarbyrån tagit ett viktigt steg mot framtiden.

Efter utprovning av systemet beställdes 1997 6 system.

Som bärarflygplan valdes för svenskt vidkommande SAAB 340 som tillät en antennenhet med ca åtta meters längd, vilket gav en lämplig lobvidd på S-bandet. PS-890 komplett med bärarflygplan fick beteckningen FSR-890.

### Kort beskrivning

som förut nämnts utnyttjar radarn en elektroniskt styrd antenn. Omfattande studier ligger bakom den teknik som lett fram till utformningen av antennen. Tekniken har även gjort det möjligt att välja en lösning där man använder så kallade modulsändare. Denna sändar/mottagarkassett är uppbyggd i avancerad integrerad mikrovågsteknik utvecklad hos leverantören ERA.

Tillsammans med kablage och kylflödeskanaler för ramluftkyllning byggs antenner och sändar/mottagarkassetter ihop till en sk ryggenhet, innehållande kassetter och antennelement, som med hjälp av speciellt utformade stöttor monteras på flygplanets rygg.

Övriga enheter av radarsystemet för bl a signal, databehandling och målföljning är monterade i kabinen. Dessutom ingår enheter för elkraft till radarns olika behov.

Den elektriska lobstyrningen ger möjlighet till ett flexibelt avsökningsmönster vad gäller svephastighet och uppdateringstakt. Radarn kan



övervakas/styras från operatör på marken. Överföring av måldata till marknätet för integration i Stril- och sjöbevakningcentraler sker med en datalänk i RAS 90. Dessutom ingår en dubbelriktad kommunikationslänk för ordinarie Strilsamband och överföring av manöversignaler till radarn.

## **Tekniska data**

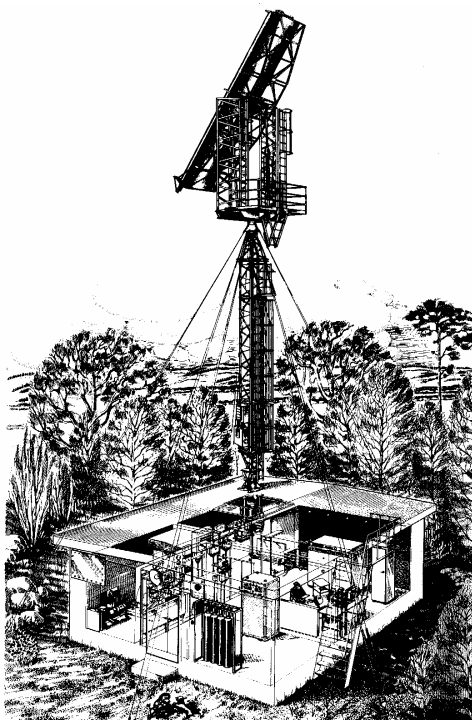
P g a de höga sekretesskraven på FSR 890 utelämnas tekniska data.

*Källa: Det bevingade verket. ISBN 91-7810-543-9  
Flygvapennytt, författare Anders Kristell*

## PH-13/R/F, PH-133/F Höjdmätare (1950-1986)

Se avsnitt PJ-21/R.

## PH-12/F Höjdmätare (1957-1979)



### Allmänt

PH-12 var en engelsk radar tillverkad av Marconi Wireless Telegraph med en svensktillverkad nick- och vridanordning. PH-12 anskaffades endast i fyra exemplar, samtliga placerade på 08-anläggningar.

Den första radarhöjdmätaren PH-12, levererades och upprättades på 08-anläggningen "Harry" 1958. Installation och driftsättning utfördes av Marconis svenska representant SRA (Svenska Radiobolaget AB). PH-12 var i likhet med indikatorsystemet (Decca Simplex) något helt nytt som ingen av personalen på anläggningen var utbildad på. En av radarteknikerna, Kurt Bengtsson, utsågs med lottens hjälp att resa till Marconi College i England för utbildning på materielen.

### Kort beskrivning

Av flera anledningar finns ingen eller mycket lite dokumentation sparat till eftervärlden om PH-12 elektronikutrustning. Undertecknad har via PS-08 kamratförening efterlyst kursunderlag och liknande och förhoppningsvis kan detta avsnitt kompletteras senare.

Vad vi vet är att sändare och mottagare var tillverkat av Marconi och hade beteckningen SR1000. Sändaren var en S-bandssändare och med en trolig PRF på 271 Hz för att inte störa 08-mottagaren.

Antenn, mast och vridbord var nära nog identiskt med PH-133/F d v s den radarhöjdmätare som användes på PS-16 och PS-65 anläggningar.

Stationen bestod av en roterande mastanläggning med slitsmatad nickande antenn typ H80 samt av en i värm fast installerad elektronikutrustning.

Den roterande mastanläggningen var försedd med vridbord typ OV FR-0130 tillverkat av Oskarshamns Varv med vridbordet monterat hängande i betongvärntak.

1971 försågs antennen med en hydraulisk nickanordning och fick då beteckningen PH-121/F. 1974 modifierades antennreflektorn genom att reflektorn kläddes med aluminiumplåt.

PH-121/F avvecklades samtidigt med PS-08 anläggningarna 1978-1979.

## Tekniska data

Frekvensband	S-band (10 cm)
Pulseffekt	2,5 MW
Pulstid	2,5-5,5 $\mu$ s
PRF	271 Hz
Magnetrontyp	Rising Sun
Magnetronkylning	Luft/vätska
Lobbredd Hor	5°
Lobbredd Vert	1,25°

*Källa: Hans Månsson, AerotechTelub AB, Markradar, Arboga*

## PH-40/F (1962-1993)



### Allmänt

PH-40/F är en nickande höjdmätare som ingår i Strilsystemet. Höjdmätaren är ansluten till databehandlingsutrustning 203 eller 208 beroende på om höjdmätaren är placerad vid en PS-65 anläggning eller PS-08 anläggning. Höjdmätaren fjärrstyrts av en transmissionsutrustning. PH-40 används även som personlig höjdmätare.

### Kort beskrivning

PH-40/F är tillverkad av Plessey Radar, England och utgörs i stort av sändare, mottagare, antenn och fjärrmanöverutrustningar. Höjdsvep och sidriktning av antenn ombesörjs av hydrauliska anordningar. Sändarutrustningen är för övrigt nära nog identisk med sändarutrustningen för radarhöjdmätare PH-39/F.

Mottagarutrustningen var från början helt elektronrörsbestyckad men ersattes i slutet på 60-talet av en ny generation heltransistoriserad störskyddsmottagare benämnd ASTER. Astermottagaren innehöll tre mottagarkanalerna på MF-bandet, Lin, Log och "Dicke-Fix".

Två olika typer av installationer förekom. En där vridbord och antennsystem är monterat på en trebensmast med antennmanöver, sändar- och mottagarutrustningen installerad i en betongbunker och en där vridbord och antennsystem var monterat på ett 11 meter högt ståltorn med motsvarande utrustningar inne i detsamma. Antennsystemet var monterat på den rörliga delen av vridbordet och vägde 9,2 ton. Det bestod i stort av en dubbelkrökt 2,5 m bred och 10,6 m hög reflektor med horn och hydraulsystem för höjdsvep.

PH-40 anskaffades i sex exemplar och var placerade med fem i syd- och Mellansverige och en i norra Sverige.

### Tekniska data

Sändartyp	Magnetron
Frekvensband	S-band (10 cm)
Pulseffekt	2,2 MW
Pulslängd	5 $\mu$ s
PRF	200-300 Hz
Brusfaktor	<9 dB
Nickfrekvens	20-60 svep/min
Räckvidd	400 km
Rot.hastighet	6 v/min
Lobbredd Hor	3°
Lobbredd Vert	0,75°

*Källa: Hans Månsson, AerotechTelub AB, Markradar, Arboga*

## PH-39/F (1965-1990)



### Allmänt

Som tidigare nämnts så hade Luftförsvarsradarutredningen LFRU visat på de stora fördelar som kunde erhållas om man kunde kombinera spännings- och höjdmättningsfunktionerna i samma station med tredimensionell antennavsökning av luftrummet, så kallad "volymetrisk radar". Man kunde då omedelbart få läge och höjd för varje eko och drastiskt öka kapaciteten jämfört med systemets riktning och avstånd och därefter invisning av nickande höjdmätare. Efter omfattande tekniska prov i samverkan med FOA anskaffades den första volymetriska radarstationen PH-39/F 1965. PH-39 var integrerad i Stril 60 med huvuduppgift att förse luftförsvarscentral (Lfc) och radargruppcentral (rgc) med höjdinformation om aktuella luftburna företag inom PH-39-radarns räckviddsområde. Höjdmätningen skall normalt ske kontinuerligt och automatiskt utan manuellt ingripande. Informationen matas till en automatisk databehandlingsutrustning, vilken på förfrågan från Lfc och rgc innehållande målpositionsangivelser i horisontalplanet kan "leta upp" målet i radarinformationen, indikera dess höjd och sända uppgiften till beställaren utan mänskligt ingripande.

### Kort beskrivning

I likhet med PH-40 var S/M-enheterna tillverkade av PLESSEY Radar i England och från början helt rörbestyckade men ersattes i slutet av 60-talet av samma heltransistoriserade störskyddsmottagare (ASTER) som även PH-40 och PS-08 utrustades med. ASTER-mottagaren innehöll tre mottagarkanaler på MF-bandet, Lin, Log och "Dicke-Fix". Radarhöjdmätare PH-39/F bildar tillsammans med två radarsändare en fast radarhöjdmätarstation för tredimensionell avsökning i rymden. Höjdmätaren speciella antensystem medger mycket snabba höjdsvep, vilket medför extremt snabb upprepning av ett eller flera företags målhöjddata. Antensystemet utgörs av två antenner vardera bestående av en reflektor och en höjdsvepstrålare. Reflektorerna är fasta och sitter på sida om vridbordet, se bild. Matning av reflektorerna sker från höjdsvepstrålare. I dessa sker den vertikala lobavböjningen med hjälp av roterande trattstrålare. Reflektorerna har samma bäringsinriktning men olika

höjdniktningar. Varje antenn betjänas av en S/M-grupp, d v s en sändare och en mottagare.

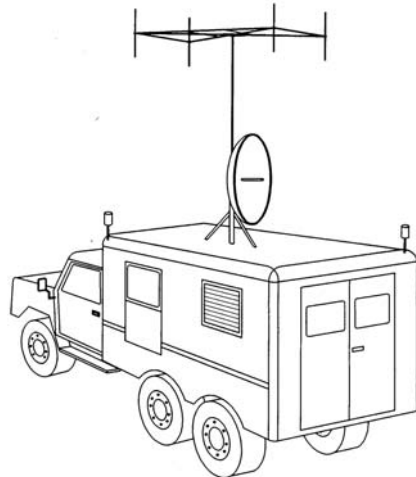
Stationen var avsedd att användas tillsammans med en kalkylator för automatisk digitalbehandling av insamlad information.

### **Tekniska data**

Frekvensband	S-band (10 cm)
Pulseffekt	ca 2,2 MW
Pulslängd	2,5 $\mu$ s
Pulsfrekvens (PRF)	500 Hz
Brusfaktor	<9 dB

*Källa: Div äldre dokument (Hans Månsson, AerotechTelub, Markradar)  
Beskrivning PH-39/F för kurs Decca Nav o Radar AB*

## CE71 Inflygningsradar (1955-1965)



### Allmänt

Inflygningsradar CE71 var en enkel radaranläggning avsedd för inflygnings- och landningshjälp vid flygplatser med lägre trafikintensitet, där en större och mera avancerad radaranläggning skulle bli för dyrbar i anskaffning och drift.

Denna typ av radaranläggning anskaffades av flygvapnet i endast ett exemplar och tilldelades F1 i Västerås i mitten på 1950-talet. Nattjakten på F1 var då i full gång med mycket mörkerflygning som ställde speciella krav på extra utrustning för landningshjälp vid "dålig" väderlek. Radarn, som bemannades av specialutbildade flygnavigatörer, var upprättad vid startbanans norra banände.

Radarn var konstruerad så, att den kunde betjänas av endast en personoperatör. Operatören, som befann sig i radaranläggningen, lämnade via radio piloten på det inflygande planet kontinuerlig information om lämplig kurs, flyghöjd och avstånd för direktlandning.

CE71 var tillverkad av EKCO WORKS Ltd. SOUTHEND-ON-SEA, ESSEX, England.

Radarns engelska beteckning och benämning var AIRFIELD APPROACH AID Type CE71.

Denna typ av inflygningsradar användes bl a av de allierade styrkorna i Berlin under den s k luftbron till Berlin i slutet av 1940-talet.



## Kort beskrivning

Inflygningsradar CE71 består i huvudsak av en X-bandsradar, en UK-pejl och en kommunikationsradio. Utrustningen är fordonsbaserad och inbyggd i ett från fordonet löstagbart apparatus.

Samtliga enheter ingående i radar- och pejlutrustningen är samlade i ett gemensamt apparatstativ monterat kring en vertikal axel och som kan vridas kring densamma. Enheterna spänningsmatas genom ett släpingspaket placerat vid axelns nedre infästning.

Radarns och pejlens antenner är placerade på en gemensam antennenpelare som utgör en förlängning av apparatstativets axel, vilket resulterar i att antennernas rörelse i horisontalld följer apparatstativets. Antennerna, av vilka pejlantennen är placerad överst och radarantennen nederst på antennenpelaren, är riktade så att radarns antennlob sammanfaller med pejllobens nollaxel och dessutom placerad i förhållande till det vridbara apparatstativet så, att operatören har ansiktet vänt mot det annalkande flygplanet när han avläser radarindikatorn.

Inflygningsradar CE71 vid F1 var i tjänst till i mitten av 60-talet då den ersattes av den modernare landningsradarn PN-67. Inflygningsradar CE71 förpassades därmed till Flygvapenmuséet i Linköping som museiföremål.

## Tekniska data

Frekvensområde	X-band (3 cm)
Magnetron	CV370
Pulseffekt	7 kW
Pulstid	0,5 $\mu$ s
Pulsfrekvens (PRF)	1850 Hz

*Källa: CE71 Historik och erfarenheter. Telub TR:941535*

## PN-67/T Landningsradar (1961- )



### Allmänt

Vid ett sammanträde i mars 1960 med deltagare från Radarbyrån, Flygstaben, Underhållsavdelningen och Inköpsavdelningen redogjordes för de landningsradarstationer som offererats och för för- och nackdelar ur teknisk och operativ synvinkel.

I oktober 1960 hade man bestämt sig och fyra stationer typ AN/TPN-12 beställdes från LFE i USA med leverans våren 1961. Beställningen utökades sedermera att omfatta fem stationer som fick den svenska beteckningen PN-67/T.

Efter utprovning beställdes 1962 ytterligare 13 stationer då modifierade enligt förslag från Sverige.

### Kort beskrivning

PN-67 var uppbyggd av i huvudsak två enheter, fältenhet och indikator.

Fältenheten omfattade vridbord, antenner och en sändtagare och var avsedd att placeras på flygfältet i nära anslutning till landningsbanorna. Indikatoren var placerad i flygledartorn eller motsvarande och sammankopplad med fältenheten via en max 3 km lång fjärrkabel. Bärings- och höjdantenn var monterade på vridbordets vridbara överdel. Hela vridbordet bars upp av tre justerbara stödben och sändtagaren var bygelupphängd under vridbordet.

Av praktiska skäl flyttades sändtagaren in i en hydda i anslutning till vridbordet.

Stationen arbetade dels som rundspanande övervakningsradar (ASR-funktion) och dels som sektorsökande precisionsradar (PAR-funktion) för ledning av flygplan under inflygning.

I ASR-funktion erhålls PPI-presentation där bäringsantennen roterade med 15 v/min. Piloten dirigerades in på en grundlinje via radiokommunikation och vid ca 20 km avstånd kopplades PAR-funktionen in varvid antennerna påbörjade en växelvis sektorsökning.

Bäringsantennen avsåkte en sektor på  $\pm 15^\circ$  relativt grundlinjen och höjdantennen höjdsektor  $-1^\circ$  till  $+7^\circ$ .

I PAR-funktionen presenterades höjd- och bäringsbild en gång per sekund på ett dubbelt B-skop med elektronisk inlagda avståndsmarken, glidbana och grundlinje.

Från att ha varit en elektronrörsbestyckad radarstation med hög underhållskostnad och akut reservdelsbrist modifierades i slutet på 80-talet samtliga 67:or med modern elektronik och är fortfarande i drift med beteckningen PN-671/T.

### **Tekniska data**

Frekvensband	X-band (3 cm)
Magnetron	SFD 304
Pulseffekt	250 kW
Pulsfrekvens (PRF)	1500 Hz
Pulslängd	0,55 $\mu$ s
Brusfaktor	<10 dB

*Källa: Landningsradar PN-67 Historik och erfarenheter. Telub TR:931501*

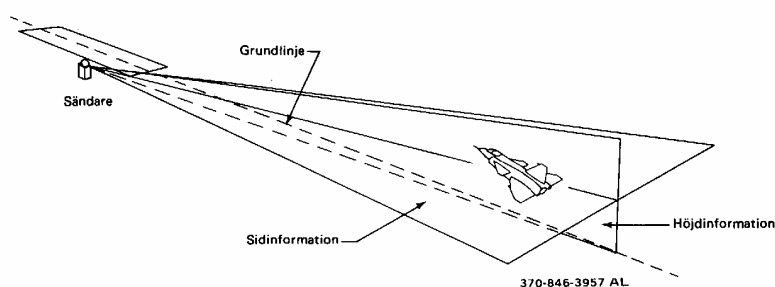
# TILS (1974- )

## Allmänt

TILS är ett allväders landningssystem. Benämningen TILS är en förkortning av Taktiskt Instrumentlandningssystem (Tactical Instrument Landing System).

Systemet består av en markbaserad sändare och en flygburen mottagare. Sändaren sänder ut sid- och höjdinformation med hjälp av svepande mikrovågsantennerna, bild 1. Förbindelse kan endast etableras i riktning mark - flygplan.

Systemet definierar elektriskt en ledstråle i rymden. I förhållande till denna mäts flygplanets höjd- och sidavvikelse kontinuerligt.



## Kort beskrivning

Sändaren är placerad ca 30 m från landningsbanan i höjd med sättpunkten. Placeringen medför att ledstrålen avviker 3° från grundlinjen (förlängningen av landningsbanans mittlinje) och att linjerna korsar varandra ca 900 m framför sättpunkten. Sändning kan ske över 20 olika kanaler. Sändaren kan manövreras från en fjärrmanöverenhet som också kan användas för viss funktionsövervakning. Fjärrmanöverenheten är placerad hos trafikledaren.

Sändarens båda antenner sänder i multiplex med samma frekvens. Utsignalen utgörs av kodade pulspar. Pulsparsavståndet - i det följande kallat vinkelavståndet - och därmed även pulsrepetitionsfrekvensen PRF är proportionellt mot antennens nominella vinkelläge.

När flygplanet belyses av höjdanterennen, som har relativt liten lobbredd, tar mottagaren emot den pulskod som svarar mot höjdanterennens aktuella vinkelläge.

Mottagaren detekterar och utvärderar flygplanets vinkelläge i förhållande till sändaren (landningsbanan) ur den mottagna HF-signalen. Efter utvärdering matas signalerna för vidare behandling och presentation på siktlinjesindikatorn och korsvisarna i flyglägesindikatorn.

Mottagarantennen sitter på flygplankroppens översida, framför huven. HF-signalen matas över i ett vågledararrangemang till mottagarens blandare i vilken den blandas med en av tio lokaloscillatorfrekvenser. Härvid alstras en MF-signal med frekvensen 150 MHz. MF-förstärkaren är utförd med automatisk känslighetsreglering, AKR. AKR-spänningen

erhålls från mottagarens avkodare. Den avkodade informationen övervakas i en varningsenhet. Varning erhålls om felaktig information avkodas.

TILS är installerad på flygvapnets samtliga baser som är tilldelade Fpl 37, 39, S100, S100B och Hercules.

TILS anskaffades i 48 exemplar.

## Tekniska data

Räckvidd	≥100 km ≥25 km vid regn
Syst noggrannhet	bättre än 0,1°
Sändningsfrekvens	15,4 - 15,67 GHz
Antal kanaler	20
Modulation	pulskod
Pulseffekt	3 kW
Pulstid	0,3 μs
Polarisation	vertikal

*Källa: Beskrivning TILS M7773-461030*

## PS-29/F (1959-1961)

### Allmänt

PS-29/F eller APS-15 som den hette från början var en flygburen spaningsradar från andra världskriget som arbetade på X-bandet. Stationen inköptes i början på 50-talet i ett femtiotal exemplar från militära surpluslager i Europa och fick den svenska beteckningen PS-29/F.

### Kort beskrivning

Radarn började tillverkas redan 1943 av Western Electric i USA och användes efter ombyggnad som flygvapnets första väderradar. Stationen var som på all elektronikmateriel på den tiden rörbestyckad men var för sin tid mycket avancerad. Radarn var bl a installerad på det amerikanska bombflygplanet B24 Liberator och användes under krigets slutskede som spanings- och navigeringsradar vid bombraiderna över Tyskland. Många B24 landade bl a på F1 i Västerås.

Radarn var monterad så att antennen hängde under buken skyddad av en plastradom. Indikatorn bestod av ett PPI som var nord/sydorienterat och placerat hos navigatören. Hela systemet var kompassövervakat d v s gyrokompassen styrde avlänkningsspolen på PPI. Detta medförde bl a att för varje varv som antennen gjorde så petade den till en switch som gav en extra upptändning av elektronstrålen på PPI. Kursen kunde på så vis avläsas.

En annan finess var att man med en mycket linjär potentiometer kopplad till ett räkneverk kunde veva ut en strob till ett mål och på så vis erhålla en mycket noggrann avståndsmätning.

Navigeringen hem till England efter fullbordat uppdrag fungerade så att radarantennen ställdes rakt fram i flygplanets färdriktning med sändaren frånslagen. Från en markstation i England sände man ut en cv-signal som låg 60 MHz (MF) över frekvensen på klystron nr 2 som användes enbart vid navigering. Resultatet blev en lysande rak linje på PPI som hjälpte piloten att hitta hem.

Som väderradar i flygvapnet togs många av nämnda fasaliteter bort och ett antal andra infördes. På grund av radarstationens ålder och att de flesta som arbetat med PS-29 inte är i livet finns inte mycket dokumentation kvar som kan berätta om modifieringar och dyl.

PS-29/F monterades efter ombyggnad på ett tiotal olika flottiljer, bl a F13, F14, F8, F21 och det första exemplaret monterades på Tre Vapens väderavdelning där radarn utprovades.

Som väderradar för lokal övervakning runt flottiljerna fungerade PS-29 utmärkt även om driftsäkerheten inte alltid var den bästa.

**Tekniska data**

Frekvensband	X-band (3 cm)
Frekvensområde	ca 10.000 MHz
Magnetron	Kavitetsmagnetron med permanent magnet
Pulseffekt	ca 7 kW
Pulstid	0,5 och 1,5 $\mu$ s
PRF	1000 Hz och 400 Hz
Räckvidd	ca 100 km

*Källa: Nils Persmar, Kungsör  
Bernt Edin, Arboga*

## PV-30/R/F (1961-1996)



### Allmänt

Anskaffningen av PV-30 hade två huvuduppgifter

- att ge förbättrade väderprognoser samt att ge radiak information d v s prognos av radioaktivt nedfall genom att mäta och automatiskt följa höjdvindar upp till 30 km höjd med hjälp av ballongburna reflektorer.

Risken för kärnvapen krig i 1960-talet början resulterade i en snabb PV-30 utbyggnad vid samtliga flygflottiljer.

Väderradar PV-30 var flygvapnets första, för meteorologiskt ändamål konstruerade, radar. Under en tidigare period användes en mer eller mindre provisorisk radar, PS-29/F, för väderspaning på ett antal flottiljer. PS-29/F var ursprungligen en flygburen radar av amerikanskt fabrikat med originalbeteckningen APS-15.

PV-30 var en italiensk radarstation med originalbeteckning METEOR 200 RMT, tillverkad av SELENIA SpA, Rom.

Flygvapnet inköpte 15 väderradarstationer av denna typ i början av 1960-talet.

Stationerna förekom i två varianter, en fast installerad och en rörlig variant.

Konstruktions- och funktionsmässigt var radarutrustningen i de båda varianterna PV-30/F och PV-30/R helt identiska.



Stationen manövrerades från indikatornheten. Samtliga organ för stationens manövrering var placerade på indikatorns frontpanel.

Indikatorstativet var försett med två bildindikatorer, en 16" indikator, som tjänade både som PPI och HPI, samt en 5" A-indikator.

Stationen var försedd med robotkamera med tillhörande apparatstativ för fotografering av väderbild och registrering av data.

Stationens dataenhet utgjordes av en separat enhet placerad i närheten av indikatorn. Dataenheten användes för kontinuerlig presentation av bäring, elevation och avstånd till ballongburen reflektor under vindmätning.

## Kort beskrivning

### Väderradar PV-30/F

Väderradar PV-30/F är en fast installerad radarvariant där all utrustning utom indikator- och dataenhet är installerad i ett speciellt torn. Radarns antenn är placerad på en plattform överst på tornet medan övrig radar- och provutrustning är placerad i ett apparatus omedelbart under antennplattformen. Tornhöjden varierar mellan olika anläggningar beroende på hinder- och markförhållanden. Normal tornhöjd är ca 12-13 m, men även högre tornhöjder förekommer. Torn med apparatus, antennplattform och trappa är tillverkade av AB WIBE, Mora, se bild..

Indikator och dataenhet är fast installerade i flottiljens vädercentral, varifrån även stationen manövreras.

Som förbindelsekablar mellan radartorn och vädercentral används två i jorden förlagda signal- och manöverkablar.

### Väderradar PV-30/R

Väderradar PV-30/R är en transportabel radarvariant monterad på ett fyrhjuligt släpfordon, se bild.

Radarns elektronikutrustning inklusive provutrustning är placerad inne i fordonets apparathytt.

Antennen är placerad längst fram på fordonet på en höj- och sänkbar plattform med vilken man snabbt och lätt kan höja och sänka antennen mellan drift- och transportläge. I driftläge är antennhöjden 440 cm över markplanet.

Fordonet har tre bromssystem, huvudbroms, nödbroms och parkeringsbroms. Huvudbroms och nödbroms är elektriskt manövrerade och påverkar alla fyra hjulen. Huvudbromsen manövreras från dragfordonet.

## Modificeringar

Under 1960-70 talet infördes ett 30-tal modifieringar på radarmaterielen i såväl driftsäkerhetshöjande som underhållsunderlättande syfte.

Den ursprungliga el- och värmeinstallationen i den rörliga radarvarianten, PV-30/R, byttes ut redan i ett tidigt skede. De ursprungliga elradiatorerna, som var av italienskt fabrikat, var undermåliga och förorsakade överhettningsskador i apparatuset vid ett par tillfällen.

Stationens huvudindikator försågs i slutet på 60-talet med graverade, belysta kartbildsraster för samtliga mätområden.

## Ombyggnad till väderradar PV-301

I slutet av 1970-talet gjordes en utredning beträffande möjligheten att hålla väderradar PV-30 i funktionsdugligt skick fram till 1990.

Förväntade bristsituationer i reservdelshållning resulterade i att man fram i mitten på 80-talet kunde förvänta sig en nedtrappning av antalet stationer för friställande av reservdelar. Någon leverans av reservdelar från SELENIA kunde inte påräknas eftersom SELENIA för länge sedan upphört med tillverkning av denna typ av radarmateriel. Även de ökade underhållsinsatserna för att vidmakthålla vindmätningfunktionen intakt var en bidragande orsak till att materielverket i början av 80-talet började sondera möjligheterna till anskaffning av ny väderradar.

En förutsättning för nyanskaffning var att den nya radarn, i likhet med PV-30, skulle vara en kombinerad radar med både väderspanings- och vindmätningfunktion.

Av de företag som kontaktades fanns det ingen som tillverkade väderradar med denna kombination av väderanalys- och vindmätningssradar. Däremot fanns det två utländska företag som erbjöd sig att ta fram ny elektronikutrustning för ifrågavarande dubbelfunktion med bibehållande av och anpassad till den ursprungliga radarantennen och med i stort sett identiska data. De båda elektronikföretagen var

- GEMATRONIK GmbH Rosellen, Västtyskland
- ENTERPRISE ELECTRONIC CORP (EEC) Alabama, USA

Båda företagen förutsatte att vissa komponenter i den ursprungliga radarn skulle återanvändas.

Anbudsförfarande tillämpades. Valet av leverantör föll på EEC som ur kostnadssynpunkt var förmånligast.

Totalt beställde FMV nio modifieringssatser ny elektronikutrustning från EEC med leverans våren 1984. Totalkostnad ca US \$ 845.000 inkl dokumentation, utbildning, reservdelar och utbytesenheter.

Den rörliga varianten fick efter modifieringen beteckningen väderradar PV-301/R och den fast installerade stationen väderradar PV-301/F.

Avvecklingen av de fem fast installerade stationerna, PV-30/F som inte ingick i modifieringsprogrammet, påbörjades sommaren 1991. Stationerna hade vid tiden för avvecklingen varit i tjänst i ca 30 år.

En station PV-30/F från F16, Uppsala finns sparad vid Flygvapenmuseet, F3 Malmen.

### **Tekniska data**

Frekvensband	X-band (3 cm)
Magnetronfrekvens	Fast inom 9,35 - 9,4 MHz
Magnetron	4 J 50 A
Pulseffekt	200 kW
Pulsfrekvens	1200 Hz resp 240 Hz
Pulstid	0,5 $\mu$ s resp 3 $\mu$ s
Brusfaktor	$\leq$ 12 dB

*Källa: Väderradar PV-30/R och PV-30/F, Historik och erfarenheter  
Telub TR:941517*

## PV-882/R Referensradar (1980-1996)



### Allmänt

PV-882/R var en mobil X-bands pulsradar med målföljningsfunktion som anskaffades från ENTERPRISE ELECTRONIC CORP, i Alabama USA.

Radarn köptes i tre exemplar att användas för referensmätningar vid utprovning av PS-870 målföljningssystem. Radarn var en s k "Beacon" radar som betyder att sändare och mottagare inte arbetade på samma frekvens. Sändaren triggade en transponder som var monterad på fpl SK 60. Transpondern sände sedan tillbaka till mottagaren. Med detta system erhöles mycket rena ekon.

### Kort beskrivning

Alla tre radaranläggningarna följde samma fpl och sedan vägdes radar-data från alla tre ihop vilket medförde mycket noggranna positionsangivelser. I samband med att GPS-systemet kom i bruk blev PV-882 överflödig och alla tre stationerna skänktes till Ekologiska Institutionen på Lunds universitet. Där används radarn för fågelspaning bl a flyttfågelsträck.

En station är fast monterad på taket på Ekologiska Institutionen och en är mobil och har bl a använts vid expeditionen Tundra Nordväst 1999 monterad på den kanadensiska isbrytaren Louis. S St-Laurent som gick på en expedition till Nordvästpassagen. Expeditionen spelades bl a in för TV räkning och visades i programmet NOVA med Bo Lundin. Den tredje stationen används som reserv.

## Tekniska data

Frekvensband	X-band (3 cm)
Frekvensområde	9100-9600 MHz
Magnetron	VMS 1052 (coaxial)
Pulseffekt	200 kW
Pulstid	0,25 alt 1 $\mu$ s
PRF	500 Hz
Max räckvidd	185 km
Parabol diameter	1,82 m

*Källa: Teknisk beskrivning PV-882/R  
Ulf Olsson AerotechTelub, Markradar, Arboga*

## PV 883/EWR (1990- )



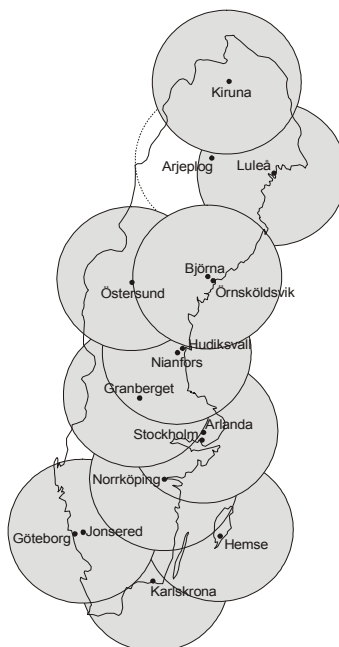
### Allmänt

Under början av –80 talet bestämdes att prov och försök skulle genomföras med C-bandsradar syftande till att få, till att börja med, ett rikstäckande väderradarnät för väderspaning och prognosverksamhet. Vindviseringen med följaradar (X-band) var på väg att ersättas med annan följemetodik och de radar som fanns för det ändamålet (PV 301/Meteor 200) utgjorde aldrig något riktigt alternativ för rikstäckande väderspaning och gallrades därför successivt ut.

SMHI hade en C-bandsradar (EEC) av äldre modell som uppgraderades av Ericsson i Mölndal i ett prototyputförande under början av 1980-talet. Försvarsmakten anskaffade ett nytt EEC-system 1981 (PV 881) som installerades i Luleå.

Respektive systems funktionalitet skulle sedermera utvärderas och resultatet ligga till grund för anskaffning av den utrustning som skulle utgöra det Svenska Väderradarnätet SWERAD.

Någon gång i mitten av 1980-talet beslöts att nätet skulle byggas med Ericssons väderradar som ingående radarsensor.



Inom försvaret installerades den första PV-883 1990 i Karlskrona/Rödeby. Därefter följde installationer i Örnsköldsvik, Luleå, Hudiksvall, Östersund för att avslutas i Kiruna 1996.

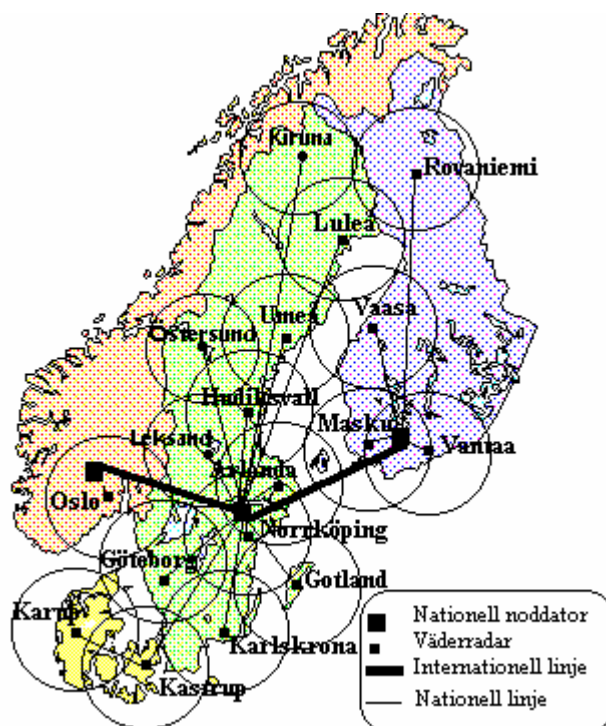
Under 2000 installerades ytterligare en PV-883 (begagnad EWR inköpt i Italien, Veneto) för försvarsmaktens räkning på Hallandsåsen norr om Ängelholm.

SMHI installerade sina EWR med början i Norrköping (seriestatus), Stockholm/Arlanda, Jonsered\*, Gotland och avslutades i Leksand 1994.

Jonsered installerades initialt av Ericsson (nyskapat bolag Väder Väst), i medverkan av FM som stod för det fortifikatoriska, som ett referenssystem för sina kunder. Utrustningen övertogs senare av SMHI.

(Ytterligare EWR kan komma att installeras i trakten av Arjeplog).

Under 1990-talet byggdes, på medel från bl.a. Nordiska Rådet, ett Nordengemensamt nät för presentation av väderradarprodukter upp, benämnt NORDRAD.



Nätet består idag (2000-11-17) av inalles 22 radrar i Norge, Danmark, Finland och Sverige. Resultatet kan ses på de väderpresentationer som görs i nyhetsuppläsningarna i Sveriges Television och TV4.

1994 slutade Ericssons gästspel som tillverkare av väderradar genom att den verksamheten köptes upp av en konkurrent, EEC.

## Tekniska data

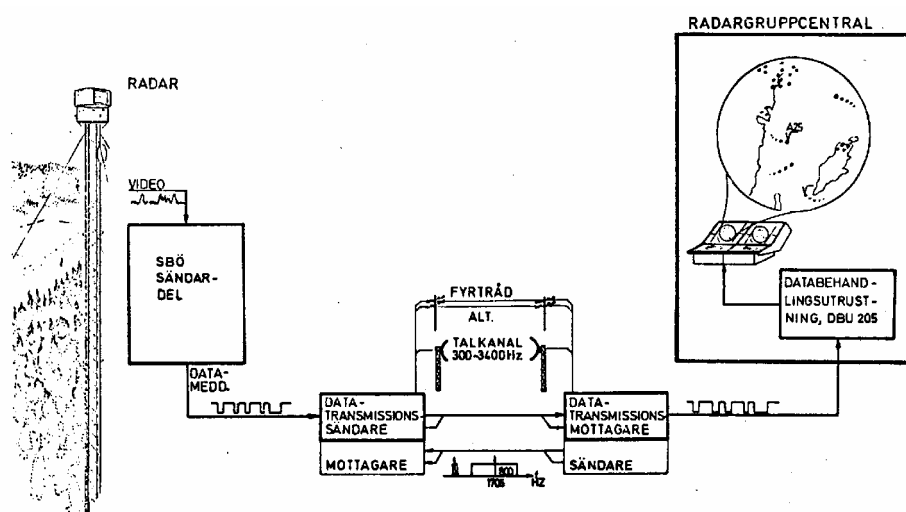
Frekvensband	C-band (5600-5650 MHz)
Uteffekt	250 kW
Pulsvidd	0,5 och 2 $\mu$ s
PRF	900/1200 och 250 Hz
Lobbredd	0,9°
Antenn	
Paraboldiam.	4,2 m
Radomdiam.	6,7 m

*Källa: C-G Carlsson AerotechTelub AB, Markradar, Arboga*





## DT-109 Smalbandsöverföring



### Allmänt

För överföring av radarinformationen från radarstationer till en central tillämpades från början så kallad bredbandsöverföring (BBÖ). Sammanlagningen av de olika signalerna från radarn skedde med multiplexutrustningar vilket möjliggjorde samtlig överföring av ett stort antal informationer video-, synk-, bäring-, tal-, mät- och manöversignaler. Som radiolänk användes RL-81 som var en frekvensmodulerad utrustning. Räckvidden bestämdes i hög grad av antenncplacering och mellanliggande terräng men var i allmänhet ca 45 km. Vid större överföringsavstånd fick relästationer kopplas in i länkstråket. Men BBÖ-systemet var ett dyrt och underhållskrävande system som även hade sin begränsning vid längre överföringar.

I mitten på 70-talet konstruerade L M Eriksson i Mölndal ett helt nytt överföringssystem så kallat smalbandsöverföring (SBÖ) och fick beteckningen DT-109. Systemet infördes för att i första hand öka stril-systemet flexibilitet och att möjliggöra överföring av radarinformation när överföringsavståndet var stort. I detta system skedde viss behandling av radarinformationen på radarstationen varefter informationen överfördes till rrgc som ett datameddelande på talkanaler i befintliga tråd- och radiolänknät i form av ett "200"-meddelande.

De radarstationer som utrustades med DT-109 var PS-66, PS-65, PS-15 och PS-810.

Från början var SBÖ-förbindelsen stelt uppkopplad men under 90-talet infördes så kallad spridare vilket medförde ett mycket flexibelt överföringssystem.

## Kort beskrivning

SBÖ-systemet består av följande utrustning:

- SBÖ sändardel (DT-109)
- Datatransmissionsutrustning 133 (DT-133)
- Databehandlingsutrustning 205 i rrgc (DBÖ 205)

Se bild.

I SBÖ-sändardel som är placerad i radaranläggningen ingår förutom kraftenheten en radarextraktor, smalbandsterminal, IK-extraktor samt en provgenerator.

Radarextraktorn har till uppgift att från inkommande analog video extrahera (välja ut) nyttig information och sortera bort störningar, ej godkända mål o s v. Detta för att överföringskapaciteten på ca 100 godkända mål/s inte överskrids. När ett mål blivit godkänt översänds dess bäring och avstånd digitalt till smalbandsterminalen som sedan samordnar överföringen med andra yttre enheter som även är ansluten till DT-109, t ex ASP och IK-extraktor. Smalbandsterminalen genererar också det datameddelande som skall sändas till centralen.

I utrustningen ingår också en provgenerator vars uppgift är att kontinuerligt övervaka funktionen hos övriga ingående enheter och indikera lokalt och till rrgc med ett datameddelande vilken status enheterna i DT-109 har.

### DT-133

Med hjälp av modem DT-133 överförs nu de datameddelanden som genererats i smalbandsterminalen via tråd eller en talkanal på länk till ansluten central (rrgc). Med en överföringshastighet på 4800 bit/s kan ca 100-110 datameddelanden per sekund överföras.

### DBU-205

I rrgc behandlas smalbandsdata och informationen presenteras på operatörens indikatorer samt utgör dessutom indata för målföljning, höjdmätning och identifiering.

*Källa: Beskrivning DT-109*