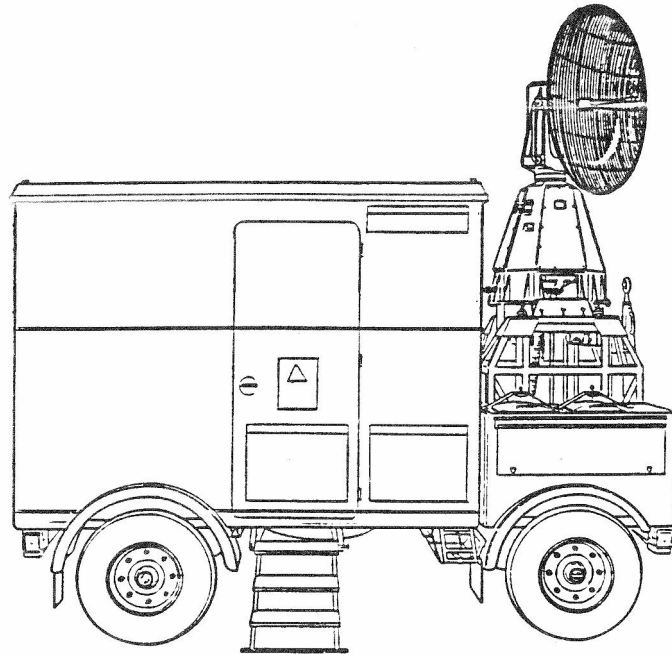




FHT
Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



VÄDERRADAR PV-30/R OCH PV-30/F

HISTORIK, ERFARENHETER

TR:941517

1994-03-18

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

Denna sammanställning om flygvapnets väderradar PV-30 har framtagits av numera pensionerade ingenjören Rune Erlandsson.

Sammanställningen är genomförd på FMV:FuhML uppdrag 85420-91-000-00-171 och FMV:Radar 72450-89-047-29-001.

Uppgjord: Rune Erlandsson, LR1

Granskad: Karl Gardh

Fastställd:

Ingemar Eriksson
Radaravdelningen

1994-03-18
F07/04

Innehåll:

1. Inledning	3
1.1. Bakgrund till väderradar PV-30	3
1.2. Allmänt	3
2. Kortfattad apparatbeskrivning	4
2.1. Materielomfattning	4
2.2. Antennenheten (se bild 1)	4
2.3. Sändtagaren (se bild 2)	6
2.4. Indikatornheten (se bild 3)	7
2.5. Följenheten (se bild 4)	9
2.6. Dataenheten (se bild 5)	10
2.7. Servoutrustningen (Bäring och elevation) (se bild 6 och 7)	11
3. Operativa funktioner	13
3.1. Avsökningsalternativ	13
3.2. Målföljning	13
3.3. Iso-ekofunktion	14
4. Typvarianter PV-30/F och PV-30/R	15
4.1. Väderradar PV-30/F	15
4.2. Väderradar PV-30/R	15
5. Händelser inom projektet	16
5.1. Materielanskaffning	16
5.2. Installation och driftsättning	18
5.3. Flyttning av väderradarstationer i samband med flottiljnedläggningar	18
5.4. Modifieringar	19
5.5. Ombyggnad till väderradar PV-301	19
5.6. Avveckling	20
6. Underhållsresurser	21
6.1. Personalutbildning	21
6.2. Dokumentation	21
6.3. Underhållsutrustning	22
6.4. Utbytesenheter (ue)	23
6.5. Reservdelar (rd)	23
6.6. Underhåll	23
7. Erfarenheter	24
7.1. Operativa erfarenheter (Meteorolog Agne Svan)	24
7.2. Erfarenheter av underhåll	25

Bilagor:

1. Tekniska data
2. Fast installerad väderradar PV-30/F
3. Transportabel väderradar PV-30/R alt PV-301/R
4. Tornmonterad väderradar PV-30/R

1. Inledning

1.1. Bakgrund till väderradar PV-30

Väderradar PV-30 hade två huvuduppgifter:

- Att ge förbättrad väderprognos med möjlighet till bestämning av nederbördsområdenas täthet, höjd, avstånd och kurs samt analys och fotografisk registrering av nederbörd, moln och dimma.
- Att ge radiakinformation, d v s prognos av radioaktivt nedfall, genom att mäta och automatiskt följa höjdvindar upp till över 30 km höjd med hjälp av en ballongburen radarreflektor. Vindmätningen skulle därigenom ge möjlighet till beräkning av nedfallsområden och tidig förvarning.

Risken för kärnvapenkrig i 1960-talets början resulterade i snabb PV-30-utbyggnad vid samtliga flygflottiljer.

1.2. Allmänt

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.

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

Den fasta varianten, PV-30/F, var installerad i ett speciellt antenntorn med indikatornhet och dataenhet placerade i flottiljens vädercentral, varifrån stationen även manövrerades.

Den rörliga varianten, PV-30/R, var inrymd i ett släpfordon. Antennen var placerad längst fram på fordonet på en höj- och sänkbar plattform med vilken antennen kunde höjas och sänkas mellan drift- och transportläge. I transportläget var släpfordonets totala höjd 3,4 m.

Även den rörliga varianten, PV-30/R, användes på vissa flottiljer som fast väderradar. Släpfordonet ställdes då upp på en ur täckningssynpunkt lämplig plats: torn, kulle eller annat fundament. Indikator- och dataenhet lyftes ur fordonet och sattes upp på annan plats, vanligen flottiljens vädercentral.

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

Stationen arbetade inom frekvensområdet 9,35-9,40 GHz (X-bandet). Pulseffekten var ca 200 kW och den maximala räckvidden 400 km.

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.

2. Kortfattad apparatbeskrivning

2.1. Materielomfattning

PV-30-materielen omfattar följande huvudenheter

Beteckning	Ursprungsbeteckning	Benämning
M3330-030118	SELEN-MEM.15.5001G3	Antenn
M3330-030128	SELEN.MEM.35.5001G1	Sändtagare
M3330-030138	SELEN-MEM.36.5001G1	Indikatornheten
M3330-030148	SELEN-MEM.38.5001G1	Servoenhet
M3330-030158	SELEN-MEM.37.5001G1	Följenhet
M3330-030168	SELEN-MEM.19.5001G2	Dataenhet
M3330-030178	SELEN-02391-05006G1	Likriktarenhet
M3330-030188	SELEN-BM.1047G1	Servogenerator
M3613-212080	MATIC-310-112-R	Brusfaktor- och effektmetrutr

2.2. Antennenheten (se bild 1)

Antennenheten är den enda enhet ur PV-30-materielen som är konstruerad för utomhusmiljö. Den är gjord för att klara temperaturer ner till -29°C.

Antennen består av

- Antennstativ
- Elevationsenhet med utmatare
- Parabolisk reflektor

Antennstativ och elevationsenhet är gjutna i formpressad aluminiumlegering. Antennstativet är försett med fyra inspektionsluckor gjutna i samma material.

Antennstativet innehåller vridmotor och växellåda för antenntrotation, roterskarv av vågledartyp, släpringsenhet, elgoner för bäringsinformation samt två termostatstyrda värmeelement på vardera 50 W. Vidare finns på

antennstativet två skydds- eller säkerhetsbrytare, den ena för bärings- och den andra för elevationsfunktionen. Skydds-brytarna är åtkomliga från antennstativets utsida.

Den elektriska förbindelsen mellan vridbord och vridbordsaxeln sker genom ett släpringspaket innehållande 44 försilvrade släpningar med V-formad kontaktyta. Elborstarna består av försilvrade, fjäderbelastade metallkuler. Två borstar för varje släpning.

Elevationsenheten bärs upp av ett U-format ok monterat på vridbordsaxeln. Elevationsenheten innehåller ett antal mekaniska och elektriska komponenter såsom elevationsmotor med växellåda, elgoner för elevationsvinkelöverföring samt ett termostatstyrt värmeelement på 50 W. Den elektriska förbindelsen mellan vridbordsaxeln och elevationsenheten går genom okets ena arm och vågledarförbindelsen genom den andra armen. I övergången mellan vågledaren och elevationsenheten finns en vridbar vågledarövergång som tillåter en vinkelrörelse på 110° .

Utmataren utgörs av en kompakt, från elevationsenheten löstagbar, enhet. Utmataren drivs, tillsammans med en inbyggd referensgenerator, av en trefasmotor. Utmataren roterar under målföljning med en hastighet av 1500 varv/min. Antennen ger under målföljning en smal roterande antennlob. Lobbredden är vid 3 dB-punkterna ca $1,65^\circ$. Dipolen, genom vilken energin matas ut, har tre portar som under rotationen ger en lobrotation på 75 Hz.

Antennreflektorn som är gallerformad och av paraboltyp är fastsatt i elevationsenheten med fyra bultar. Reflektorn, som är gjuten i aluminiumlegering, har en diameter på 1,4 m.

Antennen ger vertikal lobbpolarisation.

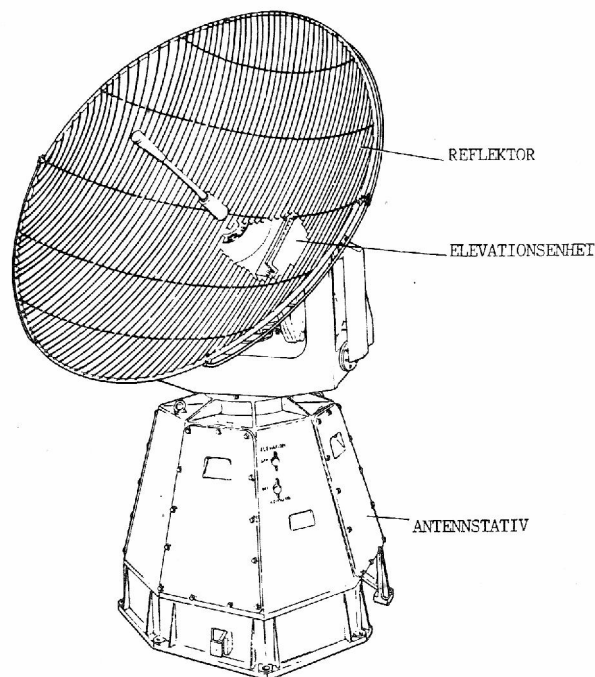


Bild 1. Antennenhet

2.3. Sändtagaren (se bild 2)

Radarns sändar- och mottagarutrustning är sammanbyggd i ett gemensamt apparatstativ benämnt sändtagaren.

Sändaren är av konventionell typ och består i huvudsak av modulator och magnetronenhet. Modulatorn, som utgörs av en separat utdragbar enhet, är placerad i apparatstativets bottendel. Modulatorn omfattar högspänningslikriktare, inkapslad i en hermetiskt tillsluten oljefylld box, resonansuppladdningskrets, också den innesluten i liknande box, två spärrdioder, tyatron samt ett pulsformande nät med tillhörande högvakuumrelä för val av pulstid. För de kortare mätområdena, 20 och 40 km, är pulstiden 0,5 μ s, vilket ger god avståndsupplösning inom närområdet, medan pulstiden för de längre mätområdena, 100, 200 och 400 km, är 3 μ s.

Pulsfrekvensen är 1200 Hz vid 0,5 μ s puls och 240 Hz vid 3 μ s.

Magnetronenheten, som är placerad i stativets mitt, omfattar magnetron med permanentmagnet, pulstransformator, glödströmstransformator samt skyddsanordningar mot överslag och överhettning i magnetronen.

Magnetronen är luftkyld genom separat fläkt. Sändaren har en pulseffekt på ca 200 kW. magnetrontyp: 4J50A. Sändningsfrekvens 9,35-9,4 GHz (X-band).

Uteffekten matas till antennen via ett HF-system bestående av ferritomkopplare för sändning- mottagning, SM-rör, vilket effektivt spärrar vågledarens mottagardel under sändning, AFR-riktkopplare och två balanserade blandare, en för mottagare och en för AFR. Ferritomkopplaren ger en dämpning av 26 dB i backriktningen, vilket skyddar magnetronen vid eventuell missanpassning och därmed stort SVF.

HF-systemet, magnetronenheten, blandare-lokaloscillator och MF-förförstärkare är lätt åtkomliga innanför en utvikbar mottagarpanel. MF-förstärkare, AFR-enhet, videofördelningsenhet SSF samt triggpulsförstärkare är placerade på den utvikbara panelen och därigenom lättåtkomliga för service och underhåll från båda sidor.

Stationens MF-förstärkare är av s k Wallman-kaskodtyp. Förstärkaren innehåller sju förstärkarsteg som är avstämde till 30 MHz, detektor och videosteg. Förstärkaren är försedd med två bandfilter som kan kopplas in alternativt. Det ena filtret har bandbredden 4 MHz och används vid kort puls, det andra bandfiltret har bandbredden 0,65 MHz och används vid lång puls. MF-förstärkarens totala förstärkning är ca 100 dB.

Videofördelningsenheten SSF fördelar videosignaler till indikator och följehet. Enheten genererar även svepstyrd förstärkning, SSF, som reglerar förspänningen till de fyra första rören i MF-förstärkaren. Den svepstyrda förstärkningsregleringen ger 20 dB förstärkningsreducering upp till 20 km, därefter linjär förstärkningsökning upp till 200 km.

Stationen är försedd med en speciell videoförstärkare placerad på en konsol ovanför magnetronenheten. Videoförstärkaren har kommit till för att kompensera för kabeldämpningen p g a att indikatornheten, vid fast installation, ska kunna placeras upp till 2.500 m avstånd från övrig utrustning.

Sändtagaren är försedd med inbyggd ventilationsfläkt.

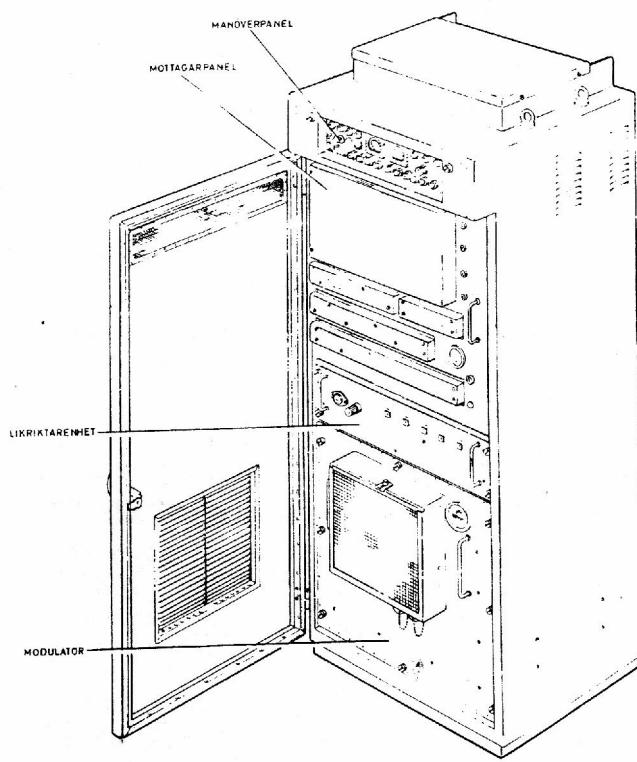


Bild 2. Sändtagare

2.4. Indikatorenheten (se bild 3)

Indikatorenheten består av följande enheter:

Apparatstativ innehållande

- Oscillator- demodulatorenhet
- Högspänningsenhet för PPI/HPI

Likriktarenhet

Utvikbar apparatpanel innehållande:

- Svepgenerator för PPI/HPI
- Synkgenerator för HPI
- Kalibreringsgenerator

Utdragbar indikatorpanel (PPI och A-indikator) innehållande:

- Videoförstärkare
- Svepgenerator för A-indikator
- Svepförstärkare
- Högspänningsenhet för A-indikator
- Videoförstärkare iso-eko

Indikatorenheten är försedd med två bildindikatorer, en kombinerad PPI/HPI-indikator samt en avståndsindikator (A-skop). PPI/HPI-indikatorn består av ett 16" bildrör med elektromagnetisk avlänkning.

Genom en omkopplare kan presentationsfunktionen kopplas om mellan planpolär bildpresentation och höjdmätningfunktion. PPI/HPI-indikatorn har fem mätområden, 20, 40, 100, 200 och 400 km med fem avståndsmärken inom varje mätområde. För att underlätta avståndsmätning inom närområdet 1-180 km är indikatorn försedd med en strob, d v s ett rörligt avståndsmärke, som är kopplat till ett mekaniskt räkneverk för avståndsinformation.

I HPI-presentationen indikeras ekots höjd i förhållande till marknivån med korrektion för jordytans krökning. Avståndsinformationen, d v s det lutande avståndet till målet, representeras av den horisontella axeln och höjdinformationen av den vertikala axeln på bildröret.

Samma skalor och avståndsmärken som för PPI-presentationen erhålls på det horisontella svepet, medan ett graverat horisontellt raster över skärmen används för höjdbestämmingar. Varje linje på rastret motsvarar 4.000 m höjdskillnad. I läge HPI sker avsökningen antingen manuellt eller automatiskt inom en sektor av 45° och med fem avsökningssvep per minut.

A-indikatorn används för noggrann avståndsbestämning av enskilda ekon samt för allmän analys av ovädersförhållanden i en viss bäring och elevation. Ekona presenteras som vertikala taggar på den horisontella baslinjen.

A-indikatorn har tre mätområden, 40 och 400 km samt ett expanderat svep på 7,2 km. Det expanderade svepet styrs av stroben och kan ställas in på önskat avstånd upp till 180 km. Stroben åstadkommer ett steg på svepet markerat med kraftigare upplysning av tidaxeln under den expanderade delen. Det expanderade svepet ger möjlighet att detaljstudera ett speciellt ekoområde från 0-180 km.

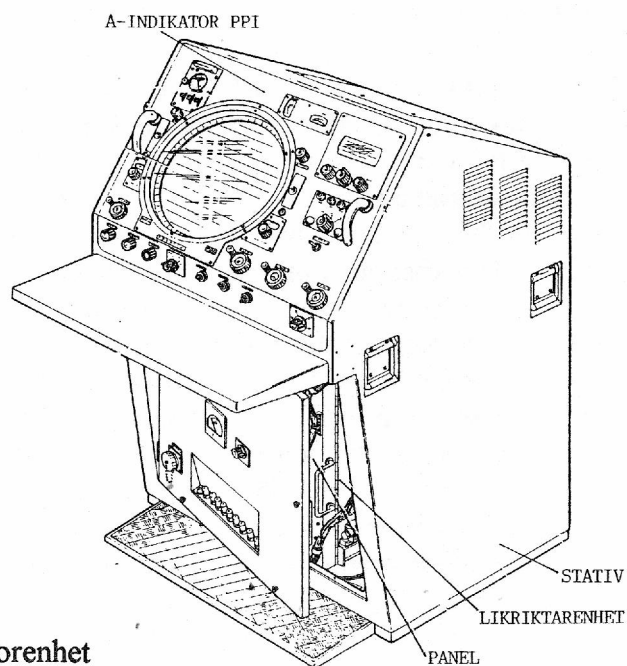


Bild 3. Indikator enhet

Stationen manövreras helt från indikatorn. Alla manöverorgan som skall fotograferas är grupperade runt PPI/HPI-indikatorn och är belysta. Övriga manöver- och indikeringsorgan är placerade på högra sidan på den lutande panelen samt på den undre vertikala panelen. Indikatorn är försedd med robotkamera med tillhörande stativ för automatisk fotografering av väderbild och registrering av data.

Indikatorn är försedd med inbyggd ventilationsfläkt.

2.5. **Följenheten** (se bild 4)

Följenheten utgörs av ett separat apparatstativ innehållande följande utdragbara underenheter:

Avståndsenhet med

- Antennstyrenhet
- Avståndsservoenhet

Centralenhet med

- 41 kHz generator
- Triggpulsgenerator
- Fördröjningsgenerator
- Strobgenerator
- Följpulsgenerator
- Amplituddemodulator
- Tiddemodulator

Likriktarenhet med ventilationsfläkt

I följenheten alstras alla för stationen erforderliga signaler såsom trigg-, port-, strob- och kalibreringspulser m m. Huvuddelen av styrorganen för den automatiska målföljningen är placerad i denna enhet.

Följenheten har tre på ledskenor utdragbara enheter, avståndsenhet, centralenhet och likriktarenhet.

Den förstnämnda, som är placerad överst i apparatstativet, innehåller styrorganen för stationens avståndsföljning. Enheten är bl försedd med ett avståndsservo med dubbla avståndsskalor för att ge noggrann avståndsbestämning till målekt. Enheten ger samtidigt korrektionsspänningar för antennens centrering på målet vid automatisk målföljning.

Den andra enheten är centralenheten, i vilken samtliga trigg-, fördröjnings-, strob- och följpulser m m alstras.

Den tredje, nedre enheten, är en kraft- och likriktarenhet. Försedda med nyckellås Apparatstativet är, i likhet med övriga apparatstativ, tillverkat i aluminiumlegering och utvändigt målat i duvblå färg. Frontdörrarna är.

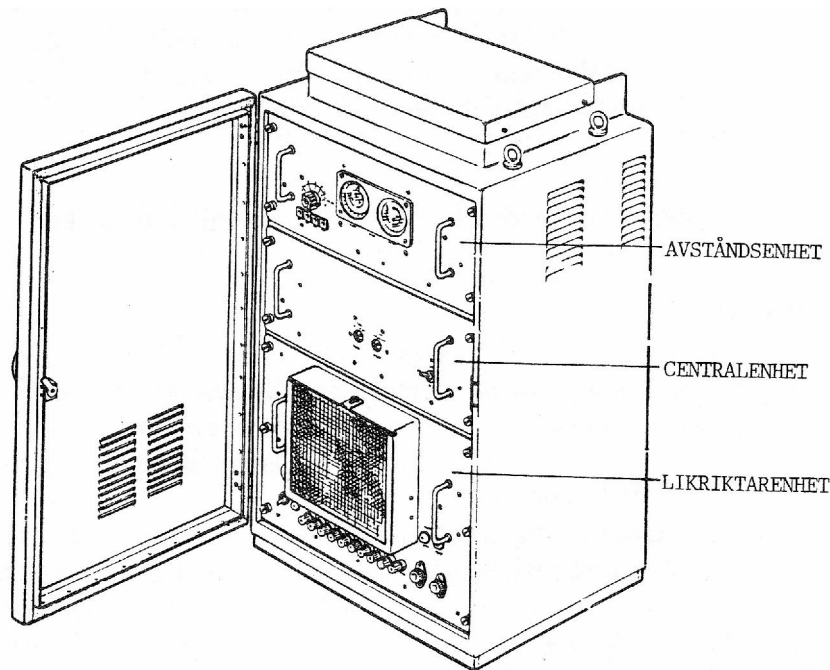


Bild 4. Följenhet

2.6. Dataenheten (se bild 5)

Dataenheten är helt sidoordnad stationens övriga organ, vilket betyder att den inte behöver vara driftsatt för att stationen i övrigt ska fungera. Dataenheten används endast vid vindmätning och dess uppgift är att ge en noggrann kontinuerlig positionsbestämning av målets (den ballongburna radarreflektorns) läge. Enheten spänningsmatas från en separat likriktarenhet. Dataenheten är normalt placerad i närheten av indikatornheten.

I dataenheten ingår följande underenheter:

- Avståndsenhet för bestämning av lutande avståndet till målet.
Mätområde 0-180 km.
- Bäringsenhet för bestämning av bäringen till målet.
- Elevationsenhet för bestämning av elevationsvinkeln till målet.
Mätområde: -20° till $+100^{\circ}$.

På ett par anläggningar var dataenheten dessutom kompletterad med följande underenheter:

- Markavståndsberäknare för beräkning av målets faktiska markavstånd.
Mätområde: 0-180 km
- Höjdberäknare för beräkning av målets höjd över markplanet.
Mätområde: 0-36 km

Samtliga informationsgivare är försedda med grov- och finskalor där utväxlingsförhållandet mellan grov- och finskalor är 1:36. Genom detta system erhålls samtidigt både snabb och noggrann presentation av aktuella målkoordinater. Noggrannheten i bäring och avstånd är $0,1^\circ$ resp ± 25 m.

Dataenheten är försedd med en separat panel innehållande klocka och datalåsningmekanism. Med hjälp av den sistnämnda kan samtliga informationsgivare låsas under 15 sek under vissa tidsintervaller för att operatören skall hinna notera presenterade data.

För att underlätta avläsningen på informationsgivarna är samtliga visare och skalor målade med fluorescerande färg och panelerna belysta med separat UV-lampa.

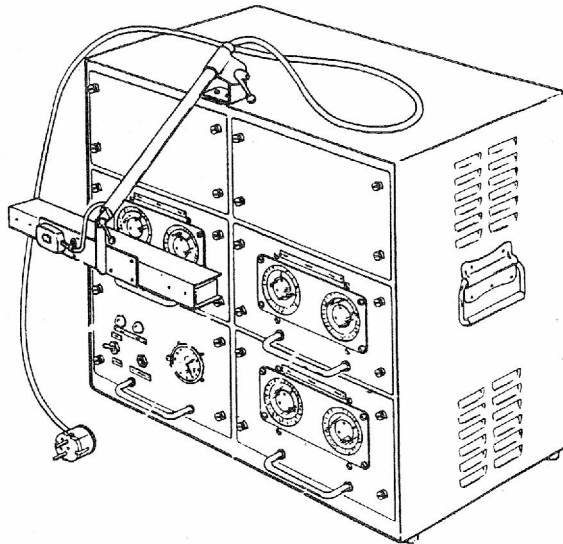


Bild 5. Dataenhet

2.7. Servoutrustningen (Bäring och elevation) (se bild 6 och 7)

Servoutrustningen för antennstyrningen i bäring och elevation består i huvudsak av

- Servoenhet (se bild 6) innehållande två servoförstärkare, den ena för bärings- och den andra för elevationsfunktionen samt en gemensam kraft- och likriktarenhet placerad i samma apparatstativ. Servoförstärkarna, som är identiska, är de enda transistoriserade enheterna i PV-30.
- Två roterande servogeneratorer, den ena för bärings- och den andra för elevationsfunktionen, sammanbyggda till en gemensam enhet och drivs av en gemensam trefas asynkronmotor (se bild 7).

Servosystemen för bärings- och elevationsrörelserna är i stort identiska och utgör i princip två från varandra oberoende Ward-Leonardsystem. Servoförstärkarna matar ström genom respektive servogenerators styrlindning, och utspänningen från servogeneratorerna driver motorerna

för bäring respektive elevation. utspänningens polaritet är reversibel vilket medger antennrörelse i båda riktningarna.

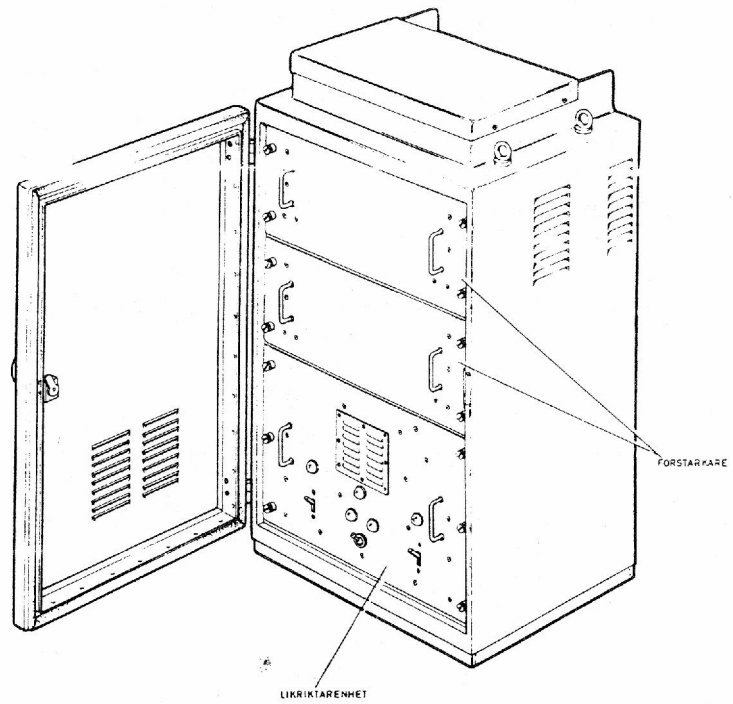


Bild 6. Servoenhet

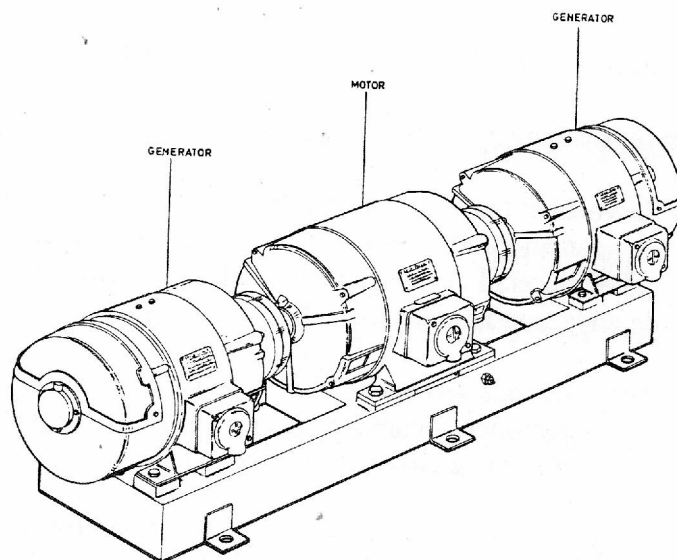


Bild 7. Servogenerator

3. Operativa funktioner

3.1. Avsökningalternativ

Manuell rotation

Manuell inställning av antennen i bäring och elevation. Maximal antennerörelse
30°/sek

Kontinuerlig rotation

Antennrotation i bäringsled 5 varv/min. I elevationsled inställning av antenn med hjälp av handratt.

Horisontell sektorsökning

Antennen söker inom en 90° sektor vars mittläge i bäringsled ställs in med bäringsratten. Manuell inställning i elevationsled med hjälp av handratt för elevation.

Vertikal sektorsökning

Antennen söker i elevationsled inom en 45° sektor. Utgångsläget i elevationsled bestäms av elevationsrattens grundinställning. Sökhastighet fem svep/minut.

Spiralavsökning

Antennen roterar kontinuerligt i bäringsled samtidigt som antennens elevationsvinkel ökar eller minskar med 2°/antennvarv inom en elevationssektor av 30°. Nedre vändläget bestäms av elevationsrattens inställning.

3.2. Målföljning

Manuell målföljning

Detta avsökningssläge används för uppsökning och korrekt inställning av bärings-, elevations- och avståndsfunktionerna till mål som skall följas automatiskt. Denna följfunktion används huvudsakligen vid förberedelse till automatisk målföljning.

Automatisk målföljning

Den automatiska målföljningsfunktionen används uteslutande för vindmätning, varvid radarn automatiskt följer en ballongburen hörnreflektor och kontinuerligt lämnar de informationer om bäring, elevation och lutande avstånd till målet som erfordras för vindbestämningen. Stationerna är försedda med speciella plottningsskivor av glas som placeras över PPI:et under målföljningen. Målekots position kan därigenom markeras med vaxpenna på plottningsglaset utan större risk för parallaxfel. Genom att dra en linje genom markeringarna får man fram ekots rörelse i bäring. Bäringen avläses genom att bäringsrastrets mittlinje placeras över ekot, varefter bäringen avläses på indikatorns bärings skala. Genom att plotta med bestämda tidsintervaller kan målets hastighet beräknas.

Stationens dataenhet ger, förutom bärings- och avståndsinformation, även information om elevationsvinkeln till målet.

3.3. Iso-ekofunktion

Stationen är försedd med iso-ekofunktion för att underlätta bedömningen i nederbördsintensitet. Genom iso-ekofunktionen undertrycks ekon vars styrka överstiger en förutbestämd nivå. Resultatet blir att kraftiga partier inuti ett oväderområde släcks ut på indikatorn så att endast oväderområdets konturer framträder. Iso-ekonivån kan av operatören ställas in i önskat läge med hjälp av en potentiometer med graderad inställningsratt. Iso-ekofunktionen kan även utnyttjas vid HPI-presentation.

4. Typvarianter PV-30/F och PV-30/R

4.1. 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 (ref bilaga 2). Radarns antenn är placerad på en plattform överst på tornet medan övrig radar- och provutrustning är placerad i ett apparatus omedelbart under antennplattformen. Torn höjden 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.

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 av nedanstående typ:

En koaxialtub EPeJ innehållande fem koaxialkablar.

En manöverkabel ELLJ innehållande ett 40-tal skärmade och oskärmade ledare.

4.2. Väderradar PV-30/R

Väderradar PV-30/R är en transportabel radarvariant monterad på ett fyrhjuligt släpfordon (ref bilaga 3).

Släpfordonet, som är tillverkat i Italien, har beteckningen BARTELLO-2P/45. Fordonet har en längd på 453 cm exklusive dragstång och en bredd på 250 cm. Fordonets vikt inklusive radarutrustning, 5.500 kg.

Radarns elektronikutrustning inklusive provutrustning är placerad inne i fordonets apparathytt. Stationens servogenerator är placerad utanför hytten i ett speciellt fack ovanför fordonets högra framhjul.

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 är försett med två dragdon. Det främre dragdonet är en dragstång för koppling till dragfordon, det bakre dragdonet är en dragkrok avsedd för transportabelt kraftaggregat.

Fordonet har tre bromssystem, huvudbroms, nödbroms och parkeringsbroms. Huvudbroms och nödbroms är elektriskt manövrerade och påverkar alla fyra hjulen. Huvudbromsen manövreras från dragfordonet. Nödbromssystemet består av en separat spänningskälla (blyackumulator), placerad i släpfordonet, som genom en säkerhetsströmställare är ansluten till vagnens elbromsar. Strömställaren är förbunden med dragfordonet genom en säkerhetskedja så att

nödbromsen aktiveras vid eventuellt brott på dragstång eller dragkrok. Parkeringsbromsen, som är mekanisk, påverkar endast vagnens bakhjul. Parkeringsbromsen manövreras med hjälp av handvev placerad längst bak på vagnen.

För att kunna avväga och horisontera radarn på uppställningsplatsen är vagnen försedd med fyra utvikbara domkraftben placerade i vagnens fyra hörn. Domkrafterna är mekaniska och manövreras med hjälp av handvev.

På vissa flygflottiljer användes PV-30/R som fast väderradar. Släpfordonet ställs då upp på en förberedd och i täckningssynpunkt lämplig plats, kulle, fundament, torn eller liknande (ref bilaga 4).

Indikator- och dataenhet lyfts ur hytten och placeras i flottiljens vädercentral. Arrangemanget förutsätter förberedd kabelförbindelse mellan släpfordonet och vädercentralen i likhet med fast installerad väderradar. Radarn är försedd med speciell linjeförstärkare för att klara dämpningen i kablar upp till 2.500 m.

PV-30/R är försedd med speciell utvändig anslutningspanel för anslutning till fjärrkablar.

5. Händelser inom projektet

5.1. Materielanskaffning

Inköpsbeställningar:

- INK 15035
- INK 55315

Huvudkontraktet mellan flygförvaltningen och det italienska elektronikföretaget SELENIA SpA, Rom, undertecknades den 28 juli 1961. Kontraktet omfattade, förutom radarmateriel, dokumentation och tjänster enligt nedan

- 7 st väderradarstationer METEOR 200 Model RMT-1c kombinerad med automatisk vindmättnings- och registreringsutrustning för ballongföljning upp till ett avstånd av 180 km.
Totalpris för sju utrustningar inklusive kamerastativ och robotkamera US \$ 378.000.
- 7 st väderradarstationer METEOR 200 Model RMT-1c enligt ovan installerade i släpfordon
Totalpris för sju utrustningar inklusive kamerastativ och robotkamera US \$ 525.000.
- Instruktionsböcker och apparatbeskrivningar på engelska (45 ex) samt erforderlig ritnings- och schemaunderlag.
- Framtagning av förslag till anskaffning av reservdelar och utbytesenheter.
- Teknisk utbildning av underhållspersonal och lärare från FRAS (Flygvapnets radarskola), Hägernäs.

- Teknisk assistans av personal från SELENIA för en tid av maximalt 15 dagar i samband med driftsättning av den första stationen i Sverige.

Totalkostnad för radarmateriel, dokumentation, teknisk utbildning och assistans vid första driftsättningen US \$ 912.000.

Leveranstid

- Radarutrustning
Den första radarutrustningen sex månader från order, den andra efter åtta månader. Resterande utrustningar två per månad efter 10 månader från order.
- Radarutrustning installerad i släpfordon
Första radarutrustningen inom ett år från order. 2:a och 3:e utrustningen inom 14 månader från order. Resterande utrustningar två per månad efter 16 månader från order.

Betalningsutfall

- 30% vid orderbekräftelse
- 60% efter kundens leveransgodkännande hos SELENIA
- 10% efter installation alt max sex månader efter leverans

Garanti

- Ett år efter leverans

Utöver ovanstående innehöll kontraktet klausul angående ersättning för teknisk assistans utöver driftsättningen av den första stationen samt för eventuellt senare servicebesök av personal från SELENIA alt SELENIA:s representant i Sverige.

Kompletteringsbeställning INK 55315

I juni 1965 beställde flygförvaltningen ytterligare en väderradar METEOR 200 RMT-1L från SELENIA (ref INK 55315 21/6 1965).

Denna station var av senare generation men med endast smärre avvikelser från tidigare inköpta stationer.

Leverans: februari 1966

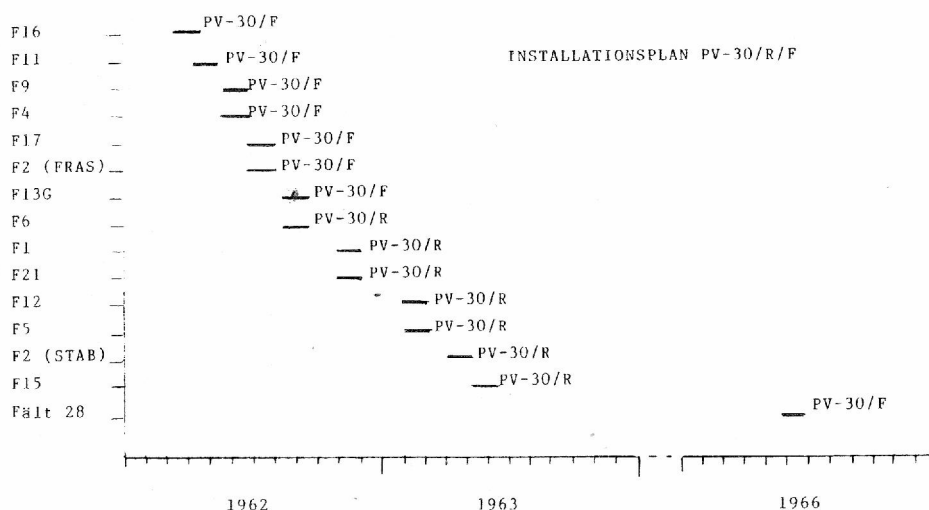
Pris: US \$ 64.500

5.2. Installation och driftsättning

Den första väderradarn, PV-30/F, installerades och driftsattes på F16 i Uppsala våren 1962. Därefter upprättades de övriga 13 stationerna i rask följd fram till maj 1963 (se installationsplan nedan). Den senare beställda stationen, som levererades i februari 1966, upprättades på fält 28 sommaren 1966.

Installation och driftsättning utfördes av MAGNETIC AB som även var SELENIA:s representant i Sverige. MAGNETIC levererade och installerade samtidigt provutrustning tills stationerna bestående av kombinerad brusfaktor- och effektmeter.

Under driftsättning av de första stationerna assisterade teknisk personal från SELENIA.



Installationsplan

5.3. Flyttning av väderradarstationer i samband med flottiljnedläggningar

- PV-30/F vid F9, Säve flyttad till F7, Sätenäs 1969.
- PV-30/F vid F2 (FRAS), Hägernäs flyttad till väderskolan vid F12, Kalmar 1969.
- Flygstabens väderradar PV-30/R vid F2 flyttad till F18, Tullinge 1969.
- PV-30/R vid F12 flyttad till F10, Barkåkra 1980.
- PV-30/F vid F11, Nyköping flyttad till F13, Norrköping 1980.
- PV-30/F vid F12 flyttad till den nyupprättade väderskolan vid F5, Ljungbyhed 1981. Under 1983 byttes väderradarn ut mot krigsflygskolans väderradar PV-30/R.

5.4. Modifieringar

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 apparathuset vid ett par tillfällen.

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

5.5. 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 vindmätningsskärmar. Däremot fanns det två utländska företag som erbjöd sig att ta fram ny elektronikutrustning för ifrågasvarande 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. I GEMATRONIK:s förslag skulle även originalstativen för indikator och sändtagare återanvändas efter renovering och ombyggnad.

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.

Två fast installerade stationer (PV-30/F) och sju rörliga (PV-30/R) moderniserades med ny elektronik 1984-85. Ombyggnaden utfördes av Telub AB i Arboga. I samband med ombyggnaden av de rörliga stationerna gjordes även stor översyn av släpfordonen.

- Fordonsbelysningen gjordes om i enlighet med gällande trafiksäkerhetsnormer.
- Släpfordonens elbromsar, som inte gick att underhålla p g a reservdelsbrist, demonterades. Fordonen omklassades därefter till långsamtgående fordon med maximal hastighet 20 km/tim.
- Fordonens främre dragögla byttes ut till gällande standardögla.

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

Följande nio väderradarstationer, två fast monterade och sju rörliga, moderniserades med ny elektronik

F13G	Visby	PV-301/F
F4	Östersund	"
F6	Karlsborg	PV-301/R
F10	Ängelholm	"
F5	Väderskolan, Ljungbyhed	"
F15	Söderhamn	"
F21	Luleå	"
	Raketbas nord (RFN), Vidsel *)	"
	Berga Örslogsskolor **)	"

* Placerad på F18 före modernisering

** Placerad på F1 före modernisering

5.6. Avveckling

Avvecklingen av de fem fast installerade väderradarstationerna, PV-30/F, som inte ingick i moderniseringsprogrammet, påbörjades sommaren 1991. Stationerna demonterades och skrotades. Antennenheterna togs tillvara som utbytesenheter. Stationerna hade vid tiden för avvecklingen varit i tjänst i ca 30 år. För övrigt se avvecklingsplan nedan.

Avvecklingsplan PV-30/F

<u>Flottilj/fält</u>	<u>Avvecklad</u>
F7, Sätenås	sommaren 1991
F13, Norrköping	"-
F16, Uppsala	sommaren 1992
F5, Krigsflygskolan Ljungbyhed	"-
Fält 28, Gunnarn	våren 1993

Kommentar:

Stationen från F16/Uppsala finns sparad vid Flygvapenmuseet, F13 Malmen.

6. Underhållsresurser

6.1. Personalutbildning

En treveckors instruktörskurs (METOR 200 RMT) för lärare och underhållspersonal ur flygvapnet anordnades av och vid SELENIA i Rom i mars 1962. Antal elever, 10 st.

Hösten 1962 startade utbildningen av underhållspersonal vid FRAS (Flygvapnets Radarskola), Hägernäs.

Genomförd kursplan, PV-30, enligt nedan:

<u>År</u>	<u>Antal kurser</u>	<u>Antal elever</u>
1962	3	22
1963	1	7
1964	4	28
1965	1	4
1966	-	-
1967	2	16
1968	1	8

Kurslängd: 5 veckor

6.2. Dokumentation

Apparatbeskrivning PV-30

- Handbok METEOR 200 (engelsk) Levererad med stn
- PV-30/F och PV-30/R MT Beskrivning
MAGNETIC AB
del 1 M7773-420951. Utgåva 1 Utarbetad av
Lev 1963
- PV-30/F och PV-30/R MT Beskrivning
MAGNETIC AB
del 2 M7773-420952. Utgåva 1 Utarbetad av
Lev 1963
- PV-30/F och PV-30/R MT Beskrivning
del 1 M7773-420951. Utgåva 2 Omarbetad av FFV-U
Lev 1970
- PV-30/F och PV-30/R MT Beskrivning
del 2 M7773-420952. Utgåva 2 Omarbetad av FFV-U
Lev 1976

Reservdelskataloger

- Reservdelskatalog PV-30/R M3330-020071 Lev 1963
Preliminär utgåva (CVA)

- Reservdelskatalog PV-30/R/F
M3330-030071/030031
Omarbetad (CVA) Lev 1966
- Reservdelskatalog PV-30/R/F
M3330-0300071/030031
Komplettering (CVA) Lev 1972

Underhållsföreskrifter

Tillsynsföreskrifter

- Tillsynsföreskrift PV-30/R/F CA 520:241
Preliminär utgåva (CVA) Lev 1963
- Tillsynsföreskrift PV-30/R/F 520:411
Omarbetad till TOMT RADAR 030-4 Lev 1966
Lev 1972
- Tillsynsföreskrift, E-ts, TOMT RADAR 030-3
Omarbetad Lev 1966
Lev 1972

Översynsföreskrifter

- Totalt har ett 30-tal översynsföreskrifter
för utbytesenheter framtagits (CVA) Lev 1966-75

Skyddsföreskrifter

- Typbunden föreskrift för radiofrekvent strålning
PV-30/R/F TOMT RADAR 030-6 Lev 1968
Omarbetad och kompletterad
TOMT RADAR 030-6B Lev 1984

6.3. Underhållsutrustning

- Provutrustning, anläggning
Standardinstrument, verktyg
Totalkostnad ca 15.000:-/anl Lev 1964
- Provutrustning TSB (B-nivå)
Specialverktyg m m
Totalkostnad ca 400:-/TSB Lev 1964
- Provutrustning, huvudverkstad (C-nivå)
Utrustning för provning av ue
Totalkostnad ca 20.000:- Lev 1967

6.4. Utbytesenheter (ue)

- Inköp 1 INK 25194 Lev 1962
Kostnad 576.000:-
- Inköp II INK/FR 54628 Lev 1963
Kostnad 86.000:-

6.5. Reservdelar (rd)

- Inköp enligt av SELENIA rekommenderad reservdelsplan Lev 1962
Totalkostnad ca 200.000:-
- Komplettering i mindre kvantiteter
1964, -65, -66 och -68.

6.6. Underhåll

Förebyggande tidsbundet underhåll

Tillsynsgrad	Utfört av	Arbetsvolym
Veckotillsyn	Basel	1 man 2-3 tim
Månadstillsyn	"	2 man 2-3 tim
Tremånaderstillsyn	"	2 man 5-6 tim
Halvårstillsyn (mek mtrl)	"	1 man 1-1½ tim
Årstillsyn	TSB	2 man 10-12 arbetsdagar

Samtliga tillsyner utom veckotillsynen krävde driftavbrott.

Översyn

Stor översyn av radarutrustning och transportfordon.
Översynen utfördes vid behov av huvudverkstaden (CVA/FFV-U).
Arbetsvolym beroende på åtgärdsbehov.

Översyn och reparation av utbytesenheter utfördes av huvudverkstaden.

Avhjälpande underhåll

Det avhjälpande underhållet av PV-30-materielen utfördes normalt av flottiljens tekniska personal alternativt TSB. Vid mera omfattande åtgärder anlätades huvudverkstaden.

7. Erfarenheter

7.1. Operativa erfarenheter (Meteorolog Agne Svan)

Väderradar PV-30 var flygvapnets första egentliga väderradarstation. Till en början var meteorologerna nog så skeptiska till hur denna "högtekniska" utrustning skulle fungera i praktiskt bruk. Förväntningarna på radarn med alla dess möjligheter var också stora. Ganska snart visade det sig att resultatet blev över all förväntan. För t ex den dagliga prognostjänsten blev radarn ett stort framsteg speciellt då det gällde kortfristiga väderprognoser för en till tre timmar. Genom radarn fick meteorologerna tillgång till en kontinuerlig väderbild, en finess som överträffar senare tiders väderradar med förnämlig färgbild på PC men med alltför långsam bilduppdatering.

Man kunde på väderradarn iakttä partiklar som var så stora att de rörde sig nedåt, nödvändigtvis inte som nederbörd som når marken. Detta innebar att man nära stationen kunde se dimmoln eller på hög höjd cirrusmoln. Lätt nederbörd kunde följas ut till 50-100 km, medan åskmoln kunde iakttas på 200-300 km avstånd. Man hade alltså valt en kort våglängd där moln och nederbörd syntes bra, men som i gengäld gav en kraftig dämpning. Detta innebar att det krävdes en viss vana och försiktighet att bedöma baksidans läge på nederbördsområdet.

Ur meteorologens, men även ur pilotens synpunkt är det av stor vikt att veta var de tätaste delarna av molnområdet befinner sig där det kan förekomma åska eller hagel. PV-30 hade för detta ändamål en iso-ekofunktion med vilken man lätt kunde fastställa molnets täthetscentrum.

Genom väderradarn kunde flygverksamheten bedrivas på ett effektivare sätt. Man kunde således följa upp en väderförändring och få upp flygplanen snabbare i luften genom att man var förberedd på en väderleksförbättring.

Genom radarns hjälp kunde man även följa upp en förväntad väderförändring och kalla hem flygplanen i tid för att undvika att flyga omkring med bränsle för alternativ landningsplats, vilket var nog så viktigt med fpl 35 med dess begränsade aktionstid.

Den korta våglängden gjorde stationen känslig för anomal vågutbredning. Den fasta ekobilden såg då ofta helt annorlunda ut och en klar och lugn morgon då det bildats en kraftig inversion kunde en stor del av radarbilden lysa upp som av fasta ekon.

Stationens målföljningsfunktion utnyttjades för bestämning av höjdvindar i samband med radiosondering. Som målobjekt vid vindmätningarna användes en ballongburen dubbelreflektor med 50 cm sida. Normalt följdes ballongen upp till 60-90 km avstånd och 20-30 km höjd, eller tills ballongen sprack. Precisionen i stationens vindmätningssystem var tillräcklig för normala behov. Fastän stationen var utrustad med ett speciellt sökprogram var det svårt att låsa stationen på en uppsänd ballong tillräckligt fort. Ofta steg ballongen till ett par tusen meters höjd innan man hann "låsa" stationen på ballongen. Det krävdes mycket övning och färdighet att hantera målsökningsfunktionen.

7.2. Erfarenheter av underhåll

PV-30 var en radar som konstruerades i slutet av 1950-talet och som innehöll en blandning av elektronrörs- och transistorteknik. Övervägande delen av elektronikutrustningen var elektronrörsbestyckad, medan stationens bärings- och elevationsservoenheter var transistoriserade. Stationen innehöll åtskilligt med underhållskrävande mekaniska och elektromekaniska komponenter såsom småmotorer, kuggdrev, växellådor, servokomponenter m m som man idag inte finner i modern radarmateriel.

Med hänsyn till ifrågavarande teknik kan dock stationens driftsäkerhet betraktas som förhållandevis tillfredsställande.

Som exempel på stationens driftsäkerhet återges nedan utdrag ur felrapporteringssystemet DIDAS MARK Funktionsuppföljning för PV-30 under tiden 790701-811231. Uppföljningen gäller för de fem rapporterade stationerna vid F4, F5, F13, F17 och F21.

Stn (flj)	Till- gänglighet	MTBF
F4	96,96%	443 tim
F5	99,97%	5488 tim
F13	99,99%	7319 tim
F17	99,22%	1210 tim
F21	99,33%	1063 tim

Som framgår av tabellen var felutfallen och härav förorsakad hindertid högst varierande mellan olika anläggningar. Tillgänglighet och MTBF för övriga anläggningar har inte kunnat beräknas p g a ofullständiga uppgifter beträffande drifttider. Sannolikt utgör ovanstående uppgifter ett gott medelvärde även för övriga stationer.

Ursprungligen hade stationen ett antal mer eller mindre svaga punkter som ofta förorsakade störningar och driftavbrott. Ett stort antal modifieringar i driftsäkerhetshöjande syfte infördes därför på materielen under 60- och 70-talet vilket avsevärt bidrog till att höja stationernas driftsäkerhet.

En grundförutsättning för att radarns vindmättningsfunktion skulle fungera tillfredsställande var att stationen spänningsmatades från ett något så när stabilt och ordentligt jordat distributionsnät. Spänningsvariationer och framför allt snedbelastningar på distributionsnätet påverkade stationens vindmättningsfunktion negativt. Kraftiga belastningsvariationer förekom på distributionsnätet på bl a F18 och F1 varför vindmättningsfunktioner på dessa stationer tidvis fungerade mer eller mindre tillfredsställande.

Underhållet av stationens vindmättningsfunktion krävde mycket rutin och erfarenhet hos underhållspersonalen. Huvuddelen av underhållsinsatserna fick därför ägnas att vidmakthålla vindmättningsfunktionen. Detta problem ökade med åren p g a rörproblem. I slutet av 70-talet konstaterades att de elektronrör

som fanns att tillgå hade avsevärt större spridning i kvalité och data än tidigare, vilket resulterade i att man stundtals fick individuellt utprova elektronrör i vissa känsliga funktioner.

De ökade underhållsinsatserna för att vidmakthålla vindmätningfunktionen resulterade i att materielverket i slutet av 70-talet beslöt att endast underhålla vindmätningfunktionen på de väderradarstationer som rutinmässigt utförde vindmätningar.

Tekniska data

Sändare

Sändningsfrekvens	Fast inom 9,35-9,4 GHz
Pulseffekt	200 kW $\pm 10\%$
Pulsfrekvens	1200 Hz $\pm 10\%$ resp 240 Hz $\pm 10\%$
Pulstid	0,5 μs $\pm 10\%$ resp 3 μs $\pm 10\%$
Magnetron	4J50A

HF-systemet

Antennreflektor	Parabolisk, diameter 1,4 m
Lobpolarisation	Vertikal
Vågledare	RG-51 A/U
Lobbredd	1,65° $\pm 10\%$
Back- och sidolobsdämpning	20 dB
Konisk avsökning	75 Hz $\pm 10\%$
Lobexentrisitet förhållande	1,4 $\pm 10\%$
SM-växlare	Fasskiftande ferritomkopplare

Mottagare

Lokalscillator	Reflexklystron VA203B
Blandare (signal och AFR)	Balanserad kristalltyp
MF (signal och AFR)	30 MHz
Bandbredd	4 MHz resp 0,65 MHz
Brusfaktor	≤ 12 dB
SSF-kontroll	20 dB förstärkningsreducering ut till 20 km, därefter variabel linjär förstärkning av signalen ut till 200 km.

Indikatorenhet

Huvudindikator	Standard PPI eller HPI 16" katodstrålerör med hög upplösningsförmåga. Mätområde: 20, 40, 100, 200 och 400 km
A-indikator	5" katodstrålerör Mätområde: 40 km, 400 km samt 7,2 km expanderat svep
Avståndsmärken	Fem för varje mätområde med intervall 4, 8, 20, 40 och 80 km.
Avståndsbenämning	Fasta avståndsmärken och strob
Noggrannhet fasta avståndsmärken	$\pm 1\%$

Servosystemet

Operationssätt

- Sektorsökning elevation
- Manuell inställning
- Sektorsökning bäring
- Kontinuerlig rotation bäring
- Målföljning
 - Spiralavsökning
 - Manuell följning
 - Automatisk målföljning 0-180 km

Allmänna data

Noggrannhet vid automatisk följning:

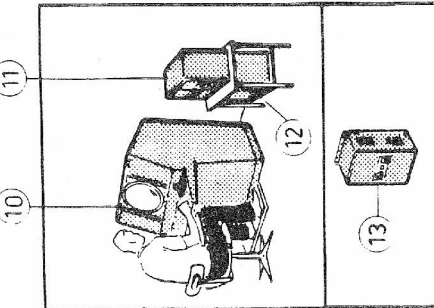
Avstånd ± 25 m
Bäring och elevation $\pm 0,1^\circ$

Kraftbehov

380/220 V $\pm 5\%$, 50 Hz ca 5 kW

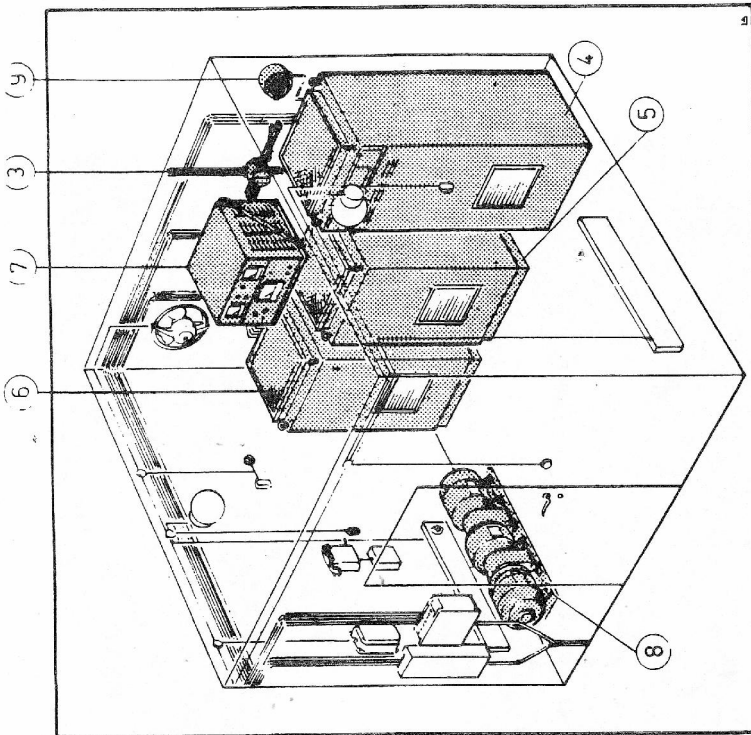
Mått och vikt

	<u>Höjd mm</u>	<u>Bredd mm</u>	<u>Djup mm</u>	<u>Vikt kg</u>
Indikatorenhet	1285	830	1080	325
Sändtagare	1665	666	550	310
Antennenhet	2290	1500	1290	300
Följenhet	1153	650	550	200
Servo enhet	1153	650	550	175
Servogenerator	280	280	840	100
Data enhet	598	675	450	63
Data enhetens likriktare	335	510	420	30

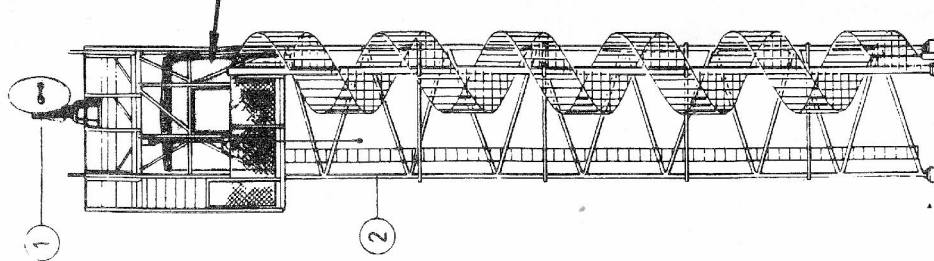


Vädercentral

Fast installerad
väderradar PV-30/F



- | | | | |
|--------|-------------------------------|--------|-----------------------|
| Pos 1. | Antenn | Pos 8. | Servogenerator |
| " 2. | Antenntorn | " 9. | Vridtransformator |
| " 3. | Högeffektavslutare | " 10. | Indikatorstativ |
| " 4. | Sändtagare | " 11. | Dataenhet |
| " 5. | Servoenhet | " 12. | Likriktarenhet |
| " 6. | Följjenhet | " 13. | Spänningsstabilisator |
| " 7. | Brusfaktor-och
effektmeter | | |





Transportabel väderradar PV-30/R ålt PV-301/R



Tornmonterad väderradar PV-30/R