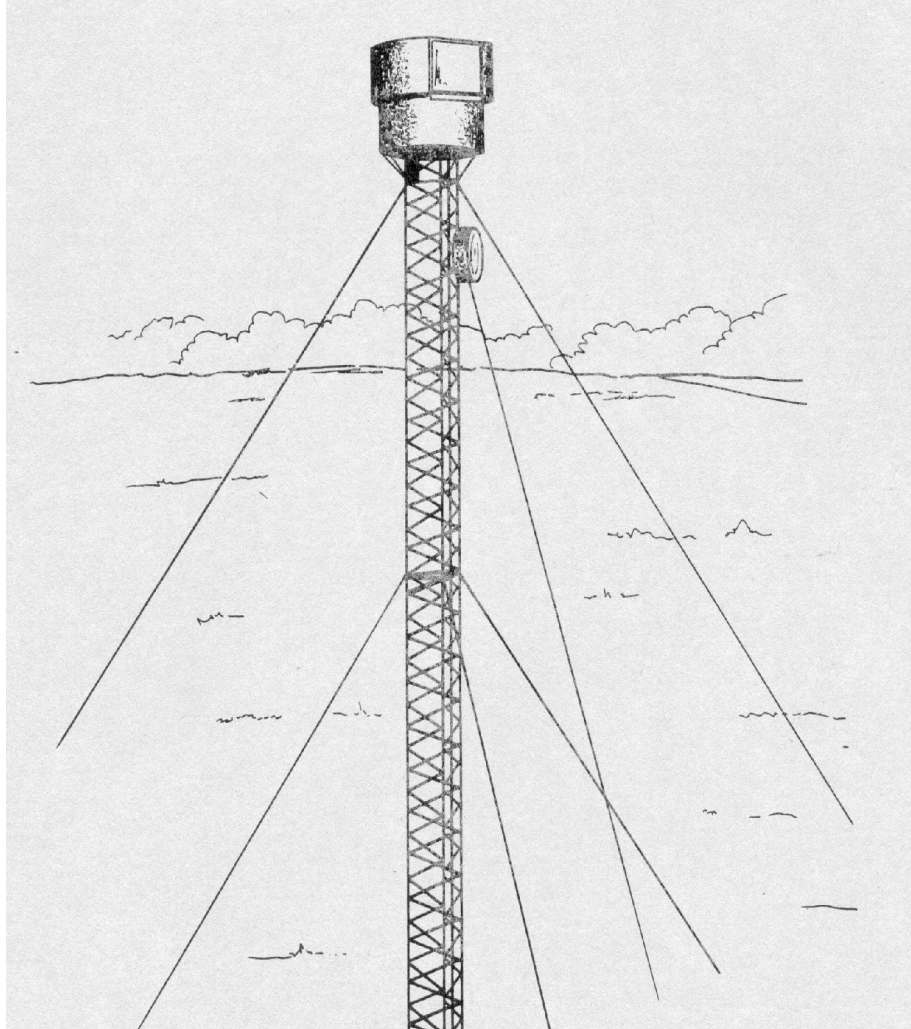




FHT

Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



SPANINGSRADAR PS-15

HISTORIK, ERFARENHETER

1999-08-04
F06/04

E027-TR-1999019

1999-06-28

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

Denna sammanställning om flygvapnets spaningsradar PS-15 har framtagits av Karl Gardh som under ca 25 år har arbetat med denna radar vid den bakre centrala underhållsnivån. Ett flertal personer ur andra organisationer har dessutom aktivt bidragit med information till sammanställningen.

Sammanställningen är genomförd på FMV:Sensor beställning.

Uppgjord: Karl Gardh, Enator Telub AB

Granskad:

Ingemar Eriksson
Radar

Innehåll

1 Inledning.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Allmänt.....	7
2 Apparatbeskrivning.....	10
2.1 Sändarenhet.....	10
2.2 HF- och staloenhet.....	10
2.3 Triggpulssystemet.....	11
2.4 Mottagarenhet.....	12
2.5 Radarmanöverenhet.....	13
2.6 Tryckluftsenheten.....	13
3 Signalbehandlingssystem.....	14
3.1 MTI, översikt.....	14
3.2 Koherent MTI.....	15
3.3 MTI-kanal 1 och 2.....	15
3.4 Upptäcktskanal.....	15
3.5 MF-fördelare.....	16
3.6 Höjdmätarkanal.....	17
3.7 Antennenhet.....	18
4 Överföring.....	19
4.1 Bredbandsöverföring (BBÖ).....	19
4.2 Smalbandsöverföring (SBÖ).....	20
4.3 Kontrollutrustning.....	22
4.4 Fjärrkontrollutrustning.....	23
4.5 Prestandameter (PMU).....	25
4.6 Fjärrmätutrustning.....	25
5 Mast och hiss.....	26
5.1 Masten.....	26
5.2 Sektionerna.....	27
5.3 Mastfundamentet.....	27
5.4 Stagen.....	28
5.5 Stegarna.....	28
5.6 Masthiss, K.....	29
5.7 Konstruktion och verkningsätt.....	29
5.7.1 Hisskorgen.....	29
5.7.2 Motorn.....	30
5.7.3 Slirkopplingen.....	30
5.7.4 Växellådan.....	30
5.7.5 Styrskenan.....	30
5.7.6 Säkerhetskopplingen.....	30
5.7.7 Pinnstångsmaskineriet.....	30
5.7.8 Elektromagnetiska bromsen.....	31
5.8 Uh-byggnader.....	31
5.9 Apparathuset.....	32
5.10 Mellanplanet.....	32
5.11 Antennhuset.....	33

6 Händelser inom projektet	35
6.1 Materielanskaffning	35
6.2 Installation och driftsättning	35
6.3 Tjänstetid och driftuttag	36
6.4 RAMU-utredningen	37
6.5 Avveckling	38
6.6 Modernisering av tele- och mekanikutrustning	38
6.6.1 Utbyte av släpringsenhet och roterskarv (1981)	38
6.6.2 MTI (1981)	39
6.6.3 För- och logförstärkare (1981)	39
6.6.4 Trycklufts-enhet (1981)	39
6.6.5 Införande av ny SM-växlare (1985)	39
6.6.6 Införande av ny lokaloscillator (1986)	40
6.6.7 Utbyte av brusfaktor- och effektmeter (1996)	40
6.6.8 Fjärrkontrollutrustning FKU (1982, 1992)	40
6.6.9 Plastbeläggning av vridsystemets hjul	41
6.6.10 Drivmotorer och växlar	41
7 Underhållsresurser	42
7.1 Uppläggning underhåll	42
7.2 Förebyggande underhåll	42
7.3 Funktionsinriktat underhåll	43
7.4 Driftövervakning	43
7.4.1 PS-15	43
7.4.2 DT-109	43
7.4.3 DT-120 och DT-133	43
7.5 Ledning av underhållsverksamheten	44
7.6 Verkställande underhållsinstanser	44
7.7 Utbildning	44
7.8 Personal	45
7.8.1 Allmänt	45
7.8.2 Personalbehov vid bakre regional uh-resurs	45
7.8.3 Personalbehov vid bakre central uh-resurs	46
7.8.4 Tekniskt underhållsstöd för bakre central uh-resurs	46
8 Dokumentation	48
8.1 Beskrivningar	48
8.2 Reservdelskataloger	49
8.3 Underhållsföreskrifter	49
8.4 UHP-M	50
8.5 Ue-fördelningsplaner	51
8.6 Tillbehörs- och satslistor	51
9 Utrustning	53
9.1 Underhållsutrustning	53
9.1.1 Anläggning	53
9.1.2 Bakre regional uh-resurs	53
9.1.3 Bakre central uh-resurs	53
9.2 Lyftutrustning	54
10 Underhållskostnader	55

10.1 Driftsäkerhetsvärden, funktioner	56
11 Unika händelser	57
11.1 Konkursen	57
11.2 Storm över Manskär	57
11.3 Helikopterproblem	57
11.4 Höjdrädsla	58
11.5 Nära fall.....	58
11.6 Skottsäkert	58
11.7 Branden på PS-15:7	59
12 Erfarenheter.....	60
13 Tekniska data.....	63
13.1 Allmänt PS-15.....	63
13.2 Sändare.....	63
13.3 Antenn.....	64
13.4 Mottagare	64
13.4.1 MTI-mottagare	64
13.4.2 Signalbehandlingsenhet, upptäcktskanal.....	64
13.4.3 Signalbehandlingsenhet, höjdkanal.....	66
13.4.4 Signalbehandlingsenhet, triggpulssystem.....	66
13.5 Hiss.....	67
13.6 Antenn.....	68

Bilagor:

1. Allmänt om masternas konstruktion, tillverkning och montage i tiden
2. Funktionsschema

1 Inledning

1.1 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.

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 master 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 master och vridbord för radarändamål.

Ursprungligen var det meningen att PS-15 skulle kombineras med en flygburen spaningsradar. Tornradarn skulle stå för kontinuiteten medan den flygburna radarn tillfälligt skulle kunna sättas in där det behövdes längre räckvidd och därmed högre höjd än tornradarn medgav.

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

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

Projektet fick beteckningen "Ugglan" och en delegation, under ledning av chefen för Elektroavdelningen, för över till USA för att närmare studera radarn. Omfattande prov och undersökningar gjordes både på marken och vid flygprov.

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

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

1.2 Allmänt

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 synkspuls. 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.

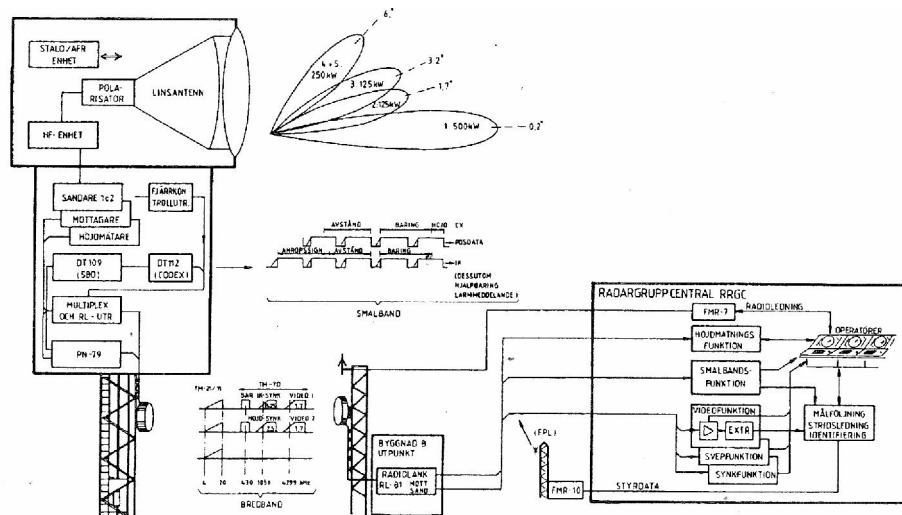
Hela radarutrustningen var installerad på toppen av en 100 meter hög mast vilket medför att radarhorisonten blir ca 45 km. Upptäcktsavståndet för ett mål var under störningsfria förhållanden ca 180 km vid en antagen upptäckts sannolikhet av 90 %. Höjdtäckningen var omkring 3000 m och målets höjd angavs till ett av fyra höjdsikt. 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, apparathus 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 apparathus 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.



PS-15/F ansluten till rrgc, blockschema

2 Apparatbeskrivning

2.1 Sändarenhet

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

Som HF-oscillator används avstämbara koaxialmagnetroner som lämnar en 2 μs puls med en pulseffekt av 1 MW.

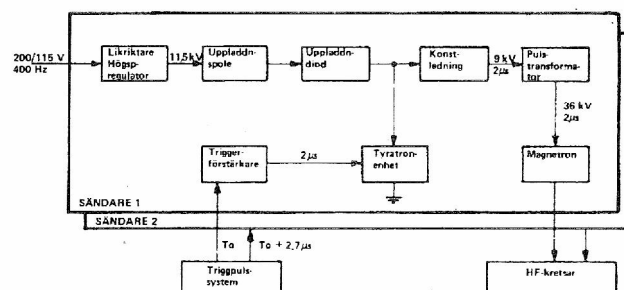
Det användbara frekvensområdet är

- för magnetron SFD-313 5450-5710 MHz
- för magnetron (elektronrör M2466-252700) 5260-5710 MHz

Valet av två sändare som arbetar på skilda frekvenser medför följande förbättringar.

- Uteffekten ökas till dubbla värdet vilket ger ökat upptäcktsavstånd.
- Störskyddsegenskaperna förbättras genom frekvensdiversitet.
- Målfluktuationer utjämnas eftersom dessa inte var lika för skilda frekvenser. Detta innebär ökad upptäcktssannolikhet.
- Bättre operativt utnyttjade eftersom radarn kan användas med endast en sändare i funktion.

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. Sändarstativen kyls liksom övriga i PS-15 ingående stativ genom ett centralt ventilationssystem placerat i mellanplanet.



Sändaren, blockschema

2.2 HF- och staloenhet

Dessa enheter är placerade i tempererade rum i antennhuset på var sida om linsantennen. Temperaturen i rummen hålls mellan +10 - +30°C.

I HF-enheten uppdelas den från sändarna inkommande effekten i fyra olika lobar enligt nedan.

Lob	Utsänd effekt på varje frekvens f1 och f2
1	500 kW
2	150 kW
3	150 kW
4	250 kW

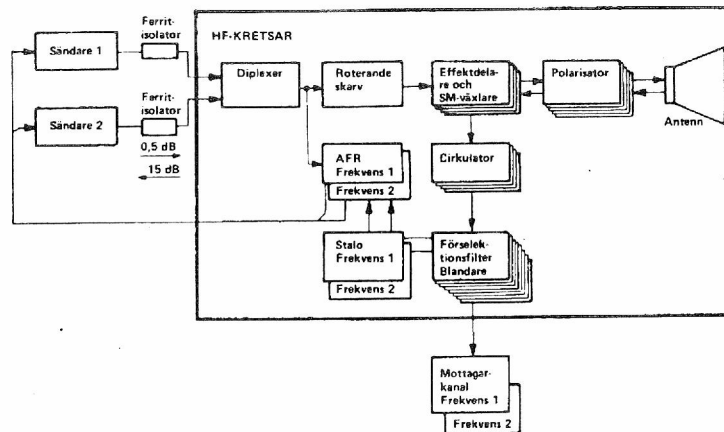
De från varje lob mottagna signalerna matas i HF-enheten till SM-växlare, kristallskyddare och diplexnät. Diplexnätet består för varje lobkanal av en cirkulator och två till respektive sändarfrekvens avstämde förselektionsfilter. I detta nät separeras signalerna på de båda frekvenserna f1 och f2, d v s från HF-stativet (förförstärkarna) matas åtta olika signaler in till mottagarsystemet.

I Staloenheten (Stalo = Stabil oscillator) är de båda lokaloscillatorerna placerade, en för varje SM-enhet. Varje LO är uppbyggd av en kristaloscillator som har tolv fasta frekvenser. Dessa ställs in med en omkopplare på respektive kristaloscillator. Utgången från oscillatorn matas vidare till en frekvensmultiplikator som multiplicerar kristaloscillatorfrekvensen 96 gånger. Staloenheterna är avstämde till frekvenser som ligger 30 MHz över sändarfrekvenserna.

Kristaloscillatorerna i de båda staloenheterna har olika värden på kristallfrekvenserna men är i övrigt lika. Följande frekvenser finns tillgängliga (siffror inom parentes anger motsvarande utfrekvenser efter multiplicering.

STALO 1		STALO 2	
55,000 MHz	(5280 MHz)	55,180 MHz	(5297 MHz)
55,420 MHz	(5320 MHz)	55,600 MHz	(5338 MHz)
55,480 MHz	(5361 MHz)	56,020 MHz	(5378 MHz)
56,260 MHz	(5401 MHz)	56,440 MHz	(5418 MHz)
56,680 MHz	(5441 MHz)	56,860 MHz	(5459 MHz)
57,100 MHz	(5482 MHz)	57,280 MHz	(5499 MHz)
57,520 MHz	(5523 MHz)	57,700 MHz	(5539 MHz)
57,940 MHz	(5562 MHz)	58,120 MHz	(5580 MHz)
58,360 MHz	(5603 MHz)	58,540 MHz	(5620 MHz)
58,780 MHz	(5643 MHz)	58,960 MHz	(5660 MHz)
59,200 MHz	(5683 MHz)	59,380 MHz	(5700 MHz)
59,620 MHz	(5724 MHz)	59,800 MHz	(5741 MHz)

Stalosignalen och sändarsignalen matas till en blandare som lämnar en signal av skillnadsfrekvens till en frekvensdiskriminator. Om skillnadsfrekvensen överstiger eller understiger 30 MHz lämnar frekvensdiskriminators en utsignal som styr inkopplingen av spänningarna till motorn i en avstämningseenhet som mekaniskt avstämmer magnetronen till rätt frekvens.

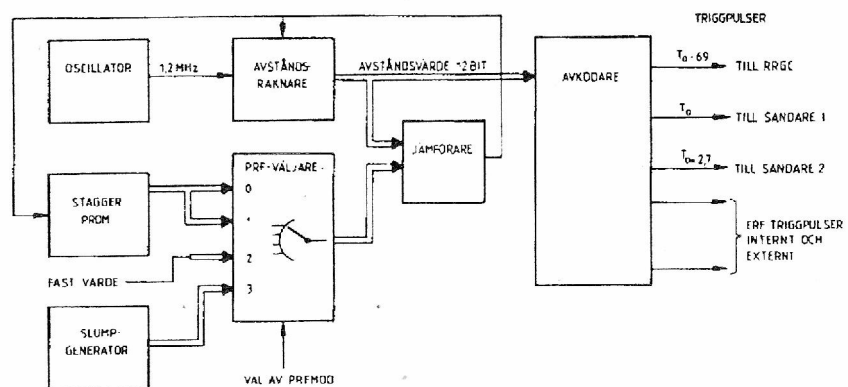


HF-kretsar, blockschema

2.3 Triggpulssystemet

För tidsmässig styrning i radarn och i rrgc alstras ett antal triggpulser med olika tidsläge relativt tidpunkten för triggpuls till sändare 1 (T_0), se bild. Följande triggpulsmöder fanns:

- Fast (unstagger) 500 Hz
- Stagger 1
 Medel-prf 500 Hz ± 15 %
 Staggertal 128:160:136:168:130:152:144:172:
 129: 164:140:170:132:156:148:170
- Stagger 2
 Medel-prf 500 Hz ± 15 %
 Staggertal Stagger 1 i omvänd ordning
- Slumpvis
 Medel-prf 500 Hz ± 5 %



Triggpulssystemet, blockschema

Vid slumpvis prf-mod erhålls talvärdet till jämföraren från en slumpgenerator.

I avkodaren alstras för hela systemet erforderlig såväl inre som yttre trigg-pulser.

2.4 Mottagarenhet

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-staggering. För att förbättra signal/brusförhållandet samt reducera effekten vid icke synkroniserade störningar används videointegratorer i radarsystemet.

Störskyddstekniken i radarsystemet är i huvudsak uppbyggd på nedanstående grundelement.

- Dicke-fix mottagare
- Frekvensdiversitet. Två i frekvens skilda signaler utsänds samtidigt. I mottagarsystemet behandlas de båda frekvenserna separat.
- Rymddiversitet. Signalen från lågloben och högloberna signalbehandlas separat i mottagaren.
- MTI- och KFA-filter (används mot cw, brus, regn och remsstörningar).
- Pulsfrekvens - staggering
- Videointegrator (används mot icke synkroniserade störare).
- Cirkulär polarisation (används mot regnstörningar).

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

- Video 1
- Video 2
- Video 3 (marinens video)

Video 1 är en avståndsvideo som innehåller information från samtliga lober och som tack vare MTI-systemet och störskyddskretsarna utgör den bästa tillgängliga videon även under störda förhållanden.

Video 2 består i MTI-zonen av MTI-information från samtliga lober och i den klotterfria zonen (36-200 km) kan någon av nedanstående signaler väljas (lokalt eller från central)

- automix alla lober
- automix låglog (lob 1)
- automix höglob (lob 2, 3 och 4)
- log alla lober
- log låg lob
- log höglob

När Video 2 signalerna erhålls från logförstärkarna är de alltid sammansatta av logsignalerna på båda frekvenserna. När de erhålls från automixkanalerna är de normalt sammansatta av båda frekvenserna men om manuell frekvens-

blockering är inlagd eller en frekvens är störd erhålls signaler endast från en frekvens.

Video 3

- automix låglob/log låglob

2.5 Radarmanöverenhet

Varje radarstation innehåller en radarmanöverenhet.

Enheten som är placerad mellan de båda sändarna innehåller två 48 V likriktarenheter, en transformator 220 V/115 V 50 Hz för reläsystem, lampor och manöverorgan för fördelning av primärkraft. Radarutrustningens kontroll- och manöverorgan är monterade på fem gängledade paneler placerade på stativets främre del.

2.6 Tryckluftsenheten

Tryckluftssystemet lämnar torkad tryckluft dels till sändarna (utgående tryck 37 PSIG) och dels till vågledarsystemet (utgående tryck 15 PSIG).

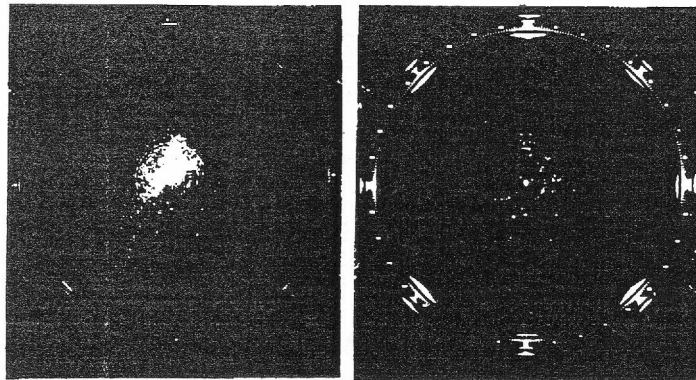
Systemet består av två kompressorer som arbetar växelvis, en ackumulator-tank, filter och två torkkammare.

Tryckluftssystemet levererar också för serviceändamål otorkad tryckluft av ett tryck av ca 80 PSIG (1 PSIG motsvarar ca 0,07 atö).

3 Signalbehandlingssystem

3.1 MTI, översikt

Radar med MTI (Moving Target Indication) används för att man skall kunna upptäcka rörliga mål i områden med starka mark- och sjöekon.



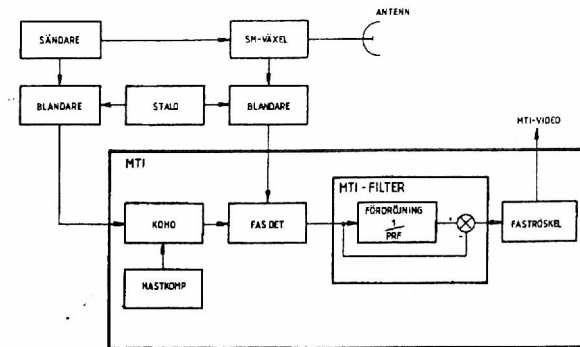
PPI-bilder som visar MTI-funktionens verkan på klotterområden

MTI-systemet i PS-15 är ett linjärt kvadratur-MTI med hastighetskompensering.

I MTI-systemen utnyttjas dopplerprincipen för upptäckt av rörliga mål. Dopplerprincipen innebär att om två objekt befinner sig i relativ rörelse i förhållande till varandra, så kommer den signal som utsänds från det ena objektet att vara skiftad i frekvens när den tas emot av det andra objektet. Skillnaden mellan den utsända och den mottagna signalens frekvens utgör den så kallade dopplerfrekvensen.

Av detta framgår att de i radarn mottagna signalerna från rörliga mål kommer att ha en kontinuerligt varierande fas relativt den utsända signalen. Fasändringen detekteras genom att ekosignalen jämförs med en referenssignal som är koherent med, d v s faslåst till den utsända signalen. Jämförelsen sker i en fasdetektor efter det att båda signalerna har transponerats till en lämplig mellanfrekvens.

3.2 Koherent MTI



Stalon är en mycket stabil lokaloscillator. Dess signal används för att transponera HF-signalerna till en lämplig mellanfrekvens.

Koherentoscillatorn är en MF-oscillator vars utsignal är koherent med den utsända HF-signalen. Detta åstadkoms genom att kohon fasläses med blandningssignalen mellan stalosignalen och sändarsignalen varje gång sändaren sänder ut en puls.

De mottagna ekosignalerna sänds efter transponering till mellanfrekvens till fasdetektorn, där de fasjämförs med kohosignalen.

3.3 MTI-kanal 1 och 2

PS-15/F är normalt en diversitetsradar, varför signalerna från frekvens 1 och 2 behandlas var för sig i kanal 1 respektive kanal 2. Detta gäller dock inte inom avståndsintervallet 0-60 km. För att förbättra höjdmätningfunktionen tas signaler till höjdmätningsskanalen inom 0-60 km från MTI-kanal 1 och 2. Av denna anledning behandlas i dessa kanaler, inom detta intervall, låglob respektive höglob från en av frekvenserna (normalt f1). Härav förstås att PS-15/F i det ostörda fallet inte arbetar som en diversitetsradar inom avståndsintervallet 0-60 km. Då störning har detekterats kopplas höjdmätarfunktionen bort och diversitet erhålls från 0-200 km.

3.4 Upptäcktskanal

I upptäcktskanalen ingår bl a följande:

- Linjär mottagare (LIN)
- Dicke-fixmottagare (DFx)
- Linjärt kvadratur MTI med hastighetskompensering
- KFA-filter
- Videointegrator

Två typer av Dicke-fix förstärkare finns, dels de ursprungliga, dels de i samband med modifiering nytillkomna.

Signalbehandlingen är uppbyggd så att såväl oavsiktliga som avsiktliga störningar skall reduceras så mycket som möjligt.

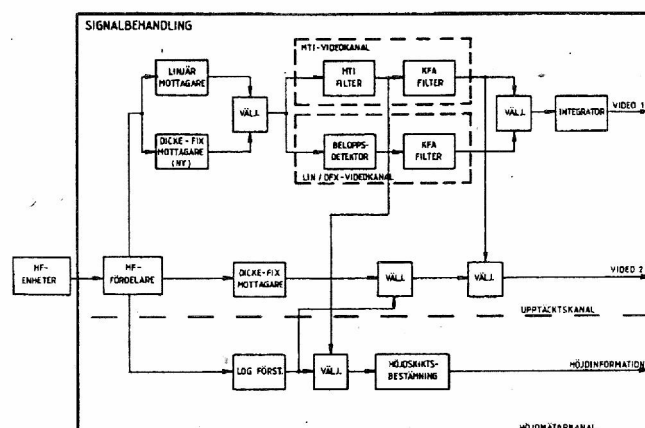
Radarns yttäckningsområde är ur upptäcktssynpunkt indelat i två avstånds-zoner, en klotterzon och en klotterfri zon. Klotterzonen täcker avståndsområdet 0-36 km. Avståndet 36 km är det ungefärliga avståndet till radarhorisonten. Inom detta avståndsområde är MTI alltid inkopplat.

Den klotterfria zonen täcker avståndsområdet 36-200 km och inom detta område kopplas MTI in där klotter har detekterats.

Signalbehandlingen är till största delen digital och styrs med hjälp av en mikroprocessor.

3.5 MF-fördelare

Informationen till mottagarsystemet erhålls i form av MF-signaler på åtta kanaler, en kanal för varje lob och frekvens. Signalerna summeras enligt ett bestämt mönster så att de signalkombinationer bildas som erfordras för avstånds- och höjdbestämningen.



Signalbehandlingssystem, blockschema

Valet mellan linjär och Dicke-fix mottagare sker normalt automatiskt med hänsyn till den rådande störsituationen.

För att eliminera störekon från regn- och remsmoln samt ge konstant falsklarmrisk vid aktiv störning finns KFA-filer i såväl MTI som LIN/DFx-videokanalen.

Valet mellan MTI och LIN/DFx-video sker normalt automatiskt med hänsyn till den rådande klottersituationen och de båda videotyperna ger kombinerat video 1.

Video 1 integreras för förbättring av signal/brusförhållandet samt för undertryckning av operiodiska störningar.

Video 1 kanalen består av ett antal underkanaler

- MTI-kanal 1 och 2 (lika)

- MTI-videokanal
- LIN/DFx videokanal

3.6 Höjdmätarkanal

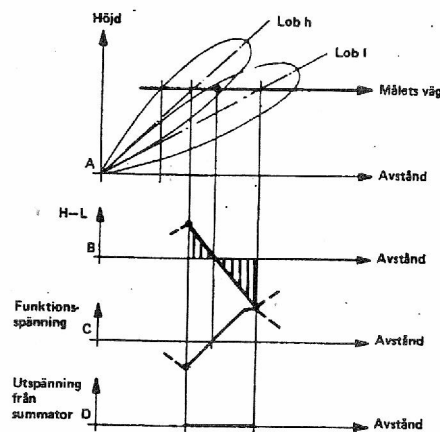
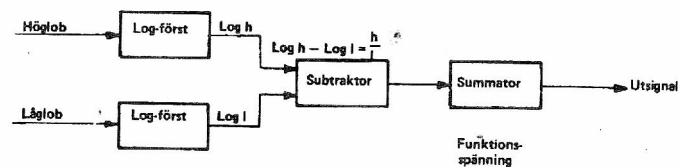
Höjdinformationen utgörs av en kodad signal, vilken innehåller information om i vilket av fyra höjdsikt ett mål befinner sig. Underlaget för höjdmätning utgörs inom avståndsområdet 0-60 km av MTI-video, där klottersituationen så erfordrar, och utanför av logaritmisk video ut till 90 km vilket är den yttre gränsen för höjdmätning.

Höjdsdikten är 0-500 m, 500-1250 m, 1250-2000 m och över 2000 m

Principer för höjdberäkning

Betrakta en mottagare med två kanaler, där de båda mottagarloberna är lika och loberna skär varandra enligt kurva A, se bild.

I höjdmätaren bestäms för de tre höjdnivåerna om målet är över eller under denna nivå. Kodenheten omvandlar sedan de tre beslutsnivåerna och lämnar en puls, vars amplitud och pulstid beror på i vilket av de fyra höjdsdikten målet befinner sig.

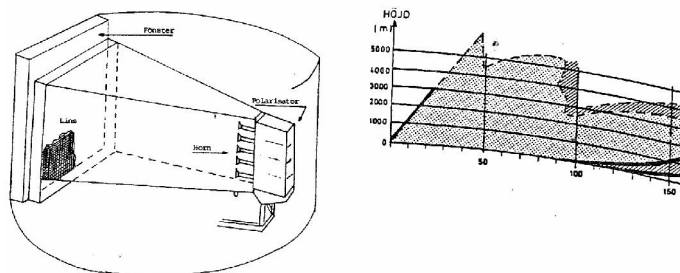


Utsignalens amplitud och pulstid är beroende på i vilket höjdsikt målet har detekterats enligt tabell.

Insignal till kodenhet	Målet befinner sig i		Kodad utsignal	
	höjdintervall	skikt	ampl	pulstid
1 2 3			V	μ s
000	0-500 m	1	1	1
100	500-1250 m	2	2	1
110	1250-2000 m	3	1	2
111	>2000 m	4	2	2

3.7 Antennenhet

Antennen är en sk linsantenn som har formen av en rektangulär trutt och består av en metallins längst fram och fem hornmatare. Linsen är uppbyggd av ett stort antal tätt packade kvadratiska vågledare med olika avstämde längder monterade i ett sådant mönster så att ett antal fokuseringspunkter formar de utgående loberna från hornmatarna så att de staplas i samma vertikala plan på sådant sätt att erforderlig höjdinformation kan erhållas.



Antenn och Lobdiagram

En hornmatare används för varje lob med undantag av den fjärde loben som bildas med hjälp av två hornmatare. Den horisontella lobbredden är 1° . Fyra olika polarisationsmöjligheter av den utsända strålningen finns, linjär horisontell, linjär vertikal, cirkulär medurs och cirkulär moturs.

I antennen förinställs manuellt en linjär-cirkulär polarisationskombination (exempelvis linjär horisontell och cirkulär medurs). Från radarmanöverheten eller fjärrmanöverplatsen kan sedan den cirkulära eller den linjära polarisationen i den förinställda polarisationskombinationen väljas.

4 Överföring

För överföring av radarinformation till en central erfordras ett överförings-system som kan ta hand om signaler, manövrar och larmar. Mellan PS-15 och rrgc överfördes från början och fram till mitten av 1980-talet informationen Bredbandigt (BBÖ).

I mitten av 1970-talet började smalbandsöverföring (SBÖ) införas för att till att börja med förse marinen med bild. I slutet av 1970-talet byggdes SBÖ-systemet ut och samtliga PS-15 försågs med SBÖ. Av kostnadsskäl kasserades BBÖ-systemet successivt och var helt ersatt av DT-109 i slutet på 1980-talet.

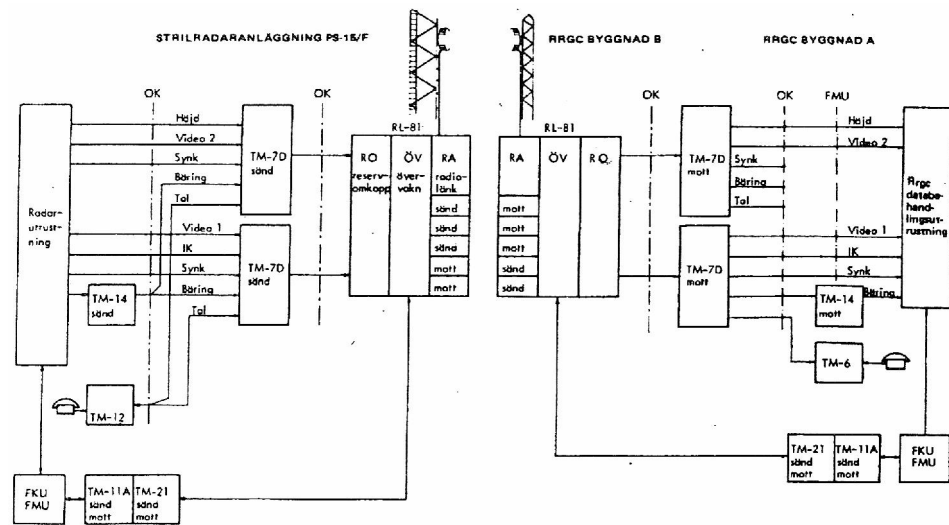
4.1 Bredbandsöverföring (BBÖ)

För överföring av radarinformation till centraler erfordras ett bredbandigt överföringssystem om databehandling av informationen inte utförs på radarn. Bandbredden på förbindelsen bestäms med utgångspunkt från det krav som databehandlingsutrustningen ställer med avseende på signalåtergivning.

De signaler som utgörs av likspänningspulser och där kravet på korta stig- och falltider var högt på grund av pulstidsdetektering erfordras stor bandbredd. Mellan PS-15/F och rrgc överförs höjdsignaler och IK-information av denna anledning på den bredbandiga kanalen ($B = 2,5$ MHz) i de båda basbanden.

För överföring av videosignaler bestäms bandbredden i första hand av radarstationens pulstid och databehandlingsutrustningens konstruktion. Mellan PS-15/F och rrgc var videokanalernas bandbredd 1,7 MHz.

För överföring av radarinformation, tal, mät- och manöversignaler mellan PS-15/F och rrgc utnyttjas ett överföringssystem, se bild.



Överföring mellan PS-15/F och rrgc

I detta överföringssystem tillämpas bredbandig överföring av informationen. Sammanlagring av de olika signalerna från radarn sker med multiplexutrustningar. Dessa möjliggör samtidig överföring av ett stort antal olika informationer - videosignal, synksignal, bäringssignal, talsignal, mätsignaler och manöversignaler.

Som radiolänk används RL-81 vilken var en frekvensmodulerad utrustning. Räckvidden bestäms i hög grad av antennplacering, mellanliggande terräng etc, men var i allmänhet något över optiskt räckvidd, cirka 45 km. Vid större överföringsavstånd kopplas relästationer in i länkstråket. Vid mycket korta överföringsavstånd utgörs förbindelsen mellan PS-15/F och rrgc av koaxialkabel i stället för RL-81.

4.2 Smalbandsöverföring (SBÖ)

Smalbandig överföring (SBÖ) av radarinformation tillämpas för att i första hand öka strilsystemets flexibilitet och att möjliggöra överföring av radarinformation när överföringsavståndet var för stort för bredbandsöverföring. Härvid sker viss behandling av radarinformationen på radarstationen varefter informationen överförs till rrgc som datameddelande på talkanaler i befintliga tråd- och radiolänknät i form av "200"-meddelande.

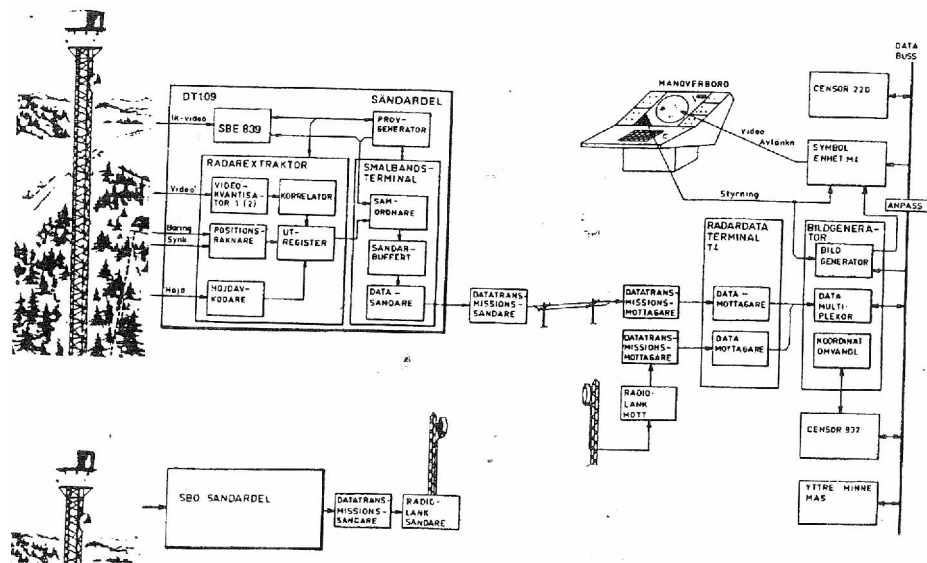
Från början var PS-15 stelt uppkopplade mot en central via FKU-systemet men efter ombyggnad av FKU och införandet av spridare blev systemet mycket mer flexibelt. Efter införande av den nya centralenheten i FKU kunde varje central manövrera upp till sex PS-15.

Eftersom endast en central i taget kunde manövrera en PS-15 skedde en prioritering i spridaren på så sätt att den central som först ringer upp spridaren får manövrerrätten. På FKU centralenhet visas vilken central som har

manövern över en viss radar. Alla anslutna centraler erhöj dock larmar och indikeringar på inställda parametrar.

Byggnadslarmar överfördes förutom på FKU även via FÖ/FTN till någon vakt eller central.

MTK hade möjlighet att över en särskild förbindelse styra vilken PS-15 en viss spridare skulle ringa upp. De kunde också beordra spridaren att koppla bort samtliga uppringda centraler.



SBÖ-systemets uppbyggnad

Funktionskedjor med smalbandig överföring av radarinformation erhålls med följande utrustning:

- Datatransmissionsutrustning 109 (DT-109)
- Datatransmissionsutrustning 133 (DT-133)
- Databehandlingsutrustning 205 i rrgc (DBU 205)
-

DT-109 utrustningen (liksom DT-133) var placerad i ett stativ i apparathuset benämmt SBÖ Sändardel i vilket följande enheter ingår:

- Radarextraktor
- Signalbehandlingsenhet 839 (IK-extraktor)
- Smalbandsterminal
- Provgenerator

I radarextraktorn behandlas videosignalen så att den onyttiga informationen, brus, störningar och fasta ekon undertrycks och den nyttiga informationen framhävs.

När en godkänd ekopuls erhålls avläses målets karakteristiska data: bäring, avstånd och höjd.

SBE 839 behandlar inkommande IK-svar bl a med avseende på kodkontroll och filtrering av osynkrona svar. Om IK-svaret godkänns avläses bäring, avstånd och identitet.

Smalbandsterminalen samordnar utsändandet av information från radarextraktorn, SBE 839 och provgeneratoren. Informationen sänds i form av ett datameddelande med datahastigheten 4800 bitar per sekund.

Datatransmissionsutrustning 133 anpassar informationen för överföring i en telefonkanal med frekvensområdet 300-3400 Hz. Moduleringsmetoden var en kombination av fas- och amplitudmodulering så att moduleringshastigheten blir 1600 baud.

I rrgc behandlas smalbandsdata i två skåp benämnda radardataterminal och bildgenerator. Informationen kontrolleras i datamottagare innan den över en datamultiplexor lagras i en minnesenhet benämnd MAS (multi access store).

Informationen presenteras på operatörernas indikatorer samt utgör dessutom indata för målföljning, höjdmätning och identifiering.

4.3 Kontrollutrustning

Eftersom PS-15 var obemannad under operativ drift erfordras att radarn kontinuerligt kunde manövreras och övervakas från rrgc.

Från början och fram till mitten av 1980-talet användes bredbandsöverföring för detta men från slutet av 1970-talet infördes successivt smalbandig överföring. Se avsnitt överföring.

Från den central som hade manövern över aktuell PS-15 kan så gott som alla manövrar som kan göras lokalt även göras från centralen. På alla centraler som hade FKU-utrustning för PS-15 kunde alla larmar och indikeringar avläsas.

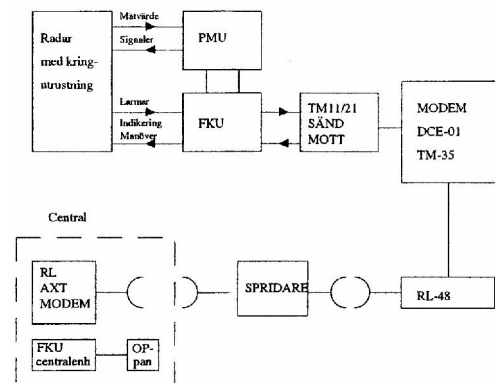
För att uppnå detta fanns följande utrustning.

På radarstationen:

- Fjärrkontrollutrustning (FKU)
- Prestandamätutrustning (PMU)
- Utrustning för funktionsövervakning (BITE)

På centralen:

- FKU centralenhet (TVAK)
- FKU OP-panel (målld)



Kontrollutrustning, blockschema

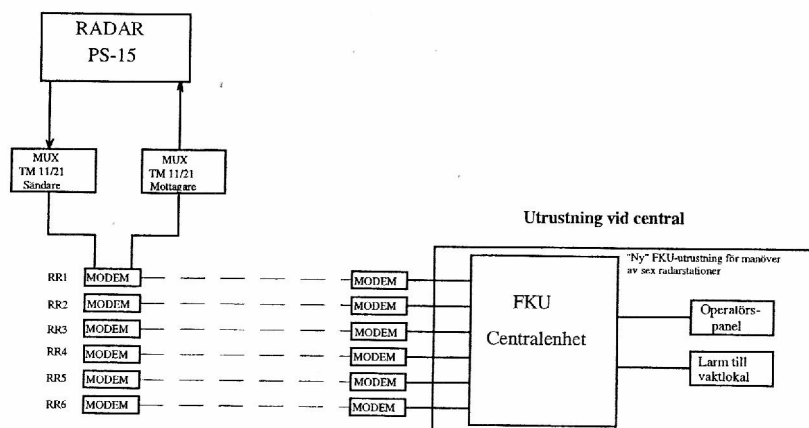
4.4 Fjärrkontrollutrustning

Fjärrkontrollutrustning (FKU) var avsedd för manövrering och övervakning av PS-15 från rrgc och Lfc. Överföringen sker via modem DT 133 eller DT 120 "backkanal". Överföringen sker med hastighet 75 Baud. Varje central kan manövrera max sex PS-15. Endast en central kan vid samma tillfälle manövrera en PS-15 men däremot kan samtliga inkopplade centraler erhålla larmar och indikeringar från denna station.

Följande kan utföras från central:

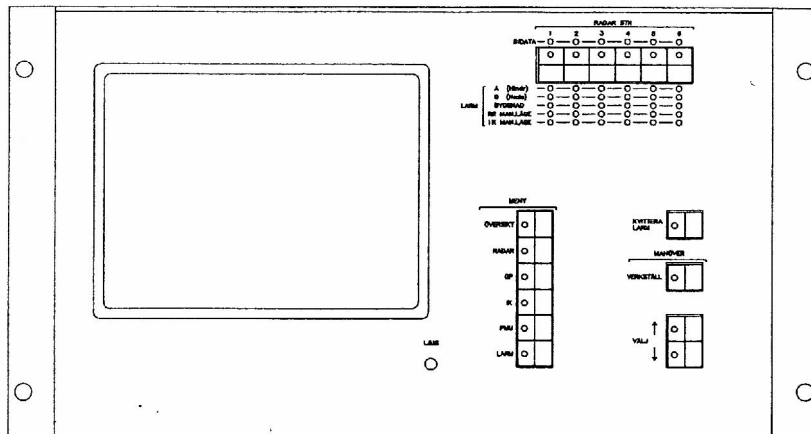
- Fjärrmanövrering av samtliga funktioner PS-15
- Fjärrmanövrering av PI-875 (IK)
- Larmmottagning från PS-15, PI-875, Radiolänk och övrig kringutrustning
- Sanna indikeringar på manöverlägen kan erhållas

Utrustning på radarstationen

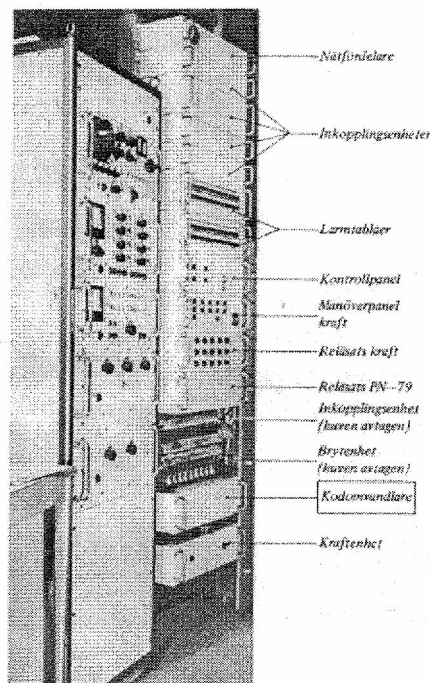


Utrustning på radarstationen

Utrustningen på PS-15 består av Centralenhet. Utrustningen i centralerna består av Centralenhet och OP-panel. Överföring mellan mast och central sker på samma förbindelse som för överföring av videosignaler. På PS-15 utnyttjas TM-11/21 för fjärrmanövrering, men i centralerna var denna funktion inbyggd i centralenheten, se bild.



Valet om radarstationen skall manövreras lokalt eller i fjärr görs på stationen med hjälp av en nyckelbrytare. Manöverfunktionerna var uppdelade i primära och sekundära funktioner. Vid överlämning till fjärr överlämnas båda funktionerna med nyckeln men vid överlämning till lokal måste man lokalt särskilt överta de sekundära funktionerna. Vid avbrott i förbindelsen skall stationen inte falla bort utan fortsätta lämna bild. Stationen fortsätter därför i samma läge som innan förbindelseavbrott.



FKU-stativ

4.5 Prestandamätutrustning (PMU)

I prestandamätutrustningen ingår följande enheter:

- Spektrumanalysator
- Brusfaktormeter
- HF-effektmeter
- Signalgenerator för MF
- Signalgenerator för MTI

Med fjärrkontrollutrustningen kan signalgeneratorerna för MF och MTI fjärrmanövreras från rrgc. Från all mätutrustning utom spektrumanalysatorn erhålls indikeringar och mätsignaler till rrgc över fjärrkontrollutrustningen.

Brusfaktormetern mäter kontinuerlig brusfaktorn på samtliga mottagarkanalerna under mellansvepsperioden. Om brusfaktorn överstiger den inställda larmnivån på någon av de åtta mottagarkanalerna erhålls en larmsignal vilken överförs över fjärrkontrollutrustningen till rrgc.

HF-effektmetern mäter den utgående effekten från de båda sändarna och den reflekterade effekten från vågledarsystemet. Om den utgående effekten understiger larmnivån eller om den reflekterade effekten överstiger larmnivån, utgår larm dels lokalt, dels över fjärrkontrollutrustningen.

Signalgeneratoren för MF innehåller tre generatorer, MF-känslighets-höjdmätarprov- och störsignalgenerator, vilka används för att kontrollera radarns mottagar- och höjdmätarkretsar. Signalgeneratoren kan manövreras från rrgc eller lokalt. Signalerna matas till de olika radarkretsarna. MF-känsligheten kan bedömas på central. Övriga funktioner används lokalt på radarn.

Signalgeneratoren för MTI används för att kontrollera radarns MTI-kretsar. Kontrollen utförs med en MF-signal, varvid kontrollen omfattar hela MTI-systemet.

4.6 Fjärrmätutrustning

Fjärrmätutrustningen som från början fanns på PS-15 demonterades och utgick i samband med att bredbandsöverföringen togs bort.

Fjärrmätutrustningens uppgift var att kunna göra ganska ingående felsökningar på radarn från rrgc.

Mätningen skedde genom manuellt val av mätpunkt från rrgc. Mätutrustningen kunde maximalt bestyckas för anslutning av 448 mätpunkter.

Signalen i den valda mätpunkten överfördes i kodad form till radarn, över TM-21, TM-11 och RL-81, varvid en siffervoltmeter kopplades in till mätpunkten.

I de flesta mätpunkter var spänningen normerad till 1 V. Mätresultatet kodades och överfördes till rrgc där resultatet presenterades på sifferrör.

5 Mast och hiss

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.

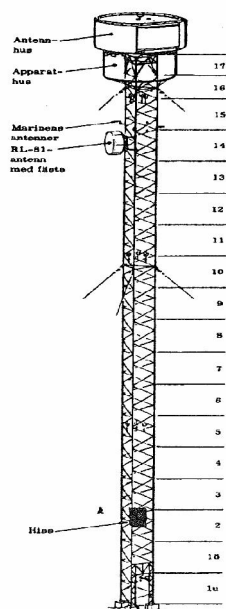
Masten var ca 100 m hög och hade ca 4 m sida. Apparathuset hade en diameter av ca 9 m och en höjd av ca 5 m, varav ca 1,2 m bildar ett mellanplan för antennhusets vridanordning. Antennhuset hade en diameter av ca 11 m och en höjd av ca 5,5 m. För person- och materieltransporter fanns en bensindriven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

Masten var utrustad med inbrottslarm och en brandskyddsanläggning.

Mast PS-15/F bestod av följande huvuddelar:

- mast med fundament och stag
- apparathus
- mellanplan
- antennhus

5.1 Masten



Masten var uppbyggda av 17 triangelformiga sektioner.

Härtill kom en 18:e sektion, som utgjorde upplag för vridanordningen och kring vilken apparathuset var

uppbyggt och som kunde anses vara en fortsättning av masten. Masten stod på ett betongfundament och stagades med sex stag fördelade på två nivåer.

Utöver apparat- och antennhusen i toppen fanns följande enheter anbringade i masten:

- klätter- och kabelstegar
- RL-antenn med fäste samt rundstrålande antenner och riktantenn för marinen
- hinderljus
- vindhastighets- och temperaturgivare

5.2 Sektionerna

Varje sektion med undantag för fotsektionen utgjordes av tre vertikalar. Varje sektionssida utgjordes av tre diagonalrör, som var tillslutna i ändarna så att ingen invändig kondens med risk för dolt rostangrepp inifrån kunde uppstå. De var fastskruvade i fästörön på vertikalarören. Sektionerna var hopskruvade i flänsar på vertikalarören.

Stagen var fästa i sektionerna 10 och 16 som därför hade ett horisontalförband runt om i stagnivån.

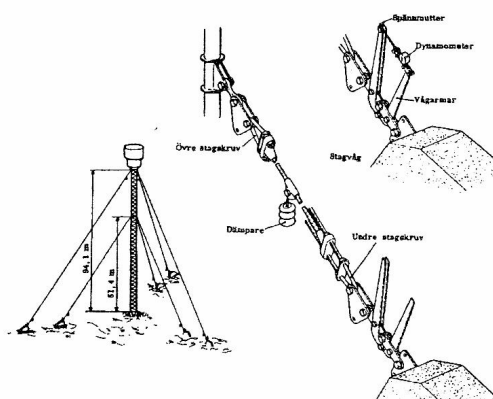
Sektionen omedelbart under apparathuset hade ett stålfackverk på vilket apparathuset vilade.

5.3 Mastfundamentet

Fundamentens utförande var beroende av om fundamentet vilar på jord eller berg, markens bärighet respektive bergets struktur allt enligt Fortifikationsförvaltningens anvisningar.

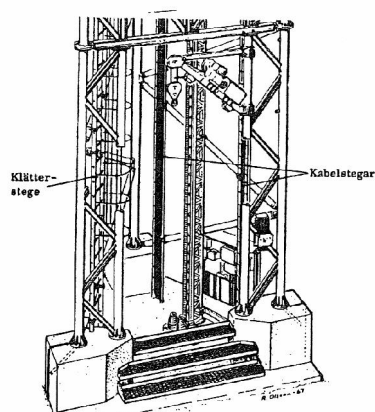
Ett mastfundament på jord har dimensionen 8,5x8,5x0,7 m. Ovanpå plattan gjuts de ca 1 m höga plintarna för de tre mastehörnrörerna. Samma förutsättningar gäller även för stagfundamenten som är belägna 65 respektive 100 m från mastfundamentet. Bottenplattan för varje stagfundament är 6,5x4,0x0,5 m och dess ovankant skall finnas på frostfritt djup minimum 1,0 m. I samma stycke som bottenplattan gjuts plintar för stagfäste. Plintens bredd är 0,6 m, höjd över mark 1,1 m och längd 4,4 m. Plint och bottenplatta är armerade med hänsyn till det maximala lindraget av 47,5 ton.

5.4 Stagen



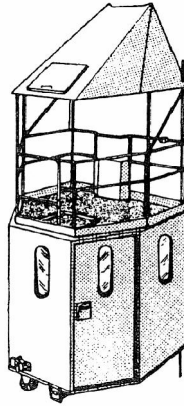
Masten var stagad i två stagplan med tre stag i varje plan. Stagen var fästa mellan fästöron på vertikallrören och fästplattor på ett betongfundament för varje stag. I båda ändar på stagen fanns stagskruvar och ett par triangulära länkplattor. Det tredje hålet i länkplattorna användes vid uppsättning och utbyte av stagen. Samtliga stag var försedda med stagvåg för mätning av förspänningskraften med dynamometer. Förspänningskraften i stagen justeras med de långa nedre stagskruvarna.

5.5 Stegarna



Klätterstegen satt i hörnet på styrgejdssidan och slutade en bit ovanför fundamentplattan. Den var försedd med skyddsbågar upp till hissens övre stannplan. Den sista delen av stegen var helt inbyggd.

5.6 Masthiss, K



Masthissen var avsedd för person- och materialtransporter. Hissen hade en bensinmotor, som via ett pinnstångsmaskineri drev hissen längs en i mastens diagonaler fastbultad pinnstångsgejder. Instrument och kontrollorgan var placerade framför förarplatsen. Persontransport skedde i hisskorgen, materialtransport inom lastmarkerad yta på korgtaket.

För att komma till taket fanns det en väggfast stege och en låsbar taklucka.

5.7 Konstruktion och verkningsätt

5.7.1 Hisskorgen

Korgen var byggd av aluminium på en bärande ramkonstruktion av stål. Väggarna var värmeisolerade med glasfibermaterial.

Korgtaket var lastutrymme för större och tyngre gods.

Runt korgtaket fanns ett skyddsräcke och ovanför detta ett skyddstak av stålplåt. Taket skyddade mot bl a nedfallande is och snö. Räcket var nedtill försett med sparklist samt hade ett löstagbart parti för att underlätta i- och urlastning på korgtaket.

I- och urstigning från korgen skedde vid marken genom en dörr. Vid övre stannplanet skedde i- och urstigning genom takluckan. Till dörrlåset var en mikroströmställare kopplad som slöt motorns tändström när dörren låstes. Korgen har sex lutande fönster som gav reflexfri sikt i alla väderstreck.

5.7.2 Motorn

Drivmotorn var en 4-cylindring Volvo B18C-motor av industriutförande. Motorn var försedd med varvtalsregulator för ett högsta varvtal av 3000 r/m.

Motorn var inbyggd i en ljudisolerad huv som lätt kunde öppnas och avlägsnas så att motorn blev åtkomlig för serviceåtgärder.

5.7.3 Slirkopplingen

Kopplingen mellan motor och växellådan var en standard torrlamell slirkoppling och manövrerades med pedal.

5.7.4 Växellådan

Monterad till motorn fanns en fram- och backväxellåda med lägen för körning upp, 0-läge samt körning ner.

Utväxling 1:1 i båda riktningarna. Växellådan manövrerades med handspak.

5.7.5 Styrskenan

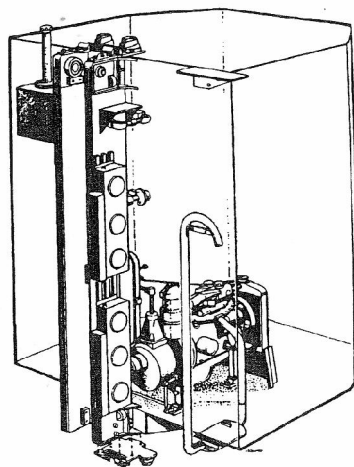
Hisskorgen var i sidled styrd av ett rullställ som löpte mot en styrskena infäst i mastens diagonaler.

Rullstället är försett med isskrapor.

5.7.6 Säkerhetskopplingen

Mellan växellåda och pinnstångsmaskineri fanns en säkerhetskoppling som trädde i funktion vid större överbelastning eller vid stoppkörning mot exempelvis buffertar.

5.7.7 Pinnstångsmaskineriet



Hissen var försedd med två drivande pinnstångsmaskinerier. Varje maskineri hade tre utgående axlar med pinnrev som stod i ingrepp mot ge-

dens pinnstång. Varje maskineri bestod av tre parallellkopplade självhämmande skruvväxlar - utväxling 60:1 - inbyggda i en helsvetsad låda av stålplåt.

Det nedre maskineriet var med säkerhetskopplingen förbundet med växellåda och motor.

De båda maskinerierna var sammanbundna med en kedjeväxel av duplex typ. Ändlösa kedjor utan kedjelås användes.

I händelse av motorstopp skulle hissen kunna köras ned till marken utan den ordinarie drivmotorn. Till övre pinnstångsmaskineriet fanns därför en kopplingsanordning för elektrisk reservdrivutrustning eller handvev.

5.7.8 Elektromagnetiska bromsen

Till vevuttaget på övre pinnstångsmaskineriet var en elektromagnetisk broms ansluten. Om hissens säkerhetskrets (utom gränsställaren vid veven) var hel, lättades bromsen elektriskt då tändningsnyckeln vreds om.

Bromsen var ej nödvändig för hissens funktion och användning. Hissen stannade betydligt snabbare med broms.

5.8 Uh-byggnader

Utrymme för underhållsåtgärder och personalutrymmen fanns i en underhållsbarack i nära anslutning till masten. Baracken som var inbrottslarmad innehöll förutom personalutrymmen en verkstad med verkstadsutrustning för att klara mindre tele- och mekaniska reparationer. Dessutom fanns ett mindre OP-rum för marinens räkning.

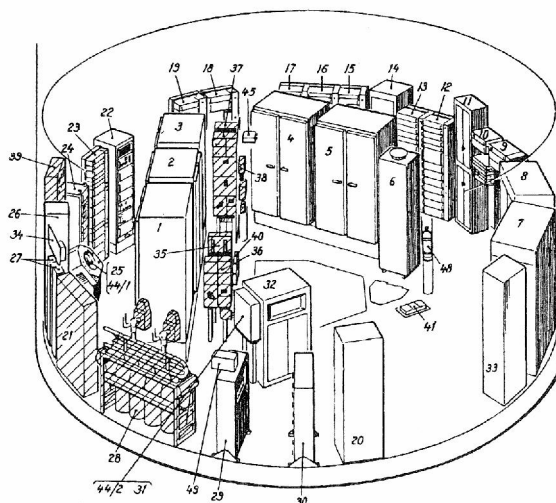
I anslutning till baracken fanns också en reservkraftbyggnad innehållande två reservkraftaggregat på vardera 144 kVA, varav ett räckte till för att förse anläggningen med erforderlig kraft. Ett stod som reserv.

I kraggrummet stod även två 400 Hz/200 V omformare avsedda för radar-elektroniken. Omformarna kördes växelvis i sexveckors etapper för att få ett jämnt slitage. Dessutom fanns startbatterier för reservkraften och manöverskåp.

5.9 Apparathuset

Apparathuset var cirkulärt och uppbyggt kring en 18:e triangelsektion som utgjorde en fortsättning på masten. Det utgjordes av tårtsbitsliknande sektioner, som var uppbyggda av en balkkonstruktion med dubbla, värme-

isolerade väggar av aluminiumplåt. Golvet var uppbyggt och isolerat på samma sätt som apparathusetets väggar och vilade på ett stålbjälklag. Det var belagt med vinyl-asbest-plattor på de ytor som kunde beträdas.



- | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Sändare I | 17 Stationsutrustningsstativ | 33 Kvävgasutrustning |
| 2 Kontrollstativ | 18 Stationsutrustningsstativ | 34 Manöverutrustning |
| 3 Sändare II | 19 Stationsutrustningsstativ | 35 Elcentral A1 |
| 4 Mottagare | 20 Signalbehandlingsstativ | 36 Elcentral B1 |
| 5 MTI-stativ | 21 Brandskåp | 37 Elcentral C1a |
| 6 Kompressor | 22 Master Trigger | 38 Nödbelysningscentral |
| 7 RL-81 | 23 Centralenhet | 39 Manöverskåp (för vridsystemet) |
| 8 RL-81 | 24 Instrumentsstativ | 40 Kopplingscentral |
| 9 Övervakningsutrustning | 25 Övervakningsindikator | 41 Brattbergskoppling |
| 10 Övervakningsutrustning | 26 Radiolänk | 44 Indikatorbox |
| 11 Omkopplingsstativ | 27 Ra 800 | 45 Fördelningslåda |
| 12 TM-7 | 28 Kolsyrebatteri | 48 Brandsläckare |
| 13 TM-7 | 29 PPU-stativ | 49 Kopplingsbox UFN |
| 14 TM-9 | 30 Telerstativ | |
| 15 TM-2 | 31 PN-79-utrustning | |
| 16 Stationsutrustningsstativ | 32 Märkstativ | |

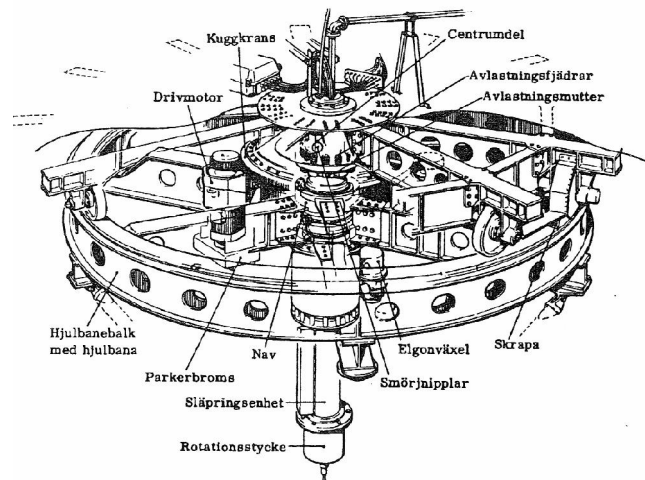
Apparathuset

5.10 Mellanplanet

Mellanplanet utgjordes av utrymmet mellan antennhusets golv och apparathusetets tak. Det omslötts av en enkel, oisolerad plåtvägg. Tätningen mellan mellanplanet och det roterande antennhuset utgjordes av en enkel labyrinth, kompletterad med en flexibel tätning.

I mellanplanet fanns huvuddelen av vridsystemet, som bestod av en fast del, hopbyggd med mastens förlängning genom apparathuset, och en rörlig del, hopbyggd med antennhuset. Från den rörliga delen hängde en släpringsenhet och en rotationsskarv ner i apparathuset. Till den rörliga delen var vidare en elgonväxel i apparathuset kopplad.

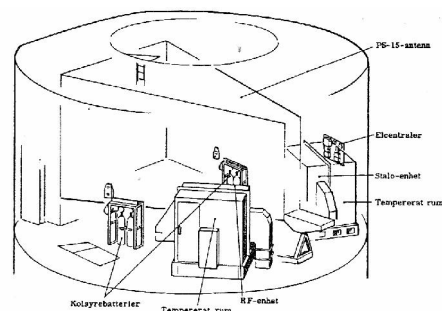
I mellanplanet fanns vidare ventilationsenheterna för apparathusetets ventilationssystem och en arbetsplattform som kunde skjutas ut utanför antennhuset.



5.11 Antennhuset

Antennhuset hade ca 2 m större diameter än apparathuset så att det gick ca 1 m utanför apparathuset. Det var uppbyggt kring ett rymdfackverk av stål med horisontala aluminiumstöd. Rymdfackverket vilade på vridanordningens rörliga armkors, som dessutom bar upp ett bjälklag för PS-15-antennen, RF-enheten och Staloenheten. Väggekonstruktionen var i princip densamma som för apparathuset med den skillnaden att väggen i antennhuset var enkel och isolerad.

En stor del av utrymmet upptogs av en PS-15-antenn som hade formen av en rektangulär tratt och stod på ett speciellt upplag. Tratten var vänd mot ett glasfiberarmerat plastfönster som var så upphängt att det kunde flyttas utåt ett stycke. Fönstret kunde lyftas och firas mellan antennhuset och marken med ett balklyftdon i antennhusetaket. Under antennfönstret, på utsidan av antennhuset, var en PN-79-antenn fäst.

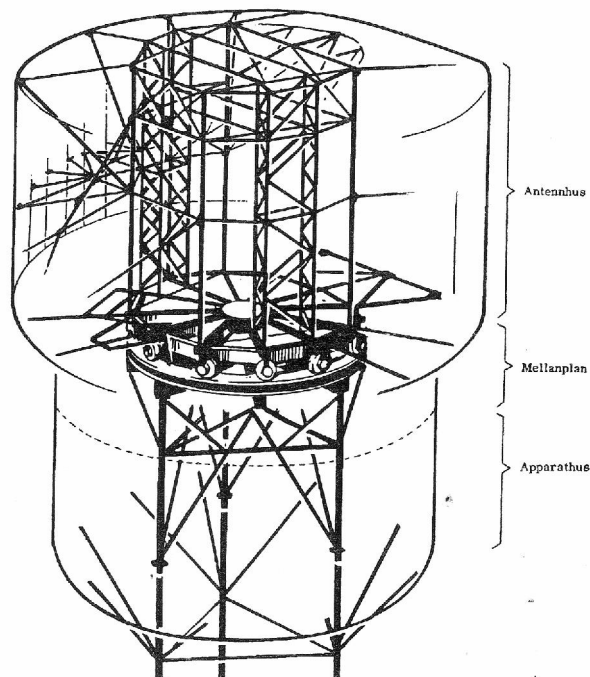


Antennhuset

På vardera sidan om PS-15-antennen fanns en elektronisk enhet på var sitt upplag, ett kolsyrebatteri och en bågformig I-balk med blockvagn. För blockvagnarna fanns ett gemensamt block som dessutom användes för hisslockan i apparatgolvets. Eftersom antennhuset inte var värmeisolerat hade de elektroniska enheterna var sitt tempererat rum som var uppbyggt av

aluminiumprofiler med täckplåt. De tempererade rummen var isolerade och värmdes med termostatreglerade elvärmare.

Själva enheterna hade inbyggda ventilationssystem, vars intag var nerdragna genom golvet så att den ingående luften passerade mellanplanet. Kylflötsuttagen var riktade mot golvet så att en begränsad tvångscirkulation erhöles i antennhuset.



6 Händelser inom projektet

6.1 Materielanskaffning

Elektronikutrustningen bestående av antennutrustning, sändare mottagare, MTI, HF- och STALO-enheter anskaffades från den italienska firman SELENIA. 17 radarsystem köptes men endast 15 monterades upp. Antennmasten konstruerades 1959 av civ.ing Valberg, Stockholm på uppdrag av KFF och KMF men tillverkades av Oskarshamns Varv. Vridsystem, apparthus och antenncabin konstruerades och tillverkades av Oskarshamns Varv. Varvet hade dock inte kapacitet till att tillverka hjulbanan som hade en diameter på 4,6 m. Tillverkningen av hjulbanan lades därför ut på anbud och den första tillverkades av Stal Laval i Finnsång. Övriga tillverkare av hjulbanor var Motala Verkstad och ASEA i Västerås. Flygtekniska försöksanstalten, Stockholm tog fram trådförtöjningsgivare och mätutrustning för uppmätning av mastens rörelser och för avvägning av hjulbanan (max horisontalavvikelse är 3' runt hela varvet). Prestandamätutrustning och fjärrkontrollutrustning var konstruerad och tillverkad av Magnetic AB medan länkutrustning för bredbandsöverföring inköptes från SELENIA (RL-81). Smalbandsöverföring infördes i början på 1980 och var konstruerad och tillverkad av Eriksson i Mölndal (DT-109). Hissen var konstruerad i samråd med Hiss- och Krankonsult i Malmö och tillverkad av Alimakverken i Skellefteå och ingick som en väsentlig del under byggtiden för transport av folk och materiel.

6.2 Installation och driftsättning

PS-15-anläggningarna uppfördes på helt nyrekade platser längst med våra kuster från Roslagen till södra Skåne. Byggandet av master och torn påbörjades 1966 med uppförandet av utbildningsstation :U i Grödinge utanför Södertälje. Den anläggningen saknade mast och var i princip monterad på sektion 16 direkt på fundamentet vid markplanet på en bergknalle efter kusten. Anskaffning och byggandet av master och torn gick under arbetsnamnet TUVA som stod för Ture Karlsson och Valter Näslund, två ansvariga vid KFF (Kungliga flygförvaltningen) numera Försvarets materielverk (FMV).

De två första anläggningarna byggdes av Oskarshamns Varv, PS-15:4 i Grisslehamn och PS-15:14 i Degeberga. Med anledning av att Oskarshamns Varv gick i konkurs uppfördes resterande anläggningar av två arbetslag från CVA (Centrala flygverkstaden Arboga). Det tog ca 6 månader för ett arbetslag att bygga en komplett mast med apparthus och antenncabin, d v s fyra anläggningar/år. 1970 var den sista anläggningen klar och i takt med att tornen var uppförda påbörjades installation och driftsättning av radarutrustningen. Detta utfördes av SRA (Svenska Radiobolaget) och den sista anläggningen överlämnades för drift och underhåll 1971.

Eftersom informationen överfördes på bredbandslänkar kunde radarinformationen inte överföras från Gotland till fastlandet. Av den anledningen byggdes två lokala OP-rum för marinen och flygvapnet, ett vid varje station. Överföringen från radarn skedde via kabel direkt ner till OP-rummet. Någon radiolänk RL-81 monterades aldrig på Gotlandsstationerna.

När sedan SBÖ infördes kunde överföring av radarinformationen ske till centraler på fastlandet och användandet av de lokala OP-rummen upphörde successivt.

6.3 Tjänstetid och driftuttag

PS-15-materielens tjänstetid kom att omfatta 28-33 år för de femton anläggningar som upprättades mellan 1966-71.

Driftuttaget kom att variera högst väsentligt mellan de olika anläggningarna beroende på deras geografiska placering.

Fjorton anläggningar användes för förbandsproduktion och en anläggning (15:U) användes för utbildning och FMV:s provverksamhet men fr o m 1987 utgjorde 15:U materielreserv för övriga anläggningar.

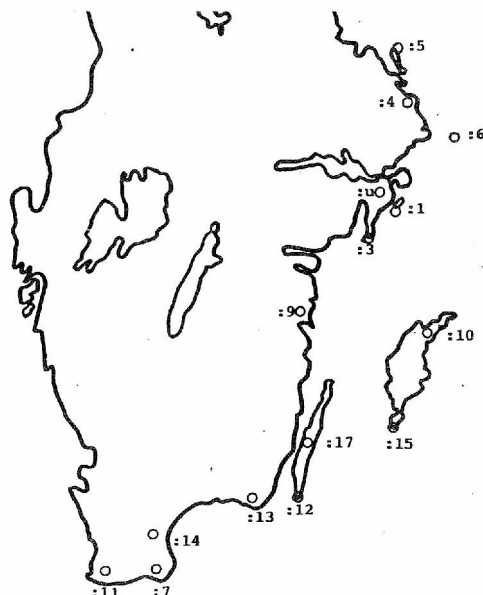
Av de fjorton anläggningar som gick för förbandsproduktion utgjorde ungefär hälften sk driftställda anläggningar och hade ett driftuttag på <1500 tim/år medan övriga anläggningar hade ett driftuttag på ca 8000 tim/år.

Driftställda anläggningar utnyttjades för taktisk drift när ordinarie anläggning var ur funktion eller togs ur drift för underhåll. På vissa anläggningar uppnåddes totala drifttider på över 200.000 tim. Under de sista åren (98-99) skedde en markant nedtrappning av nyttjandegraden på ett stort antal stationer. Stationerna ställdes mer eller mindre som reserv. Även det förebyggande underhållet reducerades till ett minimum och endast säkerhetsfrämjande åtgärder fick utföras.

Anl 15 geografiska placering

PS-15:U	Grödinge
PS-15:1	Ornö
PS-15:3	Torö
PS-15:4	Grisslehamn
PS-15:5	Gräsö
PS-15:6	Manskär
PS-15:7	Simirishamn
PS-15:9	Loftahammar
PS-15:10	Fårösund
PS-15:11	Anderslöv

- PS-15:12 Ås (Öland)
- PS-15:13 Jämjö
- PS-15:14 Degeberga
- PS-15:15 Sundre (Gotland)
- PS-15:17 Bredsättra (Öland)



Geografisk placering

6.4 RAMU-utredningen

Hösten 1983 befarade Försvarets materielverk en likviditetskris p g a att dollarn steg kraftigt. Den utlösande orsaken var långa bindande utlandsbeställningar. För att förhindra att krisen blev verklighet måste det sparas pengar inom försvaret. Detta resulterade bl a i en utredning av markteleunderhållet den s k RAMU-utredningen. Markteleunderhållet fick dra sitt strå till stacken genom att spara 19 miljoner kronor. Detta medförde att underhållsintervallerna för telematerielen måste ses över och ändras radikalt. P g a tidsbrist fanns inte tid eller pengar för att ändra underhållsplaner och föreskrifter. Utredningen skulle vara klar till den 1 juli 1984 så avsteg från tekniska order var nödvändigt. För PS-15 del medförde utredningen att s k åtgärdslistor togs fram som överred tillsynsföreskrifterna och att status- och anläggningskontroller infördes i stället för tidigare genom tekniska order kalendertidsstyrda tillsyner. För enbart radarutrustningen på PS-15 medförde reduceringen att det förebyggande underhållet (FU) minskade från 456 till 232 mantim/år. Från dåvarande TSB befarade man att den operativa tillgängligheten märkbart skulle försämrats men efter en inkörningsperiod på något halvår med mindre justeringar av tillsynsintervallet fungerade anläggningarna lika bra som tidigare.

Arbetsvolym före och efter RAMU

Före RAMU

2 månaderstillsyn	64 mantim
6 månaderstillsyn	80 mantim
1 årstillsyn	170 mantim

Efter RAMU

6 veckorstillsyn	4 mantim
3 månaderstillsyn	32 mantim
1 årstillsyn	120 mantim

RAMU-utredningen medförde på många markteleutrustningar en anpassning till verkligheten då många tillsynspunkter i föreskrifterna aldrig utfördes i praktiken.

Åtgärdslistorna som hastigt togs fram arbetades sedan successivt in i underhållsplaner och tillsynsföreskrifter.

6.5 Avveckling

Under våren 1999 kom det dystra beskedet om att PS-15 skulle avvecklas. Den sista dagen för operativ drift var den 31 mars 1999. Dagen till ära hölls en liten ceremoni ute bland användarna när stoppknappen trycktes in.

I skrivande stund finns inga konkreta beslut på vad som skall hända med PS-15. Förhoppningsvis kan vissa delar av anläggningen komma att användas framöver för andra ändamål. Om detta får framtiden utvisa.

6.6 Modernisering av tele- och mekanikutrustning

Under årens lopp har ett stort antal större och mindre modifieringar införts för att öka driftsäkerheten, minska underhållskostnaderna och i många fall ersätta utgångna komponenter. Stationens ursprungliga elektronikutrustning som bestod av 50- och 60-talsteknik var en blandning av halvledarteknik och elektronrörsbestyckning. Nedan beskrivs endast de större moderniseringar och förbättringar som införts fram till avvecklingen.

6.6.1 Utbyte av släpringsenhet och roterskarv (1981)

Anledningen till byte av släpringsenheten, som var av Selenias fabrikat, var problem med underhållet och att på sikt anskaffa reservdelar. Den nya släpringsenhet som tillverkades av IDM i England visade sig i stället vara behäftad med andra problem som i stället medförde ett större behov av underhåll, men i övrigt fungerade bra.

Av samma anledning, d v s reserv- och underhållsproblem, byttes roterskarven av Selenias fabrikat ut mot en skarv tillverkad av Sivers Lab. Även dessa var behäftade med vissa barnsjukdomar som efter vissa åtgärder slutligen fungerade utan anmärkning.

6.6.2 MTI (1981)

MTI-systemet som var ett analogt system uppbyggt på 50-talsteknik var bestyckat med ca 800 elektronrör. På grund att elektronrörfunktionerna successivt försämrades var MTI-systemet mycket ostabilt. Detta medförde att underhållskostnaden var mycket stor då uh-personal måste ut och trimma in funktionen minst var 14 dag.

Det nya systemet som togs fram av Ericsson i Mölndal var ett digitalt system helt uppbyggt med modern halvledarteknik.

Denna kostsamma modifiering medförde dock ett mycket tillförlitligt MTI-system och betydligt lägre underhållskostnader men framför allt en mycket högre prestanda och tillgänglighet.

6.6.3 För- och logförstärkare (1981)

I samband med MTI-modifieringen byttes även de gamla rörbestyckade för- och logförstärkarna ut mot transistoriserade vilket bidrog till bättre prestanda och lägre uh-kostnader.

De nya förstärkarna tillverkades av Magnetic AB.

6.6.4 Tryckluftsenhet (1981)

På grund av reservdelsproblem togs ett helt nytt tryckluftsstativ fram. Den nya enheten hade samma data som den gamla men mycket större driftsäkerhet och krävde mindre underhåll. Tryckluftsenheten togs fram av Centrala flygverkstaden Malmslätt (CVM).

6.6.5 Införande av ny SM-växlare (1985)

Den ursprungliga SM-växlaren var traditionellt uppbyggd med passiva TR-celler vilket medförde ett regelbundet byte av kristaller och mottagarskyddare för att hålla brusfaktorn nere och därmed stationens prestanda på topp.

Den nya SM-växlaren var konstruerad efter den senaste tekniken med aktiva PIN-dioder som styrdes av sändaren. Efter en del inkörningsproblem blev resultatet mycket bra med mycket bättre upptäckt i närområdet och lägre underhållskostnad.

SM-växlaren tillverkades av EEV i England och infördes av Ericsson Radio Systems (f d SRA).

6.6.6 Införande av ny lokaloscillator (1986)

Som nämnts på annan plats var PS-15 försedd med en så kallad STALO (stabil oscillator). Stalon bestod av en separat kristaloscillator kopplad till en effektförstärkare och en varaktormultiplikatorkedja monterad på samma platta.

På grund av reservdelsbrist och mycket hög reparationskostnad (ca 100 kkr/st) ersattes effektförstärkaren och multiplikatorkedjan med en ny microvågs-frekvensmultiplikator med mycket hög frekvensstabilitet och driftsäkerhet och låg underhållskostnad.

Lokaloscillatorn togs fram och installerades av nuvarande Enator Telub AB.

6.6.7 Utbyte av brusfaktor- och effektmeter (1996)

En av de sista större modifieringar som infördes på PS-15 var utbyte av prestandamätutrustningen. Den gamla utrustningen var tillverkad av Magnetic AB och hade varit med från början. Med åren började underhållskostnaderna att stiga kraftigt och erhållna mätvärden på brusfaktor och uteffekt blev ej tillförlitliga. Den nya mätutrustningen kallad radarmonitor 9000 var uppbyggd med modern teknik och var mycket lätt att installera och handha, var praktiskt taget underhållsfri och mycket tillförlitlig.

Utrustningen var framtagen av RANATEC Instrument AB, Mölndal.

6.6.8 Fjärrkontrollutrustning FKU (1982, 1992)

I samband med införandet av det nya MTI-systemet byggdes fjärrkontrollutrustningen ut för att kunna hantera de utökade larm- och manöverfunktioner som krävdes.

1992 gjordes en ny omfattande modernisering och ombyggnad av kontrollutrustningen. För att öka flexibiliteten och möjligheten att manövrera och kontrollera PS-15 infördes en ny datoriserad fjärrkontrollutrustning på centralerna. Manövrarna utfördes på modemets backkanal. På radarsidan modifierades befintlig FKU så att sanna indikeringar erhöles.

I samband med FKU-modifieringen demonterades fjärrmätutrustningen (FMU).

FKU-modifieringen utfördes av Ericsson i Kista.

6.6.9 Plastbeläggning av vridsystemets hjul

Se avsnitt 4.10.

Den rörliga delen av vridsystemet utgjordes av en hjulring med armkors som vilade på den fasta delens hjulbana, en kuggkrans och en centrumdel. I hjulringens periferi satt tolv justerbart upphängda hjul med något rundade rullbanor. Hjulen som var av stål rullade således mot hjulbanan som också var av stål. Som smörjmedel användes ett specialfett som vållade mycket bekymmer p g a det höga trycket mellan hjul och hjulbana och krävde underhåll varje vecka.

För att komma undan de täta underhållsbesöken gjordes prov med att belägga hjulen med en ca 15 mm tjock specialplast. Efter ett antal prov med olika beläggningar fungerade metoden mycket bra och drifttider på 30-40.000 tim uppmättes utan några åtgärder på hjulen.

6.6.10 Drivmotorer och växlar

Se avsnitt 4.10.

En annan kostnadskrävande underhållsåtgärd var det regelbundna bytet av vridmotor och växlar. Anledningen var oftast att växlar började läcka olja som rann in i motorerna p g a att motorerna hängde under växellådan.

De nya drivväxlarna av fabrikat Benzler var dubbelt kapslade och medförde att ett betydligt mindre avhjälpande underhåll behövde utföras.

7 Underhållsresurser

7.1 Uppläggning underhåll

För PS-15 som var obemannad utnyttjades ett två-nivåunderhåll med bakre regional uh-resurs och bakre central uh-resurs. Den principiella underhållsuppläggningsen kan sammanfattas i följande punkter:

- Drifthållning och driftövervakning utfördes i Rrgc/Lfc.
- Prestandakontroll av funktionskedjor anl 15 - Rrgc/Lfc.
- Främre underhåll i form av funktionsåterställning genom byte av ue eller reparation. Arbetet utfördes i huvudsak av bakre regional uh-resurs men vid behov anlätades bakre central uh-resurs vid större och svårare fel.
- Främre underhåll i form av förebyggande underhåll, både materiel- och funktionsinriktat.
Det förebyggande materielunderhållet utfördes som tillsyner, anläggningskontroller och besiktningar. Detta arbete utfördes av bakre regional uh-resurs med stöd av bakre central uh-resurs. Det förebyggande funktionsinriktade underhållet utfördes som funktions- och prestandakontroller av Rrgc/Lfc och i vissa fall i samverkan med bakre regional uh-resurs.
- Bakre centralt underhåll i form av reparation av ue.
- Reservmateriel var fördelad till bakre regional och bakre central uh-instans medan uh-utrustning, hanteringsutrustning och dokumentation även fanns på respektive anläggning.

7.2 Förebyggande underhåll

Det förebyggande underhållet utfördes både materiel- och funktionsinriktat och skiljde sig åt mellan "driftställda anläggningar" och "anläggningar i drift".

Det materielinriktade förebyggande underhållet var kalendertidsstyrt. Åtgärderna styrdes av åtgärdslistor TOUF PS 15-000105 och hade omfattning enligt nedanstående tabell och avser arbetsvolym/år/anl 15.

Uh-intervall		Åtgärd mantimmar	Arbets- volym av	Åtg
Anl i drift	Driftst. anl			
6 veckor	TS		2 h	BRR
3 mån	3 mån	Anläggningskontroll	16 h	BRR
3 mån	----	TS tele, mek o markelmtrl	32 h	BRR
1 år	2 år	TS av telemtrl	120 h	BRR
1 år	1 år	TS av mekmtrl	44 h	BRR
2 år	2 år	TS av mekmtrl	104 h	BRR/BCR

7.3 Funktionsinriktat underhåll

Uh-intervall	Åtgärd	Åtg av/på	Antal man	Arbetsvolym	Arbetsvolym totalt	Driftavbrott	
1 dag	Kontroll av funktionskedja anl 15 - Rrgc/Lfc	Anv/Rrgc/Lfc	1	0,1 h	0,1 h	--	1)
6 mån	Prestandakontroll av funktionskedja anl 15 - Rrgc/Lfc	Anv/Rrgc/Lfc	3	4 h	4 h	4 h	2)
Vb	Statuskontroll av funktionskedja anl 15 - Rrgc/Lfc	Uh/Rrgc/Lfc BRR/anl 15	1 2	- h	- h	- h	3)

- 1) Utförs i samband med start av radarstationen
- 2) Utförs med hjälp av målflygplan. Planeras och genomförs genom speciellt utsedd provningsledare inom flygkommandot
- 3) Kontrollen utförs efter större underhållsinsatser och arbetsvolymen ingår i AU respektive materielinriktat FU.

7.4 Driftövervakning

7.4.1 PS-15

Utrustning för funktionsövervakning (BITE) utgjorde en integrerad del av PS-15 MTI-mottagare, signalbehandlingsenhet och kraftenhet.

Vid fel gavs larm till MTI-enhetens manöverpanel och larmet överfördes i kodad form även till Rrgc/Lfc.

Test av MF- och MTI-kretsar kunde utföras från Rrgc/Lfc via FKU och signalgeneratorer ingående i PMU på anl 15.

7.4.2 DT-109

Funktionen i DT-109 testades kontinuerligt med hjälp av en inbyggd provgenerator.

Vid felfunktion överfördes larm till Rrgc/Lfc.

7.4.3 DT-120 och DT-133

Den automatiska övervakningen av datatransmissionen gav indikeringar om feltätheten på enhetens indikeringslampor. Med hjälp av interna testomkopplare kunde det lokala modemmet och förbindelsen kontrolleras.

Driftövervakning skedde från fjärrkontrollutrustningen i Rrgc/Lfc, d v s Centralenhet (teknisk position = TVAK) eller OP-enhet (Operatörs position = MÅLED).

Testmål kunde aktiveras från FKU i Rrgc/Lfc och betraktas på service-PPI på anl 15 respektive PPI på Rrgc/Lfc.

7.5 Ledning av underhållsverksamheten

FMV fackansvar för materielunderhåll utövades av FMV:FUH genom centrala direktiv dokumenterade främst i underhållsplaner och TOUF.

Den lokala ledningen av underhållsverksamheten utövades av marktelekontoret vid flygkommando.

Prestandamätningar av radarfunktionskedja anl 15 - Rrgc/Lfc planerades och genomfördes genom speciellt utsedd provningsledare inom flygkommandot.

7.6 Verkställande underhållsinstanser

Uh-instans	Fred	Anläggning 15:
Främre		-----
Bakre regional	UhregÖ	MVLk, Linköping :9 MVNt, Norrtälje :4, :5, :6 MVS, Stockholm :1, :3, :U
	UhregS	MVKsd, Kristianstad :7, :11, :14 MVKrr, Ronneby :12, :13, :17
	MKG/VE	MVVi, Visby :10, :15
	Bakre central	Enator AB, Arboga Enator AB, Växjö Enator AB, Östersund Celsius Aerotech AB, Arboga Celsius Aerotech AB, Linköping

7.7 Utbildning

Den första kursen på PS-15 svarade SELENIA för och den hölls i Italien. Elever var i första hand lärare från FRAS (Flygvapnets radarskola), Hägernäs, tekniker från dåvarande TSB (Teleservicebas) och CVA (Centrala flygverkstaden Arboga) som var huvudverkstad. Året var 1966.

1967 tog FRAS över ansvaret för utbildningen och fram till 1973 anordnades 6-7 verkstadskurser med sex elever i varje kurs (kurs 7005). Utbildningen hölls på utbildningsstationen PS-15:U och kurslängden var sex veckor. Ansvarig för utbildningen var legendariske Egon Olsson som hade sitt finger med i de flesta radarkurser som hölls i FRAS regi.

På en viss personalomsättning hölls 1989 ytterligare en verkstadskurs med sex elever. Den kursen svarade VFS (Verkstadsförvaltning Syd) för, för TSBS.

Totalt utbildades ca 35-40 teletekniker på PS-15.

Utbildning av personal (A- och B-nivå) för mekaniskt underhåll på mast, hiss och hus (kurs 7007) anordnades av FMV med lärare från HkM och DEVE för de första kurserna. Från 1967 och fram till mitten av 1970 anordnades kurser vid ett flertal tillfällen med huvudverkstaden som ansvarig.

7.8 Personal

7.8.1 Allmänt

För drift och övervakning av anl 15 erfordrades personal i anslutna centraler.

För underhåll av anl 15 erfordrades personal vid bakre regional uh-resurs och bakre centrala uh-resurser.

Av säkerhetsskäl måste vid allt arbete i antenmasten alltid minst två personer delta.

7.8.2 Personalbehov vid bakre regional uh-resurs

För underhåll och modifieringsarbeten på utrustning ingående i anl 15 fanns vid varje bakre regional uh-instans i genomsnitt 3 tekniker, vardera specialiserade inom områdena ELMEKANIK, RADAR respektive FTN. De skulle då även vara utbildade på de speciella anläggnings- och skyddsföreskrifter som finns för anl 15.

Den beräknade genomsnittliga underhållsvolymen för FU och AU per år och anläggning framgår av tabell.

Uh-volymen inkluderar förutom arbetstiden även res- och ställtider.

Kategori inom Uhreg	Arbetsvolym (mantimmar)					
	<u>Anläggning i drift</u>			<u>Driftställd anläggning</u>		
	FU	AU	Tot	FU	AU	Tot
RADAR	351 h	368 h	719 h	173 h	76 h	249 h
ELMEK	153 h	176 h	329 h	79 h	39 h	118 h
FTN	10 h	27 h	37 h	10 h	27 h	37 h
Totalt	514 h	571 h	1085 h	262 h	142 h	404 h
Varav res- och ställtid	133 h	491 h	624 h	58 h	120 h	179 h

7.8.3 Personalbehov vid bakre central uh-resurs

Vid de bakre centrala uh-instanserna fanns minst två tekniker och minst en objektingenjör inom varje materieltyp. Dessutom fanns en besiktningsman bemyndigad att utföra besiktning av lyftanordningar och hiss.

Den genomsnittliga totala underhållsvolymen för AU och FU per år för de bakre centrala resurserna framgår av tabell.

Mtrl/System	Arbetsvolym (mantimmar)	
	Enator AB	
	AU	FU
PS-15 inkl antennmast	649 h ¹⁾	630 h
PI-875	---	---
DT-109	32 h	---
FTN	99 h	---
Kraftdel	16 h	---
Totalt	796 h	630 h
Varav res- och ställtid	409 h	165 h

1) 139 h av summan utgörs av mekanikreparationer på anl 15

7.8.4 Tekniskt underhållsstöd för bakre central uh-resurs

Det årliga tekniska underhållsstödet för all materiel, förutom FTN där separat UHP-S fanns har uppskattats till volymer som redovisas i tabell. Uppskattningen bygger på beställningar från de senaste åren.

Aktivitet	Materielområde ¹⁾		
	PS-15 ²⁾	Elverk	Totalt
Beredning	50 h	5 h	55 h
Teknisk konsult	125 h	20 h	-
Materieluppföljning	75 h	5 h	80 h
Uh-utrustning	50 h	-	-
Uh-dokumentation	200 h	10 h	210 h
Programvård	40 h	-	40 h
Övrigt ³⁾	300 h	-	300 h
Summa:	840 h	40 h	880 h

1) Ansvarig för alla materielområden är Enator AB.

2) Innefattar även Antennmast K och DT-109

3) Innefattar ej inplanerade anläggningsgemensamma uh-insatser

8 Dokumentation

8.1 Beskrivningar

Beskrivningar för utrustning i anl 15.

Materielslag	Utrustning	Innehåll	Reg nr	Anm
Anläggning	PS-15/F	Funktionskedjor Stril	M7773-426010	Heml
Primärradar	PS-15/F	Volym I - IV	M3330-015071	H
	PS-15/F	Volym V (Kompl)	M7773-420705	H
	PS-15/F MTI		M3330-015208	H
	FKU		M7773-462221	H
Sekundärradar	PN-79	Funktion	M7773-261390	
Transmission	DT-109	Funktion	M7773-426490	H
	DT-109	Funktion, Kompl	M7773-426491	H
	RL-48	System	FLT-409032	
	RL-48	Handhavande	M7773-048000	
	RL-91	System och handhav.	FLT-301040	
	TM-25	System	FLT-404822	
	TM-25	Handhavande	M7773-424900-905	
	TM-25	Funktioner	M7773-426840	
	DT-120		M7773-424750	
	DT-133	Materiel och handh.	M7773-254020	
	TM-11A		M7773-423480	
	TM-21	System	F1281-425379	
	TM-21		M7773-423730	
TM-35		M7773-035000		
Reservkraft	Elverk 540, K	Del 1 Funktion	M7773-420601	
	"-	Del 2 Funktion	M7773-420602	
Kringutr radar	UFN	Utrustning	M7773-461000	
	UFN	Inställning och kontroll	M7773-400030	
	PPI-842 KFB	Del 1-3	M7773-423951	

8.2 Reservdelskataloger

Befintliga Rd-kataloger och reservdelslistor för utrustning ingående i anl 15.

Materielslag	Utrustning	Reg nr	Anmärkning
Primärradar	PS-15/F	M7776-404271	Del 1
	PS-15/F	M7776-404272	Del 2
	FKU	M7776-402281	
Transmission	DT-109	M7776-429093	RL-mtrl Del 3
	RL-48	-----	
	RL-91	-----	
	TM-25	M7776-429052	
	TM-11A	M7776-402271	
	TM-21	M7776-429121	
	TM-35	M7776-429023	
Reservkraft	Elverk 540, K	M7776-426013	
Kringutr radar	UFN	M7776-428001	

8.3 Underhållsföreskrifter

Materielslag	Utrustning	Innehåll	Reg nr	Anmärkning
Anläggning		Kontrollföreskrift Strilrranl 15 Kontrollföreskrift PS-15/MT Uh-föreskrift Funktion PK Rrgc (skr) Uh-föreskrift Funktion PK Lfc (skr)	TOUF PS 15-000104 TOUF PS 15-000103 FMV:FUH H A73:31/84 FMV:FUH H A73:33/84	Anläggningskontroll
Antennmast	Antennmast, K	Tillsynsföreskrift TS-fskr Masth o Svängk Uh-föreskrift Svängkran Bytesfskr Roterskarv Uh-fskr rep/underhåll	TOUF LEDN 200-000002 TOUF LEDN 200-000003 TOUF LEDN 200-000008 TOUF LEDN 200-000006 Enator AB	Totalt ca 20 st
Primärradar	PS-15	Uh-fskr PS-15/F MT Uh-fskr FKU TS-fskr Signalgen PMU Uh-fskr Aut brandutr Uh-fskr rep/underhåll	M7782-510056 M7782-510051 TOUF PS 15-000005 TOUF LEDN 870-000001 Enator AB	Totalt ca 150 st
Transmission	DT-109	Uh -föreskrift Uh-fskr Signalb.enhet	M7782-510050 TOUF SAMBAND 270-000032	
		RL-48 RL-91	Underhållsföreskrift Underhållsföreskrift	TOUF RL 48-000101 TOUF RL 91-000002 1993-02-18
	TM-35	Uh-föreskrift TM-35	TOUF TM 35-000002	1993-04-30
	TM-25	Underhållsföreskrift	TOUF TM 25-000002	
	DT-120 DT-133	Underhållsföreskrift Underhållsföreskrift Rephandbok DT-133	TOUF SAMBAND 270-000102 TOUF SAMBAND 270-000022 M7787-250240	
	FÖ, TM-11A och TM-21	FK av FÖ/PS-15	TOUF PS 15-000003	
Reservkraft	Elverk 540, K	Underhållsföreskrift Materielvårdsföreskrift	TOUF PS 15-000003 MVIF 2/250	
Kringutr radar	UFN	TS-fskr Mätenhet Strilori av planrrstationer	TOUF LEDN 200-000005 TOAF LEDN 200-000004	

Dessutom finns ett stort antal föreskrifter och tillverkarnas manualer främst avsedda för reparation av enheter vid bakre central nivå.

8.4 UHP-M

Gällande UHP-M för utrustning i anl 15.

Föreskrift TOUF	Innehåll
DBU 842-000001	PPI 842 KFB
LEDN 200-000009	Utrustning för noggrannhetsmätning (UFN)
SAMBAND 270-000011	Datatransmissionsutrustning DT-109
PS 15-000004	PS-15/F MT
PS 15-000005	Prestandameter MT
LEDN 200-000001	Antennmast K
PS 15-000001	Strilradaranläggning 15
SAMBAND 700-000005	Master
ELV 540-000101	Elverk 540, K
RL 48-000102	Radiolänkutrustning RL-48
SAMBAND 220-000001	Antenner RL
TM 35-000001	Multiplexutrustning TM-35
AF SAMBAND 200-000006	Multiplexutrustning TM-25
RL 91-000001	Radiolänkutrustning RL-91
SAMBAND 270-000019	Datatransmissionsutrustning DT-120
SAMBAND 270-000001	Datatransmissionsutrustning DT-133
UHMAT 320-000001	Teletekniska mätinstrument
UHMAT 330-000001B	Teletekniska mätinstrument
UHMAT 340-000001B	Teletekniska mätinstrument
UHMAT 350-000001B	Teletekniska mätinstrument

8.5 Ue-fördelningsplaner

Ue-fördelningsplanerna utgavs som skrivelser och berörda framgår av tabell.

Materielslag	Utrustning	Reg nr	Utgåva	Datum
Antennmast	Antennmast K	FUH A51:34913	2	1987-01-19
Primärradar	PS-15/F MT	FUH A51:34913	2	1987-01-19
	PPI-842 KFB	F	-	-
Sekundärradar	PI-875 T/MT	FUH A51:36275/93	1	1993-11-25
Transmissionsutr	RL-48	FUH A51:10521/93	1	
	RL-91	FUH A51:37321	2	1986-12-19
	TM-25	FUH A51:18995	3	1986-12-19
	TM-35	FUH A51:36618		1986-12-12
	DT-120	FUH A51:20136	1	1987-07-13
	DT-133	FUH A51:20136	1	1987-07-13
	TM-21	F:U A51:61/75	3	1975-09-24
	TM-11A	F:U A51:77/74	3	1974-11-26
	TM-11A	F:U A51:23/75	3	1975-04-21
	DT-109	FUH A51:46/80	?	1980-08-27
Reservkraft	Elverk	FUH	1	1991-02-13
Kringutr	UFN	FUH A51:26010	3	1988-09-29

8.6 Tillbehörs- och satslistor

Tillbehörslistor för berörd primärmateriel och satslistor för uh-utrustningar på anl 15 har förtecknats i tabell. Listorna utgavs som publikationer och fastställdes på TO (Teknisk Order).

Urustning	Beteckning	Satslista
Antennmast, K	M1237-852411	M7777-417580
PS-15/F MT	M3330-015071	M7777-419430
Prestandameter MT	M3743-089011	M7777-417860
Fjärrkontrollutrustning	M3780-403011	M7777-414210
PPI 842 KFB	M3656-814011	M7777-418740
RL-48	M3959-048001	Ej registrerad
RL-91	M3959-091000	M7777-434720
TM-25/PCM-utr 30 kan	M3981-025011	M7777-433200
Datamuxutr TM-11A	M3981-011011	M7777-421070
Datamuxutr TM-21 S	M3981-021011	M7777-422170
Datamuxutr TM-21 M	M3981-021021	M7777-422180
Datatrasm DT-120	M3981-120010	M7777-434160
Datatrasm DT-133	M3981-133010	M7777-4
Datatrasm DT-109	M3981-109011	M7777-430590
Elverk 540,K	M2650-540011	M7777-421740
Mätutr UFN/PS-15 MT	M3743-844211	M7777-425060

Skyddsutr PPI-rör/s	M8560-720110	M7777-452910
Vktsts 2004 Allmän	M8700-620040	M7777-463380
Vktsts 120 Allmän	M8700-712010	M7777-452480
Vktsts 208 Allmän	M8700-720810	M7777-451210
Vktsts 227 Allmän	M8700-722710	M7777-450460
Vktsts 269 Allmän	M8700-726910	M7777-450880
Vktsts 271 Allmän	M8700-727110	M7777-451030
Vktsts 291 Allmän	M8700-729110	M7777-452490
Vktsts 292 Allmän	M8700-729210	M7777-452500
Mätsts 2522 Allmän	M8720-725220	M7777-451610

9 Utrustning

9.1 Underhållsutrustning

9.1.1 Anläggning

Behovet av utrustning vid varje anl 15 framgår av tabell och täckte behovet för all utrustning på anläggningen.

Tabell Uh-utrustning på anl 15.

Beteckning	Benämning	Antal	Placering
M8560-720110	Skyddsutr PPI-rör/s	1	Apparatrum i tornet
M8700-620040	Vktsts 2004 Allmän	1	Masthiss
M8700-712010	Vktsts 120 Allmän	1	Uh-byggnad
M8700-720810	Vktsts 208 Allmän	1	Uh-byggnad
M8700-722710	Vktsts 227 Allmän	1	Uh-byggnad
M8700-726910	Vktsts 269 Allmän	1	Elverksbyggnad
M8700-727110	Vktsts 271 Allmän	1	Uh-byggnad
M8700-729110	Vktsts 291 Allmän	1	Elverksbyggnad
M8700-729210	Vktsts 292 Allmän	1	Apparatrum i tornet
M8720-725220	Mätsats 2522 Allmän	1	Uh-byggnad

9.1.2 Bakre regional uh-resurs

Här fanns uh-utrustning som p g a kostnadsskäl inte har kunnat fördelats till respektive anläggning. Denna utrustning skulle täcka behovet för flera anl 15 samt även andra anl där motsvarande typ av utrustning fanns. Uh-utrustningen togs med till anl vid uh-åtgärd.

9.1.3 Bakre central uh-resurs

För mekaniska arbeten på antennmast vid anl 15 etc har speciell utrustning framtagits. Utrustningen användes för byte av bl a hissmotor, upp/nedlåda, klätterlåda, släpringsenhet, elgonlåda, centrumdel, löphjul, drivväxlar, kuggring samt för rostskyddsbehandling av staglinor.

För underhåll av utrustningar vid denna nivå, främst ue-reparationer, fanns specialutrustning och standardutrustning anskaffad. Utrustningen var i huvudsak generell och användes även för underhåll av annan likvärdig materiel.

9.2 Lyftutrustning

För hantering av utrustning i mast, antennhus och apparthus fanns ett antal lyftanordningar.

Vid mastfoten fanns en svängkran för vertikala lyft av materiel mellan markplan och mastsissens tak.

I antennhuset fanns på var sida om PS-15-antennen lyftdon som var avsedda för lyftning av i första hand RF- och Staloheterna mellan antennhus och apparthus. De bestod av blockvagnar som var upphängda i var sin I-balk och som manövrerades med kedja. Lyftförmågan var 500 kg.

I antennhuset fanns dessutom ett balklyftdon som var avsett för lyftning av linsen i PS-15-antennen, antennfönstret och IK-antennen mellan antennhuset och marken. Den permanenta installationen bestod av två fasta och en rörlig balk i antennhuset.

För räddning av skadad person i den sk japanska båren samt vid transport av tyngre materiel såsom kolsyretuber till brandsläckningsutrustningen fanns i apparatrummet en eltelfer med lyftförmågan 125 kg

I kraftbyggnaden fanns en stationär lyftanordning för hantering av motorelverk och omformare.

För arbeten utanpå antennhuset fanns en sats arbetsställningar som förvarades hos bakre central resurs.

Lyftanordningarna och arbetsställningarna besiktades regelbundet.

10 Underhållskostnader

Den årliga löpande uh-kostnaden (anslag DI) för arbetsinsatser och reservdelsförbrukning har beräknats totalt för alla anläggningar. Kostnaden har sammanställts per materielslag respektive leverantör.

Beräkningarna bygger på volymer tagna från ESYM FU och utgör en snittkostnad för bå 90/91 - 94/95.

Beräknad årlig uh-kostnad i kkr för alla anl 15 (15 st) per materielslag och åtgärd.

Materiel/System	FU	AU (Rd-kostn)	Mtrl.ändr	Service	Totalt	
PS-15 inkl mek	0,0	3215,4	(924,1)	0,0	0,0	3215,4
• PS-15	1583,4	0,0	(0,0)	195,0	0,0	1778,4
• Antennmast, k	1307,6	110,3	(0,0)	97,5	0,0	1515,4
PN-79	0,0	225,5	(15,8)	0,0	0,0	225,5
DT-109	0,0	93,0	(9,0)	0,0	0,0	93,0
FTN totalt	98,3	315,0	(45,0)	0,0	0,0	413,3
Kraftdel	284,6	358,5	(53,0)	0,0	0,0	643,1
Uh-utrustning	10,5	15,0	(4,5)	0,0	0,0	25,5
Övigt	127,5	66,0	(0,0)	0,0	0,0	193,5
Anläggningskontroll	1013,1	0,0	(0,0)	0,0	0,0	1013,1
Totalt	4425,0	4398,7	(1051,4)	292,5	0,0	9116,2

Beräknad årlig uh-kostnad i kkr för alla anl 15 (15 st) fördelade på leverantör och åtgärd.

Leverantör	FU	AU	Mtrländr	Totalt	Anm
Övrig militär vst (Uhreg)	3917,3	4286,8	292,5	8496,6	1)
Celsius Aerotech AB	10,4	0,0	0,0	10,4	
Enator AB	524,2	109,0	0,0	633,2	
Totalt	4451,9	4395,8	292,5	9140,2	

1) I Uhreg kostnader ingår reparationskostnader för ue

10.1 Driftsäkerhetsvärden, funktioner

Tabellen visar erfarenhetsvärden på driftsäkerhet för PS-15. Värdena är utdata från uppföljningssystemet DIDAS MARKTELE. Beräkningarna, som är ett medelvärde för samtliga anläggningar, grundar sig på den information som inrapporterats under 5 år (1990-07-01--1995-05-31). Det något låga värdet på DMT bedöms erfarenhetsmässigt komma av en viss mängd mycket korta avbrott (sändartrippar, störningar i elnätet), vilka inte föranlett något avhjälpande underhåll.

Teknisk funktion	A	MTBF	MDT
PS-15	99,7%	990 h	2,7 h

11 Unika händelser

11.1 Konkursen

Som tidigare nämnts så tillverkade Oskarshamns Varv masten och apparat-
hus/antennhus samt vridsystemet. Varvet, som egentligen var ett fartygsvarv,
hade vid samma tidpunkt som vid masttillverkningen räknat alldeles fel på ett
fartygsbygge varvid varvet gick i konkurs.

Där innanför grindarna låg alla delar tillverkade, uppsatsade, betalda och
klara för leverans. Konkursen utlyste en febril transportverksamhet. Dagar
och nätter flyttades all materiel ut i lador och logar runt östra Småland. Allt
hann tas ut innan kronofogden låste grindarna.

11.2 Storm över Manskär

Vid mast och tornbygget på Manskär, en liten stenig ö utanför Norrtälje,
transporterades praktiskt taget all materiel ut med flygvapnets helikoptrar
Hkp 3 och Hkp 4 medan sektionerna för mast och torn togs ut med hjälp av
en stor pråm.

När en så kallad teleskophyddan skulle transporteras ut tappade helikoptern
hela hyddan i havet och där ligger den fortfarande kvar.

Det berättas också att när tornbygget nästan var klart så hämtades det stora
antennfönstret ut till ön med hjälp av en pråm. Antennfönstret, som är en stor
radom inklädd i en stålram och har måttet 4x6 m och väger ett par ton, lasta-
des av på bryggan och förankrades med rep mellan ett antal befintliga pålar.
På natten blåste det upp till storm och när morgonen grydde var fönstret
borta. Endast repstumpar var kvar i pålarna. Landbacken genomsöktes utan
resultat, alltså måste fönstret ligga i vattnet. Letandet runt bryggans omgiv-
ningar gav heller inget napp. När sedan arbetet i tornet återupptogs och vin-
den mojnat kunde man se fönstret liggande på ca 10 meters djup flera hundra
meter ut från bryggan. Fönstret bärgades och kunde efter detta vådliga
äventyr sättas på plats.

11.3 Helikopterproblem

Mast och torn byggdes upp med hjälp av två byggkranar som flyttades uppåt
allt eftersom bygget framskred. Den ena kranen användes för att hissa upp
och ner delar från masten och den andra för att placera delarna på plats. När
mast och torn var färdigbyggt hissades allt ner till marken. Kvar var bara en
byggkran som stack upp från antennhusets tak och den måste tas ner med
hjälp av en helikopter. Detta arbete visade sig vara mycket vanskligt och ris-
kabelt p g a att piloten inte hade någon fix horisont att se på när han gick mer
mot antennhustaket. P g a den luftkudde som bildades när rotern kom över
taket åkte helikoptern som en jojo upp och ner. Problemet löstes genom att
byggbasen åkte in till närmaste järnaffär och köpte ett antal långa metspön.

Metspöna försågs med en liten vimpel i toppen och monterades horisontellt utstickande runt antennhustaket. Piloten fick sin vimpel att sikta på och i fortsättningen gick nedtagningen av byggkranen utan större besvär.

11.4 Höjdrädsla

Mycket nytt folk anställdes för att arbeta med mast och tornbygget. Vid den tiden togs en del från motoravdelningen på CVA som då hade dålig beläggning. En av dessa motorkillar åkte en måndagsmorgon med arbetslaget ut till en byggplats. Bygget var så långt gånget att masten och plattan för apparathuset var klara och väggarna skulle börja monteras upp. På måndag förmiddag ringer mannen hem till byggledaren och säger "Det här klarar jag inte, jag är alldeles för höjdrädd." Han fick till svar att hjälpa till på marken så länge så resonerar vi om det på onsdag när jag kommer ut till arbetsplatsen. På onsdagen när byggledaren kommer till byggplatsen sitter killen på 100 m höjd med benen dinglande utanför plattkanten och monterar väggsektioner. Så fort kan det gå att vänja sig. PS. Givetvis hade mannen på sig säkerhetslina.

11.5 Nära fall

Under provdriften av PS-15:14 i Degeberga konstaterades att masten svajade mer än normalt trots att stagspänningar o s v kontrollerats. En nyfiken kontrollant från huvudverkstaden i Arboga lät därför gräva upp runt ett stagfundament när han hörde att sulan och staginfastningsplinten av någon anledning inte gjutits i ett stycke. Se avsnitt 5.3. Det uppdagades då att staginfastningsplinten lossnat från sulan och endast hängde fast via ett antal armeringsjärn. Det fanns planer på att hämta en Centurionstridsvagn för att använda som stagfäste under reparationstiden men frågan löste sig tydligen på annat sätt.

11.6 Skottsäkert

Under konstruktionsstadiet av apparat- och antennhus kom bl a ett förslag om att klä in hela apparathuset med pansarplåt. Det gick t o m så långt att Oskarshamns Varv tog fram ett ritningsförslag. Förslaget togs dock tillbaka när det gick upp för förslagsställaren att det räckte med att kapa ett stag för att fälla hela masten.

11.7 Branden på PS-15:7

Sommaren 1982 inträffade en brand på PS-15:7 orsakad av vad man trodde ett blixtnedslag eftersom ett kraftigt åskväder dragit förbi.

Branden uppstod i kablaget till FKU-stativet och orsakade inte så stor brandåverkan på materielen men desto större utfällning av saltsyra p g a PVC-plastisoleringen i kablaget.

En saneringsfirma arbetade länge med att tvätta rent i apparatuset på stativ och kabelstegar. Radar- och länkutrustning klarade sig ganska bra tack vare att ventilationssystemet tog luft utifrån och tryckte genom stativen. Sämre gick det för t ex DT-109 utrustningen vars fläktsystem tog kyl Luft från rummet, vilket medförde att ett 20-tal kretskort fick sändas in för reparation. Ett 50-tal IC-kretsar fick bytas på korten och anmärkningsvärt många av dessa kretsar hade s k halvnivåer d v s nivåer på 2-3 V i stället för 0 eller 5 V. En analys för vad som orsakat det stora felutfallet på IC-kretsarna gjord vid FFV Underhålls lab i Linköping visade på stora klorrester runt kapselbenen. FKU-stativet byttes tillfälligt ut mot en annan kontrollutrustning med arbetsnamnet Ralph innan det återställdes till originalskick.

Anläggningen uppvisade i många år efter branden oförklarliga stopp troligen orsakade av dålig kontakt i många kontaktdon.

12 Erfarenheter

PS-15 var en station som under det inledande driftskedet inte uppfyllde några större krav på driftsäkerhet, men som efter ett antal modifieringar och ombyggnader blev en station med utomordentligt bra, näst intill otrolig driftsäkerhet med tanke på dess konstruktion och att den var obemannad.

Den av Selenia levererade elektroniktrustningen som var byggd på 50-60-talets teknik och till 95% var elektronrörsbestyckad hade ett flertal konstruktionssvagheter som vållade ständigt återkommande störningar och driftavbrott och som medförde täta besök på anläggningarna för åtgärd. Den övervägande anledningen var det stora antalet elektronrör som hade begränsad livslängd och som medförde omfattande omtrimningar av bl a MTI-systemet när elektronrörsfunktionerna gick ner.

En annan återkommande felorsak var multiplikatorkedjan med effektförstärkaren i Staloenheten. Visserligen var den byggd på halvledartechnik men som innehöll varaktordioder med begränsad livslängd. Den var dessutom mycket komplicerad och svår att trimma. Den innehöll bl a 98 trimpunkter och genomsnittsreparationstiden var 190 tim. Dessutom var varaktordioderna mycket dyra. Dessa reparationer utfördes givetvis på c-verkstad.

Multiplikatorkedjan byttes 86/87 mot en ny underhållsfri frekvensmultiplikator vilket medförde stora besparingar ur underhållssynpunkt.

Det gjordes åtskilliga modifieringar på stationens elektroniktrustning i början på 80-talet då det mesta av den elektronrörsbestyckade elektroniken ersattes med modern halvledartechnik. Detta resulterade i avsevärda förbättringar ur underhålls- och driftsäkerhetssynpunkt. Moderniseringen gav där- emot endast marginella förbättringar beträffande stationens prestanda.

Den magnetron av amerikanskt fabrikat som användes i PS-15 var mycket driftsäker och uppvisade ofta lång livslängd. Uppmätta drifttiden på upp mot 50.000 drifttimmar var inte ovanligt. En bidragande orsak till denna höga livslängd var den mjukstart av magnetronen som var inbyggd i sändaren, där en HSP-regulator drog upp effekten efter tillslag från halv till full effekt på ca 15 sek.

Som tidigare nämnts hade Oskarshamns Varv konstruerat och byggt vridsystemet. Konstruktionen var mycket stabil och vridmotorer och lager fungerade mycket bra och orsakade sällan några större underhållsinsatser bortsett från hjul och hjulbanan som måste rengöras och smörjas minst var 14 dag. Det fett som användes var mycket speciellt och noggrant utprovat, men genom det höga tryck som det utsattes för bröts ner till någon form av slagbeläggning som måste tvättas bort. Det enda tvättmedlet som gick att använda var trikloretylen vilket utgjorde en stor hälsorisk för uh-personalen.

Trikolonbeläggningen som hjulen sedermera belades med medförde stora besparingar för försvarsmakten.

Ett par större haverier har inträffat under åren. Ett centrumlager gick sönder i mitten på 90-talet och medförde några veckors stillestånd. Orsaken kunde inte med säkerhet fastställas. Gångtiden var ca 150.000 timmar vilket är mer än vad som beräknats. På en anläggning kollapsade samtliga trikolonbelagda hjul under en onormalt varm sommardag. Ett fel på något enstaka hjul hade förekommit tidigare men att samtliga tolv gått sönder hade inte hänt varken förr eller senare.

Den politiska världsbilden på 60- och 70-talet speglade en mängd händelser i vår närmaste omgivning. Oron i Östeuropa var stor och det "Kalla kriget" pågick för fullt. PS-15 stationerna kom därför att bli en viktig del i luft- och ytförsvaret för övervakning av våra gränser i Östersjöområdet. Incidentberedskap och gränsbevakning kom därför att bli en väsentlig uppgift som krävde dygnetruntbevakning på flertalet av PS-15 anläggningarna. På grund av den stela uppkopplingen mellan anläggning och centraler fick uh-personalen ofta ta helikoptertransport till svårtillgängliga anläggningar för att utföra snabba reparationer. Efter hand som FKU-systemet modifierades och förmedlade förbindelser infördes kunde reservstationer lättare kopplas upp när fel uppstod.

RAMU-utredningen som tidigare nämnts måste anses som en stor händelse i PS-15 historia. Utredningen gav som resultat att det förebyggande underhållet halverades och en betydande försämring av tillgängligheten befarades. Den risken var militärledningen beredd att ta och i efterhand är det bara att konstatera att den risken var värd att ta. Ett resultat av RAMU-utredningen var också att prestandakontroller mot flygplan infördes för att ge taktikerna på centralerna ett mått på stationens status.

De personella insatserna får heller inte glömmas bort. Det är dessa människors kunskaper och utomordentliga insatser som i hög grad bidragit till PS-15 höga driftsäkerhet. Bland personalen har funnits många trotjänare inte bara på underhållsregementena utan även vid FMV och c-verkstad som genom ett genomgående fint samarbete successivt förbättrat en redan från början bra radarstation.

Den tekniska utvecklingen står inte stilla. PS-15 med sin höga mast var ett utmärkt riktmärke för den lede fi. Nya mindre och modernare stationer utvecklades som var lättare att gömma men som lågspaningsradar var PS-15 oöverträffad, det vittnar många gamla flygare om. En PS-15 flög man inte under utan att upptäckas.

Den här historikbeskrivningen inleddes med en bakgrund där anledningen och målsättningen med anskaffningen av PS-15 beskrevs. Nu med facit i hand efter mer än 30 års erfarenhet och en sammanlagd drifttid på nära

2 miljoner drifttimmar kan man lugnt påstå att en sådan unik radarstation med dessa dimensioner och sitt stora vridsystem och sina bland taktiker mycket uppskattade lågspaningsegenskaper aldrig mer kommer att byggas.

13 Tekniska data

13.1 Allmänt PS-15

Radarstationens namn	Argos 2000
System	Tredimensionell pulsradar med hög uteffekt och frekvensdiversitet på C-bandet.
Radarmanövrering	Lokal- och fjärrmanövrering.
Placering av presentationssystem	Presentationssystemet är placerat utanför själva radarstationen. Radarstationen förbinds med presentationssystemet över länk eller kabel.

13.2 Sändare

HF-generator	Magnetron av typ SFD313, avstämd till en frekvens 30 MHz lägre än lokaloscillatorfrekvensen. Magnetronen styrs av ett AFR-system.
Magnetronens frekvensområde	5450-5825 MHz (för SFD313)
Minsta tillåtna frekvensseparation mellan två samtidigt arbetande sändare	140 MHz
Magnetronens märktoppeffekt	1 MW
Medelström i magnetronen	ca 59 mA
Nominell pulslängd	2 μ s \pm 10 %
Tidsseparation mellan de två sändarpulserna	0,7 μ s (vid 3 dB punkterna)
Pulsfrekvens i	
- unstaggered pulsfrekvensmod	500 Hz
- pulsfrekvensmod stagger 1	500 Hz (medelvärde)
- pulsfrekvensmod stagger 2	500 Hz (medelvärde)
- slumpvis pulsfrekvensmod	500 Hz (medelvärde)
Minsta periodtid i slumpvis pulsfrekvensmod	1900 μ s
Staggerförhållande	
- stagger 1	128: 160: 136: 168: 130: 152: 144: 172: 129: 164: 140: 170: 132: 148: 171
- stagger 2	171: 148: 156: 132: 170: 140: 164: 129: 172: 144: 152: 130: 168: 136: 160: 128

13.3 Antenn

Frekvensband	5250-5710 MHz
Antenntyp	Metallins
Antennmatare	Hornmatare
Antal matare	5
Polarisationsmoder	Linjär vertikal Linjär horisontell Cirkulär medurs Cirkulär moturs
Antal lober	4
Effektfordelning	
- lob 1	500 kW (nominell toppeffekt)
- lob 2	125 kW (nominell toppeffekt)
- lob 3	125 kW (nominell toppeffekt)
- lob 4	250 kW (nominell toppeffekt)
Lobbredd i horisontalplanet (mellan 3 dB-punkterna)	
- lob 1, 2, 3 och 4	1,00° ±0,15°
Antennrotationshastighet	7 varv/min

13.4 Mottagare

Frekvensband	5250-5710 MHz
Typ	Superheterdyn
Förselektionsfilter	12 MHz bandbredd, manuellt avstämbar, spegelfrekvensundertryckningen är minst 45 dB
Blandare	Balanserad
SM-växlare	Balanserad med PIN-dioder
Mellanfrekvens	30 MHz ±0,1 MHz
Dynamikområde för logaritmisk mottagare (inkl förförstärkare)	80 dB
Dick-fix mottagare	
- stor bandbredd	>10 MHz
- liten bandbredd	0,5 MHz -0,1 +0,2 MHz

13.4.1 MTI-mottagare

SSF-funktion	
Dämpningsfunktion	R3-R4
Max dämpning	50 dB
SSF-funktionen kan skärpas.	

Linjär MF
Dynamik >40 dB (inställbar)

Dicke-Fix mottagare
Breda bandbredden >10 MHz
Klippnivån rel brusnivån -10 dB

Linjär och Dicke-Fix mottagare
Videobandbredd ca 0,20 MHz

13.4.2 Signalbehandlingsenhet, upptäcktskanal

A/D-omvandlare för MTI-video
Omvandlingshastighet I och Q 1,67 μ s (250 m)
Bitantal 8

MTI-filter
Typ av filter 2:a graden kvadratur
Dynamik >40 dB
Avståndsområde 25 mil
Inkrementlängd 250 m
Faströskel Automatisk inkoppling

Hastighetssvar MTI-filter
Medelprf 500 Hz
Stagging 16 pulser
Staggeravvikelse ± 5 %
1:a blinda hastigheten >1600 km/h
Djupet 1:a minimum ≤ 7 dB
Filterripple $< \pm 2,5$ dB Gäller för en
Dämpning vid 1 m/s ≥ 20 dB sändfrekvens

Hastighetskompensering
Tidskonstant Ca 8 pulser
Klottergodkännande Ca 10 dB över egenbrusnivån

KFA-filter
Typ Medelvärdeskännande, största halvan
Inkrementlängd 1,67 μ s (250 m)
Antal inkrement 2x8 st
Limitering, ingång KFA-filter 12 dB över aktuellt signalmedelvärde

Integrator
Typ Enkel fördröjningsledning
Återkopplingskonstant 7/8
Avståndsområde 250 km
Inkrementlängd 250 m
Limiteringsnivå före integratorn 10 dB över egenbrusnivån

Utsignaler upptäcktskanal

Video 1	Analog, integrerad/ej integrerad
Video 2	Analog, ej integrerad
Marinens video	Analog, integrerad
SBÖ-video (MTI, linjär/Dicke-Fix video)	Analog, ej integrerad

13.4.3 Signalbehandlingsenhet, höjdkanal

MTI-filter

Typ av filter	2:a graden, kvadratur, hastighets-kompensering
Avståndsområde	69 km
Inkrementlängd	250 m
Dynamik	≥40 dB

A/D-omvandlare för höjdintegratorn

Omvandlingstid	1,67 μs
Bitantal	3

Höjdgenerator

Antal	3
Typ	Enkel fördröjningsledning
Återkopplingskonstant	$\frac{3}{4}$
Avståndsområde	>90 km
Inkrementlängd	250 m

Höjdsvar till länk

Typ	Analog
-----	--------

13.4.4 Signalbehandlingsenhet, triggpulssystem

Triggpulsmoder	Staggered prf (2 moder) Slumpvis prf Icke staggered prf
----------------	---

Medelprf	500 ±1 Hz
----------	-----------

Externa triggpulser

Amplitud	≥ 10 V
Impedans	75 Ω
Pulslängd	1,2 ±0,5 μs (50 % - värdet)

Interna triggpulser (övriga PS-15 stativ)

Amplitud	10-70 V
Impedans m m	enligt spec för mottagande enhet
Antal	12 (staggered)

13.5 Hiss

Tillåten last	max 3000 kg
Antal personer	7
Massa, hisskorg komplett	1 200 kg
Hisskorgens invändiga mått	
Takhöjd	2 080 mm
Fri golvyta	1,54 m ²
Lastutrymme på korgtak	2 m ²
Hissens totala höjd med skyddstak	5,2 m
Hiss hastighet	0,25 m/s
Motor	
Fabrikat	Volvo
Typbeteckning	B18C
Typ	Fyrcylindring, vätskekyld, fyrtakts bensinmotor med toppventiler
Max effekt	36 kW vid 3 000 r/m
Säkerhetskoppling	
Fabrikat	ALIMAK
Beteckning	373 000
Max vridmoment	314 Nm
Slirkoppling	
Fabrikat	Volvo
Typ	Enskivig torrlamell, 10"
Växellåda	
Typ	173 006, fram- och backväxellåda
Pinnstångsmaskineri	
Fabrikat	ALIMAK
Typ	KMB-3/60
Antal växellådor	2, vardera med 3 drev
Utväxlingsförhållande	60:1
Elsystem	
Spänning	12 V likström
Generator, typ	BOSCH GG 240/12-2400 AR7
effekt	250 W
Batterier	2 st typ Bigack. underhållsfria
Startmotor, typ	BOSCH EGD 1/12 AR37
effekt	0,736 kW
Motorvärmare	220 V, 500 W
Korgvärmare	2 st kamflänsэлемент 220 V, 2x500 W

Rymduppgifter

Bränsletank	30 l bensin varav 5 l i reserv (90 oktan)
Motor, inklusive oljerenare	3,75 l motorolja
Motor, inklusive kylsystem	8 l vatten blandat med glykol
Växellåda, upp-ner	1,5 l transmissionsolja 80 EP
Pinnstångsmaskineri	
övre växellådan ca 10 l	Växellådsolja, Shell Spirax 80 EP,
undre växellådan ca 11 l	vintertid byts mot Shell X100
	Multigrade 10 W - 30

Bränsleförbrukning

för 100 m körsträcka ca	
hiss med förare	upp 1,0 l
hiss med förare	ned 0,8 l
hiss med full last	upp 1,5 l
hiss med full last	ned 0,7 l

Brandsläckare

Typ	Snow Force typ 3
Antal	2

13.6 Antenn

Fundament

Följande data gäller vid en vindhastighet på 70 m/s:

Moment på mastfundament	3 110 00 Nm
Vertikallast på mastfundament	166 00 kg
Dragkraft i övre stag	466 000 N
Dragkraft i undre stag	461 000 N

Mast

Höjd (till golvet i apparathuset)	96,4 m
Godstjocklek hos maströr	16 mm
Diameter hos maströr upp till 70 m-nivån	178 mm
Diameter hos maströr över 70 m-nivån	152 mm
Godstjocklek hos diagonalrör	4 mm
Diameter hos diagonalrör	127 mm

Övre stag

Dimension (trådantal x tråddiameter)	37x5 mm
Förspänningskraft	117 700 N
Stagplanläge över betongfundament	94,1 m

Under stag

Dimension (trådantal x tråddiameter)	37x5,4 mm
Förspänningskraft	179 500 N
Stagplanläge över betongfundament	61,4 m

Hiss	
Maximilast	3 000 kg
Maximalt antal personer	7
Hastighet	ca 0,25 m/s
Bränsleförbrukning för en upp- och nedfärd	ca 21
Apparatus	
Invändig höjd	3,5 m
Ytterdiameter	9 m
Tillåten golvbelastning	4 900 N/m ²
Mellanplan	
Höjd	1,2 m
Tillåten golvbelastning	1 470 N/m ²
Antennhus	
Höjd	5,5 m
Diameter	11 m
Tillåten golvbelastning	1 470 N/m ²
Massa	
Mast	40 000 kg
Husen (inklusive utrustning)	50 000 kg
Totalt (inklusive utrustning)	90 000 kg

Not:

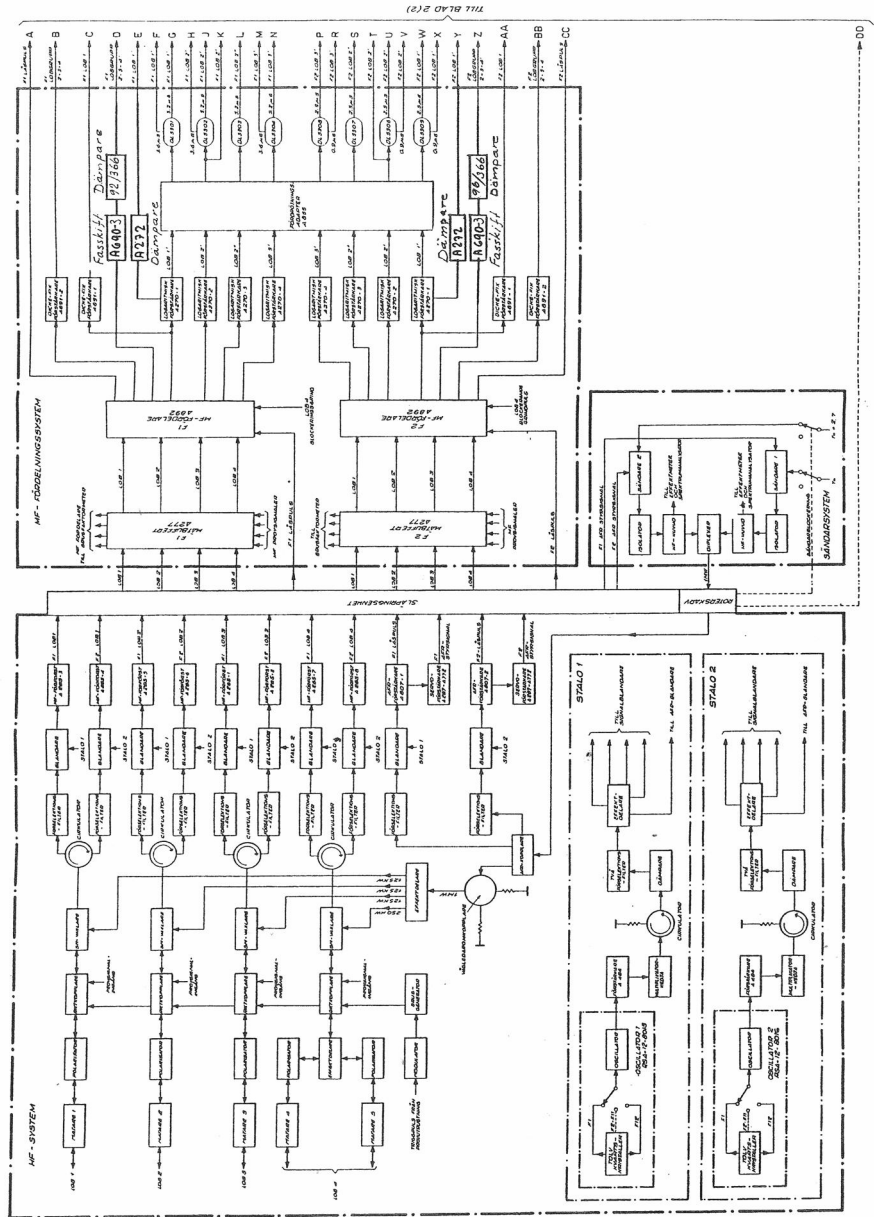
1 Nm \approx 0,1 Kpm

1 N \approx 0,1 Kp

1 N/ m² \approx 0,1 Kp/m²

- 1959 konstruerades masten av Civ.ing Valberg, Stockholm på uppdrag av KFF och KMF.
- 1960 konstruerades mastmontageanordningar och apparatus samt en enklare vridanordning utan antennhus av AB Oskarshamns Varv. (OV)
- 1960 konstruerades masthiss av Alimak Verken i Skellefteå.
- 1961 monterades en 40 meters provmast i Kristdala av OV.
- 1961 tillverkades av Alimak Verken en prototypmasthiss vilken monterades i Kristdalamasten.
- 1962 installerades och provades en provisorisk radaranläggning i Kristdalamasten.
- 1963 uppgjordes program för serietillverkning av master enligt vilket KFF beställde omkonstruktion och tillverkning av serieprototypmast med apparatus och antennhus. Beställningen lämnades till OV.
- 1964 beställde KFF en serie master av OV.
- 1963-1966 uppgjordes definitiva tillverkningsritningar av OV, vilka var och en granskades och godkändes av KFF kontrollant Hiss- och Krankonsult i Malmö. Tillverkningen påbörjades efterhand som ritningarna godkändes.
- Tillverkningen kontrollerades av KFF kontrollant Centrala Flygverkstaden i Arbogas kontrollsektion vid verkstadstekniska kontoret.
- Svetskontroll utfördes av Tekniska Röntgencentralen i Stockholm och Malmö.
- Pertplanering och uppföljning utfördes av Teleindustrins Anläggningsplanering AB, TALAB för provmontering, platsmontag och installationer.
- 1965-1966 utförde OV platsmontage av de två första masterna med apparatus och antennhus + en utbildningsanläggning bestående av apparatus och antennhus monterad med sektion 16 direkt på fundament vid markplanet.
- Montaget kontrollerades av KFF kontrollanter vid CVA.
- 1966- pågår platsmontage av serieanläggningar. Detta montage utförs av Centrala Verkstaden i Arboga.

0194 . 07



*Bilaga 2
Sida 2*

