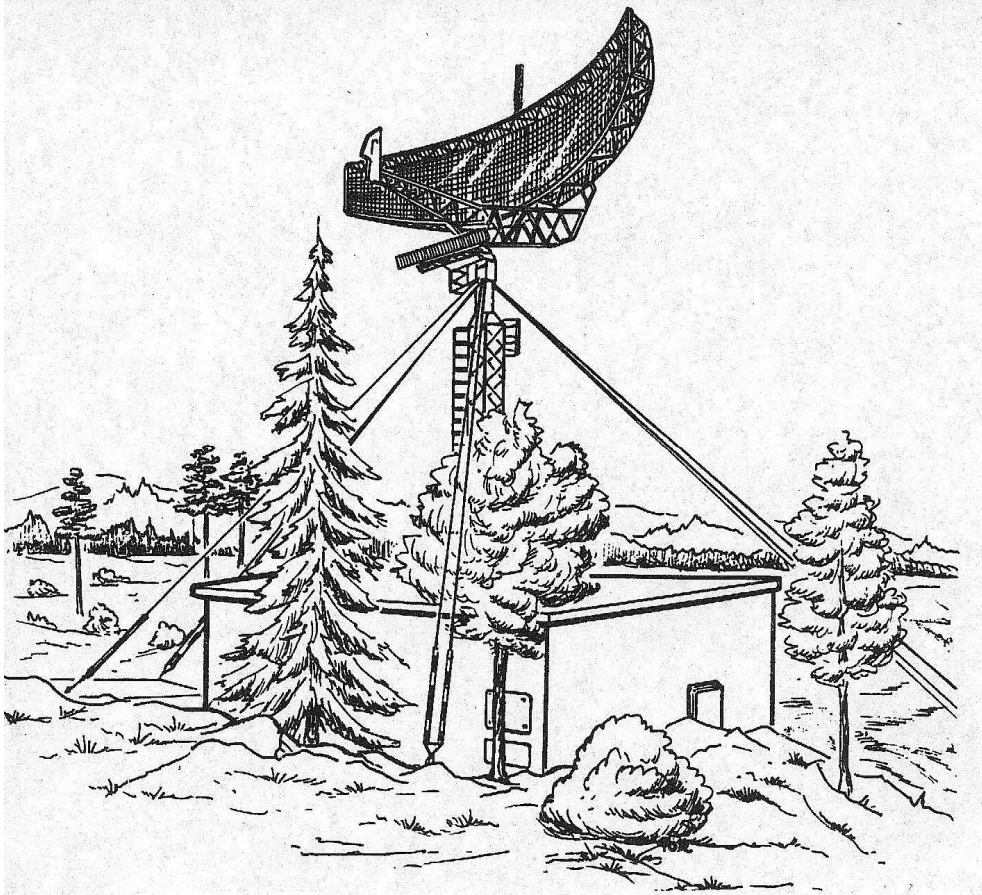




FHT

Försvarets Historiska Telesamlingar
Urvalsgrupp Flygvapnet



SPANINGSRADAR PS-65/F

HISTORIK, ERFARENHETER

TR:951530

1995-08-08

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

Denna sammanställning om flygvapnets spaningsradar PS-65/F har framtagits av numera pensionerade ingenjören Rune Erlandsson.

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

Uppgjord: Rune Erlandsson, LR1

Granskad: Hans Månsson

Fastställd:

Ingemar Eriksson
Radaravdelningen

1995-08-08
F03/04

Innehåll

1. Inledning	3
1.1. Bakgrund.....	3
1.2. Allmänt	3
2. Apparatbeskrivning (kortfattad).....	4
2.1. Materielomfattning	4
2.2. Sändtagare ER410J.....	6
2.3. Fastekodämpare MA 372 (MTI)	8
2.4. Centralstativ 0J00	10
2.5. Störskyddsutrustning	11
2.6. Fast prov- och mätutrustning	13
2.7. Antennsystemet (ref bild 4)	14
3. Händelser inom projektet.....	18
3.1. Materielanskaffning.....	18
3.2. Materielleverans	19
3.3. Installation, driftsättning.....	19
3.4. Modernisering av elektronikutrustning	21
3.5. Tjänstetid och drifttidsuttag	24
3.6. Avveckling.....	25
4. Underhållsresurser	25
4.1. Personalutbildning.....	25
4.2. Dokumentation.....	25
4.3. Underhållsutrustning	27
4.4. Underhåll	27
5. Erfarenheter.....	28

Bilagor	1. Tekniska data
	2. Systemblockschema PS-65/F
	3. Systemblockschema PS-65/F (Efter ombyggnad)
	4. Radaranläggning PS-65/F

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 kravspecifisering 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.

PS-08, som anskaffades i fyra exemplar, blev flygvapnets första riktiga "storradar".

PS-65/F var avsedd som ett komplement till PS-08-kedjan i Sydsverige, där den skulle ge strilsystemet ökad uthållighet, medan den i övriga Sverige blev huvudstrilradar.

1.2. Allmänt

Radarstation PS-65/F var en L-bandsradar som ingick i Stril 50- och 60-systemen och används för spaning och stridsledning. Stationen var en av flygvapnets första högeffektradar och hade en pulseffekt på ca 2,3 MW och med en räckvidd respektive höjdtäckning på 330 km resp 25.000 m.

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

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

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

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

Totalt anskaffades nio radarutrustningar av vilka de sex första upprättades under första delen av 60-talet och de tre sista i mitten på 70-talet.

Anläggningarna anskaffades under Wennerströmstiden, vilket medförde att de tre sista anläggningarna bekostades genom extraanslag, s k Wennerströmspengar.

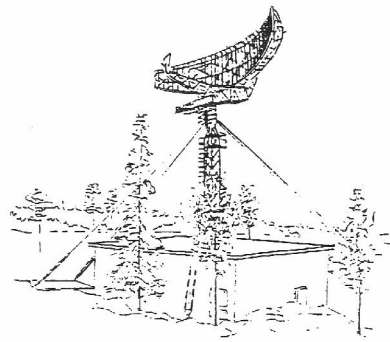
PS-65/F lämnade mälldata i form av bäring och avstånd. Höjddata hämtades från en separat radarhöjdmätare PH-13 alternativt PH-40.

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

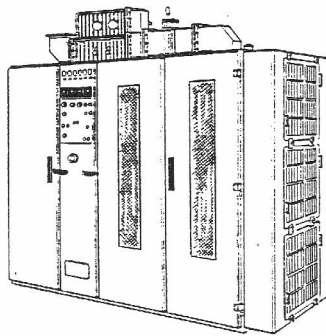
2. Apparatbeskrivning (kortfattad)

2.1. Materielomfattning

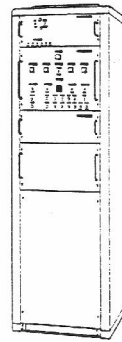
Benämning	Förrådsbet	Ursprungsbet	
Spaningsradar PS-65/F MT	M3330-065071		
Sändtagare	M3330-065128	CSF-L900250-3 (ER410J)	
• Sändarstativ	M3330-065178	CSF-L038487 (NJ02)	
• Mottagarstativ	M3330-065168	CSF-L040260 (NJ01E)	
Centralstativ	M3330-065208	CSF-L040367	(0J00)
Fastekodämpare	M3330-065118	CSF-L900243-2 (MA372)	
SSU-enhet	M3330-065218	CSF-L900339-1 (MB411)	
Fjärrmanöverpanel	F2652-000198	CSF-L040763 (LE60)	
Provutrustning	M3330-065198	CSF-L900304 (MM375)	
Brusfaktormeter	M3330-065188	FB 340AP/12	
• Spektrumanalysator	F2652-000170	(MM470)	
Indikator	M3656-814011	PPI 814HD MT	
Roterande mast	M3330-065158	FF FR0185	
• Vridbord	M3330-065148	FF FR0183	
• Antenn	M3330-065138	SELEN-MEC.57.5001G2 (MLG7)	
Resutrustning	F1250-201400		



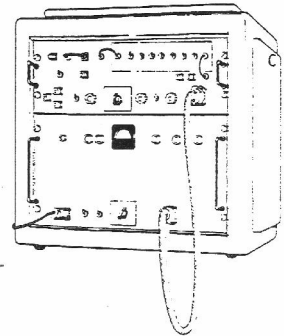
Antenn och roterande mast



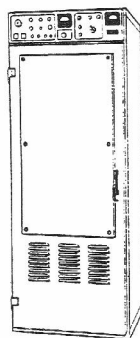
Sändare



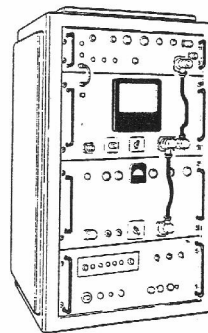
Centralstativ



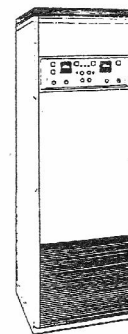
Provutrustning MM375



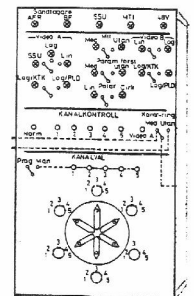
Fastekodämpare



Mätutrustning (brusfaktormeter)



SSU-stativ



FJÄRRHÄNÖVERPANEL LE 50

Bild 1. Spaningsradar PS-65/F

2.2. Sändtagare ER410J

Ref bild 2 och systemblockschema bilaga 2.

Sändtagaren består av två mekaniskt och elektriskt förbundna apparatstativ NJ01 och NJ02 med den gemensamma benämningen SÄNDTAGARE ER410J. Det högra apparatstativet NJ02 utgör själva sändaren, som är av konventionell teknisk konstruktion och innehåller högspänningslikriktarrör, laddningsinduktor, backdioder, konstledning, modulator och magnetron.

Magnetronen är vattenkyld och försedd med permanent magnet. Kylningen sker med hjälp av vattenpump och värmeväxlare.

Sändaren är konstruerad för att arbeta inom frekvensområdet 1270-1370 MHz. Pulseffekt ca 2,3 MW, pulstid 4 µs.

Sändaren var ursprungligen konstruerad för att arbeta med magnetron med fast frekvens men modifierades på 70-talet för magnetron med både fast och avstämbar frekvens.

Sändaren kan antingen självstyras genom inbyggd triggenerator eller styras från central yttre triggenerator.

Sändaren kan manövreras lokalt från centralstativet eller genom fjärrmanöver från telerummet. Den är även försedd med utrustning för automatisk återstart som automatiskt återstartar sändaren i händelse av frånslag förorsakat av överslag eller överbelastning. Automatstarten är så konstruerad att den tillåter två frånslag med efterföljande återstart. Efter tredje frånslaget ges larm och sändaren stängs av. Dessa avbrott med åtföljande återstart indikeras på en lamptabla i centralstativet.

Sändaren kyls med separat ventilationsfläkt placerad på stativets högra sida.

I vågledarsystemet, ovanför sändtagaren, är en sändar-mottagarkopplare (SMO) och en avstämbar anpassningsenhet inlänkad. Den senare ersattes på 70-talet med en ferritcirkulator. Vågledarsystemet är vidare försett med en vågledarkopplare och en högeffektavslutare så att sändaren kan köras utan antenn.

Mottagardelen (NJ01) innehåller följande underenheter:

Förmodulator	NJ12
Likriktarenhet	NJ13
Lokaloscillator	NJ11
AFR-enhet	NJ16
Parametrisk förstärkare	NJ28
Förförstärkare	GD14D
Linjär MF-förstärkare	GD15C
Log MF-förstärkare	NJ18
Pulslängdsdiskriminator	D131B
Automatstart sändare	NJ08
Fjärrkontrollenhet	NJ09
Log-videoenhet	NJ17
Kraftenhet	GD18B (6 st)

Utöver ovanstående underenheter är av utrymmesskäl vissa i sändarfunktionen ingående enheter såsom kontaktorer, induktionsregulator och högspänningstransformator placerade i mottagarstativet. Enheterna är åtkomliga från stativets baksida.

De båda blandarna för LO- och signalfrekvenserna, AFR-enhet, förförstärkare, linjär- och logförstärkare samt log-videoenhet är monterade på en utvikbar dörr i apparatstativet. Övriga underenheter är placerade inne i stativet.

Lokaloscillatorn (NJ11) utgörs av en högstabil triod med servostyrda anod- och katodkaviteter som ger hög frekvensstabilitet. Lokaloscillatorns frekvensstyrning sker med hjälp av dels en reläuppbyggd sökkrets, dels av en servostyrd frekvensföljningskrets. Mottagarsystemet arbetar med en nominell mellanfrekvens på 30 MHz.

Mottagarsystemet var ursprungligen försett med en lågbrusförstärkare (NJ28) av varaktortyp, s k parametrisk förstärkare, som förstärker HF-signalerna utan nämnvärt brus tillskott och bidrar därmed till en avsevärd förbättring av den totala brusfaktorn. Detta sker i princip genom en blandning i två steg över en olinjär kapacitiv reaktans, en s k varaktordiod. Enheten är placerad på väggen bakom mottagarenheterna i mottagarstativet. Den parametriska förstärkaren ersattes på 70-talet av transistoriserad HF-förstärkare av solid- statetyp.

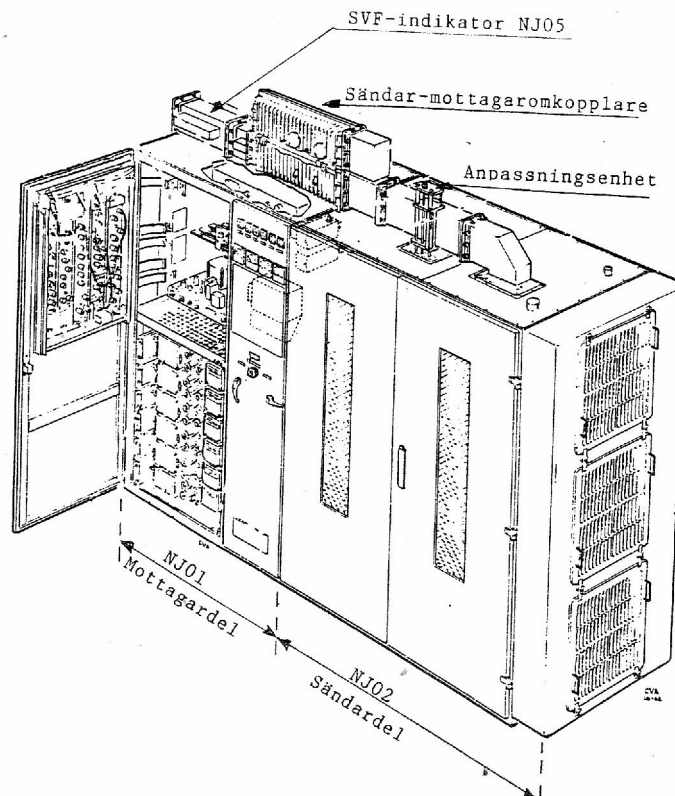


Bild 2. Sändtagare ER410J

2.3. Fastekodämpare MA 372 (MTI)

Ref bild 3 och blockschema bilaga 2.

Fastekodämparen utgörs av ett separat apparatstativ innehållande 19 underenheter enligt nedan:

Kraftenhet	GD18B (6 st)
Högspänningslikriktare	HZ10B
Minnesrördel 1	HZ11A
Minnesrördel 2	HZ11B
Synpulsförstärkare	HZ20
MF-förstärkare	FY62A
Närekodämpare	HZ29
Fasdetektor	FY63B
Koherentoscillator	FY64
Spiralsvepgenerator	FY65C
Ingångsförstärkare	HZ14
Utgångsförstärkare	FY66B
Videosammansättningsenhet	FY67B
Manöverpanel	S12

De i fastekodämparen ingående större enheterna såsom transformatorer, regulatorer m m är placerade inne i apparatstativets övre del. De sex kraftenheterna är fastsatta på utdragbara ledskenor i stativets nedre del. Manöverpanelen, innehållande manöver- och kontrollorgan, är placerad överst på stativets framsida. Samtliga puls-, MF- och videoenheter är placerade på en utvikbar dörr där enheterna är lätt åtkomliga från båda sidor. De båda minnesrörenheterna är placerade överst på den utvikbara dörrens insida där även samtliga inställningsorgan för minnesrören är placerade. Dörrens utsida är försedd med en avtagbar frontpanel. Apparatstativet ventileras genom en separat ventilationsfläkt placerad i apparatstativets övre del.

Fastekodämpningen sker med s k minnesrör i kombination med en koherentoscillator och en fasdetektor vars utspänning är proportionell mot fasskillnaden mellan den koherenta oscillatorfrekvensen och den aktuella ekosignalen.

Fastekodämparen är försedd med två funktionellt identiska minnesrörenheter 1 och 2, som kan utnyttjas antingen var för sig eller i serie. Normalt används båda minnesrören för att erhålla optimal undertryckning av fasta ekon.

Minnesröret är i princip uppbyggt som ett vanligt katodstrålerör d v s med elektronkanon och avlänkningselektroder. Rörets fluorescerande skikt är däremot utbytt mot en dielektrisk platta eller dielektrikum. Vidare har en extra elektrod (kollektor) införts för att fånga upp sekundärelektroner från dielektrikat.

En spiralsvepgenerator lämnar avlänkningsspänningar till minnesrörets avlänkningsplattor. Avlänkningsspänningarna har sådan form och sådant inbördes fasläge att ett spiralformat avlänkningssvep erhålls på

minnesröret. Spiralsvepets startpunkt är synkroniserat med utgående sändarpuls.

Utsignalen från fasdetektorn matas in på dielektrikat på minnesrör 1.

Minnesrörets funktion som fastekoundertryckare bygger på den principen att elektronstrålen avkänner den på dielektrikat inmatade spänningen (videosignalen). Vid elektronbombardemanget av dielektrikat kommer nya elektroner att slås ut från dielektrikat, så kallade sekundärelektroner, vilka fångas upp av kollektorn. Om inga spänningspulser från fasdetektorn tillförs dielektrikat laddas detsamma utefter elektronstrålens väg till en viss jämviktsspänning vilket representerar en konstant kollektorström. Från kollektorn erhålls således endast ut signaler om den till dielektrikat inmatade videoamplituden varierar från ett svep till ett annat.

Som sammanfattning kan sägas att varje spiralsvep inskriver sin laddningsbild samtidigt som den utsläcker föregående sveps bild. Om insignalerna till minnesröret vid två på varandra följande spiralsvep har samma amplitud och inträffar efter samma tid från svepstarten erhålls ingen utsignal från kollektorn. Om insignalerna däremot är olika vid två på varandra följande svep erhålls en utsignal på kollektorn som är proportionell mot skillnaden i amplitud hos insignalerna.

När båda minnesrören används, vilket är normalfallet, förstärks först utsignalen från minnesrör 1 i en speciell ingångsförstärkare (HZ 14) innan den matas in till minnesrör 2. Utsignalen från minnesrör 2 förstärks därefter i utgångsförstärkaren (FY66B) och matas till videosammansättningsenheten (FY67B).

Från videosammansättningsenheten erhålls två typer av videosignaler. Den ena signalen utgörs av fastekoundertryckt video (MTI-video) under en tid som bestäms och ställs in beroende på aktuellt fastekoområde, dock maximalt 150 km, därefter erhålls genom elektronisk omkoppling utvald video på samma utgång. Den utvalda videon kan bestå av SSU-log eller lin video beroende på aktuellt videoval.

2.3.1. MTI-funktionens prestanda

Dämpningstalet

Dämpningstalet eller undertryckningen av fasta ekon är ≥ 35 dB när båda rören används. Med dämpningstalet avses här ett förhållande, uttryckt i dB, mellan två signaler som erhålls från MTI-stativet. Den ena signalen är av fastekokaraktär, dvs ekot har samma amplitud och fasläge från puls till puls. Den andra signalen, som är simulerad, har optimal hastighet och skiftar i fasläge 180° från puls till puls.

Synlighetsfaktorn

Synlighetsfaktorn eller urskiljningsförmågan mellan ett fast och ett överlagrat rörligt eko är ≥ 20 dB. Med synlighetsfaktor avses här hur stor känslighet MTI-funktionen har för överlagrade nyttosignaler vid en viss amplitud hos det fasta ekot.

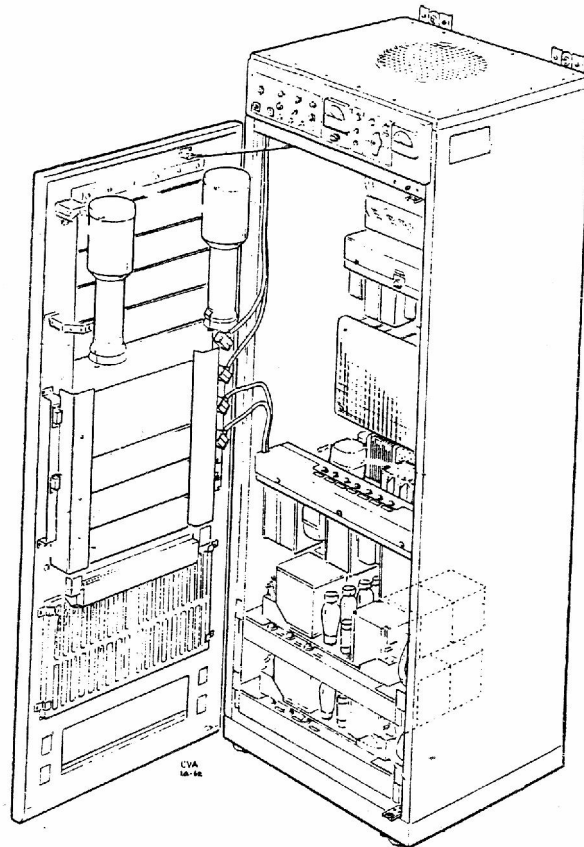


Bild 3. Fastekodämpare MA372

2.4. Centralstativ 0J00

Centralstativ 0J00 är ett kombinerat kopplings-, fördelnings- och manöverstativ som är placerat i sändarrummet tillsammans med övrig radarutrustning.

Stativet innehåller i huvudsak följande underenheter

- Automatstartdel NS11 för automatisk återstart av sändaren efter eventuellt frånslag orsakat av överslag i densamma.
- Kontrollpanel 0J01 innehållande kontroll- och manöverorgan för direktstart, fjärr- eller lokalmanöver av sändtagare, brusfaktormeter, MTI- och brusfaktormeter.
- Kopplingspanel 0J02 innehållande manöver- och kontrollorgan för fördelning av MF- och videosignaler efter önskat val.
- Videofördelningsenhet NJ50 som har till uppgift att leverera videosignal från antingen lin- eller de logbehandlade signalerna till fördelnings- och manöverenheten i telerummets triggerstativ.

- Utrustning för distribution av nätspänning till sändtagare, brusfaktormeter, MTI- och SSU-stativ.

2.5. Störskyddsutrustning

Se systemblockschema bilaga 2.

Stationens störskyddsutrustning är till största delen samlad i ett separat apparatstativ benämnt SSU-enhet MB411. Till störskyddsutrustningen hör även en speciell fjärrmanöverpanel LE60 samt en SSU-indikator (PPI) placerad i anläggningens telerum samt en rundstrålande antenn placerad på huvudentennens reflektor.

Störskyddsutrustningen medger val av fem olika radarmottagare med olika störresistenta egenskaper.

Vid riktad eller atmosfärisk störning kan de olika mottagarna programmeras manuellt med hjälp av en väljaranordning på fjärrmanöverpanelen. Väljaranordningen består av en sektorväljare för sex olika bäringssektorer vars sektorbredd kan ställas in mellan 15-120°. Inom varje sektor presenteras de fem olika mottagaralternativen, vilket resulterar i att de olika mottagarna kan presenteras sex gånger under ett antennvarv. Vid icke riktad störning kan den för tillfället bästa mottagaren väljas ut manuellt med hjälp av fjärrmanöverpanelens manöverknappar.

Den operativa principen för programmering av videoval är följande:

På SSU-indikatorn presenteras i de olika bäringssektorerna de fem videobitarna i form av koncentriska ringar. Varje ring representerar en mottagares videosignal under 40 μ s. I varje rings mitt uppträder en kalibreringssignal, som alstras i SSU-enhetens kalibreringsgenerator och matas in i mottagarsystemet. Kalibreringssignalen utgörs av pulsmodulerade MF-signaler grupperade i fem grupper med fyra pulser i varje grupp överlagrade på den aktuella signalen. Amplituden i varje grupp ökar stegvis med 10 dB per steg, räknat från 6 dB över brusnivån. På SSU-indikatorn presenteras därigenom varje mottagares störresistens som mer eller mindre avbrutna kalibreringssirklar. En heldragen cirkel visar således att mottagaren ej är utstörd av den aktuella typen av störning. Vid avbrott i kalibreringssirkeln eller i ytterlighetsfall obefintlig cirkel, visar att den aktuella mottagarkanalerna har försämrade mottagningsmöjlighet eller är helt utstörd. Följaktligen indikerar närvaron av kalibreringssignaler på mottagarutgången att utrymme för överlagring av nyttsignaler fortfarande finns vid den aktuella störningen.

De olika mottagaralternativen är följande:

Dicke-Fix-mottagare	(kanal 1)
Back-Bias-mottagare	(kanal 2)
Log-mottagare	(kanal 3)
SLU-mottagare*	(kanal 4)
Linjär mottagare	(kanal 5)

*) SLU = sidolobsundertryckning

Dicke-Fix-kanalen utgörs av den bredbandiga delen av förförstärkare GD14D i sändtagaren följt av den linjära MF-förstärkaren i SSU-enheten. Dicke-Fix-kanalen är störresistent mot frekvensmodulerade störningar med stort frekvenssving och låg moduleringsfrekvens ($f_m < 1$ MHz). Störningsundertryckningen sker i princip genom att den bredbandiga förförstärkaren förhindrar att störpulsernas pulstid ökar och därigenom dränker inkommande nyttsignaler. Störsignalerna amplitudbegränsas därefter i den efterföljande linjärförstärkaren.

Back-Bias-kanalen utgörs av Back-Bias förstärkare LE05 och efterföljande pulslängdsdiskriminator DI301B. Denna mottagarkanal är avsedd att användas om stationen utsätts för CW-störningar eller långa pulsstörningar. Back-Bias-kanalen undertrycker även fasta ekon, molnekon samt de kraftiga markekon som erhålls vid lågtäckning. Den principiella funktionen bygger på ett lämpligt val av katodmotstånd och avkopplingskondensatorer i förstärkarens förstärkarsteg. Detta medför att nyttsignalerna motkopplas obetydligt i förhållande till vad som sker beträffande störningar med långa pulstider, vilka motkopplas mycket kraftigt. Nyttosignalerna förstärks således mer än långa pulsstörningar.

Log-kanalen utgör tillsammans med PLD- och KTK-kretsar ett tredje mottagaralternativ i SSU-systemet. Denna kanal är p g a logförstärkarens stora dynamik lämplig vid kraftiga störningar med överlagrade nyttoekon t ex vid ekon erhållna i samband med remsfällning.

SLU-kanalen är avsedd att användas vid olika typer av brus- eller med brusstörningar besläktade HF-störningar. Störreduceringen sker i princip genom subtraktion av utsignalerna från två identiskt lika mottagarkanaler. Den ena kanalen utgörs av mottagarsystemets ordinarie MF-kanal, vilken matas med stör- nyttsignaler som uppfångas av radarantennen. Den andra MF-kanalen, som utgörs av ett helt separat mottagarsystem som matas med störningar (brus) från en rundstrålande antenn placerad överst på radarantennens reflektor. Med hjälp av AKR-kretsar i båda kanalerna hålls störnivån inbördes konstant. I en efterföljande differentialförstärkare utförs därefter subtraktion (signal + störning)- störning, vilket resulterar i att endast nyttsignal återfinns i differentialförstärkarens utgång.

Med hjälp av fjärrmanöverpanelen kan störskyddsoperatören leverera två typer av video (video A och B) till länk och indikatorutrustning.

Video A kan bestå antingen enbart av lin- eller behandlad logvideo, eller av utvald SSU-video, en video vars karaktär är beroende av aktuellt SSU-val. Video A kan även innehålla MTI-behandlad video upp till 150 km.

Video B kan bestå av endast lin- eller behandlad logvideo.

2.6. Fast prov- och mätutrustning

Följande i stationen ingående prov- och mätutrustning är tillverkad av CSF och levererad med radarmaterielen.

2.6.1. Brusfaktormeter FB 340 AP/12

Huvuddelen av brusfaktormätutrustningen är samlad i ett separat apparatstativ benämnt Brusfaktormeter FB 340 AP/12. I samma apparatstativ är även en annan provpanel, MM 475 (spektrumanalysator), placerad.

Brusfaktormetern medger mätning av brusfaktorn under sändning och ger därigenom en kontinuerlig övervakning av mottagarsystemets brusfaktor. Mätutrustningen kan även användas för brusfaktormätning enligt konventionell statistisk mätmetod.

Brusfaktormetern är försedd med en speciell alarmlinje, vilken har till uppgift att ge alarm om brusfaktorn överstiger ett på förhand inställt värde.

2.6.2. Provpanel MM 475

Provpanel MM 475, som är placerad i samma apparatstativ som brusfaktormetern, utgör tillsammans med ett yttre oscilloskop mätutrustning för spektrum- och bandpassmätning. Provpanel MM 475 används för

- mätning av magnetronspektrum
- mätning av lokaloscillatorns frekvensfel
- mätning av de olika förstärkarnas passband

2.6.3. Provutrustning MM 375 (MTI)

Provutrustning MM 375, som utgör ett separat apparatstativ, består i huvudsak av en generator som genererar artificiella ekon på mellanfrekvensbasis. De artificiella ekona är avsedda att ge samma egenskaper som ett fast alternativt rörligt eko på valfritt avstånd. Det rörliga ekot kan dessutom ges olika radialhastigheter.

Provutrustning MM 375 används för ett flertal mätningar i stationens MTI-utrustning, bl a dämpningstalet och synlighetsfaktorn.

2.6.4. SVF-indikator NJ05

Stationen är försedd med SVF-indikator av glimrörstyp. SVF-indikatorn, som är monterad i en separat vågledarsektion, består i huvudsak av 12 neonrör som är instuckna i hål längs vågledaren. Rören är fastsatta i en hållare som vid mätning skjuter in rören i vågledaren varvid rörens glimsträckor relaterar till E-fältets storlek i respektive mätpunkt i vågledaren. Mätningen, som inte ger någon större noggrannhet, kan göras snabbt och under drift utan att påverka stationens funktion. Indikatorn kan även användas för mätning av sändarens uteffekt.

2.7. Antennsystemet (ref bild 4)

Anläggningens antenn börs upp av en roterande mastanläggning placerad på betongbunkerns tak och som vrids runt med hjälp av en vridanordning placerad inne i själva betongbunkern rakt under mastfästet.

I mastanläggningen ingår, förutom själva antennen, mastdelar, botten- och topplager, staganordning, vridbord, växellåda samt elgonväxel.

Själva masten är uppbyggd av ett antal 4 m långa mastdelar. Antalet mastdelar är beroende på topografiska förhållanden, maskvinklar m m. Mastdelarna är tillverkade i stålrör och stålstänger sammansvetsade till en fackverkskonstruktion vars genomskärningsyta bildar en liksidig triangel med 1 m sida. På utsidan av varje mastdel finns en påsvetsad stege försedd med ryggskydd. I mastdelarna ingår även topp- och bottendel vilka tjänar som övergång mellan mast och topplager respektive mast och bottenlager.

Topplagret tjänar som både lagringspunkt för masten och som fäste för staglinorna. Bottenlagret har till uppgift att dels bära upp masten och dels överföra rotationsrörelsen från vridbordet till masten. Bottenlagrets nedre del är utformad som en fläns vilken skruvas fast i ingjutningsbalkar i betongtaket. Övergången mellan mastens bottendel och bottenlager är utformat som en kardanknut (polhemsknut) som tar upp vridningspåkänningar under rotation. Kardanknuten tjänar även som gångled vid fällning och resning av masten.

Bottenlagret är, i likhet med topplagret, försett med ett axial- och två radiallager. Bottenlagret är dimensionerat för att ta upp en vertikalkraft på 24 ton. Lagrets inre, rörliga del som bär upp kardanknuten, är i sin nedre del försedd med en fläns för hopkoppling med elgonväxelns centrumaxel i vridbordet.

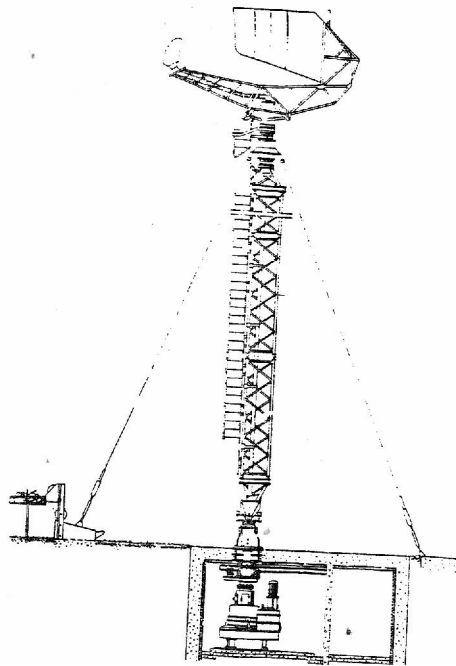


Bild 4. Roterande mastanläggning PS-65/F

2.7.1. Stagutrustning

Masten är stagad med sex stag. I varje stag ingår tre staglinor som upptill är infästade i topplagrets krage. De tre staglinorna är nedtill samlade i en fästplatta (hjärtplåt) vilken i sin tur är förankrad i vantskraven genom en stagvågsanordning. Vantskruvarna är fastsatta i betongfundament alt bergögla. Stagspänningarna kan kontrolleras genom att ansluta en dynamometer mellan stagvågens hävarmar.

Tillåtna vindhastigheter, utan kvarvarande deformationer, är för stillastående antenn 57 m/s och för roterande antenn 42 m/s.

2.7.2. Vridbord med växellåda (ref bild 5)

Vridbordet är utfört i svetsad stålkonstruktion och placerat i betongbunkern mitt under den roterande masten. Vridbordet vilar på tre ben vilka är förankrade i en i betonggolvet ingjuten fästplatta.

Vridbordet består i huvudsak av följande huvuddelar:

Huvudaxel, växellåda, drivväxelhus, elgonväxellåda, drivmotor, centrifugalslirkoppling med broms, släpringsenhet, roterskarv och oljepump.

Vridbordet är konstruerat för en motoreffekt på 25 hk men är försett med en 10 hk motor. Drivmotorn, som är en trefas asynkronmotor med polomkoppling, kan köras med två olika varvtal 750 alt 1500 varv/min som genom vridbordsutväxlingen ger en antenntrotation på 3 resp 6 varv/min.

Växellådan består i huvudsak av en över- och en underdel.

Underdelen, som också består av två halvor, en övre och en undre, är utformad som en cylinder med en oregelbunden utbyggnad på ena sidan. I den cylindriska delen sitter huvudlager, drivaxel och kuggdrev. I utbyggnaden finns i huvudsak slutdrev, handdrivväxel med manövrerratt och oljepump. Manövrerratten är fastsatt på en i axialled skjutbar axel så att ratten kan dras ut och skjutas in i växellådan. I inskjutet läge kan vridbordet manövreras med manövrerratten.

Drivväxelhuset, som också är utfört i två halvor, en övre och en undre, är monterat direkt på växellådan. Samtliga drev och kuggjul i växelhus och slutväxel har snedskurna kuggdrev. Drivmotorn är via en centrifugalkoppling och en bromsanordning monterad direkt på drivväxelhuset. Centrifugalkopplingen tjänar som överbelastningsskydd och ger samtidigt mjuk igångsättning. Bromsanordningen är till för att låsa vridbordet när arbete utförs på detsamma eller under vistelse i masten.

Drivväxelns utväxlingsförhållande är 1:24,7 och utväxlingsförhållandet mellan drivväxel och slutdrev är 1:10. Totala utväxlingsförhållandet mellan drivmotor och roterande mast är således 1:247.

Huvudaxeln genom vridbordet är sammansatt av ett övre och ett undre axelrör. Det undre röret är utformat som en kraftig plåt-cylinder i vilken

den roterande vridskarven är placerad. Plåt cylindern är försedd med inspektionslucka för inspektion av vågledarskarven.

Vridskarven innehåller, förutom vågledarskarven, två koncentriska koaxialvridskarvar, den ena avsedd för stationens störskyddsantenn och den andra för navigeringsradar PN-79 antenn.

Släpringsenheten är placerad runt det övre axelröret. Släpringsenheten innehåller 20 försilvrade släpringar med lika många elborstar.

Övre röraxeln är upptill avslutad med en kraftig fläns vilken genom en elastisk koppling är ansluten till elgonväxels nedre fläns.

Elgonväxellådan, som är placerad mellan själva vridbordet och den roterande mastens bottenlager, är fastsatt i samma ingjutningsbalkar i betongtaket på vilka mastens bottenlager vilar. Elgonväxeln är i likhet med vridbordet i övrigt tillverkat i svetsad stålplåt. På elgonväxeln finns två givarelgoner (GS30 och GS50) för bäringsinformation. Utväxlingsförhållandet mellan huvudaxeln och elgonerna är sådant att GS30 har utväxlingen 1:1 och GS50 1:30 i förhållande till antennrotationen.

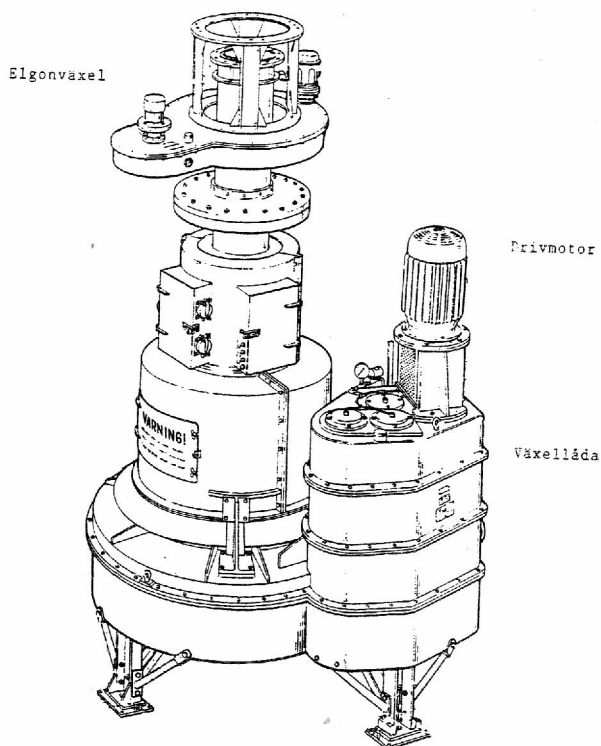


Bild 5. Vridbord FF-FR-0183

2.7.3. Antennenhet (ref bild 6 och 7)

Radarantenn MLG7, som är av italienskt fabrikat (SELENIA), är av typ modifierad cosekantkvadrat arbetande inom L-bandet.

Antennen består i princip av en reflektor och ett matarhorn som bärs upp av ett stativ utfört som en fackverkskonstruktion av aluminiumlegerade rör och fastsvetsad i en cylinderformad centrumdel av stål. Reflektorns reflekterande yta är utförd i perforerad aluminiumplåt. För att underlätta transport och montering är antennenheten utförd i elva sektioner varav sju utgör själva reflektorn.

Antennstativet är försett med en elevationsanordning i form av en trapetsgängad skruv med vilken antennens elevationsvinkel kan ställas in mellan gränserna $-1^{\circ}30'$ och $+3^{\circ}30'$.

Antennen är konstruerad för att arbeta inom frekvensområdet 1250-1350 MHz.

Antennen ger en antennförstärkning på min 32,5 dB längs den maximala strålningsaxeln.

Beträffande övriga antenndata hänvisas till tekniska data, bilaga 1.

I mitten av 70-talet infördes polarisatoromkopplare på samtliga antenner vilket möjliggjorde för radaroperatören att välja mellan linjär och cirkulär antennpolarisation. Modifieringen innebar att den ursprungliga utmatarmen ersattes med ny arm med polarisatoromkopplare. Modifieringsmaterielen levererades av SELENIA, ref bild 6.

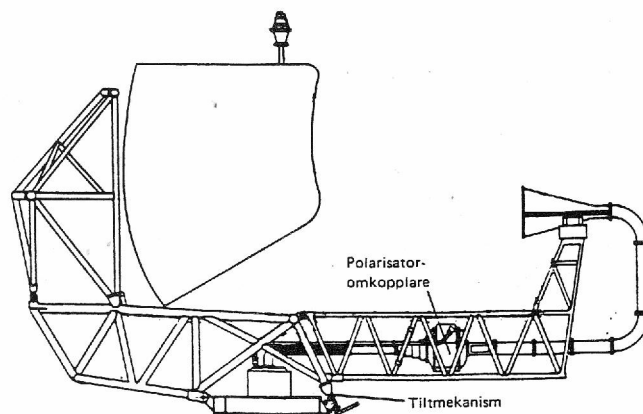


Bild 6. Antenn MLG7 med polarisator

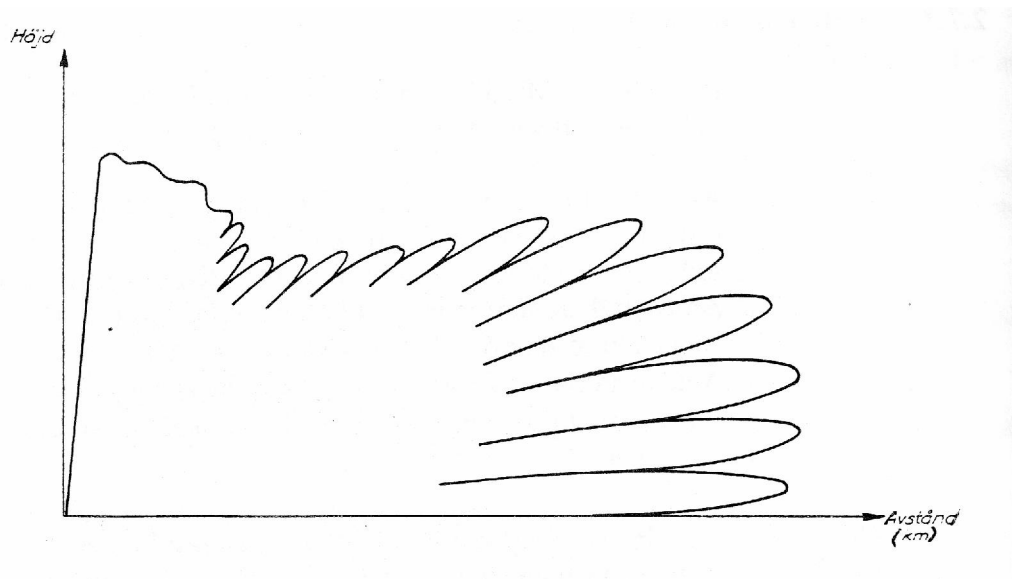


Bild 7. Lobdiagram MLG7-antenn (verkligt lobdiagram)

3. Händelser inom projektet

3.1. Materielanskaffning

Elektronikutrustningen, bestående av sändtagare, MTI- och störskyddsutrustning anskaffades från den franska firman Compagnie Generale de Telegraphie sans Fil (CSF).

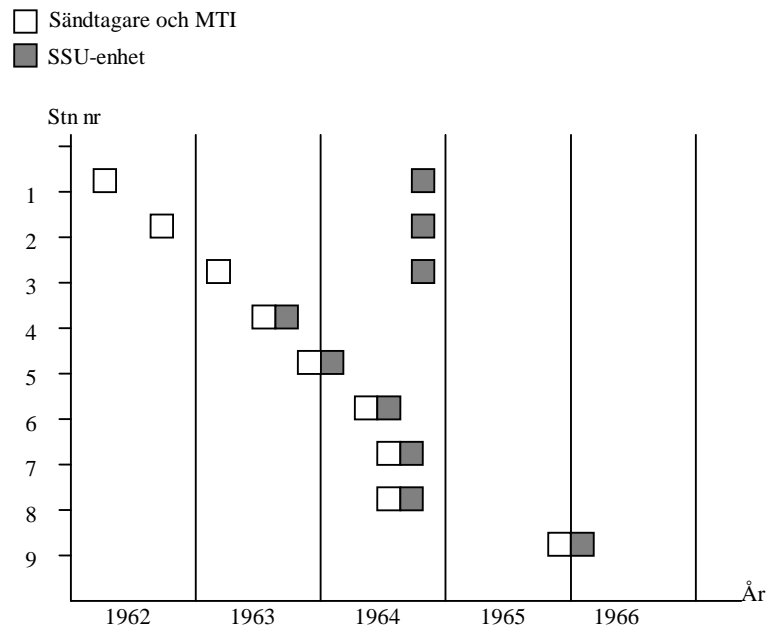
Materielen inköptes i två omgångar. Det första inköpet omfattade sex kompletta utrustningar och det senare tre. Leverans enligt avsnitt 3.2.

Vridbord och övrig mekanisk utrustning anskaffades från Oskarshamns Varv.

Antennerna anskaffades från SELENIA, Italien.

Inköpshandlingar över materielen har inte gått att finna i arkiven.

3.2. Materielleverans



3.3. Installation, driftsättning

Fyra PS-65-stationer upprättades i omedelbar anslutning till tidigare PS-16-anläggningar, de övriga fem stationerna upprättades på nyprojekterade platser.

De fortifikatoriska anläggningarna utfördes av FortF eller av FortF anlitaad entreprenör.

Installation av radarns mekanikdel, såsom vridbord, mast och antennutrustning utfördes av huvudverkstad (CVA/FFV-U).

Övrig radarinstallation och driftsättning utfördes av SRA (Svenska Radiobolaget).

Utprovning och diagramflygning utfördes i flygvapnets (radarbyråns) egen regi.

Den från CSF först levererade radarutrustningen upprättades sommaren 1962 i en hangar på F2, Hägernäs, för att användas av FRAS som utbildningsstation.

De operativa stationerna upprättades och driftsattes enligt nedan.

Anl R180

Byggstart	1963
Radarinstallation	sommaren 1963
Utprovning	hösten 1963
Integrerad operativ drift	januari 1964

Anl R40

Byggstart	hösten 1962
Radarinstallation	hösten 1963
Utprovning av autonom drift	våren 1964
Integrerad operativ drift	hösten 1964

Anl R170

Byggstart hösten 1963
Radarinstallation våren 1964
Integrerad operativ drift hösten 1964

Anl R130

Byggstart 1963
Radarinstallation 1964
Utprovning av autonom drift från dec -64 till juli -65
Integrerad operativ drift aug 1965

Anl R100

Byggstart 1963
Radarinstallation 1964
Utprovning av autonom drift sommaren och hösten 1965
Integrerad operativ drift 16 jan 1966

Anl R220

Byggstart våren 1963
Radarinstallation hösten 1963
Utprovning av autonom drift jan 1964
Integrerad operativ drift juni 1964

Anl R210

Byggstart 1972
Radarinstallation hösten -72 till våren -73
Utprovning av autonom drift juni -73 till mars -75
Integrerad operativ drift april 1975

Anl R70

Byggstart 1972
Radarinstallation våren och sommaren 1973
Utprovning av autonom drift hösten -73 till juni -75
Integrerad operativ drift april 1975

Anl R160 (tidigare FRAS utbildningsstation)

Byggstart 1973
Radarinstallation hösten -73 till våren -74
Utprovning av autonom drift sommaren -74 till okt -75
Integrerad operativ drift nov 1975

3.4. Modernisering av elektronikutrustning

Stationens ursprungliga elektronikutrustning, som var uppbyggd på 50-talsteknik och till ca 95% elektronrörsbestyckad, ersattes i mitten på 70-talet med ny, modern elektronik baserad på halvledarteknik.

Ombyggnaden utfördes av DNR (Decca Navigator & Radar), som även levererade den nya materielen.

Moderniseringen omfattade

- Ombyggnad av befintlig sändtagare
- Införande av ny störskyddsutrustning (SSU)
- Införande av ny fastekodämpare (MTI)
- Införande av ny fjärrmanöverpanel

3.4.1. Ombyggnad av sändtagare

Anledningen till ombyggnad av sändtagaren var i första hand att höja sändtagarens stabilitet för att därigenom minimera magnetronens frekvensdrift.

Huvudorsaken till sändarens frekvensdrift hos den ursprungliga utrustningen var till övervägande delen beroende på värmeutvecklingen i det stora antalet elektronrör som ingick i utrustningen.

För att minimera värmeutvecklingen i apparatstativen ersattes de flesta rörbestyckade kraftenheterna med moderna kraftenheter med mindre värmeutveckling.

Samtliga elektron- och högspänningslikriktarrör i sändtagaren ersattes med halvledare.

För att förbättra stationens störskydd infördes samtidigt en ny bredbandig förstärkare och signalfördelare i mottagaren.

3.4.2. MTI- och störskyddsutrustning (SSU)

Den nya MTI- och störskyddsutrustningen är samlad i ett gemensamt apparatstativ benämnt MTI-SSU-stativ. I MTI-SSU-stativet ingår även en videovalsenhet som utnyttjas för automatiskt eller manuellt videoval bland de videotyper som erhålls från sändtagare, fasteko- och SSU-utrustning.

I MTI-utrustningen ingår en analog enhet (MF-enhet) och en digitalenhet.

Blockering av fasta eko från stillastående föremål eller föremål med låg radialhastighet sker i den nya utrustningen helt digitalt genom en fasjämförelse mellan en referensoscillatorfas (koherentoscillator) och fasläget i ekosignalen vid två, i vissa fall tre, på varandra följande träffar tillhörande samma eko.

Vid ett fast eko är fassen mellan koherentoscillatorn och ekosignalen konstant, eller praktiskt taget konstant från träff till träff, d v s fasskillnaden är noll eller nästan noll. Vid ett rörligt eko uppstår å andra sidan en fasskillnad vars storlek beror på målets hastighet och riktning. I den digitala delen sker även en beräkning av medelhastigheten hos

utbredda klotterområden, varigenom hastighetsgränsen för bortgrindning av mål höjs så att klottret kan elimineras.

Från MTI-utrustningen matas linjär och logvideo (LIN/MTI och LOG/MTI) till videovalsenheten.

MTI-utrustningen arbetar med staggad PRF-triggning, varigenom risken för s k blinda hastigheter reduceras.

3.4.3. Störskyddsutrustning (SSU)

Den nya störskyddsutrustningen består i princip av ett förstärkarblock och en SSU-mottagare, ref bild 8. Förstärkarblocket, som består av förförstärkare, ingångsförstärkare och signalfördelare, är placerad på den utvikbara apparatdörren i mottagaren. SSU-mottagaren, som innehåller DICKE-FIX-mottagare, pulslängdsdiskriminator (PLD), 30 MHz provsignalgenerator, videoförstärkare, bruspulsooscillator, fördröjningsledningar, dämpsatser m m är placerad i MTI-SSU-stativet.

Förförstärkaren i förstärkarblocket matas direkt från signalblandaren och lämnar MF-signaler via signalfördelaren dels till MTI-enheten, dels till SSU-mottagaren. Dessutom lämnar förförstärkaren MF-signal till den linjära MF-förstärkaren i mottagaren samt till brusfaktormetern.

Förförstärkarblocket har olika förstärkningsegenskaper för de olika utgångarna. För signaler till SSU-mottagaren tjänar förstärkarblocket som en bredbandig förstärkare med bandbredden ≥ 18 MHz. Provsignaler från provsignalgeneratoren i SSU-mottagaren matas in i förstärkarblocket via ingångsförstärkaren.

Förstärkarblockets uppgift är att förstärka inkommande signaler så att de lämpligt kan signalbehandlas i de efterföljande förstärkarna.

SSU-mottagaren i MTI-SSU-stativet innehåller en stördämpningsmottagare av DICKE-FIX-typ åtföljd av en in- och urkopplingsbar pulslängdsdiskriminator. DICKE-FIX-mottagaren ger stördämpning och konstant falskt alarm (KFA) för störsignaler av följande typer:

- Frekvenssvepande störsignaler med eller utan tillsatsbrus med modulationsfrekvenser under 6 MHz och sving överstigande 15 MHz.
- Frekvensmodulerat brus med sving större än 10 MHz.

Pulslängdsdiskriminators undertrycker signaler vars varaktighet är mindre än 0,8 och större än 1,2 ggr den egna sändarpulsens pulstid. provpulsooscillatorn ger signaler med vars hjälp mottagarens känslighet kan mätas under olika störda förhållanden.

Från SSU-mottagaren matas följande två typer av videosignal till videovalsenheten:

- DICKE-FIX-behandlad KFA-video alt
- PLD-behandlad KFA-video

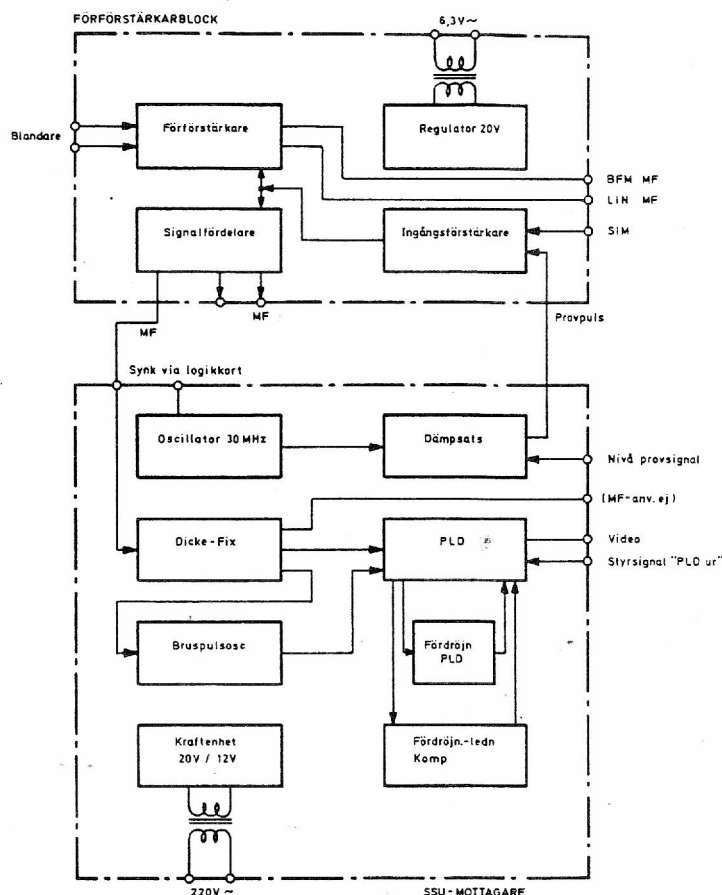


Bild 8. SSU-utrustning, blockschema

Videovalsenheten utnyttjas för automatiskt eller manuellt videoval bland de videotyper som erhålls från MTI-utrustningen, SSU-mottagaren och sändtagaren. Från sändtagaren matas:

- Linjär video (LIN)
- PLD behandlad logaritmisk video (LOG/PLD)

I videovalsenheten ingår, förutom väljarkretsar, ett avkänningsorgan som kontinuerligt mäter störsituationen i den videotyp som valts för störningsmätning. Om, vid automatiskt videoval, antalet störpulser överstiger ett förut inställt kriterietal sker automatiskt växling till en annan mer störskyddad videotyp. Samtidigt ändras MTI-området till minivärdet och HF-förstärkaren i sändtagaren slås från. Växlingen tillbaka sker när störsituationen åter är normal.

Vid manuellt videoval väljs videotyp direkt genom manöverorgan på videovalsenhetens frontpanel alt på fjärrmanöverpanelen i OP-rummet.

Benämning och beteckning på de genom moderniseringen utgående, större enheterna:

Benämning	Beteckning	
	Urspr.beteckning	
Provutrustning	M3330-065198	MM375
Fastekodämpare	M3330-065118	MA372
SSU-stativ	M3330-065218	MB411
Fjärrmanöverpanel	F2652-000198	LE60
SSU-antenn	M3330-065228	CA411

Benämning och beteckning på nytillkomna, större enheter:

Benämning	Beteckning	
	Urspr.beteckning	
MTI-SSU-stativ	F5752-000239	DNR-379-239
Fjärrmanöverpanel	F5752-010254	DNR-379-247

3.5. Tjänstetid och drifttidsuttag

PS-65-materielens tjänstetid kom att omfatta 26-28 år för de sex stationerna som upprättades på 60-talet, och 18-20 år för de tre stationer som upprättades på 70-talet.

Drifttidsuttaget för materielen kom att variera högst väsentligt mellan de olika anläggningarna under dess tjänstetid.

P g a att stationerna i hög grad utnyttjades för incidentberedskap, kom, speciellt under det "kalla krigets" dagar, drifttidsuttaget att bli mycket högt på flertalet av stationerna. Treskiftsdrift, d v s dygnet-runt körning, med drifttidsuttag på 24 timmar per dygn var mer regel än undantag under en stor del av tjänstetiden. På vissa anläggningar uppnåddes totala drifttider på över 200.000 timmar, vilket motsvarade över 8.000 dygns kontinuerlig drift.

I mitten på 80-talet försågs samtliga stationer med fjärrmanöverutrustning, vilket innebar att stationerna kunde manövreras och i viss mån övervakas från respektive Lfc/Rgc. Fjärrmanövern innebar stora besparingar ur personalsynpunkt, eftersom stationerna endast behövde bemannas under normal arbetstid.

Under det senare driftskedet, från mitten av 80-talet och framåt, skedde en viss nedtrappning av utnyttjandegraden på ett par stationer i södra Sverige. Stationerna ställdes mer eller mindre i reserv, s k krigsmaterielreserv, vilket innebar att stationerna fortfarande skulle hållas intakta för att vid behov kunna driftsättas med kort varsel.

3.6. Avveckling

Avvecklingen av PS-65/F-materielen påbörjades i februari 1990 och pågick successivt till juni 1993 enligt nedanstående avvecklingsplan. Materielen demonterades och skrotades. En komplett roterande mastenhet inklusive antenn och vridbord har sparats som museiföremål.

PS-65/F-anl	Avvecklad	PS-65/F-anl	Avvecklad
R220	febr 1990	R100	dec 1992
R170	dec 1991	R130	mars 1993
R180	mars 1992	R160	maj 1993
R40	okt 1992	R210	juni 1993
R70	nov 1992		

4. Underhållsresurser

4.1. Personalutbildning

FRAS (Flygvapnets Radarskola) Hägernäs svarade för utbildningen av den tekniska underhållspersonalen.

Under åren 1963-1970 anordnade FRAS ett tjugotal kurser

Antal elever per kurs	6-7
Kurslängd	6 veckor

I mitten på 1970-talet anordnade FRAS ytterligare ett 15-tal kurser med anledning av den nya elektronikutrustningen som infördes vid denna tidpunkt.

Utbildning av personal (A- och B-nivå) för underhåll av vridbord, topp- och bottenlager samt kurser i mastresning anordnades vid ett flertal tillfällen under 1960-70-talet vid huvudverkstad.

4.2. Dokumentation

4.2.1. Apparatbeskrivningar

Handbok. Sändtagare ER410J och MTI MA372 (fransk)	Lev med stn
Beskrivning PS-65/F	Fastställd
M7773-424881 Del 1 Beskrivning, funktioner	
Utarbetad av FRAS	1967-03-15
M7773-424882 Del 2:1 och 2:2 Scheman	
Utarbetad av FRAS	1965-07-29
M7773-424883 Del 3 Centralstativ OJ00	
Utarbetad av FRAS	1967-08-31
M7773-424884 Del 4 Roterande mast	
Utarbetad av Oskarshamns Varv	1967-11-01

M7773-424881	Funktioner. Omarb utgåva av del 1 Utarbetad av DNR	1979-09-01
M7773-424882	Scheman. Omarb utgåva av del 2:1 o 2:2 Utarbetad av DNR	1970
M7773-424883	Scheman MTI. Nu utgåva av del 3 och med nytt innehåll Utarbetad av DNR	1979
M7773-424884	Text och scheman. Ny utgåva av del 4 och med nytt innehåll Utarbetad av DNR	1979

4.2.2. Reservdelskataloger

M7776-404441	Reservdelskatalog PS-65/F	1962-10-29
M7776-404441	Reservdelskatalog PS-65/F Omarbetad utgåva	1972-03-09
M7776-404442	Reservdelskatalog PS-65/F Del 2 Komplettering	1972-03-09

4.2.3. Underhållsföreskrifter

Direktiva publikationer (Utarb av hvst)		Fastställd
TOMT RADAR 065-1A-C	UH-PLAN Apparater PS-65/F	
TOMT RADAR 065-1D	"-	1977
TOMT RADAR 065-1E	"-	1988
Tillsynsföreskrifter (Utarb av hvst)		
TOMT RADAR 065-2	Provutrustning MM375	
TOMT RADAR 065-3	Mätutrustning FB340AP-12	1969-11-21
TOMT RADAR 065-4	Spektrumanalysator MM475	1969-11-21
TOMT RADAR 065-5	Fastekodämpare MA372	1970-06-30
TOMT RADAR 065-6	Förpackningsförteckning	
TOMT RADAR 065-7	Mekanisk materiel	1973-12-28
TOMT RADAR 065-8	Sändtagare	1974-11-12
TOMT RADAR 065-8B	"	1986-04-23
TOMT RADAR 065-9	Typbunden skyddsföreskrift för radiofrekvent strålning	
TOMT RADAR 065-9B	"-	1977-11-02
TOMT RADAR 065-10	Skyddsföreskrift PS-65/F	1979-11-15
TOUF PS 65-000003B	Underhållsfskr, mek materiel	1991-08-16
TOUF PS 65-000103	Underhållsfskr Fjärrövervakning anl PS-65	1991-06-25

4.3. Underhållsutrustning

A-nivå/anläggning

Mät- och provutrustning	51.000:-/anl	Lev 1966
Verktyg, inventarier	65.000:-/anl	Lev 1966
Specialverktyg för mek utrustning	5.500:-/anl	Lev 1966

B-nivå/TSBR

Verktygssats (grundsats)	80.000:-/tsb	Lev 1966
Verktygssats (special PS-65)	9.000:-/tsb	Lev 1966

C-nivå/huvudverkstad

Provutrustning vridbord	25.000:-	Lev 1966
Specialverktyg	15.000:-	Lev 1966
Provutrustning för ue (elektronisk)	20.000:-	Lev 1967

4.4. Underhåll

Såväl det förebyggande som det avhjälpande underhållet av PS-65-materielen utfördes till övervägande delen av anläggningens egen underhållspersonal, TSBF. Endast i undantagsfall och vid årstillsyner av den mekaniska materielen anlätades personal från respektive TSBR alternativt huvudverkstad (CVA/FFV-U).

Det förebyggande underhållet har utförts i enlighet med fastställd underhållsplan uppdelad i olika underhållsgrader från daglig tillsyn till årstillsyn.

Underhållsinsatser och underhållsvolym har varierat väsentligt under stationens tjänstetid. Under det första driftskedet krävdes en underhållsvolym av 8-900 tim/stn och år för att hålla stationen på en godtagbar prestationsnivå. Det var främst fastekodämparen som var ostabil och krävde ständigt återkommande omjusteringar.

Under senare delen av 60-talet infördes på materielen ett stort antal modifieringar i driftsäkerhetshöjande syfte vilket avsevärt bidrog till att höja stationens driftsäkerhet och att reducera underhållsinsatserna.

Tabell 1 ger en bild av de förebyggande underhållsinsatserna i början av 70-talet.

Moderniseringen av elektronikutrustningen i mitten på 70-talet medförde ytterligare en avsevärd förbättring av driftsäkerheten varvid underhållsinsatserna på elektronikdelen enligt tabell 1 kunde halveras. 1-årstillsynerna kunde t ex ändras till 2-årsintervall.

Översyn och större reparationer av vridbord och övrig mekanisk materiel samt utbytesenheter utfördes vid behov av huvudverkstad.

Tabell 1.

Förebyggande tidsbundet underhåll. Elektronikutrustning (sändtagare, SSU, MTI m m)

Tillsyns-period	Arbetsvolym per tillfälle	Arbetsvolym per år	Antal man	Driftavbrotts-tid per tillfälle	Utfört av
1 dag	15 min	49,5 tim	1	-	TSBF
2 veckor	2,25 tim	40,5 tim	1	-	"
3 månader	8,5 tim	25,5 tim	1	1 dag	"
1 år	96 tim	192 tim	2	12 dagar	"

Summa arbetsvolym: 307,5 tim/år

Förebyggande tidsbundet underhåll. Mekanisk materiel (antenn, vridbord, rot. mast)

Tillsyns-period	Arbetsvolym per tillfälle	Arbetsvolym per år	Antal man	Driftavbrotts-tid per tillfälle	Utfört av
1 månad	1 tim	18 tim	1	-	TSBF
6 månader	8 tim	16 tim	1	1 dag	"
1 år	12 tim	12 tim	1	1,5 dag	"
2 år	40 tim	120 tim	3	5 dagar	"

Summa arbetsvolym: 83 tim/år

Anm: Vid eventuell fällning av mast eller byte av vridbord tillkommer 3 manveckor.

5. Erfarenheter

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

Den av CSF levererade elektronikutrustningen, som var byggd på 50-talsteknik och till ca 95% elektronrörbestyckad, hade ett flertal konstruktionssvagheter som vållade ständigt återkommande driftstörningar och driftavbrott. Övervägande delen av driftstörningarna kunde hänföras till överhettning i apparatstativen. Ventilationen i apparatstativen var inte dimensionerad med hänsyn till värmeutvecklingen i transformatorer och alla tätt placerade elektronrörbestyckade underenheter.

MTI-funktionen, som byggde på minnesrörprincipen, var mycket ostabil och krävde ständigt återkommande omjusteringar för att vidmakthålla optimal fastekoundertryckning.

En annan ofta återkommande felorsak i den ursprungliga elektronikdelen var varaktorförstärkaren eller den s k parametriska lågbrusförstärkaren på

L-bandet. Varaktordioderna och även vissa övriga komponenter i förstärkaren hade begränsad livslängd. Varaktordioderna fick dessutom klassas individuellt med hänsyn till kapacitansen för att kunna fungera i respektive förstärkare, vilket resulterade i problem med lagerhållning.

Det gjordes åtskilliga modifieringar på stationens elektronikutrustning under det första driftskedet för att förbättra stationens driftsäkerhet samt för att underlätta tillsyn och underhåll.

Moderniseringen av stationens elektronikutrustning i mitten på 70-talet, då den ursprungliga, elektronrörsbestyckade elektronikdelen ersattes med modern elektronik, resulterade i avsevärda förbättringar ur underhålls- och driftsäkerhetssynpunkt. Underhållsinsatserna kunde därigenom reduceras avsevärt. Moderniseringen gav däremot endast marginella förbättringar beträffande stationens prestanda.

De magnetrontyper, av franskt och engelskt fabrikat, som kom att användas i PS-65 var mycket driftsäkra och uppvisade ofta lång livslängd. Uppmätta drifttider på bortåt 20.000 drifttimmar för dessa magnetroner var inte ovanligt.

Stationerna mekaniska utrustning, såsom vridbord, mastens topp- och bottenlager m m var mycket driftsäkra och förorsakade sällan några underhållsinsatser utöver det planerade, förebyggande underhållet. Vridbord och växellådor, som var anskaffade som utbytesenheter, kom att utnyttjas vid ett par tillfällen i samband med större översyn.

Ett antennhaveri inträffade på anl R100 i slutet på 60-talet då PS-65-antennen blåste ner under en kraftig höststorm. Anledningen till haveriet berodde på en undermålig svetsfog i antennfästet.

Stationens täckning var god. Avståndstäckningen låg på ca 330 km och höjdtäckningen på ca 25.000 m. Som framgår av lobdiagrammet, bild 7, förekom "fingrar" i antennloben, vilket gjorde att man stundtals tappade målinformation på längre avstånd.

I mitten på 70-talet infördes polarisatoromkopplare på antennerna med vilken operatören kunde välja mellan linjär och cirkulär polarisation av antennloben. Den cirkulära lobpolarisationen gav en förbättrad upptäcktssannolikhet på långa avstånd under fukt- och nederbördsförhållanden eftersom den kraftigt reducerade fukt- och nederbörds-klotter.

PS-65 kom tillsammans med PS-08 att bli ryggraden i den svenska luftbevakningen under en lång följd av år.

Den politiska världsbilden på 60-talet speglade en mängd händelser i vår närmaste omgivning. Oron i Östeuropa var stor och samtidigt pågick det "kalla kriget". PS-65-stationerna kom därför att bli en viktig del i luftförsvaret genom att den användes för övervakning av militära rörelser

runt våra gränser, inte minst inom Östersjöområdet. Incidentberedskap och luftbevakning kom därför att bli en väsentlig uppgift som krävde dygnet-runt bevakning på flertalet anläggningar.

De personella insatserna inte att förglömma. Det är dessa människors kunnande och utomordentliga insatser som i hög grad bidragit till radarstationerna anmärkningsvärt höga driftsäkerhet. Blad personalen fanns många trotjänare som tjänstgjort på anläggningarna under stationernas hela tjänstetid - ett tydligt bevis på trivsel, pliktkänsla och intresse.

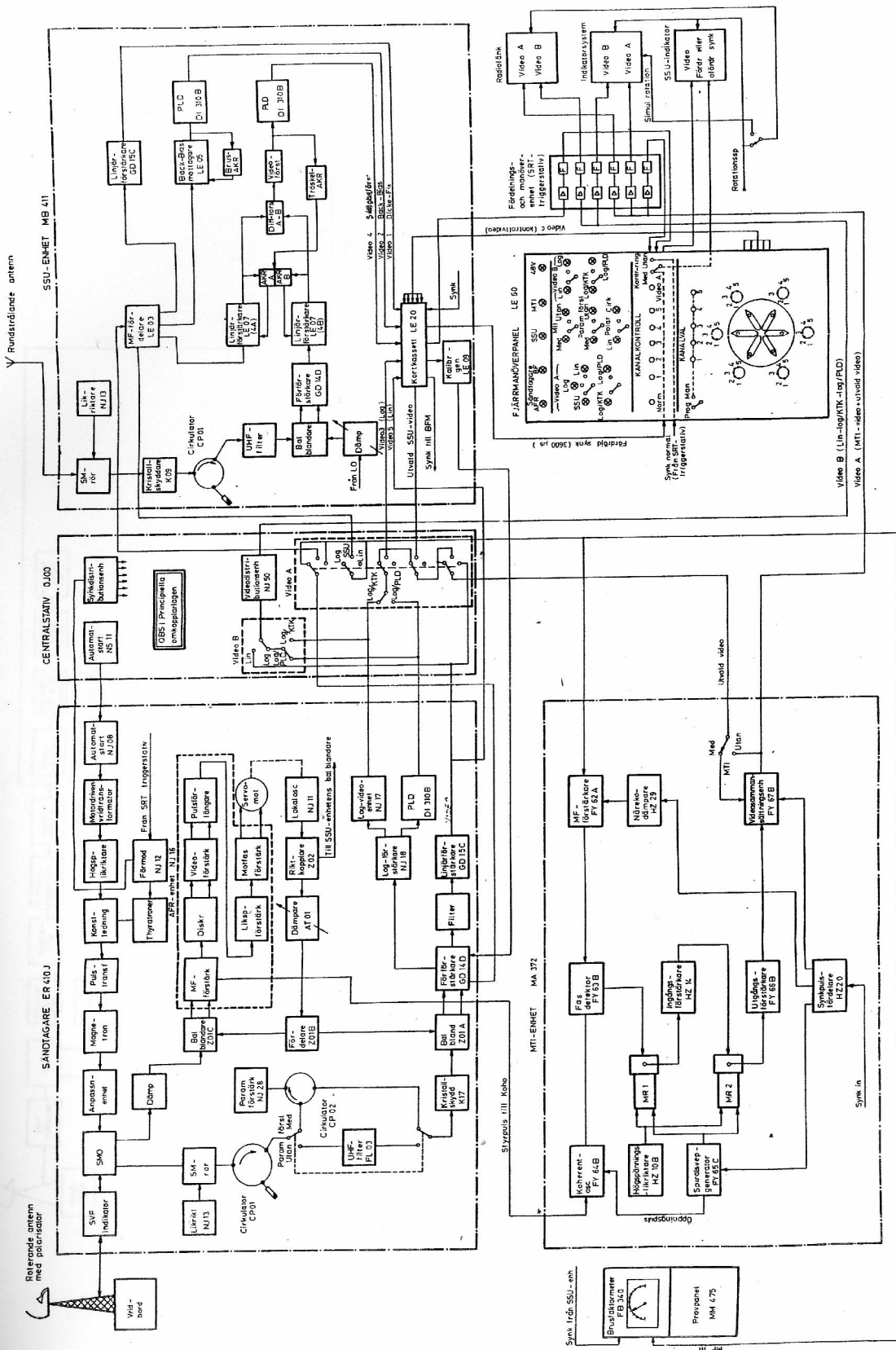
Den tekniska utvecklingen står inte stilla. Ständigt utvecklas nya och allt mer avancerade tekniska system. Detta gäller inte minst inom radarområdet. PS-65 blev med åren gammal och omodern och motsvarade inte den nya tidens krav. Den kunde inte heller gömma sig för fientliga flyganfall och robotar och därför var dess tid ute i början på 90-talet.

Tekniska data

Sändtagare ER410J

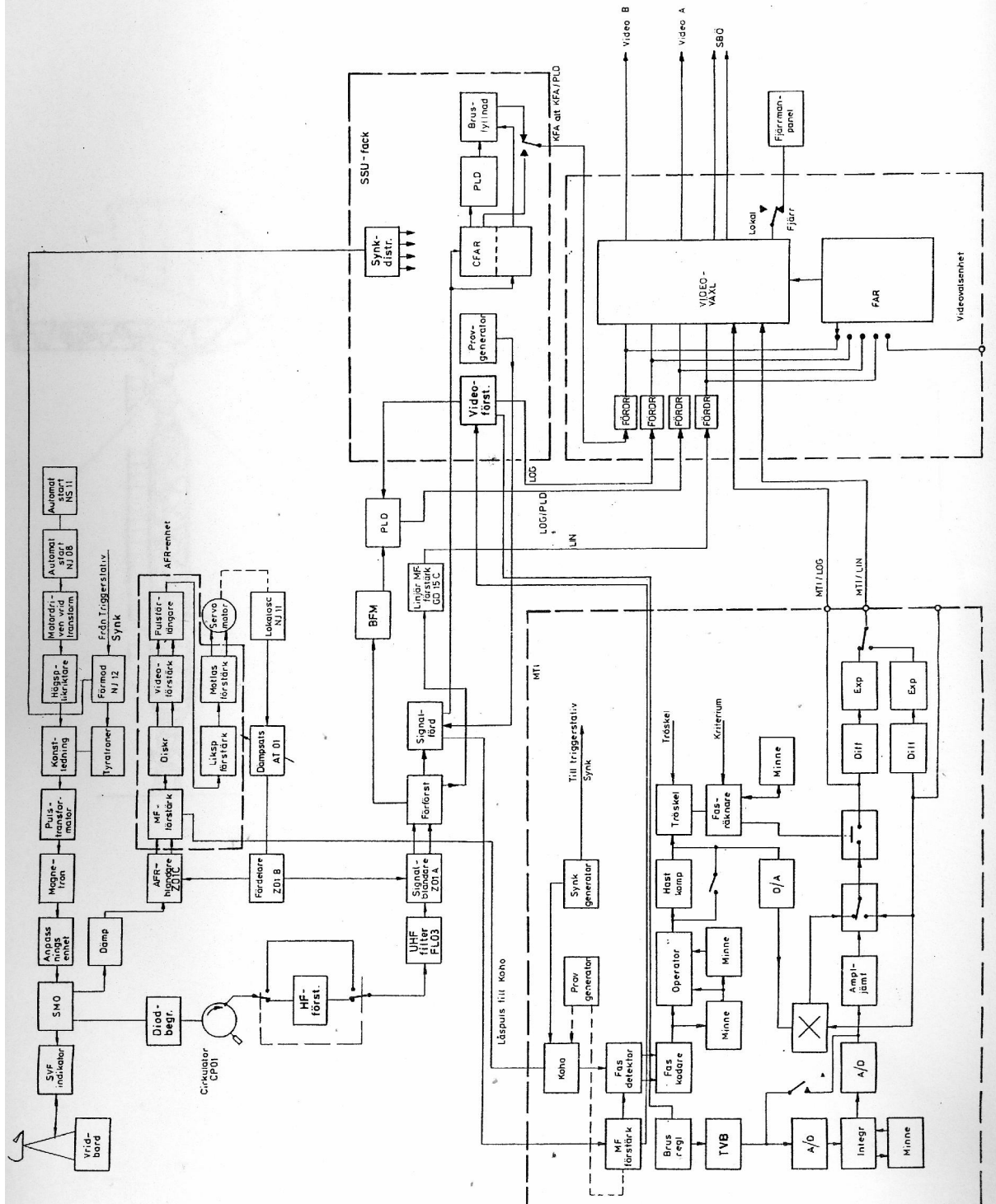
Pulseffekt	ca 2,3 MW
Frekvensband	L-band (1,3 GHz)
Frekvensområde	1270-1370 MHz
Magnetrontyp	EEW M554-5-6, M554R (fast frekv) eng MCV 1352-1353 Thomson/CSF (avstämbar frekv) fransk TH 3095 "-
Magnetronkylning	Vatten
Vattenflöde	4 l/min
Pulstid	4 µs
Pulsrepetitionsfrekvens	250 Hz
AFR	Triod med servostyrda kaviteter
MF	30 MHz
Mottagartyper	
• Parametrisk förstärkare	
• Förförstärkare	
• Linjär MF-förstärkare	
• Log MF-förstärkare	
• Log videoenhet	
Brusfaktor	Först = 16 dB. Bandbredd >3 MHz vid -3 dB
	Kontinuerlig brusfaktormätning
	≤9,5 dB utan parametrisk förstärkare
	≤5,5 dB med parametrisk förstärkare
Apparatstativ sändtagare	
• Bredd	2,4 m
• Djup	0,85 m
• Höjd (utan vägledare)	1,7 m
• Vikt	2300 kg
Effektbehov	16 kVA 380/220 V 50 Hz 3-fas
Fastekodämpare MA372 (MTI)	
Utsläkningsprincip	Minnesrör: 2 st typ TCM13
Fastekundertryckning	25 dB med ett minnesrör, 35 dB med två minnesrör
Maximalt MTI-område	150 km
Synlighetsfaktor	≥20 dB
Roterande mast	
Antennhöjd	
Vridbord	12,5-24,5 m (beroende på uppställningsplats)
• Utväxling	1:247
• Oljemängd	84 l
• Oljetyp	MP90
• Smörjsätt	Trycksmörjning
• Pumpstryck	0,8-1,2 kg/cm ²
• Pumpmotoreffekt	0,5 hkr
• Pumptyp	Skruvpump (IMO)
• Rotationshastighet (mast)	3 alt 6 varv/min

Elgonväxel	
• Utväxling	1:1 och 1:30
• Oljemängd	8 l
• Oljetyper	ME42
• Smörjsätt	Oljebad
Drivmotor	
• Effekt vid 3 varv/min	6 hkr
• Effekt vid 6 varv/min	10 hkr
• Varvtal vid antennrot 3 r/m	750 varv/min
• Varvtal vid antennrot 6 r/m	1500 varv/min
Maststagning	
• Antal stagplan	1
• Antal stagriktningar	6
Vindbelastning	
• Vindbelastning på antenn och mast vid 70 m/sek	4500 kp
• Vindbelastning på antenn och mast vid 70 m/sek (isbelagd reflektor)	9000 kp
Tillåtna vindhastigheter	
• Stillastående antenn	57 m/s
• Roterande antenn	42 m/s
Antenn	
Antenntyp	Modifierad cosekant-kvadrat inom L-bandet. Typbet: MLG7
Frekvensområde	1250-1350 MHz
Antennförstärkning	Min 32,5 dB längs den maximala strålningsaxeln
Lobbredd i horisontalplanet	a) Vid elevation från -5° till $+30^{\circ} = 1,25^{\circ} \pm 0,3^{\circ}$ vid halveffektpunkterna b) Vid elevation från $+30^{\circ}$ till $+50^{\circ} = 1,8^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ vid halveffektpunkterna
Sidolober	I förhållande till huvudlobens maxvärde -23 dB vid en elevation av -5° till $+10^{\circ}$. -31 dB vid en elevation av $+10^{\circ}$ till $+50^{\circ}$
Backlober	>27 dB under huvudlobens maxvärde
Vertikal lobbredd	$7,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ vid halveffektpunkterna
Polarisation	Horisontell linjär. Efter införande av polarisator horisontell linj alt cirkulär polarisation
Inställbar tiltvinkel	$-1^{\circ} 30'$ till $3^{\circ} 30'$
Vikt antennenhet	1120 kg
Bredd antennreflektor	13,7 m
Höjd inkl centrumenhet	4,25 m
Övriga viktuppgifter	
• Topplager	1100 kg
• Toppdel	150 kg
• Mastdel (4 m)	400 kg
• Bottenlager med bottendel	2065 kg
• Elgonväxel	500 kg
• Vridbord komplett	4150 kg
• Drivmotor	125 kg
• Drivväxel	420 kg
• Släpringsenhet	200 kg



Systemblockschema, PS-65/F

Systemblockschema (Efter ombyggnad)



Radaranläggning PS-65/F

