



2013-09-15

RRGC/F
En viktig komponent i stril m/60
Del 2 Allmän beskrivning

Bengt Olofsson

F01/13



Detta dokumentets utformning

Dokumentet ”*RRGC/F, En viktig komponent i Stril m/60*” består av tre separata delar med olika detaljeringsgrad och omfattning. Denna utformning är gjord med avsikten att tillgodose intresserade läsare möjlighet att själva välja detaljeringsnivå. Delarna kan läsas var för sig och de har i stort samma disposition.

Del 1 innehåller en sammanfattande översikt och vänder sig till dem som vill få en **snabb överblick** över de orsaker som initierade arbetet med rgc, framtagningen av grundsystemet och några viktiga händelser i vidareutvecklingen.

Del 2 innehåller en komprimerad redovisning och vänder sig till dem som vill få en **allmän beskrivning** av bakgrunden till anskaffningen av rgc, studie- och förberedelsearbetet, kravformulering, upphandling av materiel osv samt beskrivning av vidareutvecklingen (uppdelad i tioårsperioder) och avvecklingen samt en avslutande analys. Här finns referenser till källmaterialet.

Del 3 är tänkt innehålla en fördjupad redovisning inom områdena studie- och förberedelsearbetet, kravformulering, upphandling av materiel och en avslutande analys. Referenser till källmaterialet och i vissa fall även referensmaterialet kommer att ingå.

Dokumentet har en disponering som löper över tiden.

Benämningar i dokumentet

Rgc var den förkortning som ursprungligen användes och som fortfarande används av de flesta i tal och skrift för **radargruppcentral**. Förkortningen ändrades någon gång på 80-talet till **RRGC/F**, där F står för Fast, i samband med att transportabla radargruppcentraler, **RRGC/T** började projekteras.

Under projekteringstiden användes oftast det av FortF tilldelade befästningsnumret, ”B-numret”. I detta dokument används inte B-nummer. Efter att flygvapnet och tagit över driftansvaret användes de organisatoriska benämningarna som t ex O 5S eller S 1O eller förbandens anropssignaler (fasta anropssignaler inom luftförsvaret, s.k. FAR-signaler) som t.ex. Myran eller Geten.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Sammanfattning	9
2	Dokumentets syfte	10
3	Läsanvisning	11
3.1	<i>Inledning.....</i>	<i>11</i>
3.2	<i>Bakgrundsinformation</i>	<i>11</i>
3.3	<i>Disposition.....</i>	<i>11</i>
3.4	<i>Företagsnamn.....</i>	<i>11</i>
3.5	<i>Ordval.....</i>	<i>11</i>
3.6	<i>Referenser, källor</i>	<i>12</i>
4	Säkerhetspolitisk bakgrund.....	13
5	Historisk tillbakablick.....	14
5.1	<i>Inledning.....</i>	<i>14</i>
5.2	<i>Flygvapnets luftbevaknings- och stridsledningssystem fram till 1960.....</i>	<i>14</i>
5.3	<i>Utredningar för ett nytt luftförsvar</i>	<i>15</i>
5.4	<i>Utredningar om telekommunikation</i>	<i>24</i>
5.5	<i>Operativa krav, utvecklingen på 1970- och 80-talen.....</i>	<i>25</i>
5.6	<i>Ledning och planering.....</i>	<i>25</i>
5.7	<i>Den inledande upphandlingsfasen.....</i>	<i>26</i>
5.8	<i>Aktuella flygplanssystem</i>	<i>26</i>
5.9	<i>Information i pressen.....</i>	<i>29</i>
6	Krav på strilsystemet.....	32
6.1	<i>Översikt.....</i>	<i>32</i>
6.2	<i>Krav för Strilsystemets databehandlingssystem.....</i>	<i>33</i>
6.3	<i>Operativa krav för lfc typ 1.....</i>	<i>34</i>
6.4	<i>Operativa krav för RGC</i>	<i>34</i>
6.5	<i>Operativa krav för radarstationer</i>	<i>36</i>
6.6	<i>Operativa krav för (Stril)samband.....</i>	<i>39</i>
7	Styrande förutsättningar för Stril m/60.....	41
7.1	<i>Inledning.....</i>	<i>41</i>
7.2	<i>Riktlinjer för uppbyggnad av Strilsystemet.....</i>	<i>41</i>
7.3	<i>Underlag för projektering av LAFC</i>	<i>41</i>
7.4	<i>Resurser vid FS.....</i>	<i>42</i>
7.5	<i>Resurser vid KFF.....</i>	<i>42</i>
7.6	<i>FOA</i>	<i>42</i>
7.7	<i>FortF.....</i>	<i>43</i>
8	Uppbyggnadsplaner (1956 – 1965).....	44

8.1	<i>Styrande dokument</i>	44
8.2	<i>Ledning av uppbyggnadsarbetet</i>	44
8.3	<i>PU Stril m/60</i>	45
8.4	<i>Utbyggnadsplan för Rgc-anläggningarna</i>	46
8.5	<i>Rekognoseringar för rgc</i>	47
8.6	<i>Strilsamband</i>	48
8.7	<i>Personal och utbildningsplaner</i>	49
9	Prov och Försök	50
9.1	<i>Inledning</i>	50
9.2	<i>Verksamhetsområden</i>	50
9.3	<i>Stridsledning och styrdatakommunikation</i>	50
9.4	<i>Smalbandsöverföring</i>	50
9.5	<i>Samverkan med robotsystem</i>	52
10	Förutsättningar för materielanskaffning	53
10.1	<i>Inledning</i>	53
10.2	<i>Dator- och ledningssystem</i>	53
10.3	<i>Telefon- och transmission</i>	55
10.4	<i>Radar</i>	56
10.5	<i>Radio</i>	56
11	Upphandling av materiel	58
11.1	<i>Inledning</i>	58
11.2	<i>Översikt</i>	59
11.3	<i>Upphandling av VPA, volymetrisk radarhöjdmätare (VHM)</i>	59
11.4	<i>Upphandling av databehandlingsutrustning för rgc</i>	60
11.5	<i>Upphandling av radioutrustningar</i>	69
11.6	<i>Upphandling av telefonsystem (ledningstagarutrustning)</i>	70
11.7	<i>Trådtransmissionsutrustning</i>	71
11.8	<i>Upphandling av radiolänk och multiplexutrustningar</i>	71
11.9	<i>Upphandling av PS-15-anläggningarna</i>	71
12	Tillägsbeställningar	71
12.1	<i>Översikt</i>	72
12.2	<i>Omfattning</i>	72
13	Ändring i uppbyggnadsplanerna	74
14	Konstruktion och tillverkning, realisering av rgc	75
14.1	<i>Inledning</i>	75
14.2	<i>Databehandlingsutrustning</i>	75
14.3	<i>PH-39</i>	76

14.4	<i>PN-79</i>	77
14.5	<i>Telefon och transmissionsutrustning</i>	77
14.6	<i>Trådtransmissionsutrustningar</i>	79
14.7	<i>Radiolänk och multiplexutrustningar</i>	79
14.8	<i>Radioutrrustning</i>	79
15	Installation, driftsättning av grundsystemet	81
16	Leveranskontroll av grundsystemet	82
16.1	<i>Kontrollmetod</i>	82
16.2	<i>LK av databehandlingsutrustning</i>	82
16.3	<i>LK Radarutrustning</i>	84
16.4	<i>LK Radioutrrustning</i>	84
16.5	<i>LK Telefon- och transmissionsutrustning</i>	84
17	Bergrum och byggnader	85
17.1	<i>Inledning</i>	85
17.2	<i>Beskrivning av bergsanläggningen</i>	85
17.3	<i>Elkraftförsörjning</i>	86
17.4	<i>Nödbelysning</i>	87
17.5	<i>Kylluftsystemet</i>	87
17.6	<i>Ekonomiutrymmen mm</i>	87
18	Operativa funktioner i grundsystemet	89
18.1	<i>Rgc uppgifter</i>	89
18.2	<i>Rgc plats i Strilsystemet</i>	89
18.3	<i>Operatörer i op-rummet</i>	90
18.4	<i>Sensorfunktioner</i>	91
18.5	<i>Jaktstridsledning</i>	98
18.6	<i>Robotstridsledning (Rb-68)</i>	101
18.7	<i>Ledning luftvärnsrobot (Rb-67)</i>	101
18.8	<i>Delgivning</i>	102
18.9	<i>Simulering</i>	102
18.10	<i>Registrering</i>	103
18.11	<i>Presentationsfunktioner</i>	103
18.12	<i>Sambandsfunktioner</i>	104
18.13	<i>Tekniska funktioner</i>	105
18.14	<i>Teknisk systemledning och övervakning</i>	109
19	System och materiel i grundsystemet	111
19.1	<i>Systemöversikt rgc</i>	111
19.2	<i>DBU 205 och DBU 239</i>	111
19.3	<i>Databehandlingsutrustning DBU 239</i>	113

19.4	<i>Databehandlingsutrustning 205</i>	117
19.5	<i>Radarutrustning</i>	126
19.6	<i>Radioutrustning</i>	131
19.7	<i>Telefon- och trådtransmissionsutrustning</i>	133
19.8	<i>Radiolänk- och multiplexutrustningar</i>	138
19.9	<i>PS-15 Fjärrkontrollutrustning, FKU</i>	141
19.10	<i>PS-15 Fjärrmätutrustning, FMU</i>	142
20	Resurser för drift och underhåll	144
20.1	<i>Inledning</i>	144
20.2	<i>Styrande förutsättningar</i>	144
20.3	<i>Vald underhållslösning</i>	145
20.4	<i>Underhållsutrustning</i>	146
20.5	<i>Reservmateriel</i>	146
20.6	<i>Dokumentation</i>	146
20.7	<i>Personal</i>	148
20.8	<i>Utbildning</i>	149
20.9	<i>Centrala skolor</i>	151
21	Systemkontroll, integration	153
22	Driftöverlämning, start operativ drift	154
22.1	<i>Allmänt om driftöverlämning</i>	154
22.2	<i>Driftöverlämning av teleutrustning i rgc-anläggning</i>	154
22.3	<i>Start av operativ drift</i>	155
23	Vidareutveckling	156
23.1	<i>Översikt</i>	156
23.2	<i>Metod och resurser för funktionsutveckling</i>	159
24	Perioden 1970 – 1980	160
24.1	<i>Översikt</i>	160
24.2	<i>DBU 205 Modifieringsetapp 2</i>	160
24.3	<i>DBU 205 Modifieringsetapp 3</i>	162
24.4	<i>PH-39</i>	174
24.5	<i>Radio Ra-730</i>	174
24.6	<i>Transmissionsutrustning</i>	175
24.7	<i>Integrering av smalbandigt anslutna radarstationer</i>	175
24.8	<i>Utprovning</i>	175
24.9	<i>Utbildning</i>	176
24.10	<i>Funktionsutveckling</i>	176
24.11	<i>Samordnad driftöverlämning</i>	176

25	Perioden 1980 – 1990	178
25.1	Översikt.....	178
25.2	Förändringar i uppgifter och funktioner.....	178
25.3	DBU 205 Modifieringsetapp E4.....	178
25.4	DBU 205 Modifieringsetapp Mod88.....	179
25.5	Funktionella förändringar	189
25.6	Livslängdsutredning.....	193
25.7	Systemkontroll, Integration och Systemutprovning.....	193
25.8	SBÖ-dataspridare (ingick inte i rgc).....	193
25.9	Telefonsystem- och transmissionsutrustning.....	194
25.10	Radiolänk och multiplexutrustning	197
25.11	Avvecklingsbeslut.....	197
26	Perioden 1990 – 2000	198
26.1	Översikt.....	198
26.2	Avveckling av typ 1-anläggningar	198
26.3	O1N/PC Stril.....	198
26.4	PH-39.....	198
26.5	Nya presentationssystem.....	198
27	Teknikutveckling	202
28	Taktisk- Teknisk utprovningsverksamhet	203
28.1	Allmänt.....	203
28.2	Teknisk utprovning.....	203
28.3	Taktisk utprovning.....	204
28.4	Vad som provades	204
28.5	Provningsresultaten	205
29	Funktionsutveckling	206
30	Rgc som arbetsplats	207
30.1	Inledning	207
30.2	Synpunkter från Radarjaktledaren Antero Timofejeff.....	207
31	Vad kostade rgc	210
32	Blev rgc som man tänkt sig?	211
32.1	Frågeställningar	211
32.2	Svar.....	212
33	Rgc bidrag till teknik- och metodutveckling	213
34	Använda förkortningar	214
35	Käll- och litteraturförteckning	220

35.1	<i>Arkivmaterial, Krigsarkivet</i>	220
35.2	<i>Försvarets Historiska Telesamlingar</i>	220
35.3	<i>Försvarets materielverk</i>	220
35.4	<i>Veteranklubben Alfa</i>	220
35.5	<i>Litteratur</i>	220
35.6	<i>Tidskrifter</i>	221
36	Om författaren	222

Bilaga 1	Beskrivning av Censor 932 i RRGCF. (Är även utgiven som ett eget dokument. (FHT (F02/13))
Bilaga 2	APN-167 (utkommer under 2014)

1 Sammanfattning

Flygvapnet byggde under 1960-talet åtta hemliga radargruppcentraler (rgc) som alla ingick i Flygvapnets stridslednings- och luftbevakningssystem, Strilsystem m/60 eller i vardagligt tal Stril 60. Radargruppcentralerna fanns i skyddade bergrum.

Radargruppcentralernas uppgift var luftbevakning, stridsledning av jaktflyg och robotförband och luftförsvarsorientering samt att utgöra reservledningsnivå för lfc. Radargruppcentralerna producerade under 70- och 80-talen årligen närmare 30 000 timmar luftbevakning och mer än 1500 jaktstridsledningssupdrag för flygförbandsutbildning. Därefter minskade verksamheten successivt fram till år 2001 då den sista centralen stängdes.

Till radargruppcentralerna var flera radarstationer med lång räckvidd anslutna. För att hinna med att upptäcka och följa fientliga flygplan fanns datorer som automatiskt höll reda på var målen befann sig och vilken kurs, fart och höjd de hade. I radargruppcentralerna fanns också datorer som beräknade den kurs som jaktflygplanen skulle styra för att effektivt kunna bekämpa de fientliga målen. Den beräknade styrkursen sändes i form av datameddelanden kontinuerligt via radio till jaktflygplanen. Radargruppcentralerna var på sin tid tekniskt sett mycket avancerade centraler. Stril m/60-systemet, där radargruppcentralerna ingick, var sannolikt Europas största realtidssystem när det togs i bruk.

Rgc vidareutvecklades i flera etapper både funktionellt och tekniskt. En av de mest betydande utvecklingsstegen var införandet av mottagning och automatisk målföljning på smalbandigt överförd radarinformation från olika radarstationer. Med dataspridningsfunktion i sambandsnätet kunde radarinformation fördelas till flera centraler vilket gav ett effektivt utnyttjande av radarstationer och centraler. Andra viktiga steg var införandet av förbättrad stridsledningsmetod för JA 37 och strilradarledning. Det var den tekniska utvecklingen inom främst databehandlingsområdet, med allt kraftfullare datorer, bättre operativsystem och programmeringshjälpmedel som möjliggjorde den funktionella utvecklingen.

FMV och FV satsning på omfattande kontroll och utprovning av de tekniska systemen innan de togs i bruk och detta i kombination med en grundlig teknisk utbildning av driftpersonalen bidrog starkt till väl fungerande verksamhet med hög operativ tillgänglighet.

Samarbetsformerna mellan Flygförvaltningen, Flygstaben och industrin vid den initiala uppbyggnaden präglades av samförstånd och interaktiva samarbetsformer. Kunskap om ny teknik skapade förutsättningar för framsynt utveckling av tekniska system och operativa funktioner.

Flygförvaltningens beställning till SRT av databehandlings- och presentationsutrustningen la grunden för företagets omfattande utveckling och produktion av datorer, luftbevaknings- och stridsledningssystem för svenska försvaret samt flygtrafikledningssystem för svenska och utländska luftfartsmyndigheter.

2 Dokumentets syfte

Det överordnade syftet med detta dokument är att som en del i den sammantagna dokumenteringen av Strilsystem m/60 ge bakgrunden till och utvecklingen av de i Strilsystemet ingående radargruppcentralerna. Här finns därför en del information som kanske inte primärt berör rgc men som ändå behövs för en djupare förståelse av rgc tillblivelse, utveckling och vidareutveckling. I dokumentet ges även hänvisningar till andra dokument som berör Strilsystem m/60.

Syftet med detta dokument är att ge en historisk bild av rgc genom att omfatta hela den tid som rgc var i drift, d.v.s. ”från hot till skrot” och belysa vad som drev fram rgc, vad som ursprungligen styrde utformningen av de tekniska systemen och vad som styrde och påverkade den tekniska och funktionella vidareutvecklingen. Syftet är också att översiktligt redovisa några av de flygvapengemensamma ”funktioner” som till exempel utbildning, utprovning och underhållsledning som hade stor betydelse för verksamheten vid rgc.

Inriktningen för dokumentets disponering har varit att i görligaste mån beskriva rgc utveckling i en logisk tidsordning och inledningsvis redovisa vilka tidiga utredningar, tekniska och taktiska förutsättningar, ekonomiska planer mm som kom att påverka utvecklingen och utformningen (den tekniska lösningen) av grundsystemet. Även faktorer som senare kom att påverka vidareutvecklingen redovisas. Mest intresse ägnats dock åt de tidiga skedena.

Focus ligger mera på systemfunktioner och materieltekniska aspekter än på taktisk eller operativ verksamhet. Databehandlingssystemen har ägnats stor uppmärksamhet eftersom det är inom maskin- och programvarusidan som den stora utvecklingen skedde.

Förhoppningsvis ska dokumentet tillsammans med källmaterial och referenser kunna vara av intresse både för de som i sitt arbete kom i kontakt med rgc och de som vill veta mer om flygvapnets stridsledningssystem under Kalla Kriget.

3 Läsanvisning

3.1 Inledning

Det är lätt att i efterhand ifrågasätta beslut, värdera tekniska lösningar och prestanda mm som togs för 50 år sedan utifrån dagens teknik och framför allt med facit i handen. Det ger inte en rättvisande bild och framför allt inte rättvisa åt dem som utformade grundsystemet. En tidsmässig jämförelse med andra system inom det ”civila ledningsområdet” är kanske mer givande för bedömning om framsynhet, teknikval, utvecklings- och leveranstider. Någon sådan jämförelse ingår dock inte i detta dokument. Parallellt med utvecklingen av rgc skedde utveckling inom andra delar av markteleområdet och då framför allt inom radar och sambandsområdet som hade betydelse för rgc. Även här kan det vara intressant att göra jämförelser över tiden.

3.2 Bakgrundsinformation

För de som vill veta mer om upphovet till stril 60-systemet – hur de grundläggande tankarna kom till, vad som ytterst påverkade utformningen/systemarkitekturen, om valet mellan analog eller digital teknik, om formerna för samordning, planering och realisering – hänvisas till:

- *Strilsystem m/60 FHT F01/12* Örjan Eriksson och Bengt Eklöf
- *Stril m/60 Teknik, vetenskap och svensk säkerhetspolitik under det kalla kriget* Johan Gribbe, Gidlunds förlag

För att få perspektiv på datorutvecklingen i början på 60-talet rekommenderas läsning av:

- *IT gryning Svensk datahistoria från 1840- till 1960-talet*, Tord-Jöran Hallberg: Studentlitteratur
- *Veteranklubben Alfa Fyrtio år av den svenska datahistorien* Kjell Mellberg, Gunnar Wedell, Bo Lindestam
- Dokument från projektet *Från matematikmaskin till IT* (KTH, Dataföreningen i Sverige och Tekniska Museet)

3.3 Disposition

Dokumentet vill ge en heltäckande bild av rgc över tiden och omfattar den period som ryms inom uttrycket ”från hot till skrot”. Rgc utvecklades och förändrades (modifierades) vid ett flertal tillfällen under tiden från den ursprungliga leveransen av grundsystemet i mitten på 60-talet fram till utvecklingen i slutet på 90-talet. Rgc uppgifter förblev dock i stort oförändrade men funktionalitet och teknik förändrades. Beskrivningen redovisar rgc funktionella och tekniska status vid tidpunkterna 1970, 1980 och 1990.

3.4 Företagsnamn

Företaget Standard Radio och Telefon AB, SRT, var det företag som ursprungligen på 1960-talet byggde databehandlingsutrustningen. Företaget (militära delen) ändrade namn eller gick upp i andra företag under tiden fram till 2000 och ibland kan det vara svårt att tidsmässigt veta vilket som var det rätta namnet. Följande företagsnamn förekommer: SRT – Stansaab Elektronik AB – Datsaab AB – Svenska Radio AB – Ericsson Radio AB – Ericsson Radar Electronics AB – Bofors Electronics AB – Nobel Tech Systems AB – Celsius Tech Systems AB – Celsius Tech Command Systems AB – Celsius Tech Naval Systems AB.

Även bland de utländska leverantörerna har de ursprungliga företagsnamnen ändrats. Detta gäller t ex radarleverantören Decca som övergått till Plessey och senare till Thomson CSF.

3.5 Ordval

Ordet *funktion* används ofta men med något olika innebörd. Ibland avses den operativa funktionen och ibland den tekniska. Förhoppningsvis framgår det av sammanhanget vad som avses. Namn på några funktioner har ändrats under resans gång. Samlingsnamnet *Operativa funktioner* används företrädesvis

eftersom den benämningen kom att användas från början. I senare delen av dokument används *taktisk* funktion och taktikrum i stället för operativ funktion respektive operationsrum (op-rum).

I rgc ingick bl. a databehandlingsutrustning. Under den första tiden fanns DBU 205 och DBU 239 men senare tillkom DBU 288M, DBU 289, DBU 291 och DBU 601, som i huvudsak var presentationsutrustningar. Med ”DBU” avsågs då både den rent databehandlande utrustningen och presentationsutrustningen. I en del skrivelser mm används ”databehandlings- och presentationsutrustning” för att tydliggöra vad som avses.

Benämningar och beteckningar har i vissa fall ändrats under rgc-tiden men den skrivning som använts i de tidigare underlagen har i görligaste mån använts i detta dokument.

3.6 Referenser, källor

Dokumentet baserar sig främst på:

- underlag från flygstabens, flygförvaltningens, Försvarets Materielverks och FHT samlingar i Krigsarkivet
- information från samtal med f.d. anställda vid rgc, flygstaben, Försvarets Materielverk och huvudverkstäderna
- information från samtal med anställda vid de aktuella tillverknings- och konsultföretagen.
- information från Veteranklubben Alfa

För att möjliggöra djupare detaljstudier ges hänvisningar i form av fotnoter till de källdokument som utgör grund för respektive textavsnitt med uppgift om arkiv och arkivplatsplats (volym).

Vissa dokument eller textavsnitt har bedömts vara av så stort intresse att de har skannats (och ibland varsamt layoutmässigt redigerats) och lagts in i sin helhet i den löpande texten. Skannad text har då ofta markerats. Bildmaterialet är, där inget annat anges, hämtat ur dessa arkiv.

Huvuddelen av underlaget fram till 1968 har tidigare varit hemligstämplat men har nu till absolut största delen klassificerats som öppen information.

Insamlat underlag i form av papperskopior och/eller scannade filer har förtecknats och samlats i pärmar som kommer att finnas i FHT arkiv.

4 Säkerhetspolitisk bakgrund

De skäl och omständigheter som starkt bidrog till eller påverkade utformningen och uppbyggnaden av Stril 60, inklusive rgc, var dels den militära hotbilden och dels det politiska läget. Båda dessa initierade och påverkade de utredningar som kom att få betydelse för flygstridskrafternas och ledningssystemens utveckling.

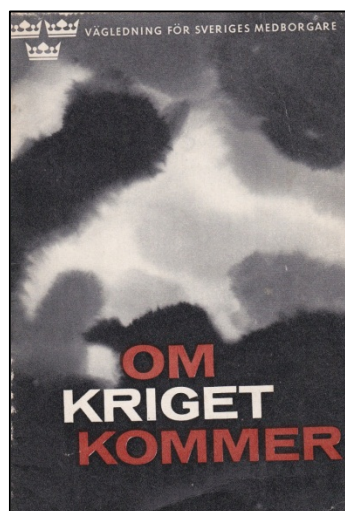
Den ”svenska modellen”, den som ytterst har varit styrande vid beslut om och uppbyggnaden av Sveriges försvar, har konstituerats av *hotet*, *alliansfriheten* och *säkerhetspolitiken*. Oberoende och egenförsörjning har eftersträvat. Som liten nation med begränsade resurser har därför försvaret tvingats till kostnadseffektiva lösningar anpassade till de svenska förhållandena. De ökande anskaffnings- och vidmakthållandekostnaderna möttes med anpassade system- och logistikkoncept med balans mellan systemprestanda, driftsäkerhet, underhållsmässighet och underhållssäkerhet och med syftet att få så låg livstidskostnad (LCC)som möjligt.

Det militära hotet vid 1960-talates början kan sägas utgöra en av grunderna för utformningen av Stril 60 och därmed naturligtvis även för rgc. Hotbilden förändrades över tiden och förändringen påverkade rgc främst genom högre hastigheter och flyghöjder och genom ökade krav på maximala antalet mål som skulle kunna följas och ökade krav på antal ledningsuppdrag med beräkningen av styrdata för insats mot mål på hög höjd med JA 37. Det allvarligaste hotet kom från störarsändare, som starkt påverkade radarstationernas upptäcktsavstånd och noggrannhet i målföljning vilket i sin tur medförde sämre noggrannhet i beräkning av styrkurs (styrdata). För rgc del gav störlägesbestämning (automatisk störpejl, ASP) och strilradarledning (SRL). Störare och störflygplan var prioriterade mål.

En medveten satsning på uppbyggnad av nationell kompetens och tillverkningsindustri, med stöd av internationella avtal för kunskapsöverföring under 1950- och 60-talen, var ett annat sätt att skapa konkurrens mot och minska beroendet av de stora utländska leverantörerna under 1970- och 80-talen och för att möta de ökande anskaffningskostnaderna. Det fanns säkert en medveten politisk viljeinriktning att välja svenska företag som leverantörer vid uppbyggnaden av Stril m/60 för att säkra den egna industrins förmåga även om den inte var tydligt uttalad eller dokumenterad.

PPI-fotografering och analys av flygverksamheten i Östersjön pågick kontinuerligt under lång tid och utgjorde en del av det underrättelsematerial som levererades från rgc.

I broschyrer ”*Om kriget kommer*” en vägledning för Sveriges medborgare utgiven 1961 anges på sista sidan: Om kriget kommer kan de råd och anvisningar, som Du får i denna skrift, bli avgörande för Dina möjligheter att överleva. Bevara skriften bland Dina värdehandlingar – en dag kan du behöva den.



5 Historisk tillbakablick

5.1 Inledning

I detta kapitel ges en historisk tillbakablick över utvecklingen av flygvapnets luftbevakning- och stridsledningssystem fram till 1960. Här finns också en sammanfattning av de utredningar, planer mm som utgjorde grunden för det framtida strilsystemets utformning och som därmed var av avgörande betydelse för rgc. Denna information (som i utförligare omfattning även finns i dokumentet *Stril 60*) underlättar förhoppningsvis förståelsen av rgc tillblivelse och utformning.

5.2 Flygvapnets luftbevaknings- och stridsledningssystem fram till 1960¹

I mitten av 1930-talet indelades Sverige i ett antal luftbevakningsområden, lbo, vardera med en luftbevakningscentral, lcc, till vilken ett antal optiska luftbevakningsstationer, ls, rapporterade. Rapportering skedde över manuellt uppkopplade förbindelser i Televerkets nät genom s.k. luftförsvarsamtal som hade företrädare. Först i början av 1940-talet blev luftbevakningen rikstäckande. Luftbevakningen organiserades i huvudsak av armén. I marina basområden tillhörde den dock marinens organisation.

Luftbevakningens organisation och arbetsformer gav inte tillräckligt underlag för stridsledning av jaktflyg vilket ledde till att man inom Flygvapnet, med början 1943, byggde upp en egen organisation. Denna bestod av jakt-ls som via radio rapporterade till jaktstridsledningscentraler, jcc. När de första radarstationerna (ekoradio, ER III b) under 1944 tillfördes flygvapnet accentuerades splittringen ytterligare.

1948 års riksdag beslutade att chefen för flygvapnet skulle bli huvudman för den gemensamma luftbevakningen samt att den optiska luftbevakningen, som utövades av marinen och armén skulle överföras till flygvapnet. Närmare 15000 personer överfördes. 1948 års beslut kom att innebära att stridslednings- och luftbevakningssystemet skulle genomgå en genomgripande modernisering. Det nya stridslednings- och luftbevakningssystemet kom 1957 att få benämningen Stril m/50. 1957 ansåg flygledningen att Stril m/50 var utbyggt enligt 1948 års försvarsbeslut.

I slutet av 1950-talet hade Sverige fått ett av Europas starkaste luftförsvär som omfattade sju luftvärnsregementen och elva jaktflottiljer. Behovet av ett modernt ledningssystem var uttalat och Stril m/50 kom successivt att från mitten av 60-talet ersättas med Stril m/60 inom större delen av landet.

I Stril m/50 sammanfördes informationen från olika sensorer, både radar och optisk luftbevakning, på en lägeskarta i en ny typ av central, luftförsvarscentral, lfc. Arbetssättet karaktäriserades av manuell informationsbehandling och talstridsledning av jaktflygplanen. Direktförbindelser utnyttjades för sambandet med sensorerna och VHF-radio, RK-01, för sambandet med flygplanen.

I slutet av 1940-talet och början av 1950-talet tillkom, förutom lfc, även luftförsvarsgruppcentraler, lgc. Lgc sammanställde rapporterna från ett antal ls och rapporterade i sin tur till lfc. Vid denna tid togs också flera typer av radarstationer i bruk: PJ-21, PS-41 och PS-16. PJ-21 var en jaktstridsledningsradar som bestod av en spaningsdel, PS-14, och en nickande höjdmätare, PH-13. PS-41 var en transportabel luftbevakningsradar medan PS-16 var en fast fjärrspaningsradar.

Den första indelningen av Sverige i luftförsvarssektorer gjordes under 1951 och omfattade 21 sektorer. Utformningen gjordes i viss mån efter engelsk förebild men påverkades också av den tidigare indelningen i lbo och av den sambandsstruktur som fanns. 1957 fastställdes en ny sektorindelning som omfattade elva sektorer. Vid denna tidpunkt tillkom sektorchefer i de viktigaste sektorerna och strilförbanden organiserades i strilbataljoner.

Radarstationen PS-08 tillkom i slutet av 1950-talet. Den försågs med en indikatorutrustning som inne-

¹ Text från Strildok sammanfattning, avsnitt Historik

höll en digital beräkningsenhet och halv-automatisk målföljning. Den kallades ibland Stril m/59. I detta system utprovades bl. a en digital styrdatalänk för stridsledning av jaktflyg. I anslutning till PS-08-anläggningarna byggdes också nickande höjdmätare, PH-12 och PH-40.

I början av 1960-talet påbörjades uppbyggnaden av Stril m/60 som karaktäriserades av maskinell informationsbehandling och styrdatastridsledning av jaktflygplanen.

5.3 Utredningar för ett nytt luftförsvar

5.3.1 Översikt

FOA hade i början av femtiotalet byggt upp en avsevärd kompetens inom radarområdet och tog i slutet av 1952 upp en diskussion med KFF om hur ett framtida strilsystem borde utformas. I april 1953 redovisar FOA 3 en *PM beträffande spaning och stridsledning i luftförsvaret*² utarbetad av Nils-Henrik Lundquist vilket 1953 ledde till den av FOA-chefen Hugo Larsson tillsatta utredningen ”Spaning och stridsledning i luftförsvaret (SOS)”. SOS blev en övergripande och mycket omfattande utredning om rörande frågeställningar om datainsamling (främst radar) samt framtagning och presentation av informationsunderlag för de olika vapensystemen (jakt, lv, lv-robot). Särskilda studier gjordes över möjligheterna att använda automatiska hjälpmedel för målföljnings- och stridsledningsberäkningar och presentation av informationsunderlag för de olika vapensystemen (jakt, lv, lv-robot).

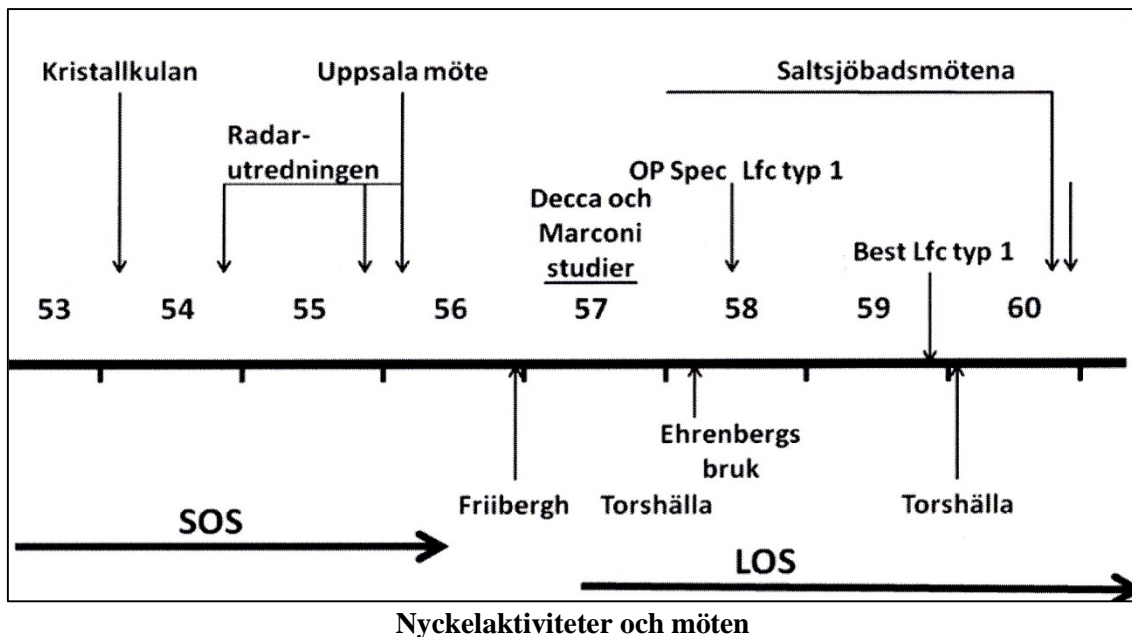
Inom SOS startades i slutet av 1954 en delutredning (LFRU) om radarsystemets uppbyggnad. I denna behandlades också möjligheterna att använda elektroniska indikatorer för presentation av luftläget som komplement till de manuellt skötta plottingborden i Stril m/50. LFRU redovisade sitt resultat för flygledningen vid Uppsala möte i januari 1956. Ett konkret handlingsprogram med materielplan och upphandlingsspecifikationer togs fram och redovisades vid ”Saltsjöbadsmötena” 1960.

I början på 50-talet genomfördes *1953-54 års alarmeringsutredning* och man kom bland annat fram till att införa differentierad alarmering. De förväntade flyghastigheterna på omkring 1200 km/tim ställde högre krav på luftbevakningen med avseende på förvarningstider. Bilden nedan visar ett antal nyckelaktiviteter, utredningar och seminarier/möten, som lade grunden till Stril m/60 där utredningen *Utredning angående luftbevakningsorganisationens omfattning i krig och uppsättnings- och moderniseringstakt för tioårsperioden 1956 – 1965* är en av de viktigaste. Utredningens systemskiss kallades ”Kristallkulan”. Andra viktiga händelser som kom att påverka utformningen av strilsystemet är beställningen av indikatorsystemet till PS-08, beställningarna av databehandlingssystem till lfc och rgc (genom förändringar i avtalsförhandlingarna).

Utredningar för Stril m/60:s tillkomst omfattar främst:

- Kristallkulan
- Tekniskt-vetenskapliga utredningar
- Operativa utredningar

² FOA 3 Rapport AH 177 23 april 1953



5.3.2 "Kristallkulan"

Inför 1954 års Försvarsutredning (ÖB 54) fick C-U Lundgren och G Stangenberg av chefen för Luftförsvarsinspektionen (LI) uppdraget att slutföra *Utredning angående luftbevakningsorganisationens omfattning i krig samt uppsättnings- och moderniseringstakt för tioårsperioden 1956 till 1965*³. Arbetet gjordes under de sista veckorna i mars 1954. Här lades grunden för Stril m/60 systemtekniskt och ekonomiskt och blev därmed även indirekt styrande för utformning och utbyggnad av rgc. Betydelsen av utredningen kan inte underskattas. Förslaget kallades allmänt för "Kristallkulan".

I "Kristallkulan" finns de grundläggande principerna för Stril m/60 och utgör därmed även grunden för systemtekniska och funktionella utformningen av rgc. I Kristallkulan redovisades ett ledningskoncept som en del i det framtida luftförsvarets utformning, materielomfattning och kostnader samt tid när det nya systemet skulle börja verka.

I inledningskapitlet sägs bl. a:

Trots de många frågetecknen i dagens läge, är det dock ganska mycket, som redan nu kan förutsägas beträffande mtrl och organisation. Man kan konstatera att viss mtrl, ehuru ännu ej konstruerad, kommer att utvecklas och att vara en nödvändig förutsättning för ett godtagbart luftförsvär. I sin slutgiltiga utformning kommer luftbevakningen säkert i många avseenden (speciellt betr. detaljer) att skilja sig från det nedan skisserade, men vissa huvudprinciper kan man redan nu slå fast såsom säkra. Detta gäller exempelvis automatisk överföring och presentation av radarvärden, utnyttjande av television och kalkylatorer mm.

Utredningen är uppdelad på två avsnitt. Det första avsnittet behandlar tiden fram till omkring 1960. Då denna tidsperiod huvudsakligen inrymmer en fortsatt utbyggnad av det nuvarande systemet enligt gällande principbeslut, är detta avsnitt mycket kortfattat och omfattar endast en redovisning av återstående kostnader. Det andra avsnittet, som behandlar tiden 1960-1965, är däremot utförligare behandlat för att motivera de kostnader, som det nya systemet sannolikt kommer att medföra.

Tidsgränsen 1960 är ungefärlig och anger endast, att ungefär vid denna tid måste det nya systemet börja verka i de viktigaste delarna av landet. Materielanskaffningen kan icke bindas vid någon skarp gräns, utan måste fortgå mer eller mindre kontinuerligt. Således beräknas till exempel nuvarande radarmateriel till stor del ersatt år 1960 (gäller till exempel all spaningsradar).

³ CFV skrivelse 25 mars 1954

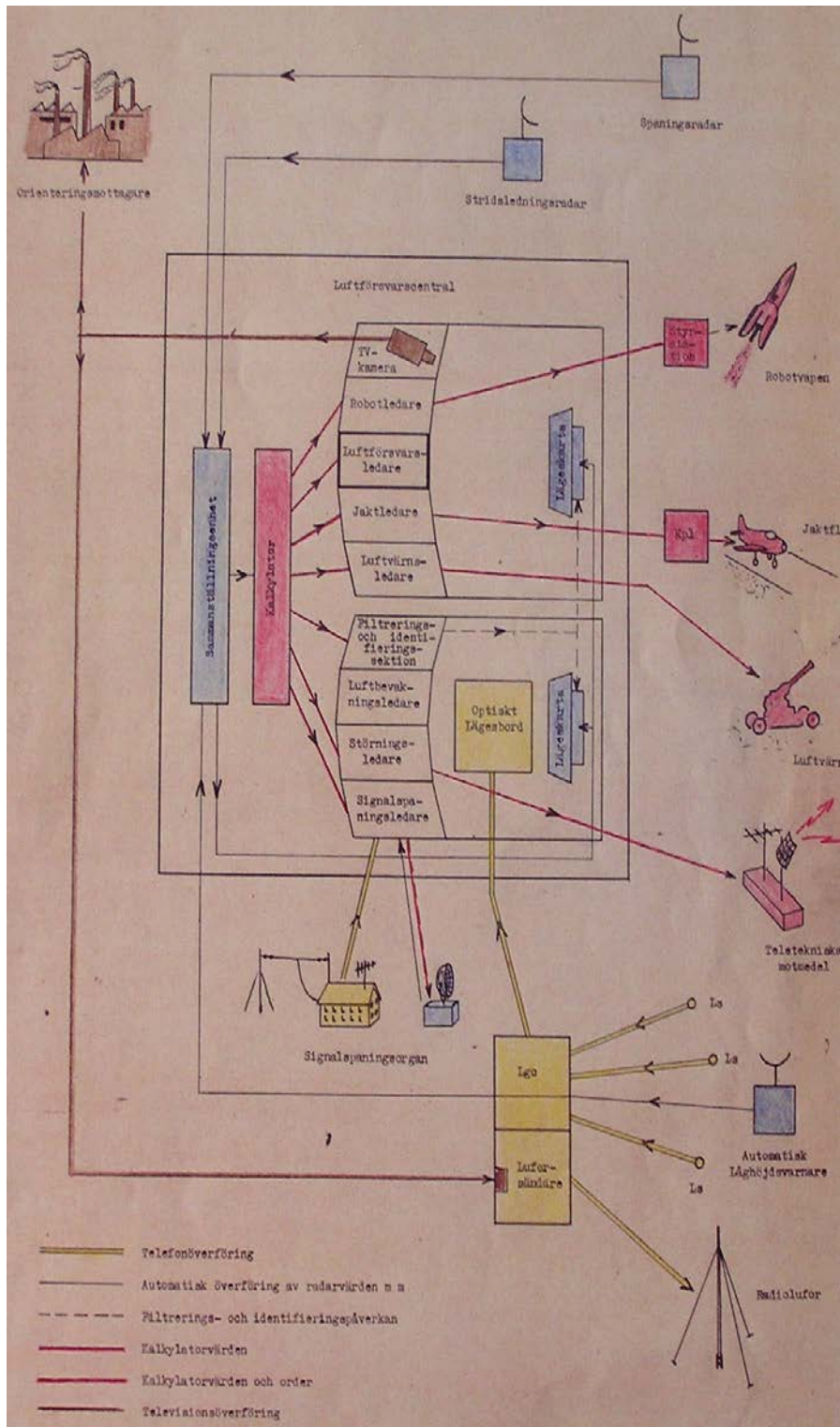
Kostnaderna har i stort delats upp på "nuvarande system" och "kommande system". Gränsen har satts till 1960 utom beträffande kostnaderna för viss materiel, som visserligen börjar utbetalas före denna tidpunkt, men som är avsedd för det kommande systemet.

I förslaget redovisas bland annat:

- Landet dels in i åtta typ A sektorer och tre typ B sektorer
- Radarstationerna ska vara av tre typer: spaningsradar, lågspaningsradar, stridsledningsradar
- Den optiska luftbevakningen ska tills vidare finnas kvar
- Kalkylatorer ska finnas av två typer: en för insatsval, en för direkt ledning
- Ny kraftig stridsledningsradio ska anskaffas
- Behovet av Telestörning och Taktisk signalspaning
- Radarstationerna ska förses med igenkänningsutrustning
- Ökat behov av statpersonal och teknisk personal

Kostnaderna för perioden 1956 – 1965 uppskattas till:

- Radar mm 113,3 Mkr
- Övrig mtrl 154,6 Mkr
- Byggnader 60,7 Mkr



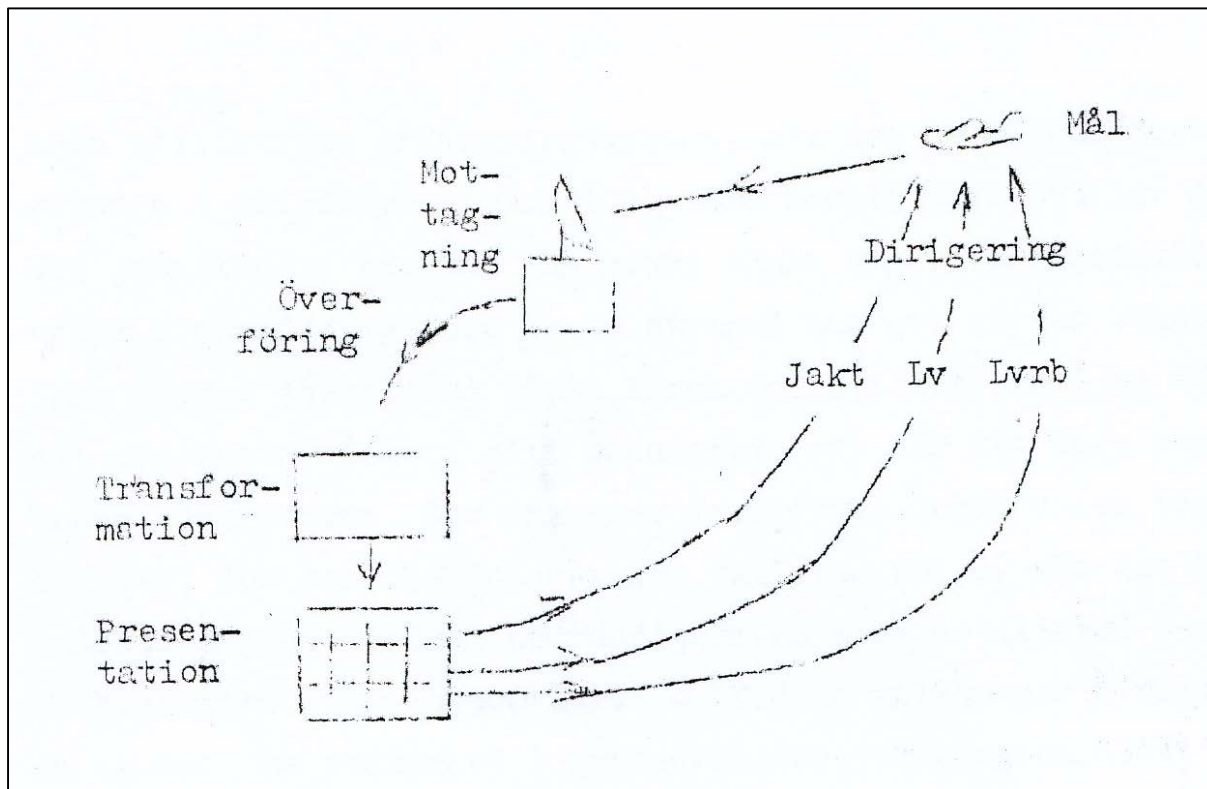
Systemskiss Kristallkulan

5.3.3 Tekniskt-vetenskapliga utredningar

Nils-Henrik Lundquist redovisade i april 1953 en rapport⁴, där FOA 3 föreslog att en särskild kommitté bör tillsättas för att studera luftförsvarsproblemet. FOA för ett resonemang baserat på att ett luftförsvars-

⁴ FOA 3 rapport AH 177 23 april 1953 H 3154-461

vapen har två materiella huvuddelar: ett transportmedel som rör sig mot det avsedda målet, och ett verkansmedel, som medföljer transportmedlet och har viss verkan i målet. För att uppnå detta erfordras två organisatoriska moment: spaningen, som fastställer målets läge, och dirigeringen, som styr transportmedlet till målets närhet. De nämnda elementen bildar en sluten kedja, som grafiskt framgår av följande figur:



Vidare förs ett resonemang om verkansområden för de olika vapnen som jaktflyg, luftvärn och luftvärnsrobot.

Rapportens huvudinnehåll kan sammanfattas i:

FOA hade sedan några år studerat olika problem rörande materiel, metoder och organisation för målspaning, informationsöverföring och stridsledning av luftförsvarets olika delar. De brister som konstaterats i det existerande systemet hade tidigare lokaliserats till vissa element ingående i detta. Man hade därtills försökt lösa problemen genom att förbättra dessa element. Författaren ansåg nu att man för att få en rationell lösning på luftförsvarsproblemet måste se hela detta frågekomplex i ett sammanhang. En sådan studie ansågs utgöra en förutsättning för att man skulle kunna lägga upp en rationell långtidsplan för luftförsvaret. Arbetet med att lägga upp en sådan teknisk långtidsplan för spanings- och stridsledningsorganisationen var mycket omfattande och krävde experthjälp från flera håll. FOA var av den uppfattningen att detta arbete bäst kunde bedrivas av en kommitté med representanter från FOA, armén, flygvapnet, robotvapenbyrån och kustartilleriet varvid både den tekniska sidan och stabssidan borde vara företrädare.

Avslutningsvis uttrycker FOA att framställningen inte gör anspråk på att vara någon logisk och sammanhängande översikt över luftförsvarets spanings- och stridsledningsproblem. Den kan kritiseras både ifråga om den allmänna uppläggningen och detaljerna, och det är också meningen att låta den stå öppen för kritik. Avsikten är endast att sätta igång en debatt om de problem, som uppstått beträffande organisationen av spaning och stridsledning, om man vill se luftförsvaret som en enhet med bestämt

syfte, som det gäller att söka fylla på effektivaste sätt. Det är författarens förhoppning att läsarna av promemorian också kommer att betrakta den i denna anda.”

Vid ett möte om spaning och stridsledning i luftförsvaret med ett brett deltagande från Fst, LvSS, KATF, FS, F 18, KFF och FOA behandlades följande frågor:

1954 års Luftförvarsutredning

Luftförvarsutredningen hade som målsättning att göra en stridsekonomisk jämförelse mellan de olika luftförsvarens vapnen. Dess syfte hade begränsats till luftförsvaret av Östra Mellansverige samt ett krigsfall som huvudsakligen avsåg hemortsbekämpning med luftanfall. Man hade därvid utnyttjat en allmän karaktäristik av anfallsmedlens och försvarsvapnens väntade egenskaper under tiden 1960-1965 samt på grundval därav gjort en analys av försvarets verkan i form av antalet nedskjutna flygplan på olika höjder. Flygdirektör Edlén meddelade att som en följd av luftförvarsutredningens arbete hade militärledningen i princip beslutat att en luftförvarsrobot skulle utvecklas.

Luftförvarsinspektionen (LI) i flygstaben utredning angående luftbevakningens organisation

Denna utredning som var genomförd i samråd med FOA genom att laborator Lundquist orienterat LI om det aktuella läget i spaningsutredningen. I LI:s utredning hade skisserats ett fullständigt luftbevaknings- och stridsledningssystem som var automatiskt för flertalet luftförvarssektorer.

Den befintliga radarmaterielen skulle bli ersatt med modernare materiel som i ett särskilt spaningsnät skulle ge målinformation till samtliga vapen. Ledningen av de enskilda vapnen - speciellt jaktflyget - förutsattes ske med automatiska kalkylatorer som arbetade med utgångspunkt från dessa måldata. Ledningen av luftförsvaret skulle ske centraliserat från lfc där de fyra vapensystemen (jaktflyg, kanonluftvärn (LV), luftvärnsrobot (Lv-robot) och aktiv störning) leddes av varsin chef under en gemensam luftförvarschef. Kostnaderna, vilka man för den kommande 10-årsperioden 1956-1965 hade uppskattat till c:a 100 mkr för radar, kalkylatorer och signalspaningsstationer, samt 150 mkr för övrig lbevmateriel.

Utredning angående framtida radarkonstruktioner

Här skisserades på att utveckla en lågspaningsradar, som skulle bäras av en förankrad helikopter. En utredning kring radarstationers känslighet för avsiktliga störningar hade påbörjats. En särskild kommitté under laborator Wikland hade bildats.

Utredning angående anflygningstaktik för flygplan 35

Denna utredning hade till uppgift att dels lämna underlag för projektering av mötespunktberäknaren, och dels att lämna underlag för fpl 35 taktiska användning. SAAB hade visat sig villig att åta sig utredningen.

Arbeten på mötespunktsberäknare

FOA hade tekniskt granskat det förslag till mötespunktsberäknare som FV fått från Decca. Det hade därvid framkommit att detta projekt fyllde fordringarna på kortare sikt, men att det inte medgav några större möjligheter till vidareutveckling. FOA hade därför skisserat på en annan princip. FOA hade därvid tagit kontakt med matematikmaskinnämnden, MMN, som förklarar sig villigt att åta sig utvecklingsarbetet, när BESK blivit färdigställd.

Kommunikationssystem för stridsledning

Preliminära undersökningar hade påbörjats i syfte att klarlägga hur ett kommunikationssystem för överförande av order från markstridsledningen till jaktflygplan lämpligen borde vara utformat. KFF avsåg att genom tillsatsanordningar till talkommunikationen åstadkomma ett störningssäkrare överföringssystem.

System för överföring av målkoordinater

En FOA-studie visade att ett system för ersättning av trådlufor kunde överföra data om flera hundra företag samtidigt över en kanal med samma bandbredd som en telefonförbindelse. Signalerna överfördes pulskodat med tidsuppdelning mellan olika företag och presentationen skedde med hjälp av katod-

todstrålerör.

I maj 1953 besökte en svensk delegation ur KFF bestående av tekniske chefen överstelöjtnant Tryggve Sjölin och flygdirektör John-Fredrik Hamilton, ansvarig för flygvapnets radarsystem, flygbasen Rivenhall i Storbritannien för att närvara vid en internationell utställning av radarmateriel från Marconi.

GD FOA tillsatte i maj 1953 en utredning ”Spanings- och stridsledning i luftförsvaret (SOS)”. Utredningen blev en gemensam utredning med personal ur FOA och KFF. Hugo Larsson och Martin Ferm FOA ledde en kommitté med representanter för arméns, marinens och flygvapnets respektive staber och förvaltningar. Ledningsgruppen skulle styra och ge direktiv till en arbetsgrupp, som skulle ta fram beslutsunderlag och vid behov genomföra tekniska studier. Nils-Henrik Lundquist FOA fick en nyckelroll som verkställande ledamot i ledningskommittén och chef för arbetsgruppen.

FOA krävde att utredningen skulle kopplas ihop med den internationella forskningen på området. Inom radar- och elektronikområdet ville Larsson och Ferm få till stånd ett samarbete med Storbritannien, där ”Air Ministry och Ministry of Supply” var de intressantaste organisationerna. Under tiden 1953 och 1954 genomfördes ett antal besök i Storbritannien och Sverige för att etablera samarbetet. Inriktningen var att samarbetet skulle ske mellan tekniska specialister för att inte störa Storbritanniens samarbete inom NATO och med hänsyn till Sveriges neutralitetspolitik.

Under hösten 1954 hade Hugo Larsson förnyade kontakter med Storbritannien. Vid hemkomsten från Storbritannien informerade Hugo Larsson försvarsministern Torsten Nilsson, som tog upp frågan med den engelske ambassadören i Stockholm. Utöver militärt forskningssamarbete omfattade frågan också möjligheterna att köpa atombomber från Storbritannien, som genom ett beslut 6 januari 1955 öppnade för ett fördjupat forskningssamarbete under förutsättning att detta kunde ske med en kvalificerad svensk teknisk specialist och inte via den svenska regeringen. Atomvapenutvecklingen undantogs från samarbetet.

Storbritannien erbjöd Sverige att köpa en radarstation ”Type 80” (PS-08) från Decca med nästan omedelbar leverans och möjlig att vara i drift under hösten 1956. Ytterligare radarstationer skulle kunna levereras under 1957 och 1958. En bidragande orsak till de brittiska myndigheternas plötsliga beredvilighet att sälja moderna radarstationer var minskande möjligheter att sälja dessa till andra NATO-länder.

Hugo Larssons resa till Storbritannien i juni 1955 markerade en brytpunkt genom att denna radarstation medger såväl luftbevakning som stridsledning och med möjligheter till ny systemarkitektur kring dessa storradarstationer. Det långsiktigt syftande och huvudsakligen teoretiskt inriktade studiearbetet vid FOA övergick under sommaren 1955 till ett anskaffningsärende.

5.3.4 Operativa utredningar

Radar och systemarkitektur

Under hösten 1953 inleddes ett utredningsarbete för att få fram underlag för försvarsledningen utredning ÖB 54. Från flygvapnet deltog Axel Ljungdal sedermera flygvapenchef. Resultatet blev en kompromiss mellan armén och flygvapnet, där man fastslog att jaktflyget skulle vara ryggraden i luftförsvaret medan luftvärnsrobotsystem skulle fylla en kompletterande funktion som skydd mot anfall på hög höjd.

Det fanns en obalans mellan stridsledningssystemet och jaktflygsystemet, vilket ledde till att flygvapenchefen gav överstelöjtnant Gert Stangenberg i uppdrag att ta fram en tids- och kostnadsplan för en upprustning av strids- och luftbevakningssystemet under tioårsperioden fram till 1964/65. (tidigare redovisad i pkt 5.3.2, Kristallkulan)

Nils-Henrik Lundquist FOA lade 2 juli 1954 fram en teknisk systemskiss, som efter mötet i SOS samordnas med Stangenbergs utredning. Lundquist framhåller att radarutvecklingen kommer att medföra att framtida stationer, ”normalstationer”, kommer att kunna utföra såväl luftbevakning som stridsledning till skillnad från befintliga stationer. Det kommer dock att finnas ett behov av ”specialiserade stationer”

för radartäckning på låg höjd. Dessa stationer skulle kunna lyftas till rätt höjd med gasfyllda ballonger eller gyrostabiliserade elektriska helikoptrar. Flygstaben var skeptiska till förslaget beroende på kostnader, sårbarhet och komplexiteten hos systemet. Lundquists system skiss diskuterades vid två möten – 26 september och 16 oktober på FOA. Diskussionerna resulterade i en tudelad strategi med dels tillsättning av en delutredning LFRU (Luftförsvarsradarutredningen) under ledning av laborator Tord Wikland FOA och dels nya kontakter med Storbritannien för att förbättra kunskapsläget.

Hugo Larsson informerade flygvapnets ledning om möjligheterna att köpa radarstationer från Storbritannien och mycket tydde på att det skulle bli en snabb och okomplicerad upphandlingsprocess. Flygförvaltningen var dock tveksam på grund av sitt ansvar för flygvapnets ekonomi och materielförsörjning samt att det behövdes en anskaffningsprocess enligt rutinerna. Man var även tveksam till tidsfaktorn. Erbjudandet kom, när flygvapnets ekonomi var pressad av en omfattande flygplananskaffning, och behovet av att satsa på radarstationer till priset av färre jaktflygplan. Samtidigt fanns i flygstaben mellanchefer, som insåg att ett nytt stridsledningssystem var en nödvändighet för de nya jaktflygplanens effektivitet. Tongivande för denna uppfattning var chefen för flygstabens operationsavdelning – överstelöjtnant Åke Mangård, som ansvarig för flygvapnets taktiska utveckling som under lång tid argumenterat för en automatiserad stridsledning. Mangård gav Larsson full uppbackning. Under hösten 1955 kom motsättningarna inom flygvapnets ledning att öka och kom att fokuseras på *”hur skulle flygvapnets anslag och resurser disponeras till nya jaktplan eller fler radarstationer”*.

Inom flygvapenledningen fanns under hösten 1955 en stor tveksamhet till ofinansierad radaranskaffning. Vid en föredragning för flygvapenchefen Axel Ljungdahl föreslog flygförvaltningen en kompromiss innebärande köp av en radarstation. Resultatet av denna föredragning blev tillsättande av en utredning den 20 september under ledning av luftbevakningssektionens chef överste Greger Falk tillsammans med Henrik Lindgren och Åke Mangård att snabbtreda behovet av nya spaningsstationer. Axel Ljungdahls motiv var att få fram ett gemensamt ställningstagande. Redan efter två veckors arbete redovisades tre olika alternativ:

- Fullständig upprustning av radarsystemet i hela landet med nio Type-80-stationer kompletterade med nickande höjdmätare
- Begränsad anskaffning av tre nya stationer kombinerat med upprustning och teknisk uppgradering av befintliga stationer
- Ett minialternativ medförande vissa tekniska modifieringar och ombyggnationer av befintliga stationer

Axel Ljungdahl var missnöjd med att flygförvaltningen inte ställde sig bakom utredningen och beslöt att denna skulle fortsätta.

Genom ett brev till den brittiske flygvapenchefen öppnade Ljungdahl en möjlighet för Åke Mangård och Gudmund Rapp att besöka Storbritannien, vilket genomfördes under november 1955. Åke Mangård aktiverade sitt nätverk inom det brittiska flygvapnet och fick under resan besöka två Type 80-stationer i drift. Man fick bland annat se hur en Type-80-station arbetade med såväl luftbevakning som stridsledning. Detta låg i linje med Nils-Henrik Lundquists tidigare framförda uppfattning och kom att ha stor betydelse för de fortsatta diskussionerna i Sverige.

Parallellt med resan till Storbritannien fortsatte radarutredningen genom att bland annat engagera flygstabens operationsanalysgrupp för att matematiskt modellera flygvapnets förvarnings- och stridsledningsproblem. Till utredningen adjungerades även Nils-Henrik Lundquist. Det allvarligaste kommande hotet var snabba bemannade bombplan på höga höjder upp till 20 kilometer. För att svensk jakt skulle komma i kontakt och skjutläge innan fienden nådde svenska mål måste startorder ges som allra senast 250 kilometer från flygvapnets baser. För att uppnå detta måste luftbevakningsradarn ha en räckvidd på minst 340 kilometer. Beräkningarna visade att de befintliga radarstationerna inte uppfyllde dessa krav. Analyserna visade att nya luftbevaknings- och stridsledningsstationer var nödvändigt, men frågan var om nya radarstationer kunde motiveras även om det medförde färre jaktflygplan. Slutsatsen var att det

svenska jaktförsvaret var fel balanserat, med en övervikt av kostsamma jaktflygplan, vilket även underbyggdes av internationella erfarenheter.

I december 1955 presenterades radarutredningen för flygvapenchefen, som beslöt i enlighet med utredningens förslag att införskaffa en radarstation Type-80 från Decca. Frågan om anskaffning av fler stationer sköts på framtiden. Flygförvaltningen tecknade avtal med Decca under vintern 1956.

Åke Mangårds och Gudmund Rapps resa till Storbritannien gav dem inblickar i en helt ny systemarkitektur. Flygvapenchefen gav dem uppdraget att utreda hur stridsledningssystem borde organiseras. Detta ledde till en bred utredning, som behandlade hela radar- och stridsledningsorganisationens framtida organisation. Flera faktorer talade för ett mer decentraliserat system efter brittisk modell. Det som stod i centrum var de taktiska fördelarna och möjligheterna att verka i ett flygkrig med taktiska atomvapen.

Radarutredningens andra rapport presenterades av Åke Mangård och Henrik Lindgren den 17 februari 1957. I den första rapporten från 21 december 1955 argumenterade radarutredningen för bättre balans mellan jaktflygplan och stridsledningssystem. Detta kompletterades i den andra rapporten om hur marksystemet kunde balanseras mot fiendens flyganfall.

Flygvapenchefen hade gett direktiv om att undersöka lösningar som inte innebar några nybyggnationer av bergum. Utgående från denna förutsättning och den decentraliserade systemlösningen föreslog radarutredningen ett system med autonoma storradarstationer, som självständigt svarade för all stridsledning och luftbevakning inom sina respektive sektorer. Den första stationen skulle placeras i trakten av Stockholm. Ledningen skulle ske från befintliga luftförsvarscentraler, som skulle förses med automatiska stridsledningsskylatorer, presentationssystem och annan elektronisk databehandlingsutrustning. Nya stationer och gamla luftförsvarscentraler skulle kopplas ihop parvis inom sektorerna för att öka redundansen. Radarutredningens förslag var att anskaffa ytterligare tio storradarstationer och dessutom borde en tolfte placeras på Gotland. För att kvalitetssäkra radarutredningens förslag gjordes en resa till Storbritannien under mars 1956. Britterna gav klartecken till utredningens förslag, som låg helt i linje med britternas systemuppfattning.

Slutdiskussionerna om radarutredningen inom flygvapenledningen skedde de två första veckorna i maj 1956. En första kostnadsplan för ett moderniserat ledningssystem fram hamnade på 616 miljoner på flygvapnets driftbudget för materielinköp och 97 miljoner på kapitalbudgeten för nybyggnationer under perioden 1956 till 1965. Flygvapenchefen gav order om besparingar varvid de sammanlagda kostnaderna hade bantats till 478 miljoner. Inom denna ram beslutades att:

- Sju av elva luftförsvarssektorer skulle moderniseras fullt ut med nya spaningsradarstationer
- Högre kapacitet i höjdmätningen
- Utbyggt kommunikationssystem

Beslut togs om att köpa ytterligare två Type-80-stationer för en snabb förstärkning av flygvapnets ledningssystem längs östkusten och radarstationerna i Norrland fick stryka på foten men PS-41 skulle byggas om och få en större antenn.

Databehandlingsteknik

Databehandlingsutrustning (engelska data handling) blev under 1955-56 en vedertagen samlingsbeteckning på elektronisk utrustning, som sorterade, lagrade, analyserade och presenterade information i flygvapnets ledningscentraler. Såväl formulering som lösning av databehandlingsproblemen byggde på idéer, information och tekniskt kunnande från Storbritannien. Redan hösten 1953 hade Nils-Henrik Lundquist FOA gjort testuppkopplingar med den analoga datorn FREDA och vars resultat redovisades för Åke Mangård och Henrik Lindgren. För att öka resurserna söktes samarbete med Matematikmaskinnämnden utan att detta gav något resultat. Istället fortsatte arbetet inom FOA med framtagning av en prototyp (TROMB), som visades för flygvapenledningen. Lundquist fick vid en resa i Storbritannien i juni 1955 möjlighet att besöka en anläggning, där digital teknik användes för att automatisera kommunikation mellan radarstationer och ledningscentraler. Sverige gjorde ett flertal försök att få till stånd ett

samarbete inom databehandlingsområdet men fick avslag från britterna. De anskaffade PS-08-stationerna skulle anslutas till befintliga manuella ledningscentraler och i nästa steg skulle ett halvautomatiserat databehandlingssystem – m/60 – införas mellan 1960 och 1965. (Detta system kom senare att benämnas m/59). I planen låg att ett ”helautomatiskt” m/65-system skulle installeras under perioden 1965- 1970.

För att få en ordentlig genomlysning av dessa planer genomfördes en internatkonferens under tiden 7-16 november 1957 vid Pensionat Friibergh i Uppland. Vid denna konferens behandlades möjligheten för svensk industri att konstruera och tillverka komponenter och system. Den övergripande slutsatsen från internatet var att man måste få tillgång till brittisk databehandlingsteknik.

Storbritannien hade drabbats hårt av motgångarna i Suez-kriget och brittisk försvarsindustri fick problem med beläggning av såväl utvecklings- som produktionsresurser. Vid årsskiftet 1956/57 gav Storbritannien ett positivt svar till samarbete under förutsättning att brittisk försvarsindustri fick utredningsuppdrag inom databehandlingsområdet och underförstått eventuella kommande utvecklings- och tillverkningsuppdrag skulle hamna hos brittisk industri. Förslaget var att Sverige skulle lägga ett studieuppdrag till Marconi's Wireless Company i Chelmsford, som svarade för en stor del av brittiska flygvapnets databehandlingsutveckling. I februari 1957 accepterade KFF att lägga ett utredningsuppdrag till Marconi, vilket också ledde till att frågan om ett motsvarande uppdrag till Decca kom upp. Resultatet blev att båda företagen fick i uppdrag att studera ett svenskt stridslednings- och luftbevakningssystem syftande till ett halvautomatiskt system m/60 med leverans den 1 januari 1961 och till en kostnad av 5000 pund.

Elektroavdelningens chef Henrik Lindgren kallade till en konferens om stridsledningen den 3- 6 december 1958 i Torshälla med även deltagare från flygstaben och FOA. Marconi hade tre alternativ med ett digitalt system med 200 minnesplatser och möjlighet att stridsleda 48 jaktflygplan samtidigt. Leveranstiden för detta system 1 januari 1962 till skillnad från de övriga två alternativen, som hade leveranstid till 1 januari 1961.

Torshällakonferensen kom bland annat fram till att:

- Snabbheten i databehandlingen och dataöverföringen till flygplan måste ges hög prioritet
- Den nya fjärrspaningsstationen bör möjliggöra grov höjdmätning på långa avstånd
- Tre alternativ (50, 100, och 150) för antalet företag i centrala minnet
- Bredbandsöverföring från alla fjärrspaningsstationer till eget och angränsande lfc typ 1
- Överföring av syntetiserad luftlägesinformation via smalband förordades

Under februari 1958 genomfördes i Ehrensberg bruk djupdiskussioner med Decca och Marconi.

5.4 Utredningar om telekommunikation

5.4.1 Telekommunikationer, behov och uppbyggnad⁵

Genom riksdagsbeslutet 1948 om en uppbyggnad av ett modernt luftbevakningssystem framstår det året också som ett födelseår för utformningen av flygvapnets moderna telekommunikationsstruktur. Behovet av snabb och säker landstäckande telekommunikation ökade starkt samband med uppbyggnaden av luftbevakningssystemet.

1950 tillsattes en utredning med uppgift att utarbeta förslag till hur man bäst skulle åstadkomma skadetåliga telekommunikationer för luftbevakning och stridsledning. Utredningen föreslog att ett landsomfattande nät baserat på radiolänk skulle byggas. Valet av radiolänk som transmissionsmedel var främst betingad av kraven på ekonomi och skadetålighet. I utredningen skisserades grundragen för nätstruktur, transmission och förmedling. Denna utredning avsåg ett nät för enbart FV, huvudsakligen för luftbevakning och stridsledning. Nätet skulle förbinda objekten i systemet (Lfc, radarstation, Lgc etc.) och utgöra

⁵ Försvarets Fasta Radiolänknät Försvarets Telenät, Ett historiskt perspektiv

ett landsomfattande nät. Ledningscentralerna skulle utgöra noder i nätet och växlarna i dessa (enl. ovan utrustade för 4-trådsförmedling) skulle fungera som förmedlingsorgan i nätet. Ett provmät planerades, geografiska planer upprättades, stationsplatser för provnätet utsågs, försök bedrevs och viss materiellanskaffning förbereddes bl. a. genom infordran av offerter på radiolänk för provnätet mm.

Vid denna tid väcktes ÖB intresse för att utnyttja det planerade FV-nätet även för att säkerställa andra väsentliga samband inom det militära försvaret liksom för vissa organ inom totalförsvaret. Under 1953-54 gjordes mot denna bakgrund en ny utredning inom FV. Den grundades på reviderade FV-behov och på av Fst sammanställda behov från övriga tilltänkta användare och genomfördes av KFF genom Luftbevakningsbyråns radiolänksektion. Utredningen resulterade i en reviderad plan för det landsomfattande länknätet, med väsentligt utökad kapacitet, med flera anslutna anläggningar, en något tätare nätstruktur och med noder i separata anläggningar (knutstationer) försedda med automatiska växlar för förmedling av trafiken.

Under 1954 togs beslut om utbyggnad av ett nät enligt föreslagna linjer och under CFV ansvar. Kostnaderna skulle fördelas mellan ÖB (Operativ ledning), FV och SJ enligt utredningens förslag. Dessa studier, utredningar, planer och beslut är vad gäller nätstruktur, transmission och förmedling till stora delar fortfarande vägledande för arbetet med radiolänknätet, även om givetvis tekniska lösningar, kapaciteter och geografiska planer successivt reviderats.

5.5 Operativa krav, utvecklingen på 1970- och 80-talen

I och med att den nya, integrerade högre regionala ledningsorganisationen infördes 1966 påbörjades en omfattande integration av den operativa ledningens och strilsystemets samband. ÖB:s operativa målsättning för ledningsorganisationens samband utkom i en preliminär utgåva 1969 och i en "slutlig" utgåva 1975. Här fastlades och specificerades de operativa kraven beträffande exempelvis kapacitet, flexibilitet och uthållighet. Begreppet "FGS", försvarsmaktens gemensamma samband, myntades och begreppet "FTN", försvarets telenät, började användas. Samtidigt påbörjades en integrering av de tidigare separat uppbyggda tråd- och radiolänknäten.

Under 1974-75 genomfördes en omfattande utredning avseende försvarsmaktens data- och fjärrskrifttrafik. Denna utredning resulterade i ett antal målsättningar under senare delen av 70-talet och början av 80-talet, där bland annat kraven på FTN utökades och tydliggjordes. Under senare delen av 70-talet genomfördes inom ramen för luftförsvarsstudien SUS-77 ett arbete med utarbetande av en systemmål-sättning för FV samband. Denna målsättning medförde en förtätning av nätet, en utökning av antalet nätväxlar och en förändring av anläggningsutformningen. Under 1970-talet kom milosambandsförbanden att bli en för hela försvarsmakten gemensam resurs för förstärknings- och reorganisationsåtgärder i de gemensamma näten. Förbanden hade tidigt lätt transportabel radiolänk. Efterhand tillkom också tung transportabel radiolänk som resurs för överbyggnad och komplettering vid skador i stornätet.

5.6 Ledning och planering

5.6.1 LOS-gruppen

För att leda arbetet med utformning och realisering av STRIL 60 etablerades 1957 inom KFF en ledningsgrupp LOS ledd av chefen Elektroavdelningen och med byråcheferna inom denna samt representant från FS och FOA som deltagare. LOS utgjorde en kvalificerad systemledning, som i många frågor lade ut utredningsuppdrag på FOA och industrin. Det fanns en stark ambition att bygga upp en industriell resurs och kompetens på ett flertal svenska företag. Gruppen sammanträdde en gång per månad och ur protokollen kan följande noteras av intresse för utvecklingen av STRIL 60.

5.6.2 Saltsjöbadskonferenserna

Under 1960 hölls två konferenser, en i februari som behandlade systemfrågor och en i april som behandlade utbyggnads- och ekonomifrågor. Personal från KFF, FS och FOA deltog i konferenserna.

Vid konferensen i februari redovisade arbetsgruppen Datainsamling sin rapport⁶, som bland annat innehöll "Förslag till radarsystem", som utgick från de två tidigare radarutredningarna. Rapporten behandlade:

- Radarplanen och konsekvenser av en eventuell ökning av medelsramen
- Avvägningen mellan centraler (op-rum) och radarstationer för att uppnå balans mellan uthållighet och ledningsmöjligheter. Här poängterades att kvalificerade op-rum och centraler kommer att ha avsevärd längre fredsmässig livslängd
- Olika typer av radarstationer. Gruppen förordade olika stationer för spaning på hög höjd, på låg höjd och för höjdmätning
- Höjdmätningssradar, som anses ha samma betydelse för jakt- och robotstridsledning som planradarstationer och bör därför ges samma täckning och uthållighet som övriga radarsystemet. VPA⁷ stationerna ska anslutas till LAFC⁸ och utbyggnaden tidsmässigt anpassas till utbyggnaden av lfc och rgc
- Radar för störpejl
- Flyttbara radarstationer som främst ska utgöra reserv för utslagna ordinarie stationer

Vid konferensen behandlades även rapporterna från Marconi och Decca där de påpekar att i ett modernt datainsamlingssystem måste speciell hänsyn tas till faktorer som störningsmöjligheter, låghöjdsspaning och robotar med liten målyta samt behovet av störresistenta fjärrspaningsstationer och störpejlar. Med flera låghöjdsstationer i sektorn för godtagbar täckning och förvarning är det också nödvändigt med en filterfunktionen (LAFC) för att begränsa mängden bearbetad och målföljd information till lfc, dock utan att relevant information fördröjdes. För att minska risken för dubbelarbete måste information från lfc återmatas.

5.7 Den inledande upphandlingsfasen

Upphandlingsfasen av grundsystemen startade 1957 och omfattade upphandling av:

- Berganläggningar och byggnader för lfc, rgc, radarstationer, styrradiostationer
- Databehandlingsutrustning för lfc, rgc lokala op-rum, volymetrisk höjdmätare
- Radarhöjdmätare PH-39, lågspaningsradar PS-15 och höghöjdsradar PS-66
- IK-system
- Telefonsystem för lfc, rgc
- Länk och transmissionsutrustning för överföring av radarinformation
- Transmissionsresurser (i Tvt nät bl. a)

Upphandlingen av databehandlingsutrustningen till första lfc 1959 blev styrande i många avseende för övriga kommande upphandlingar.

I samband med upphandlingen av databehandlingssystemen fördes diskussion om svensk industris möjliga medverkan. Flygvapnet betraktade den svenska elektronikindustrin som alltför liten och splittrad för att ta huvudansvaret för databehandlingssystemet i ett m/60-system. I mitten av oktober 1957 informerades Svenska Radiobolaget (SRA), Standard Radio och Telefon (SRT) och LM Ericsson om planerna på ett svenskt ledningssystem. Tanken var att skapa en nationell kapacitet inom databehandlingsområdet. I samband med upphandlingen knöts ett samarbete mellan industriföretagen genom bildandet av Teleutredningar AB, TUAB, enligt amerikansk förebild i form av MITRE Corporation och RAND. TUAB bemannades till stor del av personal från FOA och Tord Wikland från FOA blev chef.

5.8 Aktuella flygplanssystem

⁶ Rapport från FS/FF Saltsjöbadskonferenserna 28/3 – 2/4 1960 Arbetsgrupp 1 Datainsamling

⁷ Företaget Sociète Nouvelle D'Electronique benämning på en volymetrisk höjdmätare

⁸ Low Altitude Filter Central, svensk benämning Låghöjdsfiltercentral,

De svenska flygplan som skulle stridsledas var i första hand J 35 och senare JA 37 och några av de utländska flygplan som stridsledningsprogrammet var utformat för att beräkna anfallskurva mot visas i nedanstående bilder.





Tu-26 Backfire C



Tu-16 BADGER G



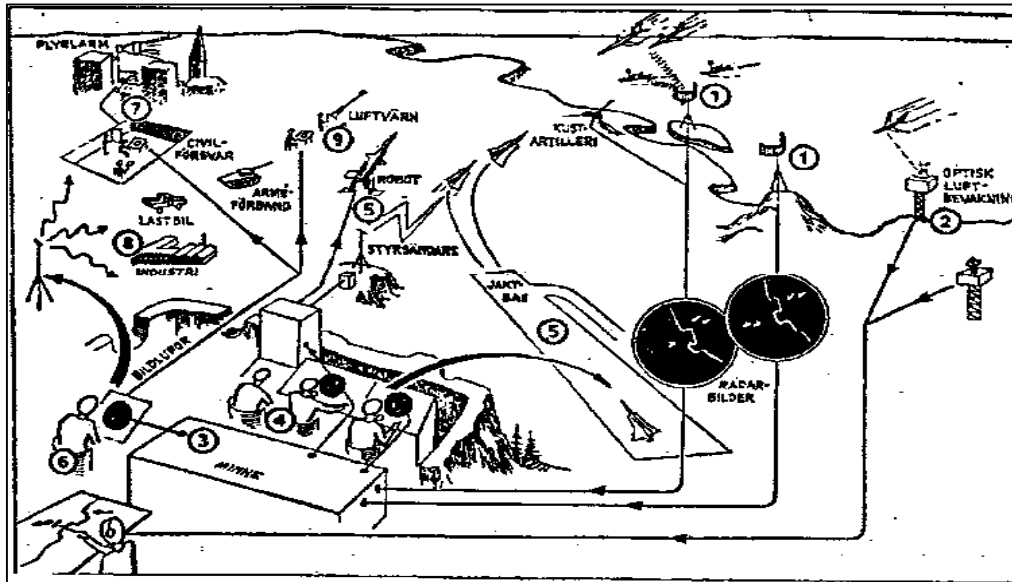
Su-27 FLANKER B

5.9 Information i pressen

Redan 1959 lämnade Flygförvaltningen information till allmänheten om det planerade Stril m/60-systemet. Under de kommande åren kom flera artiklar i både fack- och dagspressen om Stril m/60 och rgc.

DN 12 oktober 1960

Stril 60 – nya hjärnan i försvaret



Denna skiss visar i förenklad form hur det nya svenska elektroniska luftförvarssystemet - "Stril 60" - arbetar vid ett fiendligt anfall med flyg- och sjöstridskrafter. Spaningen sköts av ett nät av radarstationer som täcker lufrummet framför våra sjö- och landgränser. Optisk och akustisk luftbevakning (2) används i begränsad omfattning för att komplettera bilden av luftläget. Målets verkliga läge mäts (1) in genom spaningsorganen med vissa tidsmellanrum, som bestäms av radarantennens rotationstid. På så sätt matas lägesuppgifterna in till ett centralt elektroniskt "minne", även kallat informationsbank (3). Minnet inregistrerar allting om fiendeplanens kurs, antal, höjd, hastighet osv. Härifrån matas alla data genom bildrör till stridsledare, flygsäkerhetsledare med flera (4). I vissa sammanhang används lokalt färg-TV för att ge en storbild av luftläget. Färgen hjälper till att snabbt skilja de olika målkategorierna åt. Informationsbankens uppgifter kompletteras även genom ett slutet Tv-system, av samma typ som används inom industrin, vid trafikövervakning, bevakning etc.

Härigenom får stridsledningen uppgifter om bl. a egna flygplans beredskap, basläge och väder. Bankens uppgifter sammanställs i bild- och tabellform på elektronisk väg och ger luftförvarsledaren en fullständig helhetsbild av luftläget med alla detaljer tillgängliga. På basis härav sker besluten om vilka insatser som skall göras, antalet plan som skall sättas in i striden (5), robotar som skall skickas upp, plats och mål.

Möjligheten och metoden att genomföra insatser kalkyleras automatiskt av en elektronisk siffermaskin. Efter order matas denna maskin från minnet med uppgifter beträffande fienden och egen vapenbärare och genomför en fullständig beräkning på förhand av vapenbärarnas hela väg så att kontakten skall bli lyckosam. Maskinen erhåller under denna ideligen upprepade beräkning, som den genomför på bråkdeln av en sekund, kontinuerliga tidsaktuella uppgifter från minnet om målets respektive försvararens rörelser och övriga data så att kalkylatorn kan ge den i varje ögonblick gällande elektriska styrordern. Denna överföres därefter av särskild apparatur utan mänsklig förmedling via radio direkt till rätt vapenbärare, så att denna utan en sekunds fördröjning kan vidta erforderliga åtgärder.

"Stril 60" ger också möjlighet att automatiskt sända orienteringar om luftläget - "lufor" - som en serie elektriska impulser, vilka kan presenteras hos mottagaren på bildrör utan en sekunds försening. På så

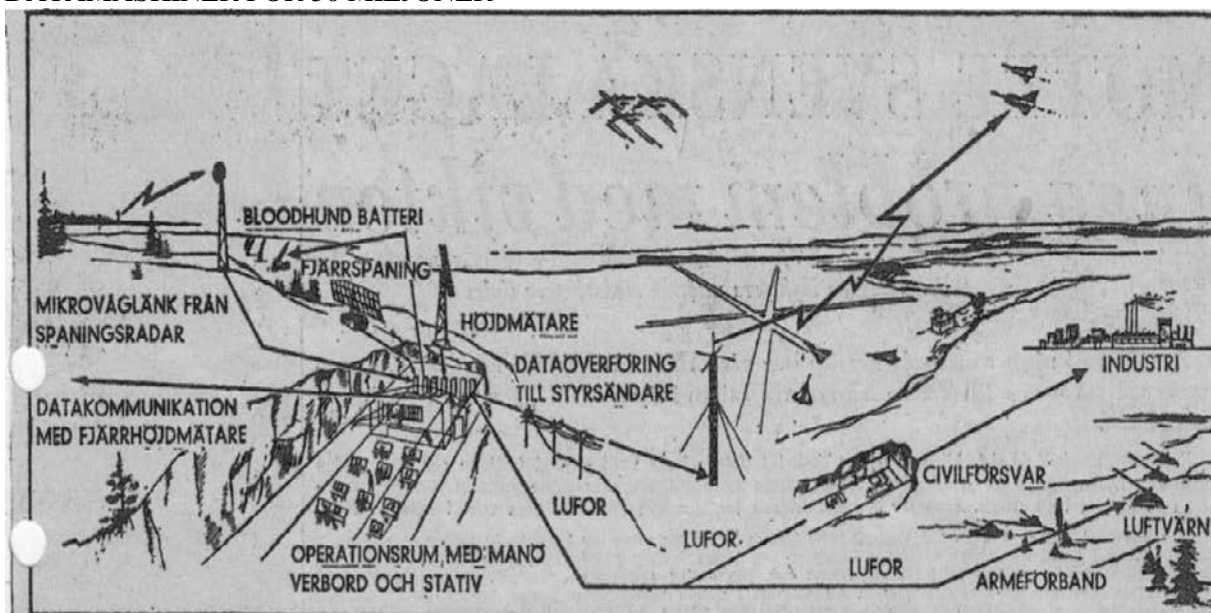
sätt kan bl. a civilförsvaret (7), luftvärnsförband (8) och viktiga industrier (9) erhålla en ögonblicklig bild av alla flygplanrörelser. Systemet skall utvidgas så att det täcker även rörelser på sjön, lågtflygande helikopters kurser etc.

Trots den långt gående automatiseringen fordras ändå människor i åtskilliga parallellfunktioner. De ingriper som "värderare", där den elektroniska värderingen blir för dyrbar och komplicerad. Människan fattar också de avgörande besluten efter "föredragning" från maskinen. Principen med "Stril 60" har varit att befria människan från all rutin och låta den rätt använda pålitliga maskinen utföra dessa sysslor på bråkdelen av den tid en mänsklig hjärna behöver för att räkna ut resultatet. Maskinen gör detta med avgjort större säkerhet och noggrannhet.

Svensk industri var visserligen inte mogen för lfc-åtagandet men, grundat på lösningen till en experimentutrustning för digital automatisk målföljning som FOA beställt året innan, fick Standard Radio & Telefon AB beställning på dator-, presentations- och kommunikationsutrustning för PS-08 i internationell konkurrens.

DN 20 juni 1962

DATAMASKINER FÖR 50 MILJONER



Det nya svenska stridslednings- och luft bevakningssystemet "Stril 60" – med J 35 Draken, som växer till i alltmer avancerade versioner, som viktig ingrediens – har tagit ytterligare ett stort steg mot sin fullbordan. I dagarna har flygvapnet beställt viktiga detaljer för systemets "hjärnarbete", ett antal radar-gruppcentraler som skall samla in och bearbeta radardata och automatiskt föra över resultaten till flygplan och robotar. Centralerna spelar en viktig roll i hela riksförsvaret. Beställningen är en affär på cirka 50 miljoner. Tillverkare är Standard Radio och Telefon AB och Åtvidabergskoncernen Facit Electronics.

De båda svenska företagen har fått beställningen i hård konkurrens med ledande utländska företag. Standard Radio är huvudleverantör och svarar för tillverkningen av indicatorsystemet med tillhörande datamaskiner, medan Facit Electronics levererar de datamaskiner som används för träffpunktsberäkningar.

* Det är främst luftbevakningsdelen av "Stril 60" som byggs ut. Det är den del av systemet som insamlar och bearbetar data om en anflygande fiende och som skall ge underlag för motåtgärder. Genom den långt drivna automatiseringen får luftförsvaret möjlighet att sätta in motåtgärder i tid, möjlighet också att ge flyglarm i så god tid att civilbefolkningen hinner ner i skyddsrum.

”Stril 60”-systemet består av ett nät av radarstationer och optiska luftbevakningsstationer som samlar uppgifter om vad som händer i luftrummet över och runt Sverige. Vidare ingår elektroniska databehandlingscentraler där allt material bearbetas och beslut om motåtgärder fattas. Slutligen tillhör ett stort datakommunikationsnät.

* Systemet byggs ut stegvis, som nu med 50-miljonersbeställningen, som tidigare med beställning av radarmateriel, som med produktionen och vidareutvecklingen av Draken, som med beställningen av roboten "Blood-hound" osv.

Samla in, bearbeta, informera

* Centralerna i den nya beställningen matas med radarinformationer från flera radarstationer av olika typer och med olika uppgifter. I likhet med principen för hela "Stril m/60" har centralerna till uppgift att samla in, behandla och sända vidare all information så snabbt som möjligt och så noggrant som möjligt. Detta för att motverka de allt högre farter som fientliga luftstridsmedel har och får.

* Från centralerna sänds också ut informationer om det allmänna luftläget, luftförsvarsinformationer (luför). Sådana informationer presenteras på bildrör hos speciellt utvalda "kunder" som sedan i sin tur informerar industrier, allmänheten och andra stridskrafter.

* Det centrala dataminnet har hela tiden exakta och aktuella uppgifter om läget. Uppgifterna i minnet förändras kontinuerligt på samma sätt som målets, läge. Till den kompletta bilden av informationsmöjligheterna hör också att operatören, människan som övervakar och använder sig av de avancerade moderniteterna får mer eller mindre automatiskt, anfallande flygplans höjd, hastighet, kurs och identitet.

* För att snabbt finna bästa sättet att anfälla fienden har operatören till sin hjälp en speciell elektronisk beräkningsmaskin. På grundval av uppgifter om fienden och de egna vapnen räknar denna maskin outhörigen igenom anfallsproblemen. Automatiskt går via radio de nödvändiga uppgifterna, så exakt och färska som det över. huvud är tekniskt möjligt att få dem, till det egna flyget, som har en stor arsenal att hämta vapen – robotar, raketer osv – ur.

6 Krav på strilsystemet

6.1 Översikt

Med 1954 års luftförsvarsutrednings inriktning, Kristallkulans vision och ansats samt med resultat från ett stort antal utredningar, studier och försöksverksamheter som grund påbörjar FS arbetet med att formulera de operativa kraven och utbyggnadsplanerna för strilsystemet.

I dokument (som till stora delar är en utredning) *Operativa synpunkter och krav angående utformning och krav i stort av strilsystem m/60, Bedömning av personalbehovet*⁹ redovisade FS sin grundläggande syn på hur strilsystemet ska utformas, vilka krav som bör ställas och hur uppbyggnaden ska ske i landet med hänsyn till ansatt hotbild. Här finns också budgeterade kostnader för mtrl för 1958 - 1966. Personalbehovet redovisades också.

Vid konferens i dec 1957 i Torshälla utarbetades en PM¹⁰ med rekommendationer för uppbyggnaden. Denna PM ligger till grund för specifikationen *Operativa krav för strilsystem m/60*¹¹, som behandlar kraven på databehandlingssystemet och som utgör grunden för upphandlingen av databehandlingsutrustningen för första lfc.

Följande sammanfattande krav redovisades i underlaget till ÖB 54:

Grundenheten i luftförsvaret sett från stridsledningssynpunkt är luftförsvarssektorn. Varje sektor är i stort självförsörjande och kan operera självständigt.

Systemet skall vara fullt utbyggt i en luftförsvarssektor med helt automatiserad (elektroniskt presentationssystem och kalkylatorer) luftbevakning och stridsledning. Sektorerna delades upp i A respektive B-sektorer med följande skillnad:

- A-sektor 100% stridsledning och luftbevakning
- B-sektor luftbevakning och begränsad stridsledning

Ledningen i sektor typ A med lfc typ 1 skall på ett effektivt sätt utnyttja luftförsvarsvapnen som jaktflyg, luftförsvarsrobotar, luftvärn och offensiv telestörning genom en fullständig, ögonblicklig, och översiktlig bild av luftläget. En chef skall fördela vapnen mot de olika målen. Denne chef måste vara en flygofficer så länge som jaktflyget är det viktigaste luftförsvarsvapnet. Bedömning och beslut rörande fördelning av vapen måste kunna ske sekundsnabbt.

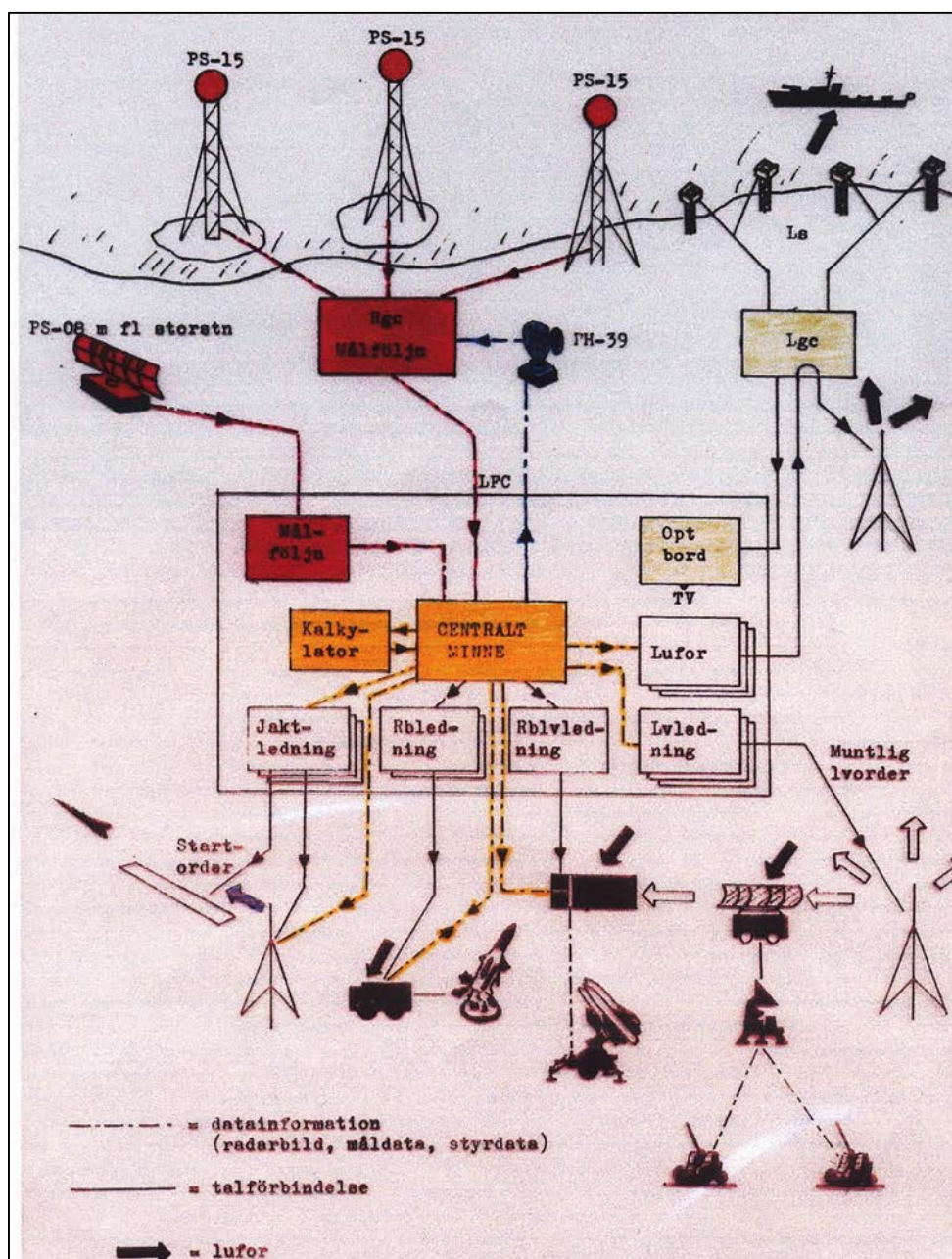
De olika stridsledningsorganisationerna för de olika vapnen skall ha tillgång till data om fienden och egna vapen. Fullständig, ögonblicklig, och översiktlig bild av luftläget kräver ögonblicklig överföring av data från radarstationerna. För att kontinuerligt kunna förutberäkna luftlägets utveckling erfordrades kalkylatorer för att beräkna enskilda flygplans och robotars banor baserat på underlaget från radarstationerna. Radarstationerna skall vara de primära datakällorna.

Nedanstående bild visar informationsflödet i det tänkta systemet.

⁹ FS/Plan skr H 420 okt 1958

¹⁰ FF skr H 009/1957

¹¹ FS/Plan skr H 321 25/7 1958



Stril m/60 informationsflöde

I dokumentet *Operativ specifikation för radargruppcentral, rgc (tidigare LAFC)*¹² redovisar FS kraven för rgc som grund för projektering och upphandling av materielen. FS utarbetade dokumentet i nära samarbete med KFF och FOA med inriktningen att formulera kraven på sådant sätt att de gav frihet i framtida val av teknisk lösning och med möjlighet att få en kravnivå eller en funktion som var ”prisvärd”. Det viktiga var att få bästa möjliga effekt eller funktion för de pengar som totalt satsades på Stril. Dokument av typen TTEM och TOEM hade ännu inte börjat användas inom försvarsmakten.

6.2 Krav för Strilsystemets databehandlingssystem

Under 1958 utarbetade FS dokumentet *Operativa krav för Strilsystem m/60*¹³. I dokumentet preciseras enbart kraven på databehandlingssystemet inklusive filterfunktionen i LAFC. Dokumentet sändes till Försvarsstabens Flyg- och Luftförsvarsavdelning som orientering och till KFF för att utgöra underlag för framtagning av offertinfordringspecifikation. I avsnitt som behandlar LAFC angavs:

¹² FS/Plan H 515/1960

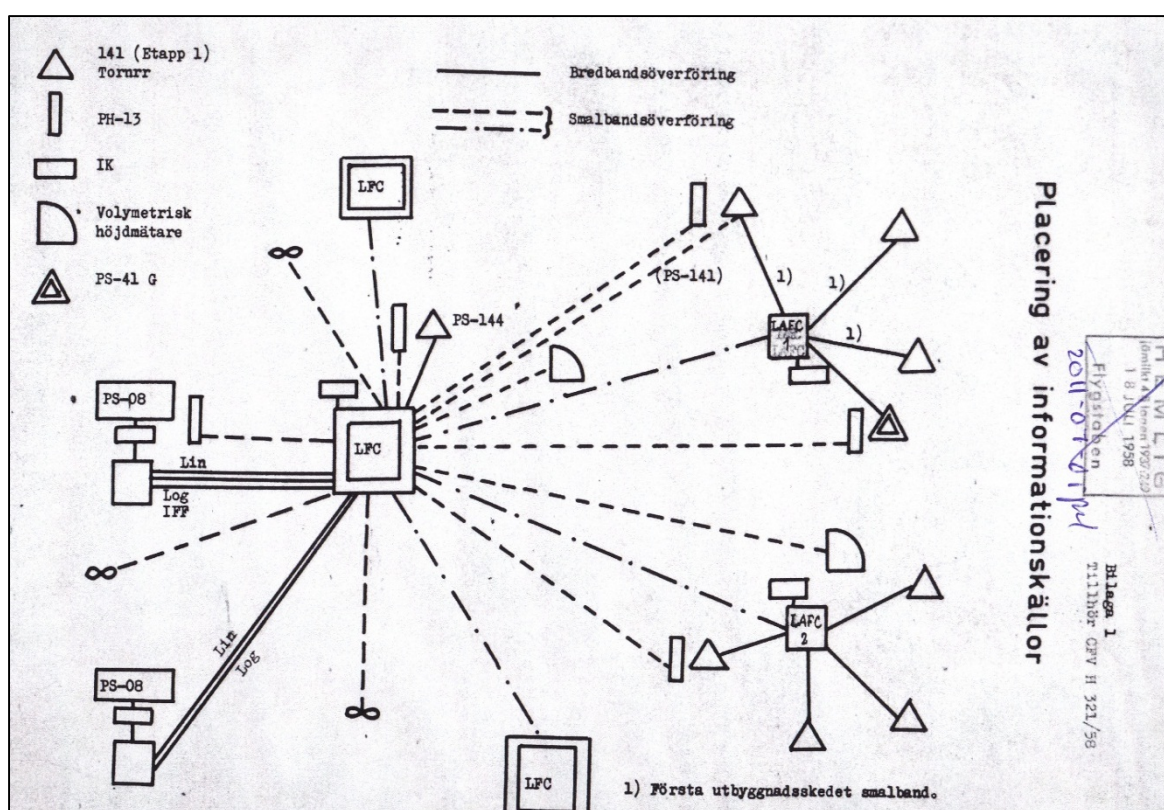
¹³ FS/Plan skr H 321 1958

Databehandlingssystemets huvudsakliga uppgift är att omvandla tillgängliga data från radarstationer och andra informationskällor till ett för följande ändamål användbar form:

- bedömning av det fientliga anflygningshotet
- fördelning på och insats av olika vapensystem
- stridsledning av respektive vapensystem
- återledning av vår jakt
- övervakning av flygplan, som icke tager direkt del i luftförsvaret samt luforsändning till andra myndigheter än dem som tager direkt del i luftförsvaret, exempelvis civilförsvaret

Sektorns båda LAFC svarar i första hand för att lfc förses med filtrerad information från lågspaningsradarstationerna. I händelse av att lfc går ur funktion skall LAFC ha möjlighet till begränsad självständig operativ verksamhet för lv- och robotförsvaret på låg höjd. I princip gäller samma databehandlingssystem för LAFC som för lfc.

Grundenheten i luftförsvaret sett från stridsledningssynpunkt är luftförsvarssektorn. Varje sektor är i stort självförsörjande och kan operera självständigt.



Centraler och informationskällor

6.3 Operativa krav för lfc typ 1

De operativa kraven för lfc typ 1 formulerades till största delen i dokumentet *Operativa krav för Stril-system m/60* (se pkt 6.2) och var till del styrande för kravställningen för rgc.

6.4 Operativa krav för RGC

Under 1959 -60 formulerade FS/Plan de operativa och funktionella kraven för låghöjdsfiltercentralerna (LAFC) i dokumentet *Operativ specifikation för radargruppcentral, Rgc (tidigare LAFC)*¹⁴. Dokumentet behandlar kraven på databehandlingssystemen i centralerna och i dokumentet noteras att krav på radar- radio- och telekommunikationssystem kommer att utarbetas senare.

¹⁴ FS/Plan skr H 515/1960

I de inledande avsnitten angavs att:

Rgc skall ingå som en viktig komponent i våra moderna luftförsvarssektorer samt funktionellt ingå direkt som en del av Strilsystem m/60. Rgc måste därför funktionellt betraktas i direkt anslutning till luftförsvarssektorns övriga funktioner.

Följande huvudfunktioner skall fullgöras i rgc:

- a) Presentation av luft- och ytläget från minst 4 låghöjdsradarstationer (tor radar) med IK, varav 3 samtidigt, samt målföljning och identifiering av egna och fientliga flygplan (motsv.) och fartyg på denna information
- b) Presentation av luftläget (plandata) från en volymetrisk höjdmättningsstation (PH-39) med möjlighet till IK samt målföljning på denna information
- c) Som reserv alternativ presentation av en ansluten planradarstation med IK samt målföljning på denna information
- d) I normalfallet vidarebefordran till luftförsvarscentralen (lfc) av insamlad information
- e) Stridsledning av begränsat antal jaktenheter
- f) Stridsledning av begränsat antal robotenheter
- g) Underlag för luftförsvarsorientering (LUFOR)

Rgc skall vidare inrymma kalkylator för automatisk höjddataavtagning från PH-39, utrustning för manuell/visuell höjddataavtagning från samma station samt diverse övriga utrymmen, som icke innefattas i här avhandlad elektronisk utrustning.

Synpunkter på den operativa specifikationen

Med den komplexitet som vidlåder moderna, elektroniska system av det slag som här avhandlas är det icke möjligt att på varje punkt förutse de tekniska komplikationer, som kan bli följden av uppställda operativa krav. Den operativa specifikationen har icke bundits hårdare än vad som är nödvändigt för den grundläggande funktionen, för att därigenom lämna större frihet för en praktisk/ekonomisk teknisk lösning. Den följande specifikationen hör studeras mot den bakgrunden och lämnar därför på vissa punkter avsiktligt utrymme för alternativa lösningar. Det bör emellertid framhållas att de operativa kraven medvetet på flera punkter har ställts lågt i förhållande till vad den moderna tekniken i och för sig mäktar lösa. Detta har gjorts m h t nödvändigheten av att erhålla en så ekonomisk och enkel lösning, att utbyggnaden på bredden kan genomföras i överensstämmelse med de operativa kraven och planerna.

Vid beskrivningen av olika funktioner måste - utan att den tekniska lösningen föregripes - viss materialisering ske. Denna materialisering bör i de flesta fall mera betraktas som ett beskrivningshjälpmedel än som krav på materielens utformning.

På vissa punkter föreligger viss osäkerhet vad rör den operativa funktionen. Detta har sin grund i att detaljutformningen av vissa delar av den mtrl som skall anslutas till rgc ännu ej fastställts. I den mån detta kommer att ske under offertarbetets gång kommer dylika uppgifter snarast att komplettera specifikationen. I de fall osäkra faktorer kvarstår, skall en lösning eftersträvas på aktuella punkter som medger senare komplettering eller modifiering, t ex reservation av utrymme. Se vidare den tekniska specifikationen i detta hänseende.

M h t nödvändigheten av viss likformighet mellan vissa komponenter inom ett enhetligt stridsledningssystem (såväl ekonomiska och personella som operativa skäl) är det önskvärt att principen för rgc utformning även kan utnyttjas i vissa andra anläggningar, dock med något annorlunda kapacitet och antal indikatorer. Även andra typer av radarstationer än vad som här förutses för rgc kan vid dessa anläggningar komma att anslutas, dock inom ramen för samma huvudprinciper. Mot denna "bakgrund" är det

ett önskemål att rgc så långt möjligt uppbygges enligt modulförfarande, som medger en principiell uppförstoring, tillämpbar på andra anläggningar. Det är även fördelaktigt om databehandlingsutrustningen medger relativt stor flexibilitet vad avser anslutning (även utbyte och komplettering) av radarstationer liksom även övriga ut- och indata. På längre sikt kan exempelvis anslutning av luftburen radarstation bli aktuell.

Av respektive offerter skall framgå de principiella möjligheterna att tillmötesgå ovanstående önskemål om flexibilitet liksom de ekonomiska konsekvenserna i stort. Som underlag för ev. ekonomisk jämförelse bör därvid räknas med en dels 50 %-ig dels 100 %-ig ökning av för rgc gällande kapacitet (målföljning och stridsledning) och antal indikatorer.

6.5 Operativa krav för radarstationer

6.5.1 Översikt

De yttersta kraven på radarstationerna var att de sammantaget skulle ha en täckning som gav en tidig förvarning och möjlighet till bekämpning så långt ut från kusten som möjligt. Den önskade täckningen skulle åstadkommas med olika typer av radarstationer med olika egenskaper placerade på lämpliga platser. Uppbyggnaden av radarkedjorna i respektive sektor styrdes av "radarplanen".

Ett grundläggande krav var att stationerna skulle kunna användas för både luftbevakning och stridsledning. Det skulle finnas:

- Fasta stationer avpassade för mål på hög höjd och för mål på låg och lägsta höjd, s.k. höghöjds- resp. låghöjdsstationer
- Rörliga stationer avpassade för mål på hög höjd och för mål på låg och lägsta höjd
- Stationer med hög störtlighet och pejlfunktion
- Radarhöjdmätare
- Flygburna stationer

Av uthållighetsskäl skulle vissa av stationerna förses med lokala op-rum med begränsad ledningskapacitet.

Inledningsvis var det främst lågspaningsstationer som behövdes för att få tidig förvarning och med möjlighet till kontaktlinje så långt som möjligt från kusten. Olika tekniska alternativ för att få önskad räckvidd hade studerats. Valet blev en radar (PS-15) monterad på en 100 m hög mast. Övriga för rgc aktuella radarstationer/system (förutom de befintliga PS-08, PS-65 PS-825) som i framtiden skulle kunna anslutas var PS-66, PS-69, PS-70, PS-R, PS-L och Ugglan.

PS-69, som inledningsvis benämndes PS-L, anskaffades inte. Sannolikt en "PS-15" avsedd för låghöjdstäckning i inlandet. Täckning över land bedömdes dock som särskilt viktig.

PS-70, "storstation" avsedd för upptäckt och insats mot ballistiska robotar. Den anskaffades inte.

PS-R, station avsedd som reserv för fasta fortifierade stationer (kommande PS-860).

Ugglan var en flygburen radar.

6.5.2 Luftoperativa krav för PS-15

PS-15 ingick aldrig i rgc men hade ändå en stark koppling till rgc genom att stationerna var förutsättningen för rgc huvudgift, nämligen följning, filtrering sammanställning och rapportering till Ifc av låghöjdsinformation. Kraven på prestanda hos PS-15 hade direkt påverkan på var kontaktlinjerna fanns och därmed möjligheter och sätt för lyckad jaktinsats. Det är av den anledningen som inledande delar av kravtexten tagits med här.

FS formulerade kraven för PS-15 i dokumentet *Luftoperativa krav, önskemål och synpunkter på PS-15*¹⁵ på följande sätt:

1 Allmänt

Utformning av försvarets olika komponenter måste i allt väsentligt ske mot bakgrund av hot som förefinnes från en presumtiv fiende. Dessutom måste en inre anpassning ske mellan det egna försvarssystemets olika delar såväl tids- som funktionsmässigt.

Det fientliga hotet kan aldrig entydigt bestämmas och är dessutom till sin art delvis en direkt följd av de egna åtgärderna. Mot den bakgrunden synes det icke bara svårt för att inte säga omöjligt utan även i viss mån riskabelt att uppställa definitiva gränsvärden för krav på t ex en radarstations prestanda. Det vore ju sålunda helt orealistiskt att för låghöjdsradar uppställa kraven på räckvidd mot viss måltyp och för viss höjd till ett fixt värde, säg 140 km över vilket stationen kan accepteras och under vilket stationen förkastas. I själva verket finns ytterst sällan definitiva omslagspunkter utan man befinner sig på en kontinuerligt lutande kurva där man erhåller ett minskat effektivitetstal med t ex minskande räckvidd. Variationer i målytan, som i allmänhet erhållits genom skäliga grova uppskattningar, prestanda mm kommer ytterligare att framhäva svårigheten med att fastställa ett definitivt kvantitativt mått som kravgräns. Om exempelvis ett accepterande av en något lägre effektivitetstal vad avser räckvidd samtidigt skulle ge en väsentlig ökning i motsvarande effektivitetstal för höjdtäckning blir bedömningen än mera vanskelig. Det är givetvis den samlade effekten som är avgörande. Det är vidare ofta svårt att på förhand klart se de tekniskt/ekonomiska konsekvenserna av uppställda operativa krav, vilket ytterligare framhäver betydelsen av att man icke från början binder lösningar onödigt hårt utan endast ger operativa riktvärden. Kraven som slutgiltigt kan uppställas måste innebära en kombination av operativa, tekniska och ekonomiska synpunkter.

2 Tidsfaktorer

Från såväl marin som luftoperativ synpunkt är det ett mycket starkt önskemål att yt- respektive låghöjdstäckningen snarast förbättras.

Om fpl 35 och planerade lvr-system skall kunna utnyttjas på låg höjd på ett stridsekonomiskt godtagbart sätt, måste moderniseringen anpassas i tiden till dessa vapensystem. Det är likaledes angeläget att moderniseringen är helt genomförd, när nästa fpltyp (fpl 37) kommer i tjänst.

Det är från operativ synpunkt synnerligen angeläget att första delen av moderniseringen praktiskt kan komma till stånd under 1963. Moderniseringen skall vara genomförd under 1960-talet och icke sträcka sig längre än till max 1970. Den därefter fortsatta moderniseringen bör utgöra en separat fas, med eventuellt andra typer av radarstationer eller mot svarande och bör falla utanför ramen för LYS-gruppens primära arbetsuppgift. Tidsfaktorn bör till mätas stor betydelse. "Vänta och se -taktik bör användas med största försiktighet.

Mot ovanstående bakgrund behandlas i fortsättningen de data som påverkar utformningen av PS 15.

6.5.3 Luftoperativa krav för PS-66¹⁶

Den nya radarstationen skulle vara avsedd för spaning och stridsledning mot mål på i första hand hög höjd. Stationen skulle komplettera den radarkedja av typerna PS-08 och PS-65 som var under utbyggnad, genom att tillföra radarsystemen ökad motståndskraft och uthållighet mot vapenbekämpning. PS-08 och PS-65 kunde visserligen ge god förvarning och täckning i ostört fall, men framför allt PS-08 var känslig för störningar eftersom den var "enlobsradar". Den nya stationen skulle benämnas PS-66 och skulle medge "insats av jaktflyg och luftvärnsrobotar mot aktuella måltypen i förväntad miljö". Önskemålet var i första hand en station av "3-D-typ" med lång räckvidd och som både kunde mäta avstånd och höjd. Den skulle vara okänslig för störningar och radarn skulle kunna omgrupperas, för att ge kompletterande täckning och för att kunna utgöra förstärkningar. Vid en föredragning för ÖB i april

¹⁵ FS/Plan skr H405 1960

¹⁶ Utdrag ur *PS-66T Historik* K-G Andersson FHT-dokumentet F06/07 Avsnitt 2 Önskade funktioner

1964 redovisades följande önskade egenskaper för en ny radarstation:

- Möjlighet till frekvensvariation
- Hög sändareffekt
- Multilobantenn
- Smala antennlober
- Låga sidolober
- Kvalificerat störskydd
- Remsdiskriminering avseende störrensor.
- Låg sårbarhet.

Oberoende om PS-66 skulle bli fast eller rörlig var det nödvändigt att planerade sex stationer kontinuerligt kunde sända under beredskapstjänst i fred samt i krig för tillräcklig täckning med önskade förvarningstider under störda förhållanden. Hotet från bakgrundstörning ökade och ansågs farlig eftersom våra jakt- och robotsystem inte kunde angripa källan. Därför var det av största vikt att PS-66 skulle tillföra erforderlig förvarning även mot denna störtyp så att beslutsavståndet kunde hållas.

Under utredningsarbetet hade KFF inhämtat uppgifter från myndigheter och firmor i USA, England och Frankrike. Någon möjlighet att kombinera önskade prestanda med uthållighet med en enda station var inte möjligt. Ett antal fasta stationer med goda prestanda skulle bl.a. möta kravet på motståndskraft mot störningar. Flera stationer med utspridning på olika frekvensband var även önskvärt. För att ge motståndskraft mot bekämpning var ett stort antal rörliga radarstationer viktigt. Till PS-66 planerades därför en mobil radar som komplement, den betecknades PJ-60 under planeringsarbetet. Således skulle PS-66 i första hand medge förbättrade möjligheter under störning och PJ-60 ge uthållighet mot fysisk bekämpning genom sin rörlighet.

Största möjliga transportabilitet önskades för PS-66. KFF angav som vägledning att om inte 30 minuters (eventuellt en timme) upprättandetid kunde erhållas så kunde en tid av flera dagar accepteras. Detta blev anledningen till att stationen betecknades PS-66/T, där T står för transportabel.

PS-66 var från början avsedd som en något moderniserad fortsättning på PS-08-serien. Dock kunde de flesta egenskaper som 1960 tillskrevs PS-70 redan finnas i PS-66 och till en betydligt lägre kostnad. De egenskaper som i detta fall ansågs billigast var:

- Stationer av 3-D-typ vilket medgav samtidig höjdmätning, antingen av multilob eller av frekvensskannande typ
- Frekvensväxling från puls till puls (hoppfrekvensradar) som tvingar till bredbandsstörning
- Kvalificerad signalbehandling, som medgav att man vid störning i möjligaste mån kunde extrahera den nyttiga informationen ur de mottagna signalerna.
- Hög effekt, upp till sex gånger så hög pulseffekt som för PS-08 (2,5 MW)

6.5.4 Luftoperativa krav för PS-L

Sannolikt en station vars krav i stort överensstämde med kraven för PS-15 men med signalbehandling anpassad för gruppering i inlandet. Stationen anskaffades inte.

6.5.5 Luftoperativa krav för PS-70

En station avsedd för upptäckt och följning av ballistiska missiler.

6.5.6 Luftoperativa krav för PS-R

Kraven för PS-R specificerades i ”Operativ ramspecification för PS-R”¹⁷. I det inledande avsnittet anges:

Sammanfattning

Användning: Rörlig radarstation för spaning och stridsledning på såväl hög som låg höjd som kom

¹⁷ oregistrerad handling sep 1961, mj Olson

plement och reserv till fasta radarsystemet. Uppställning på såväl förberedda platser (t.ex. utslagna storstationer) som helt självständigt efter vad den taktiska situationen kräver.

Omfattning i stort: Spaningsradar, höjdmätare, operationsrum, kraftaggregat.

Antenn: För vissa stationer (50 %) upphöjd mast 10 – 15 m för att undvika markskuggning. Antennen bör vara lätt utbyttbar. Om möjligt med automatik eller lämpliga hjälpmedel för avvägning och referensinställning.

Transportibilitet: Samtliga enheter hjulmonterade med egen motor eller snabbt kopplingsbara till dragfordon. Viss terrängframkomlighet. På god väg bör 50 km/tim kunna hållas.

Beredskapstider

Uppsättningstider: Sändningsberedskap = stationen skall från tyst läge på beredskapsplats omedelbart kunna påbörja sin operativa uppgift.

Operationsrum: Rummet skall rymma minst två rjälplatser, höjdmätningstrustning samt radio och erforderlig telefonutrustning för anslutning till lfc (motsv.).

Prioritet 1: Muntlig stridsledning för jakt och lvr

Prioritet 2: Manuell styrdatautrustning, digitaldata till LCP via rullboll

Prioritet 3: Målföljning och interceptkalkyl för ca 4 – 6 intercept. Digitaldata till LCP via rullboll.

Anslutning till Stril:

Prioritet 1:

- a) helt självständigt uppträdande
- b) telefonförbindelse med lämpligt lfc och/eller rgc samt lvr-förband
- c) som reservstation till rgc databehandlingsutrustning
- d) som ersättning för utslagen storradarstation på samma plats till lfc eller rgc via eventuell befintlig länk samt till kvarvarande oprum (t.ex. m/59)

Prioritet 2:

- a) om digital databehandlingsutrustning, anslutning till lfc II för datapresentation
- b) om rullboll, digital anslutning till lvr LCP

Leveranstid: Serieleverans påbörjas 1.a halvåret 1964.

Antal stationer: Totalt min 19 stationer.

6.6 Operativa krav för (Stril)samband

Sektorplanerna var de dokument som formulerade de operativa kraven på samband för respektive sektor under uppbyggnadsskedet och en bra bit in på 70-talet. Målsättningsdokument av typen TOEM, TTEM för samband kom först i slutet på 70-talet som ett resultat av CFV sambandsstudier.

Sektorplanen redovisade sektorns samlade sambandsbehov i form av:

- Förbindelseplaner för samtliga centraler, radarstationer, baser, mm
- Antal talradiostationer och deras placering
- Antal styrdatasändare
- Antal P2-sändare

Kraven på sambandssäkerhet uppfylldes med följande arrangemang:

- Ordinarie förbindelseväg utgjordes av trådförbindelse i FTN eller Televerkets nät. För alla viktiga förbindelser fanns en reservväg i radiolänknätet, FFRL. Vissa förbindelser var dessutom dubblade och gick skilda kablar/stråk

- Antalet talradiostationer med tillhörande effektförstärkare bestämdes med hänsyn till hur många ledningsuppdrag som skulle kunna pågå samtidigt och vilka räckvidder som var nödvändiga i störda situationer. Talradiostationerna skulle genom omkopplingar i förbindelsenätet kunna fördelas till valfri central
- Antalet styrdatasändare bestämdes med hänsyn till önskad räckvidd i störda situationer. En central var ansluten till flera styrdatasändare och varje styrdatasändare förmedlade styrdata till flygplanen från en central eller flera centraler samtidigt (sammanlagring)

Huvuddelen av ”strilförbindelserna” mellan de aktiva centralerna och radar- respektive radiostationerna användes i den dagliga driften vid t ex incidentberedskap och förbandsutbildning. Detta ställde krav på drifts- och underhållsorganisationen i form av ”nätstyrning” (omkopplingar) och reparationsberedskap.

7 Styrande förutsättningar för Stril m/60

7.1 Inledning

Vilka var då förutsättningarna för att kunna genomföra denna stora anskaffnings och uppbyggnadsverksamhet? Fanns det resurser på stabs- och förvaltningsnivå och vilka leverantörer fanns att tillgå? Inför starten av anskaffning och uppbyggnad behövde man ta ställning till om de egna personella resurserna inom FS och KFF var tillräckliga. Det pågick ju samtidigt en stor uppbyggnad av hela flygvapnet med anskaffning av flygplan (inklusive vapen), baser, sambands- och ledningssystem. I nedanstående punkter redovisas några av de viktigaste förutsättningarna.

7.2 Riktlinjer för uppbyggnad av Strilsystemet

I mars 1960 redovisade Inspektören för luftbevakningen (Stig Norén) i skrivelse *Angående FS och KFF utbyggnadsplaner för m/60*¹⁸ till KFF sin syn på föreslagna utbyggnadsplaner för Stril m/60. Skr utgör underlag till möte i LOS-kommittén (Saltsjöbadskonferensen) för bl. a uppdatering av *Utbyggnadsplan Stril m/60* (PU Stril).

FS sammanfattade riktlinjer för den fortsatta utbyggnaden på följande sätt:

- I första hand utbygges en första linje radarstationer med goda prestanda
- ”Parallellt med utbyggnaden enligt p 1 införes flyttbara reservstationer
- Sedan balans erhållits i det stationära systemet kan på längre sikt övervägas en inriktning mot en mera allmän utbyggnad grundad på flyttbarhet
- En balanserad avvägning såväl tids- som uthållighetsmässigt skall eftersträvas mellan centraler och op-rum å ena sidan och radarstationer å andra sidan
- Allt större betydelse skall tillmätas störproblemen. En balanserad avvägning mellan uthålligheten mot elektronisk störning och vapenverkan skall eftersträvas
- Spelteoretiska studier bör, sedan pågående uppdrag vid Marconi och Decca slutförts, utföras för att närmare studera effektivitet och uthållighet för att sedan ligga till grund för justeringar i redovisad plan

Specifikt för rgc fastslogs följande överordnade krav:

- Höjdmätningsskapaciteten ska förbättras med volumetriska höjdmätare, en vid varje rgc, och med en speciell operatörsposition i OP-rummet
- En position för sammanställning av ytläget för insats mot ytmål och för samverkan med marina förband
- Två Rbled positioner för ledning av Rb-67 och Rb-68
- Följande radarstationer skulle kunna anslutas PS-08, PS-65, PS-15, PS-66, PS-70, PS-Y, Ugg-lan (”flygande radar”) och ”ballongradar”. Dessutom höjdmätarna PH-12, PH-13, PH-39 och PH-40. Tidplan och fördelning per sektor redovisas i bild i pkt 8.4.

7.3 Underlag för projektering av LAFC

CFV gav FortF information angående tider och underlag för projektering av berganläggningar och utpunktsbyggnader för rgc-anläggningarna i skrivelsen *LAFC. Underlag för projektering*¹⁹.

Av skrivelsen framgå bl. a:

Under våren har en bearbetning av de preliminära planerna för utformning av stril m/60 slutförts inom flygledningen varvid bl. a de olika komponenternas funktion närmare granskats. Denna bearbetning har resulterat i att utrustning för reservstridsledning skall tillkomma i LAFC. Detta krav har medfört att det visat sig nödvändigt att utarbeta en ny specifikation och infordra nya offerter för databehandlingssystemet till LAFC. Tidigare skisserat tidsprogram kan av denna anledning icke följas. CFV kan därför icke nu lämna ytterligare underlag för FortF projektering av LAFC men bedömer att detta bör kunna ske

¹⁸ FS/Plan skr H95 1960

¹⁹ CFV skr H 372, 1/7 1960

under oktober - november 1960. Leveransen av teleutrustning för LAFC kommer att senareläggas, vilket även förutsattes vid FortF och flygvapnets konferenser i Saltsjöbaden 1960. Lokaler för påbörjandet av installationen av utrustningar bedöms erforderliga, först under 1:a kvartalet 1963.

Enligt CFV uppfattning är dock LAFC och till denna knutna objekt nu så väl definierade att rekognosering kan påbörjas utan ytterligare dröjsmål, så att den exakta placeringen möjligt kan fastställas i samband med att projekteringsunderlag tillställs FortF. CFV återkommer till rekognosering.

Betr. LAFC har fortsatta undersökningar givit vid handen att länktornet icke bör placeras på LAFC. LAFC placeras 0,5 – 1 km från länktornet medan PH-39 (VPA) placeras 0,5 -2 km från LAFC och icke närmare länktornet än 500 m. De högre värdena bör eftersträvas.

LAFC funktion inom strilsystemet motiverar att dess skyddsnivå bör vara högre än för de objekt som anknys till LAFC. Enligt CFV uppfattning bör LAFC därför åtminstone ges full träffsäkert skydd mot konventionella bomber medan skyddet mot a-vapen i samband därmed bör tillgodoses i den utsträckning det vore möjligt utan särskilda väsentligt kostnadskrävande åtgärder.

7.4 Resurser vid FS

Luftförsvarsinspektionen, LI, som varit KFF Elektroavdelnings kontakt och samtalspartner i flygledningen, lades ner 1957. Det totala ansvaret för Flygvapnets del av luftförsvaret samlades då i Flygstaben och de flesta ärenden som berörde centraler (lfc, rgc) kom att handläggas av FS/Plan och avsåg ärenden som tidsmässig samordning, övergripande inriktning i uppbyggnaden, specificering av funktionella krav, personal och utbildning. G Rapp hade en betydande roll när LOS-gruppen bildades 1956 och senare tillkommer O Carlsson och R Pettersson i gruppen. S-O Olson kommer till FS/plan 1958 och hans roll är betydande när det gällde att formulera de operativa kraven, strukturera systemet (antal sektorer, centraler, radarstationer mm) samt ta fram en personalorganisation för systemet.

7.5 Resurser vid KFF

1950 inrättades en luftbevakningssektion. 1954 bildas Elektroavdelningen med radio-, tele-, radar- och luftbevakningsbyråer. CEL konstaterade att Luftbevakningsbyråns resurser inte skulle räcka till för den kommande utbyggnaden. KFF verkade då för bildandet av fristående konsultbolag som KFF skulle kunna utnyttja som resurs- och kompetensförstärkning. 1959 bildades Teleutredningar AB, TUAB, som ett av teleindustrin samägt konsultbolag. Några år senare bildades TALAB, Teleindustrins anläggningsplanering AB. Dessa två bolag gick 1971 samman och bildade AB Teleplan. När konsultbolagen bildades blev det en ganska kraftig åderlåtning av Elektronikavdelningen och Underhållsavdelningen eftersom flera handläggare slutade och blev konsulter istället. Många tog mer eller mindre med sig arbetet till sin nya arbetsplats.

En sektion med ansvar för funktionell och tidsmässig systemsamordning, organiserades 1958 och 1964 tillkom en sektion med ansvar för systemutprovning.

Med uppbyggnaden av lfc och rgc blev det stor belastning på elektronikavdelningen. 1961 redovisades en brist på 20, 7 och 30 personer för system- anläggnings- respektive dataområdet. Elektronikavdelningen utnyttjade konsultföretagen i stor utsträckning och beroendet och utnyttjandegraden av konsultföretagen växte under hela 70-talet. Även för underhållsavdelningen växte arbetsbelastningen med uppgifter som dimensionering och uppbyggnad av drift- underhållsresurser, personal- och utbildning, reservmaterielanskaffning. För dessa uppgifter anlätades i stor utsträckning resurser vid huvudverkstäderna.

7.6 FOA

FOA hade tidigt byggt upp stor kunskap inom radarområdet och samarbetade med både KFF och MF i utredningar, prov och försök, upphandlingar mm. FOA bidrog aktivt i utvecklingen av IK-systemet.

FOA hade också byggt en transistoriserad dator (Putte) 1959 med anslutning till PPI för försöksverksamhet. För rgc del bidrog FOA med kompetens och stöttade KFF i det tidiga skedet med utredningar och försöksverksamhet främst inom områdena dator, videoextrahering, målföljning och smalbandsöverföring samt med framtagning av simuleringsmodeller. Därefter minskade FOA insatser i rgc-projektet.

FOA genomförde omfattande analys- och simuleringsverksamhet. I tidningen Elektronik beskrevs verksamheten på följande sätt:

Stril 60-systemet provas i datamaskiner

För att kunna utforma Stril 60-systemet optimalt krävs en noga planlagd teknisk integrering av alla delfunktioner i hela kedjan: målet – markorganisationen – försvarsvapnet – målet. Genom att exempelvis undersöka hur en variation av de tekniska parametrarna i systemet påverkar totalresultatet kan man få fram en med tiden allt bättre systemprestation. Av praktiska skäl är detta emellertid inte möjligt annat än i en mycket sen fas av utbyggnaden. Därför har systemanalytiska metoder tillgripits genom att man gjort upp en matematisk modell, som bildar en motsvarighet till funktionsparametrarna i Stril 60. Genom att variera parametrarna i denna modell kan man komma fram till ett optimalt system = största nedskjutningssannolikhet vid bibehållen systemkostnad.

Stril 60-systemet har systemprovats på nyss antytt sätt sedan 1958 och analyser har fortgått alltsedan dess. Mycket lovande resultat har erhållits. F.n. studeras en förbättrad markmodell med ca 240 parametrar. Dessa körs på FOA:s datamaskin IBM 7090, varvid f.n. större delen av denna maskins behandlingskapacitet utnyttjas. Vissa funktioner i Stril 60 specialstuderas i modell i en särskilt för ändamålet anskaffad försöksanläggning bestående av två identiska datamaskiner, Facit DS9000. Den ena maskinen kan därvid t.ex. specialbehandla en funktionsdel i kedjan, medan den andra beskriver miljön omkring den del som studeras. Samma anläggning används även för att i Stril 60-systemet studera anpassningsproblem mellan människa och maskin. Maskinens blockschema visas i punkt 10.2.3.

7.7 FortF

Förutsättningarna för byggandet av anläggningarna (bergrummen) var något begränsade beroende dels på den stora byggverksamheten inom det civila samhället och dels på annan byggverksamhet inom andra delar av försvaret. Det var också stor konkurrens om den tillgängliga arbetskraften. Andra begränsande skäl var de omständliga och tröga administrativa rutinerna mellan FS – KFF – FortF. O Hörberg beklagade detta starkt i ett personligt brev till ÖB.

8 Uppbyggnadsplaner (1956 – 1965)

8.1 Styrande dokument

De första planerna för ett nytt strilsystem kom med CFV underlag till ÖB 54, *Utredning angående luftbevaknings organisationens omfattning i krig samt uppsättnings- och moderniseringstakt för tioårsperioden 1956 till 1965*.

I dokumentet *Operativa synpunkter och krav angående utformning och krav i stort av strilsystem m/60, Bedömning av personalbehovet* redovisade FS sin grundläggande syn på hur strilsystemet ska utformas, vilka krav som bör ställas och hur uppbyggnaden ska ske i landet med hänsyn till ansatt hotbild. Bedömning av personal- och utbildningsbehov redovisas. Här finns också budgeterade kostnader för mtrl för tiden 1958 - 1966.

I skrivelsen (specifikationen) *Operativa krav för strilsystem m/60* redovisar FS kraven på databehandlingssystemet som också utgör grunden för upphandlingen av databehandlingsutrustningen för första lfc.

I dokumentet *Operativ specifikation för radargruppcentral, rgc (tidigare LAFC)* redovisar FS kraven för rgc som grund för projektering och upphandling av materiel.

8.2 Ledning av uppbyggnadsarbetet

LOS-kommittén, som bildades 1956 med intressenter från flygstab, flygförvaltning, FOA, televerket, civilförsvaret och teleindustrin, svarade för den övergripande samordningen och planeringen. Inom kommittén bildades olika projektgrupper och deras uppgifter, ansvar, medlemmar mm stadfästes i tjänsteföreskrifter. Projektledning Stril m/60, ledd av O Hörberg, svarade för den övergripande ledningen av uppbyggnaden av Strilsystemet.

För rgc bildades projektgrupp rgc, PgRgc, med uppgift att samordna och följa upp uppbyggnadsverksamheten av rgc. Gruppen leddes av C ELB3 (B Sundell) och i gruppen ingick personal enligt kopia av beslutsprotokoll. Projektgrupp utprovning, PgU, Strilgrupp TTU samordnade den utprovningens verksamhet som berörde rgc.

1. Allmän översikt

1.1 Sammanträdet
Bland avhållna sammanträden nämndes progressmöte nr 18 den 7.6.1967, genomgång av operativa funktioner 26-28.6.1967, tidplanemöte den 29.3; 26.4; 30.5; 21.6 och 30.8.1967 samt LKS-granskning 21.4; 26.5 och 5.9.1967.

1.2 Ekonomi
Ingen förbättring från föregående möte.

1.3 Beslut
Pg rgc inrättad.

Medlemmar:

Civing	Sundell	ordf	CELB3	
Ing	Nordgren	sekr	TALAB	
Lt	Lindgren		FS/Plan	(ers Kn Pettersson)
Ka	Edin		FS/C	(ers Kn Wahlbeck)
Bdir	Sorelius		ELT	
Civing	Larsson, B		ELB 1	(ers Bdir Myrberg)
Bdir	Brand		ELB 2	(ers Bdir Lindblom)
l. bing	Rundqvist	atf ordf	ELB 3	(ers Fing Lindström)
Civing	Berg		ELB 5	(ers l. bing Brodén)
l. bing	Hjärter		UHD	

Kontaktmän

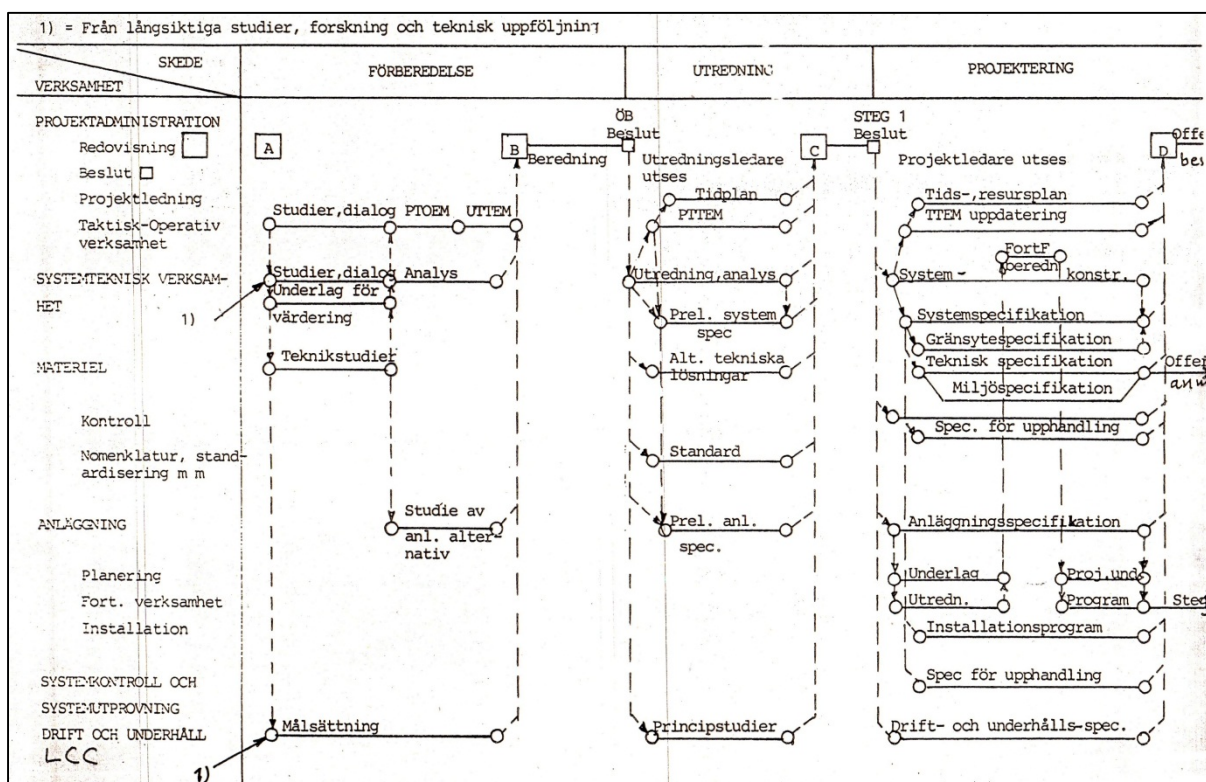
Ka	Danielsson		FS/Sign	
Mj	Holm		FS/O	
Fing	Myrberger		ELP	
l. bing	Steen		PU	
Bdir	Hägglund		TUK	
Lab	Carlstedt		FOA 3	

1.4 Beställningar
Programmering den 30.5.1967 innefattande:

- programmering för omhändertagande av data från DBU266.
- redovisning av målföljningslogik för utvidgad målföljningsmetod som utarbetats för ATC.
- målföljning av smalbandig radarinformation.
- utvidgad målbanesimulering.

Utdrag ur protokoll.

Hörberg införde PERT-tekniken som hjälpmedel för planering och uppföljning. Arbetet med att ”rita” planerna köptes av konsultbolaget Teleplan. Ett exempel på en plan framgår av bilden nedan.



Exempel på PERT-diagram

8.3 PU Stril m/60

Saltsjöbadskonferenserna genomfördes i två etapper under våren 1960 med deltagare från FS, KFF och FOA. Här utarbetades tids- och ekonomiplaner. För planeringen angavs följande riktlinjer:

- Strilsystemets motståndskraft mot såväl fysisk bekämpning som elektronisk störning måste beaktas
- Möjligheterna att utnyttja skenanläggningar skall beaktas
- Av ekonomiska skäl kan systemet inte utbyggas likartat över hela landet, som indelas i två prioriteringsområden. Område I omfattar sektorerna S 1, S 2, O 1, O 2, och O 3 vilka skall erhålla högre kapacitet, automatisering och motståndskraft än övriga områden.
- Av operativa och ekonomiska skäl är det lämpligt att utbyggnaden sker på bred front snarare än sektor för sektor
- Vid uppbyggnaden måste hänsyn tas till beredskapen
- Den optiska luftbevakningen skall bestå

Ett antal alternativ studerades, som resulterade i följande för utbyggnaden:

- 4 lfc m/60 (typ I) i sektor O 5, S 1, O 1 och S 2
- 3 moderniserade lfc m/50 (typ II) i W 2, N 3 och ÖN 3
- Radarstationer och telekommunikationer i balans med lfc-utbyggnaden

I revideringen i PU Stril 60:1 görs följande ändringar:

- Av ekonomiska och fortifikatoriska skäl reduceras antalet lfc typ 1 till två stycken med en anläggning i sektor O 5 och en i sektor S 1 och inom sektorerna O 1 och S 2 ersätts lfc typ I av lfc typ 2²⁰
- I stället för att ge sektorerna ÖN 3, N 3, O 1, S 2 och W 2 mindre kvalificerade lfc (lfc typ II) ges de en lfc typ II-funktion baserad på att bibehålla lfc m/50 i befintligt skick men med en moderniserad utrustning för presentation av luftlägesdata, mm kombinerat med ett utnyttjande av planerat rgc-system för målföljning och jakt- och robotstridsledningsfunktion. Härigenom

²⁰ CFV beslut 18/10 1960

har antalet rgc totalt ökat från 8 till 11 men lfc typ II avsevärt förenklats. Lfc typ II avses som "insatscentral" och i rgc verkställs från lfc beordrad stridsledningsverksamhet.

8.4 Utbyggnadsplan för Rgc-anläggningarna

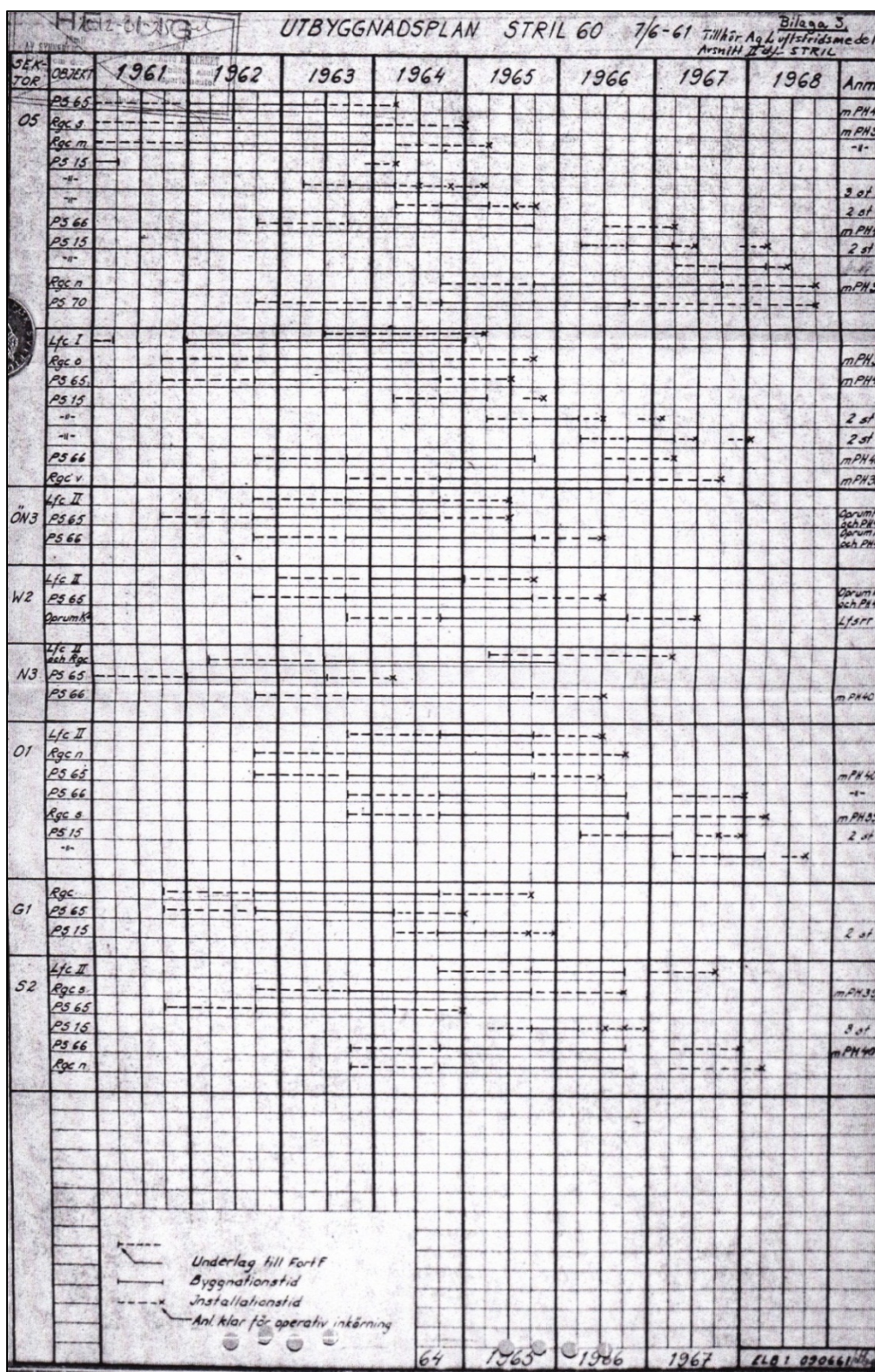
Inledningsvis gällde den aktuella sektorindelningen med 11 sektorer. Antalet LAFC (rgc) diskuterades med koppling till antalet sektorer, antalet lfc och antalet radarstationer. Även marinstaben var med i diskussionerna för eventuell samlokalisering av "centraler".

Senare ändrade FS antalet rgc från 11 till 13 rgc med placeringen: 1 i O 1, 2 i O 3, 2 i O 2, 1 i G 1, 2 i S 2, 2 i S 1, 1 i W 2, 1 i N 3 och 1 i ÖN 3. Tidsplaneringen enligt framgår av bilden "Utbyggnadsplan 1961" (underlag från KFF 1961).

Under Saltsjöbadskonferensen utarbetades tids- och ekonomiplaner och man budgeterade för 7 rgc Typ 1 (reserv för Lfc) och 7 rgc typ 2. Dessutom planerade man för 13 "utrustningar vid VPA" d.v.s. datautrustning för höjdmätning i anslutning till radarstationen PH-39 som skulle samgrupperas med rgc.

Under 1961 fastställde KFF den reviderade utbyggnadsplanen (PU Stril m/60:1) I planen ingår

- Anskaffning av storränta radarstationer, PS-60 (samma som PJ-60?) och PS-70
- Anskaffning av speciell störskyddsutrustning
- Anskaffning av störpejlutrustning
- Anskaffning av 7 höjdmätsystem
- Anskaffning av 5 lfc typ 2
- Anskaffning av 11 radargruppcentraler med av typ 1- och typ 2-centraler
- Definition av PS-R med 18 rörliga indikatorvagnar
- Anskaffning av telekomutrustning för data och tal
- Anskaffning av 8 PS-65
- Anskaffning av 18 PS-15
- Anskaffning av 6 PS-66



Utbyggnadsplan 1961

8.5 Rekognoseringar för rgc

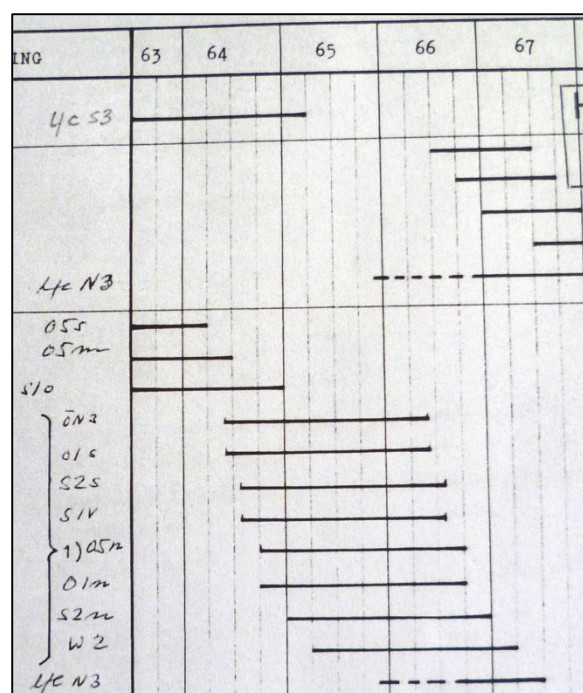
Under 1961 och 1962 bestämdes platserna för rgc enligt följande:

- O 5S, O 5N och O 5M till Uringe (Grödinge), Tierp respektive Riala
- G 1 till Heinum
- S 10 och S 1V till Degeberga respektive Veberöd
- S 2S och S 2N till Rödeby respektive Nybro

- O 1S och O 1N till Hannäs respektive Kolmården
- ÖN 3 till Älvsbyn
- W 2 till Alingsåstrakten
- N3 till NNV Sundsvall

FS utarbetade förslag till placering av tornradar och LAFC i sektor O 5 som underlag till KFF för bedömning ur teknisk och ekonomisk synvinkel. Vid sammanträde 20 maj 1959 med representanter för MS, MF, FS, KFF utvaldes preliminärt Huvudskär inom Stockholms Kustartilleriförsvar, SK, som uppställningsplats för en 100 m hög provmast för lågspaningsradar. Vid gemensam rekognosering enades man om att Huvudskär var lämplig uppställningsplats främst från teknisk synpunkt.

I de ursprungliga direktiven till KFF om anskaffning av databehandlingsutrustning anges att 11 utrustningar ska anskaffas. Under januari 1963 beställs ytterligare två utrustningar utöver de 11 som beställts i dec 1961. Planerna var då (1963) att anläggningarna skulle byggas och vara klara för installation av teleutrustningar enligt följande plan. Byggtiden var ca två år.



Tidplan för anläggningsutbyggnad

8.6 Strilsamband

För att tillgodose de utökade önskemålen och kraven på samband för Strilsystem m/60 krävdes väsentliga nyanläggningar och förstärkningar. Uppbyggnaden av sambandsresurserna planerades tidsmässigt utifrån när centraler, radarstationer och andra anläggningar skulle tas i operativ drift. Planerna för rgc ingick som del i Stril m/60-planerna.

För rgc inplanerades utbyggnad av förbindelser för:

- Talsamband till befattningshavare i andra anläggningar och för vidare förmedling av samtal
- Datameddelanden med hastigheter upp till 1500 bit/sek
- Bredbandig överföring av radarinformation

För rgc inplanerades även anskaffning och installation av radiostationer för kommunikation med flygplan.

Vid planläggningen gällde bl. a. följande:

- Förbindelserna skulle i största möjliga utsträckning utföras som fysikaliska förbindelser

- Trådförbindelserna skulle transmissionsmässigt ges sådan kvalitet att krav på förmedling och samtrafik med radiolänk kunde tillfredsställas
- Anslutning till flera kabelstråk och radiolänkstråk

8.7 Personal och utbildningsplaner

FS sammanställde personal- och utbildningsbehovet för strilpersonal²¹. För rgc anges behovet av chefsradarjaktledare till 48 och radarjaktledare till 200. Det årliga utbildningsbehovet bedöms vara 8/år och 16/år för grundutbildning respektive repetitionsutbildning för chefsradarjaktledare. För rrjal är motsvarande siffror 60/år och 100/år.

KFF Underhållsavdelning utarbetade preliminära personal- och utbildningsplaner för drift och underhållspersonal och påbörjar uppbyggnaden av utbildningsresurser vid Flygvapnets Radarskola vid F2. Se vidare kapitel 20, Uppbyggnad av drift och underhållsresurser.

²¹ FS/C skr H 493 9/12 1958.

9 Prov och Försök

9.1 Inledning

Redan 1955 stod det klart att det fordrades ingående tekniska, taktiska och organisatoriska prov och försök för att rätt kunna utforma kraven på det nya strilssystemet. Provverksamheten skulle vara ett komplement till de planerade utredningarna om det kommande luftbevaknings- och stridsledningssystemet. Prov och försöksverksamhet behövdes även för val av olika tekniska lösningar. CFV beslutade därför att inrätta en försöksanläggning vid F2 som fick namnet TVL, Televerkstad Luftbevakning. Namnet TVL förde inga tankar till provverksamhet med nya hemliga system och det är inte så många som har hört talas om ”verkstaden”.

Utöver personal från FV och KFF deltog även personal från industrin främst SRT och Decca. Båda dessa företag levererade provutrustningar till TVL. Det var LOS-gruppen som utarbetade inriktning, planer, provningsprogram mm för TVL. Verksamheten startade 1958. TVL's förste chef var kapten J Persson som senare blev chef för TU Stril.

Verksamheten vid TVL var inriktad på flera delar av Stril m/60 men här redovisas främst de delar som hade direkt koppling till rgc.

FOA medverkade i verksamheten främst inom områdena signalbehandling, datorteknik, målföljning och stridsledning och genomförde omfattande datorsimuleringsverksamhet.

9.2 Verksamhetsområden

Prov och försöksverksamhet bedrevs vid TVL och vid SRT inom följande områden:

- Datastridsledning och styrradio
- Videoextrahering och smalbandig överföring av radarinformation
- Målföljning
- Samverkan med robotsystem

9.3 Stridsledning och styrdatakommunikation

KFF hade köpt en mötespunktsberäknare från Decca att användas vid utveckling av datastridsledning. Mötespunktsberäknaren var en analog kalkylator och den kom aldrig till användning i Strilssystemet.

SRT utvecklade teknik för överföring av styrdata via talkanaler till styrdatasändare och sedan vidare via radio till flygplanet. Beskrivning av allt från de första tankarna till en färdig funktion via prov och försök, tillverkning, utprovning och installation i centraler, radioutpunkter, flygplan finns dokumenterat i FHT-dokumentet ”Svenska Flygvapnets Styrdatasystem²²”. Information finns också på Veteranklubben Alfas hemsida.

9.4 Smalbandsöverföring²³

9.4.1 Korrelering/extrahering av radarinformation

1961 hade SRT (Standard Radio & Telefon)/SEL fått vittring på en stororder till försvaret, RGC skulle beställas i ett antal och SRT visste att de låg bra till men att konkurrenterna hade en bättre idé om hur flygplanseko i radarsignalen skulle plockas fram för att matas till datorn utan att den blev överbelastad.

Ett koncept var att låta målets träffpulser integreras i kondensatorer och när laddningen översteg ett valt värde så avlästes avstånd och bäring till målet. Det andra utvecklingsalternativet var att digitalisera signalen och sedan lagra den i ett minne för vidare databehandling.

²² Arne Larsson Svenska Flygvapnets Styrdatasystem FHT F22/04

²³ Text från Veteranklubben Alfa hemsida

Den första principen hade en stor nackdel nämligen den att eftersom bäringsavläsningen blev realtidsstyrd så kom det avlästa värdet att styras av målets utbredning och ett stort mål kom att få ett alltför högt bäringsvärde.

I den digitala lösningen kunde bäringsvärdet avläsas efter det att hela träffbilden analyserats och centrum av träffbilden kunde bestämmas.

Under 1961 startade Kjell Mellberg två parallella projekt på SRT. Ett som baserades på den analoga principen (kondensatorlösningen) utfördes av Östen Frånberg och ett annat (digitallösningen) utfördes av Anders Lindholm. Skälet till att starta två projekt (trots att man redan då visste att analoglösningen hade den stora nackdelen med bäringsfelet) var troligen det att vi vid den tidpunkten inte kunde vara säkra på att kunna skaffa tillräckligt snabba och stora minnesenheter som krävdes till digitallösningen. För en radiell upplösning av 500 m medför en cykeltid av 3,3 μ s, inga då tillgängliga kärnminnen kunde komma upp till sådana tider så vi löste det problemet genom att bearbeta två radialelement parallellt. På så sätt fick vi 6,6 μ s till förfogande och det var tillräckligt, de tillgängliga kärnminnena hade en min. cykeltid på 6 μ s. Det är skillnad jämfört med dagens hastigheter.

Under det närmaste året pågick utveckling och tester av de båda metoderna och när det senare visade sig att digitallösningen fungerade rent tekniskt (det gällde ju också att konstruera tillräckligt snabba vippor mm). Kiseltransistorerna hade precis introducerats vilket höjde hastighetsgränserna till det vi behövde så det analoga projektet avslutades.

För att utvärdera korrelatorns kapacitet behövdes tillgång till en radarsignal. De första testerna utfördes på olika militära anläggningar men efter något år kunde vi "låna" en radar (PH-39) av flygvapnet så att vi kunde genomföra utprovningar på vårt eget labb i Bällstahuset.

9.4.2 Prov med Smalbandsöverföring

Bakgrund

Smalbandsverksamheten var egentligen en spin-off av att vi hade utvecklat videokorrelator, digitala svepgeneratorer och datalänkar. Vid sidan av denna mera spektakulära verksamhet kom i alla fall smalbandet att sysselsätta några av oss en hel del. Så här gick det till.

Radarbilder presenteras normalt på en radarindikator på ungefär samma sätt som en TV-bild. En elektronstråle bringas att svepa över indikatorskärmen, och en videosignal lyser upp bilden på lämpliga punkter. Denna videosignal kräver beroende på radartyp någon eller några MHz bandbredd. Informationsinnehållet i bilden är emellertid inte så stort, det är i typfallet bara läget på ett relativt litet antal mål i form av t ex flygplan. Genom att ur radarsignalen extrahera målen och deras lägen kan dessa istället överföras smalbandigt via digital datalänk. Det är därför som denna "extraktor" är nyckelkomponenten, och SRT utvecklade i början av 60-talet en kraftfull sådan på Kjell Mellbergs sektion. Lägeskoordinaterna levereras av en digital svepgenerator som utvecklats för SRT:s likaledes revolutionerande digitala radarindikatorer.

Första försöken. F 2 – Bällsta 1963

På F 2 i Hägernäs fanns utrustning som kunde lånas för experimenten. Det är symptomatiskt att allt som behövdes egentligen redan fanns, vi gjorde enbart lite ändringar och tillägg i befintlig utrustning. En radarsignal från en av flygvapnets radarstationer fanns bredbandigt inlänkad till F 2, och smalbandsexperimentet bestod i att överföra denna bild till Bällstahuset via telefonlinje.

På SRT fanns också, lägligt nog, utveckling av modem. Vi fick låna vad jag vill minnas kallades T1F2, som kunde överföra 2400 bit/s om ledningen var bra. Detta räckte för vår tillämpning. T1F2 arbetade med s.k. frekvensskift, ett överfördes med en frekvens och nollor med en annan. Ett slitstarkt koncept som används bl. a av GSM-systemet för radioöverföringen mellan basstationen och mobilen. Med denna ihoplånade och tillfixade utrustning gjordes alltså de första smalbandsexperimenten. Det var ganska många som var inblandade till att börja med. Bo Hallqvist och Anders Lindholm på extraktorsidan (vi

kallade den korrelator), Hans Thulinsson och Bo Alleryd rotation och svep. Carl-Erik Ohlsson och Roger Gustafsson skötte om indikatorerna, och Erik Åhman datalänken.

En extra bonus med den smalbandiga kanalen var att vi enkelt kunde "spela in" radarbilden på en vanlig bandspelare. När våra experiment var klara hade vi alltså ett antal bandinspelningar med radarbilder. Det var mycket lätt att visa dessa bilder, samtidigt som det var unikt att kunna visa levande radarbilder med så enkel utrustning. Det som behövdes var bara en bandspelare, modemmet och datamottagaren och bilderna kunde visas på en radarindikator. Detta utnyttjades flitigt under hösten 1963.

Demonstration av smalbandig överföring av radarbilder

SRT bjöd in FS och KFF till en demonstration av smalbandig överföring. Så här såg inbjudan ut.

Inbjudan till demonstration av smalbandig överföring av radarbilder

En smalbandig distribution av informationer från en radarstation via telefonlinjer, enkla radiokanaler etc. erbjuder ju som bekant stora fördelar framförallt ur militär synpunkt.

Olika lösningar på det tekniska problemet har provats och prövas i laboratorier världen över. Många sådana lösningar har emellertid medfört en samtidig försämring av noggrannheten i den överförda informationen, vilket inte gärna låter sig förena med de allt mera ökade krav på precision som den moderna databehandlingen kräver.

Bolagets avdelning Elektroniksystem har under flera år studerat dessa problem inspirerade därtill av det stora engagemang i Stril 60 som avdelningen har. En konsekvent fortsättning av vissa utvecklingsarbeten, som gjorts inom ramen för bl.a. PH-39, styrradiosystemet, och RGC, leder fram till ett smalbandsöverföringssystem som tillåter överföring av radarbilden utan försämring av dess nyttiga informationsinnehåll.

För att bereda Kungl. Flygvapnets och Kungl. Flygförvaltningens representanter tillfälle att studera dessa principer praktiskt realiserade har vi arrangerat en överföring av radarbild från F 2 till vår fabrik i Bällsta via det normala telefonnätet. En första demonstration av överföringen har planerats till måndagen den 23 september kl. 15.00 till kl. 17.00, och vi har härmed äran inbjuda Eder till denna genomgång. Demonstrationen äger rum vid vår fabrik i Bällsta.

En preliminär agenda för demonstrationen bifogas.

Högaktningsfullt
Standard radio och Telefon AB
Verkställande direktören
F Hammar

9.5 Samverkan med robotsystem

FV planerade att anskaffa ett lvr-b-system för luftförsvaret och hade köpt in ett provsystem inför en större anskaffning. Decca hade fått en beställning på ett styrsystem (kalkylator) till TVL och SRT utvecklade en transmissionslänk mellan Deccas system och robot-systemet (projekt Bisto). Länken var av samma typ som tidigare levererats till KATF. Samverkan och informationsutbytet mellan ledningscentral och robot-förband utprovades vid TVL. Erfarenheterna användes vid framtagning av specifikationstext för robotstridsledningsfunktion i lfc och rgc.

10 Förutsättningar för materielanskaffning

10.1 Inledning

Inför upphandling av utrustningar gällde det för KFF att kunna bedöma vad det fanns för tänkbara leverantörer och vad som var möjligt att få vad gäller ny teknik, utveckling mm och säkra leveranstider. Osäkerheten gällde främst inom databehandlingsområdet. Inom radar och sambandsområdet hade man en något säkrare grund att stå på.

Som tidigare nämnts i kap 7 behövde man inför start av anskaffning och utbyggnad även ta ställning till om de egna personella resurserna inom FS och KFF var tillräckliga. Det pågick ju en stor uppbyggnad av hela flygvapnet med anskaffning av såväl flygplan (inklusive vapen) och baser, som sambands- och ledningssystem.

10.2 Dator- och ledningssystem

10.2.1 Inledning

För att få bakgrund till och förståelse för de beslut om anskaffning som togs bl. a om val av teknik, möjliga leverantörer och deras kompetens och förmåga att leverera i tid är det viktigt att känna till det industriella läget i början på 60-talet (avseende ”ny teknik”, kompetens, kapacitet mm) i landet och vad som fanns att tillgå utomlands. Det övergripande målet vid anskaffning av försvarssystem var enligt den svenska modellen d.v.s. att i första hand välja inhemska leverantörer för att vara självförsörjande och oberoende och att välja lösningar anpassade till svenska förhållanden. Detta har naturligtvis påverkat och begränsat valet av leverantörer.

Hur utvecklingsläget och forskningen inom datorområdet inom Sverige såg ut i början på 60-talet finns utförligt redovisat av Tord Jörgen Hallberg i boken *”IT - Gryning Svensk datahistoria från 1840 till 1960-talet”*. Boken ger en beskrivning av datorutvecklingen från 50-talet med BARK, BESK, Facit EDB och den framväxande dataindustrin. Här finns också en tidslinjal med de viktigaste händelserna inlagda och ger en bra bakgrund för inplacering av datorutvecklingen för rgc. Saab var först med att ta fram en transistoriserad dator, D2 1960, Senare kom FOA 1961, Facit med DS 9000 1962, och SRT 1963. 1963 fanns det 170 datorer i landet, 1964 240, 1968 540. IBM var marknadsledande.

10.2.2 Matematikmaskinnämnden

År 1948 bildades ett statligt organ med uppgiften att utveckla datamaskiner i Sverige. Det nya organet fick namnet Matematikmaskinnämnden (MMN). Den första datamaskin som togs fram av MMN var relämaskinen BARK (Binär Aritmetisk Relä-Kalkylator), som invigdes den 28 april 1950. År 1951 påbörjade MMN arbetet med en ny, helt elektronisk datamaskin (elektronik baserad på radiorör). Denna datamaskin, som fick namnet BESK (Binär Elektronisk Sekvens-Kalkylator), togs i bruk i november 1953 (och användes fram till år 1966). Erik Stemme, sedermera professor på Chalmers, tillhörde den arbetsgrupp som tog fram datamaskinen BESK.

Datamaskinen BESK kan karakteriseras på följande sätt:

- Ordlängd: 40 bitar
- Primärminne: kärnminne om 2048 ord
- Yttre minne: magnetiskt trumminne

Datamaskinen BESK kom att bli stilbildande för ett ”stort” antal andra datamaskiner i både Sverige och Danmark. Exempel: SMIL (Siffermaskinen i Lund), SARA (Svenska Aeroplanaktiebolagets Räkne-Automat) och DASK (Dansk Automatisk Sekvens-Kalkylator). En kommersiell transistoriserad variant av datamaskinen BESK utvecklades något senare av Facit Elektronikindustrier i Åtvidaberg (sedermera Facit Electronics). Denna datamaskin, som fick namnet Facit EDB, är programvarukompatibel med BESK. Facit Elektronikindustrier etablerade datacentraler i många svenska städer och tog också fram en ny upgraderad version av sin datamaskin under namnet Facit EDB-3.

10.2.3 Datorer för realtidsapplikationer

Inför uppbyggnaden av Stril 60 undersökte KFF vad som fanns att tillgå av datorer på marknaden. KFF anlätade i det inledande utredningsskedet FOA för att få underlag för val av datorer mm. Gunnar Wedell som då arbetade på FOA har beskrivet skeendet i *"Dataminnen utdrag ur Från matematikmaskin till IT"*.

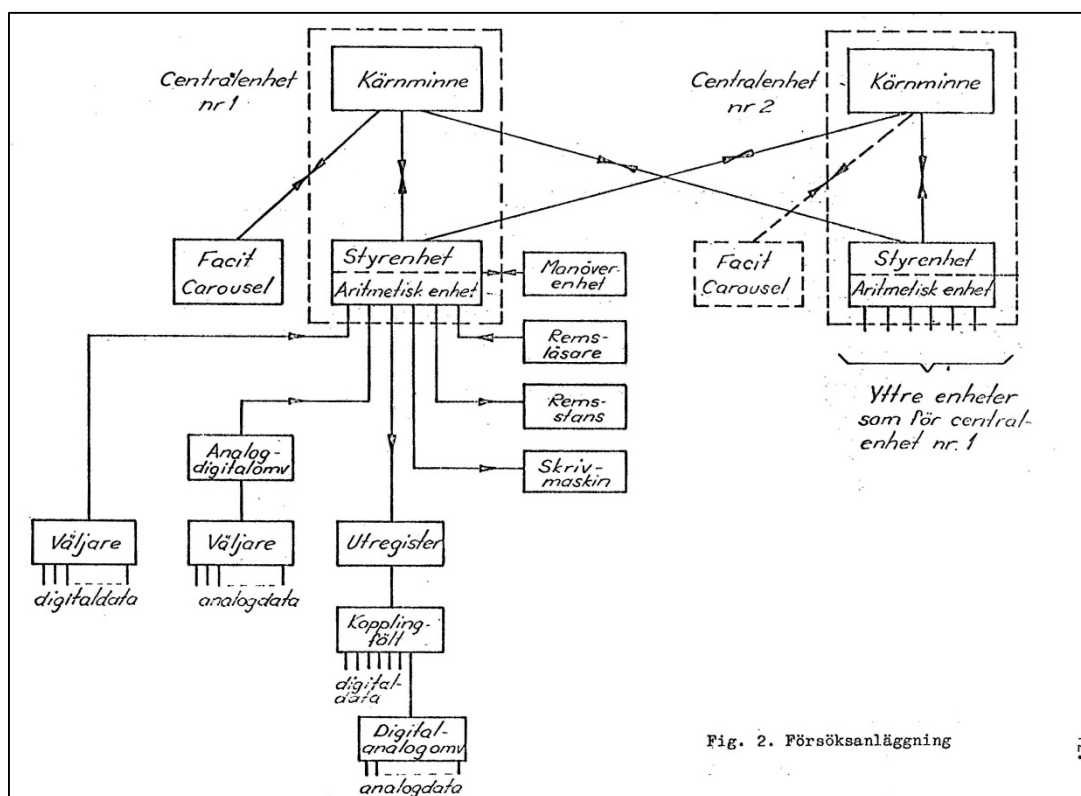
FOA fick tidigt KFF uppdrag att specificera prestanda för de datorer som skulle ingå i Stril 60. Det var oklart om det fanns någon dator som uppfyllde realtidskraven. Rätt mycket beräkningar skulle göras för varje radarvarv.

Flygförvaltningen gick ut med en förfrågan baserad på våra specifikationer till alla kända datortillverkare i hela världen. Ingen kunde erbjuda något färdigt, som motsvarade kraven. Det negativa resultatet ledde till beslutet att göra en mer detaljerad specifikation samt att gå ut och fråga om någon ville åta sig att konstruera en dator baserad på den specifikationen. Det blev en dator uppbyggd med två centralenheter med vidhängande minnen samt ett gemensamt Facit karusellminne mellan dem.

Många kom för att visa vad de kunde erbjuda och vi på FOA deltog i utvärderingen. Jag skissade på en datorarkitektur med två samarbetande centralenheter med det karusellminne, som Erik Stemme utvecklat på Facit. Ingen av datortillverkarna kunde erbjuda något som motsvarade våra krav och därför utvecklades upphandlingen till en fight mellan Facit och Saab om att bygga en ny dator efter våra specifikationer, vilka baserades på den skiss jag gjort. Vi var på Saab, som då inte börjat med sin Datasaab-verksamhet. De kunde visa Beskkopian Sara och en prototyp till en flygburen dator. För konstruktionen av den senare stod Bengt Jiwertz. Chef var en man vid namn Perers (?), Viggo Wentzel fanns också med i bilden.

Inom Facit förhandlade vi med Erik Stemme och Karl-Ivar Bergman samt den som blivit chef för Facits EDB-verksamhet, Nyström (?) (en man med gröna mockaskor). Stemme och Bergman hade Facit lockat över från Matematikmaskinnämnden för att ta fram deras kopia av Besk. Bergman kände jag sedan tidigare, han hade varit på FOA (tror jag) innan han kom till Matematikmaskinnämnden. Facit vann upphandlingen och utvecklade en ny maskin, DS 9000, som såldes i ett antal exemplar, vilka integrerades i STRIL 60.

KFF köpte först ett dubbelsystem bestående av två maskiner och ett gemensamt karusellminne som användes av FOA för simulering och analys av olika systemlösningar.



Blockschema för dubbelsystemet

Senare köpte SRT ytterligare maskiner (oklart hur många men minst 10) när SRT utsetts till leverantör.

10.2.4 Ledningssystemtillverkare

Ledningssystemtillverkarna av stora system som fanns att tillgå i Europa var i första hand Marconi och Decca. Båda var intresserade av att leverera till svenska försvaret men frågan var om de hade systemlösningar med ny teknik (digitalteknik) som svarade mot kraven på framtida flexibilitet. Marconi hade levererat utrustningar med en blandning av analog och digitalteknik till lfc typ 1. Decca hade ett färdigt analogt system att leverera. Även SNERI och Philips var tänkbare leverantörer.

I Sverige fanns Standard Radio och Telefon AB (SRT), LM Ericsson (LME) och Svenska Radio AB (SRA), som var representant för Marconi Wireless Telegraf Company (MWT) samt Decca Radar Ltd (DRL) och Navigator AB som var representant för Decca. SRT, som tidigare tillverkat ett digitaliserat indikatorsystem för PS-08 och datalänkar till luftvärnets PS-04, var en tänkbar leverantör. LME som ledningssystemleverantör var man mer tveksam till. Man ville dock gärna ha en svensk leverantör, om inte annat för att bygga upp en inhemsk industri för att inte bli helt beroende av utländska leverantörer vid de framtida upphandlingarna.

10.3 Telefon- och transmission

10.3.1 Inledning

Under 40- och 50-talen hade sambandsresurserna för flygvapnet ledningsverksamhet byggts upp i nära samverkan med telegrafverket. Grundtankarna i de nya ledningskoncepten för Stril m/60 – och därmed också för rgc – förutsatte att information kunde överföras från censorer till centraler, mellan centraler och från centraler till mottagare snabbt och säkert. Modern utrustning för såväl intern som extern kommunikation behövdes.

För rgc behövdes teknik och utrustning för:

- Bredbandig (några MHz) videoöverföring av information från fjärrgrupperade radarstationer

- Överföring av datameddelanden mellan centraler och externa förband, t ex robotförband
- Sändning av data via fjärrgrupperad radiostation till flygplan (styrdatasändning)
- Direktuppkoppling (telefoninsatser i operatörsborden) av fasta förbindelser till vissa externa befattningshavare
- Förmedlingsväxel för änd- och transitförmedling som del i ett flexibelt förmedlat nät (alternativa vägar för operativ och taktisk trafik)
- Kopplingsfält för manuella ”tekniska omkopplingar”

10.3.2 Telefoni och transmissionsteknik

I början på 60-talet fanns multiplexsystem av FDM-typ med stor kapacitet tillgängliga och inom modemtekniken pågick utveckling av utrustningar med allt högre datahastigheter.

De lösningar som man förutsåg var bl. a:

- Fortsatt utnyttjande av televerkets nät såväl via ATN som förberedda direktförbindelser
- Stark utbyggnad av egna transmissionsresurser på såväl tråd som radiolänk
- Ökad samverkan mellan FFRL och trådnät
- Förmedlingsväxlar av fyrtrådstyp
- Utnyttjande av telefonkanaler för datatrafik via modem

10.3.3 Tillverkare av telefon och transmissionsutrustning

LM Ericsson var den självklara leverantören av telefonsystem (växlar, ledningstagarsystem mm). I början på 60-talet fanns multiplexsystem av FDM-typ med stor kapacitet tillgängliga. LM Ericsson var en av tillverkarna.

Inom modemtekniken pågick utveckling av utrustningar med allt högre datahastigheter. SRT hade utvecklat och tillverkade datatransmissionsutrustningar för hastigheter mellan 50 – 2400 b/s för överföring på telefonkanaler.

Radiolänkutrustningar tillverkades av Raytheon och Selenia och dessa kunde användas i FFRL huvudstråk och för överföring av radarbilder. Videomultiplexutrustningar tillverkades av Raytheon och LM Ericsson.

10.4 Radar

Inom Europa fanns ett antal radarleverantörer av stora spaningsstationer att välja mellan: Marconi och Decca i England, SENIRI i Frankrike, Selenia i Italien. LM Ericssons fabrik i Mölndal utvecklade och tillverkades flygburna radarstationer och siktesradar för luftvärnets luftvärnskanoner.

Den radarstation som skulle ingå i höjdmättningsfunktionen skulle vara av typen ”roterande och samtidigt nickande” och ha en uteffekt som gav en täckning på 40 mil i avstånd och upp till 40 000 m i höjd. Planradarstationer (sändare/mottagare) med räckvidd på 40 mil fanns att tillgå medan antenner av önskad typ inte fanns som färdig produkt. SNERI var sannolikt den enda radarleverantören som hade erfarenhet av den önskade antenntypen.

10.5 Radio

Radioutrustning skulle anskaffas gemensamt för Stril och med hänsyn till arvet.

Markradio för stridsledning i Stril-50 bestod av lokalt installerade radiostationer huvudsakligast utgörande av radiostationerna Fmr-5, RK-01 och Fmr-7. Radiostationerna var lokalt manövrerade där manövreringen skedde med likströmssignaler som överlagrades på LF-förbindelserna. Övergången till Stril-60 innebar en stor förändring i radiosystemet för stridsledning och begreppet *Stri-radio* infördes. Möjlighet till fjärrmanövrering infördes vilket gav stor flexibilitet i utnyttjandet av radiostationerna. Utöver krav på talkommunikation tillkom krav på styrdatasändning till flygplan.

Avsiktlig störning var det stora hotet mot tal- som datasambandet med radio mellan mark och flygplan. I en rapport från Fs/Tele 1960 noterades att "Sambandet mellan mark och flygplan är för närvarande den från störningssynpunkt svagaste länken i stridsledningskedjan". Det var därför nödvändigt att bygga ut med ett stort antal nya stridsledningsradiostationer med hög effekt för att reducera verkan av fientlig störsändning. De nya stationerna var även nödvändiga för att tillgodose luftförsvarets ökade krav på räckvidd. Ett radiosamband på förbindelseavstånd mellan 50-100 km eftersträvades.

Radioinstallationen vid rgc skulle inledningsvis utgöras av fyra:

- 4 radiostation Fmr-7
- 6 RK-01
- 6 effektsteg 201
- 1 radiostation Fmr-13 (avsedd för SVENORDA-funktionen)

Radiostationerna inom Stril skulle kunna användas (nycklas) från valfri central. Förutsättningen för detta var tillgång till fritt förmedlingsbara förbindelser och förstärkare och manöversignalomformare (MSO) för manövrering. SATT var tillverkare av denna typ av utrustningar

Nya radiostationer med tillhörande effektsteg behövdes liksom utrustning för fjärrmanövrering. De företag som tillverkade VHF-radio för stridsledning och flygtrafikledning var främst Standard Radio, Philips och AGA. Av utländska företagen som tillverkade UHF-radio kan nämnas Rohde & Schwartz och Motorola.

11 Upphandling av materiel

11.1 Inledning

11.1.1 Anskaffningsmetoder, inhemska eller utländska leverantörer

Fram till 70-talet var det vanligt att svensk industri i stor utsträckning försåg försvaret med materiel. De radar- och ledningssystem som flygvapnet under 50- och 60-talen anskaffat var dock utländska (från England, Frankrike). Inför anskaffningen av rgc hade KFF att klarlägga för och nackdelar med anskaffning utifrån. Förra chefen för Huvudavdelningen för Flygmateriel vid FMV Gunnar Lindqvist behandlar dessa frågeställningar i sin bok om JAS 39 och han anger följande:

Med svensk utveckling menar jag då att de flesta delsystem av ett komplext krigsmaterielsystem har sitt ursprung i svensk industri. Fördelarna med inhemskt alternativ brukar sammanfattas enligt nedan:

- Vapensystemen blir anpassade till våra specifika krav
- Större säkerhet för leverans i kritiska lägen
- Klar markering av vår alliansfrihet och neutralitetspolitik
- Säkrare och billigare drift och underhåll
- Sysselsättningseffekter (eget behov och exportmöjligheter)
- Spinn-off effekter

Innan inhemsk utveckling och produktion övervägs måste man göra klart för sig att det tar lång tid att bygga upp erforderliga resurser. Det lönar sig inte att fundera på egen industri om man inte ser ett behov av flera generationer materiel av aktuellt slag framför sig.

Nackdelarna med inhemska projekt är i stort följande:

- Utvecklingskostnader
- Risker för kostnadsöverskridande
- Tidigt utfall av kostnader före den tid då effekt uppnås
- Monopolindustrier

Gunnar Lindqvist skriver vidare bl. a att

- Spinn-off-effekter från en tekniskt avancerad industri till andra industrigrenar existerar och är av stor betydelse.
- Egen utveckling innebär tekniskt/ekonomiskt risktagande. Utveckling är enligt definitionen ett steg in i det okända. Satsar man för djärvt riskeras stora kostnadsöverskridanden och leveransförseningar. Är man alltför försiktig riskerar man att få omodern materiel med låg effekt

11.1.2 Policy för anskaffning²⁴

Utvecklingen under 50-talet visade på nödvändigheten av att byta synsätt avseende anskaffning av tekniska system. Kraven på prestanda och utökade antal funktioner i varje system drev utvecklingen mot möjligheternas gräns. Tillgängligheten blev lidande på bekostnad av dessa krav. Flera materielsystem blev mer eller mindre misslyckade därför att de sällan fungerade och underhållskostnaderna drevs i höjden.

I slutet på 50-talet hade Flygvapnet börjat anskaffningen av den första generationens systemflygplan genom vidareutvecklingen av jaktflygplan 35 med ett nytt beväpningssystem bestående av radar- och IR-jaktrobotar som huvudbeväpning. Systemet skulle från mitten av 60-talet bli den primära länken i en kedja för interceptuppgifter tillsammans med stridsledningssystem 60.

Redan från utvecklingens början krävde KFF att skärpta krav på tillgänglighet och servicebarhet skulle tillämpas. Speciella simuleringsprogram togs fram för att optimera underhållet under freds- och krigsförhållanden. Dessa simuleringar ledde fram till krav på tillförlitlighet, reparationstider etc. men även

²⁴ Text i denna punkt är tagen ur boken *Det bevingade verket*.

dimensionering av utbytesenheter och reservdelar liksom krav på underhållsutrustningar. En optimal fördelning av underhållet på olika nivåer kunde även bedömas.

Det nya synsättet och underhållskraven på materielen var en följd av att komplexiteten ökade snabbare än kvaliteten. Under 1959/60 kulminerade diskussionerna om hur KFF skulle möta de problem som var förknippade med anskaffningsunderhåll och det ökande driftsäkerhetsunderskottet för komplexa system. Lösningen kom dels genom att byråchefen vid FUH Stig Ögren utarbetade och startade genomförandet av ett driftsäkerhetsprogram som han mera detaljerat redogjorde för i sin bok *Driftsäkerhet för militära vapensystem*, som utkom 1963. Dels genom att Erik Vintheden vid underhållsavdelningen (FUH) utarbetade och startade ett program för anskaffningsunderhåll som innehöll tidigarelagd integrerad livslängdsplanering och kostnadsoptimering.

Det har visat sig att 1960 års driftsäkerhets- och underhållsprogram i allt väsentligt har hållit måttet genom åren och att man i dag har accepterat dessa metoder. Förändringarna innebar emellertid ett ganska djupgående ingrepp, såväl inom förvaltning som inom industri och har inte kunnat genomföras utan ett givande och tagande från alla inblandade.

En annan väsentlig del av programmet var att utbytesenheterna skulle upphandlas samplanerat med serietillverkningen för att täcka livstidsbehovet. Kontraktsutformningen kom också gradvis att kompletteras med garantier för lägsta totala livslängdskostnad (LCC) och man började acceptera synsättet att vid upphandlingen initialpriset - inköpspriset - blev avvägt till LCC-garantierna. Ett högre inköpspris kunde accepteras om detta totalt medförde lägre kostnader.

11.2 Översikt

När uppbyggnadsplanerna och de operativa kraven för Stril m/60 lagts fast i PU Stril startade upphandlingsverksamhet i KFF med anskaffning av radarstationer enligt radarplanen och databehandlingsutrustning för lfc typ 1 och all annan utrustning som skulle installeras i lfc-anläggningarna. Erfarenheterna från upphandling av databehandlingsutrustningen, insynen i konstruktionsarbetet, uppföljning av installations- och driftsättningsarbetet och leveranskontroll togs tillvara i det kommande arbetet med rgc.

För rgc startade upphandling av den rgc-specifika materielen i huvudsak under början på 60-talet. Senare under 60-talet gjordes dock ett antal tilläggsbeställningar för att kompensera för de ”ofullkomligheter” som man inte direkt kunnat förutse vid kontraktsskrivningen.

De stora enskilda upphandlingarna (bortsett från själva berganläggningen) omfattade:

- Volymetrisk radarhöjdmätare (PH-39)
- Databehandlingsutrustning för höjdmätning med volymetrisk höjdmätare
- Databehandlingsutrustning för rgc
- Telefonutrustning för rgc

FS beslutade att den volymetriska höjdmätaren skulle samgrupperas med rgc från att i de ursprungliga tankarna varit helt fristående. Upphandlingen av databehandlingsutrustningarna skedde först i två separata beställningar men kom senare (p.g.a. av att samma leverantör valdes) att i praktiken behandlas som en beställning.

11.3 Upphandling av VPA, volymetrisk radarhöjdmätare (VHM)

11.3.1 Bakgrund

I dokumentet ”Operativa krav strilsystem m/60” anges att sektorns höjdmätningsskapacitet avses ökas med två volymetriska höjdmätare av typen ”roterande – nickande” där den ena ska täcka mål på långa avstånd och den andra mål på korta avstånd.

KFF hade initierat utredningsuppdrag hos FOA och hos SRT för framtagning av försöksutrustning för

videoextrahering och korrelering för automatisk målföljning och höjdmätning. KFF genomförde även internt ett antal tekniska utredningar i syfte att få underlag för val av teknisk systemlösning för en automatisk höjdmätning. Det var främst frågor om kapacitet och noggrannhet som utreddes.

KFF köpte från SNERI en volymetrisk radarstation med tillhörande extraktor med beteckning VPA. Denna radar, som senare fick benämningen PH-39, lånades ut till SRT. Stationen monterades först i Bromma och flyttades senare till taket på SRT:s byggnad i Barkarby. Försöksverksamheten gav underlag för beslut om upphandling av databehandlingsutrustning för automatisk höjdmätning med radar PH-39.

I de ursprungliga utbyggnadsplanerna anges att 13 VPA ska anskaffas. I planerna ingick även att en IK-station skulle finnas i anslutning till VPA men i den slutliga lösningen var denna station borttagen.

11.3.2 Upphandling

Under 1959 utarbetar KFF underlag för anbudsinfordran för databehandlingsutrustning till volymetrisk höjdmätare (VPA), den som senare kom att kallas höjddatamaskinen. Utrustningen skulle kunna beräkna höjd för mål som följs i lfc och rgc. Höjdmätningen skulle ske automatiskt och skulle som mest kunna mäta höjd för 150 + 40 mål inom en radie på 40 mil och från 200 m upp till 39800 m.

1959-12-14 skickade KFF ut anbudsinfordran med den tekniska specifikationen ELB CH 110/59 som grund och begär in offert på två alternativt fyra system. SRT blev uppmuntrade att komma in med offert mot bakgrund av bl. a arbetet med experimentmålföljaren i Stril m/59.

Företagen Decca Navigator och Radar (DNR), Societe Nouvelle D'Electronique et de la Radio-Industrie (SNERI), L-M Ericsson (LME) och Standard Radio och Telefon (SRT) lämnade offert på databehandlingsutrustningen. SNERI lämnade offert på komplett system med både radar och databehandlingssystem. I slutomgången av förhandlingarna begärde KFF in pris för 13 system. SRT kompletterade då den ursprungliga offerten med ett alternativ med vidareutvecklad digital korrelator. KFF begärde hjälp av FOA med utvärderingsarbetet bla med hänsyn till den nya tekniken.

SRT vinner upphandlingen på databehandlingsutrustningen bla beroende på den digitala lösningen och på den prototyputrustning som man kunde visa upp och på de goda erfarenheter FS och KFF fått av SRT som leverantör av indikatorutrustning till PS-08 (Stril m/59).

1961-06-15 beställde²⁵ KFF 7 databehandlingsutrustningar av SRT och sju radarstationer av SNERI med antenner från SNERI och elektronik från Decca (underleverantör). Kontrakten omfattade installation och driftsättning av sex anläggningar. Beställningen av databehandlingsutrustningen samordnas senare med upphandlingen av databehandlingsutrustningen för rgc. Decca Navigator och Radar AB fick beställningen på installationsarbetet.

11.4 Upphandling av databehandlingsutrustning för rgc

11.4.1 Underlag till offertförfrågan

1961-04-28 sände ELB3 över underlag²⁶ och teknisk specifikation²⁷ till Inköpsavdelningen som grund för anbudsinfordran.

I offertdirektivet²⁸ anges inledningsvis att: ”Enligt gällande planer skulle under 1960-talet ett relativt stort antal radargruppcentraler anskaffas. Av dessa avses de fem första att utnyttjas som "låg-rgc" medan de övriga i viss omfattning ev. skall vara "allmänna rgc”. Den nu aktuella offertförfrågan kom att gälla för **fem** rgc enligt systemspecifikationen”.

Vidare ges direktiv om offertens utformning enligt följande: (ej hela direktivet här)

²⁵ INK H 14482 resp INK 04603

²⁶ Offertspecifikation för rgc, ELB3 PM 1961-04-28 (Arbetspapper R Dahlberg)

²⁷ ELB3:10/61 30/5 1961 och Tillägg nr 1, 6/7 1961

²⁸ ELB 3 61-04-028

- Priser bör anges specificerade för de olika delarna och faciliteter så långt det är möjligt
- FF skall ha rätt att beställa ett icke nu angivet antal rgc-utrustningar. Dessas utformning kan i viss mån avvika från nu specificerad utrustning
- Av resp. offert skall framgå de principiella möjligheterna att tillmötesgå de i systemspecifikationen kap 12 uttalade önskemålen om flexibilitet, liksom de ekonomiska konsekvenserna i stort. Som underlag för ekonomisk jämförelse bör därvid räknas med en dels 50%-ig dels en 100%-ig ökning av för rgc gällande kapacitet (målföljning och stridsledning) och antal indikatorer
- stor vikt bör dock läggas vid att systemet blir så driftsäkert som möjligt samt att informationsbehandlingen blir tillräckligt noggrann och tillförlitlig
- Offert bör vara inkommen till FF inom 2 1/2 månad

11.4.2 Specifikation

Specifikationen (*Specifikation ELB3:10/61 30/5 1961*) är grundad på *Operativa krav för Strilsystem m/60* och *Operativ specifikation för rgc* samt på tekniska förutsättningar från främst databehandlingsutrustningen i lfc och aktuella radarstationer. Nedan redovisas några väsentliga avsnitt i specifikationen. På vissa punkter finns avvikelser från kraven i den operativa specifikationen.

Rgc funktion i stort

Rgc skall ingå som en väsentlig del av Strilsystem m/60 - Stril 60. I varje luftförsvarssektor ingår en eller flera rgc. I sektor typ 1 har rgc huvudsakligen funktion som låghöjdsfiltercentral och är som sådan underställd lfc. I sektor typ 2 arbetar rgc mer självständigt och har såväl låg- som höghöjdsuppgifter. Lfc har i det senare fallet endast samordnande uppgift.

Följande huvudfunktioner skall fullgöras i rgc:

- a) presentation av luft- och ytläget från minst 3 lågspaningsradar stationer (tornradar) med IK, samt målföljning och identifiering av egna och fientliga flygplan (motsv.) och fartyg på denna information. (anm. ursprungligen 4 men ändrades till 3.)
- (b) möjlighet till nyttjande av smalbandsinformation från radarstationer med egen databehandlingsutrustning. (anm. hela punkten utgick.)
- c) förutom den höjdinformation som normalt är tillgänglig från vissa av de inlänkade radarstationerna skall rgc ha möjlighet att nyttja såväl volymetrisk höjdmätare, där sådan finns tillgänglig
- d) i normalfallet vidarebefordran till luftförsvarscentralen (lfc) av insamlad information
- e) stridsledning av begränsat antal jaktenheter
- f) stridsledning av begränsat antal robotenheter
- g) underlag för luftförsvarsorientering (LUFOR)

Målstyrning

Prestanda för jakt och inflygande attack- och bombflygplan förutses vara:

- Lägsta höjd max M 1,2
- H 3000 m max M 1,5
- H 10000 m max M 2,5

Totala målföljningskapaciteten skall vara 80 mål.

Jaktstridsledningskapaciteten, innefattande även ledning av lvr-robotar av fpltyp skall vara 12 samtidiga ledningsuppdrag, vilka skall kunna utökas till 18.

För ledning av övriga typer av rb-förband gäller:

- Utmatning med kategorivalsmöjligheter

- Utmatning av måldata på 16 mål till rb-förbandens op-rum
- Utmatning av måldata på 4 mål till lika många belysningsradarstationer

Operativa delfunktioner

- Målföljning skall ske med hjälp av datamaskin och ska ske automatisk, halvautomatiskt eller manuellt
- Jaktstridsledning, utföres med datamaskinhjälp, skall automatiskt lämna styrorder och information via datalänk till jfpl
- Robotstridsledning, ledning från två platser
- Höjdmätning från 3D-radar (PS-15 och PS-66), volymetrisk höjdmätare (PH-39) och nickande höjdmätare
- Ledning mot ytmål, ledning från en plats, skall kunna sända data till fpl och rbbas
- Luftförsvarsorientering, utmatning till externa abonnenter

Databehandlingsutrustning

- Behandlingen av den av rgc mottagna och i rgc alstrade informationen sker i databehandlingsutrustning, som uppbyggs enligt moderna principer huvudsakligen uppbyggd av halvledarelement och snabbminne, parallellt arbetande i reell tid med prioritetsgraderade brytsignaler och med hög tillförlitlighet
- Datautrustningen skall även utsända och fördela beräkningarna i enligt med kap 3 och 4
- Databehandlingsutrustningen skall byggas upp av två datamaskiner, en för huvudsakligen interceptberäkning och en för övriga beräkningar
- Datamaskinernas räknekapacitet skall dimensioneras så att de även vid toppbelastning utan fördröjning kan fullgöra sina uppgifter. Datamaskinernas minnen ska dimensioneras så att de icke mätas vid toppbelastning. En viss minnesreserv skall således eftersträvas

Spaningsradarstationer

- Data för gränssytor till PS-08 och PS-65 och Lfs rr låglob samt PH-12, PH-13, PH-40 och PH-39 anges
- Inga gränssytedata för PS-66, PS-L (PS-69), PS-R (PJ-60) och Ugglan anges

Datameddelanden

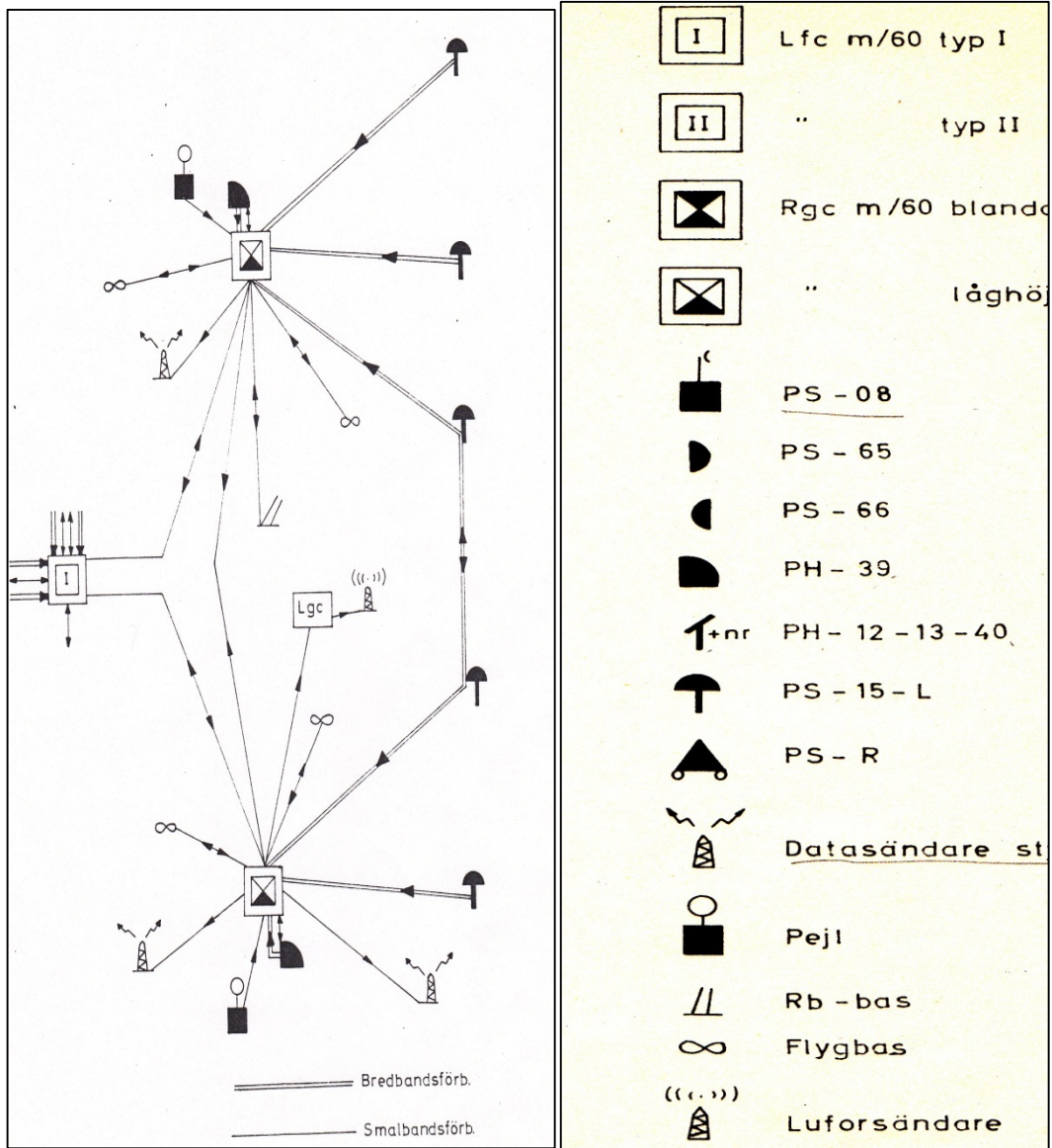
- Datameddelandenas utformning kodning mm definieras för samtliga aktuella meddelanden

Presentation

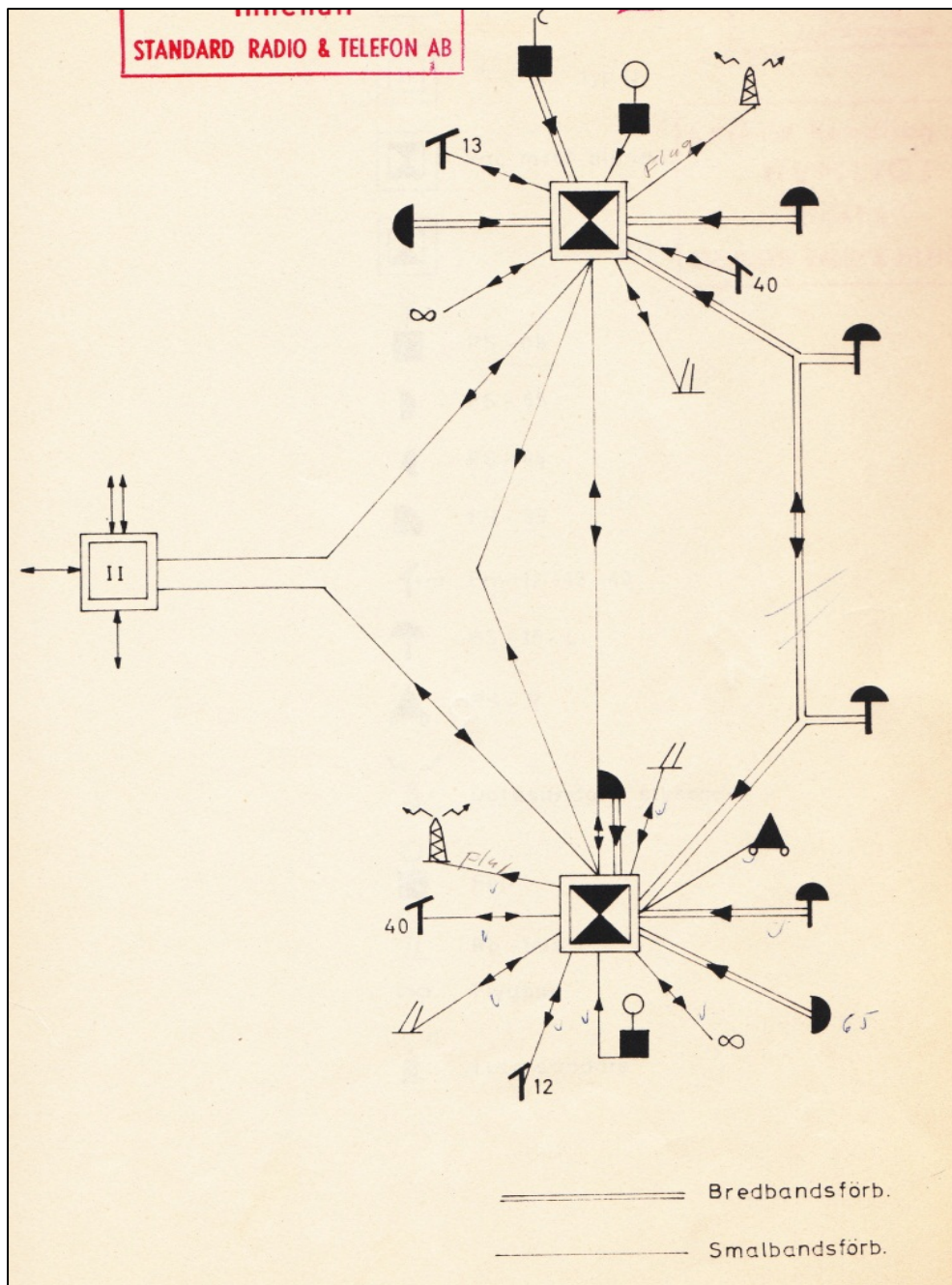
- Symboler deras utseende och kodning, kategorier mm definieras.

Nedanstående bilder²⁹ visar rgc typ 1 och 2 med anslutningar till aktuella strilobjekt, in-och utgångar till databehandlingsutrustningen samt exempel på ett datameddelande.

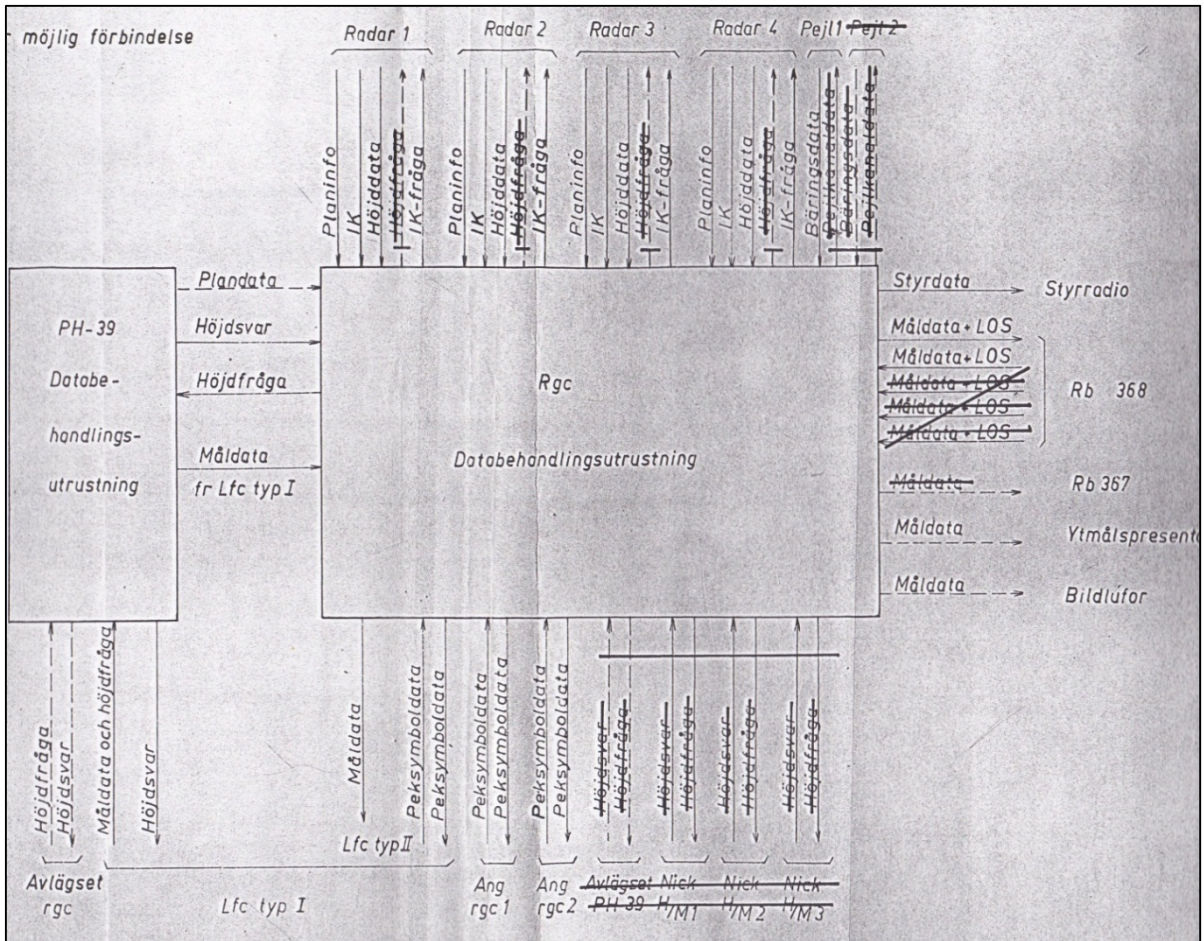
²⁹ Från specifikation "Databehandlingssystem för Radargruppcentral, RGC" ELB3 H10/61



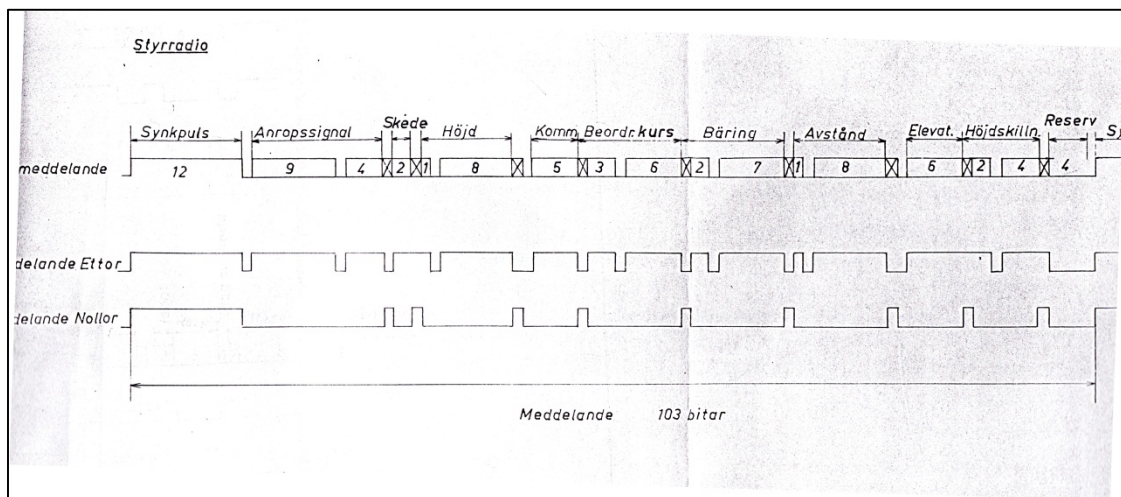
Principskiss för rgc i typ 1 sektor



Principskiss för rgc i typ 2 sektor



In och utgångar för rgc databehandlingsutrustning



Exempel på datameddelande

I slutet på 1965 finns en uppdaterad version av specifikationen ”Databehandlingsystem för Radar-gruppcentral, RGC” daterad 15. 10. 1965, ELB 3 H57/66.

11.4.3 Offertinfordran/Anbudsförfrågan

1961-06-06 sände FF Inköpsavdelning ut anbudsförfrågan³⁰ till:

- Svenska AB Philips som representant för det holländska moderbolaget,

³⁰ skrivelse INK HM 3:21

- Svenska Radiobolaget som representant för Marconi Wireless Telegraf Company Ltd (MWT)
- Decca Navigator och Radar AB som representant för Decca Radar Ltd (DRL)
- Standard Radio & Telefon AB (SRT)
- Telefonaktiebolaget L-M Ericsson (LME)

Som grund till förfrågan fanns den tekniska specifikationen ELB3:10/61 30/5 1961 och Tillägg nr 1, 6/7 1961. Dessa ersattes senare under upphandlingen av ELB 3:10/61, Upplaga. 2, 14/2 1962. KFF begär in svar till 28.08.1961.

SRT blev uppmuntrade av KFF att komma in med offert mot bakgrund av dels resultaten från experimentmålföljaren och dels av erfarenheterna från leveranserna till Stril m/59.

Offertter kommer in från alla fem företagen.

11.4.4 Offertter och Offertutvärdering

Tidigare hade Marconi i konkurrens med Decca vunnit upphandlingen av databehandlingsutrustningen till lfc.

Både Marconi och Decca lämnade in offertter liksom SRT, LME och Philips. Decca förväntades få rgc-beställningen. I offertutvärderingens slutomgång fanns Marconi, Decca och SRT kvar. FS förespråkade Marconi med hänvisning till de goda erfarenheterna från lfc och förutsåg även en mindre belastning på FS med Marconi som leverantör³¹. KFF för förespråkade SRT med hänvisning till den helt digitala lösningen, erfarenheterna från m/59 och utvecklingen av datakommunikationskonceptet. SRT lämnade dessutom det lägsta priset.

FS och KFF hade kommit fram till att PH 39 skulle placeras i anslutning till rgc och att placera databehandlingsutrustningen i telerummet i rgc vilket medförde att de båda beställningarna skulle kunde samordnas.

I slutomgången av förhandlingarna begärde KFF pris på dubbla antalet utrustningar för att se om detta gav förändringar i priserna. FS planer är fortfarande att 13 anläggningar ska byggas. Även här lämnade SRT det lägsta priset.

Inför påskriften av det andra kontraktförslaget yttrar sig CFV³² och påtalar att tidsplanen inte kommer att kunna följas och att kontraktet från början anpassas till en leveranstakt som ansluter sig till nu föreliggande plan för utbyggnad av fortifikatoriska anläggningar. FS anser ”det icke vara möjligt att sluta ett hårt bundet avtal för 11 rgc innebärande långsiktiga garantier att lokaler ställs till SRT förfogande enligt kontraktets paragrafer 2 och 3”. FS vill att kontraktet anpassas till Strilutbyggnadsplanen PU Stril m/60:1.

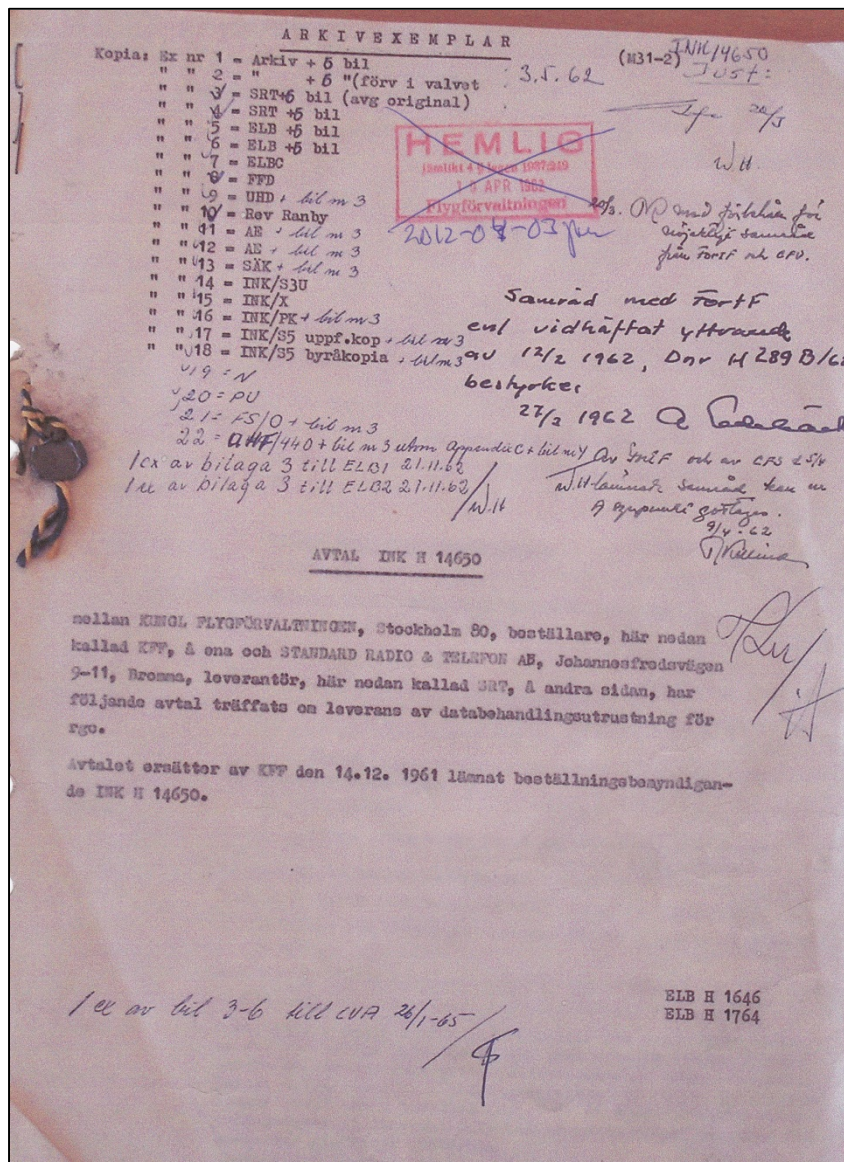
1961-11-15 beslutar CFV, SCFF, CEL, CINK, CA, CPlan, CELB att anta SRT offert enligt *FF protokoll 15/11 1961*.

11.4.5 Beställning – Avtal 14650

1961-11-18 fick SRT besked och 14.12.1961 förelåg beställningsbemyndigande och avtal. Avtalet omfattar då 11 anläggningar utförda enligt angivna specifikationer. KFF har rätt att före 1963-01-15 annullera de 6 sista anläggningarna. Den första utrustningen ska vara överlämnad till KFF för godkännande 1964-12-01, den andra 1965-07-01 och återstående med tre månaders intervall.

³¹ FS/Plan skr H 564 13/1101961, Operativ granskning av rgc-offertter

³² FS/Plan skr 30/3 1962



Avtalets första sida

När det stod klart att SRT fått beställningen blev det stor fest hos SRT. Besvikelsen hos Decca var påtaglig. Så här berättar Jangunnar Rönnlund (SRT):

Det är nu över 50 år sedan det tomma gratulationskortet kom till Ingvar Darbäck från Olle Hörberg med information om att texten skulle komma senare. Vi tänkte att antingen kommer det att stå Tack för nedlagt arbete eller så Grattis till beställningen. Det blev det senare och jag fick uppdraget att gå till Systembolaget i Sumpen och köpa två flaskor Skumpa.



Darbäck (SRT) och Lindgren (KFF)

11.4.6 Avtalet

Avtalet³³ omfattade 26 paragrafer och 12 bilagor där bilaga 1 är Specifikation ELB 3:10/61 utgåva 2 14/2 1962 med vissa överenskomna ändringar (strykningar) införda. Följande visar utdrag ur avtalet:

§1: UTRUSTNINGEN SRT skall leverera ... angivna kompletta databehandlingssystem med där i ingående utrustning avsedd för 11 st. radargruppcentraler (rgc) installerade i lokaler som anvisas av KFF. Den

§5: LEVERANSER Den första utrustningen skall vara överlämnad till KFF för godkännande den 1.2.1964, den andra utrustningen den 1.7.1965 och återstående med 3 månaders intervall

§7: UPPFÖLJNING Mellan KFF och SRT skall var tredje månad hållas protokollförda uppföljningsmöten. Dessutom

§9: SYSTEMANSVAR SRT skall senast den 1.1.1963 ha tagit fram en teknisk systemspecifikation baserad på förhållandena 1.7.1962. Denna

§11: PRISER ... Totalt för 11 anläggningar 50.003.800:-

I den första paragrafen bestäms **vad** och **hur mycket** som ska levereras genom hänvisning till specifikationen och till SRT beskrivning. I övriga paragrafer klargörs leveranstider, betalning, ev. avbeställning, uppföljning, förutsättningar för installation, dokumentation, förslag till reservmateriel, utbildning och allt övrigt som normalt ingår i ett avtal.

Under förhandlingarna har man kommit överens om detaljer som inte finns med i specifikationen eller som ska ändras/omformuleras. I avtalets bilaga 4 anges när dessa "oklarheter" skall vara klarlagda.

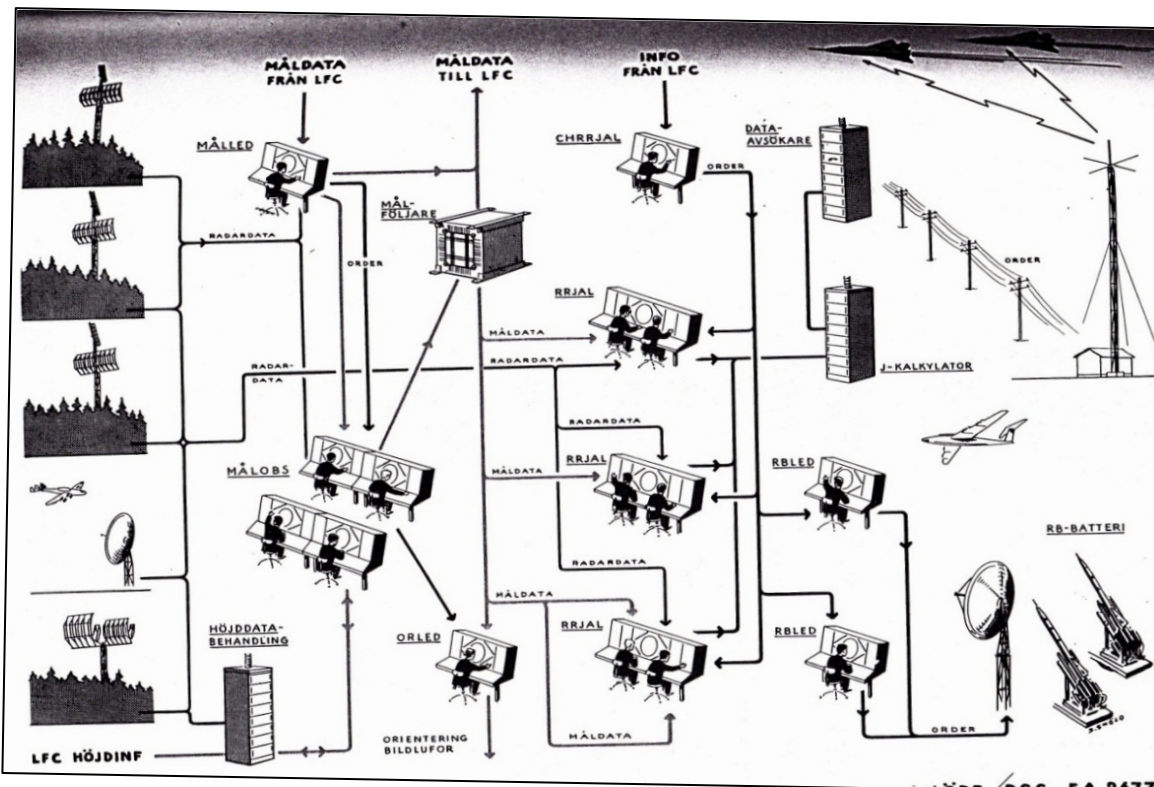
I avtalet anges att stridsledningsfunktionen skall utformas funktionellt på samma sätt i lfc och rgc och att programmeringsarbetet skall beställas av firman Autocode. I KFF beställning³⁴ för lfc anges: *Framtagning av ett till svenska förhållanden anpassat operativt program för interceptkalkylatorn T.A.C enligt*

³³ Kontrakt 149 INK H 14650

³⁴ INK H 13310

direktiv som lämnats av flygförvaltningens luftbevakningsbyrå. (KFF/ELB). Beställningen har ett tak på 50.000 :- och timpriset för matematikertid är 40 :- och för remsarbeten, utskrifter 15 :-.

Vissa förutsättningar var givna som till exempel J35 taktiska uppträdande och styrdatameddelandets utformning (från Stril m/59). Informationsflödet från radarstation till flygplan enligt SRT förslag framgår av bilden nedan.



Informationsflöde

11.4.7 Tilläggsbeställningar

Under 1962 till 1964 kom ett antal tilläggsbeställningar där KFF bl. a beställde utrustningar till ytterligare två rgc-anläggningar samt elektronisk karta, anslutning av höjddatamaskinen och Tvak-utrustning.

11.5 Upphandling av radioutrustningar

11.5.1 Översikt

De radiostationer som ursprungligen installerades vid rgc var Fmr-7 och RK-01 med effektstativ 201. Dessa stationer hade beställts tidigare i en beställning som skulle täcka hela FV behov. Till Fmr-7 hörde även en fjärrmanöverutrustning som medgav nyckling och frekvensomställning från op-rummet.

Mer information om de aktuella radiostationerna finns FHT-dokument *Flygvapnets radiosystem Del 2*³⁵.

11.5.2 RK-01

Standard Radio Fabrik (senare SRT) hade i slutet av 40-talet tagit fram ett koncept för en ny radio för civil flygtrafikledning på VHF bandet med en sändare som lämnade en uteffekt av 50W. Tillsammans med ett effektsteg på 350 W var denna station en lösning på det radiobehov som fanns för flygvapnet. Den 27/1 1950 beställde KFF utrustning för 250 radiokanaler från SRF.

11.5.3 Radiostation RK-02.

Behovet av antalet markradiostationer ökade i samband med beslut om utbyggnad av Stril-60 och Bas-

³⁵ Utges under 2013

60. Beslut togs om att införskaffa en ny radio för stridsledning. De första proven med styrdata var avslutade och visade att frekvensmodulering var att föredra före amplitudmodulering. Valet av den nya radion blev en modifierad Radiostation RK-01, som tidigare levererats av Standard Radio & Telefon AB (SRT). Kraven på AM och FM samt specialingång för styrdata i kombination med halvledarteknikens intåg medförde emellertid att det blev en helt ny radiostation som fick benämningen RK-02.

I början av 60-talet beställde KFF av SRT c:a 400 radiokanaler med separata sändare och mottagare. Beställningen gjordes som ett tillägg till den tidigare RK 01-beställningen.

11.5.4 Radiostation Fmr-7

Phillips i Holland tillverkade en radiostation som innehöll en elektromekanisk styrgenerator med vilken flera radiokanaler kunde förinställas på en trumma och där önskad radiokanal sedan kunde väljas av operatören. Detta var vid denna tidpunkt en unik teknisk lösning som gav många operativa fördelar.

1955 tog KFF fram en specifikation för en mångkanalig mottagare och sändare som skulle kunna fjärrmanövreras. I specifikationens angavs de krav som skulle gälla för en VHF-station avsedd att installeras i flygvapnets fasta och mobila anläggningar. I april 1955 skickade KFF ut en offertinfordran avseende utveckling av en VHF station till Svenska AB Phillips. Utvecklingsarbetet skulle ske vid Philips Hilversum i Holland i samarbete med KFF. Den 10 juni beställde KFF konstruktion och utveckling samt tillverkning av tre VHF radiostationer till en kostnad av 100 000 kr. De tre enheterna tillverkades och genomgick en noggrann utprovning och den 14 oktober 1958 lämnade KFF ett typgodkännande av markradiostation Fmr-7.

KFF beställde 1957 55 stationer med leveransstart under 1959. 1960 framkom behov av ytterligare 24 radiostationer (totalt 79) och då med ökade prestanda med bland annat amplitud- och frekvensmodulation, 50 kHz kanalseparation och där sändarna skulle kunna användas för att i reservfall sända styrdata. Beslut togs om att modifiera de tidigare beställda Fmr-7 stationerna och under några år pågick modifieringar hos Philips Teleindustrier. De modifierade stationerna fick benämningen Fmr-7B. Modifieringsarbetet startade under slutet av 1968 och var klart 1971.

11.5.5 Fmr-13

År 1959 beställde Kungliga Flygförvaltningen (KFF) 15 UHF-markradiostationer från Rohde & Schwarz i München. Det var en hyllvara som dock fick modifieras med hänsyn till KFF krav på LF- och HF snitt samt på nycklingsfunktionen. Stationen var en ren AM-station där sändaren var traditionellt rörbestyckad och mottagaren var en hybrid med rörbestyckade HF- och MF-delar samt en transistoriserad LF del. Den skulle kunna bestyckas med endera sändtagare eller med separata sändare och mottagare.

Serieleveransen startade i januari 1962 med tre kompletta stationer. Dessa levererades förpackade och märkta stationsvis för att ompackning ej skulle behövas vid materielens fortsatta fördelning och transport till respektive installationsplats. Resterande stationer levererades efter ytterligare sex veckor.

Fmr-13 installerades dock inte på rgc.

11.6 Upphandling av telefonsystem (ledningstagarutrustning)

LM Ericsson fick 1960 uppdrag³⁶ av KFF att konstruera och tillverka ett ledningstagar-system till lfc typ 1. Det blev ett avancerat system baserat på reläteknik, en typisk LME-produkt.

1962 fick LM Ericsson beställning på ett motsvarande system för 11 rgc men anpassat till respektive rgc. Beställningen omfattade:

- Ledningstagar-system med förvalsväxel, expeditionspaneler

³⁶ Prel spec ELB 22/1 1960, Beslut ELB H 610.

- MK-OK stativ
- Manuell förmedlingsväxel
- Strömförsörjningsutrustning inklusive batterier och laddningslikriktare
- Centraluranläggning

I beställningen ingick även installation och inkoppling av alla interna förbindelser enligt respektive anläggnings förbindelseplan, dokumentation och rekommendation av underhållsåtgärder.

11.7 Trådtransmissionsutrustning

Trådtransmissionsutrustningarna (linjetransformatorer, förstärkare, signalomformare mm) är så kallad mängdmateriel som tidigare beställts av SATT, LM Ericsson eller Televerket och levererades via utrustningsförrådet på CVA ut till anläggningarna. Utrustningarna monterades och kopplades in allt eftersom förbindelserna i Televerkets eller försvarets kablar blev tillgängliga.

Utvecklingen inom Stril medförde krav på dataöverföring i trådnäten. SRT utarbetade tekniska specifikationer och lämnade offert³⁷ på datatransmissionssändare och mottagare (T1F3S och T1F3M) för överföring av datameddelanden (100-meddelanden). SRT offererade även telegrafiinlagringsterminaler (VT2F) för överföring av peksymbol (tal och data) över talförbindelse. KFF beställning till SRT baserades bl. a. på antalet dataförbindelser som specificerats för samtliga rgc.

11.8 Upphandling av radiolänk och multiplexutrustningar

Upphandling av radiolänk och multiplexutrustningar för tal- och datakanaler skedde gemensamt för försvaret inom ramen för utbyggnaden av FFRL och tilldelades anläggningarna i takt med att behovet av förbindelser växte och inte kunde tillgodoses i kabelnätet. Förbindelser till robotförbandens krigsgrupperingsplatser gick via separata anslutningslänkar.

Upphandling av radiolänk- och multiplexutrustningar för bredbandig överföring av radarinformation skedde under 1961 till 1963. Radiolänkutrustning RL-81 köptes från Raytheon och Selenia. Videomultiplexutrustning köptes från Raytheon (TM-8) och Ericsson (TM-7). Multiplexutrustningar för bäringsinformation köptes från Raytheon (TM-9) och senare från SRT (TM-14).

Utrustning för överföring av fjärrmanöver, fjärrkontroll- och fjärrmätning köptes från Selenia respektive LM Ericsson.

11.9 Upphandling av PS-15-anläggningarna

PS 15-anläggningarna ingick **inte** i rgc men hade stark koppling till rgc. 17 anläggningar beställdes och monterades under åren 1965 och 66.

Radarstationen PS-15 beställdes av Selenia (projekt Argos) och 100-metersmasten av Oskarshamns Varv. I PS15-anläggningen ingick även IK-stationen PN-79. Den beställdes av SRA som också svarade för installation och driftsättning. Installation och driftsättning av radiolänk och transmissionsutrustningar beställdes av CVA.

Mer information om radaranläggning 15 finns i FHT dokumentet *Spaningsradar PS-15 F06/04*.

12 Tillägsbeställningar

³⁷ INK H M3331:79/59, ELR H 31:18/60

12.1 Översikt

Under perioden 1962 till 1970 hanterades ett relativt stort antal offerter från och beställningar till SRT för att komplettera grundbeställningen (avtalet) och få grundsystemet i ”fungerande skick”. Huvuddelen av de beställda kompletteringarna samlades i ett paket som fick namnet Modifieringsetapp 1, E1.

Från Decca beställdes en ny mottagare till PH-39 med förbättrade störskyddsegenskaper.

Uppföljning av rgc-projektet skedde dels i projektgrupp Pg Rgc och dels i respektive materielprojekt (motsvarande) för de olika ingående utrustningarna. Uppföljning mot SRT av beställningarna för DBU 205 och 239 skedde i de månadsvis återkommande progressmötena. I underlaget till progressmötena redovisar SRT det sammanställda läget för offerter, beställningar, leveranstider samt arbetsläget för löpande beställningar.

FF tog hjälp av Talab och TUAB för uppföljning av arbetena i databehandlingsutrustningarna respektive PH-39.

12.2 Omfattning

12.2.1 Ytterligare två databehandlingsutrustningar

FF utnyttjade sin optionsrätt och beställde den 9 januari 1963 till reducerat pris ytterligare två databehandlingsutrustningar 205 inom ramen för avtal 14650.

12.2.2 Systemarbete

FF beställde av SRT systemintegrationsarbete inom Stril och systemarbete (utredningar mm) för rgc under 1963.

12.2.3 Elektronisk karta (ELKA)

KFF beställde under våren 1966 konstruktion, tillverkning och installation av utrustning för presentation av kartbild på PPI:erna för samtliga anläggningar. Kartunderlaget togs fram av TUAB och SRT producerade hålremsor med kartinformation avpassad för respektive anläggning. Anläggningarna fick senare program för att själva kunna tillverka ”egen kartinformation”. I beställning ingick även en instruktörskurs för F2 lärare som därefter planerade och genomförde kurser för anläggningspersonalen.

12.2.4 Utökad databehandlingskapacitet

Både KFF och SRT insåg tidigt att databehandlingskapaciteten inte skulle räcka till för den funktionalitet som önskades. Det var främst ökad datorkapacitet som behövdes för att dels kunna förbättra och utforma befintliga funktioner på önskat sätt och dels att tillföra nya funktioner. TU Stril lämnade en lista över vilka funktionella förbättringar som i första hand borde införas.

Under 1966 utarbetade KFF en specifikation³⁸ för utökningen och specificerar kraven på den nya datamaskinen, bla anger man krav på antal register, ordlängd och talrepresentation.

I dec 1967 lämnade SRT in offert på ”*Utökad databehandlingskapacitet i Rgc*” som i stort omfattade: ny datamaskin, förbättrade operativa funktioner (målföljning BB och SB, stridsledning, robotstridsledning viss operativ simulering samt registreringsprogram), höjd driftsäkerhet och funktionsduglighet. I offerten angavs en predikterad felintensitet $z = 3,7$ fel per 1000 timmar. Med offerten kommer också ”Teknisk specifikation för C 932” och Instruktionslista för C 932. Inget sägs dock om basprogramvaran! KFF beställde 29/12 1967 dels utveckling av en ny datamaskin eftersom de befintliga (C 120, C 220 och DS 9000) ansågs inte ha den utvecklingspotential som behövdes framöver och dels tillverkning av åtta maskiner att installeras i varje rgc. SRT påbörjade konstruktionsarbetet redan på hösten 1967 och i

³⁸ ELB3 H144/67

årsskiftet 1968/69 levererades första maskinen som då får benämningen Censor 932. Beställningen av den nya datorn C 932 var en viktig händelse som medförde att rgc fick en generell dator anpassad för realtidsapplikationer med tillräcklig utvecklingspotential och goda prestanda. Med C 932 kommer då också operativsystem och effektiva programproduktionssystem och SRT lämnar definitivt maskinkodsprogrammeringen. Under 1969 sker sen några smärre kompletteringar. En beskrivning av både nyutvecklingen och vidareutveckling av C 932 finns i bilaga 1.

12.2.5 Vidareutveckling av målföljningsfunktionen

KFF beställde vidareutveckling och förbättring av målföljningsfunktionen samt framtagning av funktion för målbanesimulering att användas för utbildning och leveranskontroll. KFF gav även SRT ett uppdrag att börja utreda målföljning på smalbandigt överförd radarinformation.

Önskade förbättringar i den automatiska målföljningen avsåg främst stabilare målföljning, lägre överlåsningsrisk vid korsande målbanor och högre målföljningssannolikhet vid manövrerande mål. SRT utvecklade en "målföljningsalgoritm" där en elips kring nästa förväntad position användes för att detektera eventuell målmanöver (t.ex. sväng).

För utbildning och kontroll var behovet att kunna generera mål och målbanor från flera olika typer av radarstationer och då kunna ge typiska radarprestanda (normalvärden och spridning) på bl. a inmättningsnoggrannhet och upptäcktssannolikhet samt flera olika typer av mål med olika värden på t.ex. målyta, fartområden, acceleration och svänghastighet.

12.2.6 Komplettering av TVAK-positionen och underhållsutrustning

FF beställde under 1964:

- Utökning av övervakningsmöjligheterna i Tvak-bordet
- Minnesutökningar och bussledning
- Reservdelar och utbytesenheter
- Kurser i ELKA och Tvak-utrustning
- Smalbandssimulator för kontroll av datasändare/mottagare (programmerbar kommod på hjul)

Bild på TVAK-bordet med ingående övervaknings och manöverutrustningar för datamaskinerna finns i avsnitt 18.14. Ytterligare fristående övervaknings- och kontrollutrustning fanns i anslutning till TVAK-bordet.

12.2.7 Dokumentation

Efter kontraktsskrivningen startade SRT enligt avtalet arbetet med att utarbeta den tekniska specifikationen och samtidigt gick FS och KFF gemensamt igenom specifikationstexten för att komplettera och/eller förtydliga textavsnitt samt lägga till text för funktioner som inte kom med av skilda orsaker (tidsbrist, förbiseende, osäkerhet) eller stryka avsnitt för de funktioner som man inte längre vill ha. Konstruktionsmässigt behöver SRT göra ändringar, bl. a vill man använda modernare typer av komponenter. Specifikationen skickades ut till samtliga rgc. Även funktions- och systembeskrivningarna uppdaterades.

12.2.8 Störskyddsutrustning till PH-39

PS-08, PH-40 och PH-39 hade alla samma typ av sändare och mottagare. Mottagarna var ursprungligen enkla mottagare utan störskyddsfaciliteter. FMV beställde utveckling och tillverkning av en ny mottagare, störskyddsutrustning Aster, till alla dessa radarstationer. Störskyddsutrustning installeras på PH-39 och DBU 239 anpassades till de nya videosignalerna (LIN, LOG och DF). SRT genomförde på FMV uppdrag systemprov för att bl. a komma fram till en optimal inställning av falsklarmrisken i videokorrelatorerna.

13 Ändring i uppbyggnadsplanerna

1966 beslutades om ny sektorindelning och antalet sektorer ändrades från elva till åtta.

Under 1968 och 1969 pågick utredningar om avvägningen mellan fasta och rörliga centraler. Planen var då att åtta rgc skulle vara klara till 1970 och ytterligare två skulle tillkomma 1975 och 1976. I *ÖB 71*, *ÖB syn på krigsmaktens utveckling till 72/77* blev emellertid beslutet: åtta rgc/F och sex rgc/T.

För rgc del innebar detta att fördelningen per sektor blir: två rgc i S 1, en i S 2, två i O 1, två i O 5 och en i ÖN 3.

14 Konstruktion och tillverkning, realisering av rgc

14.1 Inledning

I och med att avtal om leverans av utrustningar tecknats påbörjades planering av installation av de aktuella utrustningarna i bergsanläggningarna. Det var i första hand ELB 1 som svarade för underlag till och kontakterna med FortF i utformningen av anläggningarna. Luftbevakningsbyrån ELB tog hjälp av konsultbolaget Talab (senare Teleplan) för anläggnings- och installationsplanering och för samordning av industriernas aktiviteter på anläggningarna.

Samordning och uppföljning av aktiviteter som rörde rgc skedde som tidigare nämnts i avsnitt 8.2 i Projektgrupp rgc, PgRgc. För den systemtekniska samordningen på Strilsystemnivå svarade ELB5.

I följande punkter ges en summarisk redovisning om konstruktions- och tillverkningsarbetet samt en översiktlig teknisk (apparat)beskrivning av de aktuella utrustningarna.

14.2 Databehandlingsutrustning

14.2.1 Översikt

Det var främst inom databehandlingsområdet som det skedde utveckling och nykonstruktion. För övrig materiel hade kontrakt skrivits om leverans av i huvudsak färdigutvecklade utrustningar.

Efter kontraktsskrivningen startade arbetet med att ta fram ett antal styrande dokument och hålla dem uppdaterade. Det viktigaste dokumentet var *Teknisk Specifikation* som utgick från KFF kravspecifikation och alla de ändringar mm som noterats i förhandlingarna. Ett annat viktigt dokument var *Operativt handhavande* som styrde utformningen av operatörernas kommunikation med datasystemet. Detta dokument ersattes senare med dokumentet *MHA Rgc, materiel- och handhavandebeskrivning*. Den löpande uppföljningen av konstruktions- och tillverkningsarbetet skedde genom de månadsvis återkommande progressmötena.

För de som ur ett industrihistoriskt perspektiv har intresse att känna till något om företaget SRT hänvisas till Veteranklubben³⁹ Alfars skrift *Fyrtio år av den svenska datahistorien*.

14.2.2 Produktion av grundsystemet

Konstruktions- och tillverkningsarbetet enligt grundavtalet pågick fram till 1965. 1964 hade alla enheter tillverkats. Ändringar och tillägg infördes sen löpande under lång tid framöver. Den ursprungliga beställningen omfattade 11 utrustningar, men sen kom ett tillägg om ytterligare 2 utrustningar. Totalt 13 utrustningar tillverkades men bara 8 rgc-anläggningar uppfördes. SRT återköpte två utrustningar och en utrustning lånades en kortare tid. Vid de kontraktsevenliga uppföljningsmötena, progressmötena, avrapporterade SRT kontinuerligt hur arbetet framskred. Inledningsvis hölls progressmöte varje månad.

Allt eftersom enheterna blev tillverkade och klara från fabrik lämnades de till Provcentralen, där driftsättarna tog hand om dem och kontrollerade att de fungerade separat och att de fungerade tillsammans med övriga enheter i aktuellt stativ. Varje driftsättare hade ett eller ett par stativ att ansvara för. När alla stativ var provade och fungerade ihop gjordes en leveransanmälan till KFF. Efter godkännande skeppades alla enheter under stort sekretess till en anläggning för att sättas in i de tomma stativ som installationsgruppen monterat på plats tidigare. Enheter till de senare anläggningarna plus ”överskottet” fick tillfälligt lagras i förråd i Säve på grund av att bergsanläggningarna inte blev klara i den tid som fanns i avtalet.

Facit Electronics hade tidigare levererat två DS 9000 och ett karusellminne till KFF att användas av FOA för bl. a. simuleringsverksamhet. Ytterligare exemplar (troligen 11 stycken) i stort identiska med de tidigare levererade maskinerna tillverkades och levererades till SRT men utan karusellminnen.

³⁹ www.veteranklubbenalfa.se

Facit projekterade en variant av DS 9000 byggd med IC-kretsar, men den kom inte i produktion och efter det la Facit ner all produktion av datamaskiner. Konstruktionsunderlag mm för ”IC-varianten” finns i Tekniska museets arkiv.

14.3 PH-39

KFF beställde ett (1) komplett höjdmätningssystem från SNERI bestående av antenn, vridbord, sändar- och mottagarutrustning samt datautrustning för automatisk höjdberäkning. Denna utrustning placerades hos SRT och radarutrustningen kopplades samman med SRT:s nyutvecklade höjddatamaskin. SNERI's utrustning för höjdberäkning användes inte.

KFF beställde från SNERI ytterligare sex radarstationer bestående av (färdigutvecklade) antenn- och vridbordskonstruktioner från SNERI samt (färdigutvecklade) dubbla sändar- och mottagare, fjärrkontrollutrustning samt kyl- och tryckluftsutrustning tillverkade av DRL som var underleverantör till SNERI. Det var samma utrustning som ingick i PS-08 och PH-40.

PH-39 installerades av DNR (svenska bolaget) när ”radarsbyggnaden”, utpunkt D, var klar. Bilden nedan visar den unika antennen med reflektorer och roterande utmatare, en för undre loben och en för övre loben.

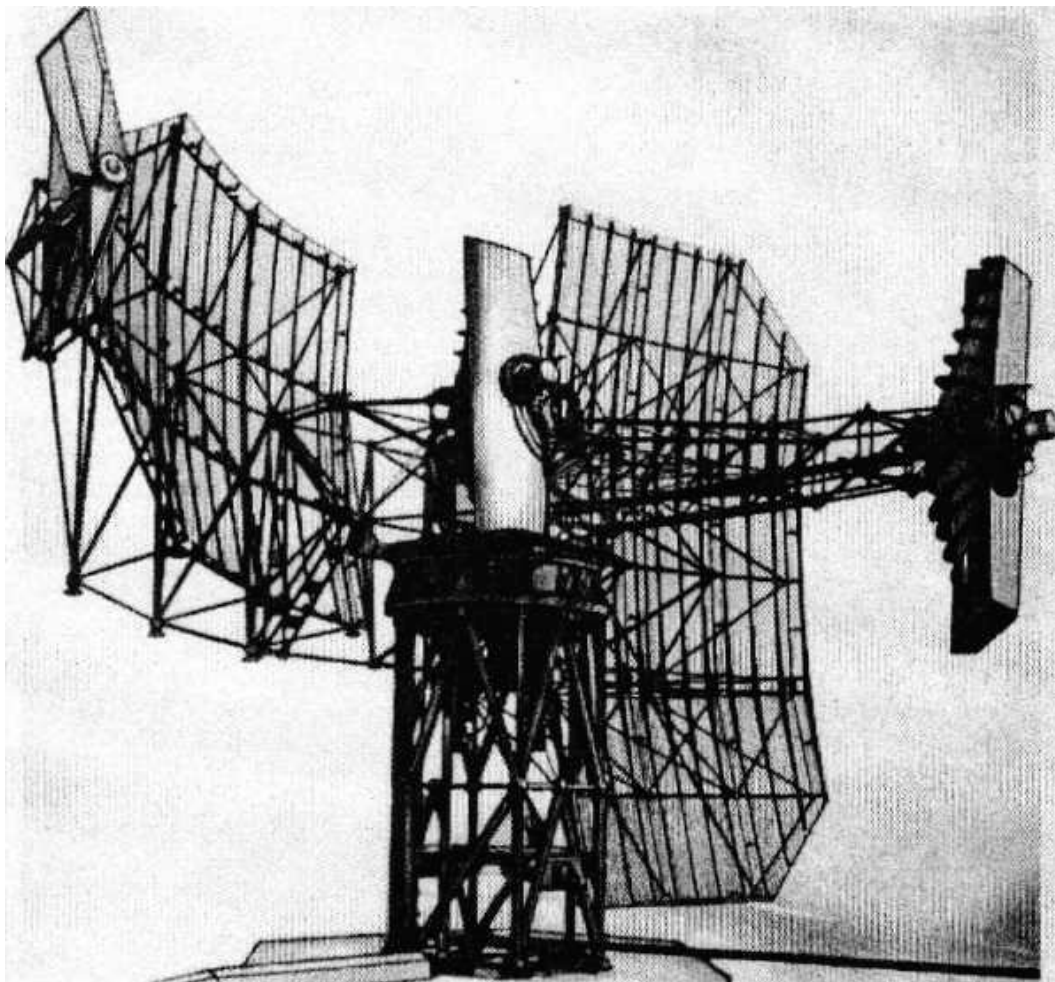


Bild på PH-39 antenn

14.4 PN-79

PN 79-systemet hade tidigare tillverkats av SRA och levererats till flygvapnet. Systemet bestod av fråge- och mottagarstationer, fristående eller samgrupperade med spaningsradarstationer, och av svarsstationer monterade i flygplan.

I rgc fanns den för rgc specifika avkodningsdelen (Telestativ variant 4) samt presentations- och fjärrmanöverutrustning för de PN-79-stationer som fanns på PS-15-anläggningarna.

14.5 Telefon och transmissionsutrustning

1962 fick LM Ericsson beställning på ett system liknande det som beställts till lfc men anpassat till rgc vad avser antal abonnenter, växelfunktioner mm.

Kablager från reläutrustningarna för intern kommunikation terminerade i mellankopplingsstativ och kablager från reläutrustningarna för extern kommunikation terminerade i omkopplingsstativ för att kunna anslutas till externa förbindelser. Med MK-OK, mellankopplings- och omkopplingsstativen, kom möjligheten att med ok-snören tillfälligt kunna koppla om de ordinarie förbindelserna på ett enkelt och snabbt sätt.

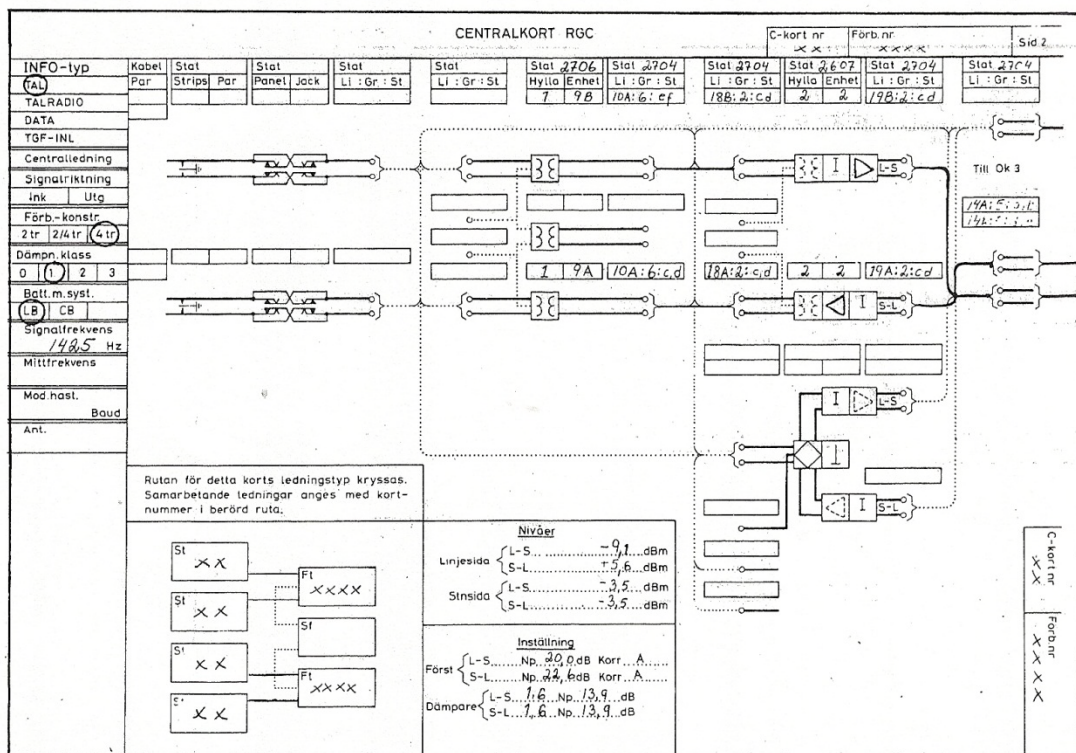
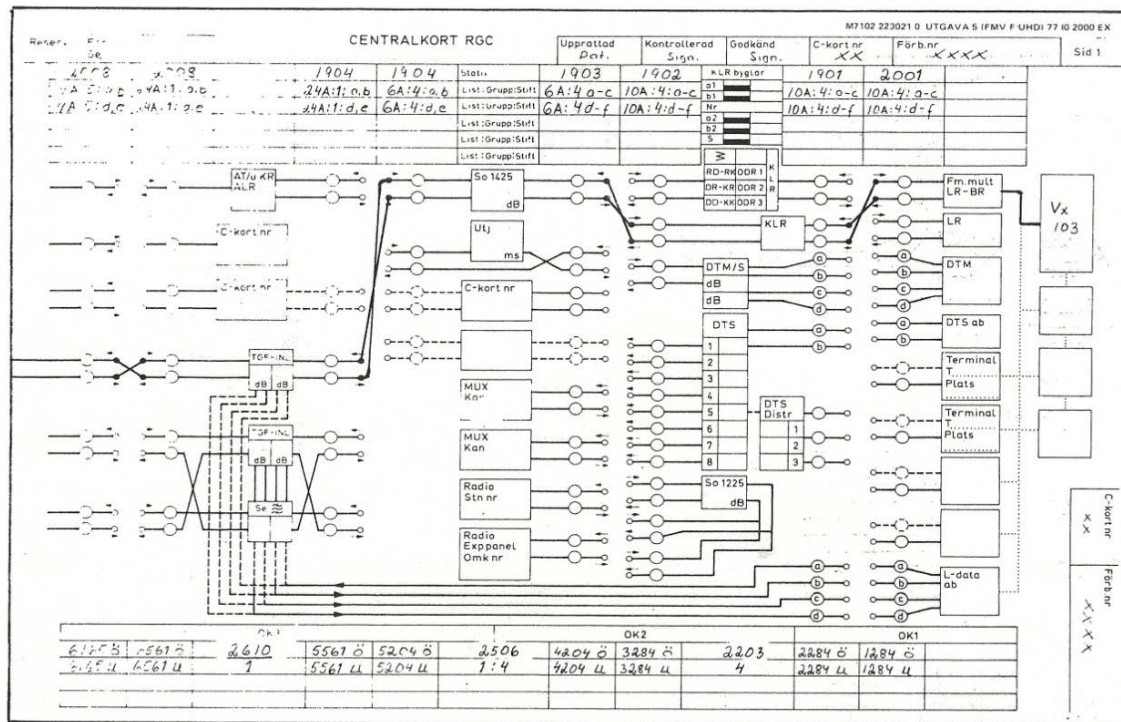
I ledningstagarsystemet fanns:

- Interna förbindelser mellan operatörer
- Externa förbindelser från operatörer till operatörer på andra anläggningar
- Förvalsfunktion med möjlighet att fördela externa förbindelser till en eller flera operatörer i anläggningen
- Manuell abonnent- och förmedlingsväxel, en så kallad snöväxel
- Expeditionspaneler med möjlighet att växla mellan trådkommunikation och radiokommunikation

Ledningstagarutrustningen var uppbyggd med fyrtrådig förmedlingsutrustning.

Varje anläggning hade sin av FS fastställda förbindelseplan. Utifrån denna kopplades alla förbindelserna upp och de dokumenterades i centralkort, C-kort. Oifyllda C-kort (en form av generell mall som täckte in alla kopplingsfallen) beställdes från huvudverkstaden (Telub) och fylldes i med aktuell information av driftspersonalen. Med C-korten underlättades förbindelseomkopplingarna avsevärt.

C-kortet, se nedanstående bild, var ett A4-ark med information på båda sidorna.



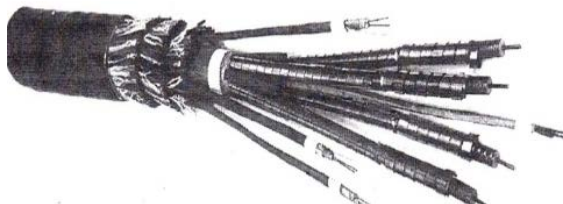
Centralkort

Strömförsörjningen av telefon- och transmissionsutrustningarna kom från 24-, 36- och 48-volts batterier med likriktare för underhållsladdning.

För teianslutningar mellan berget och utpunkterna användes koaxialkablar av nedanstående typ. Kablarna var trycksatta för att undvika eventuella fuktskador.



Kabelboxar och strömförsörjningsutrustning



Koaxialkabel KXX04

14.6 Trådtransmissionsutrustningar

SRT hade utvecklat och levererat datatransmissionsutrustningar (bl. a linjetonsändare T1F3S, linjetonmottagare T1F3M) för överföring av styrdatameddelande från PS-08 till styrdatasändare Fmr-10. Dessa utrustningar passade även för rgc för sändning av styrdatameddelande och sändning och mottagning av övriga 100-meddelanden.

SRT utvecklade och levererade även en datatransmissionsutrustning, Inlagringsterminal VT2F för överföring av peksymbolmeddelande inlagrat i talkanalen.

Utrustningarna fördelades ut till anläggningarna och driftsattes allt eftersom dataförbindelserna blev inmätta av televerket eller sektorns transmissionsgrupp.

14.7 Radiolänk och multiplexutrustningar

KFF upphandlade på marknaden tillgängliga utrustningar från Selenia, Raytheon, Eriksson, SRT m fl.

14.8 Radioutrustning

14.8.1 RK-01

Markradiostation RK-01 var en komplett radioutrustning för telefoni (A3) och telegrafi (A2) på fasta frekvenser inom området 100-156 MHz. Sändar- och mottagarutrustningarna installerades på skilda platser för att i första hand undvika störningar på mottagarna från de egna sändarna. I stativen kunde sändare/mottagare för upp till 8 kanaler installeras och parallellt betjänas från operatörsplatsen.

14.8.2 Radiostation RK-02.

RK-02 utvecklades konstruerades i början på 60-talet av SRT i Ulvsunda och var en vidareutveckling av RK-01. SRT valde en teknik med heltransistoriserad mottagare och fasmodulator i sändaren. Det blev en konstruktion som inte var helt problemfri.

Frekvensområdet var 103-156 MHz med amplitud- och frekvensmodulering. RK-02 försågs med LF-ingång på sändaren för styrdatasändning. Enheterna utformades mekaniskt för att kunna placeras i RK-01-stativ. Serieleveransen startade 1964.

14.8.3 Radiostation Fmr-7

Radiostation Fmr-7 var en VHF-station med AM och FM, avsedd för flyg-, land- och marinkommunikation. Stationens frekvensområde är 100,05 – 156,3 MHz. Frekvensområdet är uppdelat på 1120 fasta kanaler med 50 kHz kanalavstånd. Från manöverenheten kunde 24 i förväg inställda kanaler inom frekvensområdet väljas. Detta var vid denna tidpunkt en unik teknisk lösning som gav många operativa fördelar. AM eller FM kunde väljas med omkopplare i stationen. Stationen kunde antingen direktmanövreras eller fjärrmanövreras.

Sändarens uteffekt: 35 W. Mottagarens känslighet: 4 μ V.

14.8.4 Expeditionspaneler

Standard Radio & Telefon (SRT) utvecklade under åren 1960-62 en 10-kanalig expeditonspanel som medgav manövrering och betjäning av 10 radiokanaler för ett stort antal operatörer. Med omkopplare kunde godtyckliga radiokanaler väljas för passning medan normalt en radiokanal användes för trafik.

14.8.5 Fjärrmanöverutrustning

Tidigt 60-tal togs speciella manöversignalomformare (MSO 1225) fram för överföring av nycklings- och anropsinformation. Vid nyckling skickades en ton på 1225 Hz ut på Lf-linjen till sändaren som när tonen erhöles nycklade sändaren. Ett bandspärrfilter dämpade tonen så att den inte kunde modulera sändaren. Anropsindikeringen från mottagaren hanterades på motsvarande sätt. Med denna metod kunde godtycklig radiokanal inom landet anslutas till ledningscentralen. Uppkopplingarna skedde med stela förbindelser. Såväl tråd som radiolänk användes.

15 Installation, driftsättning av grundsystemet

Så fort som byggnadsarbetena på de två första anläggningarna O 5S och O 5M (som blev något av prototypanläggningar) var klara på de övre våningsplanen kom SRT installationsgrupp och monterade in stativ och bord och drog alla kablar, både el, tele och signalkablar. Därefter kom driftsättarna, monterade in kassetterna i sina stativ och testade att alla delar fungerade på plats. När alla stativ ansågs klara och fungerande kom systemprogrammerarna och läste in sina program och kontrollerade att alla de operativa funktionerna fungerade. SRT interna kontrollorganisation gjorde kontroll på plats inför leveransanmälan till KFF. Med erfarenheterna från dessa anläggningar fortsatte SRT installationsarbetet i de resterande anläggningarna.

Radarstationen PH-39 kom till anläggningarna nerpackad i gedigna trälådor, speciellt de stora antennreflektorerna. Det var driftsättningspersonal från Decca (DNR AB i Stockholm) som installerade radarutrustningen, sändare och mottagare i byggnad D och fjärrmanöverutrustning i telerummet. För att lyfta upp antennen på vridbordet anlätade Decca "Selbergarna" som med en stor mobilkran lyfte de olika delarna på plats.

Radarstationen driftsattes och orienterades mot några fasta mål (till exempel TV-master) med kända koordinater. Personal från Talab/ Teleplan gjorde leveranskontrollen.

Radiostationerna Fmr-7, RK-02 och effektstativ 201 monterades i utpunkt B (mottagare) och G (sändare), master och antenner sattes upp, samt radioexpeditionspaneler monterades i operatörsborden av personal från CVA som även svarade för driftsättningen.

Telefonsystemet tillverkades av LM Ericsson och kom till anläggningen i gedigna trälådor som var "begärligt gods" som kunde användas till mycket. Stativen monterades, bestyckades och kablerades av LM Ericsson installationsgrupp. Kabelplanet användes inte utan kablager placerades i kabelrännor som monterade ovanför stativen på typiskt TVT sätt. LM Ericsson monterade även den manuella snöväxeln, strömförsörjningsutrustningen, batterier med underhållsladdare samt alla expeditionspanelerna i operatörsborden.

Trådtransmissionsutrustningarna (linjetransformatorer, förstärkare, signalomformare mm) kom från KFF "fördelningsförråd" liksom datatransmissionsutrustningarna T1F3 och VT2F. Driftsättning av dessa skedde i samband med inmätning av förbindelserna.

Televerket mätte in de trådförbindelser som gick i deras kablar. Övriga förbindelser mättes in av personal från de regionala televerkstäderna. Tidpunkt för inmätning styrdes av *FS förbindelseplaner*. Installation och driftsättning av radiolänk och multiplexutrustningar, både för video och tal, gjordes av personal från CVA. Även här gällde att antalet och typ av utrustningar bestämdes av respektive rgc sambandsbehov. Ytterligare utrustningar av varierande typer installerades de kommande åren styrt av den övergripande sambandsutbyggnaden.

Alla förbindelser dokumenterades på förbindelsekort, de s.k. C-korten av anläggningspersonalen.

Längst fram i op-rummet monterades dels en karta, OPUS-kartan, för markering av rapporter från den optiska luftbevakningen och dels en jakttablå för markering av basstatus och ledningsuppdragsuppgifter. Dessutom monterades hyllor för markerbrickor mm och sambandspaneler.

Snabbtelefonväxeln monterades av LME-folket. Snabbtelefonerna, ca 20 stycken, placerades ut i anläggningen och anläggningspersonalen drog kabel och anslöt till växeln.

Centraluret som tillverkats av LM Ericsson monterades av LME installationsgrupp och klockorna monterades av anläggningspersonalen. Uret startades och justerades in med hjälp av små tyngder på pendeln.

16 Leveranskontroll av grundsystemet

16.1 Kontrollmetod

För att säkerställa att alla positioner i beställning/avtal hade uppfyllts genomfördes följande kontrollaktiviteter för respektive utrustning:

- Leveranskontroll på apparatnivå vid fabrik
- Leveranskontroll på anläggningen av teknisk funktion
- Kontroll av operativa funktioner

Det var sak- och kontrollavdelningarna vid FMV som gemensamt var ansvariga för kontrollverksamheten.

Leveranskontroll vid fabrik var i huvudsak en kontroll av att leverantören följde sin interna kontroll- och kvalitetsrutiner i tillverkningen som angivits i upphandlingsdokument och avtal. Leveranskontroll på anläggning av teknisk funktion genomfördes enligt en leveranskrollspecifikation, LKS, som utarbetats med ”den tekniska produktspecifikationen” som grund och med syftet att verifiera att alla de tekniska funktioner och prestanda som överenskommit i avtalet uppfylldes. Vanligtvis köpte KFF tjänsten att utarbeta en LKS av leverantören och tjänsten att genomföra kontrollen av något av konsultföretagen (Talab, Teleplan, TELUB, CVA). Kontrollen genomfördes av personal från något av konsultföretagen i närvaro av någon representant från leverantören. Tidvis användes förkortningen LKF, leveranskrollföreskrift, i stället för LKS.

Någon formell kvalitetskontroll på levererade programvaror genomfördes i princip inte. Testprogrammen granskades dock i viss mån med avseende på köranvisningar och tolkningsbara felutskrift. Någon kvalitetskontroll genomfördes ej heller på basprogrammen (assembler, operativsystem mm). Dokumentationen kontrollerades genom granskning av sakinnehållet och att utförandet var anpassat för drift och underhållsverksamheten. Detta arbete gjordes ofta av anläggningspersonal.

Leveranskroll av de operativa funktionerna genomfördes av TU-Stril. Slutkontrollen genomfördes också av TU-Stril när alla de tekniska kontrollerna genomförts och omfattade kontroll av att alla de taktiska funktionerna fungerade enligt specifikationen. Detta var även en form av belastningskontroll som utgick från ett dimensionerande ”taktiskt spel”. Ett stabilitetsprov genomfördes också. Godkännande av dessa kontroller utgjorde underlag för slutbetalning. Utfallet av kontrollverksamheten dokumenterades i en kontrollrapport och de punkter som ej blev godkända noterades i en restlista. En godkänd kontrollrapport utgjorde underlag för betalning.

Leveranskroll av PH-39 omfattade kontroll av tekniska prestanda. Kontroll av hela höjdmättningsfunktionen genomfördes senare av SRT inom ramen för ett utprovningssystem med ett antal diagramflygningar.

Leveranskroll av telefonsystemet omfattade kontroll av samtliga specificerade samtalsmöjligheter.

Leveranskroll av radioutrustningarna omfattade prototypkontroll vid fabrik och kontroll efter installation. Prototypkontrollen hade genomförts före serieupphandlingen.

Leveranskrollverksamheten startade under 1964/65 och på gick under flera år framöver. Det var kontrollen av databehandlingsutrustningen som var arbets- och tidskrävande och fick en omfattning som varken KFF/FMV eller SRT räknat med. Det var framför allt kontrollen av de operativa funktionerna som vållade problem. Kontrollen av de operativa funktionerna kom att helt genomföras av TU Stril på ”uppdrag” av KFF. TU Stril genomförde även det mycket viktiga slutprovet. Se vidare nästa avsnitt.

16.2 LK av databehandlingsutrustning

16.2.1 Översikt

Enligt kontraktet skulle SRT utarbeta en leveranskrollspecifikation, LKS, som före kontrollens

start skulle godkännas av KFF. KFF tog hjälp av Talab för granskning av LKS och senare för genomförande av kontrollen av de tekniska avsnitten. KFF tog/fick hjälp av TU Stril för motsvarande arbete med de operativa funktionerna och det s.k. slutprovet. Av protokoll och tidplaner framgår att arbetet tog längre tid än planerat och att vissa kapitel, som t ex de om målföljning och speciellt stridsledning, var extra besvärliga att bli överens om. Erfarenheterna från kontroll av databehandlingsutrustningen i lfc O 5 och S 1 togs tillvara när kontrollen av rgc skulle genomföras. Delar av testgruppen som ansvarade för kontrollen av de operativa funktionerna i lfc överfördes till den nybildade gruppen TU Stril.

TU Stril kom inledningsvis att arbeta mycket med leveranskontroll av de operativa funktionerna var för sig men också med en slutkontroll med all funktioner verksamma samtidigt. TU Stril medverkade i utarbetandet av LKS för funktionerna och utarbetade riktlinjer⁴⁰ för hur leveranskontrollens slutprov skulle gå till och tog sen fram den detaljerade specifikationstexten. Grundtankarna här ligger till grund för hur ledningssystem i framtiden ska kontrolleras.

SRT och TU Stril kommer överens om att samarbeta för att snabbt få fram en komplett LKS. TU Stril gör detta utan extra kostnad för SRT. I nov 1967 föreligger förslag till text för slutprovet (kap 25 i LKS).

KFF och SRT konstaterade i protokoll i oktober 1967 att det saknades registreringsmöjligheter för att bl. a kunna kontrollera noggrannheten i målföljningen. SRT får uppdraget att utreda hur en registreringsfunktion skulle kunna realiseras. Alternativ med minnesutökning, temporär borttagning av vissa funktioner, anslutning av övervakande datamaskin redovisades. SRT framförde sitt åtgärdsförslag som innehöll utökade simulerings- och registreringsfunktioner men detta förslag förutsatte väsentligt ökad datorkapacitet.

16.2.2 Kontrollen vid O 5M

O5M blev den första anläggningen som kontrolleras enligt godkänd LKS. Efter det att KFF med hjälp av Talab genomfört de tekniska kontrollerna genomför TU Stril dels kontroll av de operativa funktionerna och dels ett slutprov, där alla de operativa funktionerna kontrolleras med simulerade indata och att inga inskrivna data ändras under ett dygns drift.

Resultatet från slutproven var nedslående. TU Stril underkände i princip anläggningen och CFV vägrade att ta emot den. De allvarligaste anmärkningarna rörde dels den dåliga driftsäkerheten (programurspårningar) och dels operatörsgränsyornas utformning (ej operativt anpassat handhavande). Även vissa kombinationer av inmatningar (knapptryckningar) förorsakade programurspårningar.

Detta resulterade i att KFF i samråd med FS beslutade om införande av ett antal modifieringar i enheterna i avsikt att eliminera störningar samt ett antal rättningar och ändringar i de operativa programsystemen för att förbättra operatörsgränsyorna i framför allt stridsledningsfunktionen. SRT definierade ett modifieringspaket E1 och utarbetade en offert.

Kontrollen och problemen medförde att de planerade tiderna när anläggningarna skulle tas i bruk, fick skjutas fram. I oktober 1967 hemställde CFV om en redogörelse av arbetsläget⁴¹. TU Stril hade rapporterat att leveranskontroll inte kunnat genomföras inom given tid bl. a beroende på att viktiga avsnitt i LKS saknas eller var ofullständiga eller inte godkänts av KFF. Det är mot den bakgrunden som CFV ville veta hur arbetet fortsättningsvis kommer att bedrivas och i vilken omfattning rgc operativa utnyttjande senareläggs. Enligt CFV var det speciellt angeläget att denna fråga klarlägges för sektor O 5 enär lfc O 2 och O 3 med tillhörande provisoriska låghöjdsfunktioner måste utgå ur krigsorganisationen för om 1/7 1968. KFF (O Hörberg)⁴² svarar CFV den 20/10 1967 att man har kontrollerat de tekniska funktionerna och man inser att kvalitetskontroll enligt den modell som används i lfc måste inarbetas i befintlig LKS. Problemet är att den av TU Stril föreslagna metoden inte kan användas på grund av bristande

⁴⁰ C O5 skr H503 3/11 1967, ELB HM 31-3:59/67

⁴¹ FS Plan 4/10 1967 H 6153 (3047)

⁴² Skr ELB H M 31-2: 58

databehandlingskapacitet. KFF anser vidare att kraven på låghöjdstäckning kan vara uppfyllda till den 1/7 31968 under förutsättning att bl. a förbindelseomläggningar kan genomföras.

16.2.3 Kontroll av övriga anläggningar

I juni 1967 har tre anläggningar kontrollerats men i olika omfattning. Inför kontroll av femte anläggningen d.v.s. när de fyra första anläggningarna har kontrollerats vill KFF med stöd av erfarenheterna från dessa att SRT reviderar vissa kapitel i LKS och att anläggningen kontrolleras speciellt vad gäller långtidsstabiliteten (bl. a inga tappade mål) för att kunna bedöma om driftsäkerheten är tillfyllest.

16.2.4 Dokumentation till DBU

SRT levererar dokumentation till DBU 205 och 239 i flera omgångar. I avvaktan på att godkänd dokumentation kommer ut till anläggningarna lämnar SRT kvar konstruktionsritningar och driftsättningsunderlag, som dock inte var speciellt "användarvänliga" för driftpersonalen.

En uppdaterad version av Teknisk specifikation för DBU 205 och 239 skickas ut till anläggningarna (via respektive flottilj) i september 1967. Funktionsbeskrivning B01 Allmän del överlämnas till KFF 30/11 1967. SRT levererar manus till "Operativ beskrivning DBU 205" i juni 1967 som svarar mot status hos installerad utrustning.

16.3 LK Radarutrustning

Leveranskontroll av PH-39 genomfördes av personal från Talab.

16.4 LK Radioutrustning

KFF anlät huvudverkstaden CVA för kontroll av radioutrustningar. Den omfattande prototypkontrollen genomfördes vid fabrik och alla specificerade egenskaper och prestanda kontrollerades. Därefter startade serietillverkningen. Serieexemplaren kontrollerades efter ett fastställt protokoll där de viktigaste parametrarna verifierades. Kontroll efter installation på anläggningen omfattade en funktionskontroll med uppmätning av de viktigaste parametrarna (nivåer, effekt mm). Driftsättningsprotokollet ingick i driftöverlämningshandlingen.

16.5 LK Telefon- och transmissionsutrustning

Leveranskontrollen av telefonutrustningen (ledningstagsystemet, förmedlingsväxeln mm) gjordes av personal från Talab och med stöd av LME- och driftpersonalen. Kontroll omfattade funktionskontroll av all interna förbindelser.

Kontroll av transmissionsutrustningarna gjordes i samband med inmätning av tillhörande förbindelse.

17 Bergrum och byggnader

17.1 Inledning

Vid utformningen av Stril m/60 formulerade FS de grundläggande kraven på taktiska och tekniska prestanda dels för hela systemet och dels för de ingående komponenterna (anläggningarna). FS specificerade också systemets uthållighet vid fientlig bekämpning. FS eftersträvade en fördelning mellan antalet centraler, antalet radarstationer med eller utan lokala op-rum, och tillgänglig sambandskapacitet som vid bekämpning och utslagning ändå gav godtagbar reservledningskapacitet. En god avvägning mellan de olika anläggningarnas skydd och skadetålighet vid bekämpning var också en del av konceptet för att nå önskad uthållighet. Detta synsätt låg till grund för formuleringen av de grundläggande kraven för rgc och övriga stril-anläggningarnas fortifikatoriska utformning. För rgc betydde detta att all ledningspersonal och huvuddelen av teleutrustningarna skulle finnas i bergrum som skulle klara viss definierad vapenverkan. Utpunktsbyggnader för ovanjordutrustningar som radar-, radio- och radiolänkutrustningar installerades i "betonghus" placerade minst 500 meter från själva bergsanläggningen. Anslutningarna till sambandsnätet skulle vara dubblerade och ha skilda kabelintag. Utöver utbyggnadsreserver skulle det finnas reservfundament för länk- och radiomaster.

Rgc-anläggningarna skulle klara ett antal månaders drift utan tillförsel av förnödenheter. FS och KFF lämnade uppgifter på vilka utrymmen som behövdes utgående för hur mycket personal som skulle tjänstgöra i anläggningen och hur stor golvyta teleutrustningen behövde samt hur mycket kylluft till dessa som behövdes. FortF tog fram konstruktions- och byggritningar. Det blev en form av standardanläggning. De två första anläggningarna blev dock något större än övriga beroende på planerad samverkan med andra förband. FortF hade vissa svårigheter att tillmötesgå önskade färdigtidpunkter bl. a beroende på brist på arbetskraft inom byggnadssektorn. Anläggningarna färdigställdes dock i stort enligt plan. Det var "vattenrallare" från Norrland som byggde flertalet anläggningar i södra Sverige.

KFF anlätade konsultfirman Talab för framtagning av planer, installationsritningar, anläggningsunderlag mm samt för uppföljning av byggnads- och installationsarbetena.

17.2 Beskrivning av bergsanläggningen

Rgc-anläggningen bestod av en bergsanläggning och ett antal byggnader innehållande utrustningar i olika omfattning enligt följande:

Byggnad A (bergsanläggningen)

- Databehandlingsutrustningar
- Telefon och transmissionsutrustningar
- Elkraftutrustning
- Underhållsutrustningar

Byggnad B (länkutpunkt, vissa rgc hade två utpunkter, som benämndes B1 och B2)

- Radiolänkutrustningar
- Radiomottagare
- Master

Byggnad D (Radarutpunkten)

- PH-39

Byggnad G (Radioutpunkten)

- Radiosändare
- Master

Dessutom fanns ekonomibyggnader och baracker för den fredsmässiga verksamheten.

Utpunkterna var anslutna till bergsanläggningen via koaxial- och telekablar för överföring av teleinformation, larm- och manöversignaler. De fick sin kraftförsörjning via separata elkablar med avbrottsfri kraft för drift av viktiga teleutrustningar och respektive el för drift av värme- och ventilationsutrustningar.

Rgc hade dubbla kabelintag med separerade anslutningar till Televerkets kabelnät.

Rgc-anläggningarna var dimensionerade för att motstå stötvågor och en viss definierad vapenverkan samt gasanfall men hade inget EMP-skydd.

Bergsanläggningen utgjordes av en i berget fristående ”fyraåningsbyggnad” som man kom in till via en lång ingångstunnel och en hydrauliskt dubbel stötvågspport. Ingångstunneln slutade i ett stigschakt som även fungerade som anläggningens luftintag och reservutgång. Vissa rgc hade en genomgående tunnel. Utöver ingångstunneln fanns ytterligare ett schakt för utsläpp av avgaserna från reservkraftsdieslarna. Just innanför stötvågspportarna fanns utrymme och utrustning för radiaksanering.

I byggnadens bottenplan fanns:

- Verkstads- och förrådsutrymme för underhåll av telematerielen,
- Ekonomitrymmen med matsal och kök
- Utrymme för anläggningens elförsörjning med ställverk, svänghjulsomformare för avbrottsfri kraft till teleutrustningarna, tre dieselelverk för drift av anläggningen vid avbrott i den yttre elförsörjningen, övervaknings- och manöverpulten för dieselmotorerna

I nästa plan, plan 2, fanns:

- Kontorslokaler för kompanichef, driftchef, maskinchef
- Personalutrymmen (dagrum, sovrum)
- Larmövervakningscentral för maskinutrustning
- Utrustning för luftrening, kylning av luft till teleutrustningarna och till alla rummen i anläggningen, samt kylning till dieselaggregaten

Plan 3 var ett plan för kablage och kylfluttrummor till teleutrustningarna på plan 4

På plan 4 fanns:

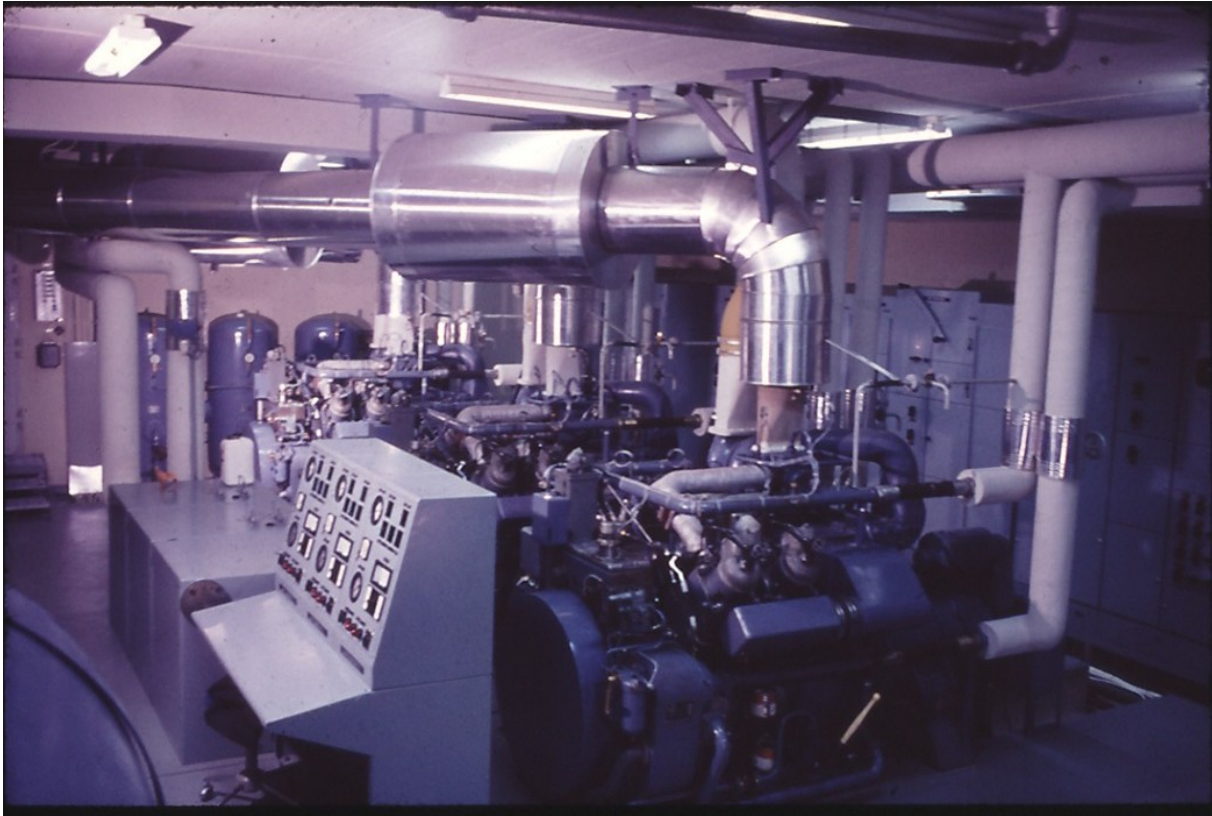
- Telerummet med all teleutrustning
- Operationsrummet (taktikrummet) med operatörskonsolerna, jakttablå och opuskarta samt specialbelysning för att underlätta arbetet vid PPI:erna

Det fanns ett hisschakt från televerkstaden upp till telerummet.

17.3 Elkraftförsörjning

Anläggningarna var anslutna till det civila kraftnätet som strömförsörjde anläggningarna i den fredsmässiga verksamheten. Vid avbrott kopplades reservkraft från dieselelverk in automatiskt. För att slippa oplanerade avbrott/störningar i den operativa verksamheten vid strömavbrott försågs alla viktiga teleutrustningar med avbrottsfri elkraft från tre svänghjulsomformare, som klarade av att hålla spänningen uppe till dess dieselelverken startade och levererade full kraft. Svänghjulsomformarna bestod av elmotor, en generator och ett stort svänghjul monterade på samma axel. Svänghjulets stora massa räckte till för att generatorns utspänning och frekvens inte skulle hinna ändras mer än 5 % vid avbrott. Svänghjulsomformarna fick sin kraftmatning från civila nätet eller från de tre dieselelverken. Två omformare och två dieselelverk klarade anläggningens totala behov. Bränsletankarna för dieselelverken, som låg utanför ”fyraåningshuset”, var dimensionerade för en viss tids kontinuerlig drift.

Dieselmotorerna till de flesta rgc-anläggningarna tillverkades av företaget Hedemora Diesel och var ursprungligen konstruerade för installation i ubåtar. De startades med tryckluft. Effekten var 325 hk. Generatorerna levererade vardera 400 kVA vardera.



Dieselelverken

17.4 Nödbelysning

Det fanns batteribankar med tillhörande utrustning för underhållsladdning för anläggningens nödbelysning.

17.5 Kylluftsystemet

Kylluftsystemet var dimensionerat för att dels klara av att kyla all elektronikutrustning och ge normal arbetsrumstemperatur i alla personalutrymmen vid full drift och bemanning. Det fanns tre kylaggregat. All luft in till anläggningen passerade gas- och partikelfilter.

17.6 Ekonomiutrymmen mm

Ekonomiutrymmena och köksutrustningarna var dimensionerad för att klara mathållning för ca 50 personer vid kontinuerlig drift. Anläggningen hade vattenförsörjning från egen borrhållning och hade egen avloppsreningsanläggning.



Ingång till en anläggning

18 Operativa funktioner i grundsystemet

18.1 Rgc uppgifter

Rgc huvuduppgifter var: luftbevakning, höjdmätning, stridsledning, och luftförsvarsorientering samt att utgöra en reservledningsnivå för lfc.

Luftbevakning:

- Spaning, målföljning och sammanställning av information från PS-15 i typ 1 och för typ 2 tillkom PS-66, PS- 65, PS-08
- Mottagning av rapporter från den optiska luftbevakningen
- Överföring av måldata till lfc
- Mottagning av och följdning på talrapporter från ”övriga tillgängliga radarstationer” (t.ex. PS-16, PJ-21, PS-08, PS-65)

Höjdmätning:

- Automatisk höjdmätning med PH-39 av mål som följdes i rgc och lfc alternativt angränsande rgc
- Automatisk höjdmätning av mål som följdes med PS-15 och PS-66
- Höjdmätning med nickande höjdmätare PH-12, PH-13 och PH-40

Stridsledning:

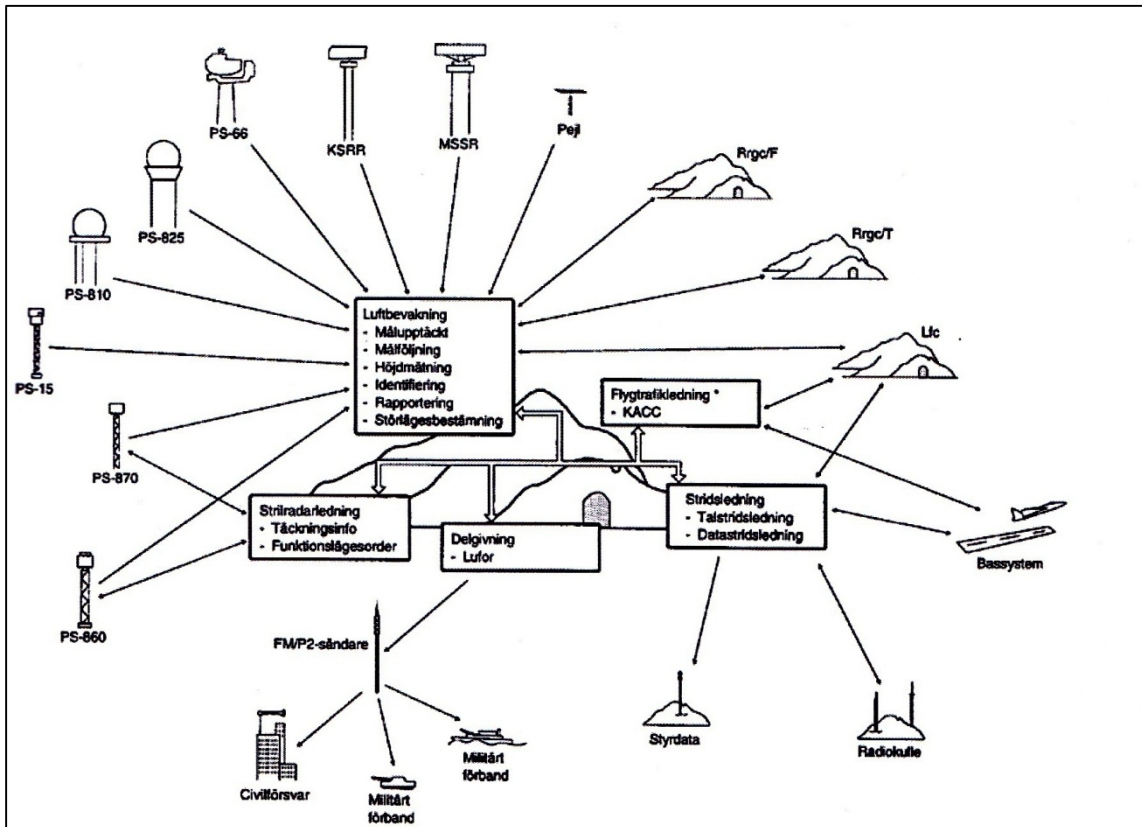
- Stridsledning av jakt mot av lfc utpekade mål. I första hand låghöjds mål
- Återledning av jakt
- Stridsledning av Rb-68 förband med utmatning av måldata för utpekade mål
- Stridsledning av Rb-67 förband med utmatning av måldata för utpekade mål

Luftförsvarsorientering LUFOR

- Luftförsvarsorientering via lgc eller P2-sändare

18.2 Rgc plats i Strilsystemet

Rgc plats i strilsystemet framgår av nedanstående bild som visar alla typer av anläggningar som rgc skulle kunna samverka med.



Rgc plats i strilsystemet

18.3 Operatörer i op-rummet

För luftbevakning:

- Målföljningsledare Måled
- Biträdande målföljningsledare Bimåled
- Målobservatör målobs 1 - 4
- Höjddoperatör Höjop
- Kartmarkör Kam 1 och 2

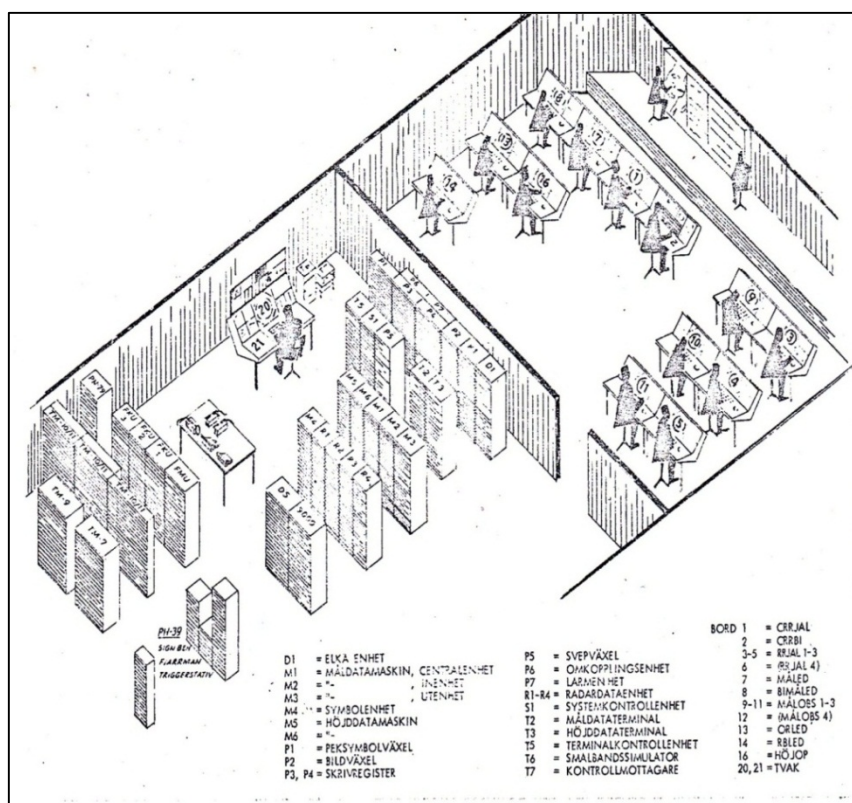
För stridsledning:

- Chefsradarjaktledare Crrjal
- Biträdande chefsradarjaktledare CrrjalBi (Tråjal)
- Radarjaktledare Rrjal 1 - 4
- Robotledare Rbled
- Luftvärnsledare Lvled
- Tablåmarkör Tam

För orientering:

- Orienteringsledare Orled

Datautrustningens stativ och operatörpositionernas placering i op-rummet framgår av bild nedan.



Telerum och op-rum i typ-1 rgc

18.4 Sensorfunktioner

18.4.1 Bredbandigt radarintag

Rgc hade kapacitet för samtidig mottagning och presentation av max 4 radarstationer:

- Typ 1: 4 PS-15 eller 3 PS-15 och 1 PH-39
- Typ 2: 1 PS-66, 2 PS-15 och 1 av PS-08 eller PS-65

För varje radaringång fanns 2 kanaler för radarvideo och 1 kanal för IK-video. I omkopplingsstativet valdes vilken radarstation som skulle kopplas önskad radaringång. Med radarpanelen i operatörspositionerna valdes vilken/vilka radarstationer och vilken/vilka videokanaler som skulle presenteras. I omkopplingsstativet valdes även inkoppling av bredbandssimulatorerna till önskad radaringång.

18.4.2 Målföljning

Allmänt

I rgc kunde 40 + 40 mål hanteras samtidigt. Varje mål tilldelades en företagsnummer och ett tillhörande företagsfack där all information om målet lagrades. Med målföljning avses här kontinuerlig beräkning och presentation av position, kurs och fart. Målföljningen kunde vara automatisk eller halvautomatisk (manuell). Videosignalerna från radarstationerna måste digitaliseras för att kunna användas för automatisk målföljning. Digitaliseringen eller extraheringen av den "nyttiga informationen" skedde i videoextraktorerna (korrelatorerna). Det fanns en extraktor i varje radaringång.

Positionen för alla mål som följdes i lfc fördes över till rgc och markerades på PPI:erna med en speciell symbol (cirkel), den så kallade "blinkersymbolen".

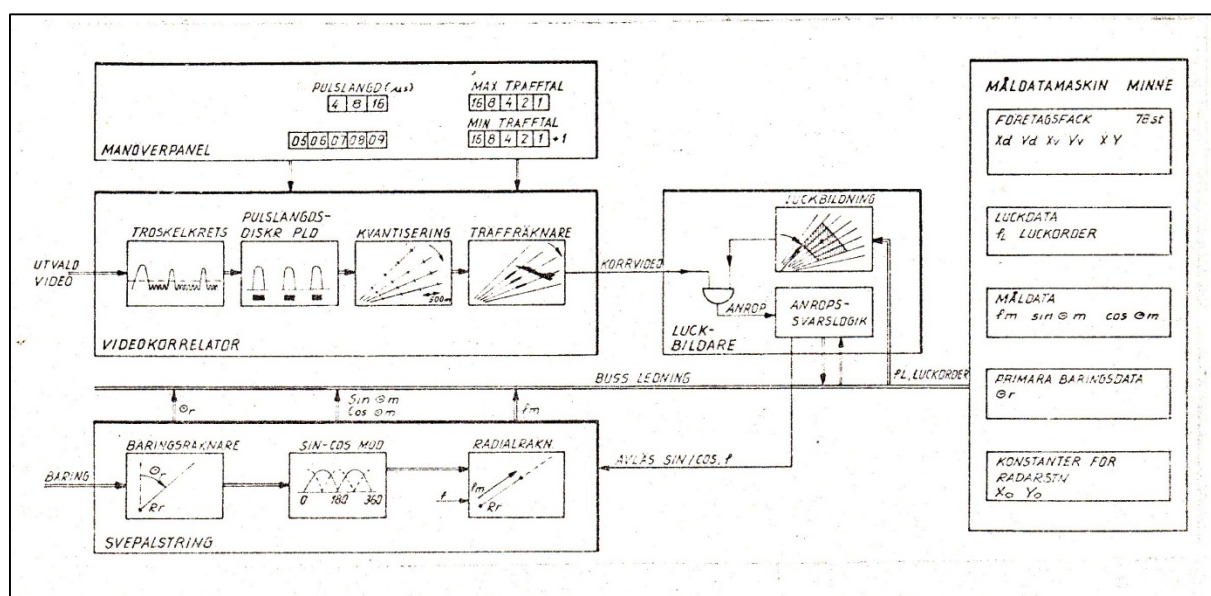
Varje rgc tilldelades en egen företagsnummerserie för att man i lfc lätt skulle kunna se från vilket rgc ett visst företag rapporterades. Första rgc i en sektor fick företagsnummerserien **F, H, J, K, L, M, N, O** och andra rgc serien **L, M, N, O, P, Q, R, S**, samt tredje rgc serien. **P, Q, R, S, T, U, V, X**. Eftersom

bara de 40 första företagen i varje serie kunde överföras till lfc kunde varje företag entydigt hänföras till visst rgc.

Automatisk målföljning

Den automatiska målföljningen startades genom att företagssymbolen (t.ex. F□0) placeras över två på varandra följande radarekon. Därefter beräknade målföljningsprogrammet ut kurs och fart och predikterade målets position vid nästa radarinmätning då nya värden på position kurs och fart beräknades. När den automatiska följningen etablerats växlade symbolen till F◇0 och företagssymbolen följde därefter radarekot. Den automatiska målföljningen tappades ibland vid t ex upprepade ekobortfall, kraftig sväng eller vid radarstörningar.

Nedanstående systemskiss visar principen för målföljning. Som indata för den automatiska målföljningen användes den korrelerade videon. I det ideala fallet skulle alla av videokorreleratorn godkända ekon härröra från verkliga mål. På grund av begränsningar i systemet - radar, överföring, databehandlingsutrustning - kom ett relativt stort antal falska mål att godkännas av korreleratorn under ett radarvarv. Främsta anledningen till detta var att verkliga mål kunde ha varierande träfftal och pulslängd. Detta innebar att korreleratorkriterierna måste väljas med stora toleranser vilket resulterade i att sannolikheten för godkännande av störningar, molnekon, brus etc. ökade.



Princip för målföljning

Av denna anledning utfördes en grovsortering av de godkända målen innan de överfördes för behandling i måldatamaskinen. Grovsorteringen utfördes med en ekolucka som placerades över det väntade läget för målet och förkastade alla ekon som låg utanför luckan. Luckbildningen styrdes av måldatamaskinen och luckorna alstrades i luckbildaren, en i vardera radardataenheterna R1-R4 eller R5. Luckorna var polära till formen i förhållande till målföljande radar och storleken på luckan bestämdes av i vilken fas målföljningen befann sig i. När målföljningen var etablerad bildas alltid en liten lucka (ca. 100 km²) kring förväntad position. Om eko inte erhöles inom den lilla luckan genererades en stor lucka (500 - 1000 km²) för nästa översvepning. Ifall eko ändå inte erhöles inom luckan upprepades förfarings sättet vid nästa översvepning d.v.s. följningen gick på död räkning grundad på senast inmätta målposition. Kunde inmätning fortfarande inte ske övergick följningen till icke automatisk målföljning. Om eko erhöles inom den stora luckan under någon av de två översvepningarna, skedde luckförminskning och den automatiska målföljningen fortsatte.

Från måldatamaskinen erhöles luckbildaren order om vilken lucka som skulle öppnas, stor eller liten, samt på vilket avstånd lucköppning skulle ske. Luckans utsträckning i radiell led bestämdes av kretsar i luckbildaren. Erhöles korrelerad video i luckan anropade luckbildaren måldatamaskinen för överföring av målets position, samtidigt som radialvärdet lagrades i ett register.

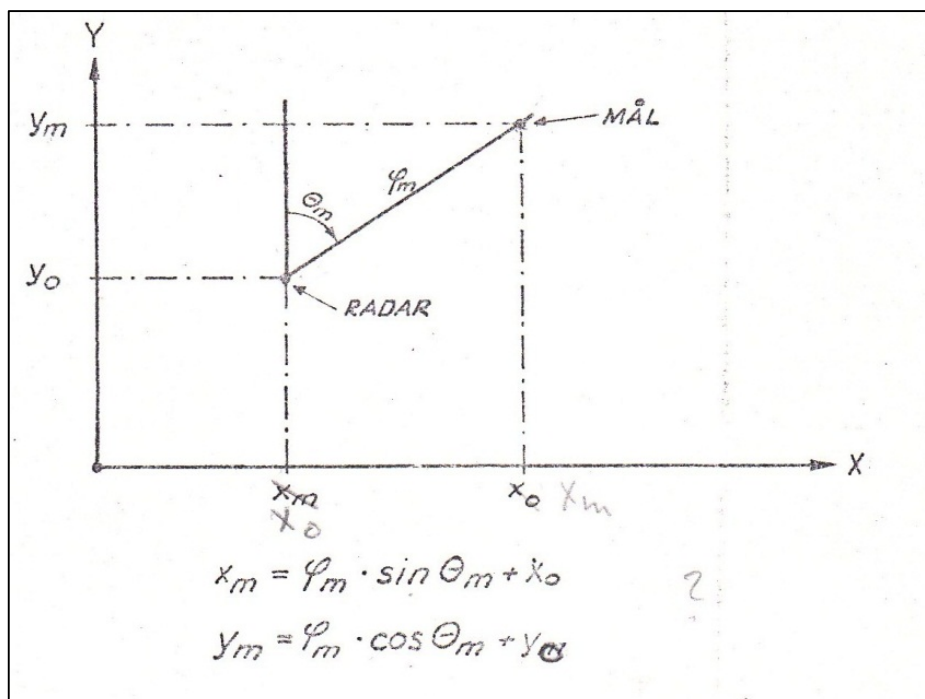
När svar erhöles överfördes det lagrade radialvärdet φ_m samt bärvingsvärdet $\sin \Theta_m$ och $\cos \Theta_m$ och teckeninformation till måldataceller i kärnminnet. För varje radardataenhet fanns celler med plats för 8 stycken. mål. När målpositionen hade lagrats i måldatacellerna anropades programmet "Identifiering av måldata".

Identifiering av måldata

I detta program jämfördes det uppmätta målavståndet φ_m med det i luckdatacellen lagrade luckavståndet φ_L . När programmet hittade ett sådant värde på φ_L att det erhållna mätavståndet kom inom luckan överfördes företagsadressen från luckdatacellen till måldatacellen. Målet är då identifierat, d.v.s. målet är knutit till ett visst företag. När identifieringen var klar anropas programmet "Beräkning av måldata".

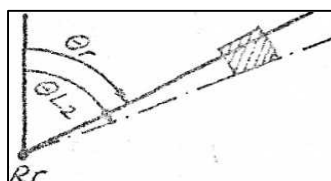
Beräkning av måldata

I programmet utfördes parallaxkorrektion och omvandling till polära koordinater.



Det utfördes för samtliga ekon i luckan varvid programmet valde det eko vars position låg närmast det förväntade läget under förutsättning att hastighetsändringen från föregående inmätning ej varit större än 900 km/tim. Hela tiden som luckan var öppen anropas programmet "Luckstängning".

Luckstängning

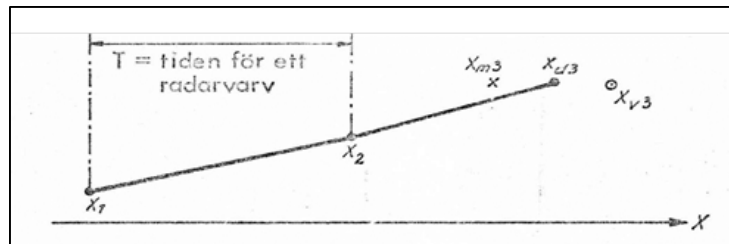


Programmet undersöker om $\Theta_{L2} - \Theta_r \geq 0$. Θ_r = radar bäring. När detta villkor inte längre uppfylldes stängdes luckan och programmet "beräkning av fart, kurs och ny position" anropades.

Beräkning av fart, kurs och ny position

Eftersom den inmätta positionen tas från ett digitalt system med viss upplösning erhållas alltid en viss avvikelse mellan målets position och motsvarande avlästa värde. För att inte erhålla för kraftiga variationer i kurs, fart och läge dämpades målföljningen, vilket innebar att målföljningen förbättrades på rak-

bana men samtidigt försämrades målföljningen i sväng p.g.a. eftersläpning. Detta innebar att en kompromiss måste göras vid val av värdet på dämpkonstanterna, för att systemet skulle erhålla optimal följningsförmåga. Nedan visas hur programmet utförde beräkning av fart och kurs i x-led.



Beräkning av fart och kurs

$$\dot{X}_2 = \frac{X_2 - X_1}{T}$$

$$X_{v3} = X_2 + \dot{X}_2 \cdot T$$

$$X_3 = X_{m3} - X_{v3}$$

$$X_{d3} = X_{v3} + KDP \cdot X_3$$

$$X_3 = X_2 + KDKF \cdot \frac{X_3}{T}$$

I praktiken utfördes dämpningen enligt nedan:

$$X_d = X + KDP \cdot \Delta X - \dot{X} \cdot T_L$$

$$Y_d = Y + KDP \cdot \Delta Y - \dot{Y} \cdot T_L$$

$$\dot{X}_{n+1} = \dot{X}_n + KDKF \cdot \frac{\Delta X}{T}$$

$$\dot{Y}_{n+1} = \dot{Y}_n + KDKF \cdot \frac{\Delta Y}{T}$$

T_L är löpande tid.

$\dot{X} \cdot T_L$ Kompenserar för den positionsändring som utfördes mellan inmättnings- och beräkningstillfället.

Dämpkonstanterna sattes till:

- KDP = dämpkonstant position = 0,75
- KDKF = dämpkonstant kurs/fart = 0,50

Farten beräknades som $v = \sqrt{\dot{X}^2 + \dot{Y}^2}$ och kursen beräknades med ledning av erhållna positioner.

Den beräknade kursen och farten lagras i företagsfacket och hämtas av symbolenheten M4 för presentation på operatörens tabellindikator.

När programmet "beräkning av fart, kurs och ny position" är avklarat anropas programmet "överföring av höjd från PS-15".

Förutom här angivna program så ingår i det automatiska målföljningsprogrammet:

- Omvandling till polära koordinater
- Beräkning av koordinater för luckans första avsökta hörn
- Bäringskontroll
- Lucköppning

Halvautomatisk målföljning

Halvautomatisk målföljning (manuell målföljning) startades genom att företagssymbolen placeras över radarekot och därefter matade målobservatören in bedömd kurs och fart. Genom att manuellt kontrollera och vid behov korrigera positionen vid översvepning och ekopresentationen erhöles beräknade värden på position kurs och fart.

18.4.3 Höjdmätning

Mål som följdes i rgc kunde fördelas med prioritet till:

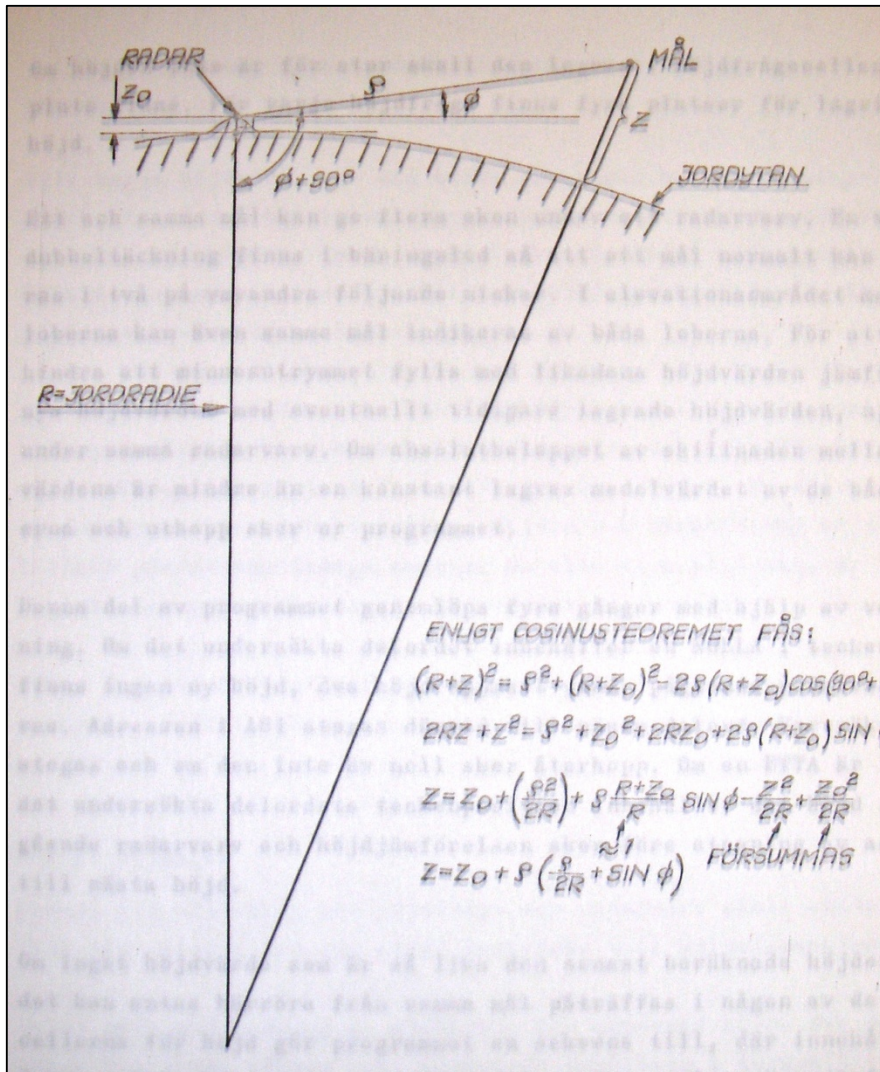
- 3-D radar som PS-15 eller PS-66 som lämnade höjdkod respektive elevationskod kopplat till inmätt målposition
- Volymetrisk höjdmätare PH-39,
- Nickande höjdmätare PH-12, PH-13 eller PH-40

Val av prioritet för höjdmätarna ställdes in på höjdvalspanelen hos Höjop.

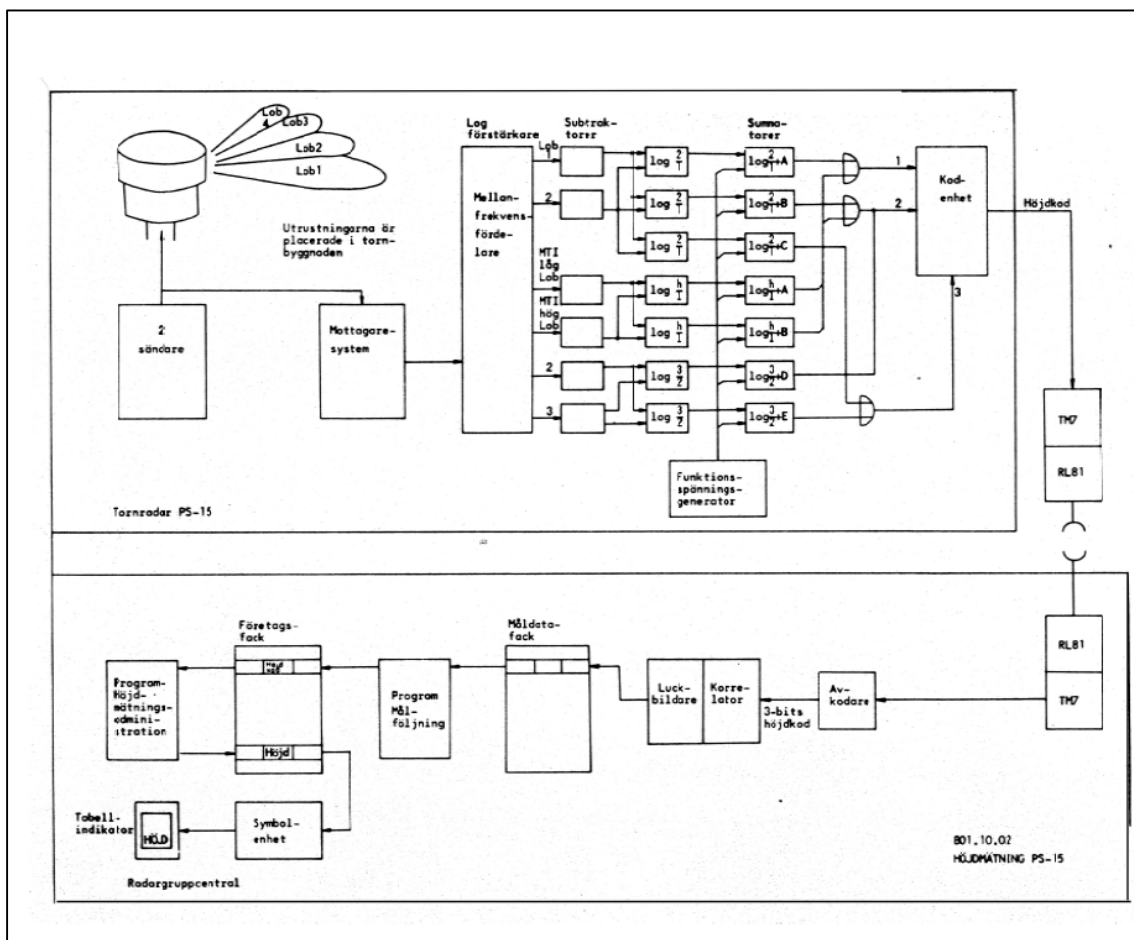
För mål som fördelats till PS-15 erhöles direkt vid översvepningen ett fast höjdvärde, 200m, 800m, 1600m eller 2300m, beroende på i vilken av de fyra loberna som målet hamnat i. För mål som fördelats till PS-66 erhöles höjdvärdet efter omvandling av elevationskoden direkt vid översvepningen.

För alla målföljda mål i rgc och lfc, som fördelats till den volymetriska höjdmätaren skedde höjdmätning automatiskt. Målpositionen fördes över till höjddatamaskinen (höjdfråga) som avläste elevationsvärdet när PH-39 radarlob svepte över den utpekade positionen. Elevationsvärdet omräknades till ett höjdvärde som skickades tillbaka (höjdsvar) till det aktuella företagsfacket. För beräkning av höjdvärdet användes cosinusteoremet enligt nedanstående bild.

För mål som fördelats till nickande höjdmätare sändes en höjdfråga, ett datameddelande innehållande X- och Y-koordinater för målet som skulle mätas, till den aktuella höjdmätaren. Där omvandlades X- och Y-koordinaterna till bäring och avstånd i polära koordinater. Bäringsvärdet styrde ut antennen och vid översvepning i höjddled avlästes elevationen, som omvandlades till höjdvärde. Den inmätta höjden sändes tillbaka till rgc och lagrades tillsammans med övrig information om målet för presentation på tabellindikator.



Ekvation för höjdberäkning med PH 39



Höjdinformation från PS-15

18.4.4 Igenkänning och identifiering

Med PN-79-systemet, som togs i drift i flygvapnet 1964, kunde våra flygplan kännas igen och identifieras. Systemet kunde också ge positionsinformation för målföljning och presentation.

Sett från rgc fanns PN-79 vid PS-15 och PS-66. Från en manöverpanel styrde BiMåled när IK-fråga skulle sändas ut. IK-frågor sändes ut i den bäring där målet som skulle identifieras befann sig och IK-lucka öppnades kring målpositionen. Våra flygplan som nåddes av frågan svarade genom att sända ett IK-svar tillbaka. Svar som hamnade inom luckan avkodades och presenterades. Svaret gav dels upphov till en blipp på PPI:et och dels visades flygplanets Anropssignal på en display hos BiMåled. Automatisk målföljning kunde startas på IK-svar. Måled bestämde även vilket av systemets kodalternativ som skulle användas. Svarsstationer fanns inledningsvis i flygplanen J 32 och J 35.

18.4.5 Radiopejling

Rgc kunde ta emot bäringsinformation från max tre radiopejlar (Fmrp-8) samtidigt via datameddelanden. Pejlers koordinater fanns lagrade i databehandlingsutrustningen och pejlbearing presenterades på Måleds PPI.

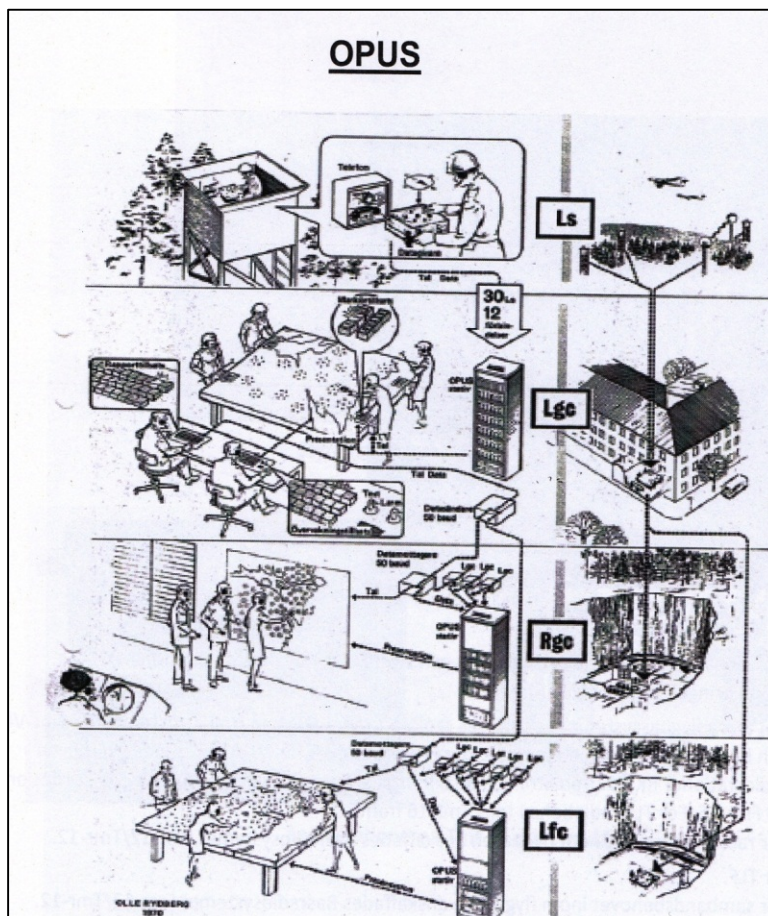
18.4.6 Optisk luftbevakning OPUS

Ls-tornen var utrustade med en datagivare med tryckknappar för bäring. Bäringen bestämdes enligt klockmetoden, vilket innebar att klockan 12 är norr och klockan 6 är söder. Vid rapportering avrundades bäringen till närmast jämna klockslag. Inom 3 km kring ls rapporterades iakttagen farkost som "nära", mittknappen. När en bäringsknapp trycktes in sändes ett pulståg på en stel förbindelse till lgc. I lgc

telerum fanns en utrustning som identifierade signalen och sände vidare en signal till op-rummets rapportkarta (kartbordet), där rapporterade ls aktuella bäringslampa tändes. Från lgc sändes datasignalen vidare till överordnad central genom att rapp (rapportör) i lgc tryckte in knappen med aktuellt ls-littera på sin knappsats. Samtidigt som signalen sändes vidare släcktes lampan på rapportkartan.

Från Lgc inrapporterade målspar presenterades på opus-kartan i op-rummet i rgc. Överföring av informationen från opuskartan till databehandlingsutrustningen skedde genom att målobs avläste kartan och manuellt matade in måldata. Ett eller flera lgc inom sektorn var anslutna till rgc. 1975 var det modifierade opus-systemet integrerat med Stril m/60 i stort i hela landet.

Den optiska luftbevakningens organisation, funktion, arbetssätt mm finns beskrivet i FHT-dokumentet *Stridslednings- och luftbevakningssystem modell 50*⁴³. Informationsflödet framgår av nedanstående bild.



OPUS-systemet

18.5 Jaktstridsledning

18.5.1 Datastridsledning av jakt inklusive återledning

Allmänt

De stridsledande operatörerna i rgc var radarjaktstridsledarna, rrjal, chefsradarjaktledaren, Crrjal, som fördelade och övervakade ledningsuppgifterna samt biträdande chefsradarjaktledare, Crrjalbi, som fördelade förbindelser, frekvenser mm och hanterade information till/från baserna.

Stridsledningsfunktionen i rgc utvecklades ursprungligen för J 35 och utgick från J 35 taktiska uppträdande. För ett kurvanfall (hundkurva) följdes en anflygningsprofil som framgår av bild nedan med start, anflygning med höjdanpassning, acceleration till svängpunkt, fartanpassning och insvängning till

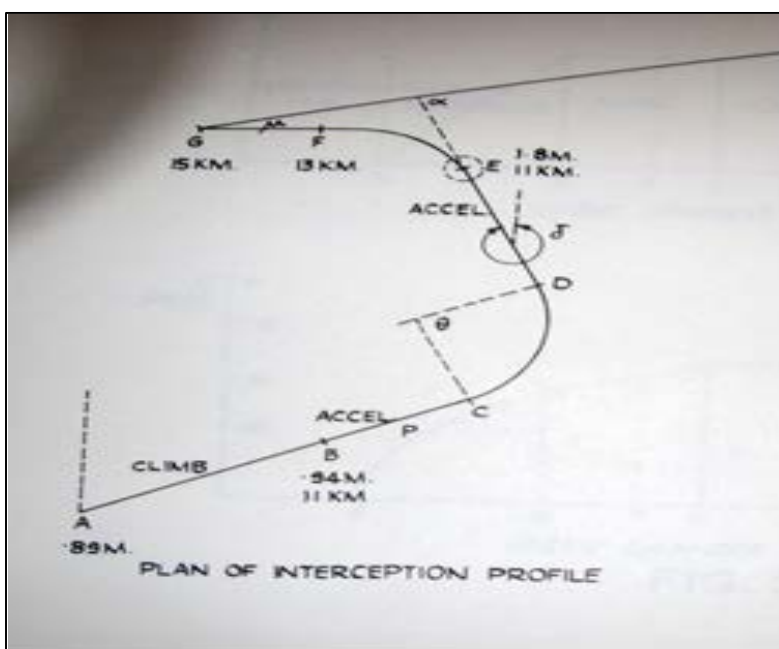
⁴³ Stril 50 Stridslednings- och luftbevakningssystem modell 50, John Hübbert, FHT F03/07

bakompunkten. Styrkursberäkningarna utgick från:

- Målets position, kurs, fart och höjd,
- Jaktens position, kurs och fart (startbasens koordinater och bana om jakten inte startat)
- Vald startbas (nummer 1 - 99)
- En av sju olika anfallstyper
- Ett av 3 beväpningsalternativ
- En av 7 flygplanstyper som relaterade till flygplanprestanda.

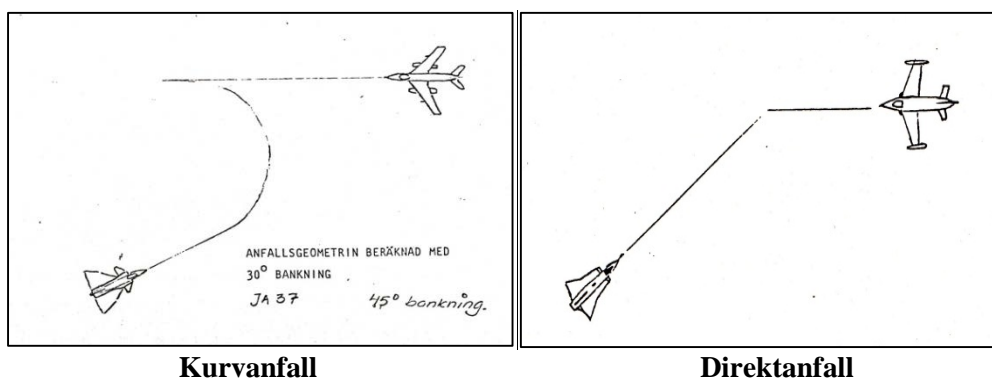
Vid datastridsledning överfördes den beräknade styrkursen tillsammans med uppgifter om bl. a målet (läge, kurs, fart, höjd) kontinuerligt till jaktflygplanet via styrdatameddelande, meddelande 108. Styrdatameddelandet genererades av en datasändare och sändes via datatransmissionsutrustning T1F3 till en eller flera styrdatasändare, Fmr-10, och därifrån vidare upp till flygplanet med en hastighet på 3000 bit/s.

Med datastridsledning kunde ett ledningsuppdrag genomföras helt utan talkommunikation mellan rrjal och flygföraren, vilket var en klar fördel ur avlyssningssynpunkt. I fredstid kompletterades vanligtvis styrdata med tal av säkerhets skäl.



Jaktkurva

Anfallstyperna var av två typer, kurvanfall och direktanfall (senare benämningar: kurvledning och direktledning). Hissanfall var en form av kurvanfall som användes mot snabba mål på hög höjd. Val av anfallstyp bestämdes av rrjal utifrån måltyp (prestanda och beväpning), jaktens vapenalternativ och utgångsläge. Vapenalternativen var radarrobotar (t.ex. rb-24, rb-27), IR-robotar (t.ex. rb-28), jaktraketer och automatkanon. Styrkursberäkningarna tog även hänsyn till väderberoende prestanda, 10 uppsättningar för fred och 10 för krig, som påverkade anflygningsprofilen. Vilken uppsättning prestandaparametrar som skulle användas bestämdes av Crrjal och inlästes i samband med systemstart. Fredsvarianterna svarade mot en profil som förhindrade överljudsart (bangar) över tätbebyggda områden. Krigsvarianterna innehöll inte sådana begränsningar. Styrkursberäkningarna tog även hänsyn till vindhastighet och riktning på olika höjder. Vinduppgifterna för sex höjdsikt erhöles dagligen via telex från meteorologerna och matades in via remsläsare.



Kurvanfall

Direktanfall

Stridsledningsprogrammet genererade automatiskt olika kommandon till flygföraren beroenden på var i stridsförloppet jakten befann sig. Rrjal hade också möjlighet att manuellt initiera sändning av kommando. 31 olika kommandon fanns att välja mellan. Kommando 05 t.ex. betydde *Nytt mål* och kommando 24 betydde *Landa*.

I stridsledningsprogrammet ingick även en återledningsfunktion som beräknade styrkursen för jakten m.h.t. den bas som rrjal pekat ut som landningsbas. Normalt skedde återledning via den inflygningspunkt som fanns i landningsbanans förlängning för varje landningsbas. Inflygningspunkten låg ca 30 km från landningsbanan och farten vid insvängningen var 500 km/tim. I programmets dataarea fanns plats för information (basnummer och koordinater) för 99 baser med tillhörande inflygningspunkter (IP).

Data för ledningsuppdraget presenterades på tabellindikatorn. J-kurvan presenterades på PPI:et.

J 35B var den version som först kunde ta emot styrdata. Programmet anpassades senare för J 35 F som brukar benämnas den första riktiga jaktversionen.

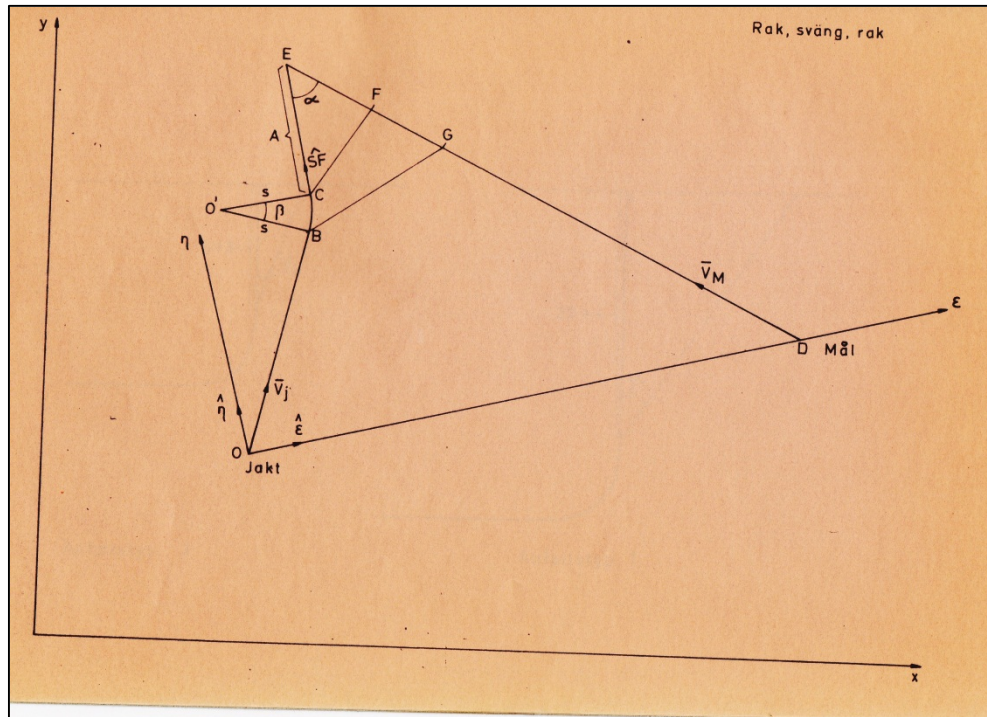
Stridsledningsprogrammet

En styrsekvens i stridsledningsprogrammet sökte igenom ledningsuppdragsfacken (18 eller 24 stycken) i styrdatamaskinens minne och undersökte om ledningsuppdragsfacket var "aktivt" d.v.s. om rrjal startat ett ledningsuppdrag och matat in uppgifter om jakt och fiende. För varje aktivt ledningsuppdragsfack initierades en beräkningsrutin som beräknade styrkurs, initierade kommandosändningar och la ut beräknade värden dels för presentation på ppi och tabellindikator och dels för överföring till datasändaren för generering av styrdatameddelande. Detta skedde ca 1 gång per sekund.

Beräkningsrutinen startade med att hämta uppgifter om målets position, kurs och fart och uppgifter om jaktens position, fart och kurs, jaktens prestanda, vald anfallstyp och beväpning. Rrjal kunde kontrollera uppdraget före startorder till jakten och före utmatning av styrdata för att se att uppdraget var genomförbart med givna förutsättningar. När rrjal tryckte på startknappen startade beräkningarna av den kurs som jakten skulle styra för att slutligen komma till utgångsläget för vapeninsats och styrdata började matas ut. Beräkningsrutinen höll reda på i vilket skede uppdraget befann sig i (anflyingning, insvängning till sista rakbanan osv) för att dels initiera sändning av kommando och dels kunna lägga ut rätta värden för presentation av J-kurvan på PPI:et; J-kurvan "räknades ner".

Noggrannheten i styrkursberäkningarna, och därmed förutsättningarna att komma till önskat utgångsläge för bekämpning, var starkt beroende av noggrannheten i följningen av målet och jakten. Gott samarbetet mellan rrjal och målobs var en av förutsättningarna för att lyckat uppdrag.

Beräkningarna gjordes i koordinatsystem enligt bilden nedan.



Koordinatsystemet

18.6 Robotstridsledning (Rb-68)

Vilka mål som skulle bekämpas med Rb-68 bestämdes av luftförvarsledaren i lfc.

Robotstridsledning i rgc omfattade utmatning av måldata för de mål som robotledaren markerade för bekämpning. Måldata kunde matas ut till max fyra rb-förband samtidigt och användes för invisning av belyningsradarn i rb-förbandet. Inmätta värden på avstånd, elevation och bäring till det mål som belyningsradarn följde återmatades till rgc och dessa målfaktorer omvandlades i rgc till position och höjd. Utöver målfaktorerna återmatades uppgift om stridsledningsstatus som t.ex. på mål, följer, antal klara robotar som presenterades på robotorderpanelen. Datakommunikationen mellan rgc och Rb-förbandet skedde över radiolänk. Radiolänkantennen i rgc hade en bred lob för att inte röja Rb-förbandets grupperingsplats(er).



Rb-68



Belysningsradar

18.7 Ledning luftvärnsrobot (Rb-67)

Vilka mål som skulle bekämpas med lvr-67 bestämdes av luftförvarsledaren i lfc.

Lvrbs-tridsledning i rgc omfattade utmatning av måldata för de mål som robotledaren markerade för bekämpning. Måldata kunde matas ut till max fyra lvrbs-förband. Robotledaren markerade vilka mål som skulle matas ut till respektive kompani.

Lvrbs-förbandet upprättade med egen utrustning en länkförbindelse för överföring av tal och datameddelande från rgc till de fyra lvrbs-kompanierna.



Rb 67

18.8 Delgivning

18.8.1 Luför och flygvarning

Orienteringsledaren, Orled, ansvarade för luftförsvarsorientering som kunde sändas ut via luförsändare vid lgc eller via Televerkets P2-sändare.

I de ursprungliga kraven ingick funktionen Bildluför, d.v.s. att information skulle sändas i form av datameddelanden till mottagande abonnenter och där kunna presenteras på en terminal eller motsvarande. Några bildluförmottagare anskaffades aldrig av mottagande förband eller organisationer och funktionen togs bort i rgc.

18.8.2 Basorientering (f.d. Basalarmering)

Funktionen hade till uppgift att vid rätt tidpunkt och till de baser som kunde bli berörda ge order och rekommendationer om flygbasens larmnivå, d.v.s. flyglarm resp. flyglarm upphör.

18.8.3 Bas och flyglägesorientering

Funktionen hade till uppgift att genom tablåinformation och rapportering ge berörda befattningshavare, främst Crrjal, Tråjal och rrjal, uppgift om status beträffande flygbaser och flyglanlägg.

18.9 Simulering

18.9.1 Översikt

Simuleringsfunktionen användes för både utbildning och för kontroll av funktioner. Funktionen vidareutvecklades i takt med att nya sensorer integrerades och nya funktioner implementerades i rgc.

Simuleringsfunktionen i grundsystemet innehöll följande typer av simuleringar:

- Radarsimulering med generering av planradarekon (ekosimulering)
- Jaktsimulering med styrning av ”jaktsymbol”

Rgc hade 2 planradarsimulatorer som genererade önskad radarinformation.

18.9.2 Radarsimulering (ekosimulering)

Planradarsimulatorens (den fysiska enheten) kunde simulera radarinformation från alla de aktuella radarstationstyperna. Simulatorens kunde kopplas in till valfri radaringång och genererade radarsvep och ekon. Den simulerade informationen kunde även sammanställas med verklig radarinformation. Med parametersättning bestämdes målegenskaper som t ex max hastighetsändringar, svängradier, och radaregenskaper som täckning, ekobortfallsrisk inmättningsnoggrannhet.

Fördefinierade målspele med ett antal målbanor kunde genereras off-line. Målspelen lagrades då på hållremsa för att sedan kunna läsas in vid utbildning eller kontroll. Genom att ge företaget en speciell anropssignal (X00) initierades s.k. företagsstyrd simulering. Genom att mata in position, kurs fart i det simulerande facket så genererades ett radareko som förflyttades sig med de inmatade kurs- och fartvärdena.

18.9.3 Jaktsimulering

Genom att definiera ett företag som jakt med anropssignal X00 i ett ledningsuppdrag genererades ekon för en simulerad flygbana styrd av den definierade flygplanstypens egenskaper som exempelvis maxfart, fartändringar, stighastighet och svängradier.

18.10 Registrering

Registreringsfunktionen användes för att i efterhand kunna analysera hur utpekade företag uppträtt. Företagsdata som t.ex. läge, kurs fart registrerades (lagrades) och registreringen kunde pågå över en längre tid. Registrerade data stansades ut på hållremsa. Vilka data som skulle registreras bestämdes vid initieringen av registreringsfunktionen.

Det fanns även off-line program för bearbetning, sortering och utskrift/plotning av registrerad information. Denna facilitet användes främst vid utprovning.

18.11 Presentationsfunktioner

18.11.1 PPI-presentation

På PPI kunde följande information presenteras:

- Bredbandigt överförd radarinformation
- Företagsinformation
- Kartinformation
- Peksymbol
- Blinker
- Pejllinje
- J-kurva
- Kategorival

Företagsinformationen omfattade: företagsnummer (bokstav och siffra), företagssymbol (ruter, fyrkant)

Kartinformationen omfattade: Referensrutnät, kartkonturer, gränser, riskområden.

Peksymbol, en för varje operatör, bestod av bokstav och siffra.

Blinker, en blinkande cirkel som markerade position för mål som följdes i lfc.

Pejllinje bestående av en linje från radiopejlens fotpunkt (uppställningsplats) till svarande flygplan.

J-kurva visande den beräknade bana som jakten skulle flyga för att nå bekämpningspunkten.

18.11.2 Tabellindikatorpresentation

På tabellindikatorn, Tabi, presenterades data om det företag eller ledningsuppdrag som operatören hade under kontroll på sitt PPI. Stridsledande operatörer hade sex kolumner på sina tabellindikatorer med övriga operatörer hade en kolumn.

På Målobs tabellindikator presenterades det aktiva företags företagsnummer, anropssignal, kurs, fart och höjd.

Crrjal och rrjal kunde få data om sex ledningsuppdrag presenterade samtidigt på sina tabellindikatorer. Här presenterades: Jaktens företagsnummer, jaktens (chefens) anropssignal, fi företagsnummer, fi fart kurs och höjd, riktning, avstånd till fi, beordrad kurs, inmatat kommando, sänt kommando flygplanstyp och tidsfördröjning.

18.11.3 Tablåpresentation

På lägestablån (jakttablån) presenterades basstatus för ett antal baser. Uppgifter om vilka enheter(fpl) som var i högsta beredskap eller i luften, beväpningsalternativ, bana/tidsfördröjning, jakt/mot, leds av/kanal, klargöringstid och beredskapstid. Vissa uppgifter ”matades in” av tablåmarkören andra direkt av Tråjal.

A	BAS/NR	RAS	ENHET	BEV	BANA	FÖRNR	LEDESAV	ANM	ENHET	BERTID	RAS
VÄDER	BANA	DO	HÖGSTA	LAST	/TIDSFÖR	JAKT(A,S)	KANAL		TIDSBER		DO
BASERING	RADIAK	N1	LUFTEN	ALT	STARTID	/MOT			KLARG	KLAR KL	N1
		LO									LO
	BRÅ/16	1	M24/12	2 I							1
		2	M19	3 R I	15/100	D3/C7	2/24		K24	10BG	2
	99454 DT 24	3	M32	2 R	/16	F9/A3	3/31				3
	TYP O T	4	M06/41	1 I	/02	D6/PRY	HÅ/16				4
	37 X	5							M23	25	5
	35F 132	6							M03	20	6
	S32 113	7	K14			D8	1/04		K29/19	35	7
	17 20 4/2 23	8									8
	F 69/27	9	A12	2 I	/06	D4	2/26				9
		10	A18/03	2 R	/12	C3/F2	3/32		F17/32	15FO	10
	99822 A 04	11	027/4	1 I		G2/A4	3/30	031	F36/31	15FO	11
	TYP O T	12							F29/4	30	12
	A32 FG	13	A06	3 R I	22/125				A37	20	13
	35 F 12	14									14
	35D X	15									15
		16									16
		17									17
		18									18
		19									19
		20									20
		21									21
		22									22

Lägestablå

18.12 Sambandsfunktioner

För varje rgc fanns en *förbindelseplan* som var en del av *sektorplanen*. Förbindelseplanen visade både ordinarie- och reservförbindelse för tal och dataförbindelser. Som regel var trådförbindelsen den ordinarie förbindelsevägen.

Med förvalsfunktionen kunde Tråjal fördela vissa inkommande förbindelser till olika befattningshavare beroende på det tillfälliga sambandsbehovet. Tillfälliga omläggningar av förbindelser kunde göras av Tvak genom manuell omkoppling i MK-OK stativet.

I sektorplanen reglerades hur befintliga talradiostationer och styrdatasändare skulle användas och vilka kanaler/frekvenser de skulle vara inställda på. Radiostationerna vid rgc kunde användas av rgc egna operatörer eller genom omkoppling göras tillgängliga för operatörer vid andra centraler. Styrdatasändarna (Fmr-10) var som regel anslutna till flera centraler samtidigt och information från en central kunde sändas ut över flera styrdatasändare samtidigt (parallellt).

Sektorns sambandsavdelning svarade för sambandsledningen.

I bilden nedan visas vilka interna och externa förbindelser som operatörerna skulle ha tillgång till. Matrisen är hämtad från specifikationen "Databehandlingssystem för radargruppcentral, Rgc".⁴⁴

MOTTAGARE \ SÄNDARE	MÅLED				CRRJAL	CRRBI	RRJAL 1	RRJAL 2	RRJAL 3	RRJAL 4	RBLE	KAM 1	KAM 2	TAM	YTLED 2)	HÖJOP	ORLED	TVAK	FORM	VX	RRWAK I LFC	ANGR RGC 1	ANGR RGC 2	BIJAL I LFC TYPE 4)	BIJAL 2) LFC TYPE	EXTERNA OBJEKT ENL CRRBI FORM	EXTERNA OBJEKT ÖVRIGA EXTERNA OBJEKT	SPECIALDHK	RESERV	RESERV	SUMMA	SUMMA	BIL 6 1(1)				
	MÅLED	BIMÅLED	MÅLOBS 1	MÅLOBS 2																														MÅLOBS 3	MÅLOBS 4		
MÅLED																																					
BIMÅLED	⊗																																				
MÅLOBS 1	⊗																																				
MÅLOBS 2	⊗																																				
MÅLOBS 3	⊗																																				
MÅLOBS 4	⊗																																				
CRRJAL																																					
CRRBI																																					
RRJAL 1																																					
RRJAL 2																																					
RRJAL 3																																					
RRJAL 4																																					
RBLE	⊗																																				
KAM 1																																					
KAM 2																																					
TAM																																					
YTLED 2)	⊗																																				
HÖJOP																																					
ORLED	⊗																																				
TVAK	⊗																																				

Exempel på förbindelsematris enligt specifikationen

18.13 Tekniska funktioner

18.13.1 Datakommunikation

Rgc hade möjlighet att sända och ta emot olika datameddelanden de s.k. 100 meddelandena. Varje meddelandetyp var unik och kunde bara hantera den typ information (t.ex. målkoordinater, styrkurs företagsnummer) som den var avsedd för.

Rgc kunde sända:

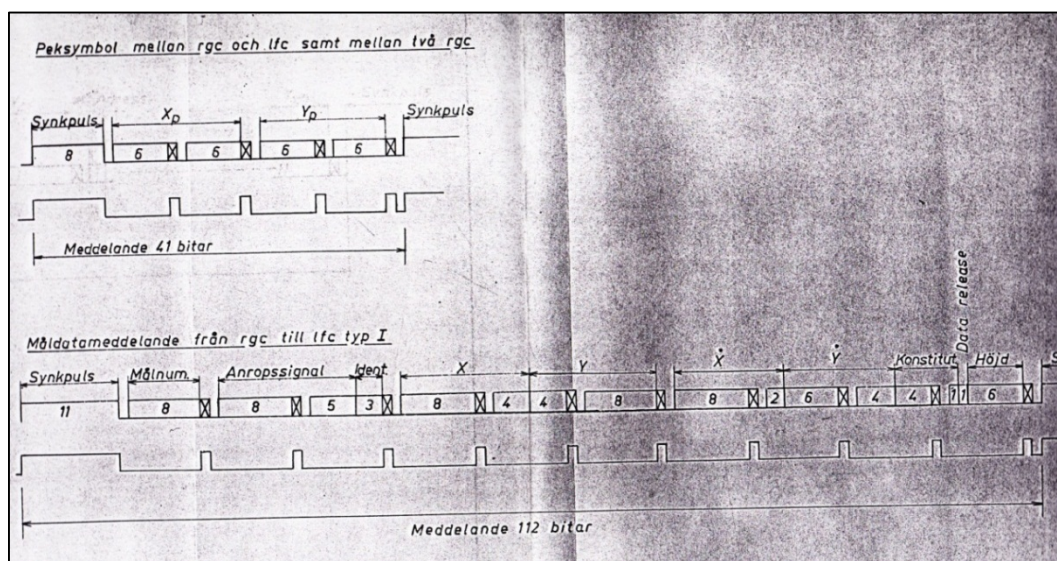
⁴⁴ ELB3 H10/61

- Måldata till lfc med meddelande 104
- Styrdata till styrdatasändare med meddelande 108
- Måldata till Rb-68 med meddelande 111
- Måldata till Lvr-67 med meddelande 114
- Peksymbol till lfc, rgc med meddelande 103
- Pejlfråga, ADF-fråga, till Fmrp-8 med meddelande 115
- Höjdsvar till lfc med meddelande 107
- Höjdfråga till nickande höjdmätare med meddelande 101
- Bildlufor Extern ab med meddelande 109 (användes inte)

Rgc kunde ta emot:

- Höjdfråga från lfc med meddelande 106
- Höjdsvar från nickande höjdmätare med meddelande 102
- Pejlsvar, ADF-svar, med meddelande 116
- Rb-data från Rb-68 med meddelande 112
- Peksymbol från lfc och angränsande rgc med meddelande 103
- Peksymbol från Ksrr med meddelande 103

Startkoden med ett antal 1:or" i följd användes för att synkronisera mottagaren och ange var ett meddelande började. Meddelandelängden definierades av meddelandetypen. 1-test och 0-testmeddelanden samt PC-bitar (parity check) användes för att detektera eventuella fel i överföring en. Meddelandeformatet framgår av nedanstående bild.



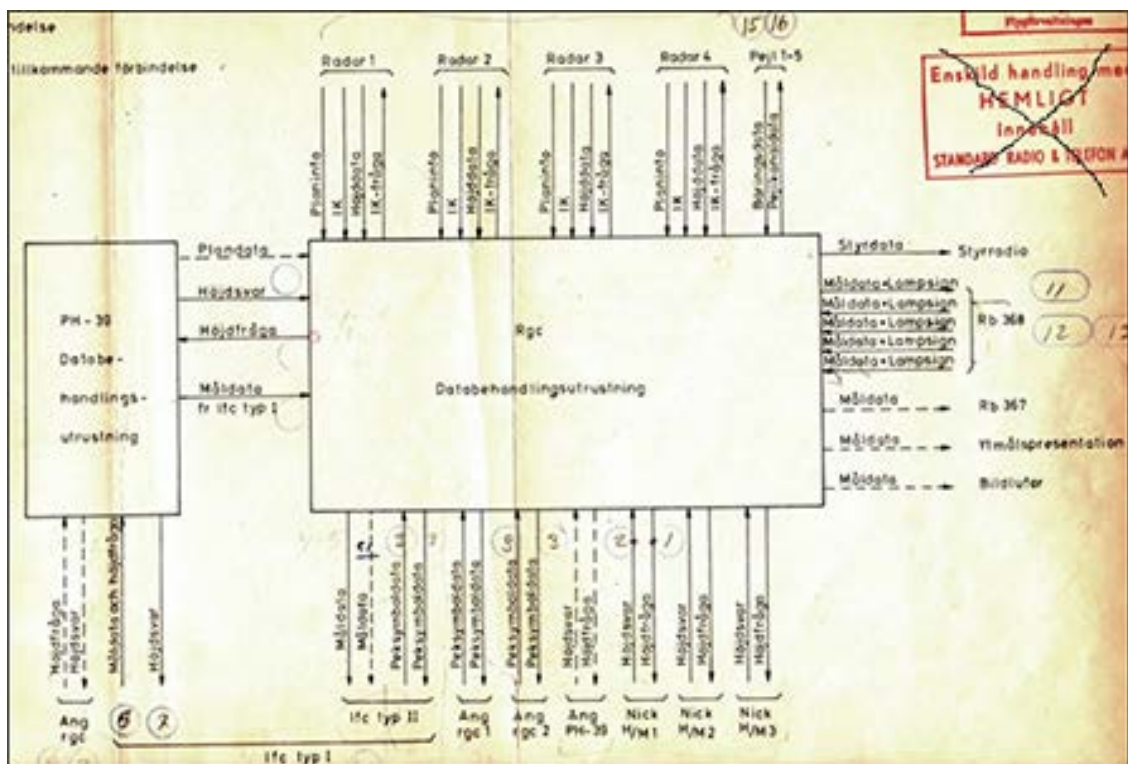
Exempel på meddelandeformat

Datasändare och datamottagare i terminalstaven T2 och T3 var i grunden lika. Med unika programmeringspluggar (kontakter) programmerades de att generera respektive tolka just ett visst meddelandeformat, (t.ex.108). Staven bestyckades för att passa respektive rgc kommunikationsbehov. Den maximala bestyckningen⁴⁵ framgår av nedanstående bild.

Varje datasändare och mottagare var anslutna till var sin datatransmissionssändare respektive datatransmissionsmottagare. Datatransmissionssändaren för styrdata hade flera parallella utgångar för samtidig sändning till flera styrdatasändare.

Anm: Datasändare för ytmålspresentation installerades inte.

⁴⁵ Specifikation *Databehandlingssystem för radargruppcentral, Rgc* ELB3 H10/61



Dataförbindelser till/från rgc

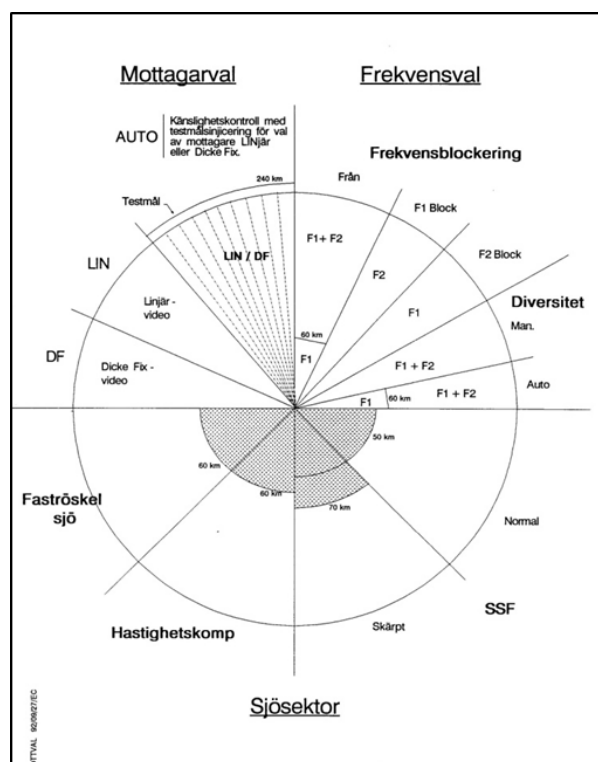
18.13.2 Fjärrmanöver och övervakning

Radaranläggning 15 (PS-15, PN-79)

Från rgc kunde anslutna PS-15 inklusive PN-79 stationer övervakas och manövreras. Manövrarna omfattade Start och Stopp, inställning av MTI och övriga ”tekniska funktioner”, som hanterades av Tvak medan val av video, olika sändarmoder mm manövrerades från panel hos Måled. Beordrade inställningar indikerades på lamptabläer.

Med prestandamätutrustning (PMU), som var placerad i telerummet, kunde olika mätpunkter i radarstationerna väljas. Mätvärdet överfördes och presenterades på en display. Möjligheten att kunna fjärrmäta användes främst vid driftstörningar för att ge PS-15-teknikerna vid de regionala verkstäderna en fylligare beskrivning av störningen eller felet.

Mer information om PS-15 finns i FHT-dokumentet *Spaningsradar PS-15 Historik, erfarenheter, F06/04*.

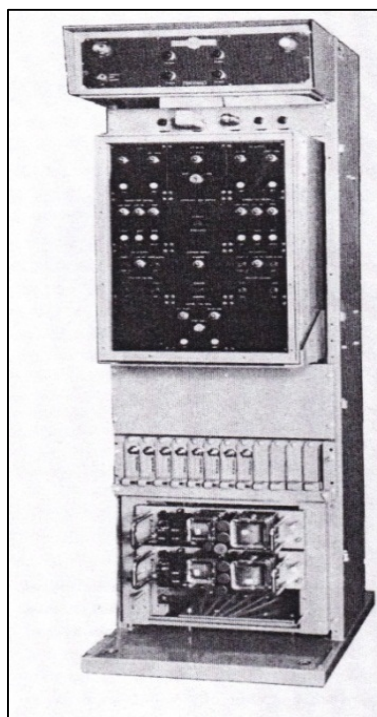


Inställningsmöjligheter i PS-15

18.13.3 PH-39

Den lokala PH-39 var placerad i radartornet, utpunkt D.

PH-39 kunde manövreras och övervakas endera i utpunkten eller från fjärrmanöverutrustning i telerummet. Information mellan telerummet och radarutpunkten D gick via koaxialkabel.



PH-39 fjärrmanöverutrustning i telerummet

18.14 Teknisk systemledning och övervakning

Övervakning av de teletekniska utrustningarna sköttes från tvak-positionen i telerummet. Den tekniska övervakaren, TVAK:

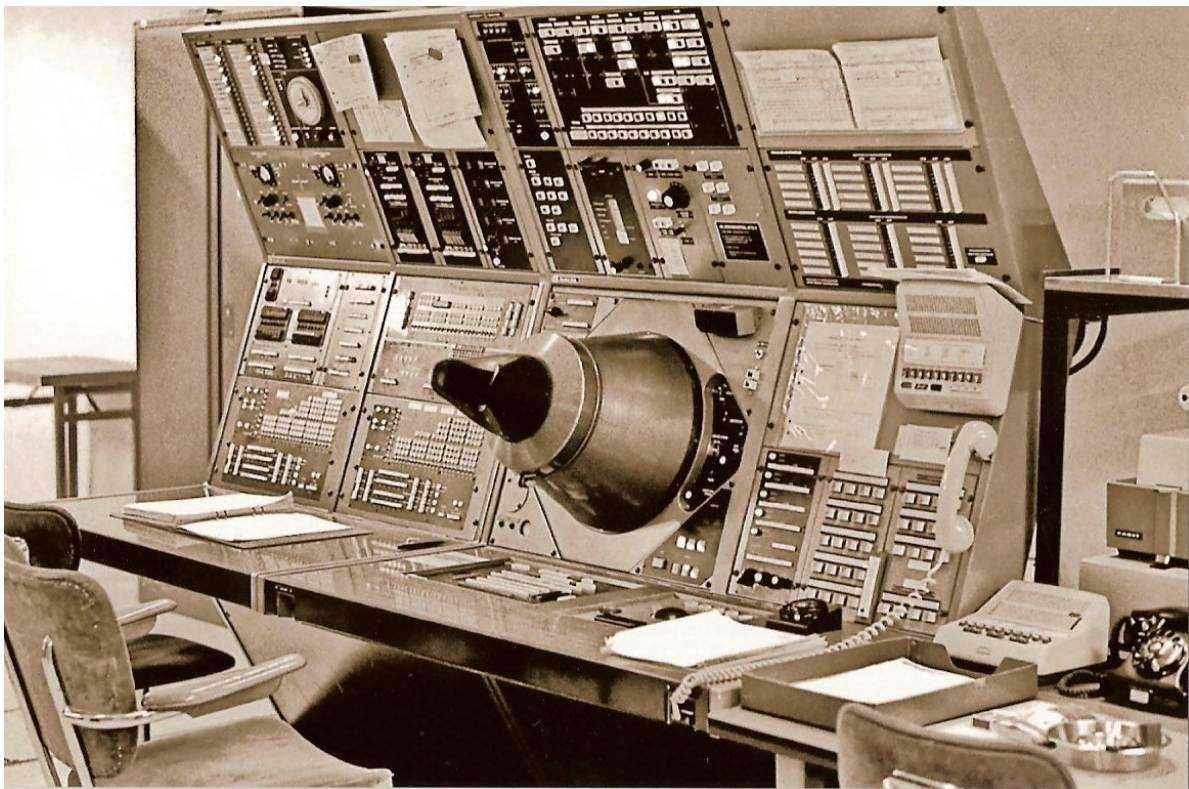
- Ledde och övervakade den tekniska tjänsten
- Kopplade in radarstationer, radiostationer, styrdatasändare, förbindelser mm och såg till att alla tekniska funktioner fanns tillgängliga enligt operatörernas önskemål
- Initierade inläsning av programsystem och konfigurering av datorsystemen
- Initierade simulerings- och registreringsfunktioner
- Initierade inläsning av kartinformation, väderinformation mm

Till TVAK rapporterades upptäckta tekniska fel och TVAK hade direkt kontakt med sektorns driftledningscentral.

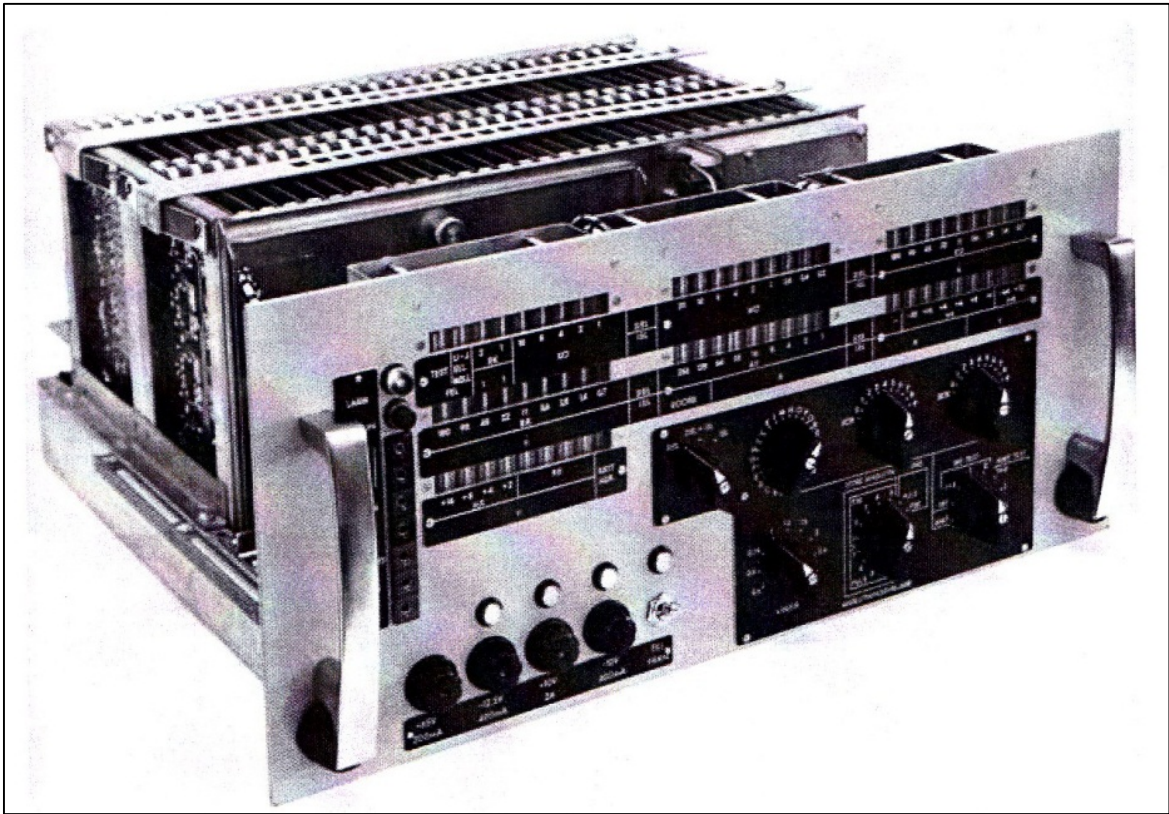
Övervaknings- och manöverutrustningarna fanns samlade i eller i anslutning till tvak-positionen. Här fanns:

- Manöverpanelerna till datorerna för övervakning och manövrering av datorerna
- Remsläsare, remsstans, skrivmaskin för inmatning av program och data och utmatning av t.ex. registrerade data
- Bussmanöverenheten för övervakning av busskommunikation
- Meddelandeanalysator och Meddelandegenerator för övervakning av datakommunikationen och generering av alla typer av datameddelanden
- Taktisk kontrollmottagare för mottagning och sändning av styrdatameddelanden
- Övervakning av kylluftsystemet
- Fjärrmanöverutrustning för PS-15, PN-79 och PH-39
- Larmpanel med larmindikeringar från alla bruksenheter/utrustningar i rgc

Tvak-positionen och den Taktiska kontrollmottagaren visas i nedanstående bilder.



TVAK-positionen



Taktisk kontrollmottagare för styrdata

19 System och materiel i grundsystemet

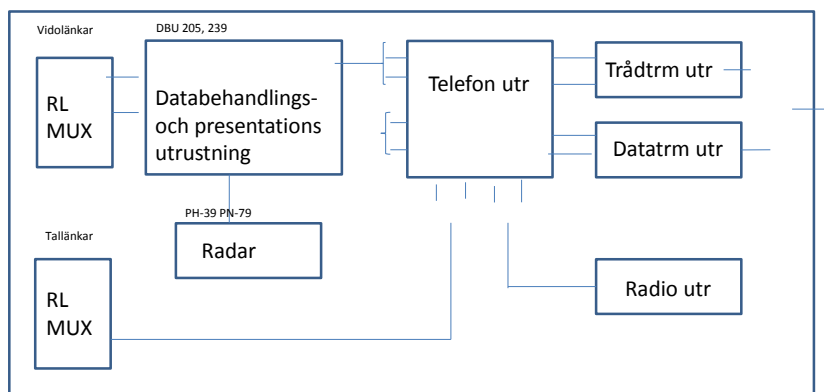
19.1 Systemöversikt rgc

Den övergripande systembilden med anslutna sensorer, samverkande centraler, tele och radiosystem framgår av bilden i punkt 18.2.

Rgc systemtekniska och materielorienterade blockschema framgår av nedanstående bild. I rgc ingick följande materielgrupper:

- Databehandlings- och presentationsutrustningar
- Radarutrustningar
- Radioutrustningar
- Telefonutrustningar (växlar, ledningstagarutrustningar)
- Transmissionsutrustningar (tråd, data, radiolänk, multiplexer)

Varje materielgrupp med ingående utrustningar beskrivs översiktligt i följande kapitel.



Materielorienterat blockschema

Tal- och dataförbindelser gick via kabel eller radiolänk. Kabelanslutningen var dubblerad d.v.s. det fanns två separata kabelintag. Radiolänkförbindelserna gick endera till knutpunkt i FFRL eller direkt till samverkande anläggningar.

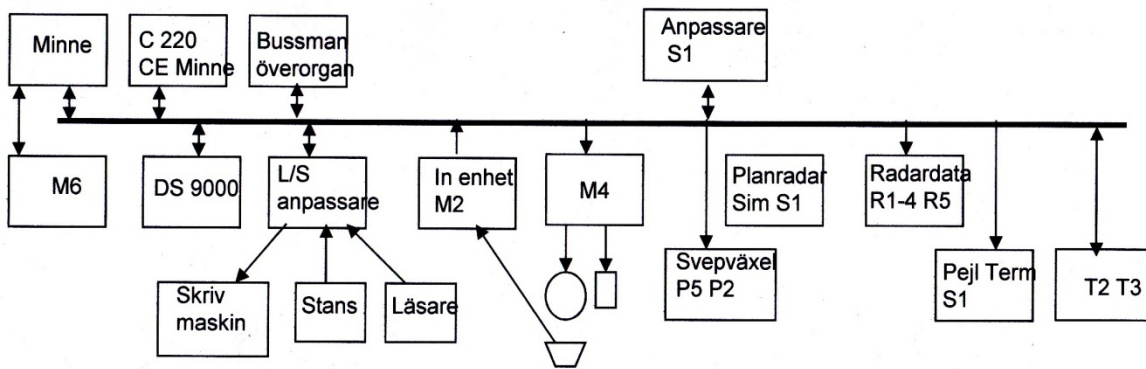
19.2 DBU 205 och DBU 239

19.2.1 Systemkonfiguration

Databehandlingsutrustningen bestod ursprungligen av tre datorer och ett antal samverkande enheter sammanbundna med ett bussystem för utväxling av datainformation.

I nedanstående bild visas datorsystemkonfigurationen för grundsystemet. De viktigaste enheterna var:

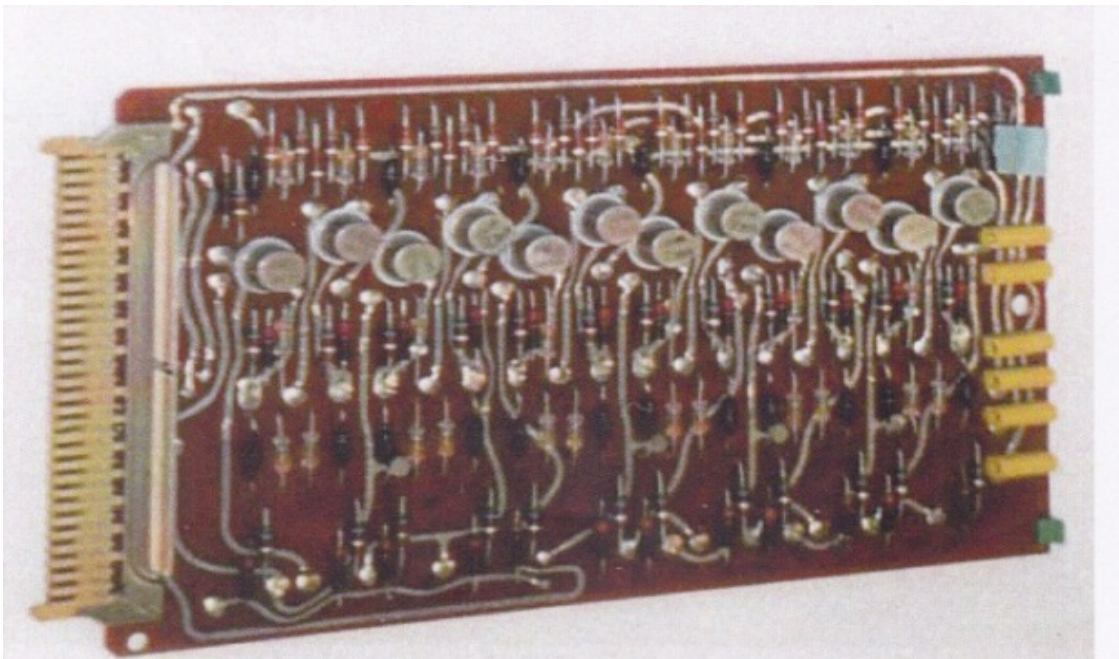
- Målodatamaskinen (C220) med program för målföljning och hantering av gemensamma data
- Höjddatamaskinen (C120) med program för automatisk höjdmätning med indata från PH-39
- Styrdatamaskinen (DS 9000) med program för stridsledningsberäkningar
- Kringutrustning bestående av remsläsare, remsstans och skrivmaskin
- radardatastativ med logik för extrahering av radarinformation för målföljning
- Terminalstativ för mottagning och sändning av datameddelanden (100-meddelanden)
- Symbolenhet för generering av symboler på PPI:er och tabellindikatorer
- Svepväxel och videoväxel för fördelning av radarbilder
- Radarsimulatorerna
- Operatörskonsoler med PPI:er, tabellindikatorer och inmatningstangenturer
- Bussövervakning



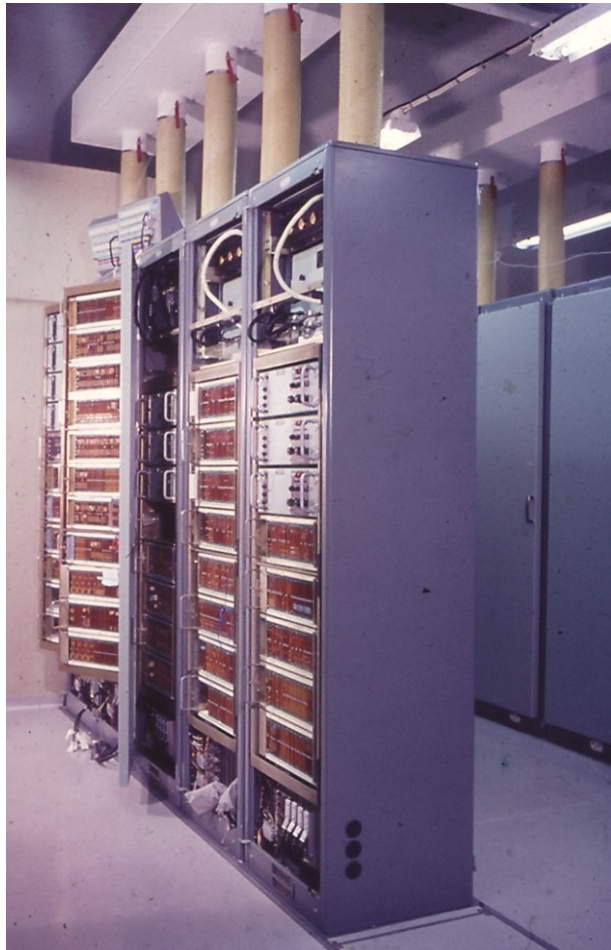
Datorkonfiguration för grundsystemet

19.2.2 Mekanisk uppbyggnad

Grundsystemet var uppbyggt av ett stort antal kretskort av olika slag. Korten var placerade i kassetter som rymde 30 kort. Kassetterna i sin tur satt i en utsvängningsbar ram. Varje stativ hade två ramar. Längst upp i stativen satt 12 volts kraftaggregat. I stativen M1, M5, R1 – R4 fanns kärnminnen. Kretskortens och stativens utförande framgår av bilderna nedan.



Kretskort



Stativ

Kraftaggregaten alstrade värme och stativen behövde därför kylning. Varje stativ var anslutet till det slutna kylsystemet och kylluft tillfördes från lufttrummorna i kabelplanet. För att bättre fördela kyl-luften i stativen infördes en stor platsäck med många små hål. I varje stativ fanns kylluftvakter som larmade om kyl-luften försvann. Anläggningens gemensamma kyl- och ventilationssystem genererade filtrerad kyl-luft.

19.2.3 Dokumentation

För detaljerad information om DBU 205 och DBU 239 hänvisas till följande dokument:

- Funktionsbeskrivning (pärm B01 till B12)
- MHA Rgc, Materiel- och handhavandebeskrivning Del 1 – 3

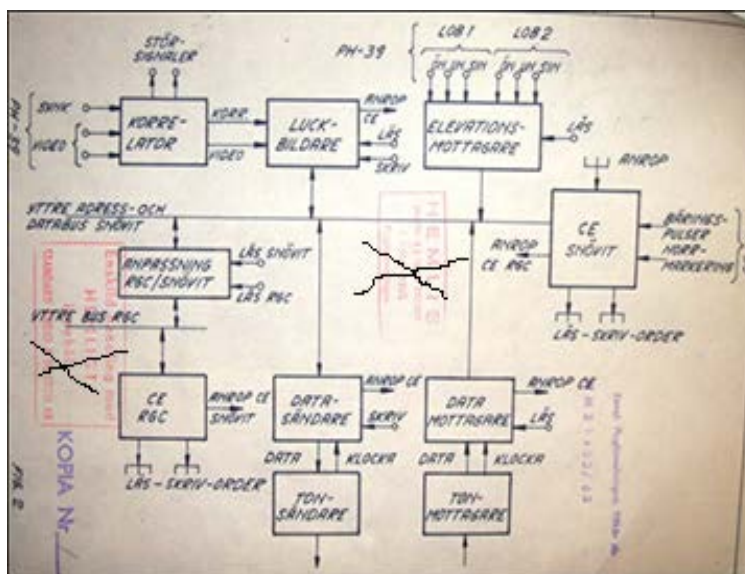
19.3 Databehandlingsutrustning DBU 239

19.3.1 Inledning

Hos SRT fick höjddatamaskinen för projektnamnet ”Snövit”. Höjddatamaskinens enheter fanns i stativen M5 och M6. Indata för höjdberäkningen kom från den radarstationen PH-39, som roterade med tre varv per minut och samtidigt i två lober svepte från -0,5 till +7 och från +6 till +19 grader i höjddled.

Höjdmätningen i höjddatamaskinen initierades genom att en ”höjdfråga” ställdes från måldatamaskinen. Höjdfråga kunde även ställas av lfc. Höjdfrågan utgjordes av X- och Y-koordinaterna för ett mål som mäts in med spaningsradar eller annan sensor. När höjden beräknats skickades den tillbaka till rgc eller lfc. DBU 239 anslutning till DBU 205 och PH-39 framgår av bild ”In och utgångar för rgc databehandlingsutrustning i avsnitt 11.4.2.

Systemblockschemat för höjddatamaskinen framgår av nedanstående bild.



Blockschema för höjddatamaskinen

19.3.2 Censor 120 centralenhet och minne⁴⁶

Våren 1961 påbörjades konstruktionen av en "riktig" datamaskin (med mycket minne!) på SRT. Tidigare hade olika konstruktioner gjorts, som i vissa delar liknade den tidens datamaskiner, i av dåvarande KFF beställt system BabyLos (DBU 208) och datalänken till försvarets Bloodhound-projekt (Bisto). Nu skulle göras en "generell" maskin och början blev det som senare kom att kallas Censor 120. Den skulle användas i Snövit-projektet (VPA, DBU 201?), och kom sedan att ingå i rgc när SRT fick den ordern i slutet av 1961.

Censor 120 och Censor 220 var egentligen samma maskin, det var bara typen av kärnminne som skilde. På C 120 användes DiAn-minnen med en kapacitet på 512/40 (ord/bitar per ord) och på C 220 Ampex-minnen på 4K/40. Båda minnena hade en cykeltid på 6,0 mikrosekunder och det gick att använda s.k. delord. DiAn-minnet hade en indelning på 16+12+12 bitar medan Ampex-minnet hade 4x10 bitar (en sorts "bytes", men det begreppet kom först med IBM:s stora introduktion av 360-systemet i maj 1964).

Program lagrades både i kärnminnet och i programminnet, ett diodminne med kontakter som angav typ av instruktion. Senare har denna typ av minnen döpts till Read Only Memory, ROM. Programminnet hade en kapacitet på 2 x 256/11 och arbetade med en cykeltid på 750 nanosekunder, samma som takttiden för alla s.k. elementaroperationer i Censor 120/220.

På 750 ns kunde två 20-bits ord adderas i den aritmetiska enheten. Denna bestod av en adderare och fyra register (AR, MR, MD och LR) som även arbetade som skiftregister. För att klara additionstiden konstruerades adderaren med snabb carry-logik genom en serie emitterföljare (snabbaste transistorkopplingen), en idé som vi hämtade från Manchester Univertys Atlasdator. Förutom de fyra vanliga räknesätten kunde Censor 120/220 utföra kvadratrotdragning(!), omvandling från binära tal till BCD-kodade tal och omvandling av s.k. cyklisk kod till binärkod. De binära talen var s.k. maskintal med negativa tal representerade i 2-komplement ("skalning" inom intervallet -1 till 0.99999...).

Andra större enheter i Censor 120/220 var Styrlogiken, Manöverpanel med anpassare, Styrregisterenheten och Minneslogiken med anpassning till bussystemet. Bussystemet drogs fram i ett utrymme under golvet i datarummet och anslöt de flesta stativen i det stora rgc-systemet. Det var ett riktigt Local Area Network (LAN) (ett okänt begrepp 1961) med en överföringskapacitet på 40 bitar per 6 mikrosekunder

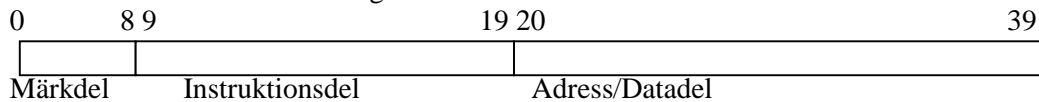
⁴⁶ Text av Sture Jansson, från Veteranklubben Alfås hemsida

(= 6,7 Mbps utan "overhead"!). Det kan jämföras med det populära Ethernet som kom ca 20 år senare med 10 Mbps, dock med mycket enklare kablage (koax) men med rätt mycket "overhead".

Instruktionslista

C 120 maskininstruktionslista omfattade totalt 110 instruktioner. Vissa instruktioner kunde vara lagrade i fasta minnet eller i kärnminnet eller i båda.

Instruktionsordets format framgår av nedanstående bild.



C 120 hade fyra aritmetiska register (AR, MR, LR och MD) och två adressregister (AS 1 och AS2).

Instruktionsuppsättningen återspeglade behovet av att kunna göra snabba och extremt minnessnåla program eftersom de tillgängliga minnesvolymerna initialt var mycket små (512 + 512 ord). De tidskritiska programmen för realtidsbehandling av radardata exekverades i det fasta diodminnet (0,75 μ s) medan övriga program exekverades i kärnminnet som hade en cykeltid på 6 μ s.

I instruktionsuppsättningen fanns instruktioner anpassade för att skala och skifta data till "rätt positioner" i minnet.

Instruktionslistan innehöll:

Aritmetiska instruktioner för matematiska beräkningar som exempelvis

- 106 addera ar + md -> AR
- 100 subtrahera omvänt md - ar ->AR

Logiska instruktioner med vilkorsstyrning som exempelvis

- 126 logisk addition er md ->AR

Skiftinstruktioner för anpassning eller skalning av data som exempelvis

- 07n skifta ar och mr vänster ar₀₋₁₉ och mr₀₋₁₉ n+16 steg

Instruktioner för initiering av programanrop (sättning av programanropsregister) som ex. vis

- 122 Avläs PV2 startadress till PR eller AS2

Hoppinstruktioner som exempelvis

- 124 hoppa om minus ID pos 8-19 ->AS2 om ar₀ = 1

Överföring av data till och från minnet i C 220.

- 130 m C 120 -> AR C 220 överför från C 220 minne till AR (AR = register)
- 131 ar C 220 -> M C 120 överför från AR till C 220 minne

19.3.3 Korrelator

Det fanns två korrelatorer, en för lågloben och en för högloben.

Korrelatorn, som ibland kallades videoextraktor, användes för sortera ut (extrahera) den nyttiga informationen i radarsignalen och för att digitalisera informationen. Korrelatorn kontrollerade också att träffbilderna som erhöles när radarloben svepte över målet var inom de kriterier som ställts in. Kriterierna utgjordes av min och max antal träff och "tillåtna hål" i träffbilderna. Ingången till korrelatorn utgjordes av ett förstärkarkort ett s.k. tröskelkort, som förstärkte alla signaler över en viss nivå och undertryckte brus och störsignaler. Man kan säga att tröskelkortet extraherade radarekon ur radarbruset.

19.3.4 Luckbildare

Luckbildaren skapade en "lucka" i bärings- och avståndsled kring den position som angavs i höjdfrågan. Värdet på elevation och bäring avlästes för de ekon som detekterades i luckan när radarloben svepte över positionen. Värdet lagrades i minnet och användes sen av höjdberäkningsprogrammet.

19.3.5 Elevationsmottagare

På PH-39 roterande utmatare satt kodskivor som genererade elevationspulser samt start- och stoppulser. Pulserna överfördes via koaxialkabel till elevationsmottagarna vars uppgift var att avläsa radarlobens elevation just när målinformation detekterats i mätluckan. Det fanns en elevationsmottagare för vardera loben.

19.3.6 Datamottagare

Datamottagarens uppgift var att ta emot höjdfrågemeddelande (meddelande 105) från lfc innehållande koordinater för mål som ska höjdmätas. Meddelandet hade specificerats av Marconi. Meddelandet hade plats för 150 mål och platsen i meddelandet gav uppgift om målets företagsnummer i lfc. Uppmätt höjd kopplades till företagsnumret i höjdsvaret.

19.3.7 Datasändare

Enhet med uppgift att generera och sända höjdsvarsmeddelande, meddelande 106, innehållande höjd på de mål som kunnat mätas.

19.3.8 Anpassare

Enhet som datateknisk kopplade samman höjddatamaskinen med måldatamaskinen och möjliggjorde överföring av höjdfråga och höjdsvar mellan maskinerna.

19.3.9 Operativt programsystem

Höjddatamaskinens operativa programsystem till Censor 120 (E99024 2100) utgjordes dels av program i det fasta diodminnet (512 ord) och dels av program i kärnminnet (512 ord). Programflödet framgår av nedanstående schema.

I programsystemet ingick följande rutiner:

- Höjdmätning PH-39
- Blinker lfc
- Rutin för kommunikationstest
- överföring C 120 till bussmanöverenhet
- Startrutin
- Serviceprogram

Tidfördelningen mellan programmen sker genom att de anropas antingen över Programväljare 1 (PV1) eller över Programväljare 2 (PV2). Flertalet PV1-anrop sätts av signaler från PH39 och ger hopp till startadresser för de olika programmen.

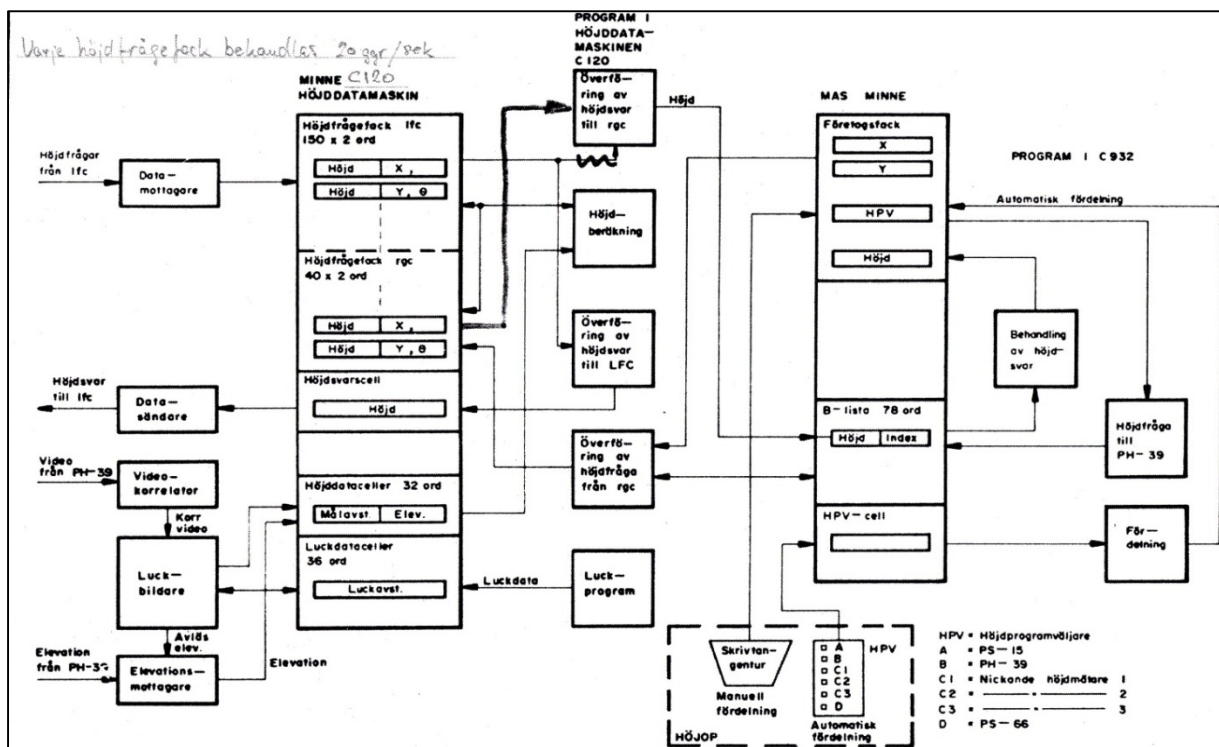
Höjdmätning PH-39

Höjdfrågor från såväl lfc som från rgc, maximalt 150 + 40, kan behandlas. Höjdfrågan innehåller X- och Y-koordinat för väntad position samt ger upphov till en PV2-kod (=2), vilken initierar höjdmätningen. Hela höjdmätningssyckeln för en viss höjdfråga är uppdelad i ett antal underprogram, med var sin PV2-kod. Programmen fördelas i tidsordning av programmet "Genomsökning av höjdfrågefack". Detta program anropas vid nickslut från PH-39 via PV1. Programmet söker igenom samtliga höjdfrågefack och anropar det för varje höjdfrågefack aktuella PV2-programmet. Varje PV2-program avslutas med att höjdfrågefackets PV2-kod tilldelas ett värde som vid nästa genomsökning ger access till då aktuellt PV2-program. När höjden har beräknats, sänds det erhållna höjdvärdet till antingen lfc eller till rgc, beroende på varifrån frågan kom.

Blinker LFC

För undvikande av dubbelmålföljning kunde företag, som var målföljda i lfc, överföras till rgc och där presenteras med en blinkande symbol på PPI:erna. Detta tillgick så att koordinaterna för det i lfc målföljda företaget överfördes i höjd-frågemeddlandet. Koordinaterna överfördes sedan i tidsmultiplex till blinkerceller i måldatamaskinens minne. Dessa celler avsöktes av symbolenheten och presentation på PPI erhöles.

Programflödet i höjddatamaskinen framgår av nedanstående programflödesschema.



19.3.10 Basprogramvara

Basprogramvaran till C 120 utgjordes av testprogram för centralenheten. All programmering gjordes i maskinkod.

19.4 Databehandlingsutrustning 205

19.4.1 Inledning

Databehandlingsutrustningen bestod av ett antal enheter sammanbundna med ett bussystem för utväxling av datainformation enligt bild i punkt 19.2.1.

De viktigaste enheterna i grundsystemet var:

- C 220 med program för målföljning och hantering av gemensamma data
- DS 9000 med program för stridsledningsberäkningar
- Kringutrustning bestående av remsläsare, stans och skrivmaskin
- Radardatastativ med logik för extrahering av radarinformation för målföljning
- Terminalstativ för mottagning och sändning av datameddelanden (100-meddelanden)
- Symbolenhet för generering av symboler på PPI:er och tabellindikatorer
- Svepväxel för fördelning av radarbilder
- Omkopplingsenhet för radarintag
- Kraftdistributionsenhet

- Operatörskonsoler med PPI:er för presentation av radarvideo, symboler och kartinformation, tabellindikatorer för presentation av företagsdata och tangenturer och rullboll
- Teknisk övervakningsposition, Tvak

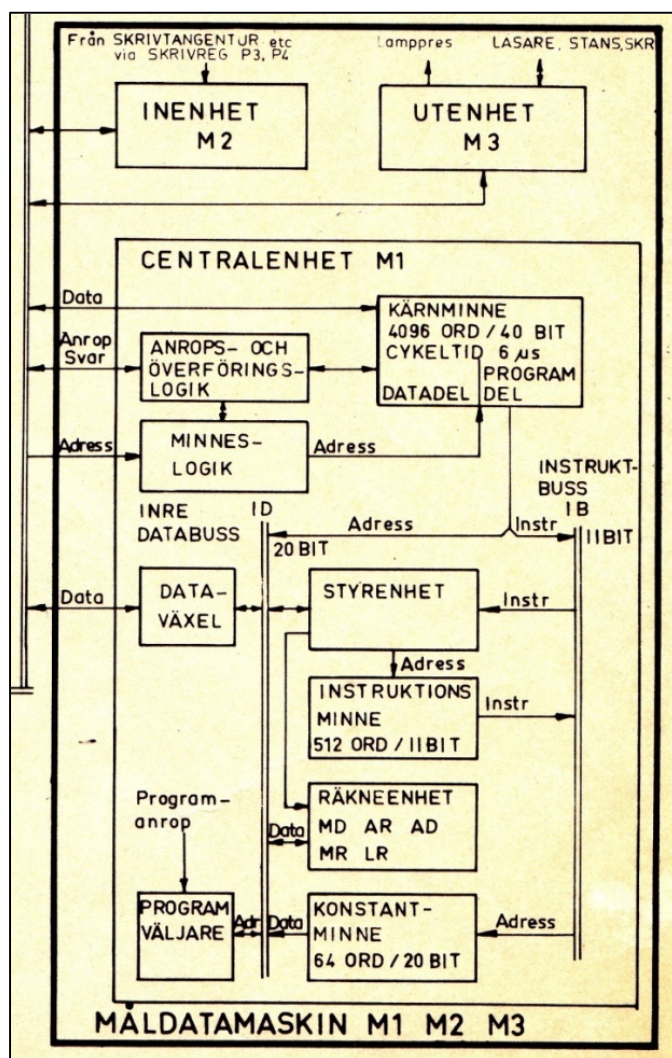
19.4.2 Censor 220 (Måldatamaskinen)

Inledning

Måldatamaskinen utgjordes i huvudsak av stativen M1, centralenhet och minne, samt M2 och M3 för in- och utmatning av information. Till maskinen fanns också remsläsare, remsstans och skrivmaskin. Dessa enheter, kringutrustningarna, användes även för de andra maskinerna genom omkoppling i Läs/Skriv-anpassaren.

I måldatamaskinen fanns det operativa programsystemet som realiserade alla de operativa funktionerna utom höjdmätning och stridsledning. I måldatamaskinen fanns även "det centrala minnet" d.v.s. den plats där den gemensamma informationen samlades.

Måldatamaskinens systemblockschemat framgår av nedanstående bild.



Måldatamaskinens blockschema

Centralenhet

Centralenheten i Censor 220 var i stort identisk med Censor 120, som beskrivits i punkt 19.3.2.

Inenhet M2

För inmatning till datasystemet från operatörsborden fanns skrivtangenter, kommandoväljare och rullboll. Inmatningarna (knapptryckningar) aktiverade reläregister i stativen P1, P3, P4. Logik i M2 läste av registren och initierade inläsning till aktuell area (t.ex. företagsfack) i Censor 220-minnet. Vissa inmatningar initierade programsekvenser.

Kringutrustning

Kringutrustningen utgjordes av remsläsare, remsstans och skrivmaskin. Genom en omkopplingsfunktion kunde måldatamaskinen, höjddatamaskinen eller styrdatamaskinen anslutas till kringutrustningen.

Remsstansen, som tillverkades av Facit och hade beteckningen PE 100, stansade 150 tecken/sek på 5- eller 8-kanalsremsa. Remsläsaren, som också tillverkades av Facit och hade beteckning PE 1500, kunde läsa 1000 tecken/sek från 5- eller 8-kanalsremsa. Normal läshastighet var 500 tecken/sekund.

Skrivmaskinen, som tillverkades av IBM, hade beteckning B1 och skrev 10 tecken/sek.

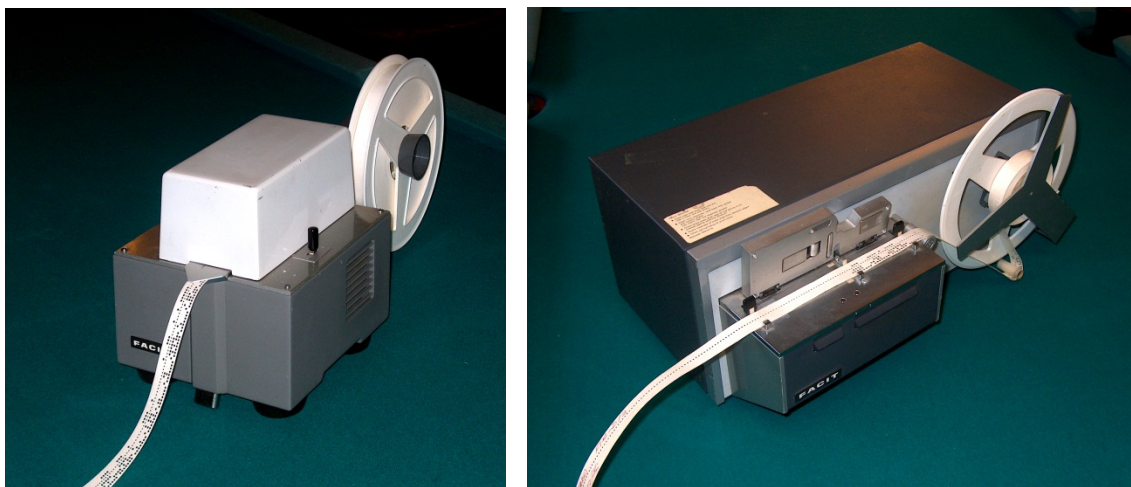


Bild på remsstans, remsläsare och skrivmaskin

Utenheten Stativ M3

Stativ M3 innehöll logik för avläsning av vissa minnesareor i Censor 220-minnet och upptändning av signallampor i olika paneler som t.ex. robotorderpanelen. I stativet fanns även logik för övervakning av buss-kommunikationen på DBU 205-bussen och för kommunikation med bussmanöverpanelen i Tvakbordet. I stativet fanns Läs/Skriv-anpassaren för omkoppling och anslutning av kringutrustningen till C 120, C 220 eller DS 9000.

Operativt programsystem

Det operativa programsystemet för Censor 220 med registreringsnummer E 99011 2100 innehöll programmoduler för applikationsprogram som målföljning, robotstridsledning, peksymbolhantering mm samt definition av gemensamma dataareorna för företagsfack, presentation, datakommunikation mm.

Det operativa programsystemet fanns lagrat på hållremsa som lästes in vid systemstart. Till programmet hörde en uppsättning av anläggningsbundna data (en uppsättning för varje rgc). Exempel på anläggningsbundna data: koordinater (fotpunkter) för anslutna radarstationer, höjdmätare och pejlar, och aktuell företagsnummerserie.

Basprogramvara

Basprogramvaran till C 220 utgjordes av testprogram för centralenhet, minne och vissa av de yttre enheterna, som t ex symbolgenerator. Operativsystem och programproduktionshjälpmedel (t ex assembler) fanns inte.

19.4.3 DS 9000 (Styrdatamaskin)⁴⁷

Översikt

En mycket viktig egenskap hos DS 9000 är möjligheten att utföra olika beräkningsuppgifter samtidigt. Dessa beräkningsuppgifter kan ha olika angelägenhetsgrad, och vilken uppgift som skall behandlas styrs av ett "brytsignalsystem", där en inkommande signal från omvärlden kan bryta ett pågående beräkningsarbete och maskinen kan påbörja ett annat med högre angelägenhetsgrad. Brytsignalsystemet kan också användas vid transport av data till eller från långsamma elektromekaniska organ, t.ex. skrivmaskiner. Det är då dessa som får ge brytsignaler och beordra transport av data med vissa tidsintervall bestämda av organens snabbhet. Mellan tidpunkterna för transporterna kan datamaskinen vara sysselsatt med ett större beräkningsarbete, och tiden utnyttjas genom detta effektivt.

En annan egenskap, som gör att maskinen kan utnyttjas effektivt är att transport av data mellan inre snabbminnet och karusellminnen kan ske, medan beräkningsarbete pågår i maskinen. Likaledes kan transport av data mellan det inre minnet och ett yttre minne, t.ex. i en annan DS 9000, ske oberoende av beräkningsarbetet. Detta arrangeras med ett kösystem till det inre minnet, där både det egna aritmetiska organet med styrenhet och de yttre enheterna får bilda kö till minnet.

FACIT DS 9000 arbetar med ett rent binärt talsystem. Ordlängden är 20 bitar. Ett tal representeras av en teckenbit, noll för plus och ett för minus, och en taldel på 19 bitar. Maskinen arbetar med fast binärpunkt. Negativa tal representeras med 2-komplement.

En instruktion består liksom tal av 20 bitar. Av dessa användes 12 bitar för att ge adress till $2^{12} = 4096$ minnesceller. Sex bitar ger möjlighet till maximalt 64 olika instruktioner. Av dessa utnyttjas för närvarande ett 50-tal. De resterande två bitarna användes för att tala om, om indexregister skall användas och i så fall vilket. Detta ger möjlighet till tre indexregister, som användes vid automatisk adressmodifiering och för varvräkning. Centralenheten innehåller tre huvudenheter: styrenhet, aritmetisk enhet och kärnminne, vilkas uppbyggnad, beskrivs i det följande. Transport av data mellan dessa enheter liksom till och från yttre enheter sker på ett "bussledningssystem" (eller "buss") bestående av lika många ledare, som antalet bitar i registren, dvs. 20. På varje ledare kan transport ske i båda riktningarna. Förbindelsen mellan två DS 9000 sker mellan den egna bussen och det andra systemets kärnminne. Det egna kärnminnet är alltså anknutet till den egna maskinens buss, en annan maskins buss samt direkt till ett eller två karusellminne. Överföringar på den egna bussen kan göras samtidigt som överföring sker mellan kärnminnet och karusellminnet.

DS 9000 kan förses med en väljare för 32 ingångar för digitala storheter. Till dessa ingångar kan anslutas t.ex. register för mottagning av data vid fjärröverföring, digitala vinkelgivare i form av "kodskivor", omkopplare för inställning av konstanter vid beräkningsarbete m.m. För inmatning av data i analog form kan DS 9000 utrustas med en väljare för ingångar för dylika data, representerade i form av en spänning.

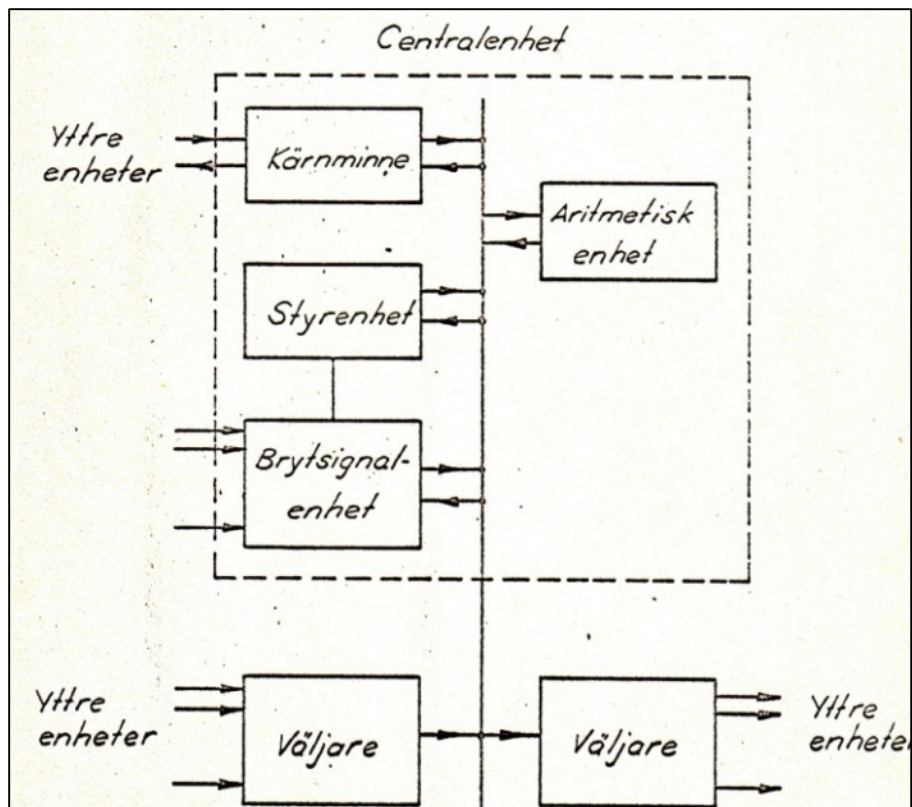
⁴⁷ Text från Facits Teknisk beskrivning

Efter väljaren placeras en analog-digital omvandlare. Normalt kan DS 9000 ta emot data i analog form från upp till 32 ingångar.

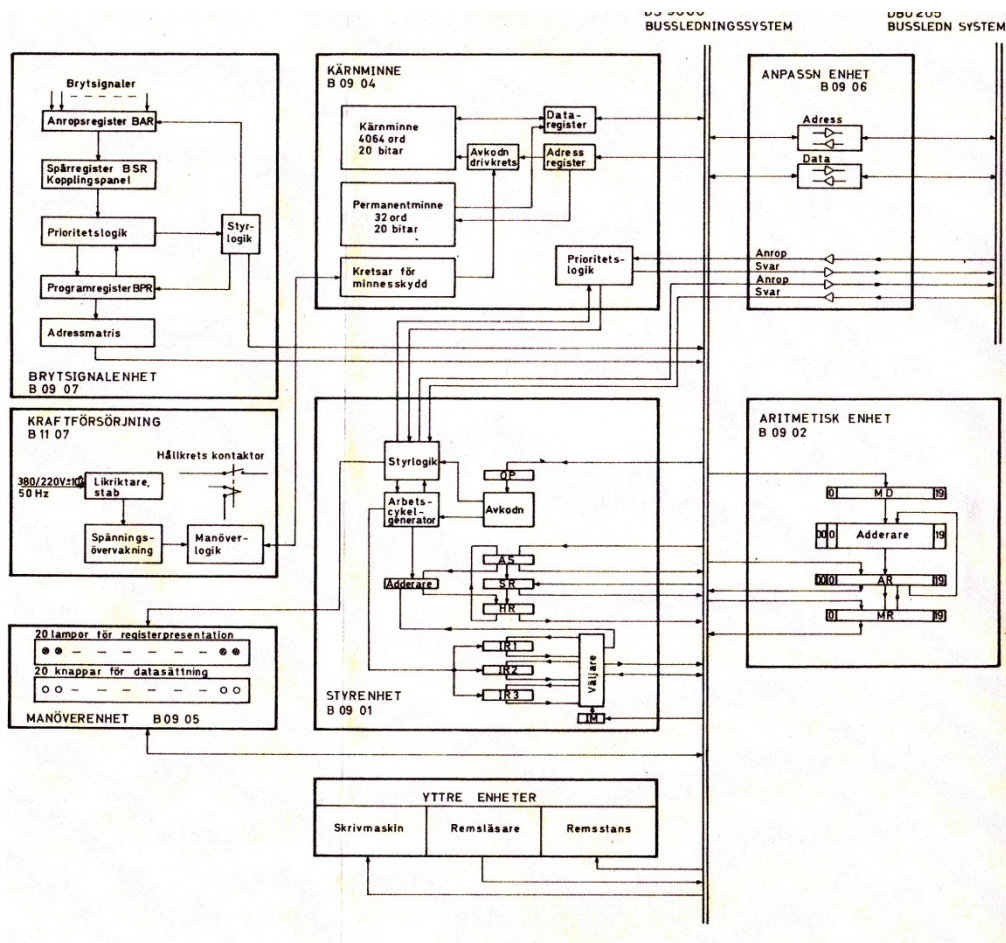
DS 9000 har stor snabbhet och minneskapacitet och har hög beräkningskapacitet dels tack vare korta operations- och accesstider dels genom att ett stort antal speciella, tidsbesparande operationer inbyggs. DS 9000 har två separata brytsignalenheter med prioritetslogik.

Minneskapacitet: 4 kord om 20 bit. Cykeltid: 6 μ s.

Översiktligt och detaljerat systemblockschema framgår av nedanstående bilder.



DS 9000 systemblockschema



Detaljerat blockschema DS 9000 i rgc-utförande

DS 9000 mekaniska utförande visas i nedanstående bild



DS 9000 stativen

Anm: Kortbestyckningen i rgc-utförandet skiljer sig från den som visas i bilden. Färre kortplatser var bestyckade. I rgc fanns inte analoga ingångar och enbart 16 brytsignalnivåer.

Instruktionslista

DS 9000 instruktionslista med instruktioner, exekveringstid mm framgår av nedanstående bild.

Sammanställning av operationerna												
Instruktion	Im	op	as	Benämning	Vorkan	Tid µs	Ändrar					Sid
							ar	ir	hr	n	Sid	
		00	N	överför as till HR	$N \rightarrow HR$	9				x		10
		01	N	addera	$ar + n \rightarrow AR$	16	x					13
		02	N	addera absolut	$ar + n \rightarrow AR$	16	x					15
		03	N	subtrahera	$ar - n \rightarrow AR$	16	x					14
		04	N	subtrahera absolut	$ar - n \rightarrow AR$	16	x					15
		05	N	multiplitera	$ar \cdot n \rightarrow AR, MR$	80	x	x				18
		06	N	multiplitera avrundat	$ar \cdot n$ avrundat $\rightarrow AR; 0 \rightarrow MR$	80	x	x				19
		07	N	dividera	ar / n avrundat $\rightarrow AR;$ tåsten i MR	86	x	x				21
		10	N	lagra ar	$ar \rightarrow N$	16					x	7
		11	N	lagra ar	$mr \rightarrow N$	16					x	7
x		12	N	lagra ir	$ir \rightarrow N(8-19);$ ir (8) $\rightarrow N(0-7)$	17					x	8
		13	N	lagra hr	$hr \rightarrow N(8-19);$ n(0-7) ändras ej	16					x	8
		14	N	lagra ar:s adressdel	$ar(8-19) \rightarrow N(8-19);$ h(0-7) ändras ej	16					x	9
		15	N	lagra bsr	$bsr \rightarrow N(8-19);$ 0 $\rightarrow N(0-7)$	16					x	9
		20	K	skifta höger	ar höger K steg med tecken	8+3K	x					26
		21	K	skifta höger genomgående	ar, mr höger K steg med tecken	8+3K	x	x				27
		22	K	skifta höger utan tecken	ar höger K steg utan tecken	8+3K	x					28
		23	K	skifta höger genomg. utan tecken	ar, mr höger K steg utan tecken	8+3K	x	x				28
		24	K	skifta vänster	ar vänster K steg	8+3K	x					30
		25	K	skifta vänster genomgående	ar, mr vänster K steg	8+3K	x	x				30
		26	N	normalisera	ar, mr normaliseras; antal steg $\rightarrow N19$	16+3K	x	x			x	31
		30	N	tag till AR	$n \rightarrow AR$	16	x					5
		31	N	tag till MR	$n \rightarrow MR$	16		x				5
x		32	N	tag till IR	$n(8-19) \rightarrow IR$	17			x			6
		33	N	tag till BSR	$n(8-19) \rightarrow BSR$	16						6
		34	N	bilda logisk produkt	$ar \rightarrow MR; ar \& n \rightarrow AR$	16	x	x				20
x		35	N	addera till ir	$n(8-19) + ir \rightarrow IR$ och HR	18			x	x		16
x		36	N	tag till IR, minska o lagra	$n(8-19) - 1 \rightarrow IR;$ sedan enl. op. 12	20			x	x	x	16
		37	I	byt tecken på ar	$\neg ar \rightarrow AR$	11	x					17
		40	N	hoppa	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$	11				x		33
		41	N	hoppa om ar ≥ 0	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ar=0	11				x		36
		42	N	hoppa om ar ≤ 0	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ar=1	11				x		37
		43	N	hoppa om icke spill	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ar=0+ar=0	11				x		38
		44	N	hoppa om ar $\neq 0$	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ar $\neq 0$	11				x		39
x		45	N	hoppa om ir=0	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ir=0	12				x		41
x		46	N	hoppa om ar $\neq 0$	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ar $\neq 0$	12				x		42
x		47	N	minska ir och hoppa om $\neq 0$	$ir - 1 \rightarrow IR;$ sedan enligt op. 46	12			x	x		43
		50	I	nollställ AR	$0 \rightarrow AR$	9	x					11
		51	I	nollställ MR	$0 \rightarrow MR$	9		x				11
x		52	I	nollställ IR	$0 \rightarrow IR$	11			x			12
		53	N	hoppa om ECM ledigt	$sr + 1 \rightarrow HR; N \rightarrow SR$ om ECM ledigt	11				x		45
		54	N	utför instruktion	Instr. i cell N utförs	9+		enl. op. i N				46
		55	K	giv brytsignal	Brytsignal till ingång nr. K	11				x		48
		56	N	avsluta sekvens	Akt. sekvens avslutas; $N \rightarrow$ ref. cell(8-19)	9				x		49
		57	I	stanna	Maskinen stannar							50
		60	Y	överför från AR till yttre enhet	ar el. del av ar \rightarrow enhet nr. Y							51
		61	Y	överför från yttre enhet till AR	$y \rightarrow AR$		x					56
		62	Y	överför från AR till yttre minne	$ar \rightarrow$ cell Y i yttre kärnminne	15						61
		63	Y	överför från yttre minne till AR	y i yttre kärnminne $\rightarrow AR$	15	x					62
		64	N	överför från inre minne till ECM	Orden i N, $N + 1 \dots \rightarrow ECM$ enl. ur 5							64
		65	N	överför från ECM till inre minne	$ecm \rightarrow N, N + 1 \dots$ enl. ur 5						x	67

DS 9000 Instruktionslista

Operativt programsystem

Det operativa programsystemet hade beteckningen E99013 2100. Programsystemet, som vanligen bara kallades stridsledningsprogrammet, beräknade den styrkurs som jakten skulle flyga för att komma till utgångsläge för vapeninsats. Beräkningarna grundade sig på målets och jaktens kurs, fart och höjd, och andra förutsättningar inmatade av rjäl. Beräkningsprogrammet sökte igenom alla 18 eller 24 ledningsuppdragsfacken i tur och ordning och beräknade styrdata för vart och ett och överförde beräknade data till respektive ledningsuppdragsfack och till den gemensamma minnesarean i M1 för presentation av J-kurva på ppi och övriga data på tabellindikatorerna samt för överföring av styrdata till datasändaren i terminalstativ T2.

Det operativa programsystemet fanns lagrat på hållemsa och lästes in vid systemstart. Till programmet hörde en uppsättning av anläggningsbundna parametrar av typ baskoordinater och prestandaparametrar för aktuella flygplanstyper.

Styrkursen korrigerades m.h.t. vindstyrkan på olika höjder. Vinduppgifterna, som erhöles från meteorologerna, lästes in under drift från en telexremsa.

Basprogramvara

Basprogramvaran till DS 9000 utgjordes dels av testprogram för centralenhet, minne och kringutrustningar som läsare och stans, och dels av programmeringshjälpmedlen MOPS (maskinorienterat programspråk) och FIA D2 (framtaget av flygingenjör Lars Lindström vid ELB).

Kringutrustning

Se punkt 19.4.2.

19.4.4 Radardatastativ

Inledning

Det fanns två typer av Radardatastativ. R1 – R 4 var konstruerade för mottagning av planradarstationer och R5 var anpassad för mottagning av 3D-information från PS-66. Efterhand som SBÖ-funktionen senare togs i bruk och videolänkarna avvecklades blev radardatastativen överflödiga.

R1 – R4

Videokorrelatorn, som ibland kallades videoextraktor, användes för sortera ut (extrahera) den nyttiga informationen i radarsignalen och att digitalisera informationen. Korrelatorn kontrollerade att pulslängd och träffbild som erhöles när radarloben svepte över målet var inom de kriterier som ställts in. Kriterierna utgjordes av min och max antal träff. Ingången till korrelatorn utgjordes av ett förstärkarkort ett s.k. tröskelkort, som förstärkte alla signaler över en viss nivå och undertryckte brus och stör signaler. Man kan säga att tröskelkortet extraherade radarekon ur radarbruset. Vid automatisk målföljning skapade målföljningsprogrammet en "lucka" i avstånds- och bäringsled kring den förväntade (predikterade) målpositionen. "Luckan" överfördes till luckbildaren och när ett eko detekterades i luckan avlästes bäring och avstånd samt för PS-15 i vilken lob (höjdsikt) målet detekterades. Dessa värden användes av målföljningsprogrammet för beräkning av ny position kurs och fart och för presentation av höjdsikt. Se avsnitt 18.4.2, Målföljning.

R5

Stativ R5 fanns bara vid rgc typ 2 och var anpassat för mottagning av information från PS-66 enbart. Förutom planradarinformationen som hanterades på samma sätt som i R1 – R4 överfördes även elevationskod för höjdberäkning.

19.4.5 Terminalstativ T2 och T3 (100-meddelanden)

Terminalstativen var bestyckade med det antal datasändare och datamottagare som svarade mot respektive rgc datakommunikationsbehov.

Datasändarna hade alla samma grundkonstruktion. Med programmeringspluggar (kontakter) "programmerades" varje sändare att generera ett specifikt meddelande, t.ex. meddelande 104 Måldata till lfc 1, definierat av startkod, meddelandelängd, meddelandehåll (information) samt testsekvenser. Informationen i meddelandet hämtade sändarna från måldatafack och andra gemensamma minnesareor.

Motsvarande "programmering" gällde för datamottagarna. Mottagen information lagrades på bestämda platser i de gemensamma dataareorna för behandling och presentation. I mottagarna fanns kretsar för paritetskontroll och kretsar som kände av att meddelandet hade rätt format. Om felaktigt meddelande detekterades förkastades mottagna data.

De ordinarie dataförbindelserna var via MK-OK fast kopplade till sina respektive datatransmissionsutrustningars linjesida. Stationssidan var via MK-OK-stativen kopplade till Smalbandsomkopplaren (stativ P7) och vidare till respektive datasändare och datamottagare. Datakommunikationen kunde övervakas genom inkoppling av Meddelandeövervakaren (MEDÖ) och Meddelande-analysatorn (MEDA) placerade i stativ T5. Med Provsändtagaren (T6) kunde alla typer av 100-meddelanden generas eller kontrolleras.

19.4.6 Symbolenhet M4

M4 genererade symboldata för presentation på råbildsindikatorer, syntbildsindikatorer och på tabellindikatorer. Enheten matade ut data med olika frekvens beroende på om symboler skulle presenteras med fast sken eller blinkande.

Symboldata för råbildsindikatorer matades ut enbart under mellansveptid och avbröts då den elektroniska kartinformation (ELKA) skulle presenteras. ELKA fanns dock inte i grundsystemet men installerades i slutet på 60-talet på en tilläggsbeställning.

Symbolgeneratorerna hämtade information från företagsfack och ledningsuppdragsfack. Symbolgenerering skedde enligt den s.k. punktmetoden vilket innebar att elektronstrålen bringas att hoppa från punkt till punkt på indikatorn. Varje karaktär var uppdelad i 16 punkter och varje punkt kunde placeras godtyckligt i ett kvadratisk mönster om 32 x 32 punkter.

Funktionsgeneratoren i M4 användes för att rita J-kurvor, återledningslinjer och pejlstreck.

19.4.7 Bildväxel P2 och Svepväxel P5

Med ett vred på radarpanelen kunde operatörerna välja 1 av 4 radarstationer och sen med omkopplare välja vilken kanal (video1, video 2, IK-video) som skulle presenteras på PPI:et. Operatörerna kunde även välja skala eller mätområde för presentationen. Logiken i stativen P2 och P5 styrde att önskad information presenterades på respektive PPI.

19.4.8 Omkopplingsstativ P6

I omkopplingsstativ P6 kopplades (anslöts) bredbandigt inlänkade radarstationer och/eller radarsimulatorer till någon av datasystemets radaringångar (radardatastativ). Inkopplingen gjordes manuellt med lösa omkopplingsbyglar.

Omkopplingsstativet gjorde det möjligt att välja in radar och/eller simulator till önskad radaringång.

19.4.9 Kraft K1

Stativ K1 för central tillslag (start) och distribution av avbrottsfri kraft till samtliga stativ och operatörsbord. Varje stativ och bord kunde dock lokalt stängas av och slås på.

19.4.10 Operatörskonsoler med PPI:er

Operatörskonsolerna (operatörsborden) var likartat uppbyggda men olika bestyckade beroende på vilken operatör som skulle använda det. I bordet fanns:

- 12" PPI för presentation av radarinformation eller enbart syntetisk information. 4 olika avståndsskalor kunde väljas
- Radarpanel för val av radarstation och videokanal
- Tabellindikator för presentation av företagsdata eller ledningsuppdragsdata
- Skrivtangenter för inmatning av alfanumerisk information, specifika funktionsknappar och rullboll för positionsinmatning
- Telefonpanel för intern eller extern kommunikation
- Expeditionspanel (radiokanalväljare) för val av radio och radiokanal

Bilden nedan visar ett rrjalbord.



Bild på operatörsbord

19.4.11 Teknisk övervakningsposition, Tvak

Tvakpositionen (tvakbordet), bestod av:

- En presentationsdel med ppi och tabellindikator och inmatningsutrustning (tangentbord, rullboll) i likhet med operatörspositionerna
- Manöverpaneler till datorerna
- Utrustning för övervakning av busskommunikationen (bussmanöverorgan)
- Larmtablåer
- Telefonpanel för tal- och peksymbolkommunikation

I anslutning till positionen fanns:

- Remsläsare, remsstans och skrivmaskin för in och utmatning av information till datorerna
- Test- och kontrollutrustning för datakommunikationsfunktionen (meddelandeanalysator, kontrollmottagare, provsändtagare)

19.4.12 ELKA (Elektronisk karta)

Den elektroniska kartpresentationen ingick inte i grundsystemet. Funktionen tillkom i slutet på 60-talet genom en tilläggsbeställning.

Elektronisk kartinformation och referensnät (GEOREF) kunde presenteras på alla PPI:er. Stativ D1 innehöll ett kärnminne på 4 kord för lagring av kartinformationen och logik för utläsning till samtliga PPI:er. Operatörerna valde på radarpanelen vilken kartinformation de vill ha presenterad. Presentation av kartbild, som tog ca en sekund och skedde en gång per radarvarv (vanligtvis vid norrpassage) blockerade all annan presentation. Informationen utgjordes av vektorer som avbildade kartkonturer, sektorgränser, beslutslinje flygtrafikleder, skjutområden symboler mm.

Kartinformationen alstrades med ett fristående kartproduktionsprogram och den lagrades på hållremsa. Varje rgc hade sin egen uppsättning av kartinformation.

19.5 Radarutrustning

19.5.1 PH 39⁴⁸

Radar PH-39/F (M3330-039071) är en fast radarstation för tredimensionell avsökning, d.v.s. den kan

⁴⁸ Text från PH-39 M 3330- 039071, Beskrivning del 1

användas för fastställning av ett måls avstånd, bäring och höjd. Radarn har ett speciellt antensystem, som medger snabb upprepning av ett eller flera måls höjddata. Stationen är därför lämpad för insamling av massinformation.

Antensystemet har två antenner och var och en består av en reflektor och en höjdsvepstrålare. Både reflektorer och höjdsvepstrålare sitter fast monterade på ett roterande vridbord. Den vertikala lobavböjningen sker med roterande trattstrålare inuti höjdsvepstrålarna. Antennerna har samma bäringsriktning men olika inriktning i höjd. Den ena antennen täcker låga höjd vinklar medan den andra tar hand om de höga höjdvinklarna.

Varje antenn matas med HF-energi från var sin sändare - det finns alltså två sändare och till viss del dubbla hjälputrustningar. Stationen har två mottagarsystem med dels linjära mottagare, dels två SS-mottagare, d.v.s. mottagare med störskyddsmedel⁴⁹. De linjära mottagarna sitter i ett stativ som i fortsättningen benämns mottagarstativ. De linjära mottagarna används inte men kan lätt kopplas in om så skulle vara nödvändigt. Viss annan utrustning (synkfördelning) i mottagarstativet används dock under alla omständigheter.

Höjd- och bäringsinformation från antennerna fås från kodgivare i höjdsvepstrålarna och i en bäringsgivarenhet under vridbordet. Varje kodgivare består i princip av en glasskiva med omväxlande genomskinliga och ogenomskinliga sektorer. Glasskivan roterar mellan en lampa och en fotodiod, varvid fotodioden utsätts för pulserande ljus, som omvandlas till elektriska pulser. Denna information matas med datapulslänk till rgc databehandlingsutrustning för vidare behandling. I bäringsgivarenheten finns dessutom en elgon som ger bäringsinformation till en lokal kontrollindikator.

Bäringsgivarenheten sitter på vridbordets undersida tillsammans med de två drivmotorerna och oljetanken med dess pump. I vridbordets centrum finns en dubbelkanalig roterande vågledarskarv samt, strax under denna, en släpringsenhet.

Vridbordet vilar på ett stålrörstorn, som står på toppen av den tornformade stationsbyggnaden. På tornets övre del hänger en teleskopstege som kan kissas upp vid service på den ena svepstrålen.

Stationsbyggnadens två övre plan upptas av utrustning som ingår i radarstationen.

På det näst övre planet finns sändarnas hjälputrustningar. Här finns dels två värmväxlare som kyler (eller vid behov värmer) och pumpar kylvätskan till sändarna på våningen ovanför. Vidare finns en luftpump som är gemensam för de två sändarna. Luftpumpen innehåller en kompressor som ger tryckluft till vågledarsystemet. Tryckluften avfuktas i en kemisk lufttorkare som sitter på väggen bakom luftpumpen. Lufttorkaren arbetar med ett hygroskopiskt medel och har två torktuber varav den ena reaktiveras medan den andra är i funktion. Växlingen styrs helt automatiskt från en enhet mellan torkartuberna.

På golvet står två motorgeneratorer, en för varje sändare. Motorn i en motorgenerator driver en likströmgenerator som ger likström av storleksordningen 30 A till magnetronmagneten i den aktuella sändaren. Magnetströmmens exakta storlek styrs av en magnetströmstabilisator, som vid en eventuell avvikelser från nominalvärdet får motorgeneratorns utström att återgå till rätt värde. Magnetströmstabilisatorerna sitter på väggen bakom motorgeneratorerna och arbetar med magnetiska förstärkare (transduktorer).

På väggen mittemot trappan sitter stationens kraftcentral och till höger om denna finns kopplingsboxarna för koaxialkablarna och enkeltrådkabeln till rgc. Här sitter också en telefon så att man lätt kan få kontakt med en annan man t ex i antennen eller nere i rgc.

Sändarna står mittemot varandra på tornets översta våning med sändare 1 till höger när man kommer

⁴⁹ SS- mottagarna ingick inte i grundsystemet utan är en senare komplettering av stationen

upp i trappan. Begreppet sändare innefattar här sändarenhet och HF-enhet. Sändarenheten är det vänstra av de två stativen som står tätt tillsammans. Alla enheter inuti en sändare är åtkomliga genom dörrarna på stativets framsida.

Till höger om sändare 1 står två stativ. Det större stativet är mottagarstativet. De ingående enheterna sitter i fack och de är med några undantag av kassettyp, d.v.s. de kan lätt tas ur vid reparation etc.

Till höger om mottagarstativet finns ett övervakningsstativ. Längst ner i detta sitter en spänningsstabilisator av elektromekanisk typ. Den lämnar 220 V stabiliserad växelspanning till HF-enheterna, SS-mottagarna och mottagarstativet och till datapulsänkens sändardel samt till elgonen i bäringsgivarenheten. I övervakningsstativet finns också en indikeringsenhet och en säkerhetsenhet. På indikeringsenhetens framsida finns lampor och mätuttag där man direkt kan se eller mäta sig till ett eventuellt fel. Huvudparten av lamporna indikerar att den omfattande säkerhetskedjan är felfri. Säkerhetsenheten innehåller skyddskretsar som ger larm eller slår från stationen om vissa signaler skulle saknas. Enhetens elektronik är helt uppbyggd på transistoriserade kretskort.

Bakom mottagarstativet finns en telefon för internt bruk och en larmbox.

De två mottagarenheterna (SS-mottagarna) är utförda som separata enheter och står ovanpå varandra intill trappan.

På väggen till vänster om sändare 2 sitter två enheter, skydds-enheten och sidstartkopplaren. Skydds-enheten innehåller två 24 V-kraftenheter (en 1 reserv) och två sändskydds-enheter (en i reserv). Dessa enheter är transistoriserade. 24 V-kraftenheten i drift ger 24 V-spänning till höjd- och bäringsskodgivarna samt till den inkopplade sändskydds-enheten. Sändskydds-enheten matas med höjdpulser från de två höjdpuls-givarna och håller säkerhetskedjorna slutna så länge dessa pulser matas in.

Sidstartkopplaren inrymmer huvuddelen av startkontakterna för antensystemet. Dessa slås i sin tur till från en lokalmanöverenhet. Strax intill luckan upp till antennen, finns en box som innehåller två säkerhetsbrytare.

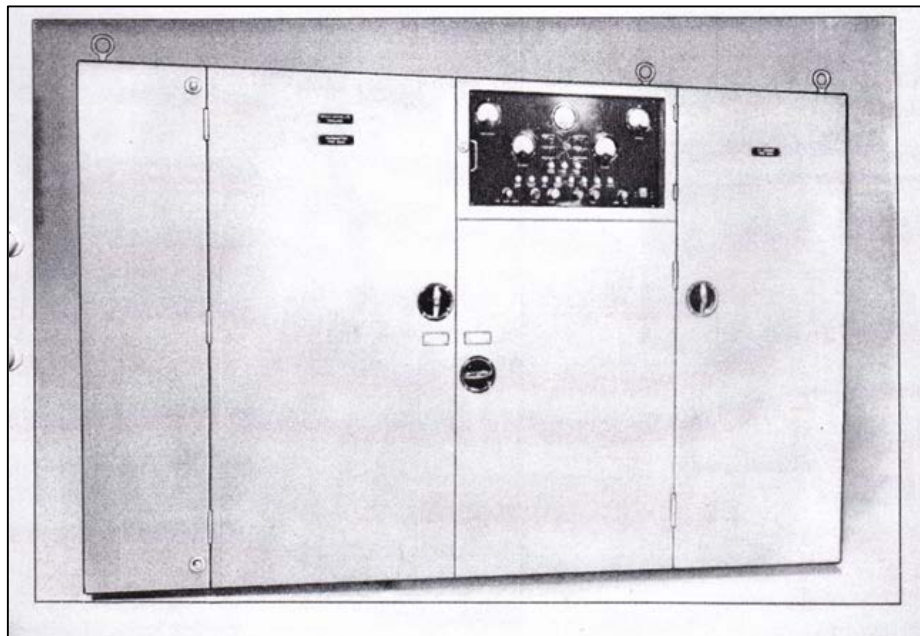
På väggen till höger om sändare 2 sitter datapulsänkens sändarenhet. Den innehåller två 12 V-kraftenheter och nio transistoriserade kretskort i form av kassettenheter. Åtta av dessa enheter (kodpulsförstärkarna) matas med höjd- och bäringssinformationssignaler som här förstärks innan överföringen till rgc. Den nionde enheten (synkuls-generatorn) är en puls-förstärkare för den inkommande radarsynkulpulsen. Strax till höger om datapulsänkens sändardel sitter en kopplingsbox till vilken en kontrollindikator kan anslutas. Till vänster om sändare 1 sitter lokalmanöverenheten. Den är monterad på en ram med gångjärn och kan alltså svängas ut från väggen så att baksidan blir åtkomlig. På enhetens frontpanel finns manöverdon och indikeringslampor för lokaldrift av stationen. I ett utrymme under panelen sitter två 50 V-likriktare varav en står i reserv.

På väggen till vänster om lokalmanöverenheten sitter de två kontaktorenheterna. De är i princip lika, -kontaktorenhet 2 har dock en kontaktor mer än kontaktorenhet 1. Kontakterna startar hjälputrustningarna för sändare 1 och 2 vid tillslag på lokalmanöverenheten. Öppna inte dörrarna till dessa enheter under drift. Ytterligare till vänster sitter en kopplingsbox för koaxialkablarna från informations-givarna i antennen.

Vågledarinstallationen hänger strax under taket. Vågledarna från de två HF-enheterna passerar genom två vågledarväxlar och en fasvridare innan de löper in i en motordriven vågledaromkopplare. Med denna kan matningen mellan sändare och antenn korskopplas. Detta innebär att om sändare 1, som normalt matar lågsvepsantennen, går ur så kan sändare 2 kopplas in till denna antenn. I en reläenhet som sitter under vågledaromkopplaren växlas då också de utgående videokanalerna så att lågsvepskanalen i rgc alltid matas med rätt video. Även vissa säkerhetsfunktioner växlas i denna enhet.

I radargruppcentralen finns två stativ som direkt tillhör radarstationen, ett signalbehandlingsstativ samt ett stativ som innehåller datapulsänkens mottagardel och fjärmanöverenheten.

Den utrustning som ingår i signalbehandlingsstativet används för spektrumbalansering (korrektion) och förstärkning av videosignalerna från radarn innan dessa matas ut till databehandlingsutrustningen. Datapuls-länkens mottagardel är inrymd i den nedre delen av det andra stativet. Här finns åtta kodpulsförstärkare på kretskort av kassettyp och två kraftenheter. All denna utrustning är transistoriserad. Ovanför mottagardelen sitter fjärromanöverenheten som är något mer omfattande än lokalmanöverenheten men är i övrigt uppbyggd på samma sätt. Fjärromanöverenhetens frontpanel belyses bakifrån av två lysrör.



PH-39 sändarstativ

19.5.2 Störskyddsmottagaren

SS- mottagarna ingick inte i grundsystemet utan är en senare komplettering av stationen .

Avsiktlig radarinterferens - jamming - stör eller omöjliggör mottagning av radarekon. Verkan av stör-sändningen kan emellertid i hög grad elimineras om radarstationen, i första hand på mottagarsidan, har s.k. störskyddsutrustning (SSU).

I detta kapitel beskrivs en av de mottagarenheter, som finns i radarstation PH-39. I stationen ingår två lika mottagare. Mottagarenheten är en störskyddsmottagare (SS-mottagare). Denna mottagarenhet ger tre videosignaler:

- | | |
|--------------------|---|
| • lin/MAKR | linjär/momentan AKR |
| • log | logaritmisk |
| • log/DF/PLD, etc. | logaritmisk/dicke-fix (konstant falskt alarm förhållande), pulslängddiskriminerad |

Val av videoutsignalen kan göras lokalt eller genom fjärromanövrering. Brusfaktormätning och inställning av falskt alarmförhållandet (FAF) kan endast ske lokalt.

Mottagarenheten har följande karakteristika:

I den linjära MAKR-mottagaren (MAKR = momentan AKR) är det konventionella, linjära verknings-sättet modifierat genom att en negativ återkoppling till MF-förstärkaren erhålls från videoförstärkaren. Förstärkningen i MF-förstärkarens första steg ändras härigenom efter karaktären hos insignalen. Svår-hastigheten är sådan att signaler med längre varaktighet än nominellt dämpas kraftigt. Eftersom återkopplingssignalen matas till stegen före detektorn, erhålls ett mycket stort dynamiskt område, så att önskade målekosignaler, som är överlagrade på klutterblock inte försvinner. Det är inte möjligt i en linjär mottagare som inte har MAKR, även om den har differentiering efter detektorsteget. Kombinationen MAKR-mottagare och differentiering ger en mycket klar och finkornig presentation, eftersom endast framkanten på ekosignalen tecknas. I den logaritmiska mottagaren erhålls ett stort dynamiskt

område genom en stegvis detektering i mottagaren. Utsignalen från detektorstegen adderas och ger en logaritmisk videoutsignal. Eftersom likspänningskomponenten tas bort från utsignalen har denna mottagartyp ett mycket gott KFA (konstant falskt alarmförhållande) och bibehåller på så sätt en amplitudskillnad mellan mål ekosignal och kluttersignal. Den logaritmiska karakteristiken, särskilt i samband med pulslängddiskriminering, reducerar effektivt nederbördsklutter, sjöklutter och andra slumpvisa signaler till bakgrundsbrusets nivå, men gör det möjligt för önskade ekosignaler att passera genom klutterområdena. En logmottagare med pulslängddiskriminering undertrycker mycket effektivt långa signalblock (klutter eller långsam svepstörning).

DF-mottagaren (KFA-mottagaren) har en bredbandig, begränsande förstärkare med så hög förstärkning att utsignalen från bredbandsteget är oberoende av amplituden hos insignalen till mottagaren. Mottagarens förstärkning är så hög att efterföljande steg mätas med inre brus. Den bredbandiga begränsade utsignalen filtreras sedan i ett smalbandfilter vars bandbredd är anpassad till radarns pulstid (2, 5 μ s). Mottagarens totala prestanda är likvärdig med den hos en linjär mottagare. Beroende på bredbandbegränsarens normaliserande verkan har mottagaren mycket gott KF A-prestanda och är i det närmaste okänslig för varje interferenssignal som inte ligger inom smalbandfiltrets bandbredd. DF-mottagaren är särskilt effektiv mot störsändning med snabbt svep och annan radarinterferens, som inte är exakt avstämd. Beroende på dess begränsade dynamiska område har den ingen inverkan på klutteröverlagrade signaler, eftersom klotret har korrekt bandbreddskarakteristik och tas emot med full känslighet. DF-mottagaren har alltså en karakteristika som kompletterar karakteristiken hos en logmottagare med pulslängddiskriminering.

I mottagarenheten ingår även ett system för erhållande av svepstyrd förstärkning i DF-kanalen. I detta system ingår en oscillator/modulatorkassett och en SSF-enhet vilka tillsammans ger en 34 MHz-signal vars amplitud sjunker enligt en bestämd kurva. Amplituden är maximal vid nollpulsen och avtar sedan så att känsligheten ökar vid längre avstånd. Denna SSF-signal matas in till MF-fördelaren i förstärkarfördelningskassetten.

TEKNISKA DATA

Mottagarenhetens funktionssätt:

LIN	linjär mottagarkarakteristik
IAGC	linjär mottagarkarakteristik med momentan AKR (MAKR)
LIN+DIFF	linjär mottagarkarakteristik och differentiering
IAGC+DIFF	linjär mottagarkarakteristik med MAKR och differentiering
LOG	logaritmisk mottagarkarakteristik
LOG+PIJ)	logaritmisk mottagarkarakteristik med pulslängddiskriminering
DF	"Dicke-fix" mottagarkarakteristik med konstant falskt alarmförhållande (KFA)
DF+PLD	DF med pulslängddiskriminering
QDF	kvantiserad DF-mottagarkarakteristik
CCM2	en kombination av LOG, PLD och DF

Andra kombinationer var möjliga men användes normalt inte.

Mellanfrekvens	30 MHz
Pulstid	2,5 μ s
Bandbredd	Nominellt ca 500 kHz eller 4 MHz beroende på valt funktionssätt
Utsignal	ca +3 V puls med 300 mV ansatsbrus (lin- och logmottagare)
Falskt alarm förhållande	1 %
Kraftförsörjning	200 – 240 V enfas, 40 – 60 Hz nätspänning

MEKANISK OCH ELEKTRISK UPPBYGGNAD

Mottagarenheten består av ett mottagarfack och ett kraftfack, som är insatta i ett stativ. De båda enheterna är insatta i var sitt fack i stativet och hålls kvar med vardera fyra) skruvar. Stativets baksida täcks av en panel på vilken anslutningsdonen för mottagarenhetens anslutning till stationens kabling finns.

19.5.3 PN-79

Den del av PN-79-systemet som fanns i rgc benämndes Telestativ variant 4. Här avkodades den bredbandigt överförda IK-videon från PN-79-mottagarna i PS-15 och PS-66 anläggningarna. Avkodningen resulterade i presentation av flygplanets anropssignal hos Måled och Bimåled.

Alla delar (kretskort) som hade med avkodningen att göra var hemliga och korten var monterade i plomberade "lådor". Det var enbart huvudverkstaden CVA som fick reparera korten.

19.6 Radioutrustning

19.6.1 Inledning

Radioutrustningen i rgc användes i huvudsak för talstridsledning endera av rrjal i op-rummet eller av rrjal vid annan ledningscentral. Antalet radiostationer varierade mellan anläggningarna. Kapaciteten kunde ökas genom att Transportabla radiostationer, Tmr-13/14, tillfälligt placerades vid anläggningen.

Styrdatasändning kunde även ske via Fmr-7B och/eller RK-02.

19.6.2 RK-01

Markradiostation RK-01 var en komplett radioutrustning för telefoni (A3) och telegrafi (A2) på fasta frekvenser inom området 100-156 MHz. Stationen var avsedd för samtidig trafik på flera kanaler. Sändar- och mottagarutrustningarna installerades på skilda platser för att i första hand undvika störningar på mottagarna från de egna sändarna. I stativen kunde sändare/mottagare för upp till 8 kanaler installeras och parallellt betjänas från operatörsplatsen.

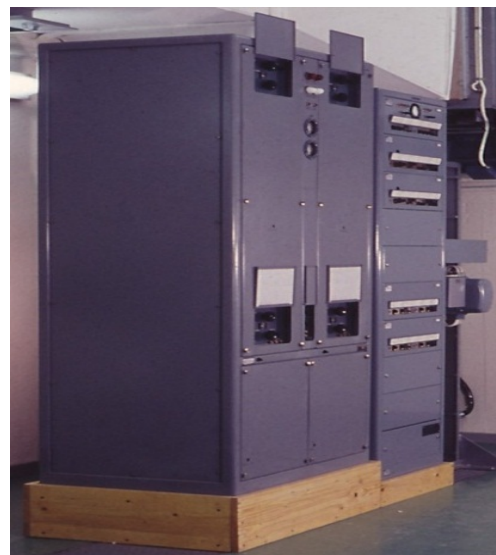
Radiostation RK-01 var en enkanals kristallbestyckad amplitudmodulerad radiostation med separata mottagare och sändare som kunde anslutas till Effektsteg 201 och då lämna en uteffekt av 350 W.



Effektsteg 201 och Rk-01 sändare

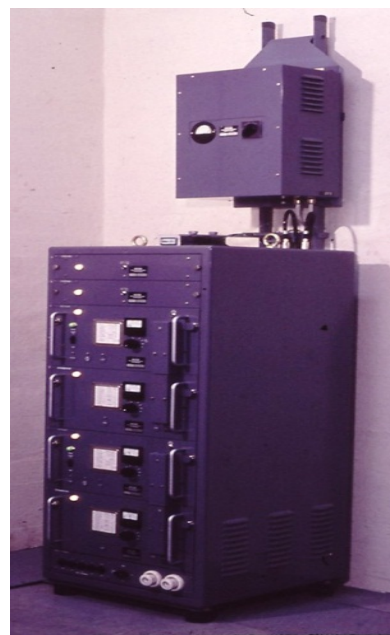
19.6.3 Radiostation RK-02.

RK-02 arbetade inom frekvensområdet 103-156 MHz och med amplitud- och frekvensmodulering. Sändaren hade LF-ingång för styrdatasändning. Enheterna var uppbyggda som RK-01-enheterna och passade i samma typ av stativ. RK-02 hade heltransistoriserad mottagare och fasmodulator i sändaren.



19.6.4 Radiostation Fmr-7B (M3955-707021)50

Radiostation Fmr-7B var en VHF-station med AM och FM, avsedd för flyg-, land- och marinkommunikation. Stationens frekvensområde var 100,05 – 156,3 MHz. Frekvensområdet var uppdelat på 1120 fasta kanaler med 50 kHz kanalavstånd. Från manöverenheten kunde 24 i förväg inställda kanaler inom frekvensområdet väljas. AM eller FM valdes med omkopplare i stationen. Stationen kunde antingen direktmanövreras eller fjärrmanövreras. Fmr-7B kunde användas för sändning av styrdatameddelande. Sändarens uteffekt var 35 W och mottagarens känslighet var 4 μ V.



19.6.5 Effektstativ 201

Effektsteg 201 hade en uteffekt på 350 W.

19.6.6 Effektstativ 202

Effektstativ 202 beställdes och började levereras i slutet av 60-talet för att i början av 70-talet började de äldre Effektsteg 201. Effektstativ 202 hade en uteffekt på ca 500 W.

19.6.7 Expeditionspaneler

Expeditionspanel som medgav manövrering och betjäning av 10 radiokanaler för ett stort antal operatörer. Med omkopplare kunde godtyckliga radiokanaler väljas in för passning medan normalt en radiokanal användes för trafik.

19.6.8 Fjärrmanöverutrustning för radio

Speciella manöversignalomformare (MSO 1225 Hz) installerades för överföring av nycklings- och anropsinformation. Vid nyckling skickades en ton på 1225 Hz ut på Lf-linjen till sändaren som när tonen erhöles nycklade sändaren. Ett bandspärrfilter dämpade tonen så att den inte kunde modulera sändaren. Anropsindikeringen från mottagaren hanterades på motsvarande sätt. Med denna metod kunde godtycklig radiokanal inom landet anslutas till ledningscentralen. Uppkopplingarna skedde med stela förbindelser. Såväl tråd som radiolänk användes.



19.7 Telefon- och trådtransmissionsutrustning

19.7.1 Översikt

Telefonutrustningen utgjordes av ledningstagarutrustning och manuell förmedlingsväxel. Ledningstagarutrustningen tillhörde en grupp av utrustningar som bara installerades i strilcentraler. De hade samma uppbyggnad men olika bestyckning och var anpassade för respektive central. Beskrivning av dessa enheter finns i fastställda publikationer. Här förtecknas bara några av de varianter som förekommit inom Stril.

19.7.2 Ledningstagarutrustning M3918-2010251

Ledningstagarutrustningen manövrerades från kommunikationspaneler placerade i manöver borden.

Uppkoppling av förbindelser skedde normalt med hjälp av olika reläsatser som ingick i utrustningen enligt bilden nedan. All reläutrustning var placerad i stativ i telerummet.

De interna förbindelserna kopplades upp mellan manöverbord inom anläggningen eller från något manöverbord till den manuella förmedlingsväxeln. Externa förbindelser kopplades upp från manöverbord över anslutningsutrustning till abonnenter utanför anläggningen.

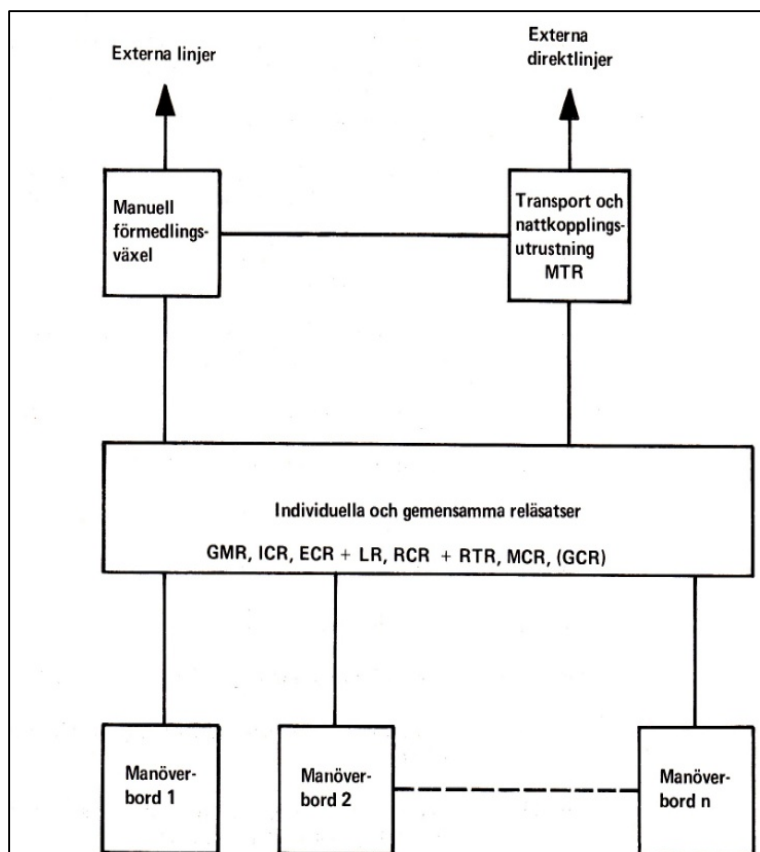
Ledningstagarutrustningen var uppbyggd med fyrtrådig förmedlingsutrustning, som från transmissionssynpunkt är överlägsen tvåtrådig. För interna manöverbordsförbindelser används dock bara tvåtrådig uppkoppling. Utrustningen medgav att fem förbindelser samtidigt kunde kopplas upp till samma manöverbord.

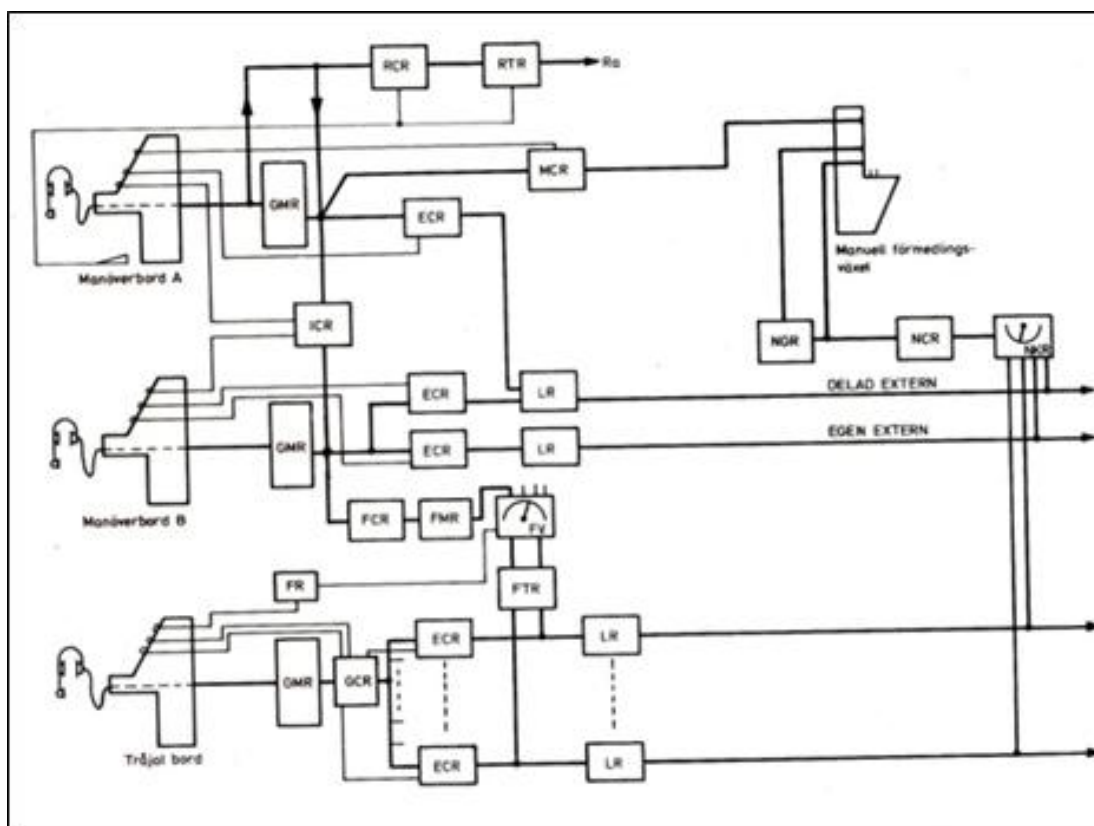
I vissa manöverbord ingick en expeditjonspanel för radiotrafik. Vid sändning på radioförbindelser användes samma mikrofon som för telefontrafik.

Ledningstagarutrustningen bestod av en manöverdel och en funktionsdel. Manöverdelen utgjordes av kommunikationspaneler i manöverborden. I dessa paneler satt tryckomkastare, med vilka ledningstagarutrustningen manövrerades.

Funktionsdelen utgjordes av ett antal reläsatser, som användes för uppkoppling av olika förbindelser. Till funktionsdelen kunde också den med ledningstagarutrustningen samarbetande manuella förmedlingsväxeln räknas.

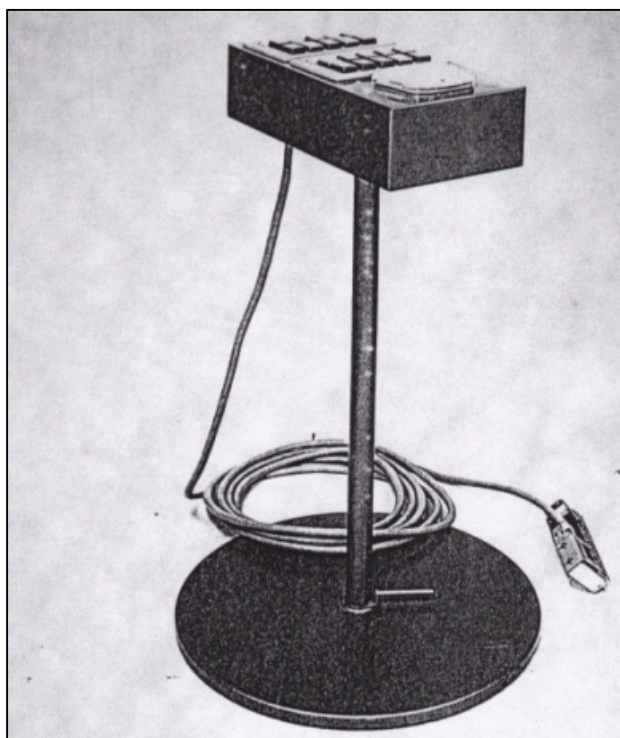
Varje befattningshavare hade till sitt förfogande en kommunikationspanel. Panelernas storlek varierade beroende på antalet förbindelser som respektive operatör hade tillgång till. Hand- eller huvudmikrofon kunde användas och i vissa bord fanns möjlighet för anslutning av två talgarnityr, för chef och biträde. Ledningstagarutrustningens blockschema framgår av bilden nedan.





Blockschema för ledningstagarutrustningen

Luftvärnsledaren, Lv-led, hade en speciell panel för utlösning av luför och lv-order över P2-sändare.



Lv-led panel

19.7.3 Trådtransmissionsutrustningar

I rgc fanns följande datatransmissionsutrustningar:

- Linjetonsändare T1F3 för sändning och mottagning av datameddelande med hastigheten 1200 bit/s
- Linjetonsändare T1F3 sändning styrdatameddelande med hastigheten 1500 bit/s
- Telegrafiinlagringsterminal VT2F för sändning och mottagning av peksymbolmeddelande inlagrat i talkanal, 50 bit/s
- linjetransformatorer och förstärkare
- Signalomformare 1425 Hz

Linjetonsändaren T1F3S

Linjetonsändaren bestod av:

- Modulator
- Distributionsenhet med 4 linjeutgångar
- Taktgivare
- Nätenhet
- Kontrollenhet

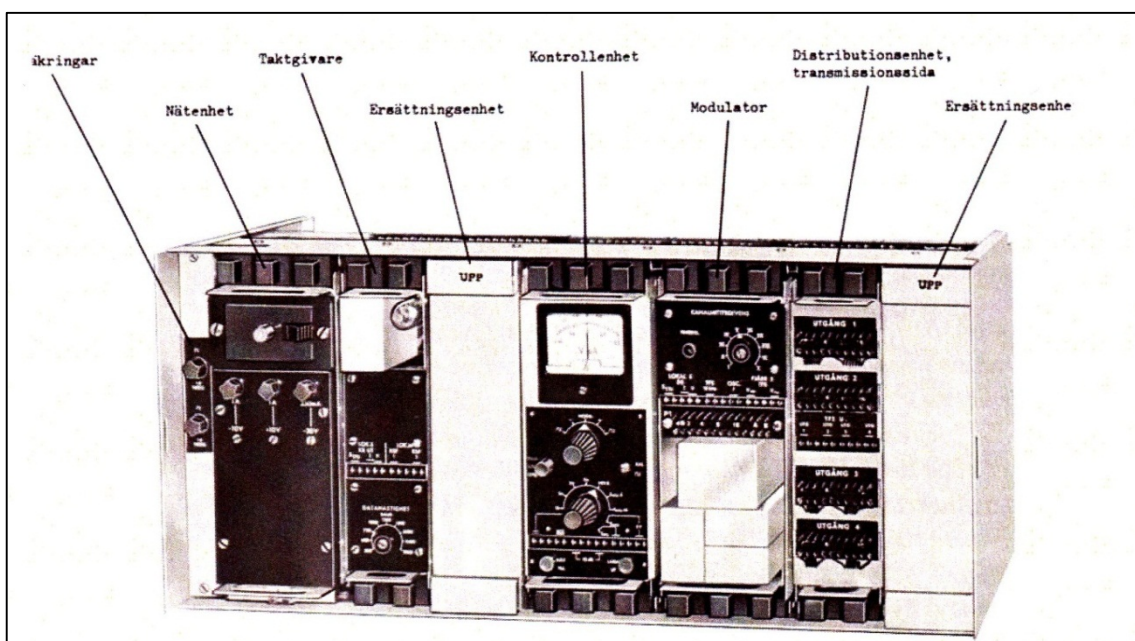
Linjetonsändaren var frekvensmodulerad och genom att ändra dess kanalmittfrekvens kunde utrustningen anpassas till den anslutna förbindelsens överföringsegenskaper.

Modulatorens omvandlade de inkommande basbandssignalerna (likströmssignaler) till transmissionssignaler. Moduleringen skedde så att tonen med den högre frekvensen (f_2) sändes vid pluspolaritet hos basbandsignalen och ton av lägre frekvens (f_1) sändes vid minuspolaritet. Frekvensskiftet kunde med strappningar på modulatorens front sättas till 480 eller 960 Hz. Kanalmittfrekvensen kunde kopplas om mellan 10 olika frekvenslägen.

Från modulatorens anslöts transmissionssignalerna till en eller två distributionsenheter. Från modulatorens matades signalerna till distributionsenheter. Där delades signalerna upp på fyra från varandra skilda utgångar för anslutning till distributionsenheter. Varje distributionssignal innehöll två utgångar vardera vilket innebar att 8 olika mottagare kunde anslutas till varje linjetonsändare. Distributionsenheterna innehöll en förstärkare och dämpare med vilken olika utnivåer kunde ställas in.

Med kontrollenheten kunde samtliga drivspänningar kontrolleras och signalnivåerna i modulatorens. Dessutom kunde distorsionen hos inkommande och utgående basbands signaler mätas. Utöver detta ingick även en larmkrets som larmade om någon av matarspänningarna föll bort eller om de utgående eller inkommande transmissionssignalerna hade för låg nivå.

Utrustningen kunde anslutas till tvåtråds- eller fyrtrådsförbindelser.



Linjetonsändaren T1F3S

Linjemottagaren T1F3M.

Linjemottagarens uppgift är att omvandla mottagna frekvensskiftade tonsignalerna till ursprungliga likströmpulser.

Linjetonmottagaren bestod av:

- Förmodulator
- Demodulator
- Regenerator
- Taktgivare
- Kontrollenhet
- Nätenhet

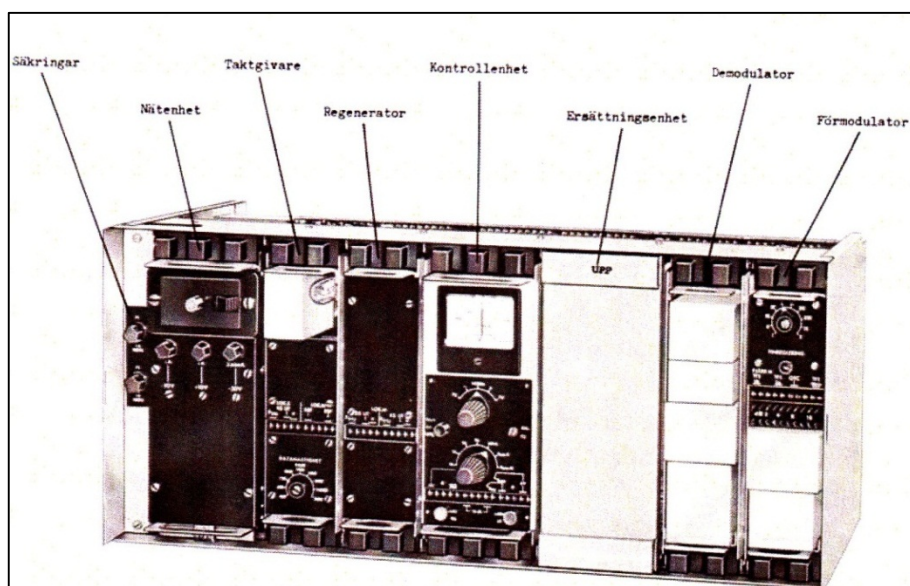
Vid dataöverföring över trådförbindelse togs hänsyn till "fasgången" d.v.s. att signaler med olika frekvens fortplantar sig med olika hastighet. Detta problem korrigerades med löptidsutjämnare.

I förmodulatorens omvandlades de inkommande frekvensskiftade signalerna till signaler lämpliga att detektera. För att det erhållna frekvensbandet skall få den önskade mittfrekvensen är bärfrekvensoscillatoren omkopplingsbar i tio lägen motsvarande sändarsidans frekvenslägen.

De från förmodulatorens inkommande signalerna matades in i ett mottagarfilter. Efter filtrering, förstärkning och begränsning anslöts signalerna till en frekvensdiskriminator där de omvandlades till likströms-signaler. I varje enhetsintervalls mitt undersöktes om basbandsignalen hade plus- eller minuspotential. Efter polaritetsbestämningen regenererades basbandsignalerna och matades ut till regeneratorens utgång.

Nätenheten alstrade samtliga driftspänningar för linjetonsändaren.

Med kontrollenheten kunde samtliga drivspänningar kontrolleras och signalnivåerna i modulatorens. Dessutom kunde distorsionen hos inkommande och utgående basbands signaler mätas. Utöver detta ingick även en larmkrets som larmade om någon av matarspänningarna föll bort eller om de utgående eller inkommande transmissionssignalerna hade för låg nivå.



Linjemottagaren T1F3M

Telegrafiinlagringsterminal VT2F

Telegrafiinlagringsterminal VT2F användes för att på samma förbindelse överföra både tal och data vid peksymbolkommunikation. Datahastigheten var 50 bit/sek.

Signalomformare 1425 Hz

När Televerkets nät moderniserades kunde den gamla signaleringsmetoden inte användas på förstärkta förbindelser. Försvaret införde då tonsignaler med inbandssignaler. Utrustningen innehöll på mottagarsidan en tonmottagare selektivt avstämd till 1425 Hz. I mottagarkretsarna fanns ett relä som gav en slutning och sände ut en ringsignal på 20 Hz när 1425-signalen detekterades. På sändarsidan fanns en tongenerator som sände ut en 1425 Hz signal på nätet vid anrop.

Signalomformare 1225 Hz

Tonsignaleringsutrustning 1225 Hz användes för fjärrstyrning (nyckling/anropsindikering) av radiostationer och den fungerade på samma sätt som 1425 Hz-utrustningen. Talkanalen för sändare plus mottagare definieras av frekvensintervallen 300 – 1050 och 1450 – 3400 Hz. Inom dessa intervaller överstiger dämpningsvariationerna inte 2 dB.



Stativ med datatransmissionsutrustning

19.8 Radiolänk- och multiplexutrustningar

19.8.1 Översikt

Radiolänkförbindelser användes för:

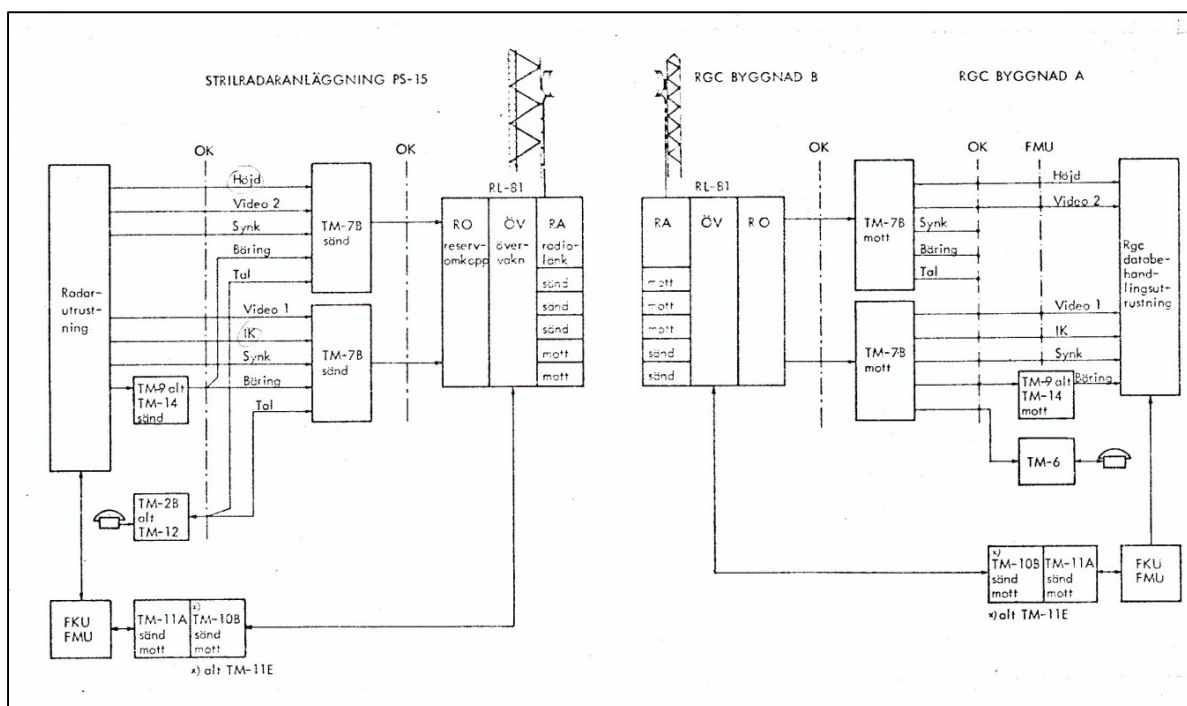
- Överföring av radarinformation, s.k. videolänkar, från främst PS-15 och PS-66
- Överföring av tal och data (datameddelanden)

Videolänkarna var ordinarie förbindelser mellan radarstationen och rgc medan tal-länkarna oftast var reserv för trådförbindelser.

19.8.2 Videolänk PS-15 till rgc

Överföringssystemet

För överföring av information mellan PS-15 och rgc användes ett överföringssystem enligt nedanstående systemskiss med RL-81 med TM-7B och TM-9 alt TM-14 för överföring av radarvideo och bäringssinformation, TM-10B och TM-11A för överföring av fjärrkontroll och mätsignaler och TM-2B och TM-6 för överföring av tal.



Videolänk till PS-15

Detta överföringssystem hade kapacitet att överföra:

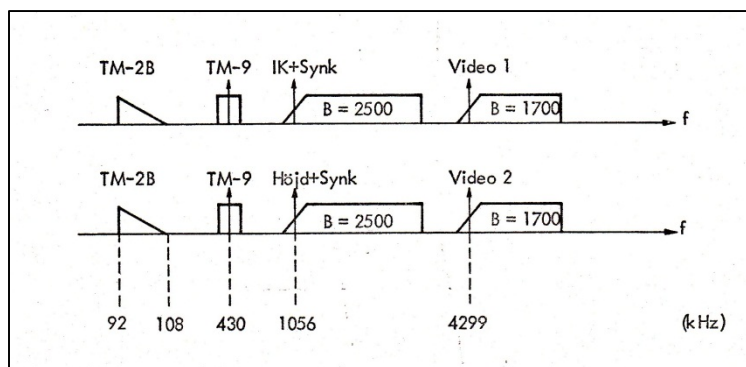
- Video 1, video 2, höjdkod och bäring från PS-15
- IK-video, bäring och synk från PN-79
- Fjärrkontroll och mätsignaler från FKU respektive FMU
- talkanaler

Radiolänken

RL-81 var en frekvensmodulerad utrustning som arbetade på 6845 till 7405 MHz. Sammanlagringen av signalerna gjordes med hjälp av multiplexutrustningarna. Den var försedd med övervakningsutrustning, ÖV-81, samt manuell eller automatisk fjärrkoppling av radioutrustning, RO-81. De överförda basbanden övervakades med avseende på pilot- och brusnivå. Senare tillkom även RL-82.

Multiplexutrustning TM-7B

I TM-7B fanns möjlighet att överföra två eller tre videkanaler med tillhörande synkpulser, en bäringskanal och upp till 60 talkanaler. Frekvensbanden för de olika kanaler som skulle överföras överlappade varandra på frekvensskalan. För att kunna använda samma kabel eller radiolänk var man tvungen att skilja dessa från varandra. På sändarsidan flyttades därför videkanalerna med tillhörande synkpulser genom modulering med vissa bärfrekvenser till den övre delen av frekvensbandet. Bäringskanalen uppmodulerades och placeras över talkanalerna, som bibehölls i sitt basläge.



Basband

TM-9

För överföring av bäringsinformation användes först den analoga TM-9. Den ersattes senare med den digitala utrustningen TM-14.

Från antennvriddbordet kom en analog bäringsinformation i form av en elgonsignal med utväxlingen 30:1 samt en ensningsignal. En tonsändare i TM-9 la upp informationen på bärfrekvenser för inmatning till TM-7B sändare. Från TM7B mottagare erhöles en analog bäringsignal som kopplades till mottagarelgonet i bäringsgivaren i databehandlingsutrustningens skåp K1. Elgonet, som efter nerväxling 30 gånger, drev en kodgivare som alstrade ett pulståg på 2048 pulser per varv och en norrpuls en gång per varv.

I stativ K1 fanns en Bäringsimulator för generering av simulerad bäringsinformation.

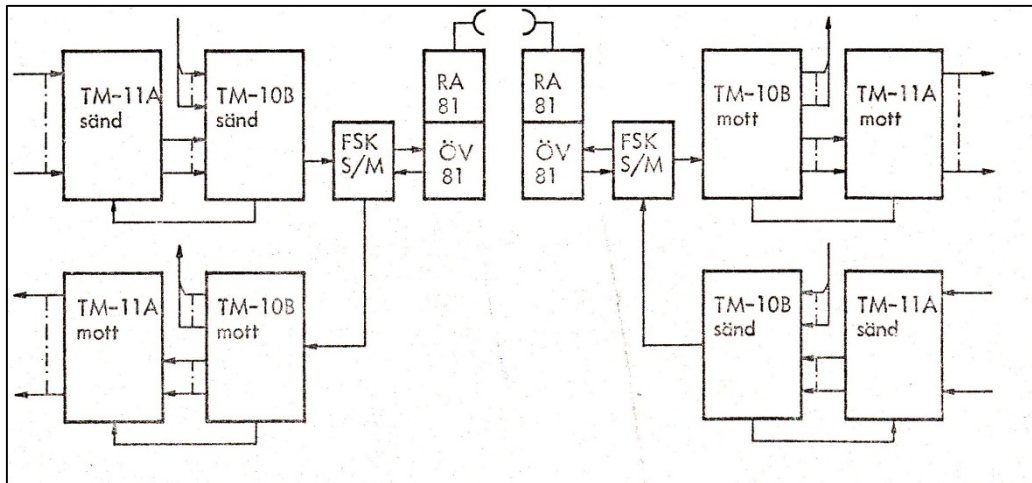
TM-14B

TM-14B mottog bärings information i pulsform från en pulsgivare kopplad till antennvriddbordets utgående 1:1 axel. Pulsgivaren alstrade ett bäringspulståg om 2048 pulser per varv, en norrpuls om 1 puls/varv och en förpuls om 1 puls/varv. Dessa blandades i bäringspulssändaren till en signal som frekvensskiftmoduleras och via utmatningskretsar, anpassades till 600 ohm, överfördes på TM-7 bäringskanal.

På mottagarsidan matades den frekvensskiftmodulerade (FSK) signalen till bäringspulsmottagaren som återbildade två signaler, bäringspulståget och norrpulsen. Dessa signaler överfördes sedan direkt till den digitala sveplastraren i radardataenheten.

TM-10B/TM11A

Till TM-10B kunde 32 kanaler anslutas. Sändaren avskötte kanalerna i tidsmultiplex och alstrade ett meddelande som förutom kanalinformation bestod av start/stopp-puls och kontrollkod. För att utöka antalet kanaler anslöts TM-11A som sekundärmultiplex till TM-10B. Totala antalet kanaler blev då 160 kanaler eller jordslutningar.



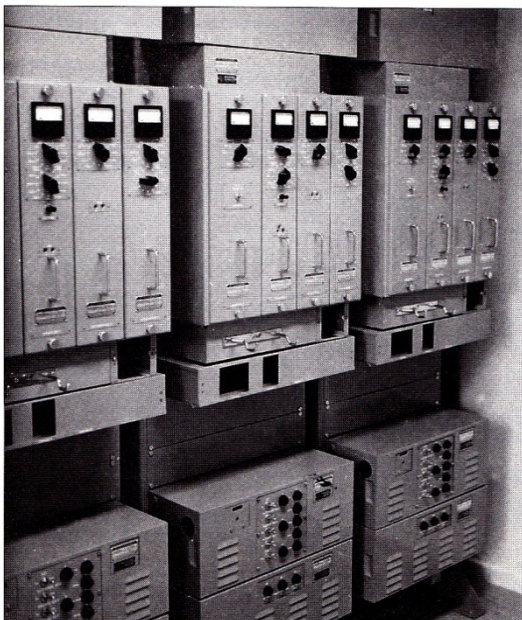
TM-10B/TM-11A i videolänken

19.8.3 Radiolänk- och multiplexutrustningar för tal/data

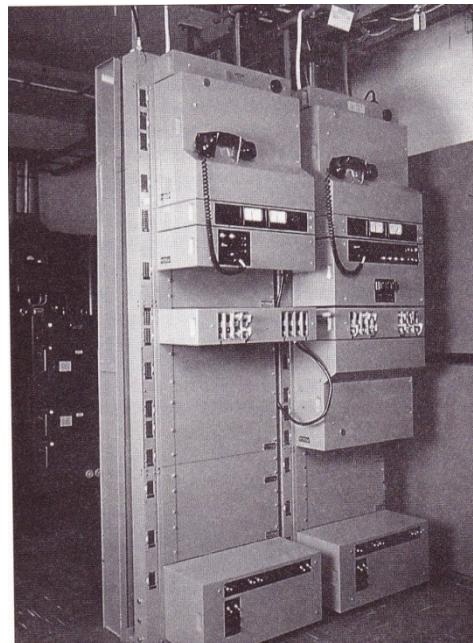
Radiolänkförbindelser användes ofta som reserv för ordinarie trådförbindelse. Radiolänkförbindelserna kunde endera gå till någon knutpunkt i FFRL eller direkt till motabonnetten. Följande utrustningar användes:

- RL-14, RL-21, RL-23, RL-42
- TM-2, TM-6, TM-10, TM-11
-

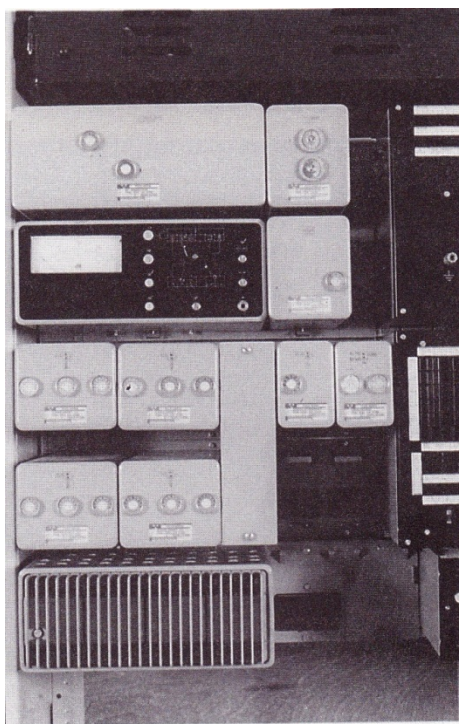
Radiolänkutrustningarna var "mängdutrustningar" som användes på många ställen inom försvaret och de var inte specifika för rgc. Information om utrustningarnas funktion finns i respektive utrustnings fastställda tekniska beskrivning.



RL 14



RL 21



TM-2

19.9 PS-15 Fjärrkontrollutrustning, FKU

Fjärrkontrollutrustningen, FKU, användes för fjärrövervakning och fjärrstyrning av radarstation PS-15 från rgc eller från marinens op-rum.

Manöverfunktionerna var uppdelade på primära och sekundära funktioner. För varje ansluten radarstation fanns i telerummet i rgc ett stativ, benämmt Larm-Manöverenhet, för de primära funktionerna. De sekundära funktionerna från samtliga anslutna radarstationer var samlade i en väljarenhet. Innan en sekundär manöver utförs skall alltså först aktuell radar väljas. Exempel på primära funktioner är:

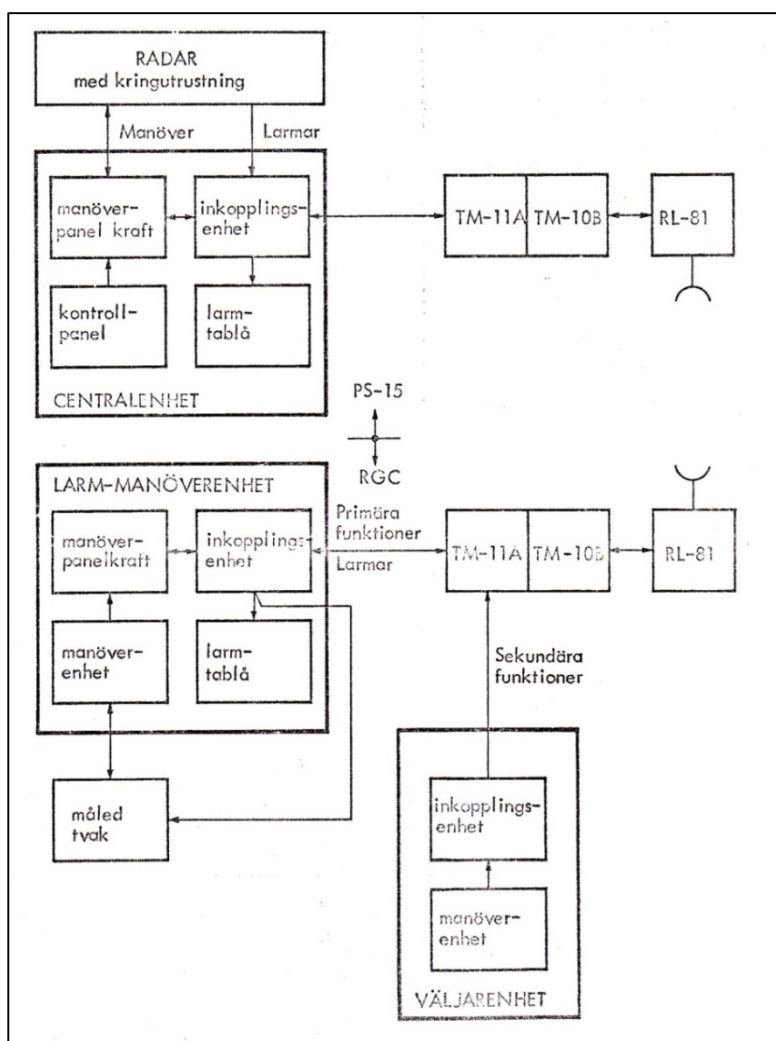
- Sändare till/från
- Konstlast in/ut
- Sändarblockering till/från
- Videointegrator in/ut
- MF-känslighet
- Val av PRF, polarisation, video 2
- Start/stopp av elverk, radar omformare och vridbord

Exempel på sekundära funktioner:

- Kontinuerlig inställning av SSF, MTI-områdets utsträckning
Magnetronavstämning
- Styrning av radarns provsignalgenerator

På den lokala kontrollpanelen i tornet fanns möjlighet att blockera fjärrkontrollen.

Principbilden nedan visar överföring av överföring av larm- och fjärrkontrollsignaler.



Principbild överföring av larmsignaler och manöverfunktioner

19.10 PS-15 Fjärrmätutrustning, FMU

Användning

Fjärrmätutrustningen användes främst vid indikerade fel i PS-15 för att ge teknikerna vid de regionala televerkstäderna underlag för bedömning av vilka underhållsåtgärder som sannolikt skulle behöva vidtagas. Mätningen skedde genom manuellt val av mätpunkt. Utrustningen kunde bestyckas för maximalt 448 mätpunkter.

Fjärrmätning

Till rgc kunde maximalt fyra radarstationer av typ PS-15 anslutas. Fjärrmätutrustningen anslöts till önskad radar genom val på manöverenhet 3 i väljarenheten. På manöverenhet MA valdes den önskade mätpunkten vilken angavs med tre siffror, 000 till 448.

Den intryckta sifferkombinationen, mätpunktsvalet, visades på sifferrör. För varje siffra alstras en trebitars kod, vilket gav möjlighet att sända decimala signaler 0-7 i samtliga tre dekader. Mätpunktskoden om 9 bitar överfördes via TM-11A, TM-10B, RL-81 till PS-15.

I PS-15 matades mätpunktskoden till enheten mätväljare i mätenheten. De nio parallella insignalerna till mätväljaren påverkade kodmottagningskretsar vilka kopplade in rätt mätpunkt till siffervoltmeterns ingång. Siffervoltmeterns mätområde var 1 - 2300 mV. I de flesta mätpunkter var spänningen normerad till 1V, men med spänningsdelare (adaptrar) kunde spänningar upp till +50V mätas.

Från siffervoltmetern erhöles mätvärdesinformation på 15 bitar, teckenbit, heltalssiffra (2 bitar) och tre decimaler (3 * 4 bitar).

För att minska kanalbehovet för mätvärdesöverföringen, delade kanalpassningsenheten upp bitarna på två överföringsomgångar hos multiplexutrustningen där sju informationsbitar och en adressbit (åtta parallella kanaler) sändes i varje omgång. Adressbiten angav vilka bitar, de sju mest signifikanta bitarna eller de sju minst signifikanta bitarna, som det aktuella meddelandet innehöll.

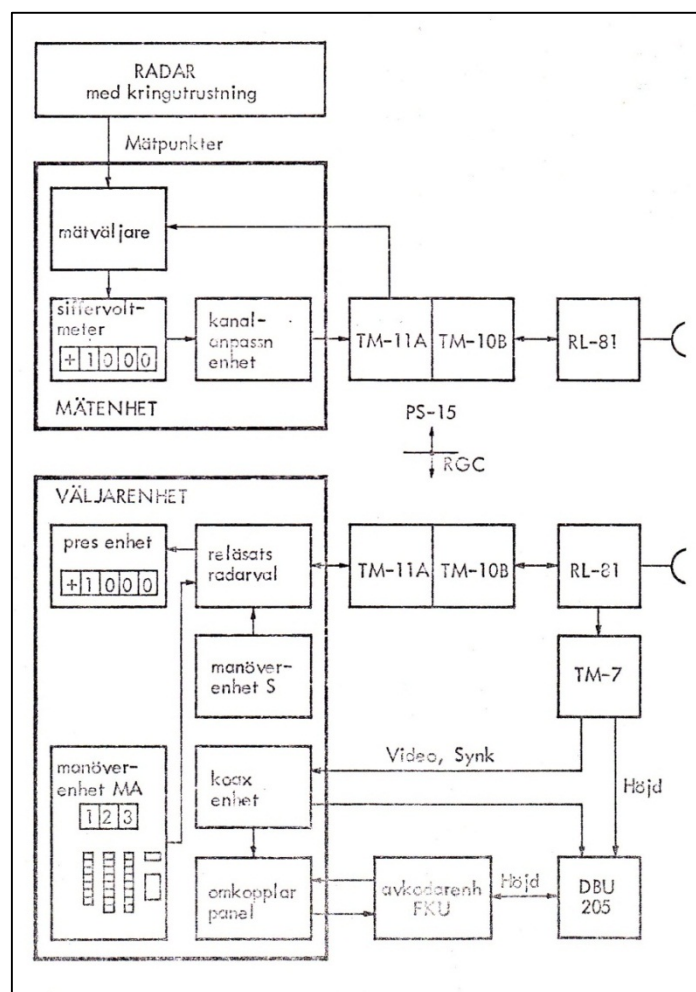
I rgc mottogs den parallella informationen från TM-11 i presentationsenheten, vilken omvandlade inkommande information i de båda sändningsomgångarna till de ursprungliga 15 bitarna, vilka sattes i register för presentation av det aktuella mätvärdet på presentationsenheten.

Signalmätning

Till rgc inkommande videosignaler, synksignal och höjdinformation kunde mätas med oscilloskop i mätuttag på omkopplarpanelen.

Videosignalerna och synksignalen passerade en koaxenhet i vilken spänningsdelning 1 till 10 utfördes innan signalerna kopplades till omkopplarpanelen.

Den kodade höjdinformationen från PS-15 kopplades via omkopplingsenhet i stativ P6 i DBU 205 till avkodarenheten placerad i FKU där avkodning utfördes. Den kodade och avkodade höjdinformationen kopplades genom koaxialreläer till omkopplarpanelen. Den utvalda radarns avkodade höjd bryts bort från DBU 205 vid inkoppling till omkopplarpanelen.



Principskiss överföring av mätsignaler

20 Resurser för drift och underhåll

20.1 Inledning

All telemateriel i rgc, databehandlings- radar-, radio-, telefon och transmissionsmateriel, tillhörde gruppen marktelemateriel och underhölls därför efter de principer som generellt gällde för marktelemateriel. Underhållet reglerades i Teknisk Order, TO. Reservkraft, kylsystem, ventilation mm, som anskaffats av FortF, underhölls enligt det regelverk som FortF utarbetat.

Begreppet marktele dök upp under 50-talet (i Stril m/50) och underhållsprinciperna för marktele har sen dess ändrats och anpassats främst med hänsyn till teknikutvecklingen men även till de rent organisatoriska kraven. De befintliga regionala och centrala resurser hade byggts upp för underhåll av Stril m/50-materielen d.v.s. den äldre radar-, telefon, transmissions- och radiomaterielen. Resurser för drift och underhåll av de nya databehandlingsutrustningarna och för de nya och systemmässigt komplexa centralerna behövde byggas upp.

Redan tidigt i planeringen av Stril m/60 uppbyggnad deltog personal från underhållsavdelningen inom KFF/FMV och medverkade till att dels relevanta driftsäkerhetskrav ställdes i upphandlingsspecifikationerna och dels att resursbehovet i form av personal, underhållsutrustningar, reservmateriel mm tydliggjordes och medel inplanerades i tid.

Metoder och hjälpmedel för bl. a analys av livstidskostnader, dimensionering av reservmateriel, driftsäkerhetsuppföljning utvecklades tidigt. Föregångsmän här var bl.a. Stig Ögren, Erik Vintheden, Olle Wååk och Rolf Hjärter.

Under tiden fram till nedläggningen ändrades underhållet i flera omgångar. Organisatoriskt skedde stora förändringar för den tekniska personalen:

- 1975, med övergång från sektorflottilj till TSB-organisationen
- 1985, med återgång till flottiljorganisationen

Den kalendertidsbundna underhållsvolymen minskade till förmån för det funktionsinriktade. Driftsarbetet övergick successivt alltmer till systemstyrningsaktiviteter.

Det är vanligt att ny utrustning initialt har brister i någon form men att dessa efter hand åtgärdas. Så var det även för rgc-materielen, speciellt databehandlingsutrustningen. I de tidiga skedena behövdes relativt mycket teknisk personal men med tiden minskade dock personalbehovet avsevärt. Bemanningen i passen var i början sju man och tidvis stöttade av experter från SRT. Allteftersom materielen blev driftsäkrare, personalen mer kunnig och erfaren minskade bemanningen succesivt för att slutligen stanna vid två man.

Inledningsvis hade alla anläggningarna problem med fel i databehandlingsutrustningarna och det var svårt att avgöra om felet berodde på hårdvaran eller om det var fel i programvaran. Driftstörningarna accentuerade behovet att skapa metoder och resurser för underhåll av de allt mer omfattande operativa programsystemen i rgc datorer. Eftersom det inte fanns avdelade resurser inom flygvapnets underhållsorganisation och frågan om programvaruleverantörens ansvar kontra underhållsorganisationen inte fått en bra lösning, bestämdes att programunderhållstjänsten tills vidare skulle köpas av programvaruleverantören. Beskrivning av materielunderhållets organisation, styrning och utveckling under den aktuella tiden finns redovisat i FHT-dokumentet *Markteleunderhållssystemet under tiden 1950 till 2000*⁵².

20.2 Styrande förutsättningar

Det som styrde utformningen och dimensioneringen av drift och underhåll av materielen i rgc var framförallt:

⁵² Markteleunderhållssystemet under tiden 1950 till 2000, FHT F17/09, Örjan Eriksson

- Anpassningen till det befintliga underhållssystemet för underhåll av marktelemateriel
- Dokumentet ”Grundsyn på underhållsfilosofi”, som senare kom att ersättas av ”FUH Grundsyn markteleunderhåll 1990 - 2010”⁵³
- Kravet på drifttidsuttag
- Kravet på hög operativ tillgänglighet och korta avbrotts- och reparationstider

Den typ av (operativ)verksamhet som bedrevs vid rgc var främst:

- Luftbevakning med tilldelade radarstationer
- Incidentberedskap med jaktrote
- Förbandsutbildning (flygförband, strilförband)
- Övrig verksamhet (bl. a underrättelseinhämtning)

Kravet på hög operativ tillgänglighet styrdes främst av incidentberedskapen och flygförbandsutbildningen där oplanerade avbrott medförde dåligt utnyttjande av flygpassen och kostsam flygtid. Viljan att alltid åtgärda fel/störningar omedelbart och så fort som möjligt fanns ”inbyggt” i organisationen och detta tänkande och agerande genomsyrade all driftpersonal inom Stril.

Verksamhetsinriktade krav

Typiska krav på drifttidsuttag för incidentberedskap med luftbevakning och stridsledning framgår av tabellen nedan. Oftast rymdes övrig verksamhet inom dessa tidsramar och pågick parallellt. Drifttidsuttaget varierade mellan 130 till 168 timmar/vecka för samtliga rgc utom S 1V och O 1N som oftast användes för utbildning respektive utprovningsverksamhet. Tabellen nedan visar de krav som kunde ställas från incidentberedskapen.

Låghöjd	Normalt	Minkrav
Milo S	1 rgc + 2 PS-15 130 t/v i vardera S 1 och S 2	1 PS-15 i vardera S 1 och S 2. 130 t/v
Milo Ö	1 rgc i O 1 + 2 PS-15 på Gotland 130 t/v. 1 Rgc + 2 PS-15 i O5 130 t/v. 1 Ksrr Sandön 130 t/v	PS-15 Hoburgen 130 t/v. 2 PS-15 i O5 35 t/v Ksrr Sandön 106 t/v
Höghöjd	Normalt	Minkrav
Milo S/V	3 stn kontinuerligt varav 1 på Västkusten	1 kontinuerligt, 1 stn 65 t/v Västkusten
Milo Ö/B	2 stn kontinuerligt varav 1 på Gotland	2 stn kontinuerligt varav 1 på Gotland

20.3 Vald underhållslösning

KFF tog tidigt hjälp av huvudverkstäderna för att bereda och planera drift och underhåll av rgc. Den underhållslösning som inledningsvis beslutades för rgc blev därför på sätt som framgår av tabellen nedan med i huvudsak A- C- nivå för den ”unika materielen” och B- C- nivå för mängdmaterielen. Tidigt togs också beslut om att för underhållet av operativa programsystem så skulle programvaruleverantören anlitas.

Materiel	A-nivå Anl	B-nivå regional	C-nivå Central	Industri
Databeh.mtrl	x		x	x
Radarmtrl	x		x	
RL/MUX		x	x	
Radiomtrl	x	x	x	
Tfnmtrl	x		x	
Funktionskedjor	x			

⁵³ FuhTM 80/88

20.4 Underhållsutrustning

Grundat på en generell ”specifikation” för markteleanläggningar påbörjar KFF Underhållsavdelning med hjälp av CVA att anskaffa och fördela underhållsutrustning i form av generella verktyg, förvaringsutrustningar, generella instrument, kontorsmöbler, förvaringsskåp, förvaringsfack mm till anläggningarna.

Efter en utredning av CVM, där man kom fram till att kyl Luft till datorstativen innehöll för många partiklar som fastnade i stativen, infördes nya filter i kyl Luftsystemet och städrutinerna i telerummet skärptes. I samband med detta bestämde Underhållsavdelningen att all teknisk personal skulle bära skyddsrock vid arbete i telerummet. De vita rockarna väckte viss ”munterhet” i början och det kom en och annan gliring ibland. De skärpta rutinerna hade emellertid avsedd verkan.

I anläggningen fanns utrymmen speciellt avsedda för förråd och underhållsarbeten. Fordon för materiel och persontransporter tillfördes från flottiljen.

20.5 Reservmateriel

Med reservmateriel avses utbytesenheter (ue) samt reservdelar (rd) och förbrukningsmateriel (fm). En anläggnings behov av reservmateriel styrdes av vilken typ av underhållsåtgärder som enligt underhållsplanen skulle utföras.

För att hålla reda på alla ue och för att styra flödet av felaktiga (trasiga) ue från flottiljer till verkstäderna och åter till lokala/centrala förråd hade KFF/FUH 1962 tagit fram ett datorsystem som benämndes UE/F. Systemet hade tagits fram för att i första hand hantera flygplanenheter och då i synnerhet motorerna. I mitten på 60-talet bestämdes att UE/F även skulle hantera ue som ingår i markteleutrustningar. Driften av systemet svarade Telub för och de centrala ue-förråden placerades i anslutning till huvudverkstäderna d.v.s. i Växjö och Arboga.

Generellt gällde att under konstruktionsfasen bestämdes vilka enheter som skulle vara utbytbara. I den tidiga fasen av underhållsberedningen bestämdes med hjälp av optimeringsprogrammet OPUS⁵⁴ hur många ue som skulle köpas och var de skulle placeras. Inledningsvis gjordes dock fördelningen utifrån tidigare underhållserfarenheter. En första uppsättning utbytesenheter till databehandlingsutrustningarna fördelas till de fyra första anläggningarna och till centrala uer-förrådet i februari 1968.

Alla ue registrerades i UE/F-systemet och för varje utrustning körde man ut en ”Ue-lista” som dels angav vilka ue som skulle finnas och dels till vilka förråd/anläggningar de skulle fördelas till. Listan hölls uppdaterad och skickades ut till alla anläggningar som hade den aktuella utrustningen. På alla anläggningarna fanns förutom ue-listor även instruktion för reparationsbeställning och för avrop av ue som enbart fanns i de centrala förråden. Speciellt rutinerna kring de brådskande telefonavropen fungerade bra och var mycket uppskattade.

Reservdelsförsörjningen inom flygvapnet hade byggts upp under 50-talet med filialförråd vid flottiljer och verkstäder. Eftersom reparationer i princip skulle utföras av huvudverkstäderna var behovet av reservdelar inte så stort men varje anläggning skapade ett eget ”förråd” av generella komponenter som bedömdes vara bra att ha. Materieluttagningskort, MU-kort, användes när det lokala förrådet skulle fyllas på från filialförrådet på flottiljen. Vanligtvis organiserades regelbundna materialtransporter till flottiljen en gång i veckan.

20.6 Dokumentation

20.6.1 Inledning

En av förutsättningarna för att anläggningsteknikerna skulle kunna utföra sitt arbete var att de hade

⁵⁴ Utvecklades av konsultföretaget Systecon

tillgång till aktuell dokumentation. Det var många olika typer av dokument som behövdes. En stor del av dessa var dessutom hemliga. Med databehandlingsutrustningarnas datorer kom programdokumentation och systemmanualer. För alla dessa dokument (pärmar) måste det finnas hyllor och säkerhetsskåp i anslutning till respektive utrustning samt regler och rutiner för hantering av dem. Det tog dock en viss tid innan all dokumentation fanns tillgänglig och viss tid innan de praktiska arrangemangen fungerade bra.

Den tekniska dokumentationen omfattade:

- System-, funktions- och enhetsbeskrivningar
- Anläggningsbunden information som t ex förbindelsescheman, koordinater för anslutna radarstationer och baskoordinater
- Programdokumentation
- Schemasatser och ritningar
- Reservdelskataloger, mestadels komponentförteckningar
- Handhavandebeskrivningar och Manualer
- Underhållsplaner
- Underhållsföreskrifter, tillsynsföreskrifter, säkerhetsföreskrifter

Utöver dessa tekniska dokument fanns generella bestämmelser och bestämmelser för hantering av hemlig information. All underhållsverksamhet styrdes i princip genom Teknisk Order, TO. En "TO-samling" innehållande alla de delar som gällde för de utrustningar som fanns på anläggningen ställdes samman och den hölls ständigt uppdaterad.

Typbundna beskrivningar, föreskrifter, reservdelskataloger mm för den materiel som redan fanns i drift i flygvapnet (t ex radiostationerna) fanns att beställa från Bokförrådet. För den nya materielen användes den första tiden leverantörens konstruktionsunderlag, intrimningsanvisningar eller personligt tilldelat utbildningsunderlag (som inte uppdaterades) i underhållsverksamheten. Med tiden ersattes den provisoriska/preliminära dokumentationen med fastställd dokumentation.

Sakbyråerna var ansvariga för att anläggningarna försågs med utrustningsbunden dokumentation som behövdes för drift och underhåll. De såg till att det i beställningen/avtalet ingick positioner som garanterade att erforderlig dokumentation skulle levereras vid viss tidpunkt. Oftast var det dock stora förseningar och anläggningarna fick klara sig med preliminärt konstruktionsunderlag eller utbildningsunderlag, intrimningsanvisningar mm ett bra tag.

Underhållsavdelningen var ansvarig för underhållsdokumentationen och beställde av respektive huvudverkstad framtagning av:

- Underhållsplaner, som reglerade underhållsintervaller och vilken instans som skulle utföra underhållsåtgärderna
- Underhållsföreskrifter, som reglerade hur underhållsåtgärderna skulle genomföras
- Säkerhetsföreskrifter

Även här blev det förseningar innan fastställda underhållsplaner och föreskrifter fanns tillgängliga.

Normaliebyrån utarbetade reservdelskataloger och reservdelsförteckningar. Katalogerna ersattes emellertid efterhand med leverantörens satslistor (motsv). Kataloger, förteckningar, kortritningar mm överfördes till "filmhålkort". Kort och kortläsare fördelades till anläggningarna.

En stor del av den tekniska dokumentationen var hemlig och bestämmelserna för hantering av dessa handlingar ställde till med vissa praktiska problem inledningsvis. Anläggningarna tilldelades som regel bara ett ex av varje dokument, det s.k. anläggningsexemplaret, som kvitterades av driftchefen. Detta dokument måste dock alltid vara tillgängligt och användas av i princip alla tekniker. Ansvarsfrågan reglerades dock först efter ett antal år på ett godtagbart sätt.

Utbildningsunderlag som delades ut på kurserna var oftast hemligt. Varje elev fick sitt exemplar skickat till anläggningen och alla tekniker måste därför ha tillgång till godkända förvarings eller säkerhetsskåp. Utbildningsunderlaget uppdaterades inte, vilket ibland ställde till med problem.

20.6.2 Programdokumentation

Med databehandlingsutrustningen kom programvaror, i vardagligt tal dataprogram eller programsystem. De operativa programsystemen med tillhörande anläggningsbundna parametrar, som användes i den operativa verksamheten, var hemliga medan testprogram, kompilatorer och andra basprogram var öppna. Dataprogrammen levererades på hållremсор, och de hållremсор som innehöll hemlig information skulle hanteras på samma sätt som hemliga dokument. Hållremсор med hemlig information var alltid röda.

Program operativa programsystem och anläggningsbundna parameteruppsättningar levererades först direkt från SRT till anläggningarna men detta förfarande ersattes efter en tid av strikta distributionsrutiner.

Utöver den ”normala” programdokumentationen utarbetade SRT en datoroperatörsmanual (DOPMAN) för att underlätta vid uppstartning och val av driftsalternativ. I dokumentet ”Specifikation över yttre datakällor” (SIYD) samlades alla parameteruppgifter för yttre datakällor som t ex radarstationer.

20.6.3 Hantering av program och lagringsmedia

För att säkerställa att rätt version av program och data kom ut till anläggningarna och att lagringsmedia (hållremсорna) hanterades på avsett sätt organiserades på FMV uppdrag en programvårdsenhet vid huvudverkstaden (TELUB). Denna programvårdsenhet hade uppgiften att dels förvara de original som kom från SRT och dels tillverka (kopiera) ”driftkopior” till alla anläggningarna och dels distribuera ut kopiorna till respektive anläggning. I dokumentet *Programvårdsföreskrift för DBU 205 och 239*”, som togs fram av programvårdsenheten, reglerades hur leveranser, kopiering, märkning, förvaring och kassering av gamla versioner skulle gå till.

Efter det att kassetbandspelare infördes i DBU 205 (se vidare kap 24) distribuerades all programvara på datakassetter. Nya föreskrifter för distribution, arkivering och hantering av arkiv- och driftskassetter utarbetades.

20.6.4 Anpassning av ritningsunderlag

Dokumentationen till databehandlingsutrustningarna som SRT levererade utgjordes bl. a av konstruktionsritningar. Dessa var helt klart inte gjorda för att användas i underhållsarbete (felsökning) och de var dessutom ofta stora och otympliga. Synpunkterna från både anläggningar och FTTS framfördes till FMV som då konstaterade att man fått det som man beställt enligt avtalet. FMV, FTTS och SRT kom emellertid över ens om att i samarbete ta fram ritningar som var anpassade för underhållsverksamheten. Ett antal tekniker från flera olika anläggningar åtog sig arbetet att omarbete konstruktionsritningarna till funktionsinriktade scheman. De delade upp arbetet mellan sig och tog fram funktionsanpassat ritningsunderlag som skickades till FTTS för renritning. Ritningarna levereras till SRT och infogas i dokumentet ”Funktionsbeskrivning DBU 205 och 239” den s.k. B0-serien. B0-serien omfattade ursprungligen 12 delar som levererades till FMV och fördelades ut till anläggningarna. Ritningsarbetet utfördes i huvudsak under 1968.

20.7 Personal

FS och KFF insåg tidigt att det inte skulle gå att anställa och utbilda tillräckligt med militära tekniker till lfc, rgc och de fasta radarstationerna och 1962 beslutade CFV att bemanna de fasta strilanläggningarna med civil personal. Både tjänstemän och kollektivanställda skulle anställas. Underhållsavdelningen hade gjort upp en preliminär personalbehovsplan och den låg till grund för anställning av personal till

de tre första anläggningarna. Här tydliggjordes då också det stora utbildningsbehovet. Efter en remissomgång och överarbetning fastställde FUH *Personalbehovsplan för telemtrlgrp rgc*. Detta dokument utgjorde sedan norm för bemanning för alla rgc.

PERSONALBEHOVSPLAN FÖR TELEMTRLGRP RGC		Utgåva 2 15.11.69						
Operativ drifttid/vecka (fredsdrift)	Anläggningstyp	PERSONALBEHOV						
		Tjänster och kategorier/materielinriktning						
		Driftchef	Rgc 1) system	Data	Radar Transm	Transmission	Materieltekniker 2)	S-a tjänster
		A 23	A21	HA 17	HA 17	HA 17		
Beredskapsuppställning. Ingen operativ drift	A	1		1	1			3
	B	1		1	1			3
	C	1		1		1		3
	D	1		1		1		3
Ca 30 tim	A	1	1	2	1	1	1	7
	B	1	1	2	1	2	1	8
	C	1	1	1		1	1	5
	D	1	1	2		1	1	6
C:a 65 tim	A	1	1	4	2	2	1	11
	B	1	1	4	2	3	1	12
	C	1	1	2		2	1	7
	D	1	1	4		2	1	9
C:a 105 tim	A	1	1	6	3	3	1	15
	B	1	1	6	3	4	1	16
	C	1	1	3		3	1	9
	D	1	1	6		3	1	12
C:a 145 tim ³⁾	A	1	1	8	4	4	1	19
	B	1	1	8	4	5	1	20
	C	1	1	4		4	1	11
	D	1	1	8		4	1	15
C:a 168 tim ³⁾	A	1	1	10	5	5	1	23
	B	1	1	10	5	6	1	24
	C	1	1	5		5	1	13
	D	1	1	10		5	1	18

Anm HA 17=Högst lgd 17
En tjänst HA 17/arbetslag utbytes mot A19 för lagchef
1) Stf driftchef i krig
2) Anställningsform, lönegrad (A13-A17) under utredning
3) Förutsätter vissa tider med minskat driftidsuttag

Fastställt FMV-F:UHD

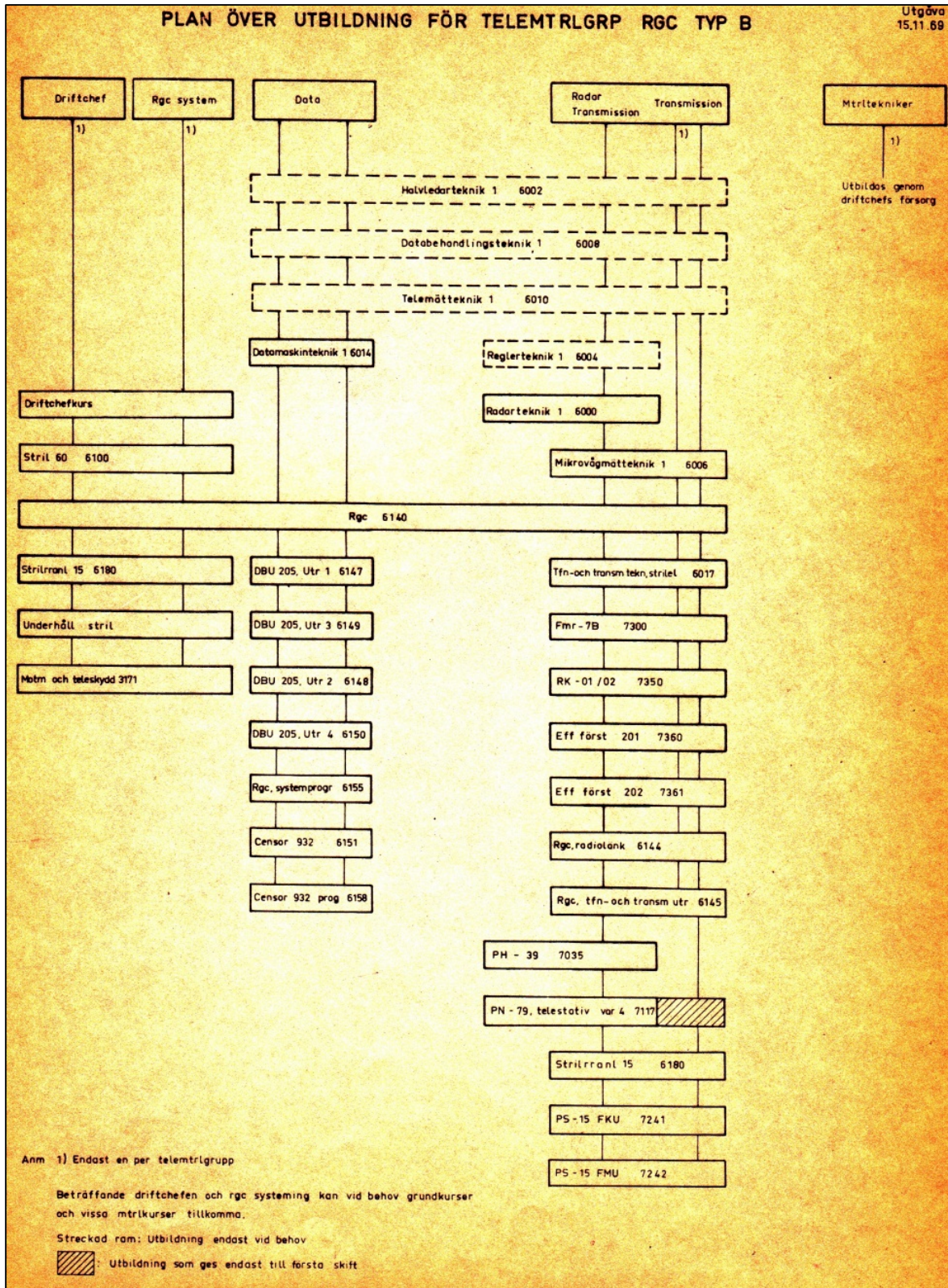
Personalbehovsplan rgc.

20.8 Utbildning

20.8.1 Översikt

Uppbyggnaden av Stril m/60 under 60- och 70-talen skapade ett stort behov teletekniker för drift och underhåll men personal med teleteknisk grundutbildning var en bristvara då. Flygförvaltningens underhållsavdelning, FUH, insåg tidigt betydelsen av att ha välutbildad personal på rgc-anläggningarna för att dels kunna hantera de komplexa systemen och dels klara av den nya tekniken. FUH utarbetade och fastställde efter en remissomgång *Plan över utbildning för telematerielgrupp rgc*. Männan bakom denna styrning var främst Rolf Hjärter och Stellan Olofsson.

Flygvapnets radarskola vid F2, FRAS, fick uppgiften att planera och genomföra huvuddelen av utbildningen av rgc-tekniker. För genomförandet tog skolan tidvis hjälp av personal från förband och anläggningar. Instrukörer och lärare med inriktning på teknikutbildning utbildas initialt av respektive materiel- eller systemleverantör. Instrukörsutbildningen ingick som regel som del i beställningen eller avtalet. TU Stril anlätades för utbildning av de operativa funktionerna.



Utbildningsplan för rgc-tekniker

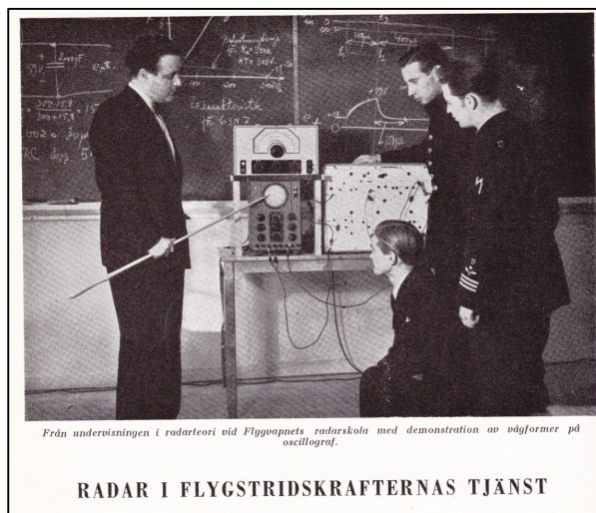


Bild ur Flygets årsbok 1951.

20.8.2 Instruktörsutbildning

Under de tre första månaderna 1965 genomför SRT den kontrakterade utbildningen av F 2's lärare och instruktörer. Utöver dessa lärare fanns driftpersonal från de tre första anläggningarna och blivande kontrollpersonal från konsultföretaget Talab med. SRT's konstruktörer svarade för undervisningen. Konstruktionsritningarna, ibland i handritat format, fick ofta tjänstgöra som utbildningsmaterial. Praktikavsnitten genomförs i Provcentralen och kolliderade tidvis med driftsättarnas arbete. Efter kursen startade F2-lärarnas arbete med att planera och förbereda den första utbildningsomgången i flygvapnets regi.

Under 1966 genomförs instruktörsutbildning på PH-39 (och PS-15) för F 2's lärare. Under året genomfördes också utbildning på telefonsystemet.

20.8.3 Teknikerutbildning

Vid F 2 genomfördes grundläggande kurser i halvledarteknik, radarteknik, digitalteknik, datamaskinteknik och programmering som förberedelse till de stora materielbundna kurserna". Facit DS 9000 används vid de grundläggande programmeringskurserna.

Den materielbundna utbildningen genomfördes vid O 5S som blev utsedd till utbildningsanläggning. Här fanns också en PS-15 monterad på ett lågt fundament (i stället för en 100 m hög mast) som användes som utbildningsstation. PH-39-kurser och telefonsystemkurser genomfördes också vid O 5S. Vid FFTS i Västerås genomfördes systemkurser på radiolänk- och transmissionsmateriel.

För driftchefer genomfördes systemkurser men också kurser i kollektivavtal, arbetsledning, arbetskydd, ergonomi på Skogshöjdens hotell i Södertälje. Efter några år togs alla utom systemkurser bort.

20.8.4 Första operatörsutbildning

Den första utbildningsomgången för stridslednings- och luftbevakningspersonal genomförs på S 10 under våren 1967 i regi av STRILS med lärare från TU-Stril. I kursen ingick datastridsledning av J 35. Nästa kurs genomfördes ett år senare på ÖN 3. Kurserna kunde genomföras även om driftstörningar förekom.

20.9 Centrala skolor

På F 2, Kungliga Roslagens Flygkår, fanns Flygvapnets Radarskola, FRAS, med uppgift att utbilda luftbevaknings- och stridsledningpersonal (operatörer) samt tekniker för drift och underhåll av strilmateriel, främst m/50 och m/59. För utbildning av rgc-tekniker bildades en DBU-grupp som dels skulle svara för

den grundläggande utbildningen i digitalteknik och datamaskinteknik och dels för den materielspecifika DBU- utbildningen. Gruppen bestod inledningsvis av två flygingenjörer och fem elektromästare.

Vid radarskolan fanns också en grupp som svarade för utbildning på de för rgc relevanta radarstationerna PH-39 och PN-79. I Västerås fanns Flygförvaltningens Teleskola, FFTS, som hade hand om utbildningen på radiolänk- och transmissionsutrustning.

Vid Flygförvaltningens verkstadsskola i Västerås, FFV, utbildades montörer för flottiljverkstäderna men även för marktelevverkstäder och strilanläggningar.

FRAS delades 1966. Den operativa utbildningen överfördes och slogs samman med Stridsledningsskolan, STRILS. Den tekniska utbildningen inom FRAS överfördes till en nybildad enhet, Flygvapnets Teletekniska Skola, FTTS. Vid nedläggningen av F 2 den 1 juli 1974 flyttades FTTS till F 18 i Tullinge. FTTS kom där att utgöra en del av det som benämndes Flygvapnets Södertörnskolor.

År 1985 flyttades verksamheten vid FTTS till F 14 i Halmstad och FFTS fortsatte att i olika organisationstillhörigheter svara för utbildning av teknisk personal till rgc fram till nerläggningen av rgc. 1995 upphör i princip utbildningen av rgc-tekniker.

21 Systemkontroll, integration

Med integration avses här inkoppling/anslutning av andra centraler, radarstationer, andra datakällor eller radiostationer till rgc.

I samband med integration av t ex en radarstation genomfördes först en systemkontroll, som omfattande tekniska kontroller i avsikt att verifiera att:

- Radarstationen uppfyllde specificerade data (SKA, systemkontroll autonom drift)
- Överföringsutrustningar, främst transmissionsutrustningar, uppfyllde specificerade data
- Centralutrustningen uppfyllde specificerade data och aktuella system- och anläggningsbundna parametrar var inlagda (SKA)

Därefter genomfördes en kontroll av att radarstationen, överföringen och centralutrustningen tillsammans uppfyllde specificerade data och funktionella krav (SKI, systemkontroll integrerad drift). Om något av objekten inte var full funktionsdugligt vid det planerade kontrolltillfället genomfördes en Preliminär Systemkontroll (PSK) för att senare följas upp av en komplett SK.

Systemkontroller ingick i utprovningssystemet och inplanerades före systemutprovningssystemaktiviteterna. Systemkontrollerna specificerades i kontrollspecifikationer och resultaten dokumenterades i kontrollrapporter. Konsultbolagen Teleplan, Telub och CVA genomförde på FMV uppdrag systemkontrollaktiviteterna. Se även kap 28, Taktisk Teknisk utprovningssystemverksamhet.

Följande funktionskedjor, som ingick i den tidiga Stril m/60-utbyggnaden, integrerades för varje rgc allt eftersom anläggningarna blev färdigställda:

- Rgc – radaranläggning 15 (PS-15, PN-79, FKU, FMU)
- Rgc – radaranläggning 65.
- Rgc – radaranläggning 66
- Rgc – radaranläggning 810, 825
- Rgc – PH-12/13/40
- Rgc – Fmr-10 (styrdata)
- Rgc – rgc (måldata, peksymboldata)
- Rgc – rb-67 (måldata mm)
- Rgc – rb-68 (måldata mm)
- Rgc – lfc 1 (måldata, peksymboldata)
- Rgc – lfc 1 (höjdfråga, höjdsvar, blinker)
- Rgc – P2 sändare (luför, lv-order)
- Rgc – lgc (opus)

Fortsatt utbyggnad av Stril 60-systemet med nya centraler, radarstationer och nya funktioner genomfördes systemkontroller och integrationer av:

- Rgc – PS-860 (måldata, srl-data)
- Rgc – PS-870 (måldata)
- Rgc – PE-44 (målläge)
- Rgc – RRG/T (måldata, peksymboldata)
- Rgc – lfc 2 (måldata)

När SBÖ funktionen implementerats i rgc och radarstationerna genomfördes systemkontroller av alla de aktuella radarkedjorna igen. Även SBÖ-dataspridningsfunktionen med sin krypteringsfunktion kontrollerades.

Systemkontroller genomfördes också för de tillkommande funktionskedjorna:

- Rgc – PE-44
- Rgc – PS-860
- Rgc – PS-870

22 Driftöverlämning, start operativ drift

22.1 Allmänt om driftöverlämning

Överlämning för drift och underhåll, eller DÖL i dagligt tal, är en rutin för överlämning av förvaltningsansvaret för materiel och utrustningar från FMV till den lokala förvaltningsmyndigheten d.v.s. till (sektor)flottiljen eller motsvarande. Driftöverlämning genomfördes på olika sätt beroende på storleken eller omfattningen av objektet som skulle överlämnas. För mindre bruksenheter reglerades överlämningen genom att aktuella handlingar skickades till den lokala förvaltningsmyndigheten. Om det var större bruksenheter, som t ex en radarstation, som skulle överlämnas genomfördes en överlämningsförrättning med representanter för de berörda myndigheterna. Protokoll upprättades där eventuella restanmärkningar noterades. Efter driftöverlämningen börjar kostnaderna för materielens vidare drift och underhåll att redovisas på driftanslaget och uppföljning i ESYM-FU initieras.

När en större anläggning var helt klar att tas i bruk genomfördes en samordnad driftöverlämning (SAM-DÖL) som omfattade all materiel i anläggningen. Vid denna typ av överlämning var som regel alla materielansvariga byråer representerade. Efter driftöverlämningen tas materielen eller anläggningen i operativ drift (OF eller BOK), eventuellt efter en kortare tids teknisk provdrift för ”inkörning” och då med begränsade krav från den operativa verksamheten.

22.2 Driftöverlämning av teleutrustning i rgc-anläggning

Inför driftöverlämningen (en för varje rgc) upprättade FMV (ELB) en överlämningshandling för den aktuella anläggningen som utgjorde grunden för överlämningen. I handlingen redovisades:

- Materiel/bruksenheter med tillhörande materiellistor
- Status på materiel och program med referens till kontrollrapporter
- Anläggningsbundna parametrar och inställningar
- Förutsättningarna för underhåll i form av gällande dokument, listor mm avseende
 - underhållsdirektiv/planer, föreskrifter
 - uh-utrustning, verktyg, instrument mm
 - reservmaterial (ue, rd)
 - personal och utbildning
 - dokumentation
 - inredning till verkstads- och förrådslokaler
- Sekretessbestämmelser och tillämpningen av dessa

Vid förrättningen deltog förutom ansvariga för sak-byråerna (system-, luftbevaknings-, radar-, telekom- och radiobyrå) och underhållsavdelningen (driftbyrå, plankontoret) även representanter från flygstabens stril- och sambandsavdelningar liksom representanter för huvudverkstäderna (inledningsvis CVA och TELUB). Den lokala nivån representerades av sektorflottiljens materielförvaltare, sektorledningen med strilchef och strilbataljonschef, sektorns driftledning med strilsystemingenjören samt anläggningens kompanichef och driftschef. Ibland deltog även representanter från utrustningsleverantörerna. Överlämningsförrättning leddes vanligtvis av C ELB 3, Bertil Sundell.

Sak-avdelningarna ville överlämna sina utrustningar så fort som möjligt efter installation och driftsättning för att de löpande underhållskostnaderna inte skulle belasta materielanslagen. I vissa fall hade då inte alla underhållsförutsättningar (personal, utbildning, reservmateriel, föreskrifter etc.) hunnit anskaffas eller tillföras anläggningen vilket ibland medförde problem för driftspersonalen. Normalt var detta inget stort problem. Generellt kan sägas att skälen för ett ”tidigt mottagande” var att det gav driftspersonalen mer tid att bygga upp sina kunskaper och erfarenheter och få en lugn startsträcka medan skälen mot var att driftspersonalen fick en ”omöjlig uppgift” eftersom vissa förutsättningar saknades. Naturligtvis påverkades beslutet av sektorledningens behov av luftbevaknings- och stridsledningskapacitet för incidentberedskap och förbandsutbildning.

En första överlämning till förband skedde i perioden 1968 och 1969. Senare under 70-talet genomför

des en samordnad överlämning (SAMDÖL) av all tidigare installerad materiel i rgc och med en uppsummering av restpunktern från tidigare överlämningar.

22.3 Start av operativ drift

Det fanns ett starkt tryck från både operativ och teknisk sida att komma igång med någon form av reglerad verksamhet. Detta gällde i hög grad för teknikerna på de första anläggningarna eftersom deras anställningar var grundade på de ursprungliga utbyggnadsplanerna. Dessa kunde dock av olika skäl inte hållas. Det blev tidvis brist på relevanta arbetsuppgifter för driftspersonalen.

Det fanns en tydlig önskan att så fort som leverantörerna var klara med driftsättning och internkontroll att på egen hand få börja köra utrustningarna både var för sig och tillsammans för att få driftserfarenheter. Att koppla in någon av radarstationerna (PS-15) och få upp en bild på PPI:erna och starta målföljning stod högt på listan. Det var koordinatuppgifter, radarparametrar, inställning av videokvantiseringskretsar, målföljningsparametrar mm som skulle matas in innan allt fungerade. För samkörning med lfc med måldataöverföring, höjdmätning och peksymbolkommunikation fordrades att dataförbindelserna var inmätta och datatransmissionsutrustningarna (T1F3) var rätt strappade. Det gällde att fortast möjligt få kunskap om och erfarenheter av utrustningarna och systemen.

Efter den formella leverans-, system- och integrationskontrollen, som påbörjades under 1967 var avsikten att anläggningarna i planerad ordning skulle tas i operativ drift. TU-Stril hade, som tidigare nämnts, efter kontrollen av O 5M, konstaterat att datautrustningarna inte var tillräckligt driftsäkra och rekommenderade CFV att inte godkänna dem för operativt bruk. De kom dock att användas i någon form av provdrift för luftbevakning fram till dess de modifierades.

Efter modifieringsarbetet som pågick mellan 1967 och 1969 togs anläggningarna successivt i operativ drift med de radarstationer och styrdatasändare som då var tillgängliga. Från och med 1970 kan man säga att alla rgc med varierande drifttidsuttag medverkade i incidentberedskap och förbandsutbildning.

23 Vidareutveckling

23.1 Översikt

Rgc utvecklades både funktionellt och materiellt i stort sett ända fram till avvecklingen. Nya funktioner tillkom, vissa funktioner anpassades och förbättrades och vissa togs bort. Orsaken till förändringarna var flera som t ex, anpassning till nya indatakällor (radarstationer), anpassning till nya flygplanfunktioner eller erfarenheter från utprovningsverksamheter. Önskade funktionella förbättringar ställde ofta ökade krav på tekniken i form av bättre tekniska prestanda. Även på personalsidan skedde förändringar i form av organisationsändringar samt ändrade arbetsförhållanden som en följd av förbättrade övervakningsfunktioner.

Förslag till förändringar kom från operatörer, tekniker, utprovningsgrupper och skolor. Förslag till ändringar kom även från tillverkarna och från staber och förvaltning. Förslagen rangordnades i angelägenhetsgrad granskades och kostnadsbedömdes och utifrån detta beslutade FS och FMV i samråd om och när ändringar skulle införas. Ändringsförslagen i databehandlingsutrustningarna samlades ihop i modifieringspaket eller modifieringsetapper för att minska avbrottstiderna i den löpande operativa verksamheten.

Inplaneringen av tider för modifiering skedde inom ramen för systemsamordningsverksamheten och det var många önskemål som skulle tillgodose, både operativa och tekniska. Önskemålen kunde gälla tillgång till utrustningarna för incidentberedskap, tillgången till provningsresurser för utprovningsverksamhet eller leverantörernas tillgång till utrustningarna. Som regel gjordes först en provmodifiering och kontroll på en anläggning, oftast PC-Stril (O 1N), och därefter infördes modifieringen på övriga anläggningar. Stora modifieringar, modifieringspaket, kunde ofta gå övre längre tider (veckor) och anläggningarna togs då ur operativ drift. I tidsplanerna infördes begreppen Operativ i fred (OF) och begränsat operativ i krig (BOK) för att markera status på anläggningarna. Det kunde ta flera månader innan alla anläggningar var modifierade och fick samma status.

Förbättrings- och utvecklingsarbete riktade sig främst mot de viktiga funktionerna målföljning, stridsledning och mottagning och behandling av smalbandsöverförd radarinformation (SBÖ) och automatisk störpejlinformation, ASP. Den sent tillkomna funktionen Strilradarledning, SRL, utvecklades och utprovades av TU-Stril vid DC-Stril innan de infördes på anläggningarna.

Inom telekommunikationsområdet var utbytet av det gamla ledningstagarsystemet och den manuella snöväxeln till den moderna programminnesstyrda växeln AXT-101 det stora steget. Förmedlingsväxeln GTD-120 som ersättning för den manuella växeln var ett mellansteg på vägen.

Videolänkarna (med RL-81 och TM-7, TM-14) ersattes med datatransmissionsutrustning för smalbandig överföring av radarinformation.

För databehandlingsutrustningarna definierades respektive genomfördes följande modifieringsetapper (tidsangivelserna är ungefärliga):

Ettapp 1 1967 – 1968

- Förbättringar i de operativa funktionerna främst målföljning och stridsledning
- Utrustning för Elektronisk kartpresentation (ELKA)
- Utveckling av ny dator, C 932K

Ettapp 2 1972 - 1973

- Utökad datorkapacitet, installation av ny dator C 932K och gemensamt minne MAS
- Överflyttning av programfunktioner i C 220 till C 932K
- Modifierat målföljningsprogram

Etapp 3 1974 - 1975

- Modifiering av databehandlingsutrustning för mottagning och presentation av smalbandigt överförd radarinformation, SBÖ och successiv avveckling av videolänkarna
- Överföring av stridsledningsprogrammet till C 932K
- Nytt operativt programsystem i DS 9000 för automatisk störpejl, ASP 1

Etapp 4 1983 - 1985

- Utökning av databehandlingsutrustningen med dator C 932V för fördelning av datorlast och möjlighet till reservdrift (redundans)
- Ny stridsledningsmetod, Geografisk stridsledning för JA 37

Mod88 1988 - 1990

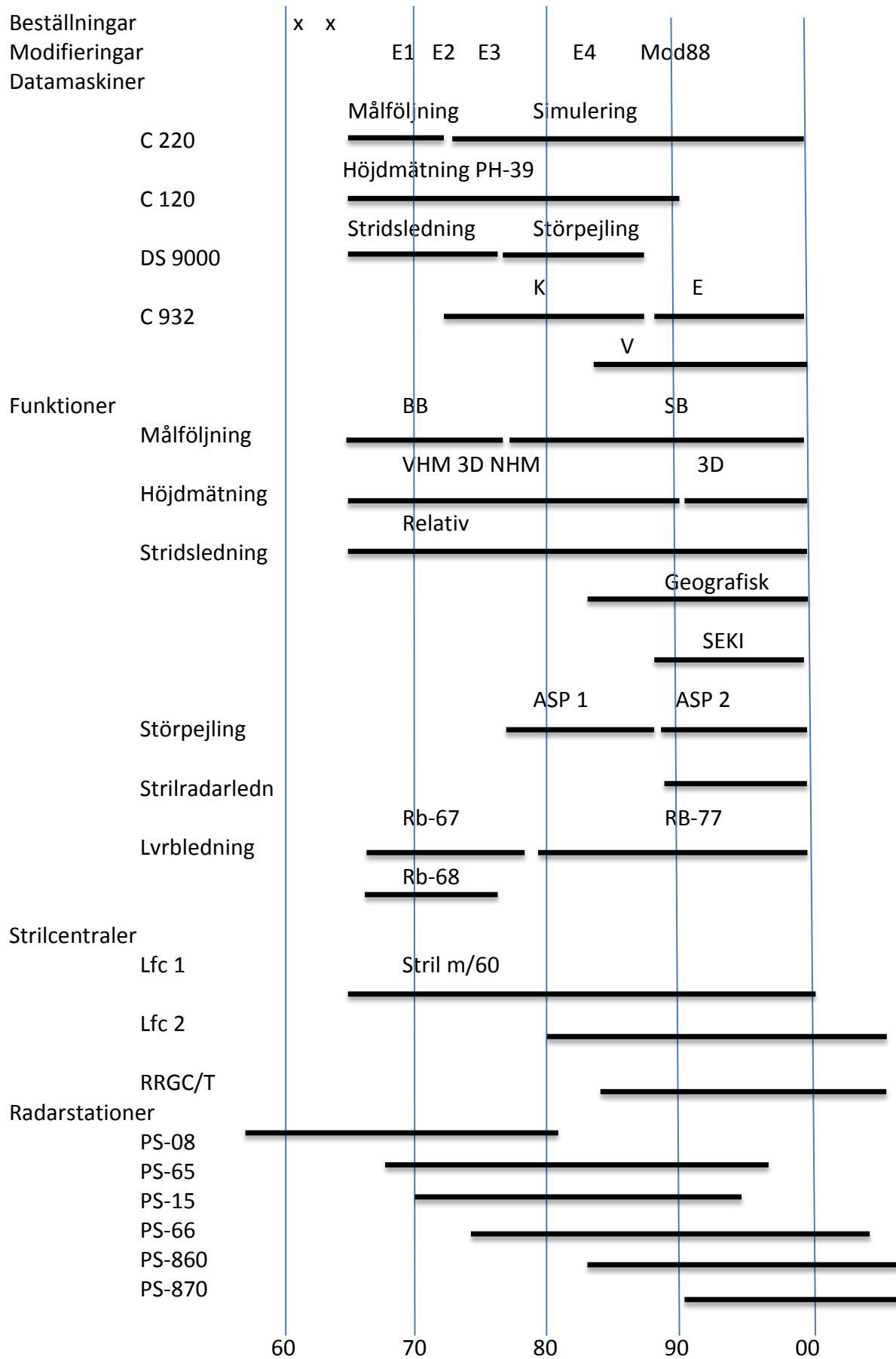
- Utökning av databehandlingsutrustningen med datorsystemen C 932E och APN 167-11
- Avveckling av C 932K och DS 9000
- Funktionerna Strilradarledning, SRL, och modifierad ASP-funktion (ASP-2)
- Anpassning för SBÖ-dataspridare
- Utökad stridsledningsfunktion med överföring av sekundärinformation, SEKI

Varje etapp innehöll ett antal modifieringspaket av varierande storlek. Några av de större paketen var U27, U31, U32 och U34.

Etapp 1 omfattade i huvudsak de insatser som behövdes för att åtgärda de brister och felaktigheter som upptäcktes vid kontroll av systemet i sitt grundutförande. Övriga etapper innehöll förbättringar och/eller utökad funktionalitet. Under perioden beställde KFF utveckling av en ny dator, C 932K, som skulle ersätta C 220 och DS 9000. C 932K installerades dock först under Etapp 2.

I början på 90-talet avvecklades PH-39 på grund av höga underhållskostnader. Därmed försvann behovet av höjddatamaskinen som även den avvecklades.

Vidareutveckling av rgc mer i detalj framgår av de tre följande kapitlen som behandlar utvecklingen i 10-årsperioder. Tidpunkter för viktiga händelser finns sammanställd i nedanstående diagram.



23.2 Metod och resurser för funktionsutveckling

Metoden vid utvecklingen av en ny funktion eller modifiering av en befintlig var i stort på följande sätt och genomfördes i nära samarbete mellan TU-Stril och tekniker/programmerare på SRT. TU-Stril skissade och grovt specificerade hur de ville att en ny funktion skulle fungera och vilka prestanda den skulle ha. Därefter implementerade SRT en första version av funktionen i DC-Stril eller PC-Stril. TU-Stril provade funktionen och med ett iterativt förfarande med ändringar och förnyade prov gavs funktionen sin slutliga utformning. Med hjälp av simulerade indata och specificerade scenarier provade TU-Stril sig fram till de optimala systemparametervärdena för olika taktiska scenarier. De personella resurserna för nyutveckling eller anpassning av operativa funktioner utgjordes främst av TU-Stril, bestående av en grupp av erfarna operatörer och flygingenjörer.

En stor del av utvecklingsarbetet bedrevs vid DC-Stril som fanns i SRT lokaler. DC-Stril utgjordes av en prototypanläggning kompletterad med extra registrerings och simuleringsutrustning. DC-Stril användes även av SRT för interna utvecklingsuppdrag och provning av modifieringar och till del även för vissa leveranskontroller. DC-Stril existerade fram till omkring 1990 och FMV betalade till del för lokaler och drift av utrustningen. Därefter kom utrustning och lokaler att användas för andra ändamål.

Från slutet på 70-talet användes rgc O 1N, senare döpt till PC-Stril, för merparten av utprovning av funktioner och funktionskedjor. Till det befintliga databehandlingssystemet (DBU 205) anslöts ytterligare datorer (DBU 501 och DBU 502) för att effektivt kunna samla in (registrera), bearbeta och analysera data från provverksamheten. Mer information om utvecklings- och utprovingsverksamheten vid PC-Stril finns i kapitel 24 och 28.

24 Perioden 1970 – 1980

24.1 Översikt

Vid ingången till decenniet har samtliga anläggningar varit i operativ drift ett tag om än i varierande omfattning. Erfarenheter av både teknisk och operativ drift fanns.

Under perioden modifierades alla anläggningarna och därefter kommer en sammanhängande period av drifttidsuttag för i stort alla anläggningar utom S 1V och O 1N som nu huvudsakligen disponeras för utbildning respektive systemutveckling och provning.

FMV genomför en samordnad driftöverlämning för samtliga anläggningar och överlämnar därmed helt förvaltningsansvaret till förbanden.

Under perioden genomfördes två stora modifieringsomgångar i databehandlingsutrustningarna, som benämns **Etapp 2** och **Etapp 3**, under 1972 - 1973 respektive 1974 - 1975. De mest omfattande delarna benämndes U27 respektive U31.

De betydelsefullaste åtgärderna som infördes var:

- Installation av en ny dator C 932K och nytt gemensamt minne, MAS, samt överflyttning av huvuddelen av de operativa programmen till denna dator
- Funktionella förbättringar i automatisk målföljning och stridsledning
- Förbättrad simulering och registreringsfunktion

- Utrustning för mottagning (T4), behandling och presentation (DPMX, BG) av smalbandigt överförd radarinformation
- Skivminne och kassettbandspelare för snabbare programladdning och dataregistrering
- Anpassning (BIXA) för kommande anslutning av ytterligare en C 932
- Nytt operativsystem, OS 2.1 i C 932
- Ny basprogramvara för C 932
- Programvara för SBÖ-funktionen
- Funktion för automatisk störpejling och störlägesbestämning, ASP-funktionen
- Funktion för måldataöverföring till lfc typ 2
- Utökade simulering- och registreringsfunktioner
- Målföljning på underlag från Ksrr
- Datakommunikation med 200-meddelanden
- Manualer för systemstyrning

- PH-39 förses med ny störresistent mottagare

- Ny radio, Ra-730, för kommunikation med JA 37 installeras

- Integration av smalbandigt anslutna radarstationer
- Utprovning av SBÖ-funktionen
- Utbildning
- Funktionsutveckling
- Samordnad driftöverlämning

Sammanfattningsvis kan sägas att det mest betydelse som händer under perioden är installation och implementering av materiel och programvara för mottagning, presentation och målföljning på smalbandigt överförd radarinformation; SBÖ-funktionen börjar användas för luftbevakning och stridsledning.

24.2 DBU 205 Modifieringsetapp 2

24.2.1 Ny dator, utökad datorkraft

Redan tidigt när grundsystemet tagits i drift insåg SRT och KFF att datorkapaciteten var otillräcklig. 1967 beställde KFF utveckling av ett nytt datorsystem och 1968/69 är den första Censor 932K, som skulle ersätta C 220 och DS 9000, klar. Den installeras dock först 1973.

En C 932K installerades tidigt på anläggningen S 10 och då helt fristående från övrig datautrustning för att utan att störa den pågående operativa driften kunna användas för den grundläggande utbildningen i programmering. Även utbildning på C 932K genomfördes på S 10 under 1973 och 1974.

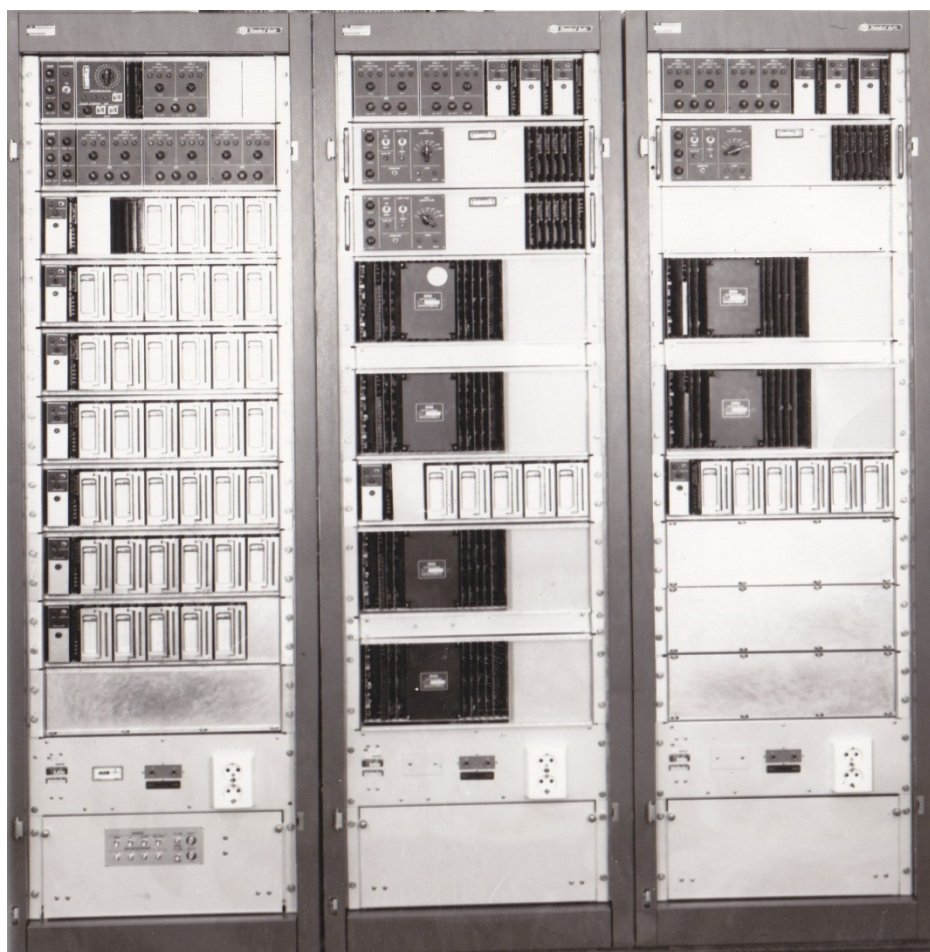
Under 1973 installerades C 932K och MAS-minne på samtliga anläggningar. C 932K och MAS minnet kopplades samman med det befintliga systemet via tillkommande anpassningsenheter och nytt bussystem.

Huvuddelen av programvaran i C 220 konverterades till C 932K och kvar i C 220 blev simuleringsprogrammet för simulering av bredbandsanslutna radarstationer (ekosimulering). Även stridsledningsprogrammet i DS 9000 konverterades och överfördes till C 932K. De gemensamma minnesareorna för företag, ledningsuppdrag, systemparametrar mm i C 220 flyttades över till MAS-minnet.

Under början på 1974 startade SRT utveckling av operativsystem och övriga basprogram bl. a programproduktionssystem för C 932K. Operativsystemet med version 1.5 levererades ut till anläggningarna.

Med C 932K kom ny typ av dator och ny typ av programvaror som initierade omfattande utbildningsbehov.

I nedanstående bild visas C 932K-stativen, centralenheten, internminnet och MAS-minnet. Minnesvolymen var 16 kord respektive 8 kord. Mer information om den nya datorn C 932K finns i bilaga 1.



Censor 932K Centralenhet minne och yttre minne (MAS)

24.2.2 Konvertering och överflyttning av program

Programsystemen i C 220 och DS 9000 konverterades och flyttades över till den tidigare installerade C 932K. De gemensamma dataareorna flyttades till MAS. C 220 används därefter för ekosimulering och DS 9000 för kryssberäkning och för störlägesbestämning (ASP).

24.2.3 Funktionella förbättringar

I samband med konvertering och överflyttning av operativa programsystemen till C932 infördes:

- Förbättrad målföljningsfunktion med ny målföljningslogik,
- Förbättringar i robotlednings- och höjdadministrationsprogrammen
- Implementering av nya program för operativ simulering och registrering
- Nytt program för peksymbolöverföring från Ksrr.
- Förbättringar i stridsledningsfunktionen

I C 220 införs förbättrat simuleringsprogram för simulering av bredbandsanslutna radarstationer (ekosimulering). Med det nya programmet kunde olika målspele genereras.

24.3 DBU 205 Modifieringsetapp 3

24.3.1 Utökad databehandlingssystem

Med E3 utökades databehandlingssystemet med:

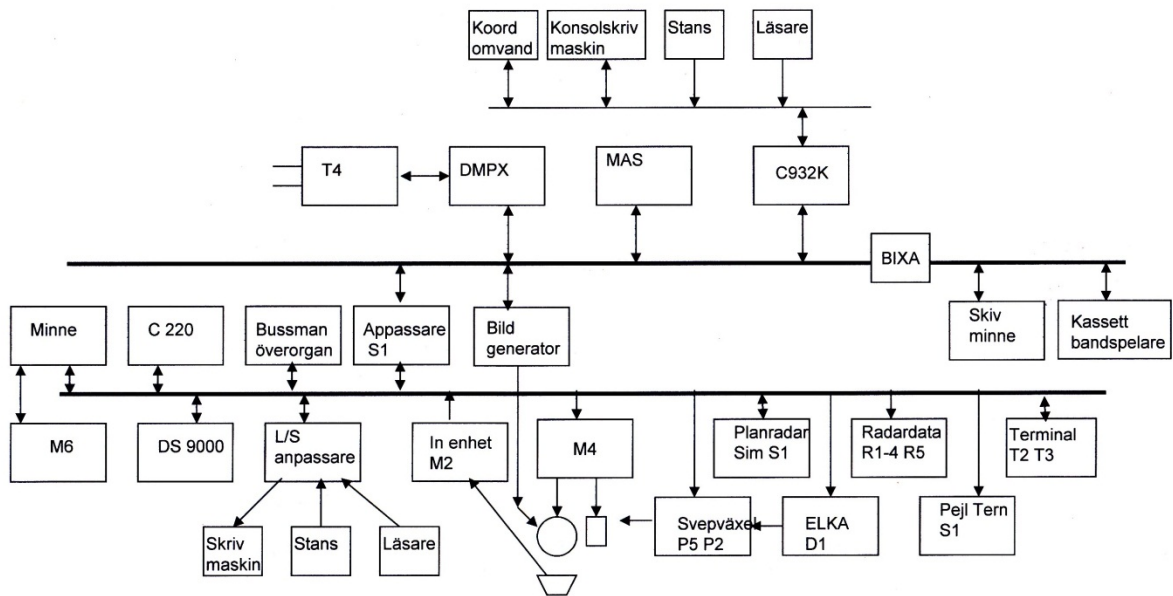
- utrustning för mottagning (T4), behandling och presentation (DPMX, BG) av smalbandigt överförd radarinformation.
- Skivminne och kassettbandspelare för snabbare programladdning och dataregistrering
- Anpassning (BIXA) för kommande anslutning av ytterligare en C 932
- Nytt operativsystem, OS 2.1 i C 932K
- Ny basprogramvara för C 932K

Databehandlingsutrustningen i grundutförandet bestod av ett antal enheter sammanbundna med ett buss-system för utväxling av datainformation. Bussystemet utökades och bestod nu av:

- DBU205-buss
- DBU239-buss
- MAS-buss
- CS-buss
- C900-buss

I nedanstående bild visas datorsystemkonfigurationen. C 120, C 220 och DS 9000 var anslutna till DBU 205-databuss, som via en anpassare (S1-anpassaren) var ansluten till MAS-bussen, Till MAS-bussen var även C 932K samt dess autonoma yttre enheter anslutna. Programstyrda yttre enheter till C 932K var anslutna via CS-bussen. Denna används även för kommunikation med vissa autonoma enheter. Skivminne och kassettbandspelare styrdes via CS-bussen och var anslutna till en C900-buss (BIXA-bussen), som via en bussväxel BIXA var ansluten till MAS. Även programanrop från dessa enheter gick via BIXA till anropsregistret i C 932K programväljare. Begreppen Måldatamaskin och Styrdatamaskin blev inte relevanta längre.

Översiktlig beskrivning av Censor 932 bussystem, Operativsystem OS 2.1 och basprogramvaran (programproduktionssystem och testprogram) finns i bilaga 1.



Datorsystemkonfiguration efter E3

24.3.2 Enheter för mottagning och presentation av SBÖ

Terminalstativ T4 (för 200-meddelande)

Terminalstativet innehöll 6 datamottagare för mottagning av 200-meddelanden, kontrolldatamottagare och kontrolldatasändare. Förteckning över aktuella 200-meddelandena finns i punkt 24.3.14.

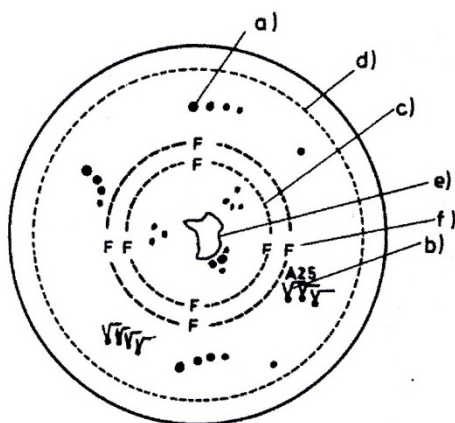
Bildgenerator

Bildgeneratorstativet (BG) innehöll datamultiplexor, bildgenerator och koordinatomvandlare.

Datamultiplexorn samordnade och styrde överföringen av data från datamottagarna och kontrollmottagaren till MAS och från MAS till kontrolldatasändaren.

Bildgeneratorm genererade bildelement och symboler för presentation på PPI:erna. Bilder från flera radarstationer kunde presenteras samtidigt, dock inte tillsammans med bredbandsbild. Exempel på information som kunde presenteras framgår av nedanstående bild,

Koordinatomvandlaren uppgift var att omvandla radarinformationens polära koordinater (relaterade till radarstationens fotpunkt) till x/y-koordinater i strilsystemet för att inte belasta C 932K med denna tidskrävande omvandling.



- a) radarplott
- b) IK-svar med anropssignal
- c) Kalibreringsinformation vid 90 km:s och 100 km:s avstånd
- d) Max gräns för målföljning
- e) Gräns för centrumutsläckning
- f) Larmmeddelandeinformation

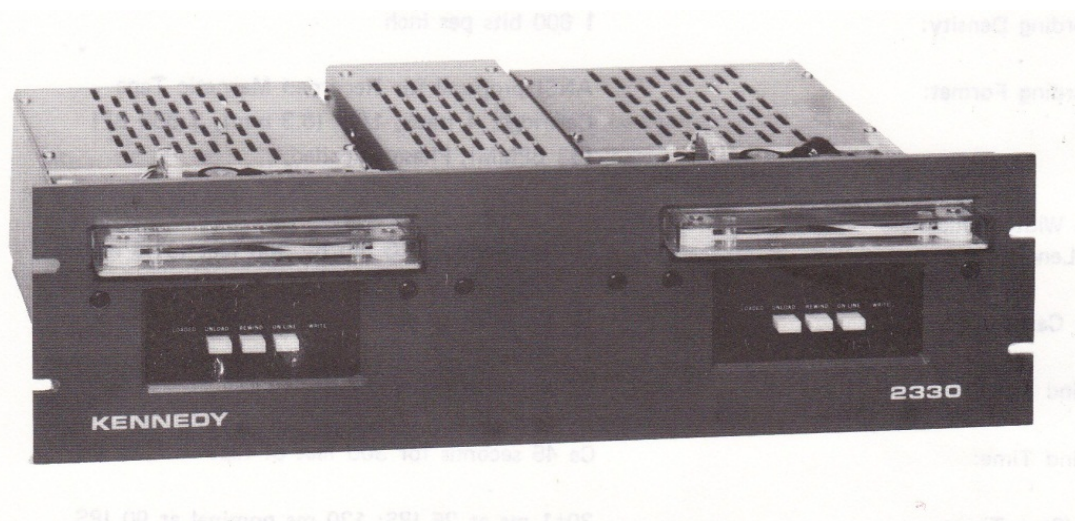
SBÖ-presentation

Bussväxel (BIXA)

BIXA var en enhet som anpassade de gamla bussarna mot den nya C 900- bussen, virkortsbussen till vilken skivminnet och kassettspelaren via sina anpassare (controller) var anslutna. BIXA möjliggjorde en senare planerad anslutning av C 932V.

24.3.3 Ny kringutrustning

För att snabbare kunna ladda in program och data i C 932K installerades skivminne och kassettspelare. Dessa användes även för lagring av registrerade data. På skivminnet lagrades också ett programproduktionsystem, PPS, som kunde köras på bakgrunds nivå under operativ drift.



Kassettspelare

Några viktiga data för skivminnet (Singer Librascope):

- Antal spår 256
- Medelaccesstid 20 ms
- Överföringshastighet 218 kbytes/s
- Lagringskapacitet 2 Mbytes

24.3.4 Operativsystem och basprogramvara

På SRT pågick sen tidigare ett omfattande arbete med att förbättra och vidareutveckla basprogramvaran till C 932. Det var egentligen andra stora projekt hos SRT som var pådrivande i utvecklingsarbetet som rgc fick nytta av.

Operativsystemet för rgc uppdateras till version 2.1 med bl. a logisk I/O- och filhantering. Samtidigt uppdaterades programproduktionssystemet, assembler- editerings- listnings och laddningsprogrammen. Dessa program distribuerades ut till anläggningarna som nu fick utökade möjligheter till egen programproduktion.

24.3.5 Operativt programsystem för Censor 932

DBU205 Operativt programsystem för C 932 var anpassat för användning av den systemkringutrustning, remsläsare, remsstans, skivminne och kassettspelare, som fanns i centralen. Anpassningen mellan systemkringutrustningen och programvaran som nyttjade den samma utgjordes av ett operativsystem, *C932 Operating system version 2*, som kunde handha partitioner till programsystemet lagrade på skivminnet och logisk filhantering på kassettspelare och skivminne.

C 932 kärnminnen, SA och MAS, disponerades så att alla program för den direkta operativa driften låg i internminnet och dataareor för kommunikation med systemkringutrustning låg i MAS minnet. På skivminnet låg ett antal partitioner till programsystemet för bl. a bearbetning på bakgrunds nivå under operativ drift (t ex överföring av program till övriga datorer i centralen).

Programsystemet byggs upp av ett antal väl avgränsade programmoduler där varje modul kunde innehålla program och/eller data. Dessa delar kunde antingen vara residenta i kärnminnet eller transienta.

Residenta program och data:

- Operativsystem
- Applikationsprogram som t.ex. jaktstridsledning och målföljning
- On-line testprogram
- Företagsfack, ledningsuppdragsfack och andra gemensamma dataeror

Transienta program utgjordes av partitioner som normalt fanns lagrade på skivminnet och kallas upp till en i kärnminnet reserverad area. Följande delar låg icke resident i systemet:

- applikationsprogram med relativt låg användningsfrekvens av typ kommunikation med datoroperatör över konsolskrivmaskin
- bakgrundsprogram vilka ett i taget används av datoroperatören

Programsystemet kontrollerades vad avsåg initieringar och I/O hanteringar av operativsystemet. Programmen under operativsystemet kontrollerades på ett antal nivåer. Vilken nivå ett program eller en rutin låg på berodde på den responstid som initieringen av programmet fordrade. Följande nivåer fanns:

- Avbrottsnivå(er)
- Processnivå (er)
- Bakgrunds nivå
- On-line testnivå

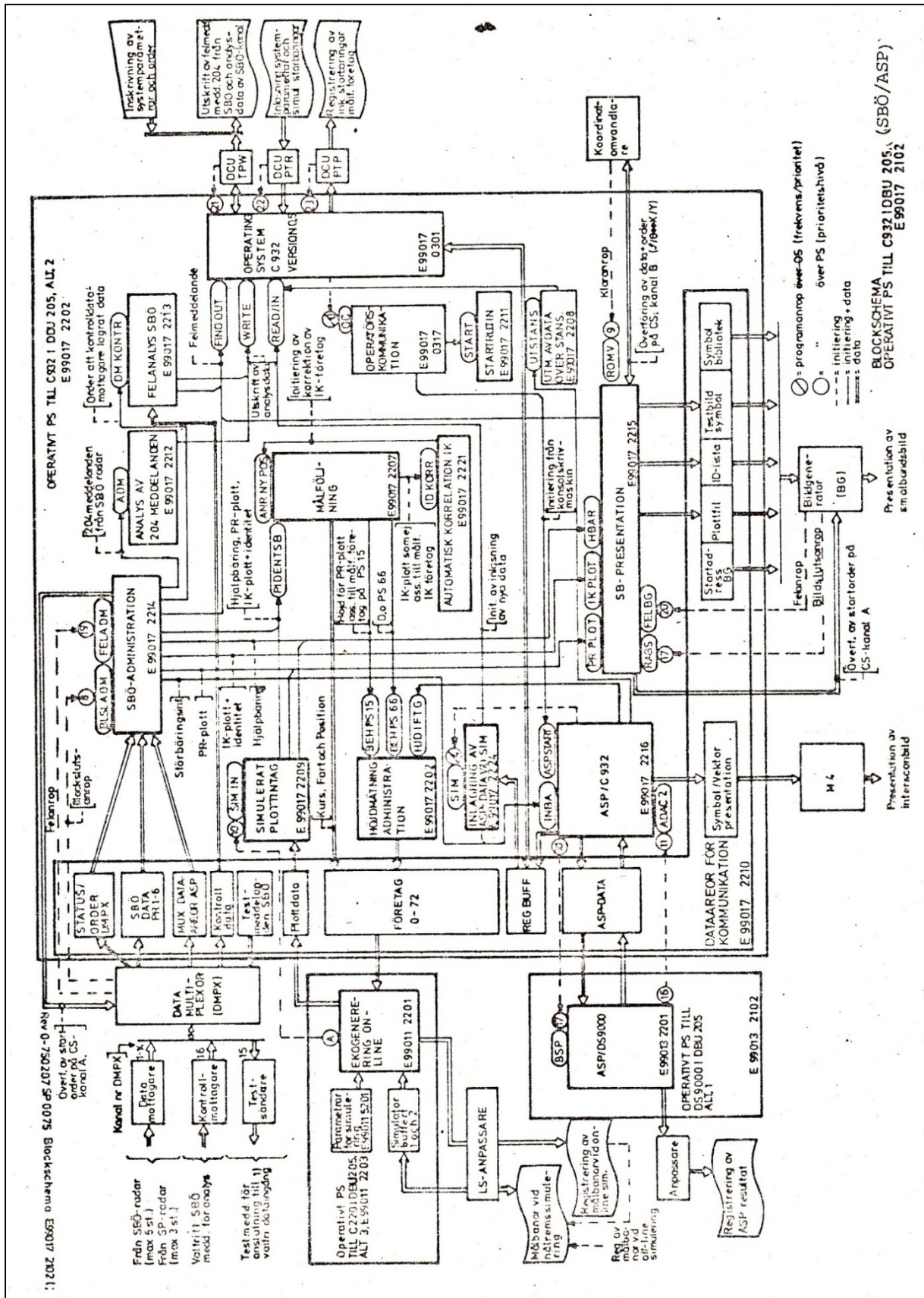
Avbrottsnivåerna var de som hade den kortaste responstiden. Här placerades rutiner som kommunicerade med systemkringutrustningen för t ex. intag av data. Rutinerna initierades över programväljaren i C 932K varför de inbördes avbröt varandra alltefter prioritetsordning.

På processnivå låg applikationsprogrammen för de skilda slag av bearbetningar som var nödvändiga för den operativa driften i centralen. Programmen exekverades i prioritetsordning dock med den skillnaden mot avbrottsnivåerna att här avslutades varje påbörjat arbete innan nästa påbörjades.

Bakgrundsfunktionen var den nivå där batchfunktionerna exekverades och var prioritmässigt placerad mellan processnivå och on-line testnivå. Bearbetningen för operativ drift stördes således ej vid exekvering av batchfunktionerna.

On-line testnivån var den lägsta nivå som användes i programsystemet vilket innebar att då inte annat utfördes av datorn exekverades on-line testfunktionerna.

I nedanstående bild visas blockschemat för det operativa programsystemet som exekverades i C 932K. Blockschemat visar bland annat ingående program, dataareor, dataflöden, initieringar och programanrop.



Operativt programsystem inkl. SBÖ och ASP

24.3.6 SBÖ

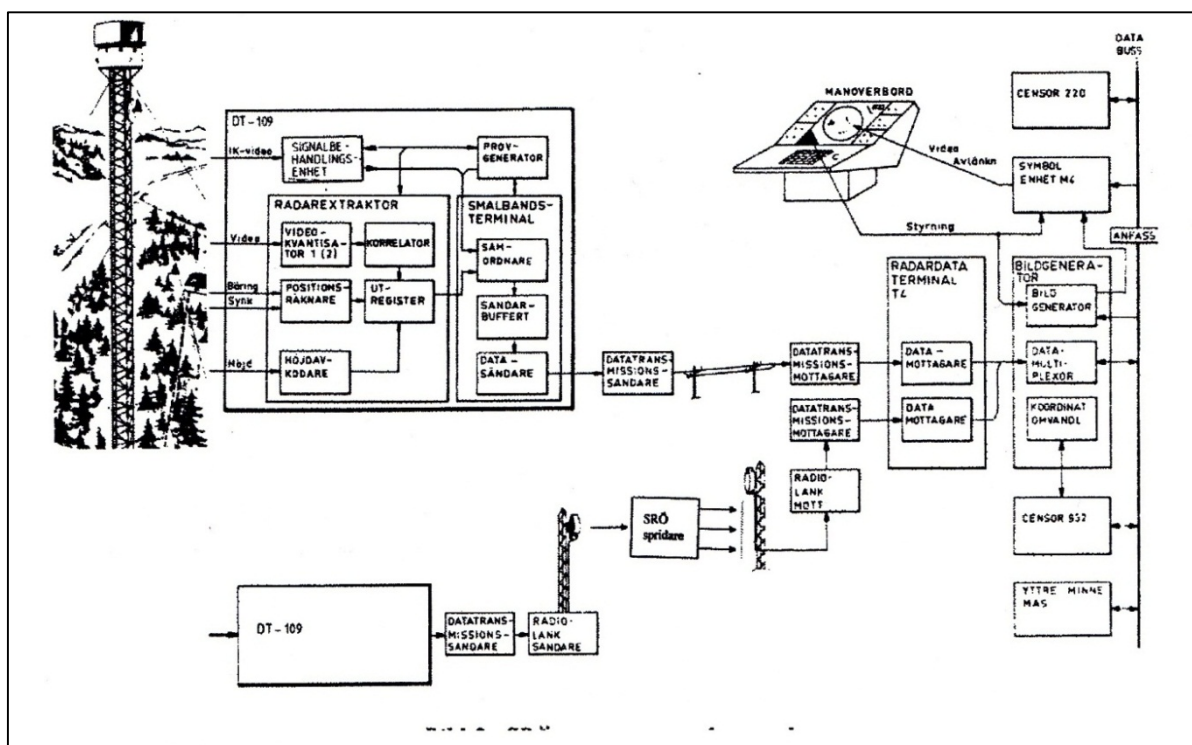
Under 1969 utarbetade FS en målsättning (STTEM) för SBÖ⁵⁵. Information och en sammanfattande beskrivning av SBÖ finns i FHT dokumentet ”SBÖ Smalbandsöverföring av radarbild” FHT F01/08.

Med TTEM som grund utarbetade Radarbyrå en systemspecifikation⁵⁶, samt ett antal tekniska specifikationer för utveckling och upphandling av tillkommande utrustningar, radarextraktor och smalbandsterminal, i radarstationerna. Luftbevakningsbyrån beställde av SRT utveckling, tillverkning och installation av utrustning för mottagning och presentation av smalbandigt överförd information från radarstationer (BG, T4) samt program för hantering, presentation radar och IK-information. Modifieringen provades ut under halva 1974 och 1975 på O 1N. Efter omfattande tekniska och taktiska provningar godkändes funktionen och den infördes därefter på övriga anläggningar.

Med smalbandsöverföring av radarbild blev det möjligt att på ett relativt enkelt sätt ansluta flera radarstationer till en och samma rgc och därmed koncentrera luftbevakning och incidentberedskap till ett fåtal centraler.

Med SBÖ infördes en ny typ av datameddelanden, de s.k. 200-meddelandena med unika meddelanden för överföring av radar-, IK-, störbärings- och testinformation.

Från det amerikanska företaget Codex upphandlade Telekombyrå datamodem anpassade för vanliga talförbindelser och med överföringshastigheten 4800 bit/s. Modemen, som var mycket dyra, installeras och förbindelserna (fast punkt till punktförbindelse) mellan radarstation och rgc mäts in.



SBÖ-systemets uppbyggnad

24.3.7 Automatisk målföljning på smalbandigt överförd radarinformation

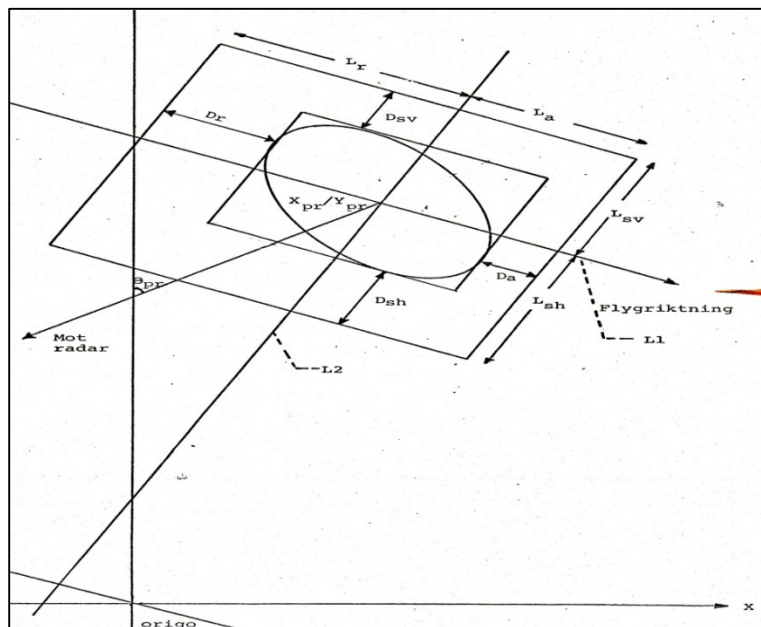
Målföljning på smalbandigt överförd information skedde på i grunden samma sätt som vid bredbandigt överförd information bortsett från att extraheringen skedde i utrustning vid radarstationen. Målföljningsprogrammet i C 932K kompletterades för hantering av smalbandsinformationen.

⁵⁵ FS/Plan H320:6650 1/10 1969

⁵⁶ F ELP 513/69 utg 2

Automatisk målföljning startades på samma sätt som i bredbandsfallet. Från radarstationen erhöles en ström av ”plottar” d.v.s. extraherade ekon. Den maximala plottströmmen var 110 plott/sek. Plottarnas position överfördes som polära koordinater relaterade till radarstationen i ett datameddelande. De mottagna koordinaterna transformerades till strilkoordinater som bildgenerator presenterade som en ”blipp” på PPI:et.

Med det nya målföljningsprogrammet förbättrades målföljningen i störda områden och vid korsande målbanor. Ny logik användes för beräkning av inmätningssluckor och plottval. Vid beräkning av inmätningssluckans togs hänsyn till radarns inmätningssfel, predikteringsfelet och målets förmåga att avvika från raktbanan genom manöver. Inmätningssfelen är orienterade i bäring och avstånd relativt radarn och skapar konfidensytor i form av ellipser.



Målföljningsellipsen

24.3.8 Automatisk målföljning på smalbandigt överförd IK-information

Automatisk följning kunde även ske på IK-information. Utöver koordinaterna för ”IK-plotten” överfördes den avkodade anropssignalen. Följningen skedde på i princip samma sätt som vid följning på radarplott.

24.3.9 Automatisk störpejling, ASP

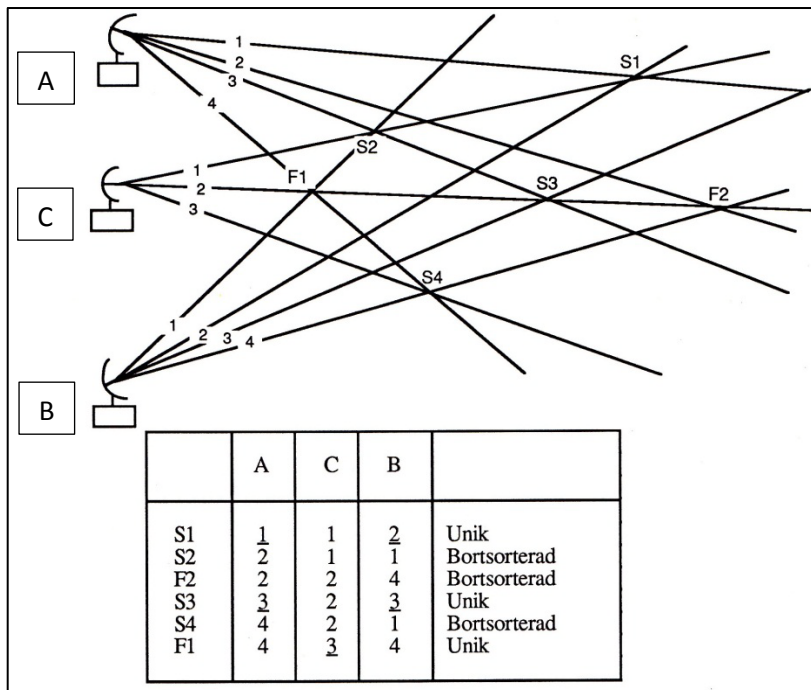
Elektronisk störning av radarstationerna utgjorde ett av de allvarligaste hoten mot Strilsystemet. Behovet av att kunna lägesbestämma och följa störande mål ansågs mycket angeläget.

FMV beställde framtagning av systemlösning och algoritmer för störpejling och beräkning av störarlågen av Teleplan. Bertil Holmberg var ansvarig för detta arbete. Roland Fors på Datasaab utarbetade i samarbete med Bertil Holmberg program för mottagning och associering av störbärningar i C 932K och kryssberäkningsprogram i DS 9000. Den begränsade minnesvolymen i DS 9000 på 4kord var ett problem för programutvecklingen.

FMV beställde också utveckling av störbäringsavtagare för PS-08 (SBA) och PS-66 SEBA av SRT. Dessa utrustningar, som benämndes DBU 209 respektive DBU 210, detekterade bäring till störare och genererade datameddelanden (meddelande nummer 214) som innehöll uppgift om störbäring och störelevation (enbart SEBA) och tid. Minidatorn Alfa LSI-2 från Computer Automation ingick i de båda DBU:erna.

I rgc beräknades störarens läge och målföljning kunde startas på beräknade störarlägen. Rgc kunde ta emot störbäringsinformation från max tre störpejlar ingående i en pejlkedja på maximalt sex stationer.

Utvecklingen och utprovningen av funktionen omgärdades av stor sekretess. Efter en mycket omfattande provverksamhet godkändes funktionen och infördes sen på övriga anläggningar. Beroende på tillgängliga (anslutna) radarstationer definierades en eller flera pejlkedjor.

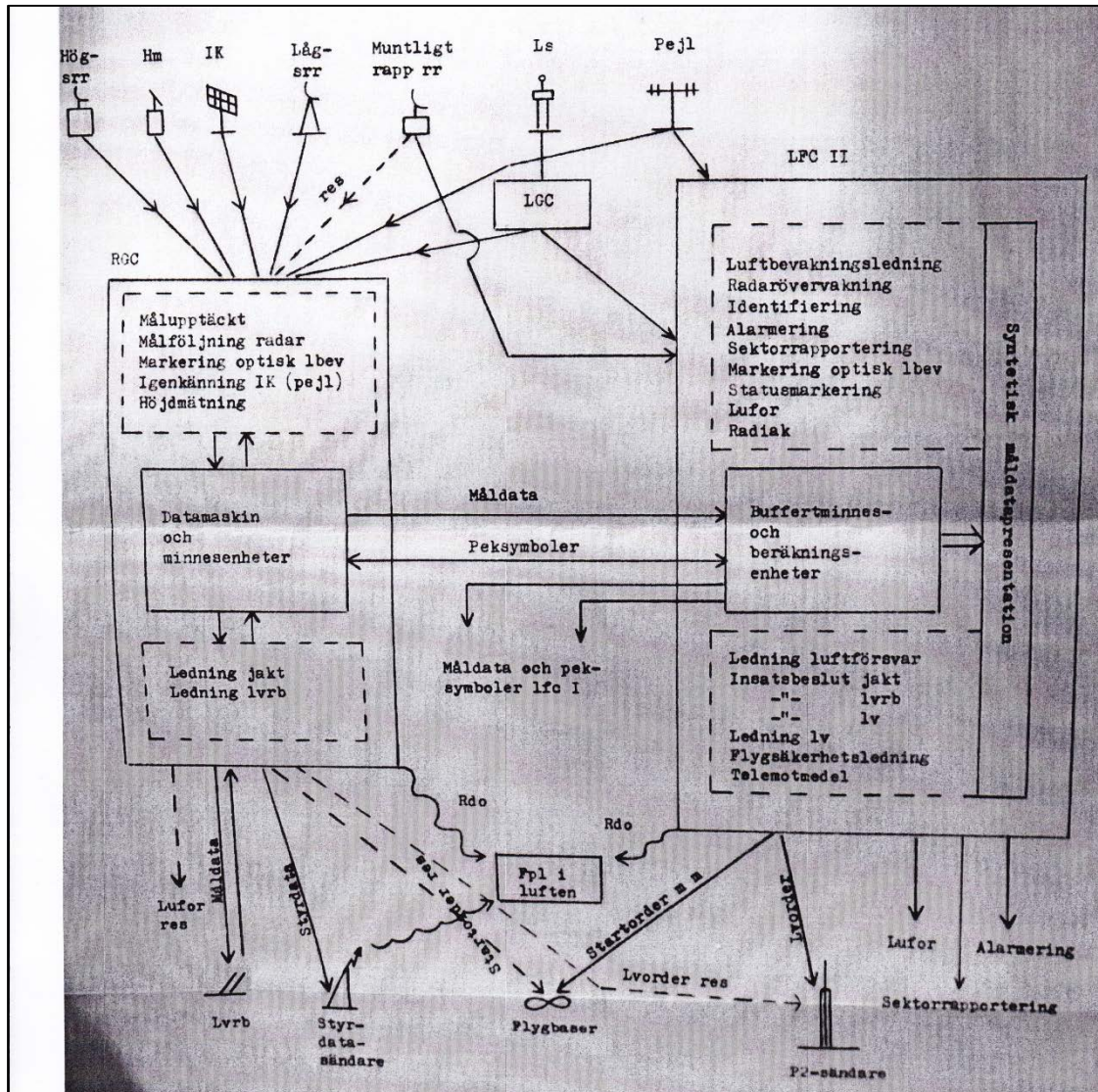


Unika bäringsmetoden

24.3.10 Måldatameddelande till lfc typ 2

Lfc typ 2 skulle enligt strilutbyggnadsplanen finnas i sektorerna W 2, O 1 och ÖN 3. Dessa anläggningar försågs 1977 – 1978 med ett nytt (amerikanskt) databehandlingssystem, DBU 02, med storbildspresentation av luftläget. 1985 flyttades den DBU 02 som funnits vid Telub till Lfc NN. Informationsutbytet mellan rgc och lfc typ 2 framgår av nedanstående bild.

I de rgc som skulle rapportera till dessa lfc infördes dels ny programvara för styrning av vilka företag som skulle matas ut och dels datasändare som genererade måldatameddelande anpassade för mottagning i lfc typ 2.



Samverkan rgc – lfc 2

24.3.11 Simulering

Översikt

Simuleringsfunktionen användes för både utbildning och kontroll och vidareutvecklades i takt med att nya sensorer integrerades och nya funktioner implementerades.

Simuleringsfunktionen innehöll följande typer av simuleringar:

- Ekosimulering på bredbandsbild
- Plottsimulering på smalbandsbild
- Höjdmätningssimulering
- ASP-simulering
- PSÖ-simulering (peksymbol från ksrr)
- Sammankoppling med J 35-simulator
- Simulering av PE-44
- Simulering av lfc-blinker
- Jaktstyrd simulering
- In- och avspelning av målspel

Samtliga simuleringsfunktioner kunde användas samtidigt eller var för sig och tillsammans med övriga

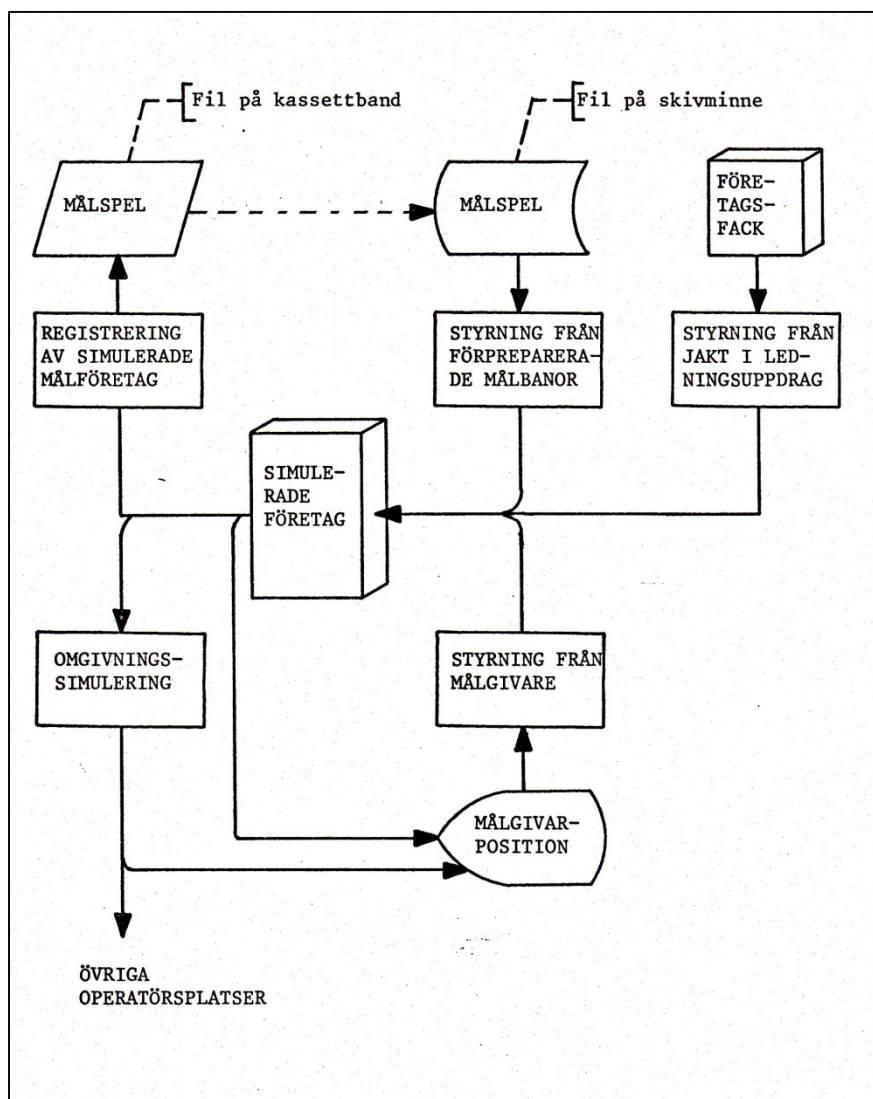
operativa funktioner. Den simulerade information kunde presenteras överlagrad på verklig radarbild.

Simuleringsfunktionerna skedde helt on-line och kunde styras antingen från operatörsplats eller via inspelade data lagrade på kassettband.

Fördefinierade målspel med ett antal målbanor kunde genereras off-line. Målspeleinlagras då på hållremsa eller kassettband för att sedan spelas upp vid utbildning eller kontroll. Genom att ge ett företag en speciell anropssignal (X00) initierades s.k. företagsstyrd simulering. Genom att mata in position, kurs fart så genererades radarekon utgående från de inmatade målparametrarna.

Återuppspelning av ett genererat målspel kunde ske i valfritt rgc med möjlighet till parallellförflyttning av spelet till önskat geografiskt läge.

Principerna för simuleringsfunktionen framgår av nedanstående bild.



Simulering

Ekosimulering

Planradarsimulatorn (den fysiska enheten) kunde simulera radarinformation från alla de aktuella radarstationstyperna. Simulatorn kunde kopplas in till valfri radaringång och genererade radarsvep och ekon. Den simulerade informationen kunde samspresenteras (överlagrad) med verklig radarinformation. Med

parametersättning bestämdes de simulerade målegenskaperna som t ex max hastighetsändringar, sväng-radier, och radaregenskaper som täckning, ekobortfallsrisk och inmättningsnoggrannhet.

Plottsimulering

Med funktionen *Plottsimulering* simulerades smalbandigt överförd radar- och IK-information från PS-15, PS-66 eller PS-810 med möjlighet till parameterstyrning av radaregenskaper och målegenskaper i enlighet med ekosimulering.

Höjdmätningssimulering

Funktionen simulerade höjdinformation från PH-39, PS-15 och PS-66 och med möjlighet till parameterstyrning av radarparametrar och målegenskaper.

ASP-simulering

Funktionen simulerade störbäringsinformation från störbäringsavtagare vid PS-08 och PS-66 och med möjlighet till parameterstyrning av radarparametrar och målegenskaper.

PSÖ-simulering (peksymbolöverföring från Ksrr)

Funktionen simulerade mållägesrapporter från Ksrr.

Simulering av PE-44

Funktionen simulerade målinmätning med PE-44 (belysningsradar) och med möjlighet till parameterstyrning av radarparametrar och målegenskaper.

Simulering av lfc-blinker

Funktionen simulerade utmatning av företag som var målföljda i lfc

Jaktstyrd simulering

Genom att definiera ett företag som jakt med anropssignal X00 i ett ledningsuppdrag genererades en simulerad flygbana styrd av den definierade flygplanstypens egenskaper (prestanda).

Sammankoppling med J 35 systemsimulator

Rgc kunde kopplas samman med J 35 systemsimulator på flottiljerna via en dataförbindelse. En talförbindelse mellan rjal och flygföraren kunde kopplas upp. Ett ledningsuppdrag startades och styrdata-meddelandet sändes till systemsimulatorens. Från den simulerade flygningen återmatades beräknade värden på "flygplanets" läge, kurs, fart och höjd som då presenterades på PPI:et.

24.3.12 Registrering

Registreringsfunktionen användes för att i efterhand kunna analysera företags- och ledningsuppdragsdata (t.ex. läge, kurs, fart) över en längre tid. Registrerade data kunde lagras på skivminne, kassetband eller stansas ut på hållremsa. Vilka data som skulle registreras bestämdes vid initieringen av registreringsfunktionen. Med modifiering E3 utökades möjligheterna att registrera data i samband med målföljning på smalbandsinformation. Det fanns även program för efterföljande (off-line) bearbetning, sortering och utskrift av registrerad information.

Vid PC-Stril fanns även DBU 501 och DBU 502, (installerade på våningsplan 2) som användes för mer omfattande databearbetningar. Denna facilitet användes främst i samband med utprovning.

24.3.13 Målföljning på information från Ksrr

Mål som följdes vid Kustspaningsradar, Ksrr, rapporterades till rgc genom att målets positioner regelbundet överfördes med hjälp av peksymbolkommunikationen. På dessa positioner från Ksrr startades halvautomatisk målföljning och vid behov justerades kurs och fartvärdena manuellt.

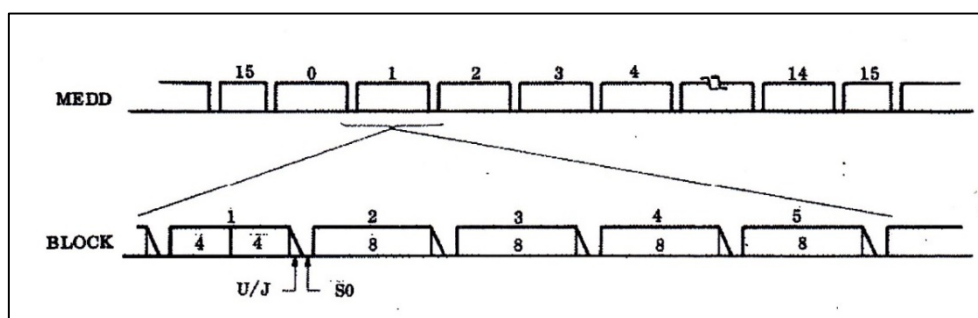
24.3.14 Datakommunikation

Datakommunikationsfunktionen utökades med att även kunna ta emot och sända 200-meddelanden. Rgc kunde sända och ta emot följande 200-meddelanden:

- 200 Skenmeddelande
- 201 Hjälpbäring
- 202 Plott från planradar
- 203 Plott från 3-D radar
- 204 VAK (teknisk driftstatus) från PS-15, PS-66, PS-810
- 204:1 VAK (teknisk driftstatus) från PS-15, PS-66, PS-810, PS-860, PS-870
- 204:9 Status RIR från Rrgc/T
- 205 IK-information
- 206 Fotpunkt
- 206:0 Remsområde från PS 860
- 206:1 Störriktning från PS-860 och PS-870
- 206:4 Status från PS-860, PS-870
- 206:5 Fjärrmanöver från PS-860
- 206:8 Fotpunkt från PS-860
- 206:9 Höghastighetspek till Rrgc/T
- 206:10 Höghastighetspek till PS-860
- 207:0 Text MTS från PS-870
- 207:1 Radartäckning från PS-860
- 207:2 Fjärrmanöver från PS-15, PS-66, PS-870. PS-810, PS-825
- 207:3 Status från PS-15, PS-66, PS-870. PS-810, PS 825
- 208 Plott ATC
- 209 Plott test
- 210 Plott SRR
- 211:0 Anläggningsidentitet från PS-15, PS-66, PS-860, PS-870. PS-810, PS-825
MSRR
- 211:2 Plott IK från PS-870
- 211:1 Radartäckning PS-870
- 212 Plott IK från PS-870
- 213:0 Hjälpbäring från PS-870
- 213:1 VAK från PS-810, PS-825, MSSR
- 214 ASP från PS-66

Meddelandeformatet framgår av nedanstående bild. Startkoden bestod av 11 ettor. Antalet bitgrupper i varje meddelande var beroende på typen av meddelande. Varje meddelande inleddes med en meddelandekod på fyra bitar där meddelandetypen angavs. Bitgrupperna avslutades med en "Udda/Jämt-bit" och en "skilje-nolla". U/J-biten användes för att detekterade eventuella fel i överföringen.

Datamottagarna i terminalstativ T4 läste av meddelandenumret och kunde därmed tolka efterkommande information och lagra den i MAS-minnet i för informationen avsedd minnesarea.



200-meddelandes uppbyggnad

24.3.15 Systemstyrning

Med modifiering U31 hade Censor 932K försetts med nytt operativsystem, OS 2.1 och omfattande utökningar i de operativa programsystemen. För att underlätta tvak-arbetet med programladdning, initiering av operativa funktioner, som t.ex. simulering och registrering, programframtagning mm utarbetade Stansaab på FMV uppdrag dokumentet *Datoroperatörsmanual för DBU 205/239, DOPMAN*⁵⁷.

DOPMAN innehöll instruktioner för alla de viktiga moment som hade med driften av databehandlings-systemet att göra och säkerställde att uppstartningar, byte av radarstationer, inläsning av kartinformation etc. kunde göras snabbt och korrekt.

Ett annat viktigt dokument som underlättade tvak-arbetet var *Specifikation för inkoppling av yttre datakällor, SIYD*, som innehöll alla anläggningsbundna parametrar för anläggningen och till anläggningen anslutna datakällor.

Dessutom fanns för operativsystemet OS 2 *Operator`s referens* och för C932 *Programmer`s Handbook*.

24.4 PH-39

PH-39 fick ny störskyddsmottagare, (ASTOR) för att begränsa påverkan på höjdmättningsfunktionen vid avsiktliga störningar av stationen. Störskyddsmottagaren har tidigare beskrivits i anslutning till PH-39 i punkt 19.5.2.

24.5 Radio Ra-730

I stort sett parallellt med utvecklingen av Fmr-18 utvecklade AGA Electronics AB i Sverige en flyg-radiostation, Fr-28, avsedd för fpl 37. Den var en VHF/UHF sändtagare med amplitud- och frekvensmodulation. En option på ytterligare leverans av FMR-18 i beställningen hos PTAB utnyttjades av olika anledningar inte utan i stället lades en beställning på AGA att konstruera en markvariant av den mycket lyckade Fr-28. Den 4 juni 1975 beställde FMV från AGA Electronics AB 40 radiostationer med separata sändare och mottagare samt 15 sändtagare. Radioutrustningen fick benämningen Ra-730 MT.

Serieleveransen startade 1978. Ra-730 installerades vid strilanläggningar i samtliga tre sektorer med början från 1979. Radiostationen är fortfarande i operativ drift och kommer att få en beräknad livslängd på 40 år.

Radiostation Ra-730 var en mångkanals UHF markradiostation avsedd för kommunikation mellan mark och flygplan. Den hade ett frekvensområde på 225,00 - 399,95 MHz med 50 KHz kanalindelning och kunde arbeta med såväl amplitud- (AM) som frekvens (FM) modulering. Den bestod av mottagar- och sändarenheter som kunde installeras i mottagar- och sändaranläggningar men fanns också i en sändtagarvariant. I mottagarenheterna fanns en kristallstyrd nödmottagare avstämd till den internationella nödfrekvensen 121,5 MHz. Mottagarenheten hade två LF-utgångar, en 600 ohms smalbands- och en 600 ohms bredbandsutgång. Sändaren hade två LF-ingångar en 600 ohms smalbands och en 600 ohms bredbandsingång. Sändarens uteffekt var 25 W vid AM och 60 W vid FM.

⁵⁷ Utarbetad av Tommy Brinck och Björn Bengtsson på uppdrag av Stansaab.



Effektsteg 204 med radiostation

24.6 Transmissionsutrustning

24.6.1 Datatransmissionsutrustning DT 112

I samband med att SBÖ-utrustning installerades på radarstationerna installerades DT 112 i rgc.

DT-112 (Codex 4800) var ett modem som arbetade i duplexdrift med möjlighet till automatisk utjämnning av förbindelsens grupplöptidsdistorsion och driftdämpningsdistorsion. En speciell moduleringsprincip (kvadraturmodulering) användes.

Mer information om DT 112 finns i FHT-dokumentet ”*SBÖ Smalbandsöverföring av radarbild*”⁵⁸.

24.7 Integrering av smalbandigt anslutna radarstationer

Systemkontroll (SKA och SKI) och integration genomfördes för samtliga för rgc aktuella radarstationer som försetts med SBÖ-utrustning.

24.8 Utprovning

När de första PS-15 och PS-66 försetts med SBÖ-utrustning och anslutits till PC Stril startade en omfattande utprovningsverksamhet för att få vetskap om prestanda och egenskaper vid smalbandig överföring. Täckning i ostörda och störda förhållande, ekobortfallsrisk, målföljningssannolikhet för dimensionerande målbanor är egenskaper som utprovas för att få fram optimala inställningar i extraktorerna och målföljningsprogrammen.

För att effektivisera utprovningsverksamheten installerades bl.a. DBU 501 och DBU 502 på PC Stril för registrering och bearbetning av utprovningsdata. I DBU 501 ingick bl. a en C 932 K och skivminnen med stor lagringskapacitet. Systembyråns utprovningssektion, ELB 5, ansvarade för utprovningsverksamheten. Sektionen köpte planerings- och provningsverksamheten av Telub som hade en kvalificerad och erfaren utprovningsgrupp.

Resultaten från utprovningarna av PS-15 blev sammanfattningsvis att under ostörda förhållanden utanför radarns närzon >50 km, uppfylldes ställda krav medan vid störda förhållanden och mycket klotter (mark eller sjö) blev belastningen för hög med påföljd att målbortfall erhöles och SBÖ-bilden i central

⁵⁸ Karl Gard m fl *SBÖ Smalbandsöverföring av radarbild*, FHT F01/08

fick "ekerutseende". Detta resulterade i ett flertal modifieringar främst på radarstationerna med förbättrade MTI-funktioner och störskyddssystem så att SBÖ radarextraktor gavs förutsättning till bättre filtrering och därmed lägre störplottintensitet.

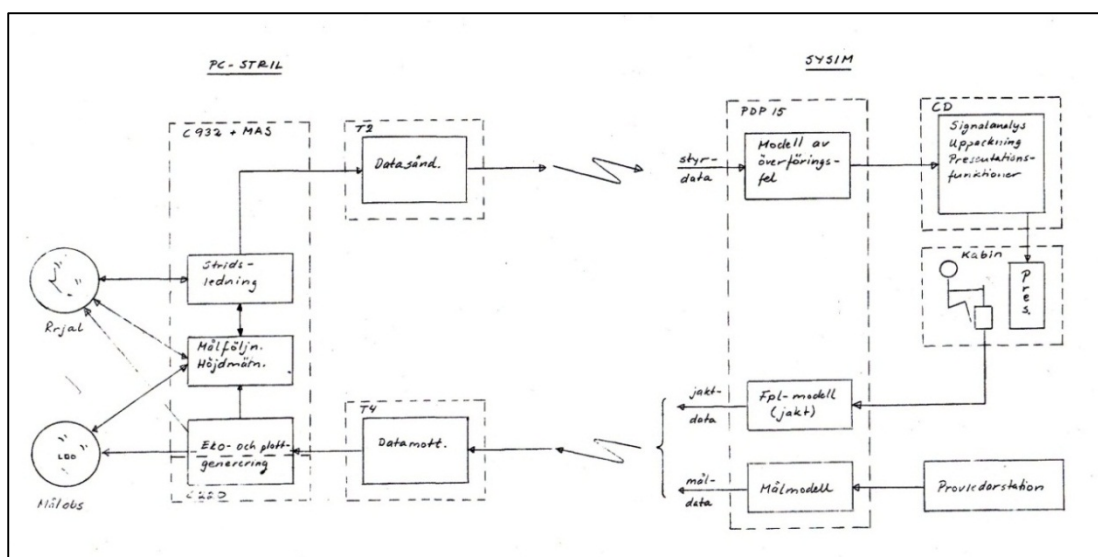
24.9 Utbildning

SRT genomförde två instruktörskurser, en avsåg den nya maskinvaran och en avsåg grundläggande programmering av C 932K. Därefter startar planering och förberedelser vid FTTS för utbildning av anläggningspersonal. FTTS genomför ett antal kurser på maskinvara och ett antal grundläggande programmeringskurser. Programmeringskurserna var ganska omfattande och kursinnehållet var inte helt lättillgängligt. Senare genomfördes även kurser med tyngdpunkt på SBÖ- och ASP-funktionerna de operativa programsystemen. Huvuddelen av kurserna genomfördes vid S 1V.

24.10 Funktionsutveckling

24.10.1 Utveckling av stridsledningsfunktion för JA 37

Vid PC-Stril började TU Stril i nära samarbetet med TU-37 och Saab att utveckla en ny metod för ledning av JA-37. Datorsystemen vid PC Stril kopplades samman med systemsimulatorens SYSIM 37 vid Saab, vilket medförde att bla styrdata kunde föras över till simulatoren. Utvecklingsarbetet pågick i stort fram till 1983. Resultatet av utvecklingsarbetet blev den geografiska stridsledningsmetoden och överföring av sekundärinformation, SEKI.



PC Stril hopkoppling med SUL 37

24.10.2 Utveckling av strilradarledningsfunktionen

Metodutvecklingsarbetet (projekt Anton) startade 1974 och genomfördes vid DC-Stril av TU Stril i samarbete med SRT. Befintlig rgc-utrustning i DC-Stril utökades med ytterligare dator- och presentationsutrustning samt en simuleringsfunktion av PS-860. Arbetet fortsatte in på 80-talet men med tillfälliga avbrott och med sänkt funktionell ambitionsnivå, se även kap 26.

24.11 Samordnad driftöverlämning

FMV genomförde en samordnad driftöverlämning för samtliga anläggningar och överlämnade därmed förvaltningsansvaret helt till förbanden. Det var "stor uppställning" vid dessa överlämningar med deltagande från alla berörda byråer, från flottiljledning, från de tekniska driftledningarna. Av protokollen

från dessa överlämningar visar att i stort var alla väsentliga drift- och underhållsförutsättningar uppfyllda. Tid för åtgärdande av restanmärkningarna var noterade.

25 Perioden 1980 – 1990

25.1 Översikt

Under denna period infördes funktionella förbättringar i rgc som avsevärt förbättrade luftbevaknings- och stridsledningsfunktionen. De viktigaste förbättringarna var:

- Stridsledningsprogrammet modifierades för geografisk stridsledning och sekundärinformation (SEKI)
- Strilradarledningsfunktionen (SRL) infördes
- ASP-funktionen uppgraderades, ASP-2

SBÖ-dataspridare infördes i sambandsnätet vilket möjliggjorde ett flexibelt utnyttjande av radarstationerna i hela landet samt att incidentberedskapen kunde koncentrera till ett fåtal centraler. Nya modem installerades och kryptoapparater infördes.

Under denna period genomfördes ett antal genomgripande systemutredningar som bl. a. resulterade i modifieringar av databehandlings- och telefonutrustningarna. De viktigaste materiella förändringarna, som var förutsättningen för de ovan angivna funktionella utökningarna, var:

- Installation av C 932V för att förbättra driftsäkerheten (två-dator-system med C 932K och C 932V)
- Installation av nya datorer och presentationsutrustningar för de tillkommande funktionerna SEKI, SRL och ASP 2
- Ny Systemstyrnings- och systemhanteringsfunktionen infördes, TVAK-PC
- Installation av Telefonväxel GTD-120 och AXT-10102
- Installation av Datatransmissionsutrustning DT-135 och kryptoapparat 970

Under perioden genomfördes:

- Integration och utprovning av PS-860 och PS-870
- Utredning om möjligheterna att hålla liv i rgc ytterligare ett antal år
- Beslutades om avveckling av alla rgc typ 1 med överföring av materiel till kvarvarande rgc typ 2 och lfc
- Installation av fjärrmanöverfunktioner för PS-870
- Funktion för manövrering av SBÖ-dataspridare (inkoppling av radarstationer)-

25.2 Förändringar i uppgifter och funktioner

Rgc luftbevakningsuppgifter utökades med att även innefatta Strilradarledning, SRL.

Funktionsrepertoaren utökades med Striltaktikledning och en ny operatörsposition installerades i operummet.

25.3 DBU 205 Modifieringsetapp E4

25.3.1 Ny dator

Med beställningen av modifieringspaketet E4 utökades DBU 205 med ytterligare en dator, C 932V. Förberedelse för anslutning av C 932V gjordes redan under E3. Med C 932V erhöles nu ett "2- dator-system" med C 932K. De två datorerna kunde endera dela på lasten eller fungera var för sig. Nya operativa programsystem för C 932K och C 932V för tre alternativa driftfall genererades och distribuerades till anläggningarna. Det fanns programsystem för:

- Normalfall med lastfördelning
- Reservfall 1 med enbart C 932K
- Reservfall 2 med enbart C 932V.

Censor 932V var helt programkompatibel med föregångaren Censor 932K. Beskrivning av Censor 932V finns i bilaga 1.

25.3.2 Ny stridsledningsmetod för JA 37

Samtidigt med att C 932V infördes modifierades stridsledningsfunktionen och metoden ”geografisk stridsledning” infördes. Fram till mitten av 80-talet användes metoden relativ stridsledning, där styrkursberäkningarna utgick från radarinmätta värden på position, kurs och fart för både mål och jakt. Noggrannheten i inmätningarna (målföljningen) var helt avgörande för ett lyckat ledningsuppdrag. Kring 1985 infördes den ”geografiska metoden” för ledning av JA 37. Metoden innebar att målets position pekades ut i absoluta koordinater (lat/long) och därefter beräknade avioniksystemet i flygplanet styrkurs mot målet. Detta minskade krav och belastning målföljning i rgc. Anfallstyperna var Direktanfall eller Kurvanfall. Även ledning mot markmål ingick i den modifierade stridsledningsfunktionen.

25.4 DBU 205 Modifieringsetapp Mod88

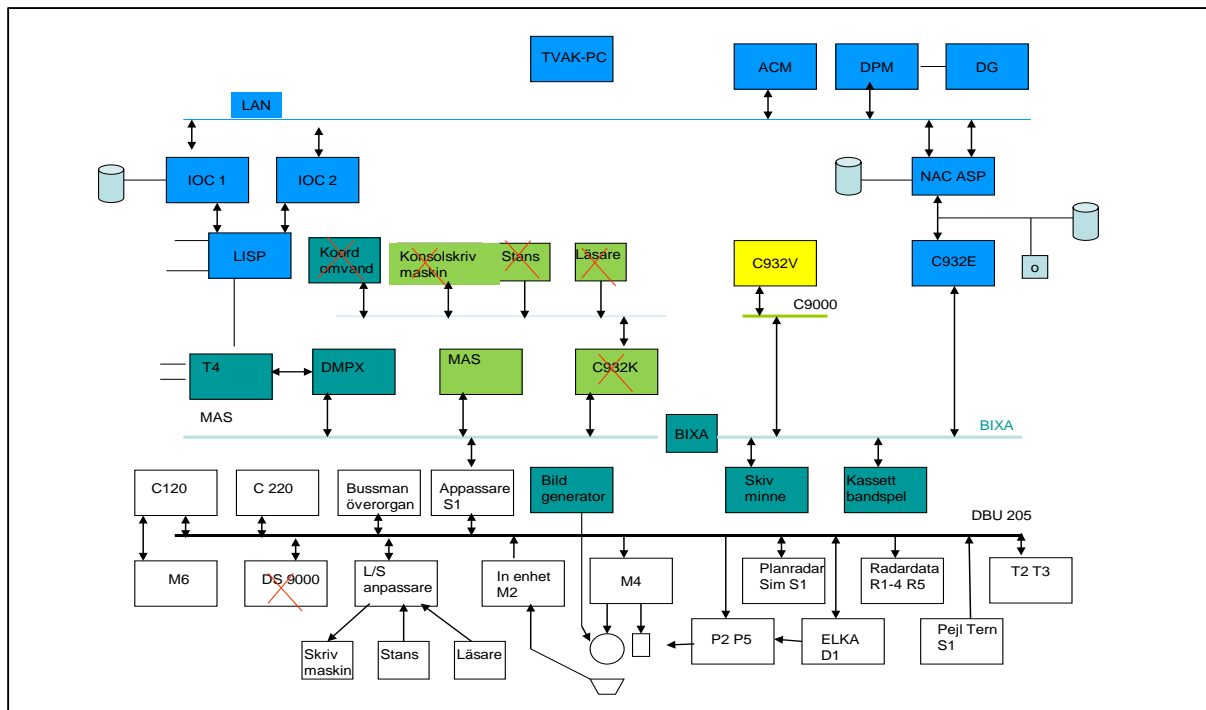
25.4.1 Översikt

Modifiering Mod88 medförde hårdvarumässigt i stort att:

- De gamla datamaskinerna Facit DS 9000 och C 932K tas bort och ersätts med C 932E. Det gamla skivminnet (Librascope) tas bort och ersätts med tre nya winchesterskivminnen
- Höjddatamaskinen (stativen M5 och M6) kopplades bort i samband med att PH-39 avvecklades. Blinkerinformation från lfc togs in via datamottagare i T2/T3-stativet
- APN 167-11-datorer tillkommer för den nya funktionen Strilradarledning, SRL, och för den vidareutvecklade störpejlingsfunktionen ASP-2 samt fördelning av data förbindelserna
- TVAK-PC införs för systemövervakning och systemstyrning av alla datorerna
- C 932E tillkommer för att öka driftsäkerheten genom en systemlösning med ”2-dator-system” med datorerna C 932V och C 932E och alternativa driftfall
- Presentationsutrustningarna i op-rummet utökas med ett DS-86-systemem för presentation av SRL-information

Den nya datorsystemkonfigurationen framgår av nedanstående bild. Bilden visar också genom färgmarkering förändringarna i datorkonfigurationen från grundsystem fram tom Mod 88. Färgmarkering visar den stegvisa utökningen.

Grundsystemet	ofärgat
Etapp 1	ljusblått
Etapp 2 och 3	ljusgrönt och mörkgrönt
Etapp 4	gult
Med 88 (Etapp 5)	mörkblått



Datorsystemkonfigurationen

MAS är fortfarande systemets "centrala minne". Här lagrades all den information som är gemensam för systemet. Typexempel är företagsinformation och ledningsuppdragsinformation. Alla datorerna och övriga delar som t.ex. datasändare/mottagare och symbolgeneratorer hade möjlighet att kommunicera med "centrala minnet".

De grundläggande funktionerna målföljning, höjdmätning, stridsledning mm exekverades i endera av de två redundanta datorerna C 932E eller 932V. Vid systemstart valdes vilken av datorerna som skulle vara "aktiv". Vid eventuella fel kunde Tvak manuellt koppla in den "passiva" datorn. De operativa programsystemen lagrades på skivminnet för att snabbt kunna läsas in. Omkopplingsmöjlighet mellan datorerna C 932V och C 932E infördes för att öka den operativa tillgängligheten.

Information från/till radarstationer, till/från andra centraler och till styrdatasändare kom fortfarande via 200- och 100-meddelanden. Informationen användes nu på flera olika ställen i systemet och en särskild enhet, LISP, behövdes för att dela upp och distribuera informationen.

Alla operativa programsystem lagrades på skivminnen för att vid fel snabbt kunna laddas in i datorerna igen.

All systemstyrning och övervakning skedde via systemterminaler anslutna till Censor- och APN datorerna, TVAK-PC.

Information om C 932E och APN-167 finns i bilaga 1 respektive 2.

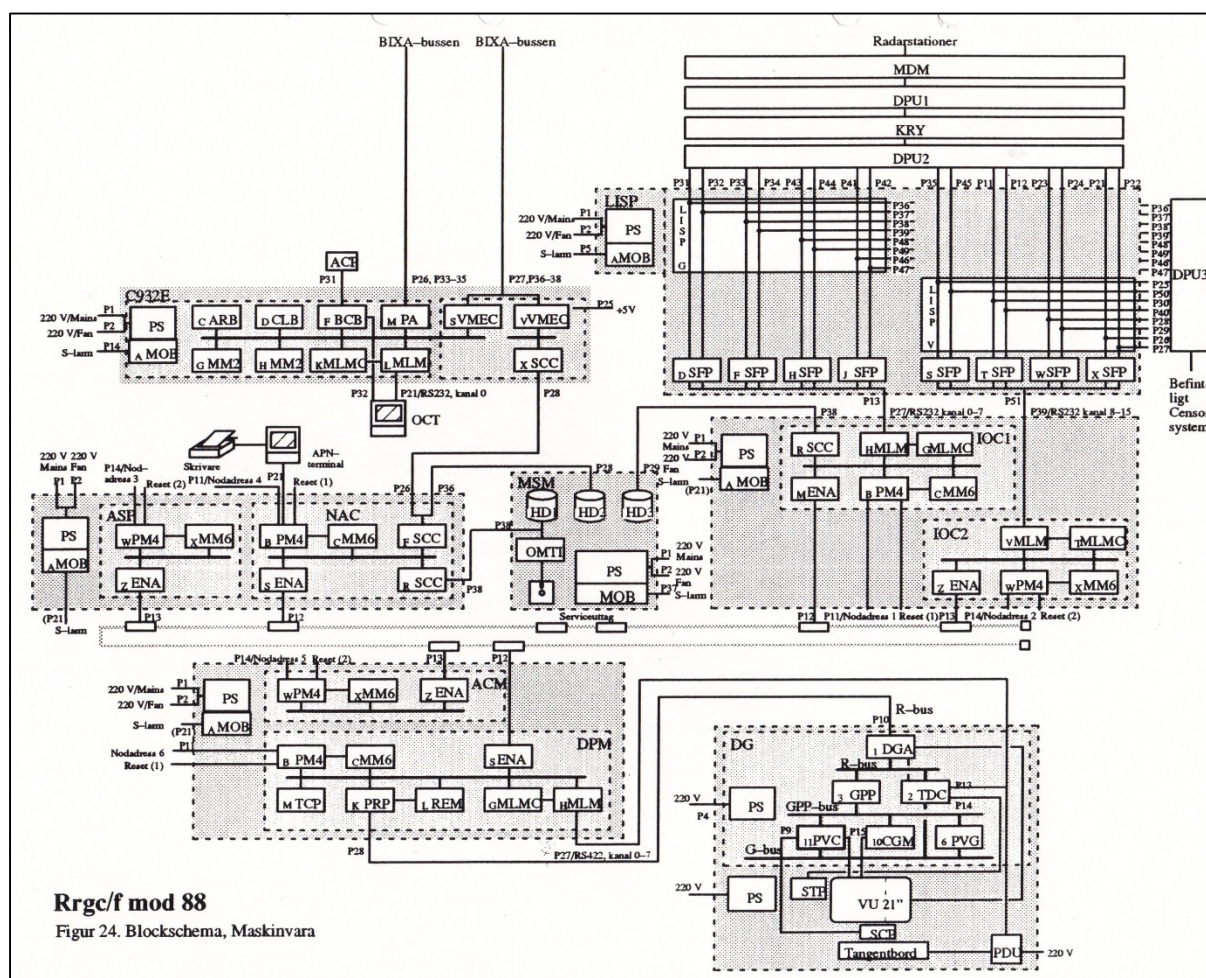
25.4.2 Den nya materielen

DBU 205 utökades med följande enheter:

- dator C 932E med konsol och kontrollpanel
- Winchesterskivminne
- datorsystem APN 167 bestående av:
 - 6 datorer APN 167-11
 - Lokalt nätverk av Typen Ethernet
 - Systemterminal och skrivare

- 2 Winchesterskivminnen
- 1 Flexskiveenhet
- presentationssystem DS 86
 - Bildgenerator
 - Bildenhet
 - Tangentbord
- Radarintag
 - Linjedelningsprocessor LISP
 - Formatkonverterare
 - Omkopplingsutrustning

Blockschema för de nyttillkomna delarna framgår av bilden nedan.



25.4.2.1 Mekanisk uppbyggnad

De nya enheterna byggdes upp med folierade europakort, som placerades i 19"-magasin.

I telorummet monterades ett 19" stativ med plats för magasinen:

- Datormagasin C 932E
- Datormagasin NAC (med datorerna ASP och NAC)
- Datormagasin IOC (med datorerna IOC 1 och IOC 2)
- Datormagasin MSM (winchesterdiskar och diskettenhet)
- LISP-magasin, Radarintag och distribution av meddelanden

I op-rummet monterades en ny operatörsposition med presentationssystemet DS-86 och datormagasin ACM (med datorerna ACM och DPM).

25.4.2.2 C 932E

Censor 932E var placerat i ett 19" kortmagasin med plats för 12 kort. Datormagasinet bestod av en dator-del och en bussanpassningsdel.

I magasinets dator-del fanns:

- CPU:n bestående tre foliekort (ARB, CLB och BCB) med "Europakortstandard"
- Två MM2 minnesmoduler om 256 kord,
- Kommunikationskortet MLMC och MLM för anslutning av OCT (manöverpanel)
- Programanropsanpassare PA för anslutning till BIXA-bussen
- Kraftaggregat PS och MOB för kraftförsörjning

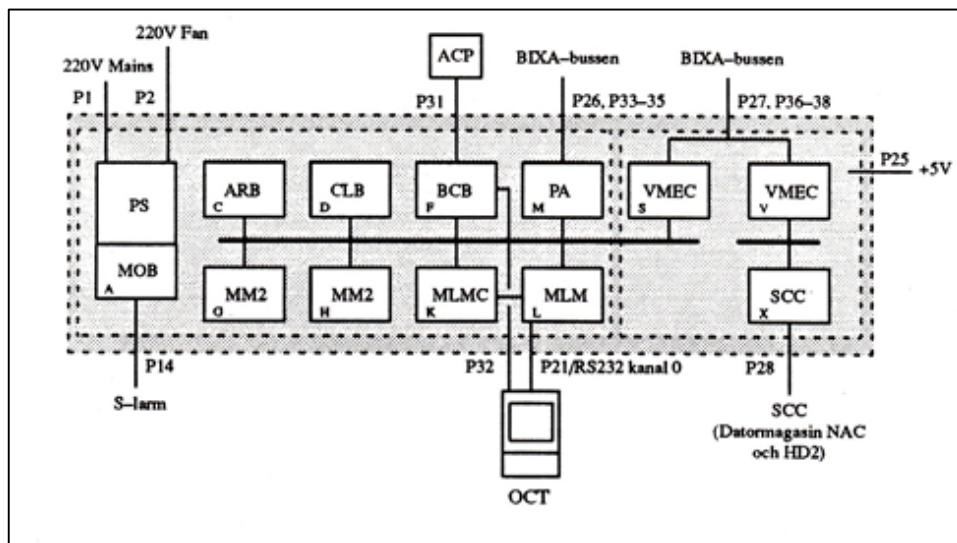
I bussanpassningsdelen fanns:

- Två VMEC för anslutning till BIXA-bussen
- SCC för anslutning mot NAC och skivminnet HD2

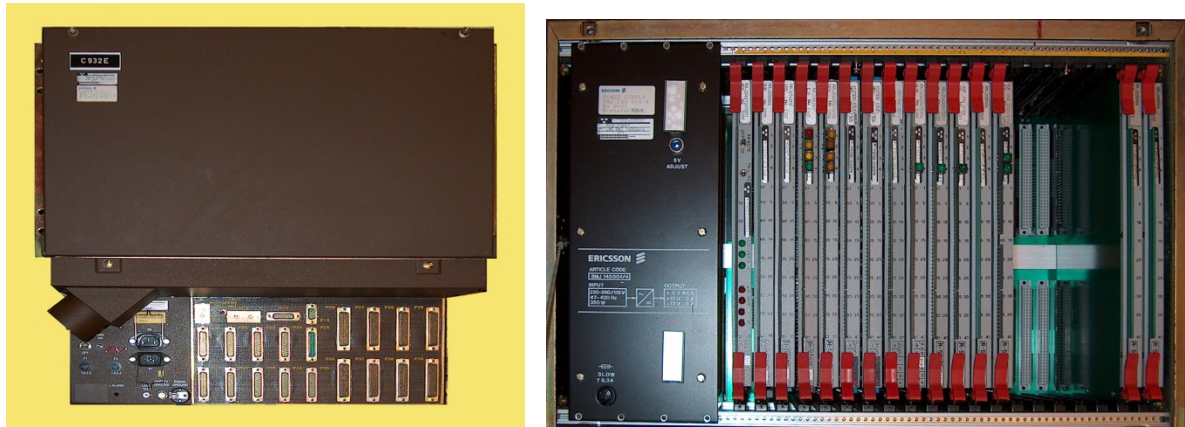
Bussanpassningsdelen anslöt C 932E och C 932V till winchesterskivminnet. C 932E arbetade mot skivminne och kassettbandspelare.

Laddning av programsystem skedde först från kassettbandspelare till skivminne och sen vidare till C 932E.

C 932E var helt programkompatibel med K- och V-varianterna. Till C 932V fanns tre olika operativa programsystem att användas vid olika driftsfall, normalfall, reservfall 1 och reservfall 2.



Datormagasin Censor 932 E blockschema



Datormagasin Censor 932E⁵⁹

25.4.2.3 Datormagasin NAC

Datormagasin NAC innehöll:

- Nätanslutningsdator NAC
- Störberäkningsdator ASP

Nätanslutningsdatorn NAC huvudsakliga uppgift var programladdning av APN-systemet och kommunikation med Censor-systemet. Ordinarie programladdning skedde från winchesterskivminnet anslutet till NAC.

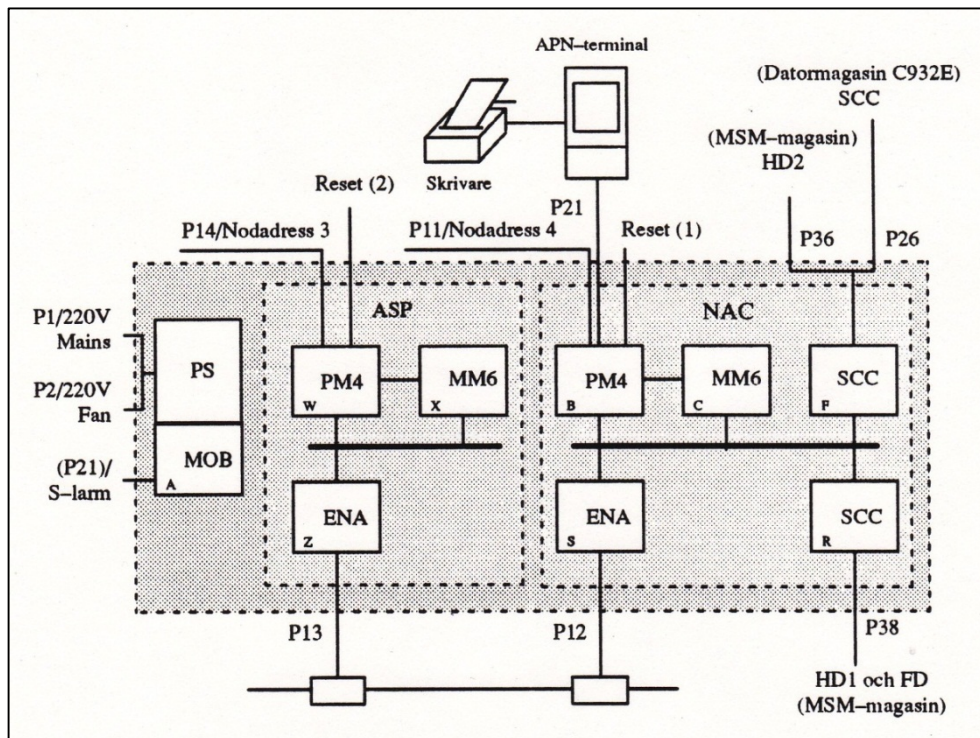
Ny programvara till APN-systemet distribuerades på diskett. Programmen överfördes från diskettenheten till winchestermminnet.

Tvak kunde kommunicera med APN-systemet via en terminal ansluten till NAC.

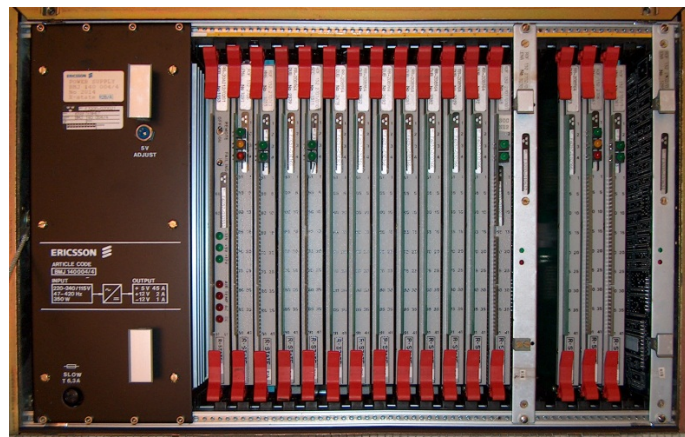
Funktionslägen och störverkansavkännare simulerades i NAC. Simulering av plottar för presentation hos Srrled skedde i NAC, men styrdes från C 932E.

Störberäkningsdator ASP uppgift var att bestämma geografiska positioner, i bäring och elevation för störsändare. Mottagning av ASP-information skedde via LISP på samma sätt som för plottinformation. I ASP-datorn exekverades program för kryssberäkning och störlägesbestämning.

⁵⁹ Foto på magasinen tagna av Tommy Brinck



Datormagasin NAC blockschema



Datormagasin NAC

25.4.2.4 Datormagasin ACM

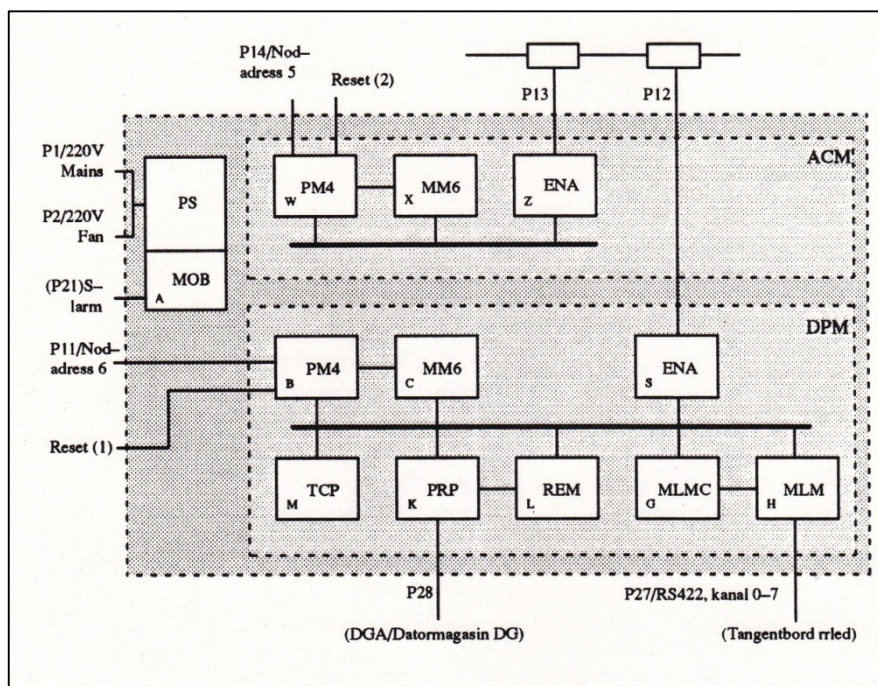
Datormagasin ACM innehöll:

- Applikationsdator ACM (Application Computer Module)
- Presentationsdator DPM (Display Process Module)

ACM användes för att styra strilradarledningsfunktionerna (SRL) i anslutna PS-860 och för beräkning av störverkan och täckning. Vissa data hämtades då från den lokala databasen, sammanställdes och skickades vidare till presentationsdatorn (DPM) där data lagrades som allmän bildfil. ACM utförde också beräkning av sammanlagrad täckning.

DPM huvudsakliga uppgift var att omvandla bildfilerna från ACM till ett format som kunde hanteras av bildgeneratoren (DG). Srrled inmatningar hanterades av DPM. Srrled tangentbord var anslutet till en MLM-kanal på DPM.

ASP-datorn utgörs av processor APN 167-11 bestående av processormodul PM4, minnesmodul MM6 och adapterkort för ethernet, ENA. ASP-datorn satt i samma magasin som NAC.



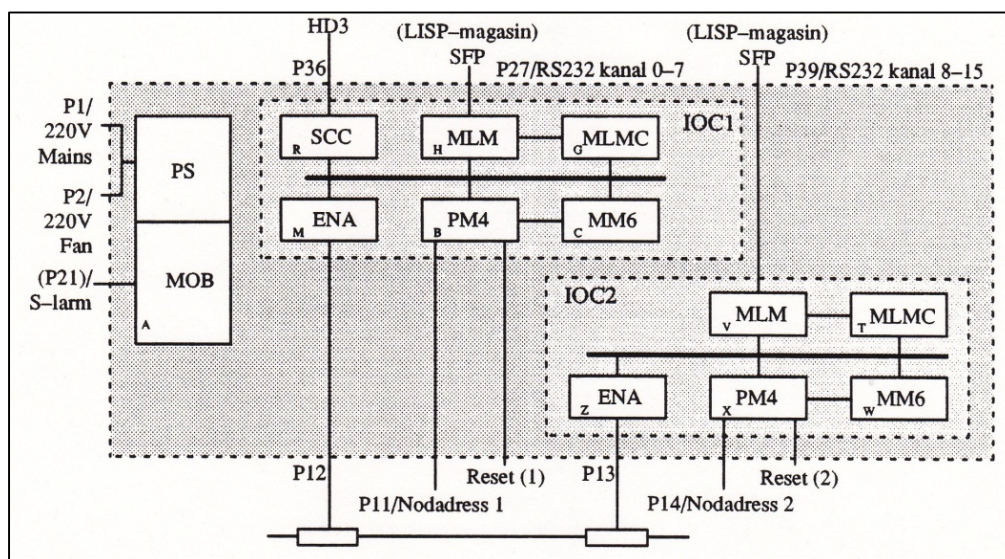
Blockschema ACM och DPM

25.4.2.5 Datormagasin IOC

Datormagasin IOC innehöll:

- Kommunikationsdator 1, IOC 1
- Kommunikationsdator 2, IOC 2

IOC1 och IOC2 användes för mottagning och sändning av 200-meddelanden från smalbandsanslutna radarstationer. IOC 1 består av processormodul PM4, minnesmodul MM6, SCSI kontrollkortet SSC för anslutning mot skivminne 3, MLMC, MLM och kommunikationsprocessorn ENA för anslutning mot ethernet. IOC2 hade samma uppbyggnad bortsett från SCC-kortet.



Datormagasin IOC

25.4.2.6 Datormagasin DG

Datormagasin DG innehöll:

- Bildgenerator DG.
- Bildenheten VU

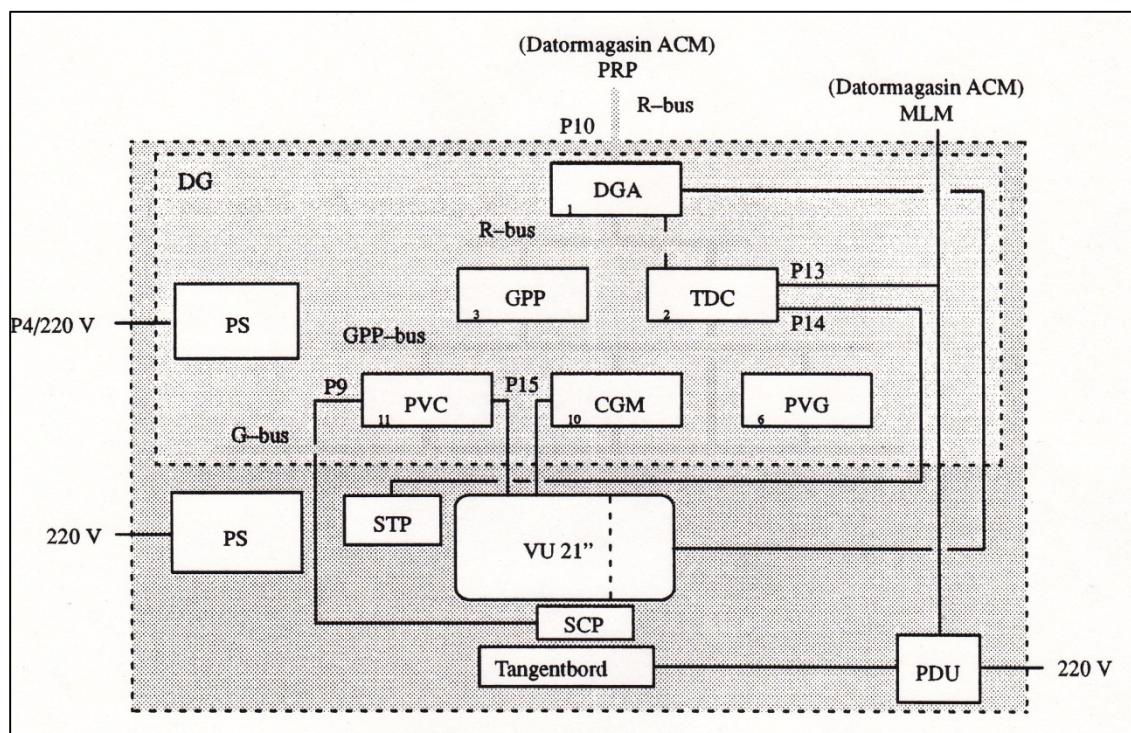
Bildgeneratoren (DG) tog emot digitala bildfiler från DPM och genererade därur analoga video- och avlänknings signaler, i form av vektorer, plottar och karaktärer, till bildenheten (VU).

I DG fanns funktioner för reglering av ljusstyrka i två nivåer på olika informationsgrupper. Ljusstyrkan reglerades på panelen för ljusstyrka (SCP).

Informationsgrupperna var tabellfält, plott, karta, symbol, täckningsinformation och funktionsläge. Även den totala ljusstyrkan för samtliga grupper kan regleras.

En separat status- och testpanel (STP) används för tester och övervakning. STP är placerad på operatörsplatsen och är ansluten till en testdatainsamlare (TDC – Test Data Collector).

DG får sin kraftförsörjning från en separat kraftenhet. VU har en egen inbyggd kraftenhet. Båda kraftenheterna är placerade i bildenhetens ram. Tangentbordet får sin kraftförsörjning från en kraftfördelningsenhet (PDU - Power Distribution Unit).



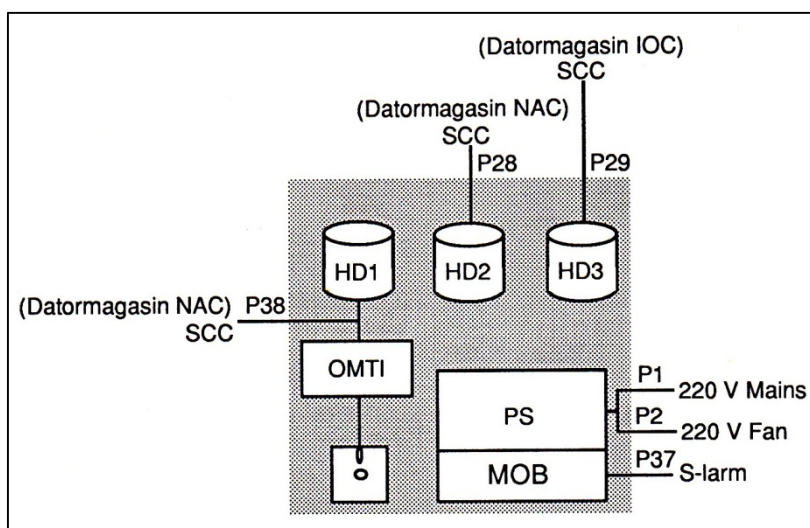
Blockschema Bildgenerator

25.4.2.7 MSM magasin

MSM-magasinet innehöll:

- 3 winchesterskivminnen (HD 1, 2 och 3)
- 1 flexskiveenhet (floppy, 3,5", 1,2 Mb)

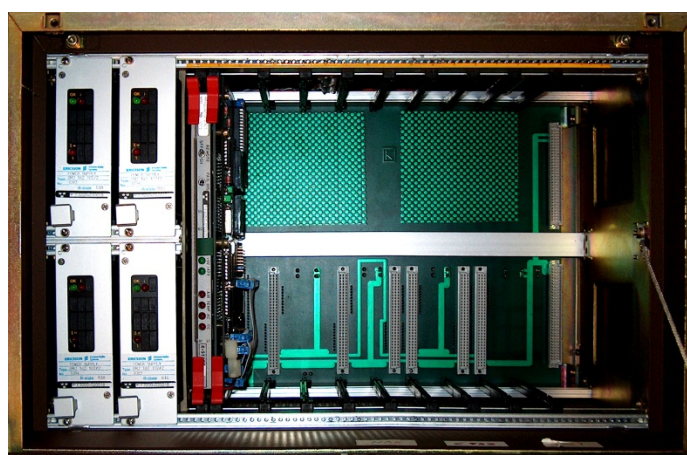
HD1 och 3 användes av APN-systemet och HD 2 av Censorsystemen.



Blockschema MSM-magasin



MSM magasin

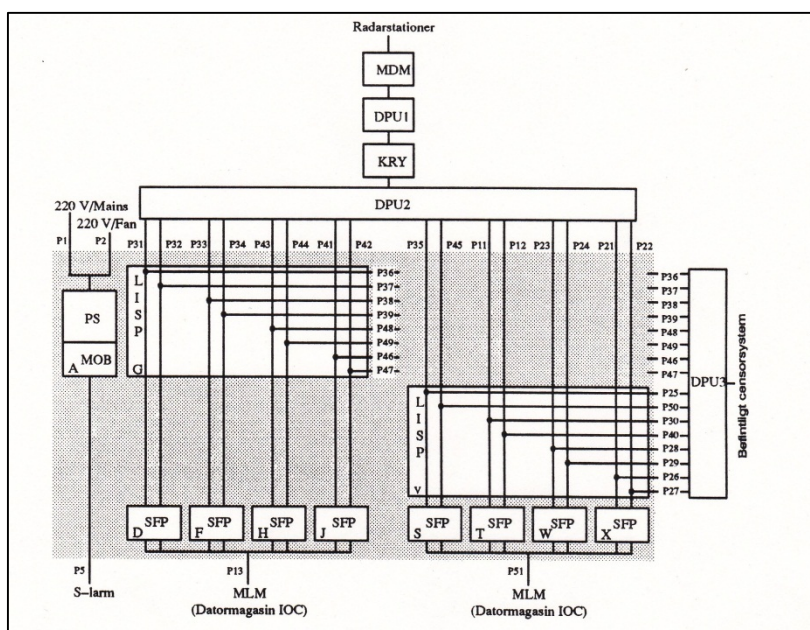


Magasin utan diskenheterna FD, HD1, HD2 och HD3

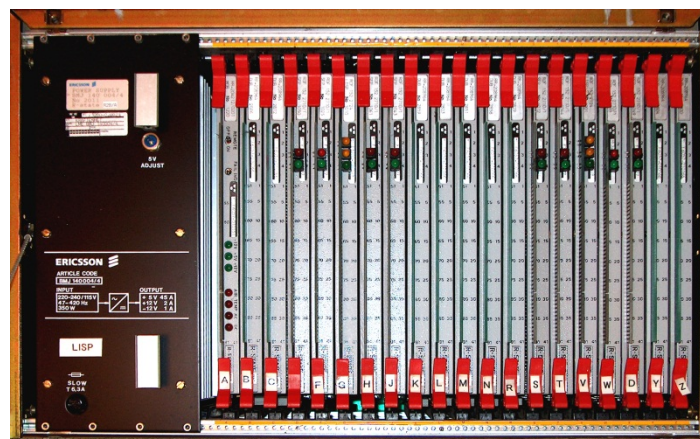
25.4.2.8 LISP-magasin

Systemet tog in radarinformation på 12 modemkanaler. Kanalerna var anslutna till omkopplingsutrustningar, DPU 1-3. På DPU kunde TVAK koppla inkommande och utgående kanaler till önskade LISP-kanaler. TVAK kunde också göra förbikopplingar av krypteringsutrustningen.

LISP delade upp, förstärkte och skickade vidare mottagen radarinformation. Informationen skickades både till Censorsystemet och till APN-systemet. LISP skickade radarinformationen till åtta formatkonverterare, SFP, som vardera kunde hantera två kanaler. Totalt kunde systemet hantera 16 kanaler. SFP anpassade radarstationernas meddelandeformat till APN-systemet. Kanalerna till APN-systemet var anslutna till datormagasin IOC:s MLM-kort. Till Censorsystemet skickades radarinformationen direkt utan anpassning av meddelandeformatet.



LISP Distributionsanpassning radarintag



LISP-magasin

25.4.2.9 TVAK

För att underlätta Tvaks arbete med systemstyrning och övervakning av databehandlingssystemet (DBU 205) installerades:

- Systemterminal med skrivare för APN-167-datorerna
- Systemterminal för C932E
- Systemterminal för C 932V och ELKA-stativet

Initial programladdning av C932 V och C 932E skedde via kassett till ett skivminne (hårddisk). Upp till 15 olika programsystem kunde lagras på skivminnet. Tvak valde vid systemstart vilken av datorerna som skulle användas och vilket operativt programsystem som skulle köras.

Initial programladdning av APN-noderna skedde via diskett (flexskiva) till de två skivminnena i APN-167-systemet där ett utgjorde reserv. Vid krafttillslag laddades programsystemen till alla noderna.

Kartdata, som genererades och sammanställdes i systemterminalen, lästes över till ELKA-stativet. Kartdata för Srrled-positionen lästes in till skivminnena anslutna till NAC och IOC1. Systemstyrningen omfattade inläsning av parametrar, start och stopp av delfunktioner som registrering och simulering och in-

och urkoppling av radarstationer. Systemstyrningen utfördes från terminalfönster. Felutskriften presenterades också i terminalfönster.

I anslutning till Tvak-positionen fanns en systemterminal för styrning och övervakning av televäxel AXT-10102.

Till TVAK PC anslöts även två skivminnen för programladdning och styrning av databehandlingssystemet samt en skrivare för utskrift av felmeddelanden.

25.5 Funktionella förändringar

25.5.1 Anpassning av stridsledningsprogrammet för ledning av JA 37

TU-Stril och TU-37 fortsatte arbetet med att förbättra stridsledningen av JA 37. Grundtankarna var att göra stridsledningen mindre beroende av inmätningssnoggrannheten av mål och jakt och bättre utnyttja JA 37 förbättrade radar- och presentationssystem. Metoden, som kom att kallas den Geografiska metoden, där målposition anges i absoluta koordinater, utprovades vid PC Stril. 1982 genomförs prov med TU-37-flygplan och under oktober 1983 tas beslut om införande i samtliga rgc. Senare infördes och provades även funktionen SEKI, överföring av sekundärinformation. Uppgradering i flygplan och strilcentraler samordnades tidsmässigt.

I samband med den nya metoden införs nya styrdatameddelanden och ett raster för kommandoväljaren som underlättar för rrjal vid växling mellan relativ och geografisk stridsledning. TU Stril genomför kompletteringsutbildning för samtliga rrjalar. Denna stridsledningsmetod införs även i lfc typ 1 och RRG/T.

25.5.2 Simulering

Simuleringsfunktionen enligt avsnitt 24.3.11 utökades med följande delfunktioner:

- Störverkansavkännare (täckningsinformation)
- Störbärare
- Funktionslägen
- Remsområdesmarkeringar
- Sektorsändning.

Samtliga simuleringsfunktioner kunde liksom tidigare användas samtidigt eller var för sig och tillsammans med övriga operativa funktioner, varvid erhållen simulerad information kunde presenteras på verklig radarbild eller enbart på simulerad bild.

Genom registrering av operatörsstyrda simulerade målspel skapades möjlighet till att enkelt och exakt upprepa dessa. Registreringen av målspel skedde på en hårddisk ansluten till Censor 932. Informationen kunde även läsas ut till diskett för senare användning i egen eller annan rgc genom parallellförflyttning av spelet till önskat geografiskt läge.

Simulering av störverkansavkännare

Simuleringsfunktionen beräknade mottagen störeffekt med ledning av lagrat antenndiagram och störföretagets läge och störtyp. Därefter beräknades ett värde på stationens räckvidd i bäringsintervallet och lobläget. Resultatet fick samma utseende som från verklig SVAK och användes för beräkning av strilradartäckning.

Simulering av störbärare

Fem av simuleringsföretagen kunde märkas som SVAK-störare. Av dessa kunde två representera bakgrundsstörare och övriga egenstörare. Dessa störare kunde samtidigt vara ASP-störare. Störföretagen initierades, styrdes och märktes från ordinarie målgivarfunktion.

Funktionslägen

Vid simulering av funktionslägen presenterades läge och funktion för de simulerade radarstationerna på samma sätt som för verkliga. Srrled kunde styra funktionerna genom inmatning från operatörskonsolen.

Remsområdesmarkeringar

Remsområdesmarkeringar från PS-860 kunde simuleras. Områdena kunde läggas ut eller tömmas. Åtta markeringar kunde läggas ut för varje station.

Sektorsändning

Tvak kunde simulera två olika sändningssektorer för varje simulerad PS-860 och fem olika sändningsmönster för PS-870. Srrled kunde beordra sektorsändning.

25.5.3 Registrering

Registreringsfunktionen utökades så att följande ASP-information kunde registreras:

- Inkommande bärings- och elevationsdata
- Associerade bärings- och elevationsdata
- Symbollägen
- Målföljningsdata

25.5.4 Presentation

På PPI kunde nu följande information presenteras:

Information	DBU 205	
	Övriga op	Srrled
Radarinformation	X	X
ASP-information	X	X
Företagsinformation	X	X
Kartinformation	X	X
Peksymbol	X	
Blinker	X	
Pejllinje	X	
J-kurva	X	
Kategorival	X	
Funktionsläge		X
Täckningsinformation		X

25.5.5 Strilradarledning

Historik⁶⁰

De fientliga anfallsstyrkorna bedömdes ha kvalificerade störresurser som avsevärt reducerar spaningsstationernas räckvidd. Grundtanken med strilradarledningsfunktionen var att radarledaren, rrlled, skulle få uppgift om PS-860-stationernas momentana räckvidd i olika höjdsikt för att kunna bestämma vilka stationer som är hotade, vilka som ska gå i skydd och vilka som ska fortsätta spana. Rrlled kan genom funktionslägesorder, FLO, manövrera PS-860-stationerna.

Utvecklingsarbetet med SRL-funktionen som startade 1974, var mycket omfattande och berörde även motsvarande funktion i lfc och rgc/T. Arbetet slutfördes i stort 1978 och FMV skickade ut en offertförfrågan. Men inkomna offerter rymdes inte inom de ekonomiska ramarna. I PS-860-projektet hade dock stora summor redan lagts på SRL-funktionerna i radarn men den kunde inte användas. Under 1982/83 utarbetar TU-Stril, FMV och SRT underlag till en beställning av en ”minimilösning”. I förslaget ingick

⁶⁰ Utdrag ur SRL Historia sammanställd av Tom Carlsson)

att rgc O 5M flyttades ”virtuellt” genom uppkoppling av förbindelser så att O 5M kunde leda inom sektor N 3. 1983 erbjöd sig SRT att leverera en minimilösning till sju rgc om beställningen las senast 83-07-01. Återigen blev det ekonomiska bekymmer och det blev ingen beställning.

1985 erbjöd sig SRT att införa såväl SRL som ASP 2 i både rrgc/F och rrgc/T och dessutom införa geografisk stridsledning och SEKI i sju rgc under 1988 för att möjliggöra ”full rgc-funktion” fram till 1995 då StriC90 skulle ta över. FMV antog inte erbjudandet.

1988 beställde FMV modifieringspaketet ”Mod 88”. Beställningen innefattande för SRL del en minimilösning, som då inte var helt utprovad. Minimilösningen var funktionellt långt från den lösning man ursprungligen tänkt sig. Märkligt med tanke på den betydelse man tillmätte SRL-funktionen i strilsystemet och de investeringar man gjort i PS-860.

Datorkapaciteten i det befintliga systemet räckte inte till för de nya funktionerna. Ny datorutrustning och ny operatörsposition för radarledaren installerades.

Efter den tekniska leveranskontrollen av SRL med simulerade indata startade den funktionella kontrollen mot ”verklig radar”. Då uppdagades tyvärr ett stort antal nya problem. Det var problem med datorsystemen, med dataöverföringen och kryptosystemet, modemerna och spridarna i nätet var ej helt anpassade till de krav som funktionen ställde. Det var först långt in på 1990-talet som funktionen kunde tas i bruk.

Rrled hade följande funktioner:

- Radartäckning
- Remsområdesmarkering
- Funktionslägesinformation
- Funktionslägesorder
- Skyddszoner
- Tidtagning.

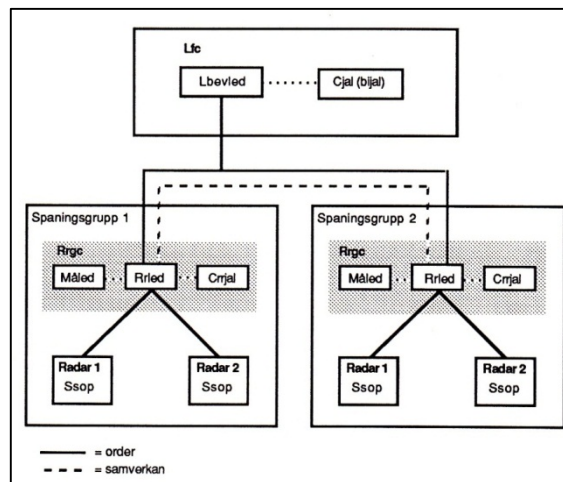
Funktion

Strilradarstationerna PS-860 och PS-870 hade förmåga att tidigt upptäcka en eventuell angripare. För en angripare var det därför väsentligt att reducera vår förvarningstid genom att med olika metoder påverka våra radarsystem.

SRL-funktionen syftade till att ge underlag för att reglera strilradarstationernas spaningsinsatser med hänsyn till det rådande hotet mot stationerna, deras täckning, eftersträvad uthållighet samt aktuellt behov av luftlägesinformation. SRL-funktionen omfattade funktioner för att ta emot, behandla och presentera SRL-information från anslutna PS-860 och PS-870. SRL-informationen omfattade radartäckningsinformation, skyddszoner, funktionslägesinformation samt rems- och klotterområdesinformation.

Ansvarig för strilradarledningen inom ett flygkommando var chefsluftbevakningsledaren, Clbevled, i lfc.

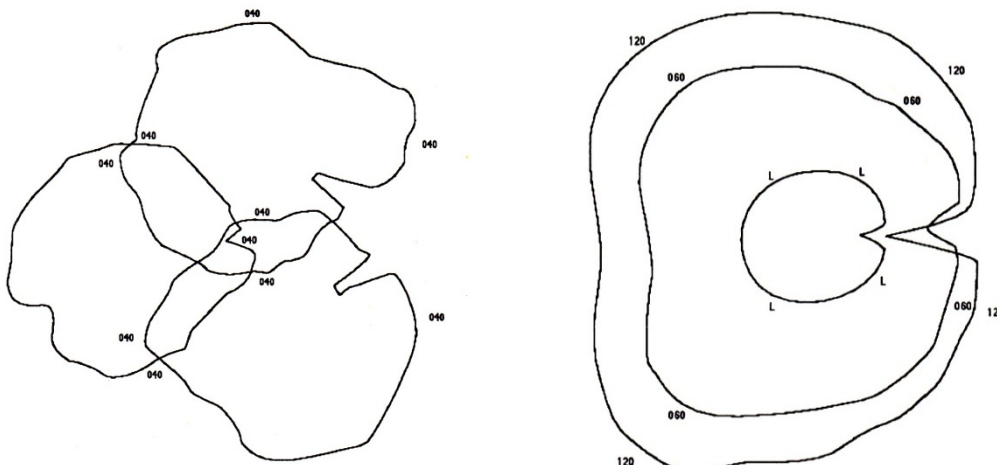
Striltaktikledaren (Strilradarledaren) Srrled kunde med hjälp av SRL-funktionen sända funktionslägesorder till anslutna radarstationer. En funktionslägesorder omfattade t ex order om att inta skydds- eller spaningsläge, starta eller stoppa sändningen samt prioritering av radarstationer. Srrled kunde definiera skyddszoner för de anslutna radarstationerna.



Strilradarledning

Strilradarledaren, Srrled hade en arbetsplats bestående av en konsol med ett 21” liggande PPI, ett tangentbord samt en kontrollpanel förr ljusstyrka. Bildskärmen var en s.k. split screen med två områden för presentation av tabelldata respektive radardata.

På radararean kunde följande typer av information presenteras: radartäckning, höjdvärde, funktionslägesinformation, funktionslägessymbol, skyddszon, remsområdesmarkering, plottinformation, kalibreringsringar, ELKA och företagsinformation. Nedanstående exempel visar överlappande aktiv täckning från tre stationer respektive aktiv på tre höjder från en station.



25.5.6 Uppgradering av ASP-funktionen (ASP-2)

Samtidigt som programvaran för ASP-systemet flyttades över från de gamla maskinerna till det nya APN-systemet infördes vissa förbättringar.

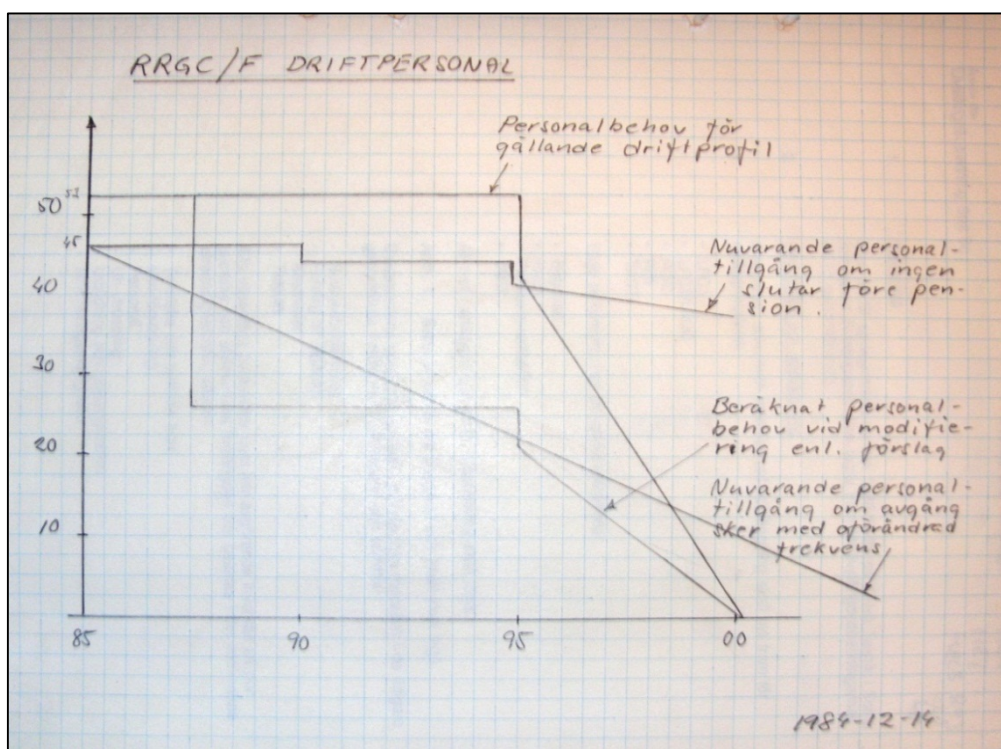
Rgc kunde nu ta emot störbäringinformation från radarstationerna (pejlstationerna) PS-860, PS-66 och PS-870. Vid beräkning av läge utnyttjades information från tre pejlstationer ur en definierad stationskedja bestående av sex stationer. Då flera störare uppträdde samtidigt kan falska krysslägen erhållas. De två sorteringsmetoderna ”unika bäringsmetoden” och ”snaps-metoden” användes för att sortera bort falska krysslägen. Elevationsinformationen från PS-66 och PS-860 kunde användas för sortering av 3-kryss. Max 50 3-kryss och 30 2-kryss kunde presenteras.

Målföljda företag på ASP-underlag kunde överföras till lfc med särskild märkning. ASP-information kunde registreras. I ASP-simuleringen ingick simulering av störbärare.

25.6 Livslängdsutredning

På uppdrag av FMV genomförde Telub en utredning om förutsättningarna att kunna driva samtliga rgc ytterligare 10 år på grund av att StriC 90- projektet var försenat. Telub konstaterade dels betydande problem med tillgången på vissa äldre komponenter och dels kommande personalavgångar på grund av uppnådd pensionsålder. Att nyanställa och utbilda bedömdes inte som tidsmässigt och ekonomiskt realiserbart. Telub utredde också möjligheterna att göra en ny systemlösning där i stort all äldre utrustning ersätts med ny "hyllvara". Även det förslaget avvisades av tids- och kostnadsskäl. Förslaget blev istället att avveckla samtliga typ 1-anläggningarna och använda dess materiel för att hålla liv i de tre återstående typ 2 anläggningarna den återstående tiden. Kravet på ny funktionalitet för flygtrafikledning och lv-ledning mm skulle kunna lösas med modern teknik och i princip fristående utrustningar.

Man konstaterade även att den tekniska personalen vid de anläggningar som skulle läggas ner inte kunde beredas plats vid de nya strilanalytiska anläggningarna.



Pensionsavgångar mm

25.7 Systemkontroll, Integration och Systemutprovning.

Under perioden startade integration och systemkontroll av de ny tillkomna radarstationerna PS-860 och PS-870.

Dessutom startades en omfattande utprovningssverksamhet med inriktning mot att fastlägga prestanda och egenskaper hos de smalbandigt anslutna radarstationerna PS-860 och PS-870. Täckning i ostörda och störda förhållande, ekobortfallsrisk och målföljningssannolikhet för dimensionerande målbanor är exempel på egenskaper som provades. Prestanda och egenskaper för IK-stationen PI-839 provades på motsvarande sätt.

25.8 SBÖ-dataspridare (ingick inte i rgc)

Under perioden infördes SBÖ-dataspridare i FTN/ATL. Med dessa spridare blev det möjligt att genom förmedling (ATL) sprida radarinformation till en eller flera (max 6) centraler samtidigt. Samtidigt infördes logik som gav en av rgc prioritet att fjärrmanövrera, fjärrövervaka och sända funktionslägesorder

till radarstationerna. Mer information om SBÖ- och spridningsfunktionen finns i FHT dokumentet *SBÖ Smalbandig överföring av radarbild*, FHT F01/08.

25.9 Telefonsystem- och transmissionsutrustning

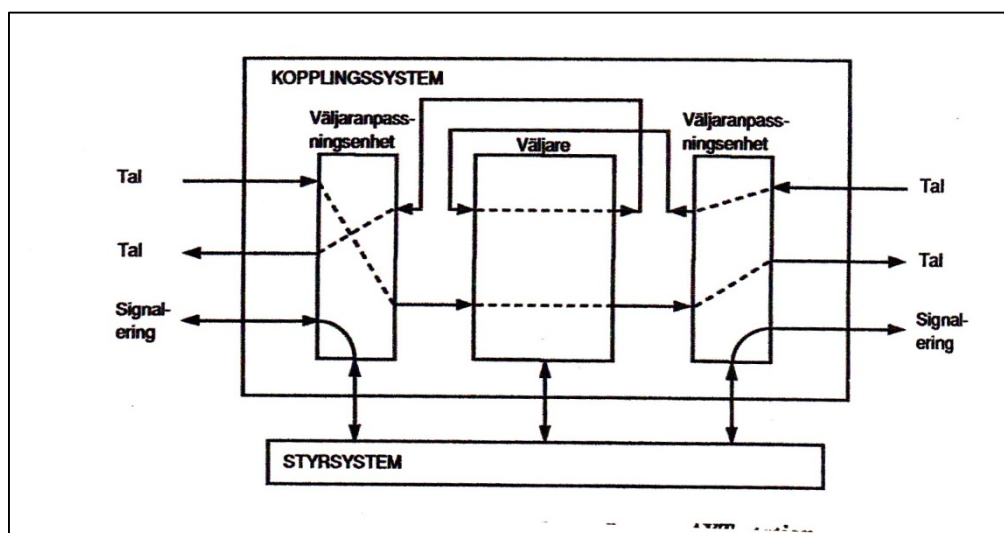
25.9.1 Översikt

Den gamla manuella snörväxeln för betjäning av den förmedlade trafiken ersattes med växel GTD-120. Något senare togs det gamla ledningstagarsystemet bort och ersattes med den programminnesstyrda växeln AXT-10102, som också används på flera andra platser i flygvapnet. Med denna växel underlättades omkoppling av förbindelser avsevärt. I samband med att SBÖ-dataspridarna togs i bruk infördes de nya datatransmissionsutrustningarna DT-135 och kryptoapparat 960 ersatte med kryptoapparat 970.

25.9.2 Telefonsystem AXT-10102

Verkningsätt

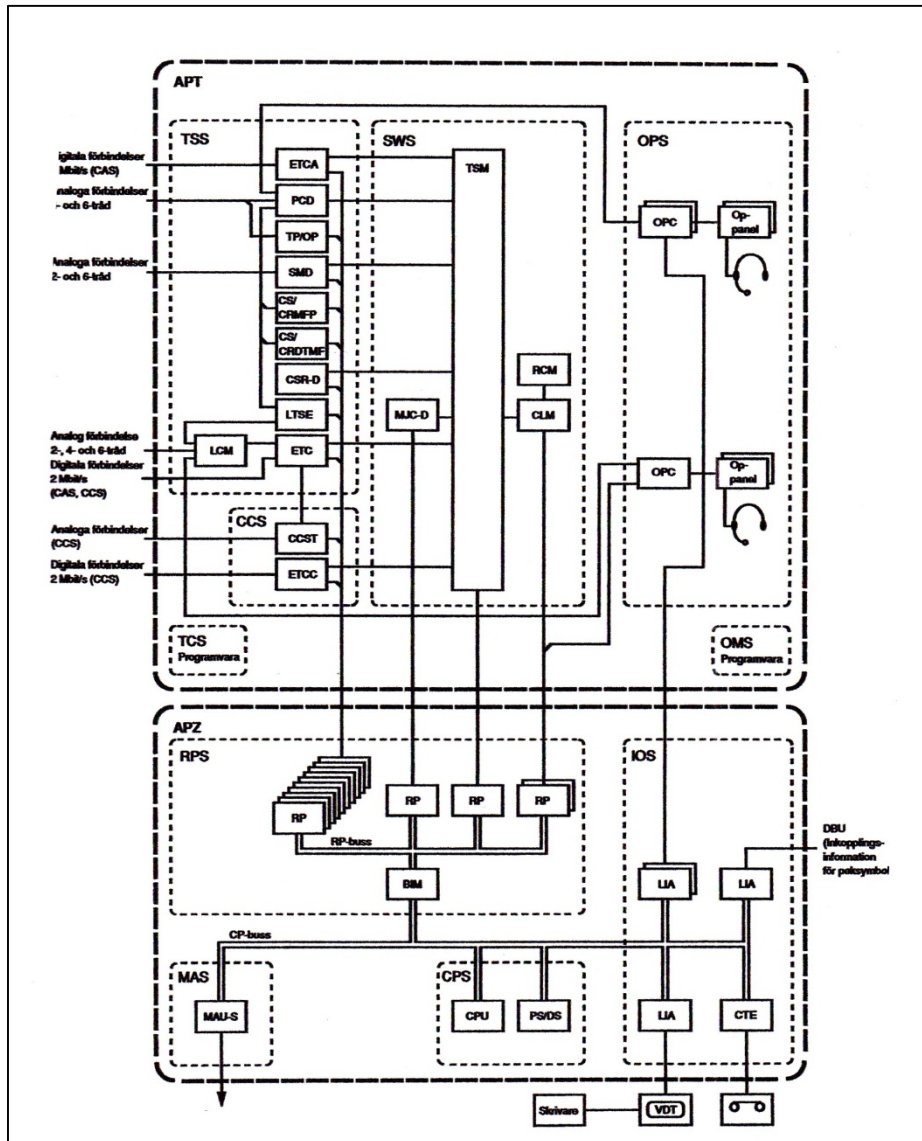
AXT-101 var en programminnesstyrd telefonstation (s.k. SPC-växel) som bestod av ett kopplingssystem och ett styrsystem. Till en AXT-station kunde förutom operatörspaneler även anslutas vanliga telefonapparater samt externa analoga och digitala linjer.



Ett enkelt blockschema över AXT-station

Styrsystem

Kopplingssystemet var baserat på en digitalväljare medan styrsystemet bestod av en central processor och ett antal regionala processorer. Väljaren hade 512 kanaler och var helt spärrfri. Taltransmissionen var 4-trådig. Linjer och organ var anslutna till väljaren via terminalenheter om vardera 32 linjer. T ex fanns det terminalenheter för anslutning av 30/32 kanals första ordningens PCM-system samt för anslutning av 32 analoga linjer.

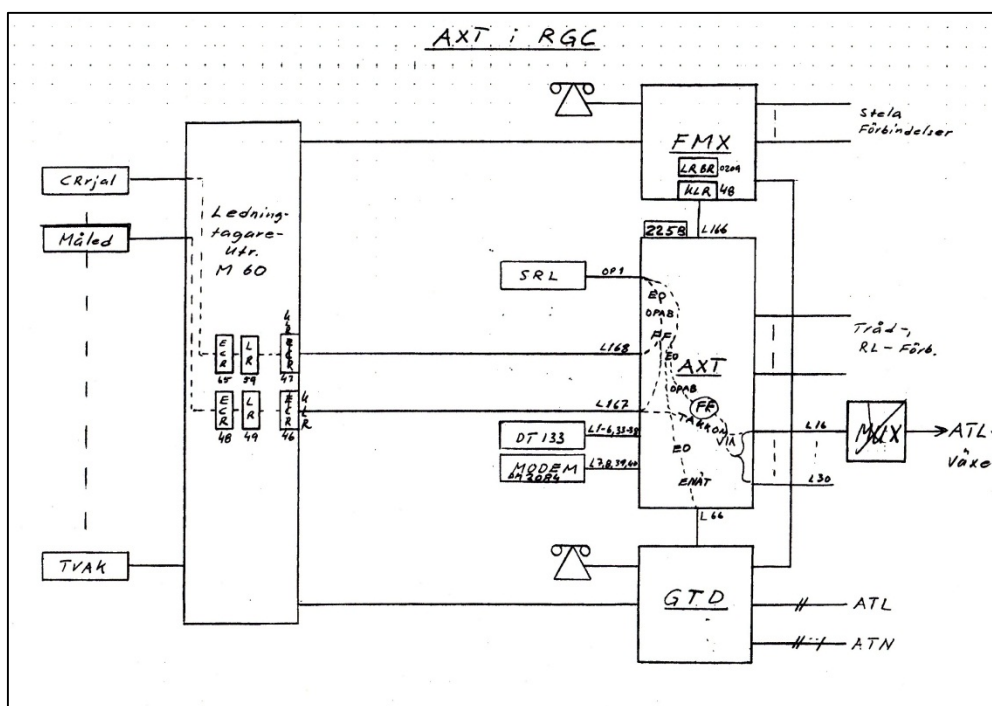


Strukturblockschema över en tänkt AXT-station.

Samfunktion med Ledningstagarutrustningen

Samfunktionen mellan gamla Ledningstagarutrustningen och nya AXT-systemet framgår av nedanstående blockscheman⁶¹.

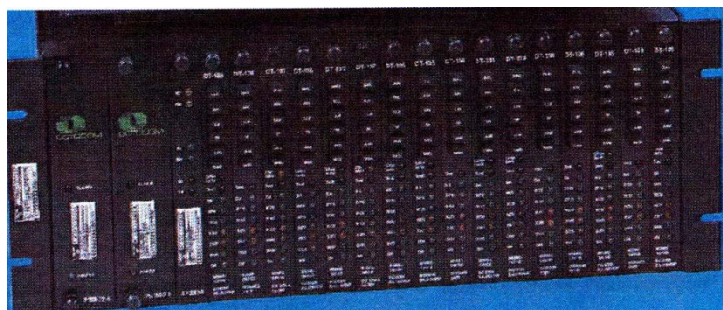
⁶¹ Ritad av E Clair S IO



Samfunktion ledningstagarsystem och AXT-10102

25.9.3 Modem DT-135

De gamla Codex-modemen DT 112 byttes ut mot det modernare DT-135, som hade en överföringshastighet på 4800 bit/s, synkront, full duplex på 4-trådiga förbindelser och var försett med en automatisk adaptiv utjämnare.

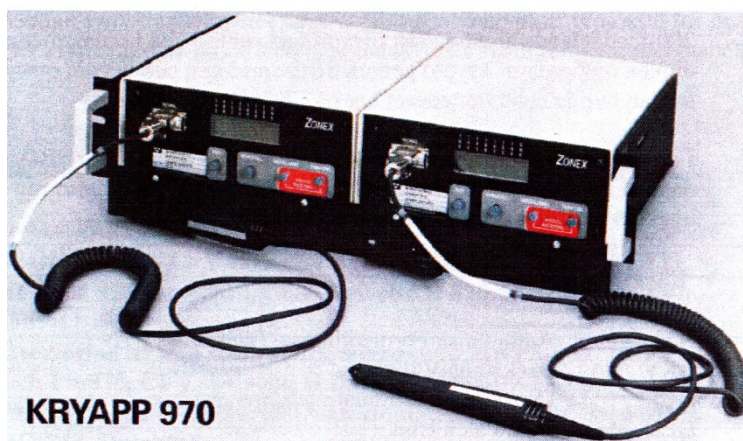


Modem DT-135

25.9.4 Krypteringsutrustning

Kryptoapparat 960 var en apparat som användes inom hela försvarvet. Den var konstruerad för kryptering och dekryptering av datameddelanden och dimensionerad för kommunikation med full duplex och maximal överföringshastighet av 4800 bit/s. Med dessa apparater erhöles dock avbrott i informationsflödet för synkronisering och nyckelöverföring var 30 sekund vilket störde mottagningen i rgc.

I samband med att SBÖ-dataspridare togs i bruk ersattes kryptoapparat 960 med 970, som var konstruerad för kryptering och dekryptering av radar- och måldata i form av 200- och 104-meddelanden. Den var dimensionerad för kommunikation med full duplex och maximal överföringshastighet vid SBÖ-dataöverföring med 200-meddelanden. Systemets yttre och inre nyckel var på 40 respektive 32 bitar.



25.10 Radiolänk och multiplexutrustning

Videolänkar

Efter att den omfattande utprovningens verksamhet av SBÖ-funktionen slutförts och prestanda och egenskaper blivit godkända kunde videolänkarna successivt avvecklas. De bredbandiga videolänkarna fanns dock kvar en tid efter att den smalbandiga överföringen tagits i drift bl. a. för operatörernas inledningsvis skeptiska inställning till SBÖ.

25.11 Avvecklingsbeslut

FS beslutade att samtliga rgc typ1 skulle utgå ur krigsorganisationen och att samtliga anläggningar skulle utrymmas och avvecklas utom O 1N (PC-Stril) som skulle överföras till FMV.

Under perioden noterades de höga underhållskostnaderna för PH-39. Det var främst det årliga underhållet på antenn och vridbord som var kostsamt. Av detta skäl planerade man för avveckling av stationen. Behovet av den volymetriska höjdmätningen hade minskat genom att 3D-stationerna PS-66 och PS-860 även mätte höjd.

26 Perioden 1990 – 2000

26.1 Översikt

De viktigaste händelserna under perioden var att:

- S 1O, S 1V, O 5S och O 5M, O 1N avvecklades
- O 1N överfördes till FMV: PROV
- PH-39 avvecklades
- Ny presentationsutrustning installerades på S 2S, O 1S och Ö N3
- S 2S, O 1S och Ö N3 avvecklades vid sekelskiftet

Arbete med att förbättra SRL-funktionen pågick dock fram till 1997 då FS ansåg sig ha fått en om inte bra så i alla fall en godtagbar funktion. SRL-funktionen användes fortsättningsvis i RRG/T.

26.2 Avveckling av typ 1-anläggningar

S 1O, S 1V, O 5S och O 5M, O 1N avvecklas 1992 respektive 1993. Delar av de nya datautrustningarna från Mod 88 överförs till lfc O 5 och lfc S 1. S 1O utrymdes helt på materiel, ingångarna fylldes igen, utpunkterna revs och i övrigt återställdes allt till "60-talsnivån". De tidigare markägarna erbjöds att återköpa marken. De tre övriga anläggningarna (O 5S, O 5M och S 1V) utrymdes och övertogs av civila organisationer.

26.3 O1N/PC Stril

FMV provavdelning tog över anläggningen från flygvapnet i början på 90-talet och fortsatte med utvecklings- och provningsverksamhet av stridsledningsfunktioner för JAS 39. Verksamheten pågick fram till 2001 då anläggningen stängdes, avvecklades helt och markområdet återställdes i "ursprungligt skick".

26.4 PH-39

Stationen avvecklades men tyvärr sparades inte någon antenn trots den unika konstruktionen.

26.5 Nya presentationssystem

26.5.1 Flygtrafikledning

I början på 90-talet tillkom uppgiften Flygtrafikledning, ledning och övervakning utanför terminalområden och kontrollzoner av civil trafik, transportflyg mm, vid O 1S och Ö N3. Underlag för denna verksamhet erhöles via 200-meddelande från två smalbandsanslutna radarstationer (PS-810, PS-825 eller MSRR) och måldata från DBU 205 via måldatameddelande 104. Dessutom kunde två pejlar, Fmrp-10 eller Fmrp-11 anslutas för presentation av pejl linje.

Presentationssystemet DBU 288M installerades i op-rummet. På O 1S installerades även DBU 601, som var ett system för hantering av färdplaneinformation (s.k. strippar) från den civila flygtrafikledningen. Översiktlig beskrivning finns i punkt 26.5.4.

26.5.2 Flygvarning och basorientering

För att förbättra funktionerna flygvarning och basorientering installerades DBU 289 i op-rummet. Underlag för denna verksamhet erhöles från två smalbandsanslutna radarstationer via 200-meddelande och måldata från DBU 205 via 104-meddelande. Basstatus markerades också på lägestablan i op-rummet.

26.5.3 Ledning av lvr-b-förband

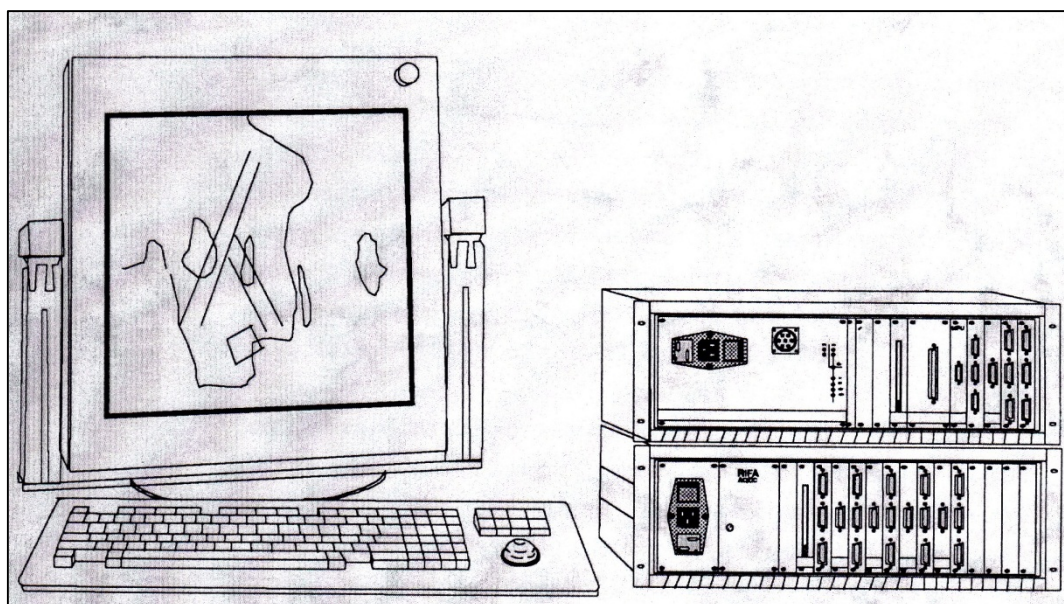
För att förbättra funktionen ledning av lvr-b-förband (RB 77) installerades DBU 291 i op-rummet. Underlag för ledning och utmatning av måldata till lvr-b-förband erhöles från två smalbandsanslutna radarstationer via 200-meddelande och måldata från DBU 205 via 104-meddelande. Måldata för mål som skulle invisas sändes med 114-meddelande. Måldata kunde överföras till ett eller flera av de anslutna förbanden. Rgc kunde leda åtta förband. Företagsinformation presenterades i etikettform på skärmarna.

26.5.4 Beskrivning av DBU:erna

DBU 288M, 289 och 291 var materiellmässigt samma utrustningar men hade olika applikationsprogram beroende på respektive tillämpningsområde. Utrustningarna, som i grunden var presentationssystem, bestod av en plasmaskärm, tangentbord med rullboll, central- och bildenhet med processor-, minnes- och kommunikationskort samt kraftförsörjning.

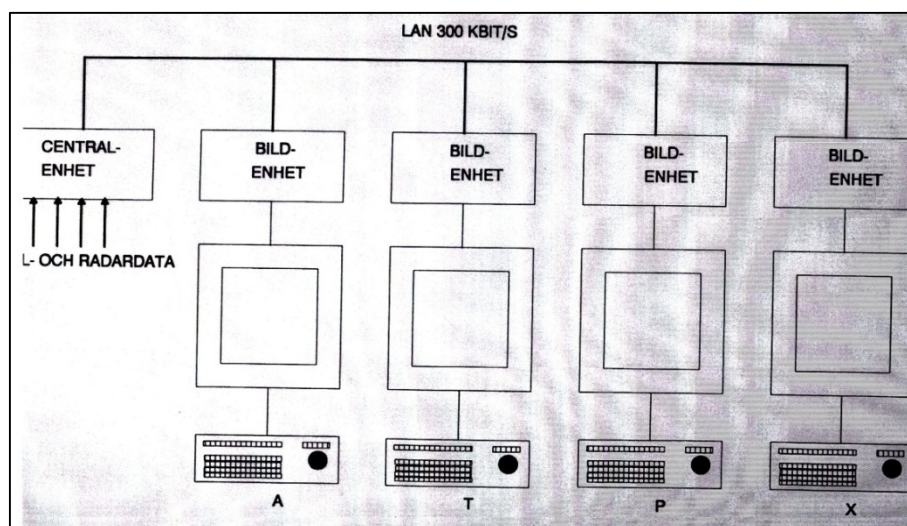
Systemen, som var helt fristående från DBU 205. Presentationsdelarna placerades i anslutning till de övriga operatörsutrustningarna och övrig delar i telerummet. Presentationstekniken skiljde sig helt från den tidigare använda men uppbyggnaden, komponentval och kommunikation följde 90-talsstandard. Operativsystem och programmeringsspråk skiljde sig från de som användes i DBU 205.

Systemens utförande och uppbyggnad framgår av nedanstående bild.



Uppbyggnad

Presentationssystemen kunde bestå av en, två eller fyra positioner beroende på användningsområde. De kopplades samman via ett LAN enligt nedanstående blockschema.



Blockschema

Teknisk översikt

I respektive DBU ingick:

Centralenhet (19"-rack)

- MPU-kort (processorkort med Zilogs Z280-dator)
- I/O-kort
- smartcard med löstagbara minneskort
- LAN-kort

Bildenhet (19"-rack)

- MPU-kort (processorkort med Zilogs Z280-dator)
- I/O-kort för mottagning av 200-meddelanden
- smartcard med löstagbara minneskort
- LAN-kort
- Grafikkort grafikprocessor DRAM 82786, 2 Mbyte minne (16*256*4 bit)

Plasmaskärm

- Bildyta 307 x 307 mm
- Upplösning 1024 x 1024 pixel

Tangentbord och rullboll

- Tangentbord med 105 knappar märkta för respektive tillämpning
- Strappad i ASCII-mod, gränssnitt RS 232C

Pejlkort

- Mottagning av pulståg från Fmrp-10 eller Fmrp-11
- Mottagare för RS422-signaler
- Asynkron seriedatakanal för anslutning till I/O-kort

System- och applikationsprogramvara lagrades i de löstagbara minneskort.

26.5.5 SRL funktionen

Provverksamhet fortsatte. När de upptäckta bristerna slutligen åtgärdats 1997 godtog FS funktionen. SRL-funktionen, som var en av Strilsystemets viktigaste funktioner, hann inte användas särskilt länge och fick i rgc aldrig den funktionalitet som man önskat sig. Av olika skäl kom införande av SRL-funktionen i rgc och PS-860 att ske vid olika tidpunkter vilket medförde att investeringarna i PS-860 inte utnyttjats under lång tid. Detta är ett av de få fall där den tidsmässiga samordningen inte varit godtagbar.

26.5.6 Avveckling av S 2S, O 1S och ÖN 3

De tre kvarvarande anläggningarna S 2S, O 1S och ÖN 3 avvecklades kring sekelskiftet. O 1S avvecklades formellt 2001 och hade då varit i drift i jämt 30 år.

Vid S 2S dokumenterades avvecklingen i en videofilm⁶². Efter avstängningsceremonin i telerummet tackade ”flyget” (JA37) för sig med en överflygning och hälsning på lägsta höjd. De övriga anläggningarna gick i graven utan större åthävor och markområdena återställdes till ”60-talsnivå”. På S 2S behölls dock radarutpunkten och i stället för den borttagna PH-39 installerades en väderradar.

Avveckling av rgc betydde att vissa berganläggningar tömdes på i princip all materiel och ingångarna fylldes igen och vissa anläggningar bjöds ut till försäljning. FortF annonserade 2012 i Dagens nyheter om försäljning av anläggning i Östergötland.



Berggrum i Östergötland

Berggrum om ca 2500 m² lämpligt som serverhall

Inhägnat markområde om ca 9 hektar samt berggrum om ca 2500 m². Två förvaltningsbyggnader i gott skick om totalt 315 m² med eget reningsverk. Kraftförsörjning 20Kv i fastighetsgräns. Fiberkabel finns i närområdet.

Visning: Fredag 2012-02-24, kl 10:00–14:00 eller enligt ök.

Öppen budgivning via internet:
Start den 24 februari på www.fortifikationsverket.se/tillsalu

Kontaktperson: Karl-Martin Svärd
E-post: karl-martin.svard@fortifikationsverket.se
Tel: 010-444 48 44

 **FORTIFIKATIONSVERKET**

Prospekt och anbudsutvärdering hittar du på www.fortifikationsverket.se/tillsalu

⁶² Rune Walin och Pelle Berg

27 Teknikutveckling

Under den tid som rgc var i drift utvecklades tekniken inom många områden. För rgc hade utvecklingen inom områdena datorsystem, målföljning, radarsignalbehandling och datatransmission stor betydelse eftersom det var denna teknikutveckling som gjorde det möjligt att förbättra och vidareutveckla operativa funktioner och effektivisera framför allt luftbevaknings- och stridsledningsverksamheten.

Inom datorsystemområdet kom kraftfullare datorer med högre beräkningskapacitet och snabbare och större primärminnen som gjorde det möjligt att förbättra de befintliga funktionerna och utveckla nya som t.ex. de beräkningsintensiva funktionerna målföljning och jaktstridsledning respektive störlägesbestämning och strilradarledning. Parallellt med datorutvecklingen kom även utveckling av operativsystem för bättre utnyttjande av datorsystem i realtidsapplikationerna samt utveckling av programproduktionssystem (assembler, kompilatorer mm) för effektivare framtagning, testning och revidering av program. Komponentutvecklingen medförde att storleken på utrustningarna minskade avsevärt liksom behovet av kylning (kylluft). De första datorerna upptog ett helt 19-tumsstativ medan de sista fick plats på tre foliekort.

Inom radarområdet var det främst utvecklingen inom signalbehandling- och extraktorområdet som gjorde att de underhållsmässigt kostsamma bredbandiga videolänkarna kunde avvecklas till förmån för smalbandig överföring via talkanaler. Med de moderna extraktorerna kunde den nyttiga informationen i radarsignalen säkrare utvinnas och informationsmängden som behövde överföras begränsas. Låg ekobortfallsrisk och noggranna målinmätningar var förutsättning för god målföljning. Smalbandsöverföringen (SBÖ) i kombination med SBÖ-dataspridning i sambandsnäten var ett av de största och viktigaste utvecklingsstegen för rgc och kanske även för hela strilsystemet.

Med utvecklingen inom datatransmissionsområdet med modem som klarade datahastigheter på 1200, 1500 och 4800 bit/s blev det möjligt att överföra måldata, styrdata respektive radarinformation i nära realtid via "vanliga" talkanaler. Behovet av (avlyssnings)säker överföring av radarinformation och sammanställda luftlägesbilder drev fram kryptoapparater anpassade för datakommunikation i nära realtid.

28 Taktisk- Teknisk utprovningssverksamhet

28.1 Allmänt

Stril m/60-systemet var ett stort och komplext system med ett flertal av ”system av system” och med ett stort antal funktionskedjor. KFF insåg tidigt vikten av att dels kontrollera att varje utrustning/system/funktion fyllde de specificerade tekniska kraven och dels genom provning ta reda på relevanta system- och funktionsegenskaper innan de togs i operativ drift. Resultaten från provningsverksamheten dokumenterades i *Provningsrapporter*. Rapporterna var viktiga dokument för både tekniker och operatörer eftersom de redovisade de faktiska egenskaper som en viss utrustning (t ex radarstation) eller en viss funktionskedja (t.ex. målföljning i störda förhållanden) hade.

Utöver den tekniska utprovningen genomfördes taktisk utprovning med syfte att klarlägga dels hur pass väl de olika tekniska systemen/funktionerna var utformade för att tillgodose de taktiska kraven och dels komma fram till ur taktisk synvinkel optimala värden på vissa systemparametrar. Denna verksamhet genomfördes av TU Stril.

När KFF ombildas till FMV 1968 inrättas en systembyrå med bl. a en utprovningsssektion med ansvar för utprovningssverksamheten.

28.2 Teknisk utprovning

FMV utvecklade för Stril 60 en generell metod för provning av centraler, radarstationer och funktionskedjor. Metoden omfattade ett regelverk för planering, resursallokering, datainsamling, databearbetning, utvärdering och avrapportering. FMV anlätade i stor omfattning konsulter vid Telub och Teleplan och Datasaab för provningssverksamheten.

Den Teknisk utprovningssverksamheten som berörde rgc – från sent 60-tal till mitten på 90-talet – utfördes till stora delar av Telubs systemutprovningssgrupp. Gruppens omvittnat professionella insatser får till stor del tillskrivas gruppens chef, Stig Hedlund.

FMV tillämpade denna metodik fullt ut för provning av rgc och för alla med rgc integrerade objekt. Provningsverksamheten omfattade följande typer av provningar:

- Typutprovning för att utröna enskilda objekts tekniska egenskaper
- Systemutprovning för att utröna ett systems eller funktionskedjas (med flera ingående objekt) tekniska egenskaper i taktiskt riktig miljö

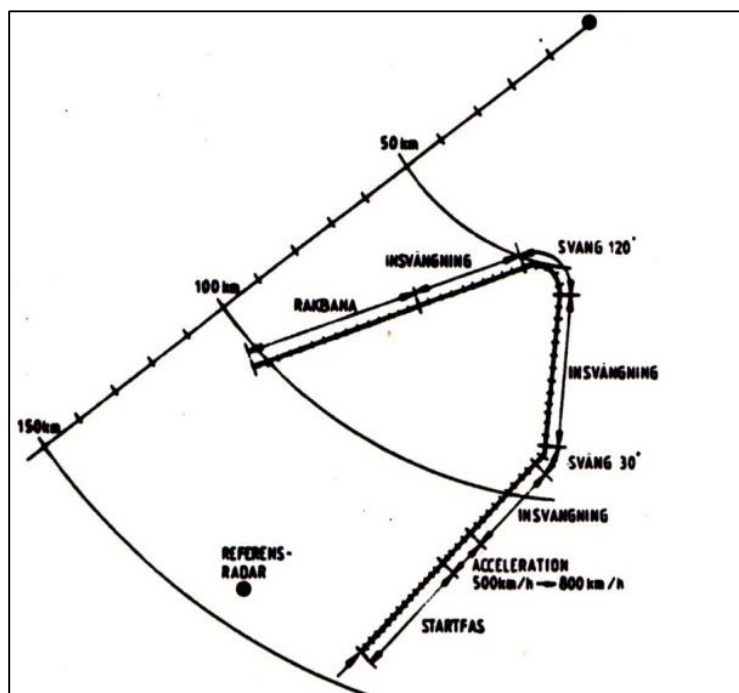
Provningsverksamheten reglerades tidsmässigt i ”*Utprovningssplan STRIL*”. Här fanns den långsiktiga planeringen för utprovning av funktioner och funktionskedjor sammanhållna i provningssprogram. I provningssprogrammet definierades och avgränsades provningsobjekt och befintlig information redovisas.

Provningsaktiviteterna styrdes med dokumenten:

- Utprovningssspecifikation som dokumenterade i detalj hur provningssaktiviteten skulle förberedas, genomföras samt hur insamlade data skulle bearbetas. Här redovisades syftet med aktiviteten, förväntade resultat samt vilken materiel och personal som erfordrades och hur säkerhetsplaneringen skulle utformas
- Provningsbeskrivningar som översiktligt (en sida) redovisade syfte, provningssmetod och erforderliga resurser (materiel, mål, personal etc.)
- Systemkontrollspecifikation som redovisade alla gränsytedata som skulle kontrolleras
- Utvärderingsspecifikationen som redovisade ställda krav, hotbilder, målmiljö och med vilken noggrannhet datainsamlingen skulle ske

I vissa provningar användes simulatorer för att generera indata för att proven skulle kunna repeteras med samma indata och under samma förutsättningar. Registreringsutrustningar användes för att i efterhand

och i särskilda utrustningar kunna bearbeta och analysera insamlade data och sammanställa provresultaten. En standardmål bana enligt nedanstående bild användes vid provning av målföljningsprestanda.



Standardmål bana för utprovning

FMV provningsmetodik kännetecknas främst av det omfattande planerings- och förberedelsearbetet, det noggranna provningsförfarandet samt den enhetliga dokumenteringen, rapportering och utvärdering.

28.3 Taktisk utprovning

Taktisk utprovning genomfördes av TU Stril i stort samtliga taktiska funktioner. Utprovningen genomfördes innan nya eller modifierade funktioner togs i operativt bruk. De största provningsinsatserna gjordes av funktionerna Målföljning, Jaktstridsledning med återledning, Störpejling och störlägesbestämning samt Strilradarledning.

28.4 Vad som provades

Nedan redovisas några av viktigaste provningarna som genomfördes för rgc:

PS-15, PS-66, PS-810/825 bredbandigt ansluten till rgc omfattande:

- Täckning under ostörda och störda förhållanden
- Inmättningsnoggrannhet och upplösning (mellan två mål)
- Målföljningsnoggrannhet

PH-39, PH-39 med Aster ansluten till DBU 239 omfattande:

- Täckning under ostörda och störda förhållanden
- Inmättningsnoggrannhet och upplösning (mellan två mål)
- Höjdmättningsnoggrannhet

Måldataöverföring rgc – lfc/rgc (inklusive blinkerpresentation)

PS-15, PS-66, PS-860, PS-870 smalbandigt ansluten till rgc omfattande:

- Täckning under ostörda och störda förhållanden

- Inmätningssnoggrannhet och upplösning (mellan två mål)
- Målföljningssnoggrannhet

PI-839 ansluten till rgc:

- Målföljningssannolikhet
- målföljningssnoggrannhet

PS-08, PS-66 störbäringsavtagare smalbandigt ansluten till rgc omfattande:

- Bäringsnoggrannhet
- Inmätningssnoggrannhet (lägesnoggrannhet)
- målföljningssnoggrannhet

PS-860 störbäringsavtagare smalbandigt ansluten till rgc omfattande:

- Bäringsnoggrannhet
- Inmätningssnoggrannhet (lägesnoggrannhet)
- målföljningssnoggrannhet

28.5 Provningsresultaten

Provningsresultaten redovisades i Provningsrapporter som fördelades inom FMV, till CFV, TU-Stril, STRILS, FTTS/FHS samt till förband, driftledning och anläggningar.

Resultaten från TU-Stril provverksamhet användes dels som underlag för den slutliga utformningen av funktionerna innan dessa togs i bruk och dels för framtagning av handhavandeinstruktioner för operatörerna (MHA Rgc). Genom TU-Stril medverkan i utformningen av de operativa funktionerna säkerställdes ur användarsynpunkt (operatörerna) väl fungerande funktioner.

29 Funktionsutveckling

Funktions- eller metodutvecklingsarbetet för nya operativa funktioner startade i mitten på 70-talet och pågick med olika intensitet till mitten på 90- talet. TU Stril ansvarade för verksamheten som genomfördes i nära samarbete med SRT/Stansaab. Ibland medverkade även personal från något av konsultföretagen. Verksamheten genomfördes huvudsakligen vid DC-Stril.

Utvecklingsverksamheten omfattade främst utveckling av:

- Störpejling och störlägesbestämning ASP
- Strilradarledning
- Släpvektormålföljning
- Halvautomatisk stridsledning
- Automatisk start av målföljning
- Multiradarmålföljning

Strilradarledning, SRL, tog lång tid att utveckla och det var den sista funktionen som utvecklades för rgc. Omfattande provningar genomfördes för att få fram ett bra sätt att presentera radarstationens störskyddsegenskaper och ett bra sätt att presentera den momentana räckvidden i olika störmiljöer.

Ingen av de fyra sista utvecklingsprojekten infördes i rgc.

30 Rgc som arbetsplats

30.1 Inledning

Rgc-anläggningarna låg av naturliga skäl ganska långt från centralorterna och restiderna blev därför inte helt försumbara men å andra sidan så kompenseras detta genom möjligheten att utnyttja den fria krontransporten om man inte vill köra bil själv. Vissa ville köra själv pga. att de värnpliktiga bil- och bussförarna körde lite väl omoget ibland på de smala vägarna. Visserligen var det diskussioner om turlistan och hållplatsernas lokalisering men för det mesta fungerade transportererna bra.

Anläggningarnas lokalisering gjorde att det inte var så lätt att hitta matställe på rimligt avstånd. Denna olägenhet kompenseras med fri mat på anläggningen, i alla fall inledningsvis. Eftersom all mat lagades på anläggningen och av personal som verkligen månade om sin "gäster" så fanns det egentligen aldrig skäl att klaga på maten. Mat eller fika fanns alltid för skiftgående personal.

Rgc var en liten arbetsplats, och samarbetet mellan yrkesgrupperna fungerade över lag mycket bra även om teletekniker och maskintekniker hade sin fackmässiga ledning från skilda organisationsenheter. Från användarna/operatörerna finns en samstämmig uppfattning om rgc som en bra arbetsplats. Radarjaktledaren Antero Timofejeff's erfarenhetssammanställning av sin tjänstgöring här nedan får utgöra en bekräftelse på detta påstående.

30.2 Synpunkter från Radarjaktledaren Antero Timofejeff

Fd rjtal/Crtjal 1974-2001

Jag började min rjtal-utbildning på F 2 den 8/10 1973 och fram till sep 1974 fick vi lära oss stridsleda på tal på olika system, datastridsledning på PS-08, datastridsledning på LFC typ1 och datastridsledning på RRGCF.

Vi var först i världen med datastridsledning 1962 och det började användas i PS-08-systemet och mottagare var J 35B DRAKEN.

Jag började tjänstgöra på RRGCF/ÖN 3 "MINKEN" som rjtal den 1 okt 1974 efter genomgången rjtal-utbildning, anläggningen togs i operativ drift 1972 och enligt mina kollegor så var det i början mycket problem med att få systemet att fungera (programurspårningar mm).

När jag kom till MINKEN så fungerade systemet mycket bra, anläggningen gick dygnet runt utan några som helst problem. Vi radarövervakade och stridsledde 3 divisioner på F 21.

I början fick man titta ner ganska mycket på tangentbordet, ledningsuppdragsväljaren och styrdataknappsatsen varje gång man skulle göra inmatningar så det inte blev fel.

En fundering varför hade man inte placerat ut knapparna på tangentbordet som det är på en skrivmaskin? då hade det varit ännu lättare att göra inmatningar utan att titta ner på tangenterna (de flesta har ju lärt sig att skriva på skrivmaskin). Så småningom blev man så varm i kläderna så man behövde sällan titta ner på tangenterna för att se vad man gjorde för inmatningar, det fina var att varje knapp hade sin specifika funktion istället som för STRIC där en knapp har flera olika funktioner.

Från början hade vi bara bredbandsbild in till anläggningen, vilket gjorde att vi hade max 4 st radarstationer att presentera bild ifrån men det fungerade alldeles utmärkt. Från början skulle man enbart ta hand om all flygverksamhet under 4000m.

Senare kom smalband och då fick vi möjligheter att presentera maximalt 18 radarstationer vilket var en mycket stor händelse i tidsutvecklingen, det fina var att man kunde beställa hos TVAK att ex på knapp 6 vill jag ha: en högspaningsradar (PS-65), en lågspaningsradar (PS-15) och en flygsäkerhetsradar (PS-810), knapp 7 vill jag ha: flygsäkerhetsradar (PS-810), knapp 8 vill jag ha från angränsande sektor: högspaningsradar (PS-66), flygsäkerhetsradar (PS-810) osv.

Från 1971 kunde Flygsäkerhetsradar PS-810 (6 st anl) och PS-825 (5st anl) anslutas till STRIL-systemen över landets yta.

Vi fick även in en Flygsäkerhetsradar PS-810:6 som var placerad på Måttsundsberget utanför LULEÅ. Dess radarinformation (radareko, transponderkod + höjdinfo) gjorde att flygsäkerheten underlättades för stridsledning och radarövervakning samt att uppföljningen av allt flyg över och utanför svenskt territorium underlättades för identifieringssidan.

När vi på F 21 1983 ombeväpnade från J 35D till JA 37 VIGGEN då utökades antalet diskreta kommandon till nästan det dubbla(47 kommandon) mot J 35 (24 kommandon), det möjliggjordes genom att datorkraften i JA 37 var mycket större än i J 35 DRAKEN-systemet.

För rrjal innebar det att det att knapp 13 på styrdatakommandoväljaren fick en VÄXLA-funktion, om man skulle skicka kommandot STARTA till piloten då tryckte man först ner knapp 13 (VÄXLA) och därefter tryckte man ner knapp 16 och därefter den röda sändningsknappen, piloten hörde då en akustisk signal i sina hörlurar i hjälmen och kommandot presenterades på MI (målindikatorn).

När vi fick PS-66 radarstationerna då fick man möjlighet att presentera störcryss från radarstörande flygplan (ASP = automatiskt störpejlsystem), presentation av optisk luftbevakningsrapportering direkt på radarskärmen=OPUS,

Nästa revolutionerande system som vi använde i RRGCF-systemet var möjlighet att skicka Sekundärinformation (SEKI) till piloten i JA 37 som kom på mitten av 80-talet. Bl a: Primärmål, 4 st sekundärmål, 4 st beredskapslägen, 2 st in- och utpasseringssträckor, LV-områden fientliga, Pek-symbol.

Erfarenhet från 1974 till 1990 då jag lämnade F 21 var att RRGCF-systemet fungerade till 100 %.

Jag tjänstgjorde 1990 – 1992 på LFC typ1 ”PUMAN” som rrjal/crrjal men blev tillfrågad att börja tjänstgöra på RRGCF/ O 1N PC-STRIL ”VESSLAN” Med utprovning av bl a: JAS 39 GRIPEN, FSR-890, TARAS, IR-OTIS, NVG mm. RRGCF -systemet på PC-STRIL användes för målföljning till MATILDA-systemet.

Vi hade på PC-STRIL ett eget framtaget via FMV stridsledningssystem för JAS39 GRIPEN som hette MATILDA, det var ett fantastiskt bra och lättarbetat stridsledningssystem, systemet var helt PC-baserat. Vi använde RRGCF-systemet ända fram till jun 2001 då det gick i graven som den sista STRIL 60 anläggningen i Sverige och den fungerade till 100% ända in i det sista. PC-STRIL utprovningen övertogs av en STRIC-anläggning i mellansverige med anropssignal ”HÅSTEN”.

Jag har också jobbat med RRGCF/T-systemet som var operativt 1985 – 2005.

Fördelen med RRGCF:

all taktisk personal sitter i samma lokal.

tablåsystemet (man slapp en massa onödiga frågor och telefonsamtal, det användes enbart vid övningar).

om det var något mycket viktigt så kunde man skrika ut i taktikrummet och alla blev genast varse på vad som skulle göras, den möjligheten hade man inte på LFC typ1 och RRGCF/T där den taktiska personalen är utspridd i olika tunnlar eller i vagnar.

mycket enkelt att göra inmatningar i ett ledningsuppdrag då varje knapp har sin specifika funktion till skillnad mot LFC typ1 där man gjorde inmatningar i ett A- och B-fack.

som rrjal har jag min striobs bredvid mig (vi införde på MINKEN att striobs fick höra radiotrafiken mellan rrjal och pilot så att han skulle målfölja till 100%), mycket viktigt att målföljningssymbolerna låg över ekona för annars stämde inte informationen till piloten med verkligheten.

vi tog ut de bästa målobarna i varje omgång och utbildade dem till striobsar: dom skulle vara motive-
rade, jätteduktiga att målfölja, kunna tjänstgöra som rrbi (radarjaktledarbiträde).

Från början kunde bara crrjal och bimåled avkoda våra flygplan med IK-utrustning, i och med införandet av smalbandsinfo så fick man anropssignalen presenterad i klartext på radarskärmen på alla flygplan som fanns i luften med IK-utrustning.

Man införde en funktion så att rrjal kunde starta upp målföljning då han upptäckte ett radareko innan målföljningssidan gjorde det eller att info kom från piloten om företag som han upptäckte på sin flygplanradar med läge, kurs, fart och höjd.

Vi kunde enkelt simulera i anläggningen och infon skickades till en kontrollmottagare där info kunde avläsas, användes vid t ex utbildning.

För att hela systemet skall fungera då måste man ha duktiga tekniker (TVAK) i anläggningen, den personalen är ju specialutbildad för ändamålet och jag har bara träffat duktiga och positiva TVAK på alla de 8 st anläggningar som fanns i landet.

Nackdelar:

I början när systemet var i drift så skulle RRGCF vara en filtercentral och att man enbart skulle stridsleda under 4000m höjd och ifall att det okända/fientliga flygplanet steg genom taket på 4000m då skulle man överlämna jaktflygplanet till en rrjal i en LFC typ1 anläggning (de ledde allt över 4000+ m), rrjal i LFC skulle starta upp ett ledningsuppdrag och jag som rrjal i RRGCF skulle stoppa mitt ledningsuppdrag så att inte min styrdata störde övertagandet.

Detta problem försvann när vi fick smalband med möjlighet att ta in flera och olika typer av radarstationer och att man då stridsledde i hela höjdsiktet från RRGCF.

För övrigt kan jag inte finna några nackdelar med RRGCF-systemet.

Slutsats: med min erfarenhet som rrjal var RRGCF-systemet det överlägset bästa och lättaste systemet att arbeta med jämfört med de andra systemen vid den tidpunkten.

Övrig synpunkt: MATILDA-systemet är enligt mitt tycke det absolut bästa stridsledningssystemet jag har arbetat med, mycket lätt att lära en rrjal att hantera (ca: 30 min utbildningstid om man har vana med att jobba med en PC).

Antero Timofejeff
Fd rrjal/Crrjal 1974-2001

31 Vad kostade rgc

Vad det totala ”tekniska rgc-projektet” har kostat är svårt att svara på men för några poster kan ungefärliga siffror ges. Kostnader för materiel, underhållsutrustning och reservmateriel mm kan utläsas ur beställningsdokument medan kostnader för drift och underhåll är betydligt svårare att utläsa dels på grund av uppföljningsrutinerna och dels på grund av oklarheter om vad som ingår och hur stor del av gemensamma centrala resurser som ska belastas. Kostnaderna för provningsverksamheten, konsulttjänster mm har inte hittats.

Anskaffningskostnaderna för alla åtta anläggningarna i prisläge 1965:

Bygg och anläggning	20– 30 Mkr
Telemateriel, grundsystemet	70 – 80 Mkr

Modifieringar och utökningar uppgick till ca tre gånger anskaffningskostnaderna.

När det gäller kostnader (i kkr.) för tillsyn och reparation av telematerielen kan nedanstående årssammanställning från 1975 ge en uppfattning om storlek och fördelning mellan materielgrupperna.

Utr	Tillsyn	Reparation	Totalt
PH-39	829	327	1056
DBU	348	927	1275
Fmr-7	75	72	147
RK-02	46	49	95
RL-81	370	136	506
TM-7	166	15	181
Tfn/Trm	118	91	209

Drift och bemanning uppgick till 10 087 kkr/år för 8 anläggningar.

Bemanningskostnaderna minskade dock över tiden genom att antalet tekniker per passlag minskades. Vid driftstarten 1965 var det 7 man per pass. Vid avvecklingen under 1990-talet var det 2 man per pass.

32 Blev rgc som man tänkt sig?

När alla anläggningar nu är avvecklade och nya system har tagits i bruk kan man ställa sig frågan om Försvarsmakten i allmänhet och Flygvapnet i synnerhet fick den rgc man önskade sig i början på 60-talet? Var det värt att lägga ner så stora ansträngningar, så mycket arbete och så mycket pengar för de åtta anläggningarna. Man kan även fråga sig om ansträngningarna och kostnaderna svarade mot (stod i proportion till) resultatet "outputen" från den löpande verksamheten. Det sammantagna svaret på den frågeställningen får flygvapenledningen och "användarna" ge. I detta dokument besvaras frågan enbart ur ett tekniskt perspektiv genom översiktliga svar på några centrala delfrågor.

32.1 Frågeställningar

1. Blev rgc den komponent i Stril m/60 man tänkt sig med avseende på funktionalitet och prestanda och infriades de ursprungliga kraven från Stril-60-konceptet?

Rgc uppfyllde förväntningarna (kraven) på operativ funktionalitet men med vissa förseningar. Alla de operativa funktioner som ursprungligen specificerades realiserades, bortsett från fölning av och ledning av insats mot ytmål. Nya funktioner tillkom.

Tekniska prestanda uppfylldes. Den volymetriska höjdmätaren (PH-39 och DBU 239) hade dock vissa brister i noggrannheten, brister som kunde ha åtgärdats. Kravet på höjdmätningsskapaciteten uppfylldes.

Den viktiga filterfunktionen för låghöjdsinformation fungerade väl. "Taktiska prestanda" på målföljnings- och stridsledningskapacitet var lägre än förväntat. Strilradarledningsfunktionen fick inte den funktionalitet som önskats.

Datorerna (kalkylatorerna) underlättade och effektiviserade operatörernas arbete.

2. Var den operativa tillgängligheten tillräckligt bra, d.v.s. kunde den operativa verksamheten bedrivas utan störande tekniska avbrott eller begränsningar?

Driftsäkerheten hos databehandlingsutrustningen var inledningsvis inte godtagbar. Efter modifieringar (bl. a. nya datorer, förbättrad kylning) förbättrades driftsäkerheten avsevärt och blev slutligen bra.

Bortfall av information från PS-15 uppträdde inledningsvis, beroende på radar- eller överföringsutrustningen. Efter införandet av SBÖ var tillgängligheten bra, bla. beroende på viss överlappande täckning och snabba omkopplingsmöjligheter.

De mekaniska delarna i PH-39 antensystem fordrade relativt omfattande förebyggande underhållsinsatser.

Driftsäkerheten hos reservkraft- och kylsystemen var bra.

Sammanfattningsvis så var driftsäkerheten hos hela det tekniska rgc-systemet bra men det hade som alla komplexa system sina initiala problem.

3. Fanns den flexibilitet som ursprungligen efterfrågades?

Grundsystemets tekniska systemlösning medgav de funktionella utökningar och anpassningar som förutsågs (och som skrevs in i kontrakt). I nedanstående punkter redovisas några exempel som tydliggör systemets anpassningsbarhet (flexibilitet).

Brister i behandlings- och datalagringskapacitet som var begränsande för funktionella förbättringar och utökningar, kunde åtgärdas genom att nya datorer med allt modernare teknik kunde inkopplas. I det slutliga systemet samverkade tre generationers datorer, kommunikations- och presentationssystem.

Genom att i stort alla operativa funktioner realiserades med programvara kunde ändringar införas utan besvärande ändringar i hårdvaran.

Telefon- och transmissionssystemet kunde anpassas till nya typer av utrustningar och nya kommunikationsstandards som succesivt infördes i försvaret.

4. Hur var samordning med andra delar av flygstridskrafterna?

Den funktionella och tidsmässiga samordningen inom Stril för såväl nyanskaffningar som modifieringar var bra bortsett från strilradarledningsfunktionen som blev avsevärt försenad.

Utveckling och utprovning av ny stridsledningsfunktion för JA 37 samordnades och infördes tidsmässigt samordnat vid stril och flygförband.

32.2 Svar

Svaret på frågan ”Blev rgc som man tänkt sig?”

En genomgång av kraven i de styrande grunddokumenten och jämförelse mot resultat från prov- och övningsverksamhet samt erfarenheter från daglig verksamhet ger underlag för den ”sammantagna åsikten” att rgc fyllde sin funktion **väl** i Stril m/60 även om det fanns vissa startsvårigheter.

Avvägningar inom Stril 60-systemet

Vissa intressanta strilsystemtekniska frågor som berör rgc lämnas dock där hän eftersom dessa måste hanteras sammanhållet för hela Stril m/60. Exempel på sådana frågor är:

- Var avvägningen mellan lokala op-rum kontra centraler optimal (godtagbar)
- Var avvägningen mellan fasta och rörliga centraler för att uppnå tillräcklig uthållighet optimal (godtagbar)
- Har minskningen från 13 till 8 anläggningar haft avgörande betydelse för luftförsvarsförmågan
- var det fortifikatoriska skyddet tillräckligt motståndskraftigt

33 Rgc bidrag till teknik- och metodutveckling

Grundbeställningen och efterföljande tilläggsbeställningar av materiel till rgc bidrog i varierande grad till den tekniska utvecklingen inom bl. a följande områden:

- Digital presentationsteknik
- Datorer för realtidsapplikationer
- Extrahering och smalbandig överföring av radarinformation (SBÖ)
- Metoder och algoritmer för radarmålföljning
- Utrustning för smalbandig överföring av stridsledningsinformation
- Ledningssystem med hög tillgänglighet
- Ledningstagar-system och kommunikationsutrustningar

Utvecklingen inom dator- och presentationsområdet samt utvecklingen av smalbandig överföring av radarinformation och målföljning får anses vara de viktigaste.

Inför drifttagning och operativ användning av rgc och andra komplexa delar i strilsystemet utvecklade FMV i samverkan med konsultbolagen Telub och Teleplan:

- Metoder och rutiner för planering, specificering och rapportering av provverksamhet.
- Utrustning för insamling, lagring, bearbetning och analys av ledningsinformation.
- Rutiner för tillvaratagande av resultat från provverksamheten för bl. a optimering av systemparametrar, förslag till funktionella förbättringar, förslag till underhållsåtgärder

Materielbeställningarna gav som ”spinn off” grunden för SRT utveckling och tillverkning av stridsledningssystem och avancerade flygtrafikledningssystem som t ex ATCAS och TERCAS och stridsledningssystem till marina stridsledningssystem för ytstridsfartyg och ubåtar.

Systemutprovningens verksamheten gav som spinn off att den av TELUB framtagna registrerings- och analysutrustning (RADAC) bl. a såldes till och användes av radartillverkaren ITT Gilfillan och de amerikanska och tyska luftfartsverken.

34 Använda förkortningar

Förkortning	Alternativt skrivsätt	Uttydning	Kommentar
AGA		AGA Gas AB	Försvarsteknik Elektronik
AM		Amplitudmodulering	
ASP		Automatisk störpejling	
ATN		Allmänna telefonnätet	
AXT	AXT-101	Telefonsystem	
b/s	bit/s	Bit per sekund	Överföringshastighet
BARK		Binär Aritmetisk Relä Kalkylator	Dator
Basoriled		Basorientering	Basorienteringsledare
BB		Bredbandig radaröverföring	
BESK		Binär Elektronisk sekvenskalkylator	Dator
Bijal		Biträdande jaktledare	
Bimåled	BIMÅLED	Biträdande målföljningsledare	
Bivarnled		Biträdande varningsledare	
C 120	Censor 120	Dator modell 120	
C 220	Censor 220	Dator modell 220	
C 932	Censor 932	Dator modell 932	
CFV		Chefen för flygvapnet	
Crrjal	CRRJAL	Chefsradarjaktledare	
CVA		Centrala verkstaden i Arboga	
CVM		Centrala verkstaden i Malmslätt	
DBU	Dbu	Databehandlingsutrustning	
DBU 205		Databehandlingsutrustning 205	Luftbev. o stridsledning
DBU 239		Databehandlingsutrustning 239	Automatisk höjdmätning
DBU 288		Databehandlingsutrustning 288	För Flygtrafikledning
DBU 289		Databehandlingsutrustning 289	För Basorientering
DBU 291		Databehandlingsutrustning 291	För Lvledning
DBU 601		Databehandlingsutrustning 601	För Färdplanehantering
DECCA	Decca DNR AB	Decca Navigator och Radar AB	Svenskt företag, repr för Decca Radar Ltd
DECCA	DRL	Decca Radar Ltd	Engelskt bolag
DIDAS		Driftdatauppföljningssystem	
DS 9000		Dator	
DÖL		Driftöverlämning	
EDB-3		Dator tillverkad av Facit	
ELB			
ELKA		Elektronisk karta	
ER III	ER III b	Tidig spaningsradarstation	Ekoradio
ESYM-FU		Ekonomiplaneringssystem	
F 18		Södertörns Flygflottilj	
F 2		Roslagens Flygkår	
Ff	ff	flygförare	
FFRL		Försvarets fasta radiolänknät	
FFTS		Flygförvaltningens Tekniska skola	
FFV		Flygförvaltningens Verkstadsskola	Västerås
FHT		Försvarets Historiska Telesamlingar	Organisation av f.d. försvarsanställda som dokumenterar telemateriel och system
FK		Flygkommando	

FKU		Fjärrkontrollutrustning för PS-15	
FLO		Funktionslägesorder	För PS-860
FM		Frekvensmodulering	
FMHS		Försvarsmaktens Halmstadsskolor	
Fmr-10		Radiostation för styrdatasändning	
Fmr-7	FMR-7B	Fast markradiostation	
Fmr-13		Fast markradiostation	
Fmr-18		Fast markradiostation	
Fmrp-8		Radiopejl	
FMTS		FV Marteletekniska skola	Senare: Försvarsmaktens Tekniska Skola
FMU		Fjärrmätutrustning för PS-15	
FMV		Försvarets Materielverk	
FMV: PROV		FMV provningsavdelning	
FOA		Försvarets Forskningsanstalt	Numera FOI
FortF		Fortifikationsförvaltningen	
FRAS		Flygvapnets Radarskola vid F 2	
FS		Flygstaben	
Fst		Försvarsstaben	
FS/Tele		Flygstabens Teleavdelning	
FSR-890		Flygburet radarspaningssystem	
FTN		Försvarets Telenät	
FTTS		Flygvapnets TeleTekniska Skola	
FUH		Flygvapnets Underhållsavdelning vid FMV	
FV		Flygvapnet	
FV 2000		Flygvapen 2000	Utvecklingsbeteckning på flygstridskrafterna
FYL		Flygtrafikledning	
Fylvak		Flygtrafikledning	
GTD-120		Förmedlingsväxel	
Höjop	HÖJOP	Höjobservatör	
J 32			Jaktflygplan 32 jaktversion
J 35			Jaktflygplan 35
JA 37			Flygplan 37
Jaktlänk	J-länk		Kommunikationssystem för överföring av information mellan flygplan (JA-37)
JAL		Jaktledare	
JAS 39			Flygplan 39
jc		jaktcentral	Central för jaktstridsledning
KACC		Flygtrafikledning i krig	
KATF		Kungliga Armetygförvaltningen	
KFF	FF	Kungliga Flygförvaltningen	
KSRR	Ksrr	Kustspaningsradar	Marinen
LAFC		Low Altitude Filter Central	Låghöjdsfiltercentral
Lbevled		Luftbevakningsledare	
Lbo	lbo	Luftbevakningsområde	
Lc	lc	Luftbevakningscentral	
LCC		Livstidskostnadsberäkning	
LCP			
LFC	Lfc 1	Luftförsvarscentral	
lfc O5		Luftförsvarscentral i sektor Ost	

LFRU		Luftförsvarsutredning utbyggnad	
LFU 67		Luftförsvarsutredningen 1967	
LFUC	lfuc	Luftförsvarsundercentral	
Lfuc/T		Transportabel undercentral	
Lfv	LFV	Luftfartsverket	
Lgc	lgc	Luftförsvarsgruppcentral	I optiska luftbev.systemet
LI		Luftbevakningsinspektionen	
LKF		Leveranskontrollföreskrift	
LKS		Leveranskontrollspecifikation	
LOS		Luftbevakning och Stridsledning	Utrednings och samordningsgrupp
LOS		Luftbevakning och stridsledning	Organisation i KFF/FMV
ls		luftbevakningsstation	
LUFOR		Luftförsvarsorientering	
Lv	LV	Luftvärn	
Lvled		Luftvärnsledare	
Lvrb	lvrb	Luftvärnsrobot(system)	
LvSS		Luftvärnsskjutskolan	
M		Mach	Ljudhastigheten
Marconi	MWT	Marconi Wireless Telegraf Company	Engelskt företag
MF		Marinförvaltningen	
MK-OK		Mellankopplings och Omkopplingsstativ	
MMN		Matematikmaskinnämnden	
MS		Marinstaben	
Modem		ModulatorDemodulator	Transmissionsutrustning
MSO		Manöversignalomformare	
MU-kort		Materieluttagningskort	
MUX		Multiplexutrustning	
Måled	MÅLED	Målföljningsledare	
Målobs	MÅLOBS	Målobservatör	
NHM		Nickande höjdmätare	PH-12, PH-13, PH-40 är nickande höjdmätare
O1		Luftbevakningssektor O 1	
O1 N		Rgc i sektor ost	
O2		Luftbevakningssektor O 2	
O3		Luftbevakningssektor O 3	
O 5		Luftbevakningssektor O 5	
Op-rum	OP RUM	Operationsrum eller taktikrum	Rum i stridsledningscentraler motsv
OPUS		Optiskt luftbevakningssystem	
PC-Stril		Provcentral Stril	Utprovningcentral
PE-44		Belysningsradar från Rb 68-förb	
PERT		Plan Evaluation and Review Technique	Planeringsteknik
PgRgc		Projektgrupp för rgc	
PgU		Projektgrupp Utprovning	
PH-12		Nickande radarhöjdmätare	
PH-13		Nickande radarhöjdmätare	
PH-39		Radarstation för höjdmätning	Volymetrisk höjdmätare
PH-40		Nickande radarhöjdmätare	

PJ-21		Jaktradarstation bestående av både spaningsradar och höjdmätare	
PJ-60		Radarstation	Anskaffades ej
PM		Promemoria	
PN-79		IK-radar	
PS-08		Radarstation	Engelsk station
PS-14		Radarstation	Spaningsdel vid PJ-21
PS-15		Spaningsradar för låg höjd	
PS-16		(Fjärr)spaningsradarstation	
PS-41		Spaningsradarstation	
PS-65		(Fjärr)spaningsradarstation	
PS-66		(Fjärr)spaningsradarstation	
PS-69	PS-L	Radarstation	Anskaffades inte
PS-70		Radarstation	Anskaffades inte
PS-860		(Fjärr)spaningsradarstation	
PS-870		(Fjärr)spaningsradarstation	
PSK		Preliminär Systemkontroll	
PS-R		Radarstation för spaning	Arbetsnamn
PTAB		Philips Teleindustrier AB	Leverantör av radioutrustning
PU-Stril		Plan för utbyggnad av Strilsystemet	
Rb-67	rb-67	Lvrbsystem	Luftvärnsrobotsystem
Rb-68	rb-68	Robotsystem	
Rbled	RBLED	Robotledare	
rd		Reservdel	
rgc	Rgc RRGC/F	Radargruppcentral	Tidig benämning rgc
RIR	rir	Rörligt indikatorrum	
RK-01		Markradiostation	
RK-02		Markradiostation	
RL		Radiolänk	
RL-81		Radiolänkutrustning för bredbandsöverföring	
RL-82		Radiolänkutrustning för bredbandsöverföring	
RRGC/	Rrgc/F	Radargruppcentral i bergsanläggning (F=Fast)	
RRGC/T	Rrgc/t	Transportabel radargruppcentral	
rrjal	RRJAL	Radarjaktledare	
rrled		strilradarledare	striltaktikledare
rrvak	RRVAK	Radarövervakning/övervakare	Befattningshavare i lfc
S 1		Luftförsvarssektor	
S 2		Luftförsvarssektor 2	
SARA		Svenska Aeroplanaktiebolagets Räkneautomat	
SATT			
SB		Smalbandig radaröverföring	(i motsats till BB, bredbandig överföring)
SBÖ		Smalbandig överföring av radarinformation	Teknisk överföringsmetod
SEKI		Sekundärinformation	Stridsledningsinformation för JA-37
Sektor O 5		Luftförsvarssektor Ost	
SJ		Statens Järnvägar	

SK		Stockholms Kustartilleriförsvaret	
SKA		Systemkontroll Autonom drift	
SKI		Systemkontroll Integrerad drift	
SMIL		Siffermaskinen i Lund	
SNERI	Sneri	Socitet Nouvelle D'Electronique et de la Radio-Industrie	Franskt företag
SOS		Spaning och stridsledning i luftförsvaret	Utredning
SRA		Svenska Radio Aktiebolaget	
SRL	srl	Strilradarledning	
SRT		Standard Radio och Telefon AB	
SSU		Störskyddsutrustning i radarstation	
StriC		Stridsledningscentral	
Stril m/59		Strids- och luftbevakningssystem modell 59	
Stril m/60	STRIL 60	Strids- och luftbevakningssystem modell 60	
Srrled		Strilradarledare	
STRILS			
SUS 70		Strilsystemutredning 1970	
SUS 77		Luftförsvartsstudie	
SYSIM		Systemsimulator	Flygplansimulator
TIF3		Datatransmissionsutrustning	
TAC		Stridsledningskalkylator i lfc	
Talab	TALAB	Teleindustrins anläggningsplanering AB	Konsultföretag
Teleplan			Konsultföretag
Telub	TELUB	Teleindustrins Underhållsbolag	
TM-		Transmissionsutrustning	Multiplexutrustningar
TO		Teknisk Order	
TOEM		Taktisk Organisatorisk Ekonomisk Målsättning	
Tråjal		Trådjaktledare	
TSB		Teleservisbas	Underhållsorganisation
TTEM		Taktisk Teknisk Ekonomisk Målsättning	
TTU		Taktisk Teknisk Utprovning	
TU-37		Taktisk Utprovning flygplan 37	Organisation i Flygvapnet
TU-Stril		Taktisk Utprovning Stril	
TUAB		Teleutredningar AB	Konsultföretag
TVAK	Tvak	Teknisk övervakning/övervakare	
TVL		Televerkstad Luftbevakning	Försöksanläggning vid F 2
Tvt	TVT	Televerket	
UE	ue	Utbytesenhet	
UE/F		System för hantering av flygvapnets utbytesenheter	
Ugglan		Flygburen Radarstation	Anskaffades inte
UHF		Ultra high Frekvensy	Frekvensband för radoitrafik
W2		Luftbevakningssektor W2	väst
VHF		Very High Frekvensy	Frekvensband för radio
VHM		Volymetrisk Höjdmätare	
VPA		Volymetrisk höjdmätare	Benämning på ett franskt höjdmätningssystem

VT2F		Telegrafiinlagringsterminal	
ÖB		Överbefälhavaren	
ÖB 54		1954 års Försvarsutredning	
ÖN 3		Luftbevakningssektor ÖN 3	Övre Norrland
3D radar		Radar som mäter in 3 dimensioner. Bäring, avstånd och elevation	PS-66 är exempel på 3D-radar

35 Käll- och litteraturförteckning

35.1 Arkivmaterial, Krigsarkivet

Flygstaben, centralexpeditionens (FS/C) hemliga arkiv

Utgående skrivelser Serien B1

Flygstaben, Operationsledningen (FS/Op) hemliga arkiv

Utgående skrivelser Serien B1

Flygstaben, Signalavdelningens (FS/Tele) hemliga arkiv

Utgående skrivelser Serien B1

Flygförvaltningen, Centralexpeditionens hemliga arkiv

Avg och Ink skrivelser Serien F 1

Försvarets Materielverk, FMV, Centralexpeditionen

Avg och Ink skrivelser Serien F 1 År 1968 -

35.2 Försvarets Historiska Telesamlingar

Försvarets Historiska Telesamlingars arkiv (vid krigsarkivet)

Luftbevakning och stridsledning allmänt LOS protokoll Volym 1 – 10 År 1956 – 1974

Radargruppcentraler. MHA, Volym 1- 5

FMV:StrilDok Rrgc/F, ElektroH 37 177:99/95

Försvarets Historiska Telesamlingar publikationer (Hemsida: www.fht.nu)

Hübbert, John: *Stril 50 Stridslednings- och luftbevakningssystem modell 50*, F03/07

Larsson, Arne: *Svenska Flygvapnets styrdatasystem* F22/04

Eriksson, Örjan: *Markteleunderhållssystemet under tiden 1950 till 2000*, F17/09

Eriksson Örjan och Bengt Eklöf: *Strilsystem m/ 60*, F01/12

Gardh, Karl mfl : *SBÖ Smalbandsöverföring av radarbild*, F12/08

Rune Erlandsson: *PS-08/F Historiska erfarenheter* F04/04

Karl Gardh: *PS-15* F06/04

Rune Erlandsson: *Spaningsradar PS-65/F* F03/04

K-G Andersson: *Spaningsradarstation PS-66/T* F06/07

Bertil Nilsson: *Utvecklingen av Flygvapnets telefoni- och transmissionssystem* F03/05

Arne Larsson: *Radiostation RK-02* F10/07

Handlingar från SRT, Datasaab, Stansaab m fl arkiv

Specifikationer, Offerter, Utredningar, Rapporter mm

Protokoll

35.3 Försvarets materielverk

Fastställda publikationer, materielbeskrivningar

Handhavandeföreskrifter, Manualer, mm

35.4 Veteranklubben Alfa

Artiklar från klubbens arkiv (hemsida: www.veteranklubbenalfa.se)

Mellberg Kjell mfl: *Fyrtio år av den svenska datahistorien: Veteranklubben Alfa*, Stockholm 1997

35.5 Litteratur

FMV *Det bevingade verket Svensk militär flygteknik och materiel under 50 år* ISBN

Darvall Bjarne *Luftens dirigenter*

Darwall, Bjarne: *Myran En hemlig anläggning går ur tiden: Blekinge flygflottilj* 2000
Hallberg, Tord Jöran: *IT Gryning Svensk datahistoria från 1840- till 1960talet*: Studentlitteratur 2007,
ISBN978-91-44-03501-7
Mellberg, Kjell *Digitala system vid speciella tillämpningar*, SRT
Mellberg, Kjell: *Digitalteknikens grunder*, SRT
Ögren Stig: *Driftsäkerhet för militära vapensystem*
Wennerholm Bertil: *Fjärde flygvapnet i världen*
Pettersson Tommy: *Med invasion i sikte*

35.6 Tidskrifter

TIFF

Flygvapen Nytt

36 Om författaren

Efter ingenjörsexamen i Örebro 1959 och militärtjänst vid Kustartilleriet (utbildades till värn-pliktig signaltekniker) fick jag 1961 anställning vid L M Ericsson i Mölndal. Under tiden fram till december 1964 arbetade jag med att ta fram konstruktions- och tillverkningsunderlag för test-utrustning till enheter i radarstationen PS-03 i J35F.

När arbetet med testutrustningen var klart sökte jag en tjänst vid F 10 och i januari 1965 anställdes jag som driftchef för radargruppcentral (rgc) S 10. Jag fick då möjlighet att vara med från början vid uppbyggnaden av rgc-anläggningen och sedan några år av regelbunden drift-tidsproduktion för incidentberedskap och förbandsproduktion. 1975, efter 10 som driftchef, slutade jag och började på Telub i Växjö, för att först arbeta med huvudverkstadsuppgifter för databehandlingsutrustningar i rgc och därefter med systemutredningar inom ledningssystem-området för FMV. 1984 fick jag anställning vid FMV och arbetade med specificering och anskaffning av marina ledningssystem, dimensionering och planering av underhåll av markte-leutrustningar och slutligen med systemsamordning av ledningssystem inom flygvapnet. Efter 8 år som konsult vid Telub och sedan 17 år som anställd vid FMV gick jag i pension år 2000.

