



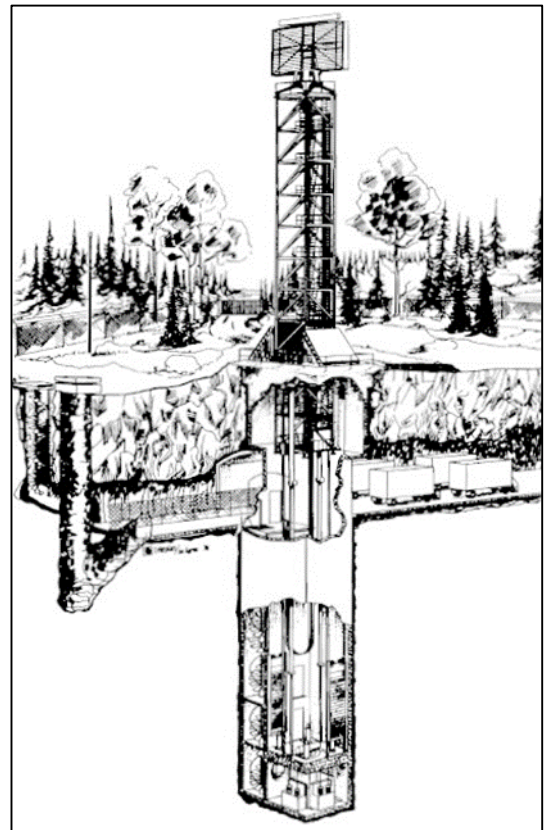
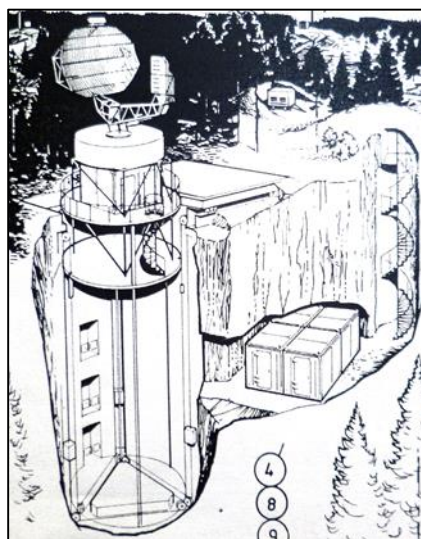
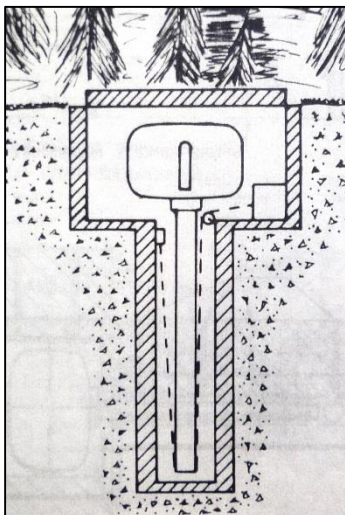
2014-12-01

Strilradaranläggning 860

Från idé till verklighet

En antologi

F 02/14



Innehåll

Förord.....	4
Studier, planering, målsättning och beslut	5
<i>Björn Kristoffersson</i>	
Upphandling, produktion och leveranser	30
<i>Curt Nordström. Ingemar Eriksson</i>	
Underhåll.....	40
<i>Lars Frennemo</i>	
Installation, driftsättning och drifterfarenheter	50
<i>Ingemar Eriksson, Leif Blixt</i>	
Antennmast och antennhiss.....	56
<i>Göran Ahlqvist</i>	
Störelevationsbäringsavtagare.....	68
<i>Lars-Håkan Persson</i>	
Teknisk utprovning och systemutprovning	74
<i>Ingemar Eriksson</i>	
Taktisk utprovning	77
<i>Tom Carlsson</i>	
Utbyggnad, förbandsuppsättning och taktisk drift	84
<i>Ingemar Olsson</i>	
Utbildning	96
<i>Lars-Håkan Persson</i>	
Samband.....	105
<i>Hans-Ove Görtz</i>	
Ändrad inriktning.....	116
<i>Ingemar Olsson</i>	
Presentation av författarna	119

Förord

Detta dokument syftar till att beskriva tillkomsten av strilradarsystem PS-860 med fokus på det unika i systemet nämligen strilradaranläggning 860 utformad för att motstå flygbekämpning.

Författare är några av dem som deltog i processen från 70-talets början fram till att systemet var utbyggt i mitten av 1980-talet.

Dokumentet har utformats som ett antal fristående uppsatser, som speglar hur respektive författare personligen uppfattade processen.

Av särskilt intresse har varit att dokumentera minnesbilder som har uppfattats intressanta och väsentliga, kanske till och med avgörande för systemets utformning. Sådana minnesbilder torde inte återfinnas i arkivens officiella handlingar.

Ambitionen har varit att täcka de flesta delsystem. Några saknas men dokumentet torde ändå i allt väsentligt spegla systemets tillkomst och utbyggnad.

PS-860 ingår efter modifiering fortfarande i luftförsvaret när detta skrivs varför grundläggande data har uteslutits.

Under arbetets gång avled Ingemar Olsson och Tom Carlsson.

Ingemar var med sitt stora engagemang en drivande kraft i arbetet och hann precis slutföra sina koncept. Dessa har tagits in oavkortade i dokumentet frånsett en försiktig redigering.

Tom var den som tog sig an uppgiften att utprova hur det nya radarsystemet taktiskt skulle integreras i strilsystemet för att nå den uthållighet som eftersträvades.

Skriften är också ett tidsdokument, som speglar försvarets studie- och planeringsverksamhet under kalla kriget. Förhoppningsvis kan den väcka intresse hos dem som idag och i morgon har motsvarande uppgifter som vi då hade.

Innehållet har sekretessgranskats av Krigsarkivet och Försvarsmakten

Stockholm i dec 2014.

Författarna

Studier, planering, målsättning och beslut

Björn Kristoffersson

Radarstationer i Stril 60

Under Stril 60-systemets utbyggnad utnyttjades som huvuddatakällor inledningsvis de radarstationer som tillkommit under senare delen av 1950-talet. Storradarstationerna PS-08 och PS-65 anslöts med analoga bredbandslänkar till luftförsvarscentraler (lfc) och radargruppcentraler (rgc). För höjdmätning användes PH-12 och PH-40 samgrupperade med PS-08 och PS-65. Låghöjdsradarstationen PS-15 anslöts enbart till rgc också de bredbandigt. Även militära och civila flygsäkerhetsradarstationer integrerades såväl till lfc som till rgc.

Efter databehandling sammanställdes i centralerna aktuellt luftläge, som användes för insatsbeslut och direkt stridsledning av J 35 Draken över styrdatanätet. Luftlägesbilden låg också till grund för ledning av Rb-67 och Rb-68, för samordning mellan jaktflyg och övrigt luftvärn och nog så viktigt för larmning av civilbefolkningen. Under senare delen av 1960-talet tillkom PS-66, en storradarstation av 3D-typ.

PS-08 grupperades något tillbakadraget ett antal mil innanför kusten på en lämplig radarplats medan PS-65 grupperades kustnära allt i syfte att få största möjliga räckvidd och förvarning. Sändare, mottagare och operatörsrum installerades splitterskyddat i bergrum eller fortifikatoriska värn. I operatörsrummen installerades indicatorsystem att utnyttjas för luftbevakning och stridsledning om förbindelsen med centralen blev utslagen. I fallet PS-08 kunde till och med manuell målföljning och styrdatastridsledning utföras.

PS-15 monterades kustnära på master cirka 100 meter höga. I masttoppen inrymdes såväl sändare som mottagare.

Flygsäkerhetsradarstationerna PS-810 och PS-825 grupperades främst med hänsyn till flygtrafikledningens behov och installerades i väl synliga torn med radomer.



Storradarstationerna PS-08 och PS-65 var oftast samgrupperade med radarhöjdmätare PH-12 och/eller PH-40.



PH-39 radarhøjdmätare av 3D-typ, låg rotationshastighet.



Storradarstation PS-66 också av 3D-typ normal rotationshastighet.



Tornradarstation PS-15.



Flygsäkerhetsradarstation PS-810

(Läs mer om radarstationer på FHT hemsida www.fht.nu)

Radarprestanda för PS-08 och PS-65, som arbetade på två skilda radarband, karaktäriserades av lång räckvidd med hög precision i inmätning och upplösning. Goda radarprestanda gav möjlighet till automatisk målföljning i centralerna. Men de var i viss utsträckning känsliga för avsiktlig störning som brus- och remsstörning och även oavsiktlig störning från till exempel moln och regn. Med tiden ökade störhotet och den primära uppgiften för PS-08 och PS-65 blev fredsluftbevakning i incidentberedskapen.

Med PS-66 tillkomst i slutet av 1960-talet fick strilsystemet en storradarstation med goda prestanda även under störda förhållanden.

PS-15 som arbetade på ett från övriga radarstationer skilt frekvensband, hade fullgoda radarprestanda sett från störsynpunkt. Men i takt med den tekniska hotutvecklingen blev även den

stationstypen allt mer känslig för avsiktlig störning. De var fjärrmanövrerade och utgjorde därmed en kostnadseffektiv resurs i fredsluftbevakningen.

PS-810 och PS-825 var enbart anpassade för fredstida krav. De var också fjärrmanövrerade och användes primärt i fredsluftbevakningen och i incidentberedskapen. De beräknades endast kunna användas inledningsvis i en krigssituation.

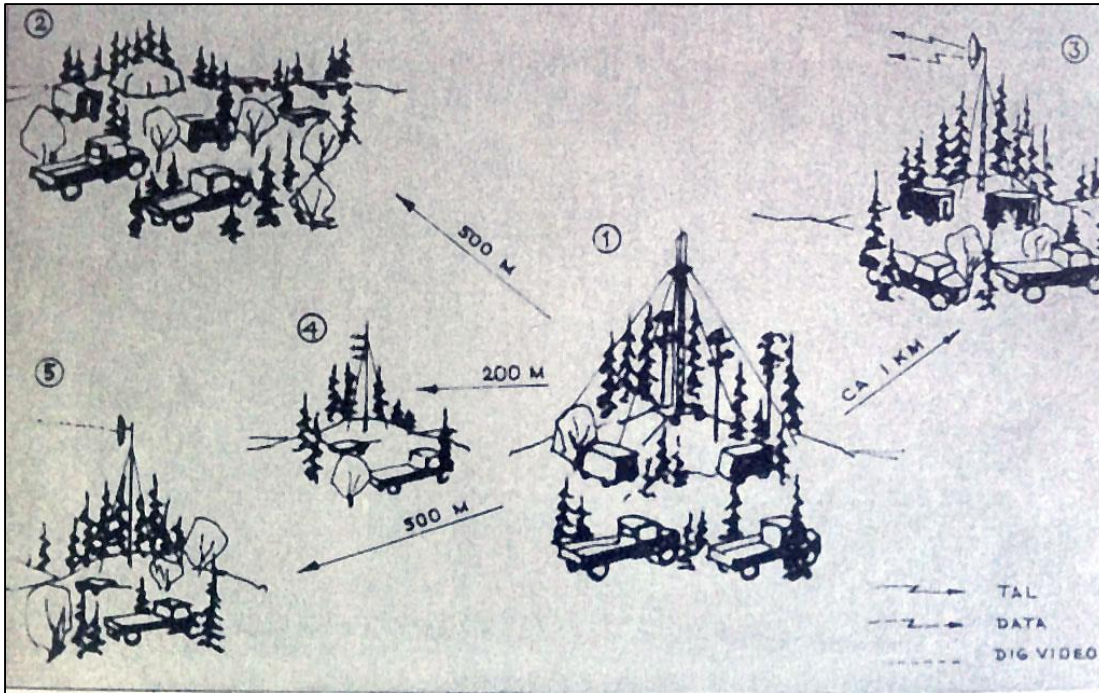
Radarstationerna var de främsta informationskällorna i strilsystemet. De bedömdes därför i en krigssituation vara primära mål för en angripare med syfte att bekämpa luftförsvaret och skapa sig luftherravälde. Radarantennernas exponering på radarkullar eller master var en känslig faktor. Inledningsvis i Stril 60, mot bakgrund av aktionsradien hos angriparens attackflyg, navigeringssystem och vapenprestanda, bedömdes detta hot inte kritiskt. Svårigheten att med en attackgrupp eller attackdivision i luftförsvarat område med ögonspaning upptäcka en maskerad roterande radarantenn och formera sig till anfall kunde påvisas med praktiska prov. Ett stort antal flygplansföretag bedömdes krävas för rimlig hög sannolikhet för utslagning. Men med utvecklingen av attackflyg med längre aktionsradie, bättre navigeringssystem och målsökande vapen med högre precision ökade radarstationernas sårbarhet.

Mot bakgrund av dessa bedömningar av framtida hot ställdes krav på att storradarstationen PS-66 skulle var möjlig att transportera till förberedda grupperingsplatser för att därmed öka uthålligheten. Den visade sig dock med tillgänglig teknik inte möjlig att utnyttja i taktiska skeden. Däremot möjliggjorde denna förmåga fredstida omgrupperingar till nya uppställningsplatser, föranledd av strategiskt förändrat hot och nya hotriktningar. Den kom att i praktiken utnyttjas vid ett par tillfällen.

Den fortsatta teknikutvecklingen pekade dock mot ökad rörlighet. På den internationella marknaden fanns ett antal europeiska och amerikanska radarprojekt, som alla var utformade efter krav på transportabilitet, som kunde medge betydligt mindre ställtider än till exempel PS-66.

I syfte att öka uthålligheten i radarsystemen formulerades i slutet av 1960-talet, med utgångspunkt från då aktuella internationella radarkoncept krav på ett transportabelt strilradarprojekt, PS-60. Ett primärt syfte var att försvåra utslagning genom att frekvent omgruppera mellan ett antal platser. Förmågan till rörlighet skulle också möjliggöra omgrupperingar i syfte att ersätta utslagna radarstationer samt att täcka upp i alternativa hotriktningar. Införandet planerades till senare delen av 1970-talet.

I detta sammanhang bör följande nämnas: För att kunna gruppera radarstationer på flera alternativa och förberedda platser ökade också kravet på snabb uppkoppling av samband för överföring av data till centralerna. Teknisk utveckling av smalbandigt överförd radarinformation hade påbörjats i slutet av sextiotalet i syfte att ersätta den kapacitetskrävande, dyra och oflexibla bredbandsöverföringen. I viss mån hade ett första steg tagits med överföring av PS-66 extraherade radarbild. Övergång till smalbandsöverföring var viktigt och en förutsättning för utveckling av PS-60.



Idéutkast till grupperingsprincip för PJ-60. Avstånden mellan enheterna är i första hand styrda av telekonflikt.



Westinghouse A/N TPS 43, exempel på radarstation på internationella marknaden och aktuell för PJ-60. Bilden visar en senare version.

LFU 67. Utredning om framtida luftförsvaret

Inför planerna att ersätta J 35 med en utveckling av Viggen i jaktversion, JA 37, kom den svenska luftförsvarets framtida utformning att studeras i en särskild luftförsvarsutredning (LFU 67). Denna hade till uppgift att komma med rekommendationer beträffande avvägning mellan jaktflyg, robotluftvärn och eldrörsluftvärn. Det faller dock utanför ramen för denna redovisning att närmare gå in på detta, annat än att konstatera att ett balanserat luftförsvaret förslogs bestå av JA 37 kompletterat med robotluftvärn och eldrörsluftvärn.

*JA 37**Rb-68**Rb-67*

LFU 67 hade emellertid konstaterat brister i uthålligheten i det planerade strilsystemet främst då radarstationernas. Skadade eller utslagna stationer kunde allvarligt begränsa luftförsvarets effekt. Problemområdet låg utanför LFU 67 uppgift. Därför föreslogs en särskild systemutredning, med uppgift att närmare analysera sårbarheten i det planerade strilsystemet och att komma med förslag för att öka dess uthållighet. Den fick namnet Systemutredning Stril 70 (SUS 70).

SUS 70. Strilsystemets sårbarhet studeras.

SUS genomfördes i slutet av 1960-talet och kom med sina rekommendationer i början av 1970-talet.

Utgångspunkten för SUS 70 studier var det strilsystem som enligt flygvapnets planering skulle vara utbyggt mitten av 1970-talet och därefter. Inriktningen för planeringen var då att slutföra införandet av Stril 60. SUS 70 ansåg det inte vara möjligt och ej heller lämpligt att i det korta perspektivet göra några avgörande förändringar, som ökade uthållighet i systemet. Påbörjad utbyggnad fick alltså verka ut.

Det innebar att planerade rgc skulle färdigställas. Planeringen innebar vidare att sektorerna O 1, W 2, N 3 och ÖN 3 byggdes ut till Stril 60-standard med lfc typ 2. Beslutad utbyggnad av storradarstationerna PS-65 och PS-66 fullföljdes och funktion för smalbandig överföring av

radarbild till centraler utvecklades vidare. De inledande studierna för PS-60 fortsatte med inriktning att beslut skulle fattas i mitten av 1970-talet.

I SUS 70 definierades detta strilssystem som Stril 75.

I värderingen av Stril 75 uthållighet kom SUS 70 fram till att det effektivaste angreppsättet för att bekämpa strilssystemet var att slå mot radarstationerna. Strilsystemets uthållighet var med andra ord på ett avgörande sätt till största delen en funktion av radarstationernas sårbarhet.

Radarstationernas sändare och mottagare samt övriga enheter som radio och radiolänk kunde ges splitterskydd i fortifikatoriska värn. Däremot var naturligen antensystemen exponerade och utgjorde prioriterade mål för en angripare.

Med LFU 67 hotbild som grund analyserades hotet mot Stril 75 radarstationer inklusive PS-60. I den hotbild som spelades upp ingick ett förbekämpningsskede med flygstridskrafter, som den inledande fasen i ett angrepp. I hotet mot radarstationerna ingick signalspaning på taktisk nivå, spaningsflyg samt attackflyg med konventionella vapen med hög precision och robotar inklusive signalsökande robotar.

Nedan exempel på sovjetiska spanings-, attack- och bombflygplan.



SU-24 (Fencer) finns i spanings och attackversion. Mig-27 (Flogger) attack.



TU-22 (Backfire) finns i spanings-, bomb- och attackversion.

Nedan exempel på tre sovjetiska attackrobotar.



Ch25MP (AS 12 Kegler) en tidigt utvecklad signalsökande attackrobot. Räckvidd cirka 25 km.



Från vänster till höger: Ch 59 (A 13 Kingbolt) attackrobot med TV-målsökare. Räckvidd cirka 60 km. Datalänkkapsel. Ch 29 (AS 14 Kedge) attackrobot med semiaktiv lasermål-sökare. Räckvidd: cirka 7 - 10 km.



Ch31P (AS 17a Krypton) en senare utvecklad signalsökande attackrobot. Räckvidd cirka 10 km. Flygplan SU 30

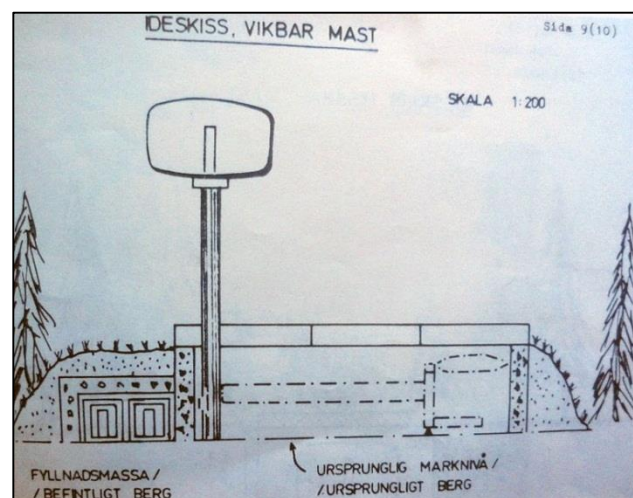
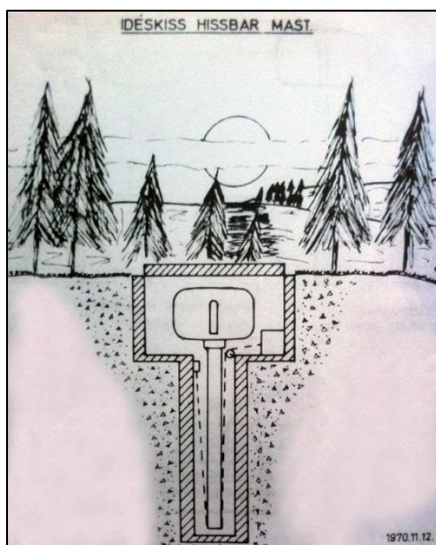
Vad som SUS 70 särskilt framhöll var motståndarens förmåga att genom taktisk signalspaning upptäcka att sändning påbörjats med grupperad radarstation. Geografiska lägen för radarstationernas alternativa grupperingsplatser bedömdes kunna ha fastställts redan i fredstid. Om inte kunde spaningsflyg snabbt fastställa läget och överföra dess lägesdata till attackflyg med hög beredskap på bas eller i luften. Anfall kunde alltså sättas in mycket snart mot radarstationer efter att sändning påbörjats en förmåga som bedömdes väsentlig i angrিপarens anfallsplanering. Den korta omloppstiden mellan spaning och anfall i kombination med attackvapnens precision kunde ge angriparen önskad effekt att under ett förbekämpningsskede på kort tid reducera strilssystemets funktion.

Taktiken i PS-60 konceptet var att genom omgruppering av radarstationerna undandra sig bekämpning efter upptäckt av spaningsflyg. Krav på radarbevakning dygnet runt medförde då att en annan radarstation med motsvarande täckning kunde påbörja spaning när en radarstation tvingades bryta och omgruppera. SUS 70 påvisade för att kontinuerligt upprätthålla spaning krävdes upp till 4 å 5 radarstationer; en under spaning och övriga under omgruppering i olika faser. Studierna påvisade också svårigheter att överhuvudtaget dölja radarstationernas omgrupperingar det vill säga landsvägstransporter, upprättande och brytande av grupperingsplats. Sammantaget konstaterade SUS 70 att taktisk omgruppering inte var möjlig och inte heller realistisk vare sig ekonomiskt eller personellt.

Denna taktik för att undvika bekämpning var alltså inte en framkomlig väg för att minska radarstationernas sårbarhet och därmed ge strilssystemet ökad uthålligheten. PS-60 var alltså inte ett realistiskt alternativ.

Åtgärder för att minska radarstationernas sårbarhet

Eftersom radarstationens antenssystem var mest sårbar studerade SUS 70 möjligheter att skydda det fortifikatoriskt. Studierna genererade idén att antenssystemet, som av nödvändiga skäl måste exponeras, snabbt vid akut hot skulle kunna undandras i ett splitterskydd, utformad med så liten sårbar målyta att verkan av hotbildens attackvapen eliminerades. Radarstationens sändare och mottagare skulle inrymmas i ett berggrum. SUS 70 påvisade att motståndarens insats med attackflyg med konventionell beväpning för att slå ut en sådan anläggning skulle kräva alltför många flygföretag för att vara stridsekoniskt.



Tidiga studiealternativ på hissbar och vikbar mast.

För att reglera beredskap och spaning, besluta om att inta skyddsläge när flygattack hotade, samt beordra spaningsläge när faran var över föreslogs en särskild ledningsfunktion tillföras strilsystemet. Denna benämndes striltaktikledning.

Striltaktik, ny taktisk funktion i strilsystemet

Med förmågan att snabbt söka skydd med antennsystemet förutsåg SUS 70 en särskild ledningsfunktion i strilsystemet. Denna hade att reglera spaning och skydd med beaktande av behov av stridsledning och förvarning och med hänsyn till risk för anfall och utslagning. För detta ändamål definierades runt varje radarstation en skyddszon inom vilken fientligt flyg kunde utgöra ett akut hot. Funktionen förutsågs leda en grupp av radarstationer med placering i lämplig strilcentral.

En annan bärande tanke i taktiken var att inte beordra fler radarstationer i spaningsläge än vad som uppgiften att lämna underlag för förvarning, insatsbeslut och stridsledning krävde. Krav på överlappande täckning var mindre accentuerad.

Med en utpräglad vågtaktik från angriparens sida var en annan tanke i taktiken att när framskjutna radarstationer löst sin förvarningsuppgift skulle dessa kunna inta skyddsläge för att inte riskeras. De bakre skulle då kunna inta spaningsläge och ge underlag för stridsledning av jakt i kustzonen.

Ett möjligt motdrag från angriparen bedömdes vara att tvinga radarstationerna i skydd genom att patrullera över dess skyddszon. På så sätt skulle angriparen kunna ”hålla nere radartäckningen”. Motdraget enligt SUS 70 var att sätta in vårt jaktflyg mot motståndarens patrullering, vilket kräver jaktstridsledning och radartäckning över skyddszon. Detta krav medförde behov av en kedja med radartäckning över varandras skydds-zoner.

Striltaktiken medförde med beaktande av behovet av radartäckning för förvarning och stridsledning ett över landet sammanhängande system av radarstationer med i huvudsak framskjutna grupperingar stöttade av ett antal tillbakadragna. Tre å fyra radarstationer kunde därmed bilda en spaningsgrupp. Indelningen i grupper skulle kunna variera med hänsyn till olika hotriktningar.

Signalsökande robotar framtida hot

SUS 70 beaktade också hotet från signalsökande robotar, vilket bedömdes över tiden bli alltmer allvarligt.



Utvecklingen i väst fick ligga till grund för hotet från signalsökande robotar, bland annat AGM-88 HARM, som därefter har vidareutvecklats. Bilden visar en senare version

Signalsökande robotar krävde styrsignaler från radarstationen för att kunna träffa i första hand antennen. Under slutfasen då roboten kom in med hög anfallsvinkel var styrsignaler från radarstationen avgörande för träff. Genom att stänga av radarstationen under slutfasens kritiska skede kunde träff undvikas. För det krävdes förvarning.

Hotande robotar kunde inte upptäckas av radarstationen själv på grund av robotens ringa målyta och höga anfallsvinkel. Därför rekommenderade SUS 70 att varje anläggning försågs med en särskild radar enbart för upptäckt av signalsökande robot i slutfas. Denna larmradars uppgift var att automatiskt och omedelbart stänga av den skyddande radarns. Sändningen kunde återupptas när roboten väl passerat och faran var över.

Larmradarn, som själv inte skulle vara hotad av signalsökande robot, föreslogs arbeta på helt annat frekvensområde än radarfrekvenser.

Telestörhotet

Bakgrundsstörning och remsstörning var det hot som dimensionerade radarstationens störskydd.

Radarstationen skulle dessutom ha förmåga att ange riktning till egenstörare som underlag till en särskild automatisk pejlfunktion i strilsystemet, ASP.

Radaranläggningens totala uthållighet

I anslutning till en grupperad radarstation placeras radiolänk- och radiostation, larmradar och övrig utrustning som kraftaggregat, sambandsnät mm. Utrustningarna knyts samman och utformas till en strilradaranläggning.

SUS 70 betonade vikten av att anläggningens olika komponenter gavs en balanserad skyddsnivå. Vissa enheter som radiolänk och radio måste grupperas utspridda i utpunkter, med hänsyn till behov av täckning och risk för telekonflikter. Förutom antenner föreslogs viss utrustning placeras i splitterskyddade värn. Övrig utrustning placerades i bergrummet tillsammans med radarstationens sändare- och mottagarenheter.

Maskering av hela anläggningen poängterades, inte minst vägar fram till anläggningen och till utpunkterna.

Förmågan till omgruppering framhålls

SUS 70 förutsåg behov av ett mindre antal förberedda alternativa skyddade grupperingsplatser för att kunna täcka upp i sekundära hotriktningar och/eller i skilda utslagningssituationer. Denna förmåga till omgruppering bidrog också till ökad uthållighet. Mot den bakgrunden rekommenderade SUS 70 att förmågan i PS-60-systemet att omgruppera skulle kvarstå.

Antal radarstationer

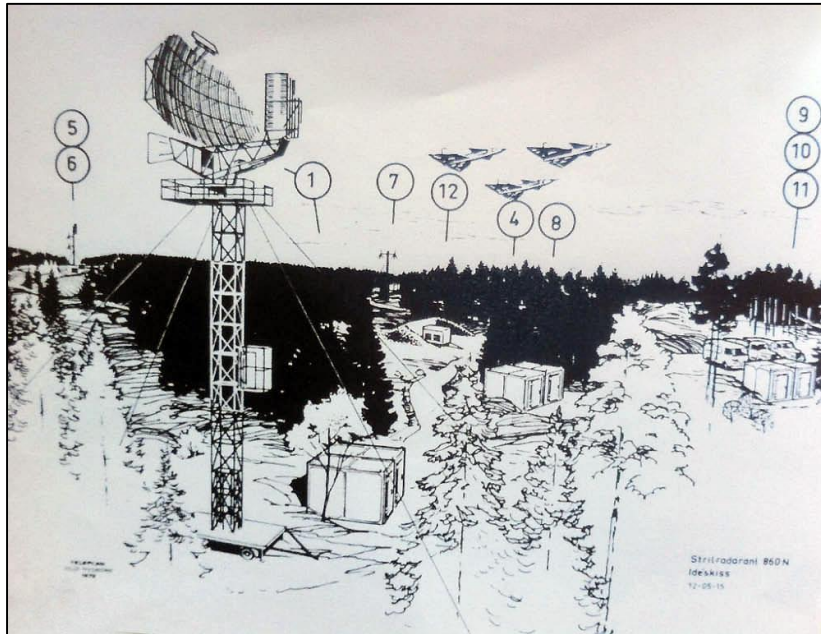
SUS 70 beräknade det operativa behovet av antal radarstationer med hänsyn till behov av radartäckning och striltaktik.

Provanläggning och övergångslösning

För att tekniskt och fortifikatoriskt pröva ett anläggningskoncept som byggde på SUS 70 rekommendationer föreslogs utbyggnad av en provanläggning. En utbyggnad i full skala skulle

ge en säkrare kostnadsbedömning som underlag för fortsatt planering. Anläggningen benämndes PS-860/N.

De fredstida taktiska behoven av moderna radarstationer var akuta i sektorerna W 2, N 3 och ÖN 3. I avvaktan på erfarenheter från provverksamheten föreslogs därför att ett antal radarstationer övergångsvis upprättas konventionellt på befintliga PJ-21-platser.



1. Radarstation
4. Transmissionsutrustning
5. Radiolänk
6. Radiomottagare
7. Radiosändare
8. Lokalt indikatorrum
9. Personalutrymme
10. UH-utrymme
11. Fordon
12. Elverk

Idé till PS-860/N med antennen placerad på en fast mast

Utkast till preliminär taktisk, teknisk, ekonomisk målsättning för radarstation PS-860

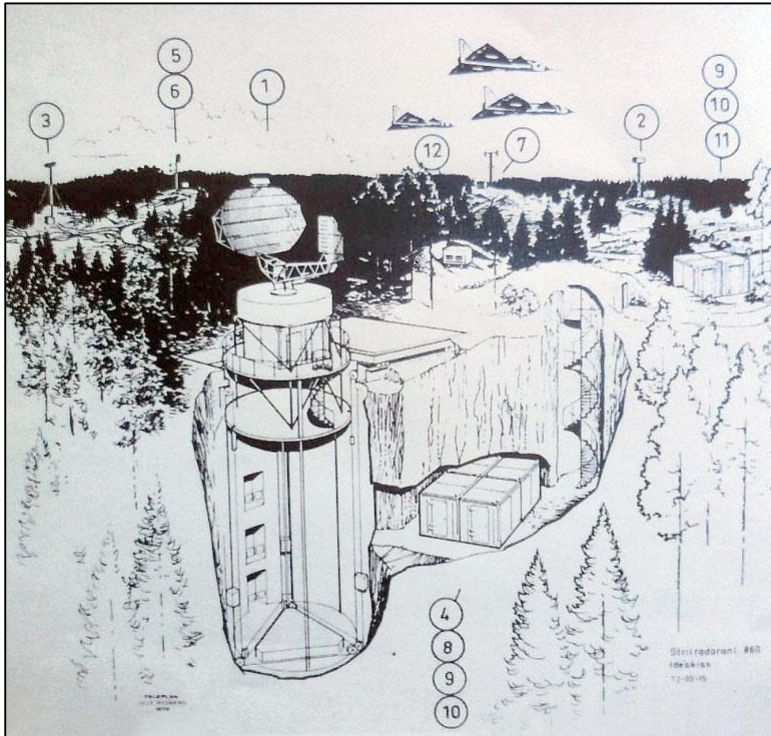
Sammanfattningsvis föreslog alltså SUS 70 en höghöjdsradarstation, grupperad i en berganläggning, där antennen snabbt skulle kunna inta skyddsläge. Man till man emellan talades det om en "pop-up" radar.

Stationsutrustningen i övrigt placerades inne i anläggningen. Som radarstation förutsattes något av de alternativ som förekom på den internationella marknaden. Larmradar, radiostation och radiolänk placerades i splitterskyddade värn, varvid hela anläggningen skulle ges ett balanserat skydd. Maskeringen poängterades.

En ny funktion, benämnd striltaktikledning, införs i strilsystemet för att reglera radarstationens spaning och skyddsökning.

Med utgångspunkt från aktuella radarprojekt på den internationella marknaden tog SUS 70 fram ett koncept på en anläggning, som möjliggjorde att antensystemet kunde inta skyddsläge. Konceptet prövades tekniskt, fortifikatoriskt samt ekonomiskt och bedömdes realiserbart.

För att ytterligare öka säkerheten i bedömningarna poängterades utbyggnad av en provanläggning som grund för fortsatt förvaltningsmässig och fortifikatorisk beredning samt stabsmässig behandling innan slutligt ställningstagande.



1. Radarstation
2. Larmradar
3. ASP-antenn
4. Transmissionsutrustning
5. Radiolänk
6. Radiomottagare
7. Radiosändare
8. Lokalt indikatorrum
9. Personalutrymme
10. UH-utrymme
11. Fordon
12. Elverk

En av de första idéskisserna

Strilsystemet i FV programplanering.

PS-860-systemet planerades från 1970 och åren närmast därefter under en period med minskande medelstildelning till försvaret.

I den krympande ekonomiska ramen hade FV under denna period bland annat att ta ställning till utveckling av JA 37 och åtgärder för att öka uthålligheten i flygbassystemet. Inom strilsystemet var färdigställande av stril 60 i m/50-sektorerna, smalbandsöverföring av radarbilder samt styrdataledningsfunktionens anpassning till JA 37 aktuella planeringsfrågor i det korta perspektivet. I det längre var införandet av PS-860 och rörliga operationsrum aktuella.

Det bör också nämnas att under denna period fattades beslut om avveckling av F 2, F 3, F 8. Vidare beslöts att F 18 skulle utgå som jaktflottilj och ombildas till Södertörns flygvapenskoor. Dessutom fattades beslut om Rb-68 avveckling.

Vad avser strilsystemet hade redan i mitten av 1960-talet rgc-utbyggnaden skjutits på framtiden av ekonomiska skäl. Delar av utrustningarna förrådsställdes. Detta påverkade framför allt sektorerna W 2, N 3, delar av sektor O 5 och ÖN 3. När frågan att återuppta utbyggnaden blev aktuell in på 1970-talet visade sig att teknikutvecklingen hade sprungit ifrån de förrådsställda utrustningarna och modifiering till modern teknik skulle bli alltför omfattande för att vara ekonomiskt försvarbar. Därtill kom kostnader för fortifikatorisk utbyggnad av berggrum och övriga anläggningar, vilka inte gick att inrymma i den krympande ekonomin.

Förutsättningar för utbyggnad av Stril 60 med rgc i berörda områden saknades alltså. I stället studerades möjligheterna att övergångsvis förse dessa områden med en styrdataledningsfunktion för att kunna stridsleda J 35 i första hand för förbandsproduktion, övningsverksamhet och incidentberedskap. Funktionen kom dock inte närmare att specificeras i detta skede.

Som ersättning för lfc m/50 planerades luftförsvarscentral av typ 2 att ingå i Stril 60. Denna förutsågs innehålla storbildspresentation av luftläget kompletterad med individuella indikatorer för vissa befattningshavare. I sektorerna S 2, W 2, O 1 och ÖN 3 avsågs lfc typ 2 inrymmas i befintliga lfc m/50-bergrum. För sektor N 3, som saknade ändamålsenligt bergrum, planerades en nybyggd fortifikatorisk anläggning. I denna avsågs också sektorstab N 3 inrymmas.

I den aktuella planeringen stod det klart att lfc typ 2 inte kunde inrymmas av ekonomiska skäl. Därför prövades möjligheten till utbyggnad i två etapper. Men ej heller dessa kunde ekonomiskt realiserats. En ytterligare nedskalning till enbart storbildspresentation för samtliga lfc befattningshavare studerades och prövades också i full skala. Proven visade att en sådan lösning skulle kunna vara taktisk användbar med vissa begränsningar men ekonomiskt möjlig. Lösningen skulle dock ses som en övergångslösning och benämndes lfc 2 etapp 0. Denna målsättning ledde fram till anskaffning av ett storbildsystem som byggde på laserteknik. Etapp 0 kom att införas i lfc m/50-anläggningar i sektorerna W 2, O 1 och ÖN 3 i slutet av 1970 talet.

För sektor N 3 del kom efter ett antal års senareläggningar utbyggnaden av en ny lfc-anläggning till stånd. Då kunde även där storbildsystemet installeras. Därmed hade sektorerna W 2, O 1, N 3 och ÖN 3 luftförsvarscentraler av typ 2 etapp 0, d v s med Stril 60-standard.

Dock saknades rgc alternativt styrdataledningsfunktion i dessa sektorer som inte skulle vara systemmässigt kompletta förrän i början på 1980-talet då de planerade rörliga operationsrummen blivit operativa.

Mot bakgrund av SUS 70 rekommendationer och samstämmiga remissyttrande kom radarutbyggnad att prioriteras. Trots en besvärlig ekonomisk situation kunde PS-860-systemet inplaneras med inriktningen att beslut om anskaffning skulle fattas 1975.

PS-860. Preliminär taktisk, teknisk, ekonomisk målsättning utarbetas

I sitt utkast till taktisk-teknisk-ekonomisk-målsättning tecknar SUS 70 en idéskiss hur en strilradaranläggning med skyddsökningsfunktion kan tänkas vara utformad. Av denna framgår att radarantennen är monterad på en höj- och sänkbar mast, benämnt antennhiss, som ryms i ett vertikalt bergschakt. Detta täcktes med luckor som kunde öppnas och stängas. I stängt läge skulle luckorna utgöra splitterskydd. I anslutning till schaktet finns ett bergrum som rymmer vagnar med radarsändare, radarmottagare och indikatorrum. Till bergrummet finns en port vid inslaget. Övriga utrustningar, radiolänk, radio, larmradar och kraftaggregat, spreds i utpunkter och placerades i splitterskyddade värn.

Det nya synsättet innebar alltså att sårbarhetsaspekterna hade fått en avsevärd ökad betydelse. I förhållande till tidigare ansatser innebar den nya anläggningstypen en högre grad av integration mellan de teletekniska utrustningarna och de fortifikatoriska anläggningarna. Detta skulle dock inte få innebära avsteg från väsentliga radarprestanda som till exempel räckvidd.

Med utgångspunkt från SUS 70 utkast som grund påbörjades i början på 1970-talet ett fördjupat samarbete mellan Flygstab, FMV och FortF för att ytterligare studera anläggningens utformning. FMV och FortF hade redan utvecklat ett effektivt samarbete vid utbyggnad av tidigare radarstationer. Erfarenheterna av detta kom nu väl till pass. I ett tidigt skede reglerades ansvarsförhållanden och tekniska gränssytor för denna nya och okonventionella anläggningstyp mellan förvaltningarna.

Det unika var antenmasten med hiss och splitterskyddande luckor. Överenskommelsen innebar att FMV svarade för antenmast med hiss och FortF för luckorna. I övrigt var fördelningen enligt respektive myndighets ansvarsområde.

En väsentlig del i dialogen mellan stab och förvaltningarna utgjorde de taktiska, tekniska och ekonomiska överväganden, som i första hand rörde funktionen skyddsökning och de tidskrav som skulle ställas för att inta skyddsläge och återgå i spaningsläge. I dessa överväganden ingick också att minimera de sårbara målytorna, dvs i första hand luckorna som skyddade radarantennen, ingången till bergrummet och utpunkternas värn. Minsta möjliga sårbar målyta eftersträvades för att utslagning skulle medföra så stort behov av flyginsatser att dessa inte kunde anses stridsekonomiska.

Studierna visade att dimensionerande för anläggningens totala utformning var radarstationens och övriga enheters fysiska dimensioner. Antennens storlek påverkade till exempel luckornas målyta. Radarsändarens och radarmottagarens vagnar dimensionerade ingången till bergrummet och dess sårbara målyta. Övriga utrustningar inverkar på värnens storlek och sårbara målytor.

Studierna ledde fram till att en preliminär målsättning utarbetades, omfattande taktiska skall- och börkrav, tekniska krav, ekonomiska ramar och tidplaner. Denna, som CFV fastställdes 1972 kom att ligga till grund för FMV och FortF fortsatta projektering.

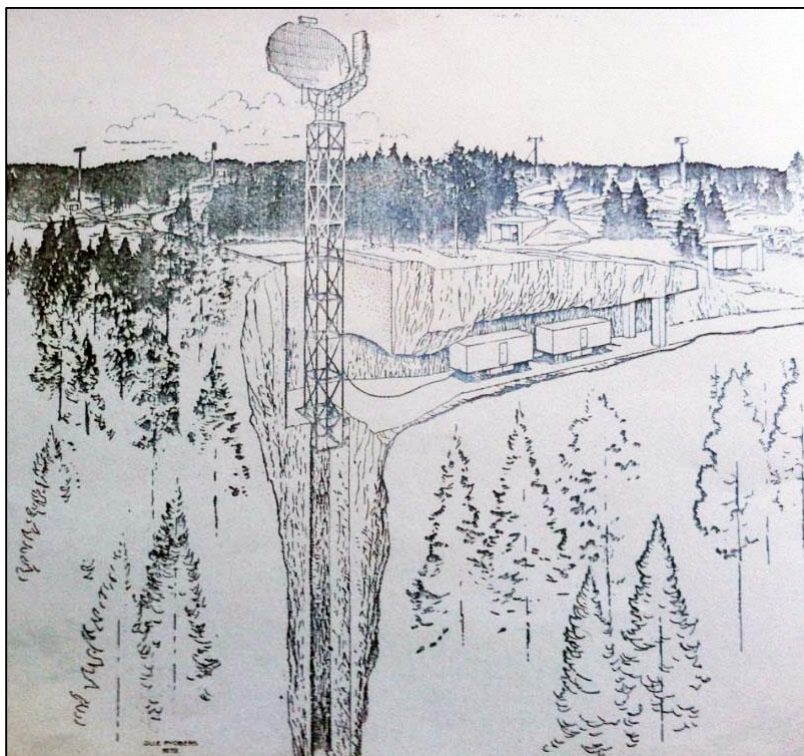


Bild ur PTTEM

FMV och FortF inlämnar steg1-framställan.

För att kunna utnyttja de projekteringsmedel som planerats krävdes regeringsbeslut. FMV insände 1973 via CFV och ÖB en steg 1- framställning till regeringen. CFV tillstyrkte och bifogade PTTEM. ÖB samtyckte genom ett särskilt yttrande. Regeringen godkände FMV framställning och därmed kunde FMV påbörja sin projektering.

För FortF projektering av provplatsen erfordrades också Regeringens beslut efter steg 1-framställan. Val av plats var en väsentlig förutsättning för FortF projektering, liksom radarstationens dimensioner. Med hänsyn till tidplanen krävdes ett tidigt val av provplats.

Det var ett övergripande krav att provplatsens anläggning skulle kunna ingå i den slutliga radarkedjan. Andra krav var att utprovningen skulle kunna ske ”tillbakadraget”. Därutöver var det en fördel med närhet till central verkstad och att platsen inte låg alltför långt från centrala staber och förvaltningar i Stockholm. Dessa faktorer kom i allt väsentligt att ligga till grund för rekognosering och slutligt val av provplats.

Grunderna för PS-860 radarkedja behandlas i ett senare avsnitt.

Därmed var den väsentligaste parametern fastlagd som grund för FortF projektering. Beträffande övriga parametrar som till exempel radarstationens dimensioner kunde dessa inte slutligt definieras. Radarantennens dimensioner var avgörande för utformning av luckor, vars storlek avgjorde den sårbara målytan. Även dimensioner på sändare och mottagare hade sin betydelse och då närmast för ingångens sårbara målyta. FortF projektering måste således hållas öppen för alla aktuella radaralternativ.

Med dessa förutsättningar insände FortF 1974 steg 1- framställning till Regeringen, som också gav tillstånd projektering av provanläggningen. Under projekterings gång kunde allt efterhand radarstationens dimensioner ytterligare preciseras. Och med hänsyn till det öppna och effektiva samarbetet mellan FMV och FortF kunde provanläggningens slutliga dimensioner justeras med hänsyn till vald radarstation.

Därmed kunde både FMV och FortF påbörja projektering och underlagsframtagning för CFV ställningstaganden i STTEM och steg 2- framställan. Inriktningen för FMV del var att steg 2 skulle omfatta beslut om serieanskaffning och för FortF del beslut om slutlig utbyggnad av provplatsens anläggning.

Projekteringsfasen utnyttjades för att närmare definiera målsättningar och krav i takt med att ny information blev tillgänglig.

Fokus på överväganden låg naturligtvis i första hand på kraven på radarstationen och på provanläggningen. Denna skulle också allt efter det att erfarenheter vunnits stå som modell för serieutbyggnad. Men även övriga krav studerades som t e transport, kraftförsörjning, samband, etc. liksom utformningen av den totala radarkedjan bland annat med avseende på arvets utnyttjande.

Under de tre år som projekteringen pågick fortsatte den årligt rullande programplaneringen. Denna kom att i hög grad påverka de fortsatta övervägandena för PS-860.

Programplaneringen inför slutligt ställningstagande

I det fortsatta programplanearbetet fullföljdes inriktningen att skapa ett uthålligt radarsystem som byggde på SUS 70-principer. Anskaffning av radarstation PS-860 planerades till 1975 och byggstart för provplatsen åren därefter. Beträffande utbyggnad av serieanläggningarna förutsågs i planeringen en utbyggnadstakt av fyra anläggningar per år.

Vidare fullföljdes planeringen att ersätta kvarvarande PJ-21 övergångsvis med PS-860/N i oskyddad gruppering. Befintliga PJ-21-platser användes vilket minimerade såväl kostnader för samband som fortifikatoriska åtgärder. I planerna ingick också anskaffning av en nyutvecklade antennenmast avsedd just för oskyddad gruppering. Målsättningen var att utan att beakta uthållighet, tillföra berörda sektorer radartäckning som möjliggjorde incidentberedskap och fredsstridsledning. PS-860/N byggdes ut under 1980-talets första år.

Det bör i detta sammanhang också nämnas att förbandsproduktion av de radarförband i vilket PS-860 utgjorde den organisationsbestämmande materielen, planerades genomföras på flottilljerna F 4, F 13, F 17 och F 21. Skälen för detta var bland annat att förbandsuppsättning skulle organiseras inom varje luftoperativt ansvarigt militärområde men också att utnyttja resurser ut det nedlagda Rb-68-systemet. På ovan nämnda förband planerades utbyggnad av oskyddade anläggningar, vilka också de kom att byggas ut under 1980-talets första hälft.

Under planeringsarbetet prövades fortlöpande de Stril 60-systemmässiga aspekterna mot bakgrund av att en ny radarstation med kvalificerade prestanda och stor uthållighet skulle tillföras. De tidigare konstaterade bristerna i sektor N 3, men också sektor S 2, W 2, O 1 och delar av ÖN 3 kvarstod i första hand vad avser lfc- och rgc-funktion.

I övriga sektorer, som redan hade fullgod Stril 60-funktion förelåg inte samma grad av systemmässiga och taktiska ofullkomligheter.

Beträffande lfc-funktion kunde planeringen att införa lfc 2-etapp 0-lösningen fullföljas. Beslut togs 1974 om anskaffning av ett storbildssystem där luftläget presenterades med i rgc målföljt underlag som grund. Systemet kom att tillföras berörda sektorer omkring 1980.

Efter ett par års senareläggning påbörjades byggnationen av ny lfc N 3. När den anläggningen togs i bruk i början på 1980-talet kunde även där lfc av typ 2 etapp 0 installeras.

Avsaknad av rgc-funktion i de sektorer som nämnts ovan på grund av utebliven rgc-utbyggnad och senareläggning av rörliga operationsrummen fick nu hög prioritet i planeringsarbetet.

För att i övergångsvis och i första hand för fredsstridsledning hade den så kallade styrdataledningsfunktionen ansatts. Funktionen hade, som tidigare nämnts dock inte närmare specificerats utan var mer en planeringsmässig idé. Den funktionen och de rörliga operationsrummen kom nu att övervägas i den fortsatta planeringen.

Styrdataledningsfunktion, rörliga operationsrum och rörliga indikatorrum.

Uppgiften i planeringen blev att finna en lösning för att avveckla den systemmässiga missanpassning i de luftförsvarssektorer som inte fullt ut kunnat knytas samman i Stril 60-systemet, när förrädsställda rgc inte byggdes ut och rörliga operationsrum låg sent i planerna.

Särskilt besvärande var bristen av styrdataledning för första hand förbandsproduktion av F 4 jaktdivisioner. I planeringen hade, som tidigare nämnts, väckts idén att i närtid utveckla en enklare form av operationsrum avsedd i första hand för styrdataledning av J 35.

En analys av funktionen ledde till följande behov: Mottagning av smalbandsöverförd radarbild, målföljning och stridsledning samt utsändning av styrdata. Det var också önskvärt att målföljningsdata skulle kunna sändas till lfc 2. Funktionen förutsattes bestå av ett antal operatörspositioner med indikatorer och sambandsutrustningar.

Tanken var vidare att funktionen skulle kunna placeras i vagnar, som avsågs grupperas oskyddade på relativt enkla hårdgjorda platser. Platsvalet, skild gruppering från lfc och radarstationer, bedömdes styras i första hand av möjlighet till uppkoppling till radiolänknätet. I diskussionen övervägdes också fredstida gruppering på eller i närheten av flottilj vilket under processens gång blev allt mer aktuell.

Vid de fortsatta studierna analyserades utformning av operatörspositionernas gränssytor för målobservatören och radarjaktledaren i deras kommunikation med systemet. För ändamålet anpassade tekniska lösningar fanns inte att tillgå, utan det som kunde erbjudas kortsiktigt var administrativa standardutrustningar.

Från operatörshåll anmäldes en stor tveksamhet till detta. Frågan var om det överhuvudtaget kunde vara användbart. Därtill kom erfarenheterna från utprovning av rgc och lfc som visade behov av ytterligare specialiserade presentations- och inmatningsutrustningar. Utprovningarna hade dessutom gett idéer hur dessa borde utformas. Förslag fanns också att genom försök och prov i nära samarbete mellan operatörer och tekniker utforma användarvänliga presentations- och inmatningsutrustningar, som underlag för specificering.

Ansatsen att placera styrdataledningsfunktionen i berörda sektorer oskyddad, kom också att prövas i planeringen. En sådan lösning skulle skapa obalans uthållighetsmässigt och skulle dessutom avvika från LFU 67 och SUS 70 inriktning mot ett uthålligare strilsystem. Övervägandena talade för fortifikatoriskt skyddade styrdataledningsfunktioner i balans med strilsystemet i övrigt.

I diskussionen framkom också tveksamhet till om befintliga personella resurser räckte till för att samtidigt specificera styrdataledningsfunktionen och de rörliga operationsrum som var inplanerade senare under 1970-talet.

I aktuell planeringssituation i början på 1970-talet rådde alltså tveksamhet till att fullfölja förslaget med den enkla styrdataledningsfunktionen. För F 4 del prövades i stället den interimistiska möjligheten att från rgc i angränsande sektorer fredsstridsleda jaktdivisionerna. Genom sambandsförstärkningar bedömdes detta möjligt. Denna lösning kom också att fullföljas och utnyttjades till F 4 och sektor N 3 fick egen rgc-funktion.

Den fortsatta diskussionen kunde därmed inriktas på att studera utformningen av de rörliga operationsrummen med bland annat den förutsättningen att specificering av operatörspositionerna skulle ske med hjälp av försök och prov. Detta kom i första hand att gälla målföljning och stridsledning. I ett senare skede blev även striltaktikledningen föremål för försök och prov.

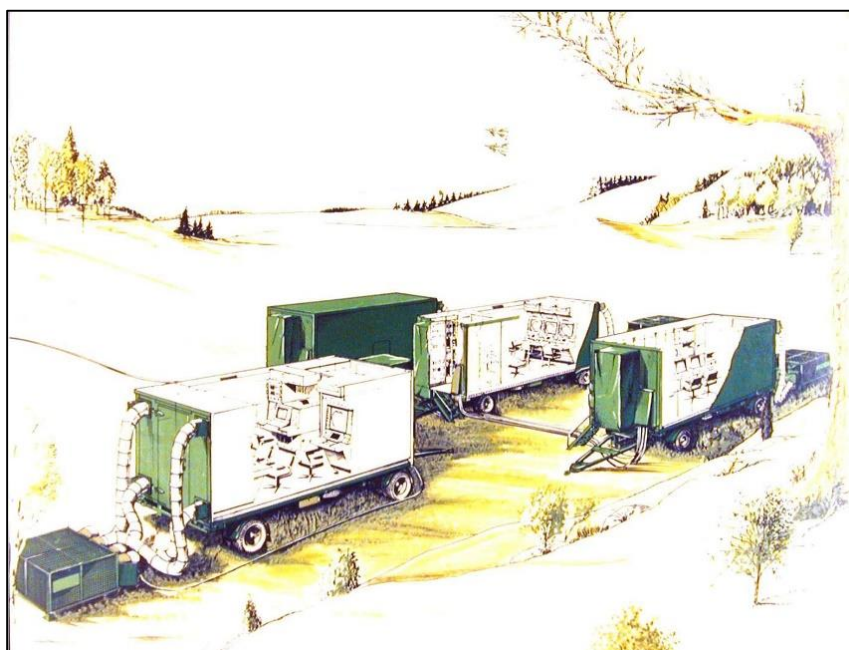
Som tidigare nämnts hade något egentligt målsättningsarbete för operationsrummen kommit till stånd. En grundläggande målsättning var att systemet skulle kunna ingå i Stril 60 som en rgc. Det skulle kunna ersätta utslagna fasta rgc, men också etableras i sektorer som inte byggts ut med rgc. Operationsrummen planerades i slutet av 1960-talet samtidigt med PS-60 och avsågs på samma sätt bidra till strilsystemets uthållighet genom rörlighet. I det sammanhanget var oskyddad gruppering på alternativa platser aktuellt. Med SUS 70 kom denna filosofi att ändras, varför även skyddad gruppering för de rörliga operationsrummen övervägdes i den fortsatta planeringen i början på 1970-talet.

Tanken att överge rörligheten och installera utrustning fast i fortifikatoriska bergum kom också att prövas. Den övergavs. Dels hade SUS 70 rekommenderat att generellt bibehålla rörlighet i de aktuella system som planerades. Dels var de fortifikatoriska kostnaderna alltför höga, vilket bland annat bidrog till att redan anskaffade rgc inte kunna byggas ut.

Mot den bakgrunden söktes under planeringen lösningar som innebar att de rörliga operationsrummen gruppering kunde dra nytta av befintliga eller planerade bergum som ingick i strilsystemets infrastruktur. I områden där rgc inte byggts ut fanns dock få eller inga befintliga alternativ. Däremot planerades i dessa områden PS-860 med skyddad gruppering. Möjligheten att dra nytta av dessa kom därför att prövas i den fortsatta planeringen.

I PS-860 målsättning ingick ett indikatorrum för lokal talstridsledning och talrapportering, enligt filosofin att på radarstationsnivå skapa redundans i strilsystemet. Indikatorrummet avsågs inrymma vagnar med samma krav på transportabilitet som radarstationens sändare respektive mottagare. Kravet var två till tre operatörspositioner för presentation av den lokala stationens primär- och sekundärradarinformation samt internt och externt samband. Liknande koncept fanns på den internationella marknaden. Därför prövades idén att utnyttja PS-860 lokala indikatorrum, som också var transportabla.

Analyserna konstaterade att dessa skulle kunna vara en komponent i de planerade rörliga operationsrummen, eftersom de innehöll operatörspositioner med radarpresentation och kommunikationsutrustning. Däremot saknades datorkraft för målföljning och styrdatalledning samt utrustning för mer omfattande extern kommunikation. Dessa bedömdes kunna inrymmas i en vagn av samma storlek som de lokala indikatorrummens. Vagnarna kom att benämnas operatörsenhet respektive teleenhet. En teleenhet skulle kunna betjäna upp till tre operatörsenheter. Funktionen skulle alltså kunna öka såväl i kapacitet som i kvalitet upp till rgc-funktion. För att skilja detta koncept från de tidigare planerade rörliga operationsrummen kom det att benämnas rörligt indikatorrum omfattande en till tre operatörsenheter och en teleenhet.



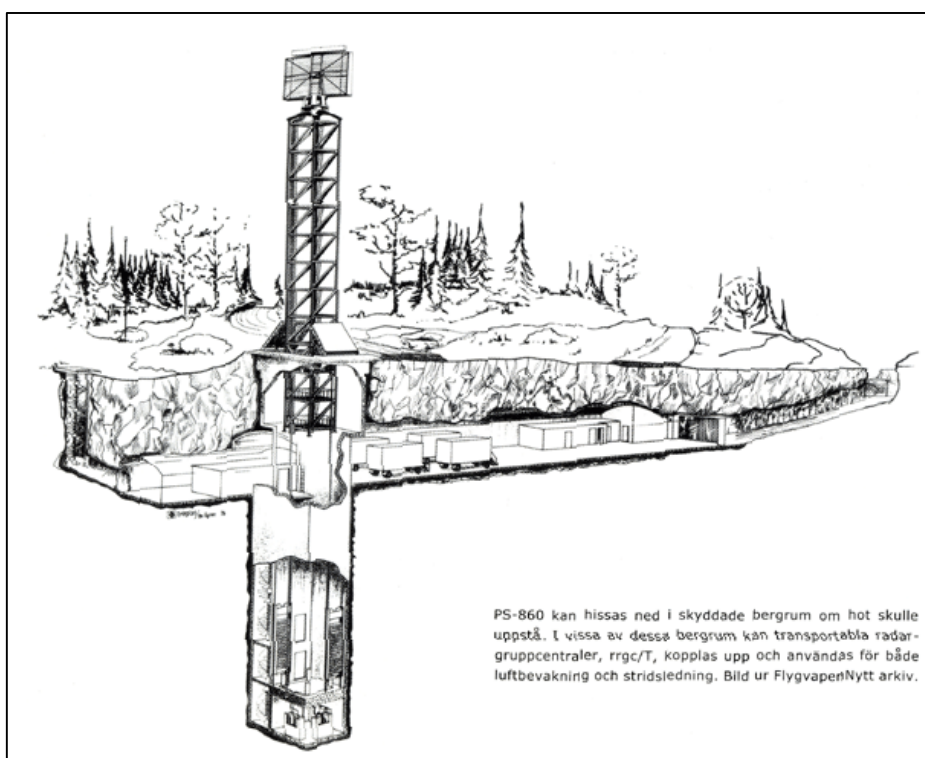
Konceptbild Rörligt indikatorrum (RIR) med en teleenhet och tre operatörsenheter.

I frågan om platser för gruppering uteslöts möjligheten till oskyddad sådan. Av ekonomiska skäl var nybyggnation av fortifikatoriska berganläggningar inte aktuell. I stället prövades försättningsarna att dra nytta av investeringarna i PS-860 fortifikatoriska anläggningar och då de som skulle placeras i sektorer som saknade rgc. Möjligheten att också dra nytta av den sambandsutbyggnad som dessa PS-860 platser krävde.

Efter att ha tekniskt och ekonomiskt prövat upplägget kom det att ingå i den fortsatta planeringen för strilssystemets utbyggnad. Denna kom att omfatta en period som sträckte sig från slutet av 1970-talet och in på 1980-talet.

Därmed kunde målsättningsarbetet starta för det som ursprungligen var rörliga operationsrum, men som nu benämndes rörliga indikatorrum. Senare kom konceptet att också kallas transportabel rgc. Som underlag för specificering av operatörsgränssytorna för främst målobservatör och radarjaktstridsledare påbörjades försök vars resultat kom i hög grad att påverka de slutliga lösningarna.

Ursprunglig planering med rörliga operationsrum utvecklades sålunda till ett projekt baserat på PS860 lokala indikatorrum, och integrerat med PS-860 grupperingsplats i områden som saknade rgc. Dessa anläggningar utformades med ett större bergtrum och med en ökad sambandskapacitet. Fortsatt arbete med specificering och upphandling genomfördes parallellt med PS-860 och slutligt beslut fattades 1976.



En av de senare konceptbilderna, som visar en anläggning utformad att inrymma ett komplett RIR-system.

Grunder för PS-860 radarkedja

För att kunna utöva den aktiva striltaktik som SUS 70 föreslog krävdes inte bara att radarstationen snabbt skulle kunna inta skyddsläge och återgå till spaningsläge när faran var över. Det

behövdes också en ledningsfunktion i stril för att värdera aktuellt hot mot varje enskild radarstation, värdera behovet av radartäckning och avväga radarinsatserna mot långsiktig uthållighet.

För att underlätta striltaktikledningens beslut föreslogs att en skyddszon runt varje radarstation definierades. Fientligt flyg inom denna utgjorde då ett akut hot. Luftlägesbilden förutsattes finnas i strilcentralen, dit också ledningsfunktionen föreslogs placeras. Funktionen förutsattes där kunna samverka med luftbevakningsledaren och jaktstridsledaren.

Vidare föreslogs att funktionen tillfördes ett beslutstöd som visade aktuell störsituation och därmed momentan radartäckning. I vissa situationer med kraftig störning kunde det innebära att radarstationen inte kunde bidra med radartäckning. I sådana fall skulle skyddsläge kunna intas för att inte riskera radarstationen. Behov av störanalys såväl i skyddsläge som i spaningsläge var alltså angeläget. SUS 70 förutsatte också en utveckling av målföljningsfunktionen i strilcentralerna för att hantera följning på flera radarstationer samtidigt. Dessa behov kom att påverka funktionens fortsatta utveckling, som bland annat bedrevs med hjälp av simuleringar och metodutveckling.

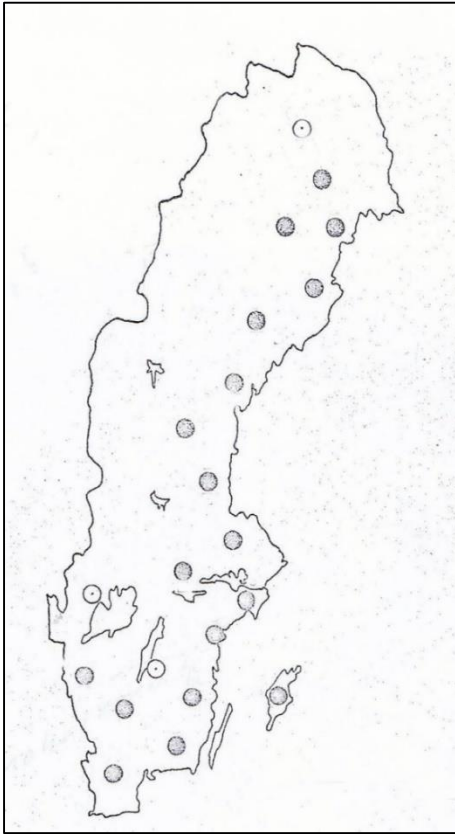
Men SUS hade genom applikatoriska exempel och spel också kunnat konstatera att radarstationerna inbördes läge i förhållande till varandra var en avgörande förutsättning för en framgångsrik aktiv striltaktik. Med hänsyn till den långa fortifikatoriska processen blev det nödvändigt att tidigt lägga fast radarkedjans utformning. Det var alltså nödvändigt att göra detta redan i anslutning till beredningen av beslutet om provplatsens placering. Denna förutsattes att ingå i den totala radarkedjan inte minst av ekonomiska skäl.

Vad SUS 70 i huvudsak kom fram till beträffande radarkedjans utformning var att det krävdes en framskjuten och en tillbaka dragen linje av radarstationer. Den framskjutna linjens uppgift var i första hand förvarning och stridsledning. När flyghotet mot den första linjens stationer blev överhängande kunde dessa inta skyddsläge. Då kunde den bakre linjens stationer beordras i spaningsläge och lämna underlag för stridsledning. En radarstation i den bakre linjen kunde vara backup för två å tre främre stationer.

En annan bärande princip var att avstånden mellan radarstationerna inte skulle vara längre än att en radarstation skulle ha täckning över angränsande stations skyddszon ner till en höjd som möjliggjorde stridsledning av JA 37 att med egen radar avspana skyddszonen ner till lägsta nivå. Detta kunde vara en metod för att säkert blåsa faran över och åter inta spaningsläge.

Dessa ingångsvärden fick vara styrande för utformningen av PS-860 radarkedja. Av ekonomiska skäl vara det nödvändigt att i största möjlig utsträckning utnyttja ”radararvet” avseende fasta tillgångar. Drygt trettio års radarutveckling i flygvapnet hade resulterat i att platser disponerades som gav mycket goda radarprestanda och som var fortifikatoriskt lämpliga.

Med dessa förutsättningar formulerades grupperingsområden, så kallade grönområden i form av cirklar med cirka 20 km radie. Inom dessa grönområden skulle grupperingsplatser slutligen väljas ut.



Principbild radarkedjan

De förslag till grönområden som togs fram kom i allt väsentligt att ligga till grund för PS-860 rekognoseringsverksamhet, vilken pågick under nära nog ett decennium från 1970-talets mitt.

Kritiska händelser

Den av SUS 70 rekommenderade principlösningen var helt oprövad. En fullt utbyggd fortifikatorisk provanläggning föreslogs också för att öka säkerheten i de ekonomiska bedömningarna.

För radarstationen och övrig flygmateriel var säkerheten i kostnaderna betydligt högre. Erfarenheterna från PS-60-projektet kunde i stor utsträckning överföras direkt till det nya konceptet förutom vad avser anpassning till den fortifikatoriska anläggningen.

En viktig målsättning med provanläggningen var alltså att avveckla de fortifikatoriska och tekniska osäkerheterna och därmed också de ekonomiska.

Projekteringen av provanläggningen med ett tekniskt underlag, som tog hänsyn till alla då aktuella radarstationer, visade att kostnaderna för den fortifikatoriska an-

läggningen skulle bli avsevärt högre än vad som indikerats i SUS 70. Detta var egentligen inte så konstigt eftersom projekteringsunderlaget var nu betydligt mer genomarbetat.

Som exempel kan nämnas att SUS 70 beräknat sina kostnader på medelhöjden för svensk skog. Skogen på provplatsen visade sig vara cirka tre meter högre, vilket medförde högre mast, djupare berg och högre kostnad.

Kostnaden för provplatsen, som byggdes i slutet av 1970-talet blev cirka 5 á 6 gånger högre än den som ansattes av SUS 70 i slutet av 1960-talet. Det bör i detta sammanhang nämnas att lönekostnader och inflation i Sverige under den mellanliggande perioden ökade dramatiskt. Kostnadsutvecklingen för den fortifikatoriska anläggningen var naturligtvis kritiskt för projektet och medförde att planeringen inriktades på att i än högre grad utnyttja arvet.

Ett annat exempel på att motverka den fortifikatoriska kostnadsutvecklingen var att förse samtliga anläggningar med transportabla kraftaggregat anskaffade av FMV. I stället för att FortF vid varje enskild anläggningsutbyggnad gjorde en lokal upphandling av kraftaggregat gjorde FMV en serieanskaffning för det totala behovet. Dessa kom då också att ingå i en och samma kostnadsbesparande underhållsverksamhet.

Med en minskad medelstillsättning och begränsad kompensation för kostnadsutvecklingen är det naturligt att PS-860-projektet kom att prövas i den rullande programplaneringen och då även efter beslut om serieanskaffning av radarstationerna. De alternativ som kom upp i dessa diskussioner var att i varierande grad prioritera utbyggnad av de fortifikatoriska anläggningarna. Alternativerna innebar i princip en återgång till ett icke uthålligt strilssystem, vars brister och missanpassning till jaktsystemet som LFU 67 hade påtalat.

Den lösning som kom ut ur diskussionerna var att fullfölja projektet men med en lägre utbyggnadstakt. Från en ansats att bygga ut tre á fyra fortifikatoriska anläggningar per år planerades en utbyggnadstakt om två per år. En sådan harmonierade också med den lägre leveranstakt av JA 37, som planeringen resulterat i.

En turbulent tid

Planering, projektering och utbyggnad av PS-860 radarkedja genomfördes under en period av en minskad försvarsekonomi, hög kostnadsutveckling och inflation. Men det var inte bara inom ekonomin som det var turbulens. Så var det också i svensk utrikespolitik. Sverige riktade kritik mot USA och dess krigföring i Sydostasien, med frusna diplomatiska förbindelser som följd.

Under denna tid genomfördes anskaffning av radarstationen i internationell konkurrens. Kompetenta tillverkare fanns i Storbritannien, Nederländerna, Frankrike och Italien, men också i USA.

För att inhämta information om de aktuella företagens koncept, teknik och kompetens genomfördes ett antal besök i respektive land. Förutom företag besöktes även representanter för berörda försvarsmyndigheter i syfte att erhålla referenser.

Med hänsyn till svensk kritik på högsta nivå mot USA blev det tveksamt på handläggarnivå om det var lämpligt att besöka USA. Tveksamhet rådde även inom andra materielprojekt, där företag från USA var aktuella som leverantörer. Tveksamheten skingrades dock när ÖB från högsta ort lär ha fått beskedet ”business as usual”. Därmed kunde planeringen av företags- och myndighetsbesök i USA fullföljas.

I USA liksom i övriga berörda länder gavs tillfälle att informera om det svenska radarkonceptet för respektive försvarsgrens projektledningar. Dessa informerade också om sina erfarenheter. Dessa möten följdes upp av förevisningar av materielen på förband. Sammantaget blev dessa möten till stor nytta i den fortsatta beredningen.

Inte vid något tillfälle berördes de ansträngda förbindelserna på hög nivå mellan Sverige och USA. Tvärtom visades främst på stabsnivå ett stort intresse för det svenska konceptet och också en strävan att bidra med drifterfarenheter. Särskilt den fortifikatoriska anläggningen fångade intresset. Det hade till följd att en utskjutningsplats för interkontinental robot, Minuteman II kunde besökas för att studera siloinstallationen. Besöket genomfördes vid Grand Forks Air Force Base i North Dakota vid en tidpunkt då fortfarande projektering av PS-860 provplats pågick. Besöket var mycket informativt dels kom ny kunskap fram och dels kunde våra egna slutsatser bekräftas.



Interkontinental robot av typ Minúteman II i sin silo. Studiebesöket gav tidigt en uppfattning om schaktet för PS-860 antennhiss.

När författaren 35 år senare går igenom sina anteckningar från besöket på Grand Forks Air Force Base är det en funktion i det totala Minuteman-systemet som då noterades men som inte i tillräcklig grad beaktades i planeringen.

Totalt cirka 150 robotar var grupperade i North Dakota och angränsande stater. Varje robotanläggnings status vad avser robot, fortifikatoriskt system och övrig utrustning var kontinuerligt övervakade från utskjutningscentralerna, tre till antalet. Vid behov av underhåll på plats transporterades personal med helikopter.

Möjlighet till fjärrkontroll och styrning av radaranläggning 860 inklusive det fortifikatoriska och övrig utrustning borde ha studerats redan under utvecklingsfasen av PS-860. Orsaken till att detta inte gjordes torde vara att planeringen ändå var tillräckligt komplicerad för att möjligheten skulle aktualiseras och prövas. Även om den hade behandlats och värderats torde svårigheterna att organisatoriskt åstadkomma en gemensam övervakningsfunktion för flygmateriel och fortifikatorisk materiel ha varit nära nog oöverstigliga.

Slutord

PS-860-systemet bygger i allt väsentligt på SUS 70. I ledningen för studien stod FOA, som också i övrigt deltog med berörd kompetens. Försvarsgrenarna, förvaltningarna och civilförsvarsstyrelsen var representerade i studien. Det var ett mycket väl genomarbetat studieresultat som redovisades i form av sårbarhetsstudier, rekommendationer och utkast till målsättningar. Studieresultat var väl förankrat. Beträffande realiserbarhet föreslog SUS 70 att tekniska och ekonomiska tveksamhet avvecklas genom utbyggnad av en provanläggning.

Även CFV anmälde tveksamhet i realiserbarheten och var inte beredd att godta utredningen såsom ett tillräckligt underlag för beslut i fråga om anskaffning. Vidare anfördes att med rådande kostnadsutveckling och dess negativa konsekvenser för planering och anskaffning var CFV inte beredd att acceptera utredningens förslag innan ”jag helt övertygats om realiserbarheten”. Detta anmäler CFV innan SUS 70 presenterat sitt utkast till preliminär målsättning (FS/Stud 1971.02.17 H0822:6105).

Redan dagen efter översänder ÖB SUS 70 utkast till målsättning till försvarsgrenscheferna, och övriga berörda förvaltningar. Dessa uppmanas att insända eventuella yttranden till CFV. Denne uppdras att därefter utarbeta förslag till preliminär målsättning och insända denna till ÖB för godkännande (ÖB 1971.02.18 Fst/Sekt 4 nr H0822).

Därmed låg bollen hos CFV varvid den stabs- och förvaltningsmässiga planeringen påbörjades. SUS 70 väl genomarbetade studieunderlag inte minst sårbarhetsstudierna blev i detta arbete en viktig källa för den fortsatta beredningen.

SUS 70 var väl förankrad på central nivå. I planeringen ingick att också förankra målsättningsarbetet på regional nivå. I det arbetet gällde det att presentera PS-860-systemet med sin radarkedja och den aktiva striltaktiken. Det var också väsentligt att systemet värderades mot det framtida strilsystemet i vilket en ny låghöjdsradarstation hade hög prioritet.

Den regionala nivån tog i allt väsentligt till sig konceptet, även om i något fall framkom invändningar mot föreslagna grupperingsprinciper. Dessa kunde dock motiveras genom SUS 70 väl genomarbetade studie vad avser striltaktikledning och det grupperingsmönster den innebar.

Under beredningen fanns ett antal beslutstillfällen rörande anskaffningar och byggnationer, vilka krävde regeringsbeslut. Sammantaget kan sägas att stor samsyn förelåg mellan CFV och ÖB rörande behovet av framtida uthålligt radarsystem enligt SUS 70 principer. ÖB ändrade i något fall CFV förslag till grupperingsplats och utbyggnadsordning av operativa skäl.

På regeringsnivån tycks också behovet av ett i krig uthålligt strilsystem för förvarning och stridsledning och vara väl förankrat.

Därmed kunde en genomförandeperiod påbörjas, med en tidplan som givetvis justerades efter hand. Dock bibehölls i allt väsentligt de grundläggande målsättningarna.

Stöd för minnet

Utkast till PTTEM för PS-60.
FS/Plan 1/10 1969nr H320:6650

TTEM för utrustning för smalbandig överföring av radarbild
FS/Plan 20/1 1970 nr H 320:6022

SUS 70 Kap 9 Rekommendationer
Fst Sekt 4 1971.01.22 H 0822

Yttrande över SUS 70 rekommendationer
FS/Stud 1971.02.17 H0822:6105

SUS 70. Underlag till PTTEM för radarstation PS-860
Fst 1971.02.18 Fst Sekt 4 nr H0822

SUS-70. Underlag för PTTEM för radarstation PS-860
FOA 1971-03-26 H 3189-002

SUS 70. Underlag till PTTEM för radarstation PS-860. FMV synpunkter
FMV 1971.04.06 F:SP H A502:20

Preliminär TTEM för transportabel radiolänkstation avsedd för stril och flygbaser
FS/Plan 1971.12.01 H 502:6602

Preliminär TTEM för strilradaranläggning 860
FS/Plan 1972.06.09 H320:6260

Avveckling och fredsdrift av PJ-21
FS/C 1972.06.10 H320:6295

Fort F steg1- framställning xxxx: CFV yttrande
FS/Plan 1974-06-10 H 320:6330

Preliminär taktisk-teknisk-ekonomisk målsättning för rörligt indikatorrum
FS/Plan 1974-09-23 H500:6501

Utkast till taktisk-teknisk-ekonomisk målsättning för materiel för striltaktikledning
FS/Plan 1974-09-30 H 500:6520

Försvarets materielverk med begäran att få utlägga beställning avseende anskaffning (steg 2)
av strilradaranläggning typ 860. Chefens för flygvapnets yttrande
FS/Plan1975-03-03 H320+:6118

Preliminär taktisk-teknisk-ekonomisk målsättning för larmradarstation PS-840
FS/Plan1975-08-19 H320:6409

Preliminär taktisk-organisatorisk-ekonomisk målsättning för radarkomp PS860
FS/Plan 1976-10-27 H320:6559

Upphandling, produktion och leveranser

Curt Nordström. Ingemar Eriksson

Inledning

Denna uppsats behandlar enbart upphandlingen av radaranläggningens huvudkomponent radarstation PS-860. Underlaget beträffande själva upphandlingsprocessen baseras i största utsträckning på minnesbilder, då ingen direkt dokumentation föreligger, vad jag vet i alla fall. Avsnittet om utvecklings- produktions- och leveransfasen har författats av Ingemar Eriksson och där finns en hel del tidigare dokumenterat.

Bakgrund

Då målsättnings- och budgetarbetet började ta slutlig form i början av 1970-talet, stod det klart att upphandlingen av ett antal PS-860 hade alla förutsättningar att kunna genomföras, som en stor internationell konkurrensupphandling, förhoppningsvis utan större politisk inblandning. Den typ av radar, som kunde komma ifråga var nämligen av en sådan storleksordning att inget svenskt företag rimligen kunde offerera någon lösning.

För att en sådan upphandling skall kunna genomföras på ett framgångsrikt sätt fordras, förutom ett antal intresserade radarföretag, ett komplett och väl genomarbetat upphandlings- och värderingsunderlag.

FMV-F med dess Radarbyrå och Underhållsavdelning i spetsen beslutade därför att satsa kraftfullt på ett sådant underlag.

Inriktning

- Mål för upphandlingen: Anskaffa den kostnadseffektivaste totallösning, som tillfredsställer Flygvapnets behov.
- Medel: Upphandlingen skulle genomföras som en förhandlingsupphandling. Kostnadsutvärderingen skulle ske mot såväl anskaffningskostnad som livstidskostnad (Life Cycle Cost(LCC)) över en driftperiod på 20 år.
- Underlag: Skapa en heltäckande kravspecifikation för såväl prestanda som underhållsbehov. I specifikationen skulle även mervärden för uppfyllande av de olika börkraven framgå.
- Information: Tidigt informera presumtiva anbudsgivare om konceptet i stort samt om viktigare värderingsprinciper vid utvärderingen av deras offerter. Detta för att dels skapa tilltro till vårt koncept och samtidigt ge anbudsgivarna chansen att förstå hur man möjligen skulle kunna optimera sina offerter genom att t.ex. skapa flexibilitet, där så är möjligt.
Inom parentes fanns det vissa personer inom FMV-F som ansåg att man som kund alltid skulle spara några ess i rockärmen, som man kunde plocka fram när så behövdes. Andra, däribland undertecknad ansåg att det var bättre att ha klara och tydliga spelregler, som man sedan höll sig till.

Genomförande

En projektgrupp med medlemmar från sakenheter, underhåll, samt inköp inom FMV-F och med representanter från Flygstab och FortF bildades för ledning och samordning av det totala arbetet med anskaffning av strilradaranläggning 860.

Nyckelpersoner i detta projekt: Curt Nordström, Ingemar Eriksson och Bertil Nordh från Radarbyrå, Erik Vintheden, Stig Ögren, Bengt Skärhammar och Rolf Johansson från UH, Lennart Ljungqvist, Hans Lillier och Harald Norberg från Inköp. Flygstabens representant var Björn Kristoffersson och FortF representerades av Bengt Winnell och senare av Curt Enerhag. Konsultfirman TUAB användes av saksidan som resurs för specifikationsframtagandet med Eric Hedström och Åke Svenmarck som tyngsta namn. Underhållsavdelningen använde sig av konsultfirman Systecon med Olle Wååk i spetsen, främst när det gällde användande av LCC- metodiken.

Ett intimt samarbete mellan främst sakenheter och underhållsavdelningen inom FMV upprätades, men också mellan FMV och Flygstaben.

Efter kartläggning av tänkbara och intresserade anbudsgivare genomfördes ett antal besök hos dessa av lämpliga nyckelpersoner under 1973. Detta för att få bättre information om vad industrin hade att erbjuda, men inte minst viktigt för att informera industrin om vilken typ av upphandling vi avsåg att genomföra och vilka värderingsprinciper som skulle gälla. Ytterligare ett viktigt syfte var att skapa tilltro till att vi var kapabla att genomföra vår målsättning.

Offerter inkom så småningom från 8 anbudsgivare, från USA (Westinghouse, Hughes Aircraft, ITT Gilfillan), England (Marconi, Plessey), Holland (Hollandsee Signaal), Frankrike (Thomson CSF), Italien (Selenia).

Efter en första utvärdering inbjöds fyra av anbudsgivarna till en andra offertomgång, ITT Gilfillan, Westinghouse, Plessey och Selenia.

Förhandlingar upptogs med de fyra finalisterna, men genomfördes fullt ut endast med den slutliga segraren.

Beträffande medverkan från svensk industri framgick av anbudsförfrågan att en sådan skulle värderas positivt, men det var alltså inte något krav. Det visade sig dock att svensk industri, i form av dåvarande Stansaab, var med i de flesta offerterna främst vad gällde presentationsutrustningen.

Den 1/10 1975 slöts avtalet om beställningen på ett antal radarstationer med ITT Gilfillan från USA. Total kontraktsumma cirka 40 miljoner dollar.

Efter vårt beslut framkom, från två av de övriga finalisterna, viss och t.o.m. ibland stark kritik, där det insinuerades att beslutet påverkats av andra faktorer än de som ingick i upphandlingsunderlaget. Detta ledde till att vi bjöd in dessa företag till FMV, där vi gjorde en ganska detaljerad genomgång av vår utvärdering och av vilka faktorer som haft störst påverkan. Detta ledde, vilket är något överraskande, i sin tur till att alla anklagelser tonades ner och beslutet accepterades.

Utveckling, produktion och leverans

Detta avsnitt behandlar enbart utveckling och produktion av radarutrustningen PS-860 hos leverantören i USA.

Efter att kontraktet hade tecknats den 1 oktober 1975 med Gilcron Corporation, som var ett försäljningsbolag för exportaffärer, med ITT Gilfillan, Van Nuys, Kalifornien, USA, som huvudleverantör, övergick verksamheten från ett hektiskt utvärderings- och beslutsarbete till leverantörens utveckling och produktion.

Enligt kontraktet skulle 2 system levereras efter 27 respektive 31 månader och därefter resterande 14 seriersystem successivt fram till 1 oktober 1979.

Leveranserna skedde delsystemvis, Radar Subsystem, Transmitter Subsystem och Display Subsystem. För presentationsutrustningen (Display Subsystem) svarade Stansaab (sedermera Datsaab) som underleverantör.

Hos leverantören samlades utvecklingsresurserna i ett separat kontorskomplex i San Fernando cirka 1 mil norr om huvudfabriken i Van Nuys. All produktion skedde i Van Nuys.

Tidigt i projektet tog leverantören fram en logotyp ”På vakt dag och natt” som användes i de flesta projektdokument.



PS-860 logotyp

Utvecklingen och produktionen följdes upp av FMV på ett noggrant sätt genom halvårsvisa projektuppföljningsmöten och granskningsmöten. Därutöver förekom ett antal speciella tekniska möten vid behov.

Utvecklings- och produktionsläget rapporterades kvartalsvis av leverantören i Quarterly Reports, totalt 17 stycken under projekttiden. Den sista kvartalsrapporten är daterad februari 1980.

FMV hade även en kontrollant på plats hos ITT Gilfillan under perioden 1976 – 1980, nämligen Allan Kärnfalk från dåvarande FFV Underhåll i Arboga. Under kortare perioder ersattes han av Bengt Daxberg, även han från FFV Underhåll i Arboga.

Leverantören hade representanter i Sverige för att underlätta kommunikationen med främst FMV. Al Romano som varit representant under offertskedet ersattes med Fred Kruger under produktionsfasen 1976 – 1977 och assisterades av Harvey Goldstein under en kortare period. ITT's representanter hade sitt kontor hos SRT (Standard Radio och Telefon) i Vällingby som vid den tiden tillhörde ITT-koncernen.

Projektuppföljningsmöten

Dessa möten benämnda Program Progress Review Meetings avhölls halvårsvis, vartannat i USA och vartannat i Sverige, Totalt genomfördes 8 stycken sådana möten med det första i mars 1976 och det sista i september 1979. Typiskt varade de 5 dagar och antalet deltagare var vanligtvis stort. Från FMV, Flygstaben och konsulter deltog 10 – 15 man vid möten i USA och ännu fler vid möten i Sverige. Dokumentationen från dessa möten var omfattande i form av mötesprotokoll och tekniskt underlag.

Granskningsmöten

Tre formella granskningsmöten genomfördes under utvecklingsfasen:

- Preliminary Design Review 8 – 12 december 1975
- Final design Review 29 mars – 7 april 1976
- Installation Design Review 7 – 11 juni 1976

Även vid dessa möten som avhölls i USA deltog ett stort antal svenskar och dokumentationen var än mer omfattande.

Leverantören var inte van vid att kunderna lade sig i konstruktionsarbetet i någon högre grad och fick lära sig detta den hårdhänta vägen när vetgiriga svenskar ville påverka konstruktionen. Ett exempel var den störskyddsmanöverutrustning som var färdigkonstruerad vid granskningstillfället och där inte leverantören hade förstått att Flygstaben och FMV ville ha ett ord med i laget beträffande placering och utförande av utrustning för taktisk manövrering. Detta resulterade i omkonstruktion och en viss försening.

Dock så blev det interaktiva arbetet uppskattat av leverantören så småningom då det klarnade att denna påverkan från kundens sida resulterade i en bättre produkt till gagn för båda parter. Detta framhölls till och med i leverantörens sista kvartalsrapport, Final Report No. 17 som en av projektets framgångsfaktorer.

Tester

Ett omfattande testprogram genomfördes för att verifiera systemens specificerade egenskaper.

Dessa omfattade huvudsakligen:

- Design Verification Test
- Performance Verification Test
- Antenna Tests
- Acceptance Tests
- Environmental Test
- Reliability Test
- Maintainability Test
- Flight Test

Dokumentationen i form av testspecifikationer och testrapporter var mycket omfattande. Även under testerna var många svenskar inblandade.

Miljötesterna genomfördes under mars 1979 vid US Navy's testområde i Point Mugu vid Stilla Havets kust cirka 10 mil NV om Van Nuys. Antenntesterna genomfördes vid Loop Canyon, en bergstopp NO om Van Nuys. Som kuriosita kan nämnas att detta område var skyltat med varning för skallerormar.

Deltagare vid uppföljningar

Här nämns de närmast berörda från svensk sida vid uppföljningsverksamheten. Ytterligare deltagare finns givetvis om än i mindre omfattning.

Björn Kristoffersson	Flygstaben
Bengt Strömberg	FMV
Curt Nordström	FMV
Bertil Nordh	FMV
Ingemar Eriksson	FMV
Bengt Skärhammar	FMV
Rolf Johansson	FMV
Stig Ögren	FMV
Bertil Quist	FMV
Harald Norberg	FMV
Åke Svenmarck	Teleplan
Kjell Davidsson	Teleplan
Lars Frennemo	FFV Underhåll
Leif Blixt	FFV Underhåll
Per Naucér	FFV Underhåll
Allan Kärnfalk	FFV Underhåll



*De svenska deltagarna vid ett av uppföljningsmötena, troligen FDR 29 mars – 7 april 1976
Bakre raden från vänster: Rolf Johansson, Lars Frennemo, Harald Norberg, Bengt Skärhammar, Bertil Nordh, Åke Svenmarck. Främre raden från vänster: Curt Nordström, Bengt Strömberg, Björn Kristoffersson, Ingemar Eriksson*

Informationsinhämtning hos leverantören

För insamling av teknisk information som underlag för funktionsbeskrivningar och underhållsdokumentation var Leif Blixt och Per Nauclér från FFV Underhåll i Arboga placerade hos leverantören under cirka ett års tid, 1977. Deras uppgift var att samla så mycket information som möjligt i form av tekniskt underlag och diskussioner med konstruktörerna för att bygga upp en gedigen kompetens och för att senare utveckla dokumentationen för PS-860 enligt svensk standard.

Utbildning i USA

Ett gediget kursutbud ingick i kontraktet med leverantören. De kurser som genomfördes i USA var:

- Technical Training Course, inledning, 3 veckor, 22 elever, 31 januari – 18 februari 1977
- Technical Training Course, fördjupning, 5 veckor, 14 elever, 21 februari - 25 mars 1977
- Quality Assurance Course, 5 dagar, 3 elever, 24 – 28 januari 1977
- Reliability/Maintainability Course, 5 dagar, 5 elever, 24 – 28 januari 1977
- Commissioning and Set-UP Course, 2 veckor, 2 elever, 5 – 16 december 1977

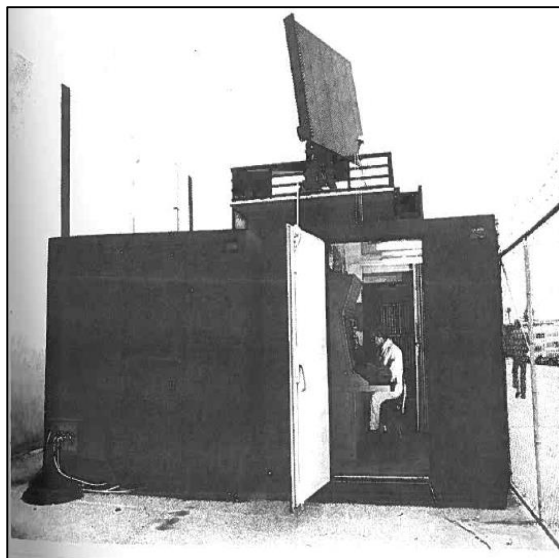
Teknikkursen genomfördes i ett för tidigt skede, konstruktionen och dokumentationen var inte helt klar varför läraren hade en näst intill omöjlig uppgift. Efter klagomål på utbildningsresultatet beslutades att en förnyad utbildning skulle genomföras i Sverige under våren 1979, och genomfördes 4 – 29 juni.

Utöver dessa kurser genomförde leverantören orienteringskurser, FMV Administrator Course, under 1 dag, i Sverige vid två tillfällen under 1976 med ett mycket stort antal deltagare. Dessa genomfördes vid F 18.

Radarhyddor till USA

Två st radarhyddor, Radarhydda 1 och Radarhydda 2, transporterades med C-130, Hercules, till ITT Gilfillan sommaren 1977 för typinstallation av radarutrustningen samt för användning vid tester på systemnivå. Dessa radarhyddor var kvar under hela produktionsfasen och togs hem först i slutet av 1981.

Den första integrationen av radarmaterielen i hyddorna skedde våren 1978 och i samband med projektuppföljningsmöte nr 5 i mars kunde ett komplett system demonstreras.



Radarhyddor och antenn uppställda i San Fernando

Ändrad omfattning

Under utvecklings- och produktionsfasen tillkom vissa ändringar och tillägg i kontraktet. Bland dessa kan nämnas:

- Utbyte av datorsystemet från HP-21 till det modernare HP-1000 (MXE).
- Anpassning till ITS (Integrated Test System, svenskt stödsystem).
- Annan typ av MTI. Avsåg två system (prototyper) för prov och utvärdering i Sverige.
- Miljöprov, MTBF- och MTTR-prov.

Dessa ändringar påverkade förutom priset även leveranstiden, dock i mindre grad, 4 månader.

Leveranser

Materielen levererades efter Acceptance Test på delsystemnivå (Radar Subsystem, Transmitter Subsystem) och transporterades successivt med C-130 till Sverige under 1978 – 1979. Därutöver tillkom leveranser av speciell materiel t ex tripoder för antenner. Display Subsystem levererades från Stansaab i Järfälla.

Den första tillverkade utrustningen i USA godkändes i december 1977 (materiellsats nr 1). Materielen installerades sedan i de svenska radarhyddorna för att undergå tester på systemnivå och för integration av MTI – ITS-modifieringen. Utrustningen avinstallerades därefter för att användas för Performance Verification Test under sommaren 1979. Sändes sedan till Sverige som ett av de sista systemen.

Materielsats nr 2 installerades också i radarhyddorna för integration av MTI – ITS-modifieringen och för kompletta systemprov. Avinstallerades och skickades därefter till Sverige som första system i september 1978. Användes som utprovningssystem i Sverige. Materielsats nr 3 användes efter installation i radarhyddorna för miljöprov i maj 1979, för MTBF-prov april – juli 1980 och för MTTR-prov februari 1981. Skickades därefter installerad i hyddorna till Sverige.

Resterande materielsatser (nr 4 – 16) levererades successivt under december 1978 – januari 1980 för installationer i Sverige.

Transporterna för samtlig materiel genomfördes med C-130 av Flygvapnet i ett femtontal omgångar från och med september 1978 – april 1980.

Summering

Enligt kontraktet skulle leveranserna ske inom 48 månader (1 oktober 1979). På grund av vissa kontraktsändringar m m förlängdes det formella slutdatumet till januari 1980.

1 januari återstod endast en antenn och ett Transmitter Subsystem att leverera. Därtill kom vissa speciella leveranser senare under 1980 t ex reservmateriel, Reliability Test och Maintainability Test.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att leveranserna har skett i stort sett planenligt och att funktioner och prestanda har verifierats så långt det gick vid tester i fabriksmiljö. Därför måste framtagningen av radarsystemet PS-860 klassas som mycket lyckosamt ur såväl funktions-, tids- som kostnadssynvinkel.

ITT Gilfillan lyckades att utveckla systemet från en papperskonstruktion till ett fungerande system på två och ett halvt år, vilket måste betecknas som en exceptionell prestation.

Balans mellan sak-, underhålls- och inköpsenhet

Radarbyrån och UH bestämde sig tidigt för att försöka ”snacka ihop sig” innan man mötte Inköp. Detta visade sig innebära att det, i alla fall enligt min uppfattning, gav en bättre balans mellan de olika instansernas påverkan på det slutliga beslutet. Inköp hade tidigare, under Lennart Ljungqvists skickliga ledning, haft en förmåga att spela ut sak- och underhållssida mot varandra och därigenom kunnat ta det slutliga beslutet själva huvudsakligen baserat på priset.

Projektorganisationen contra linjeorganisationen

Alla beslut låg formellt fortfarande i linjeorganisationen, men i det löpande arbetet inom projektet ”glömdes” detta ibland bort och delärenden föredrogs direkt för huvudavdelningschefen, CHF. CHF reagerade inte, utan fattade nödiga beslut, och vad jag minns så accepterades detta förfarande, som onekligen var smidigare och snabbare, men givetvis förutsatte att vi var överens inom projektet.

Anpassningsberedskap till förändringar

En upphandling av det här slaget är en lång process från fastställande av kravbild till leverans av färdig utrustning och mycket kan hända på såväl kund- som leverantörssida. På kundsidan kan t.ex. de taktiska kraven förändras så att vissa tekniska krav mildras och andra skärps. Hos leverantören kan man ibland stöta på oväntade problem att med en viss tänkt lösning uppnå krävda prestanda. Det är därför viktigt att ha en handlingsberedskap för sådana händelser, man bör med andra ord ha respekt för uttrycket ”The only permanent is changes”.

Vi lyckades faktiskt ibland lösa sådana problem på ett för båda parter fördelaktigt sätt genom att i förhandlingar gå med på lättnader i kravbilden på en punkt mot att få merprestanda på en annan.

Detta ledde till att vi slapp merkostnader för att köpa mer prestanda och leverantören slapp, kanske stora, kostnader för byte av teknisk dellösning.

Rätt grundkoncept

Det finns alltid en risk att man väljer en lösning, som ursprungligen är framtagen för en annan användningsprofil, än den vi avsåg, utan att upptäcka detta. Det får i så fall oftast negativa konsekvenser under driftfasen, inte minst vad gäller kostnaderna.

LCC- värderingen som vi använde slog hårt mot lösningar ursprungligen avsedda för en an-norlunda användning. LSC (Life Support Cost) ingående i LCC- konceptet är nämligen ett mycket effektivt medel för att ”avslöja” förslag, som med stor sannolikhet ursprungligen ta-gits fram för en annan typ av användning, än den vi avsåg.

Olika användning i krig och fred

En radaranläggning har naturligtvis olika driftprofiler i fred och krig. Kraven var dock i detta fall ställda mot enbart krigsdrift och detta har i vissa fall lett till att kritik har framkommit mot problem i fredsdrift. En erfarenhet är att båda driftprofilerna nog borde vara med i kravbilden.

Tidig ”spontanvärdering”

Vissa kritiska frågor från oss, redan vid första presentationen, fick vissa leverantörer att tidigt ändra sina huvudspår. I ett fall, vilket faktiskt var den slutliga segraren, bytte man helt huvud-spår. Det kan faktiskt vara så att den slutliga segraren fick ett så kritiskt gensvar på sin första presentation att de tvingades ta ett helt nytt omtag efter att först ha beslutat sig för att tro på vårt koncept och noggrant anpassa sig till våra krav.

Informationsläckage

Det var ett stort intresse för vår upphandling från internationell militärpress. Mycket informat-ion återfanns i dessa tidningar, som var förvånansvärt korrekta och i början skapades en del oro i våra led. Som tur var fanns det också information, som var ”helt åt skogen” och vi kom ganska snabbt fram till att all information sammantaget fungerade ganska effektivt som desin-formation.

Även bland offertgivarna fanns ibland otrevligt korrekta uppgifter om vad vi internt hade dis-kuterat och beslutat. Information som ibland endast fanns hos ett litet fåtal personer inom FMV, Flygvapnet och eventuellt Forsvarsdepartementet. Det förekom ett stort antal telefon-samtal till olika befattningshavare och förmodligen fanns det vissa individer som var mycket skickliga på att lägga pussel utgående från ett antal skenbart harmlösa svar på väl uttänkta frå-gor.

Kuriosa från utvecklings- och produktionsfasen

Många episoder, mer eller mindre dråpliga, fanns under utvecklings- och produktionsfasen. Några kan nämnas:

- Vid Acceptance Test av första Transmitter Subsystem hade man problem att verifi-erera specificerade nivåer för s.k. ”spurious”-signaler. Mottagarexperten tillkallades,

kliade sig i huvudet och tog slutligen fram en liten träklubba som han knackade försiktigt med på HF-modulerna tills specificerade värden innehölls. Huruvida denna träklubba ingick i den verktygssats som levererades förtäljer inte historien.

- Under produktionsfasen tecknade ITT Gilfillan kontrakt med Singapore på ett system snarlikt det svenska. FMV medgav att ett av deras serieexemplar fick användas för leveransen utan de specifika svenska delarna. FMV sålde också en transportram för antennen för att användas till Singapore-systemet.
- De svenska besökarna nyttjade Oceana Apartment Hotel i Santa Monica för boende under de flesta av de flertaliga besöken. Hotellet blev mer och mer ett ”svenskhotell” där den blågula flaggan satt uppsatt vid entrén under många år. Boendet var trivsamt och kostnaden rimlig. Hotellet är numera restaurerat och kan betraktas som lyxhotell med priser som förmodligen inte medger att svenska statens tjänare använder det längre.

Sammanfattning

Vi måste ha lyckats bra med vår inledande information, då internationell radarindustri svarade upp ganska helhjärtat på vår anbudsfrågan. Vi lyckades tydligen skapa tilltro till att vi inte bara avsåg utan även skulle kunna genomföra en rättvis konkurrensupphandling.

Vi genomförde en konkurrensupphandling med i princip alla stora radarleverantörer i världen inblandade.

Den slutliga vinnaren, ITT Gilfillan, visade sig ha den överlägset bästa lösningen såväl vad gällde uppfyllande av tekniska krav och underhållskrav som anskaffnings- och livstidskostnader.

Att kunna skapa förutsättningar för en ren konkurrensupphandling ger, enligt min uppfattning, stora fördelar för såväl upphandlare som leverantör. Detta förutsätter dock att man inte begränsar konkurrensen genom att införa vissa specialregler. Aktörerna har då en tendens att inrikta sig på att utnyttja dessa regler i stället för att försöka vara maximalt konkurrenskraftiga.

Den senare upphandlingen av PS-870 kunde också genomföras som en internationell konkurrensupphandling, troligen mycket tack vare den renommé svenska försvaret skaffat sig genom upphandlingen av PS-860. Detta trots att en svensk leverantör var aktuell i denna upphandling. Denna upphandling visade sig också vara mycket svårare att genomföra på ett korrekt sätt, men det är en helt annan historia.

Referenser

1. Kontrakt mellan FÖRSVARETS MATERIELVERK och GILCRON CORPORATION, 1 oktober 1975, F:K H 83353-74-086-02-001
2. Ett flertal kvartalsrapporter, Quarterly Progress Reports
3. Protokoll och teknisk data från Program Progress Review Meetings
4. Rapport från Preliminary Design Review
5. Rapport från Final Design Review
6. Rapport från Installation Design Review

Underhåll

Lars Frennemo

Bakgrund

Denna sammanställning är baserad på minnesfragment eftersom inget konkret underlag finns bevarat. Innehållet avgränsas till radarsystemet med tillhörande antenn och mast.

Anskaffning av en stor radarstation som PS-860 innebar en massiv kraftansträngning, förutom för tekniksidan även för underhållsfrågorna. Av detta skäl medverkade underhållssidan under hela upphandlingsprocessen, från TTEM/TOEM, via marknadsinventeringar och anbudsförfråganden till den slutliga upphandlingen och implementeringen i försvarsorganisationen.

För denna uppgift krävdes en projektorganisation med tillräcklig bredd och kompetens. För underhållet valdes denna ut med förstärkning av FMV egna resurser vid dåvarande FUHM med erfaren personal framför allt från dåvarande FFV Underhåll och Systecon.

Målet var att ta fram ett optimalt underhållssystem, uppbyggt av erforderliga resurser, för att till lägsta kostnad uppnå den krävda taktiska tillgängligheten.

Underhållsberedning

Processen från beslut om anskaffning av ett nytt materielsystem till driftsättning och underhåll i avsedd tjänst inom försvaret kallas för underhållsberedning. Denna verksamhet är i stort sett kontinuerlig under hela tidsperioden, allt eftersom nya fakta och delbeslut tillkommer. Resultatet är en mix av underhållsresurser, som hela tiden optimeras mot den kostnad de drar, för att ge den krävda tillgängligheten för det aktuella tekniska systemet. Denna mix bildar i slutändan av optimeringsprocessen det önskade underhållssystemet.

De mer eller mindre kostnadskrävande underhållsresurser, som brukar räknas in i detta underhållssystem, är följande:

- Organisation för aktuella uh-åtgärder
- Lokaler för att genomföra underhållsinsatser
- Personal för underhållsarbetet (på alla uh-nivåer)
- Utbildning av denna personal
- Dokumentation för erforderliga uh-insatser
- Testutrustning och verktyg för underhållet
- Reservdelar och utbytesenheter för att nå acceptabelt låga hindertider
- Hanteringsutrustning för t ex tunga materielenheter

Den mest kostnadskrävande resursen är normalt de reservdelar och utbytesenheter, som efterfrådas för att stipulerade maximala hindertider för den taktiska tjänsten ska kunna innehållas.

Grundläggande överväganden

Det var från början klart att projektet ekonomiskt skulle bli omfattande. Ett av de första besluten blev därför att tillämpa LCC-metoder, dvs att projektets utveckling skulle baseras på beräknad ägandekostnad (Life Cycle Cost) under den närmaste 20-årsperioden efter anskaffningen. Detta ledde till att hela dialogen med leverantörer blev baserad på kostnadsoptimering, vilket senare visade sig skulle bli avgörande i anbudsstriden mellan de leverantörer, som var övertygade om att de skulle klara prestandakraven.

En förutsättning för upphandlingen var också att anpassning till existerande underhållsorganisation i möjligaste mån skulle beaktas, detta också med hänsyn till totalkostnaden under systemets livstid. Dessutom skulle materielen vara flyttbar, dvs enheterna skulle klara transporter i svenskt klimat och kunna upprättas på kort tid vid grupperingsplatser under skiftande väderförhållanden.

Höga krav på skydd mot fientlig flygverksamhet ledde till att bergrum måste byggas för utrustningen. En för Sverige unik lösning blev också en hydrauliskt manövrerad antennmast, som snabbt kunde dras ner i skydd i bergrummet vid befarat hot, och lika snabbt efteråt återgå till normalt spaningsläge. I skyddstillstånd täcktes schaktets öppning av hydrauliskt manövrerade luckor. Dessa var konstruerade för att stå emot även nära träffar av kraftiga bomber. Även en byggbar fackverksmast togs senare fram i ett flertal exemplar för oskyddade grupperingsplatser, liksom en tripod för prov och försök med gruppering vid oförberedda platser. (Se kapitel Antennhiss 860 av Göran Ahlqvist för närmare beskrivning)

Sondering av marknaden beträffande radartillverkare

En första sondering av marknaden genomfördes under början av 1970-talet, för att klargöra hur många och vilka radartillverkare i världen, som kunde bli aktuella i en upphandling i konkurrens. Att denna skulle bedrivas som en förhandlingsupphandling var också bestämt från början.

Projektet började därför med en rundresa till ett antal intresserade tillverkare, för diskussion om våra krav i stort, och för att besvara frågor från tillverkarna som grund för kommande anbudsskede. Även formen för anbudsutvärdering klargjordes här, dvs att den skulle vara baserad på i förväg bestämda utvärderingskriterier.

De tillverkare vi besökte var följande: Hughes, Westinghouse, ITT Gilfillan, Plessey, Thomson-CSF, Selenia, Marconi, Hollandsee Signaal (Philips).

Ett antal intressanta reflektioner har dröjt kvar i minnet beträffande underhållsfrågorna. Jag refererar dessa här, delvis pga att dessa visar på missuppfattningar, som efteråt kan verka komiska.

En tillverkare berättade om deras sätt att klara förflyttningskravet med hjälp av en delbar antenn: Antennen skulle tillverkas byggbar i delar, skarvade med kablar med koaxialkontakter. Vi befarade att detta skulle bli ett bekymmer för underhållet, när man summerade antalet kontakter. Om jag inte minns fel blev det sammanlagt 1250 stycken! Var och en av dessa skruvkontakter skulle bli kandidat för hanteringsfel, förutom den grundläggande komponentfelin-tensiteten.

En annan tillverkare hade en tank med kylvatten för sändarröret, med 25% glykolhalt, enligt deras information max enligt datablad för röret. Med transport vid temperaturen -40°C i Sverige enligt kravspecifikationen, skulle då denna tank frysa till ett kompakt isblock. Frågan från oss om tiden från ankomst till grupperingsplats med fruset kylvatten tills radarn var driftklar resulterade i ajournering av mötet en stund. Lösningen blev en tank i mjukplast, som inte tog skada av frysning, tillsammans med en ny sofistikerad lösning med tömning av kylsystemet före transport, följt av snabbtining och återfyllning vid start. Det komiska följde när vi besökte rörtillverkaren efteråt, och fick beskedet att glykolhalten inte alls var kritisk, utan kunde höjas till 40% för att klara våra temperaturkrav. Radartillverkaren hade aldrig frågat om detta.

ITT Gilfillan var ”outstanding” bland tillverkarna i ett avseende: Presentationen av underhållslösningarna gjordes här professionellt på samma organisationsnivå som systemlösningarna för tekniken. Vid övriga företag gjordes oftast denna genomgång av en person på lägre nivå i företaget, medan de andra företagsrepresentanterna tydligt visade sitt ointresse.

Offertarbetet

Utvärderingen av offerterna ur uh-synpunkt genomfördes dels *kvantitativt*, dvs med en sammanställning av ekonomiska konsekvenser ur LCC-synpunkt, och dels *kvalitativt*, dvs sammanställning av erfarna teknikers erfarenheter från verkligt underhåll av liknande produkter. Det senare var framför allt avsett att täcka in områden, där ingen tillgång fanns på ekonomiska data, t ex programvara, dokumentation, utbildning, man-maskin-anpassning, arbetarskyddsfrågor. Samtidigt gav denna utvärdering upphov till ifrågasättande av ekonomiska data, när utvärderingsresultaten inte tycktes stämma överens.

En viktig förutsättning i offertfasen förtjänar att framhållas: Normalt var det brukligt att låta leverantören utforma de detaljerade kravspecifikationerna. Detta leder då till att han vill komma så lindrigt undan som möjligt, och därför behandlar för honom ”svåra” krav utan stringens, eller kanske helt ”glömmer” ta med dessa.

För att undvika långa förhandlingar i ett sent skede, för att köparens krav ska bli tillgodosedda fullt ut, vände vi på steken. Vi formulerade själva underhållskraven och lät leverantören förhandla om ev uppmjukningar, givetvis mot fördelar för oss i andra delar av åtagandet. Erfarenheterna av detta förfarande visade sig senare ge oss stora ekonomiska fördelar inom underhållssidan.

Tankar om uh-kraven

En ovanlig vinkling beträffande underhållskraven var att dessa skulle vara verifierbara om FMV så bestämde. Särskilda bilagor till kontraktet togs därför fram med aktuella verifieringsmetoder. Ur underhållssynpunkt täckte dessa tillsammans hela begreppet driftsäkerhetsprestanda, dvs funktionssäkerhet, underhållsmässighet (reparerbarhet) och underhållssäkerhet (försörjbarhet).

Det mesta kunde hämtas ur amerikanska försvarsnormer, utom faktorn ”falsklarmintensitet för det inbyggda felindikeringsystemet”, som därför i praktiken blev ett bör-krav. (Detta straffade sig enligt hörsägen, när en uh-tekniker en gång möttes i radarvagnens dörr av hela pappersmagasinet i skrivaren i form av utskrivna falska felrapporter!) Kvantifierade krav infördes därför senare för tillåten andel felaktiga larm vid upphandlingen av t ex PS-870, liksom statistiska verifieringsmetoder för testresultaten.

Kvantitativ utvärdering

Denna utvärdering genomfördes med hjälp av utvärderingsprogrammet OPUS, som utvecklats av Systecon i samarbete med FMV. Med systemkraven som grund, hämtade ur TTEM, räknades livstidskostnaden fram för drift under de specificerade 20 åren, med uppfyllda tillgänglighetskrav och angiven driftprofil. Detta inkluderade köp av alla erforderliga utbytesenheter, för att bara nämna den största kostnadsposten i den framräknade ägandekostnaden, utöver den rena inköpskostnaden för radarstationerna.

Denna beräkningsmodell blev sedan inskriven i köpekontraktet, för att ligga till grund för kontrakterad LCC. Alla kommande modifieringar eller andra ändringar under konstruktions-

och leveransperioden medförde ny LCC-beräkning. Vid ökning av den beräknade kostnaden överenskomms om återbetalning i form av andra tjänster till FMV, t ex lägre ue-pris.

Under offertförhandlingarna visade det sig snart att ITT Gilfillan ställde upp till 100% på denna upphandlingsmodell, till skillnad mot övriga tillverkare. När de sedan aktivt medverkade med att optimera sin radarkonstruktion mot låg LCC, blev övriga tillverkare ännu mer distanserade.

Kvalitativ utvärdering

Den kvalitativa utvärderingen genomfördes med en modell, grundad på erfarenheter från erfarna radartekniker vid FV centrala verkstad. Dessa erfarenheter samlades in med ett intervju-förfarande, grundat på tillverkarnas information i sina produktspecifikationer. Resulterande värderingspoäng sammanställdes med hjälp av en matematisk modell med parvis jämförelse. Denna modell beskrivs i bilaga 1, och innebär en viktad erfarenhetsbaserad bedömning av ”mjuka” parametrar, såsom programvarukvalitet, dokumentation, utbildning, man-maskin-anpassning, arbetarskyddsfrågor, osv.

Resultaten från denna kvalitativa utvärdering utnyttjades vid den slutliga kontraktsskrivningen, där befarade problemområden garderades extra noga, t ex genom en mer konkret beskrivning i kontraktet av konstruktionen i dessa avseenden. Dessutom medförde stora avvikelser mot den kvantitativa utvärderingens resultat, att extra uppmärksamhet riktades på underlaget för inlagda kostnadsposter i LCC-modellen.

Sammanvägning av utvärderingsresultat

Utvärderingarna av de fyra kvarvarande leverantörernas produkter genomfördes i stor utsträckning interaktivt, dvs delresultat delgavs varje berörd leverantör, som därvid gavs tillfälle att förklara eller förbättra sin produkt i begränsad utsträckning.

De fyra radartillverkare, som kvarstod i offertutvärderingen fullt ut, var Westinghouse, ITT Gilfillan, Selenia och Plessey.

Den kvalitativa utvärderingen gav som resultat rangordningen:

1. ITT Gilfillan
2. Selenia och Plessey (delad andraplats)
3. Westinghouse

Den kvantitativa utvärderingen mynnade i en kalkylerad livstidskostnad för de aktuella 20 årens drift enligt den fastställda specifikationen. Den största kostnadsposten utgjordes av de erforderliga utbytesenheterna, som behövdes för att innehålla kraven på tillgänglig drifttid. Behovet av personella resurser för att klara drift och underhåll var också en kostnadsdrivande faktor.

LCC-kostnaden visade sig vara lägst för ITT Gilfillan, inklusive den direkta inköpskostnaden, så vinnaren i anbudsstriden var därmed klar. Som ett exempel på hur kalkylerad totalkostnad påverkade konstruktionen kan nämnas, att ett antal kretskort optimerades i ett sent skede enbart för att minska kostnaden för erforderligt ue-lager.

Underhållsberedning och uppbyggnad av uh-resurser

Gränsdragning mellan FMV ansvar för antennhissen och FortF ansvar för luckorna till hisschaktet (gemensamt hydraulsystem) visade sig bli ett problem vid genomförandet av underhållet på aktuella anläggningarna. Mer om detta i kapitel Antennhiss 860 av Göran Ahlqvist.

Inledningsvisa problem med TWT-röret i sändaren

Oväntade problem med galvanisk korrosion visade sig i början av driftperioden. Sändarrören fick därmed en katastrofalt kortad livslängd, som inte hade förutsetts tidigare. Detta föranledde en intensiv teknisk utredning om orsaken, både hos leverantörerna av sändarrör och radar och hos oss, eftersom rören då betingade ett pris på cirka 0,7 MSEK/styck. Lyckligtvis för oss gick det att klassa de flesta felen som garantifall.

Efter stor möda visade sig problemet ha orsakats av en kombination av flera kemiska processer: Utfällning av metalljoner i kylvätskan, beroende på att den tillsatta glykolen tillsammans med luftens syre löste ut korrosiva svaveljoner ur gummislangarna. Detta ledde i sin tur till galvanisk korrosion i de kanaler av kemiskt ren koppar, som ledde kylvattnet genom sändarröret.

Problemet åtgärdades dels genom slangbyte till teflon, dels genom trycksättning av kylvätsketanken med kvävgas för att minska upptagningen av syre ur luften.

Verklig driftsäkerhet betydligt sämre än garanterat

Den driftsäkerhet i form av ett garanterat värde på MTBF (Mean Time Between Failures), som också verifierades vid ett av FMV beställt test vid ITT Gilfillan, gick inte att uppnå i verklig förbandsdrift. Den upplevda MTBF blev bara en tiondel av den garanterade tiden. Därför gjordes en analys av orsaken till den stora skillnaden, kort sammanfattad nedan. Ett beräknat värde på MTBF enligt den amerikanska militära standarden grundar sig på vissa specificerade förutsättningar, bl.a:

1. Drift i skärpt läge, dvs. nästan kontinuerligt. Detta ger ett fåtal start- och stopptillfällen, med tillhörande uppvärmning och avsvälning av utrustningen.
2. Materielen förutsätts vara ”inbränd”, dvs. ha passerat det första driftskedet med barnsjukdomar i alla komponenter.

Driften hos oss, med utbildning som huvudsaklig inriktning, blev med nödvändighet mycket intermitterande. En kalkyl av vilken påverkan detta får, tillsammans med relativt nytillverkad utrustning, visade sig förklara nästan hela den stora skillnaden.

Erfarenheten från den fortsatta driften pekade också på en markant ökande MTBF med tiden.

Driftsäkerhet för hiss- och lucksystemet

Försök med datorbaserat felsökningsprogram för hiss- och lucksystemet befanns angeläget. Bara en enda person i underhållsorganisationen vid den bakre centrala underhållsnivån (Göran Ahlqvist) hade samlad kunskap för felsökning i den komplexa kombinationen av hydrauldriven mekanisk hiss med luckor, allt manövrerat via ett elektriskt styrsystem. Vid ett eventuellt skärpt läge för försvaret ansågs detta tillstånd alltför riskabelt. Antalet fel var dessutom alltför litet för att lokal personal skulle kunna bygga upp tillräcklig erfarenhet för felsökning.

Underhållsavdelningen valde då att starta en utveckling av ett datorbaserat felsökningsstöd för den lokala personalen. Projektet kallades för HOLE 860 (HOLE = Hiss Och LuckExpertsystem), och avsåg också att testa den speciella expertsystemtekniken, som var en gren av det nya teknikområdet Artificiell Intelligens (AI). Detta innebar att datorprogrammet ställer ”intelligenta” frågor till personalen, vars svar genererar fortsatta frågor, som av datorprogrammet snabbt ringar in felorsaken till en enskild utbytbar eller reparerbar komponent.

Felsökningsprogrammet implementerades i den bärbara dator, som redan fanns i arsenalen av underhållshjälpmedel i PS-860 (Toshiba 3200). En första rapport om erfarenheterna redovisas i försvarets tidskrift TIFF nr 1/1990 (Se bilaga 2).

Expertsystemtekniken fick av olika skäl dock inget större genomslag i praktiken i detta projekt och avsmnade så småningom.

Ett administrativt dilemma orsakade en hel del bekymmer för underhållet av detta system. Enligt gängse ansvarsfördelning var den hydrauldrivna antennhissen en angelägenhet för FMV, som varande huvudansvarig för radarn. Däremot var schaktet en fast byggnad, och som sådan ingående i Fortifikationsverkets ansvarsområde. ”Porten” till denna ”byggnad” var de hydrauldrivna pansarluckorna, som således var självskrivna objekt för samma myndighet. Styrningen av dessa luckor var däremot tekniskt sammankopplad med styrningen av hissen hydraulsystem.

Sammantaget innebar detta att det datorbaserade styrsystemet plus hydrauliken till både hiss och luckor var tekniskt integrerat, men att ansvaret för underhållet låg under två olika myndigheter med helt skild underhållspolicy!

Bilaga 1 Sid 1 (3)

Metod för beräkning av relativa vikter med parvis jämförelse

Ge faktorerna, som ska viktas inbördes, varsin bokstav **A, B, C, ...**

Lista faktorerna enligt exemplet nedan

Jämför först faktor **A** med faktor **B**:

- Om **A** bedöms viktigare än **B**, ”vinner” **A** den stora bokstaven **B**
- Om **A** och **B** bedöms vara lika viktiga, blir vinsten för båda den andra faktorns lilla bokstav, dvs **A** får **b** och **B** får **a**
- Om **B** bedöms viktigast, ges stora bokstaven **A** till **B**

Upprepa genom att jämföra **A** med **C**, **A** med **D**, osv

Samma procedur upprepas för varje faktor, som jämförs i tur och ordning med varje efterföljande faktor

Räkna sedan ut poängsumman, genom att räkna varje stor bokstav för två poäng och varje liten för en

Kontrollera beräkningen genom att räkna antalet faktorer (n) och total poängsumma (s): $n(n-1) = s$

De relativa vikterna kan sedan uttryckas antingen i procent av totalsumman eller i en betygsskala, t ex 1... 10

EXEMPEL:

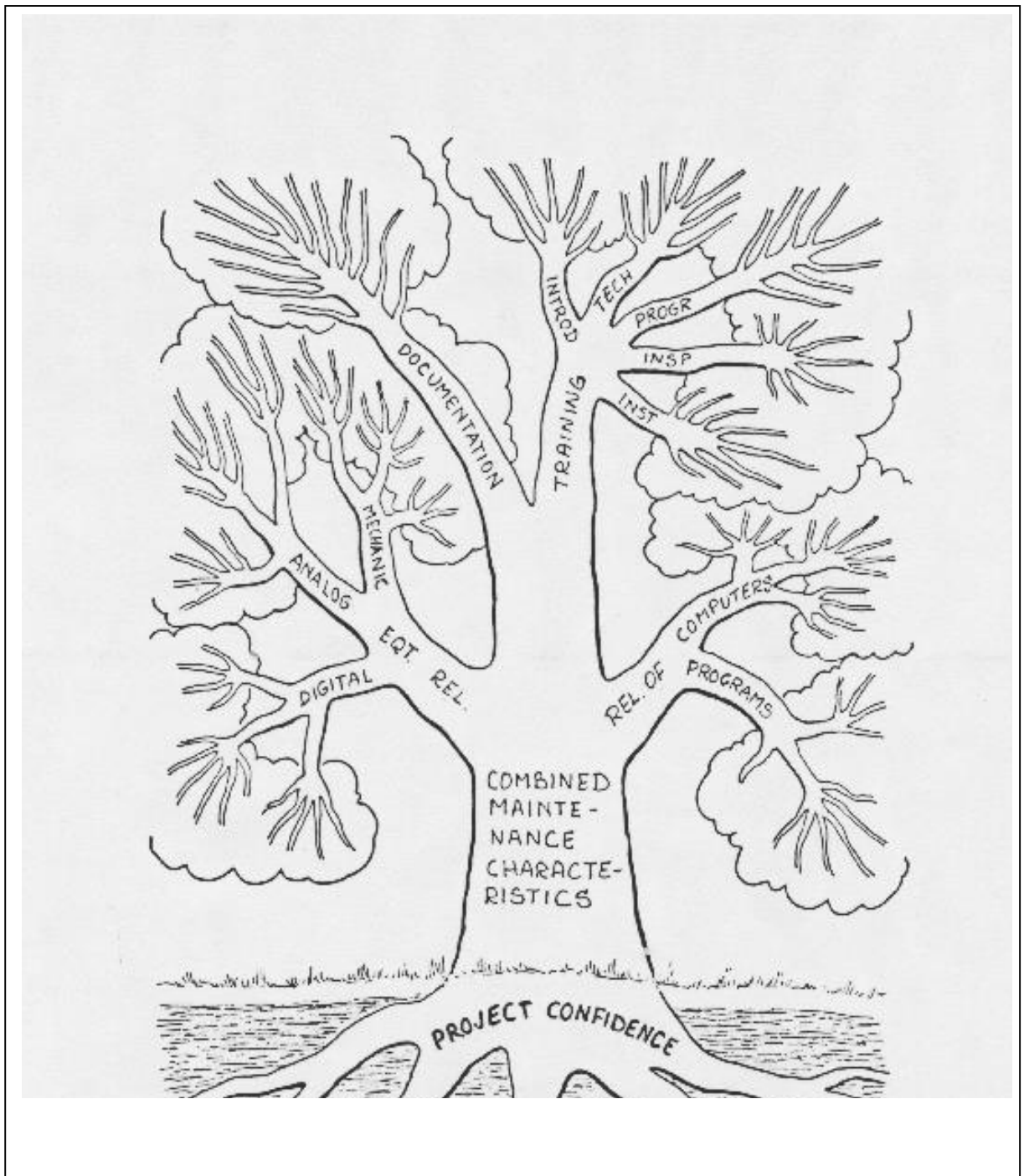
Faktor	Övervikt = stor bokstav Lika vikt = liten bokstav till båda	Poäng: Stor bokstav=2 Liten bokstav=1	<i>Relativa</i> %	<i>vikter:</i> Betygsskala 1...10
A	B C e F	7	23	9
B	D e F	5	17	7
C	B D E F	8	27	10
D	A F	4	13	6
E	a b D F	6	20	8
F		0	0	1
6 st faktorer	Kontroll: $6(6-1) = 30$	Poängsumma = 30	100	

I exemplet anses A viktigare än B, C och F, lika viktig som E och mindre viktig än D.

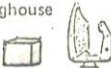


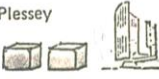
Observera att betyget för F satts till 1, beroende på att faktorn var tillräckligt viktig att över huvud taget tas med i faktorlistan.

Om någon efteråt skulle ifrågasätta rangordningen, kan listan enligt exemplet användas som protokoll, eftersom den lätt kan återge vad man ansåg vid bedömningstillfället.

Bilaga 1 Sid 2 (3)



Bilaga 1 Sid 3 (3)

PS-860 DRIFTSÄKERHET, RESULTAT AV UTVÄRDERING					
FIRMA	MEK, ELMEK	HF, MF	SIGNALBEH	TOTALT	PLAC
Westinghouse 	2,05 2,05 2,06 2,10	1,85 1,30 1,64 2,00	1,55 1,65 1,64 2,00	1,81	4
ITT 	2,40 2,00 2,21 2,10	2,30 2,25 2,25 2,00	2,13 2,55 2,28 2,00	2,24	1
Selenia 	1,90 2,00 1,95 2,00	2,05 1,80 1,95 2,00	2,13 2,10 2,10 2,00	1,99	2,3
Plessey 	2,00 1,58 1,92 1,85 1,60 1,57 1,75 1,35	1,75 1,75 1,82 1,95 1,90 1,75 1,60 1,40	2,30 2,50 2,35 2,00	1,99 1,99	2,3

Uppdaterad 75-06-24

Text: Lars Frennemo, Telub Teknik AB, Arboga
Foto: Rune Ryott, F13

ES860, Expertsystem för radarstation 860



Första kunskapsbaserade systemet för felsökning är nu i drift. Systemet är ett expertsystem och tillhör forskningsområdet Artificiell Intelligens.

□ Ett **kunskapsbaserat system**, eller med ett mera populärt uttryck **expertsystem**, är ett delområde inom forskningsfältet **artificiell intelligens**. Avsikten är att i en kunskapsdatabas kunna lagra kunskap inom ett begränsat område, som sedan via separat program, s k inferensmaskin, kan utnyttjas igen. På detta sätt kan t ex felsökningskunskaper lagras och sedan återanvändas av personal utan denna erfarenhet.

Vilken är målgruppen?

Strilradaranläggning 860 fredsdraft omfattar bara några få anläggningar, medan övriga står i beredskap. Vid ett krisläge räcker alltså inte de fåtaliga tekniker till, som har skaffat sig stora erfarenheter under fredstjänsten. Arbetet med att hålla hindertiderna nere vilar då i stor utsträckning på vämpliktiga, med utbildningen kanske flera år tillbaka i tiden.

Arbetet under fredstid blir i första hand inriktat på utvärdering av systemets pres-

tanda och att få tillgång till de vunna erfarenheterna under drift. Förutsättningarna för en kortare hindertid, när det verkligen gäller, blir då successivt bättre.

Varför PS-860 som första objekt?

Radarstationen PS-860 valdes som första objekt för ett verkligt kunskapsystem av flera orsaker. En naturlig förutsättning var tillgången till en persondator, som redan tillförts anläggningen av andra skäl. Den viktigaste drivkraften var dock att kunskapen om felsökning redan fanns dokumenterad i underhållsföreskriften. Flödesschemat är på 80 sidor, alltså rejält stort, men har ändå ett stort antal alternativ med den för underhållspersonalen föga uppmuntande texten:

TILLKALLA HJÄLP!

Ett ytterligare motiv är bristerna hos det inbyggda testsystemet, kallat ITS (Inte-

grated Test System). Detta ger en grov indikation om feltypen, men inte mycket hjälp med lokaliseringen av felet. Meddelandet från ITS används nu för valet av ingång i startmenyn för ES860, som sedan tar över och frågar sig fram till den mest sannolika boven bland alla möjliga alternativa utbytesenheter.

Data om kunskapsystemet

ES860 är utvecklat i Nexpert Objekt, en flexibel utvecklingsmiljö lämpad för stora kunskapsystem. Den nuvarande kunskapsbasen omfattar ca 1 200 regler, fördelade på ett 50-tal programmoduler. Med tanke på det begränsade arbetsminnet i den bärbara persondatorn, Toshiba 3200, laddas modulerna in från det fasta skivminnet enbart när de erfordras för felsökningen. Endast ett mindre antal moduler finns då samtidigt i minnet.

Fortsatt insamling av erfarenheter

Som tidigare nämnts finns många ofullständiga sökvägar kvar att fylla på med kunskap om fortsatt felsökning. För att täppa till dessa luckor i det nuvarande felsöknings-schemat har programmet försetts med en avslutande fråga till teknikern: Vilken enhet bytte du och vill du förklara varför?

Denna information lagras i en databas, som sedan regelbundet töms för utvärdering. Resultaten från denna ska användas för uppdatering, både för korrigerande av misstag och för fortlöpande utökning av kunskapsystemets förmåga till fellokalisering.

Vad säger förbandspersonalen?

Kunskapsystemet ES860 har varit i drift på en 860-anläggning sedan oktober 1989. De första reaktionerna från personalen rör framför allt systemets långa svarstider.



Ove Svensson (t v) och Stefan Alexandersson felsöker i PS-860 med expertsystemet ES860.

6

Detta tar vi trots allt som ett positivt mottagande, eftersom det väsentliga självklart är kunskapsinnehållet och användbarheten vid felsökningsarbetet. Alternativet är ju sökning i olika dokument efter relevant information, som oftast tar ännu längre tid. Vi arbetar dock med att få ner svarstiderna, som i ett så stort system som detta kan bli irriterande.

Vilka materielområden är lämpliga att fortsätta med?

Den tillämpade tekniken är lämplig att utnyttja inom alla de kunskapsområden, där en överföring av erfarenheter medför fördelar. Detta gäller t ex för de materielobjekt, där vämpliktig personal blir avgörande för driften och där liksom i 860-

fallet materielen i fred har lågt drifttidsuttag eller står i beredskap.

Speciellt viktigt kommer det att bli att tillvarata erfarenheten från äldre personal, när materielen livstidsförsläns. Ofta är ju då de mest erfarna teknikerna nära pensionsåldern och kommer att lämna tjänsten med ett stort kunskapskapital. Ur ekonomisk synpunkt är detta ett unikt tillfälle att återföra kunskapen till det aktuella verksamhetsområdet.

Utvecklingstrend för kunskapsystem

Överallt i vår omvärld håller man på att få upp ögonen för fördelarna med att utnyttja kunskapsystem. Speciellt för diagnosfunktioner har tekniken mognat och håller på att införas på bred front.

Gemensamt för de nya utvecklingsmiljöerna är öppenheten mot t ex databaser. Möjligheten att integrera kunskapsystemen med funktionsbeskrivningar blir då en realitet, kanske tillsammans med utnyttjande av s k hypertext. Detta öppnar också nya möjligheter ur utbildningssynpunkt.

För ES860 fortsätter utvecklingen närmast med att koppla de utpekade utbytesenheterna till en databas. Ur denna hämtas uppgifter om var enheten förrådshålls, förrådsnummer och benämning etc. Självfallet ligger ansträngningar att korta ner systemets svarstider högt på listan. I första hand är det ändå kunskapsinnehållet, som kommer att ägnas det största intresset, med tanke på många års fortsatt anläggningsdrift. ■

TIFF 1/90

Installation, driftsättning och drifterfarenheter

Ingemar Eriksson och Leif Blixt

Installation och driftsättning

Efter leverans av radarutrustningarna från ITT Gillfillan i USA vidtog installation och driftsättning i två hyddor. Den ena hyddan omfattade sändare och transmissionsutrustning och den andra mottagare, digitalprocessor och presentationsutrustning samt störskyddsmanöverutrustning. Hyddorna var framtagna av DIAB i Halmstad och monterades på släpvagnar som tillverkades av Lagab i Laholm.

De två första radarsystemen installerades av SRA i Kista under hösten 1978 och våren 1979 och får betraktas som provinstallationer. I denna ingick även PI 839 och Trafiksystem 860. Driftsättningen av det senare utfördes av Telub.

För installation och driftsättning av de övriga radarsystemen skedde en konkurrens-upphandling där FFV-U i Arboga avgick som segrare. Installationen genomfördes sedan under åren 1980 till 1982 i verkstadsmiljö vid underhållsverkstäderna i Arboga.

Efter installation i hyddor följde driftsättning vid provplatsen ”Fanny Hill” i Arboga som tidigare hade använts för driftsättning av spaningsradar PS-66. Varje system upprättades på provplatsen och genomgick en genomgripande kontroll av att funktionerna var riktiga. Därefter överlämnades systemen inledningsvis till radarövningskompanierna och till de oskyddade så kallade N-platserna i avvaktan på utbyggnad av de skyddade platserna. Vid dessa genomfördes sedan samkörningar för att verifiera att funktionerna för kompletta anläggningar med kraftförsörjning, kylsystem, samband och antennhiss m.m. Samkörningarna pågick under större delen av 1980-talet.

Erfarenheter inledningsvis

Det första radarsystemet levererades till den första skyddade anläggningen med prototyp hiss och mast för att genomgå omfattande teknisk och taktisk utprovning. Detta system avvek från seriesystemen med några nya funktioner såsom JIS (Jamming Influence Sensor), JAE (Jamming Analyses Equipment) och en specialmod DMTI (Digital Moving Target Indicator).

1. JIS-funktionen åstadkoms i huvudsak av programvara i digitalprocessorn och dator HP-1000. En testpuls genererades under radardödtid i varje grupp (1-5) med samma frekvens och faskod som sändpulsens i respektive grupp (med undantag av grupp 1B, där testpulsens fick grupp 2 frekvens så att det möjliga antalet ”träff” skulle bli lika stort i grupp 1 och 2). I grupp 1 och 2 dämpades testsignalen i 10 steg om 4 dB (0-40 dB) i ett bestämt mönster. I de övriga grupperna var testpulserna odämpade. Testpulserna matades in i HF-mottagarens ingång och bearbetades i mottagare och digitalprocessor som ett ”riktigt” radareko. Träffarna för varje dämpvärde registrerades och i HP1000 beräknades en räckvidd i 2,8° sektorer där träff för de mest dämpade testpulserna skulle ge max räckvidd. På PPI i SSMU-stativet presenterades så ett räckviddsdiagram för alla lobar i grupp 1 och lob1-3 i grupp 2. Denna funktion fick ingå i serieutförandet eftersom testpulserna även kom att användas för övervakning av den analoga och digitala mottagaren.

2. JAE-funktionen åstadkoms enbart av hårdvara: En spektrumanalysator monterad i SSMU-stativet och en mottagarantenn placerad ovan jord för att kunna analysera störmiljön när antennhissen var nedsänkt i skydd. Denna funktion beställdes inte till serieutförandet.
3. Utprovningsen av Specialmoders DMTI gav inte förväntat resultat i störd miljö och beställdes inte till serieutförandet.

Detta första system var ett av de sista som överlämnades till FV för drift och underhåll sedan det modifierats tillbaka till serieutförande

Det andra systemet (det första i serieutförande) levererades till F 18 Tullinge där en oskyddad radaruppställningsplats (N-plats) iordningsställdes för att användas av StrilS och FTTS för utbildning av radarförbandens personal i hantering av den mobila radaranläggningen (upprättning/brytning) och den tekniska personalen för drift och underhåll. Kursverksamheten vid F 18 pågick tills flottiljen avvecklades.

Radarsystemet överlämnades sedan som ett av de sista systemen efter viss uppgradering vid central verkstad till flygvapnet för drift och underhåll.

De övriga radarsystemen installerades tillsammans med Trafiksystem 860 och IK-radar PI-839 av FFV Elektronik som också gjorde driftsättningen tillsammans med TELUB beträffande Trafiksystemet.

De fyra första levererades till Radarövningskompanierna vid respektive flygflottilj F 21 i sektor ÖN, F 4 i sektor NN, F 13 i sektor M och F 17 i sektor S för den slutliga utbildningen av Radarkompanierna. Varje Radarövningskompani hade en egen grupperingsplats typ N med förberedda platser för radarvagnarna med sina luftkonditioneringsaggregat, underhållsvagn, radiolänkutrustning och motorelverk för kraftförsörjning.

Något ordnat drifttiduttag blev det aldrig på dessa anläggningar då de värnpliktiga i huvudsak fick träna upprättning/brytning av radarsystemet. Det i stort sett enda tillfället för ordnad drift var vid krigsförbandsövningar, när radarsystemet var ombaserat till en operativ N-plats,

En episod kan omnämnas i detta sammanhang: Vid en stor KFÖ i sektor S hösten 1982, där ett 860-kompani skulle spela en central roll, hade Radarkompaniet omgrupperat och upprättat radarsystemet på en operativ N-plats någonstans i Småland. Vid uppstart av sändaren konstaterades snart en mängd överslag i högspänningslikriktaren och andra delar av högspänningsutrustningen orsakad av ett kylvätskeläckage i en anslutning till TWT. En radaringenjör från FFV Elektronik som befann sig på en närliggande S-anläggning för driftsättning/ samkörning ombads av övningsledningen att komma och hjälpa förbandet med reparationsåtgärder. Han konstaterade snart att det skulle bli ett tidsödande arbete att demontera och tvätta rent alla högspänningskomponenter från vatten/glykolvätskan och avlägsna alla spår och brännskador och ändå inte veta vilka komponenter som måste ersättas. Men han meddelade samtidigt att det vid FFV Elektronik i Arboga fanns en nyligen driftsatt radarutrustning och om övningsledningen kunde utverka tillstånd från FMV att få låna radarvagn 1 så skulle det vara det absolut snabbaste sättet att få radarsystemet i drift. Det här hände på en fredag.

På lördag förmiddag fick Radarsektionens chef vid FFV Elektronik ett telefonsamtal från ”hög nivå” med en förfrågan och önskan om att medverka så att KFÖ skulle kunna genomföras som planerat. Två anställda ”beordrades” ställa upp och göra Radarvagn 1 leveransklar efter en funktionskontroll.

På lördag eftermiddag anlände ett transportfordon från radarkompaniet till FFV Elektronik (efter en resa på cirka 35 mil) och hämtade radarvagnen.

På söndag morgon var radarvagnen uppställd på N-platsen och radarsystemet fullt operativt. Någon vecka senare fick FFV Huvudkontor i Eskilstuna ett brev från en mycket nöjd C F 10 där han uttryckte ett stort tack för gott samarbete.

De resterande systemen levererades sedan direkt till sina respektive skyddade ”hemma” anläggningar på gamla PS-08, PS-65 och PS-66-platser samt några helt nya platser, där driftsättning och samkörning av anläggningarna utfördes av FFV Elektronik/ Telub innan de överlämnades till respektive sektor för drift och underhåll.

Fortsatta drifterfarenheter

När flertalet skyddade anläggningar färdigställdes och driftsattes och avvecklingen av de äldre radaranläggningarna började slutföras togs beslut att fem-sex 860-anläggningar utspridda över landet skulle producera drift för flottiljernas behov för förbandsproduktion c:a 30-40 timmar/vecka. De övriga anläggningarna skulle vara beredskapsställda för att kunna tas i bruk med kort varsel. Ett visst drifttiduttag (någon vecka/år) producerades även från dessa anläggningar främst under övningar.

Erfarna civila radartekniker från nedlagda 08-, 65- och 66-anläggningar med anställning i underhållsorganisationen TSB rekryterades till radarövningskompanierna med placering på de aktuella 860-anläggningarna för att sköta drift och underhåll.

De första åren var driftsäkerheten och tillgängligheten lägre än förväntat, bl.a. beroende på ett oväntat stort felutfall och brist på vissa kritiska reservenheter och reservdelar såsom t ex sändarrör (TWT), högspänningstransformator, bäringpulsgivare, HF-inverter, RF-amplifier (drivförstärkare till TWT). Denna brist medförde att man ibland tvingades ”kannibalisera” i beredskapsställda system. Ny materiel kräver ofta dessutom en viss ”inbränningstid” innan optimal driftsäkerhet uppnås.

Under denna tid fick radarn även utstå kritik från användaren för dålig höjdmätnoggrannhet och stor spridning i höjd från mätning till mätning framför allt på långa avstånd. En undersökning genomfördes på uppdrag av FMV där ett antal radaranläggningar från norra Svealand i söder till nordligaste Norrland skulle göra simultana registreringar av radarplott-data från trafikflyg mellan Arlanda och Kiruna och vice versa. Analysen av erhållna data visade att höjdmedelfelet var av samma storleksordning på samtliga radarstationer samt att spridningen i höjdvärde från övermålning till övermålning var stor på långa avstånd (>150 km). En korrigering för medelvärdesfelet infördes i höjdberäkningsprogrammet i HP-datorns TPC-modul och efter en ny mätning distribuerades nya programdisketter till samtliga PS-860.

För att utjämna drifttiduttaget mellan de olika PS-860-systemen gjordes efter 10-talet år omgrupperingar av radarvagnar och antenner/vridbord så att radarsystem med lågt drifttiduttag skulle användas mera med syfte att göra systemen mer driftsäkra.

Problemområden

1. Sprickor i antennens backstruktur. Åtgärdat efter instruktioner/anvisningar från ITT Gilfillan

2. Pulsgivaren (för bäring) hade låg tillförlitlighet speciellt vid låga temperaturer (under minus 20°C). Problemet löstes provisoriskt på aktuella anläggningar i den norra delen av landet genom att en värmekabel lindades runt pulsgivarhuset och anslöts till 220V under den kallaste tiden av året.
Det var dessutom svårt att få fram dokumentation och reservdelar från tillverkaren (Sequential), som ansåg att enheten skulle betraktas som reservdel i motsats till ITTG som i LCC-beräkningarna ansett att enheten skulle betraktas som reparabel utbytesenhet.
En specifikation på en ny pulsgivare togs fram och efter offertutvärdering inköptes en ersättning från Litton.
3. Kylvätskepumpen arbetar på sin max kapacitet, vilket gör det svårt att balansera flödesmängden i de tre kylslingorna i sändaren.
Åtgärdat efter byte till ny pump (ny tillverkare) med högre kapacitet.
4. Kylig och dragig miljö i Radarhydda 2.
Digitalprocessorn krävde stor luftomsättning pga hög avgiven värmeeffekt (c:a 6 kW). Eftersom den kylda luften in till stativet togs från rummet, måste temperaturen i rummet hållas låg (<18°C) samtidigt som lufthastigheten var hög.
I operatörsdelen av hyddan infördes spjäll i lufttrumman för att kunna styra luftriktningen och i viss mån luftmängden eftersom SSMU-utrustningen hade egen kylning. När sedan de två stora linjära kraftaggregaten för 5V matningen i Digitalprocessorn ersattes med ett switchat aggregat reducerades värmeeffekten med c:a 50% och således minskade även luftomsättningen.
5. Stort felutfall på sändarröret (TWT).
Ett stort antal sändarrör reklamerades på ett tidigt stadium pga att alltför hög jonström (Vac Ion ström) gjorde rören obrukbara. Tack vare bra garantivillkor kunde de allra flesta ersättas utan kostnad för FM.
Efter analys hos Gilfillan/Varian/Hughes konstaterades korrosionsskador i kylslingan för TWT stomme (body). Detta orsakat av ett konstruktionsfel (bl.a. olämpligt material) i kylsystemet.
Åtgärdat genom utbyte av samtliga slangar av gummi till slangar av teflon, samt införande av en utrustning som ger ett litet kvävgasövertryck i kylvätsketanken för att förhindra att kylvätskan syresätts.
6. Många TWT av fabrikat Varian hade en benägenhet att självsvänga vid vissa frekvenser i den övre delen av frekvensbandet (dvs i någon/några av de lägre loberna) efter sändpulsens slut. Denna signal läckte in i HF-mottagaren som en CW-störning med varierande amplitud och varaktighet under ”lyssningstiden”. Resultatet kunde ses vid LOG-video presentation på SSMU-stativets PPI som ljusa streck (”ekrar”) från centrum och ibland ända ut till max räckvidd samt att SVAK-ringen i vissa lober blev väldigt flikig. Detta kunde i värsta fall leda till att ekon i aktuella lober kraftigt undertrycktes eller att ett ekos träffbild vid övermålning varierade och gav stora variationer i höjd från antennvarv till antennvarv.
7. Varian var till att börja med helt oförstående till problemet eftersom man inte hade hört talas om eller sett något liknande hos andra TWT-användare. Man skickade så småningom, sedan man missat två tillfällen att få sälja nya reservrör, en av sina TWT-konstruktörer (Bob Giebler) för att på plats verifiera ”fenomenet” som kom att kallas ”the spoking problem” (spoke=eker). Det tog sedan ytterligare c:a fem år och ett antal besök på några olika 860-anläggningar, med i något fall prov med flera rörindivider, innan konstruktören hade en lösning på ”the spoking-problem”. Sedan början av 2000-talet finns bara en tillverkare (Varian) av denna typ av TWT.

8. Stort felutfall på högspänningstransformatörer (HV-transformer). Ett antal transformatorer med kortslutning pga överslag och/eller med isolatorer som exploderat skickades till tillverkaren (Axel) för undersökning/reparation. Axel tog fram en modifiering som innebar att ledningarna från alla tio sekundärlindningarna till respektive isolator fixerades bättre. FMV:RESMAT ombesörjde sedan att samtliga trnsformatörer succesivt skickades till Axel för modifiering. Situationen blev bättre, men en och annan havererade även i fortsättningen. När Axel uppköptes av ett företag i Long Beach försämrades kvaliteten påtagligt och situationen blev näst intill ohållbar. Gilfillan lyckades hitta en annan tillverkare och situationen har förbättrats.
9. Stort felutfall på HF-inverter. Någon gemensam felorsak har inte konstaterats, men bevisligen har i några fall kraftiga störningar på 380V-nätet förorsakat problem i invertern. När anläggningen har kraftförsörjts av sin ”reserv”-kraft har funktionen varit säkrare. En nyutvecklade och mindre störcänslig inverter offererades av Gilfillan, men kostnaden ansågs alltför hög och utbytet blev inte av. Eftersom bara en reservenhet anskaffats har man ibland tvingats ”kannibalisera” i system som för tillfället inte används.
10. Överhörning/störningar i HF-mottagaren. Pga. bl.a. stora temperatur variationer och vibrationer uppstod utmattningssprickor i lödförbindningen mellan koaxkontakter (SMA) och styva (semi-rigid) koaxledningar med överhörning och störningar som följde. Detta har varit ett stort problem ända sedan utprovningen. En ny typ av koaxledning som inte hårdnar på samma sätt vid åldring anskaffades och i stället för lödda SMA-kontakter användes kontakter för klämning. Med något få undantag byttes alla semi-rigid koaxer.
11. JIS-funktion. (Se även avsnitt Installation/Driftsättning: JIS-funktion). En Pindiod switch infördes i signalvägen för testpuls (JIS-puls) och ”öppnades” bara under denna puls. På så sätt minimerades brustillskottet och förhindrades brusvariationer under ”radarlyssningstid” orsakad av dämpningsändringarna i den digitalstyrda HF-dämparen.
12. Låg tillförlitlighet på kringutrustning till HP-1000.
13. Ett PC-baserat system infördes som ersättning för Bandspelare, Formatterare, Elskrivmaskin och interfacekort
14. Hög felintensitet och låg verkningsgrad (20-25%) på de stora kraftaggregaten för 5V, 300A. De båda linjära aggregaten, kopplade som ”master-slave”, ersattes med ett switchat kraftaggregat. Denna modifiering minskade också värmeavgivningen med c:a 50%.
15. Specialkomponenter på A/D-omvandlarkorten klarade inte av den höga värmeavgivningen från 5V-aggregaten och hade dessutom slutat tillverkas. De fyra A/D-korten ersattes med nya kort som var mer värmetåliga.

Modifieringar

1. Utbyte av kylvätskepump och införande av kvävgasövertryck i värmeväxlare.
2. I antenn och vridbord utbyte av pulsgivare och omkabling i Junctionbox samt tätning av kabelgenomföringar i Junctionbox och inmatning av torrluft för att minska risken för korrosion i kopplingslådan
3. I HF-mottagare, utbyte av Lågbrusförstärkare pga av reservdelsbrist, införande av Lågbrusförstärkare och Digitalstyrda HF-dämpare för anpassning/kalibrering av SEBA
4. I datorstativet, utbyte av kringutrustning (Kennedy-bandspelare, Datum-formatterare med två interfacekort och GE-elskrivmaskin) till datorsystemet HP-1000 till ett PC-

baserat system

Installation av interface för ITS och SEBA i HP-dator

5. Ändring av lamp- och knappindikeringar enligt TUStril anvisningar på SSMU. Införande av fjärrmanövrering (Hiss: Upp-Ner; Sändning: Till-Från mm)
Införande av interfacekort för överföring av statusinformation till Central.
6. I Mottagare/Digitalprocessor utbyte av 5V-aggregat. Två linjära krafterheter (Master och Slave) ersattes med ett switchat 5V-aggregat. Införande av Velocity Offset MTI
Utbyte av A/D-omvandlare pga hög felintensitet och utgångna komponenter.
7. I Kraftstativ/Ventilationskanaler monterades ett termostat för styrning av huvudkontaktorn monterades i frånluft-kanalen med bryttemperaturen inställd på 55°C. Detta efter ett fel på en av förbandens N-platser där luftkonditionerings-aggregatet (Kyl oVent) matade in max varmluft. Radarhyddorna skulle alltid förses med torr tempererad luft även när ingen verksamhet pågick.

Händelser/Tillbud

I en S-anläggning som var i drift skulle bl.a. radarutrustningen förevisas för några besökande. Man hade tagit bort den stora luckan på sändarstativet och förbikopplat säkerhetskretsarna så att sändaren ändå kunde köras. Radarteknikern pekade ut var det fanns högspänning (c:a 45kV) och råkade komma för nära med fingret med överslag som följd. Han blev omtöcknad och chockad och fördes genast till sjukhus för vård. Där fann man inga andra skador än ett brännsår på en tå, men han fick ligga kvar för observation några dagar.

Ett liknande tillbud hände när Varians chefskonstruktör för vandringsvågrör (TWT) och deras representant i Sverige besökte en radaranläggning för att med egna ögon se det s.k. ”spoking”-problemet och se om det kunde påverkas med ändring av magnetfältet. Det innebar att sändarens skyddslucka måste tas bort och skyddskretsarna kortslutas. Författaren föreslog att vi skulle rigga upp ett skydd framför sändaren så att ingen olycka skulle hända, men det avvisades bestämt då han väl visste riskerna med högspänning. Det gick bra flera timmar och när jag var i hydda 2 en stund på kvällen såg jag att sändaren slogs ifrån. Jag gick över till hydda 1 igen och fick bara besked att man var klara för dagen och ville åka in till hotellet.

Varianrepresentanterna var påfallande tysta under resan in till stan. TWT-konstruktören försvann genast upp på sitt rum och ville inte äta något på kvällen. Vi andra två gick in i hotellets matsal och där fick jag veta vad som hade hänt: I ett ögonblick av oförsiktighet hade han kommit för nära någon högspänningsförande del och ett överslag var faktum. Han hade vägrat att uppsöka sjukhus för kontroll och ville bara återvända till hotellet.

Ett annat tillbud inträffade under underhållsarbete ute på en skyddad anläggning. Antennens hydraulutrustning skulle ”motioneras” genom att antennens övre halva skulle vikas ned och sedan upp igen. Nedvikningen började normalt och antennhalvan lyfte från sitt ändläge. Men när dess tyngdpunkt hamnade utanför gångjärnsleden föll den okontrollerat och slog med full kraft i vridbordet. Lyckligtvis kom ingen person till fysisk skada, men de materiella skadorna blev omfattande. Haveriorsaken var att hydrauloljan på hydraulcylinderkolvens ena sida, den som skall bromsa nedvikningen, hade läckt ut tillbaka till oljetanken.

För att minska risken för liknande haverier har föreskriften kompletterats med ett moment där man förvissas sig om att hydraulcilindern är fylld med olja.

Antennmast och antennhiss

Göran Ahlqvist

Allmänt

Redan tidigt i den militära radarhistorien har man försökt maskera eller skydda väsentlig materiel. Vad avser radarutrustning är det speciellt antensystem som är utsatta eftersom de är stora och svåra att skydda. För radar med lång räckvidd måste antennen dessutom sitta högt för att få fri sikt över hindrande terräng samt att verkan av jordens rundning snabbt gör sig märkbar.

Redan på 1960-talet fanns funderingar i Sverige på radar som skulle kunna tas ner i skydd vid behov. De tidigare radartyperna av typ spaningsradar hade stora antenner. PS-08 och PS-66 var riktiga bjässar. Vid ett krisläge fick man nog räkna med att livslängden blev mycket kort eftersom en aktiv radar är en kraftig ”fyr” för en målsökande robot. Även en radar som är igång utan att sända kan stråla så mycket att den kan detekteras. De äldre radarantennerna var svåra att skydda även mot flygangrepp.

I och med planeringen av PS-860 systemet med dess lilla men effektiva antenn fick man möjlighet att utveckla ett system som skulle få plats med även antennen i skyddat utrymme. Vid tecken på anfall skulle antennen ganska snabbt kunna gå i skydd vid fara.

Under 1970-talets senare hälft byggdes en prototypanläggning enligt konceptet att även antennen snabbt kunde tas ner i ett bergrum vid risk för anfall. Öppningen uppåt skyddades med hydrauliskt manövrerade ställuckor.

Man hade även långtgående planer på att bygga en rundstrålande ”larmradar” som skulle varna för inkommande robot- eller flyganfall mot 860. En funktionsmodell byggdes, men funktionen var så dålig att projektet skrinlades i ett tidigt skede.

PS-860 olika mastalternativ

Antennenheterna kan utan ändring användas i olika konfigurationer av mast enligt nedan.

Antennenheten till PS-860 kan användas enligt något av nedanstående driftlägen.

- Tripodmontage vilket innebär att antennen med vridbord monteras i marknivå på en trebent ställning. Har inte använts praktiskt i Sverige.
- En monterbar fackverksmast, Konrad, som användes mest för att kunna använda radarsystemen under uppbyggnadsskedet innan berganläggningarna blev klara. Tiden mellan den först byggda berganläggningen och den sist byggda var över tio år. Antennen kan vinschas upp i masten med hjälp av en i masten fast monterad dävert (en sorts kran). Denna typ av mast används numera endast på en anläggning eftersom den saknar bergrum. Med hänsyn till besiktningstvång m.m. av hissordningen används normalt inhyrd mobilkran vid de tillfällen då antennenheten skall tas ner. Masten benämndes oäkta Konrad.
- En hissbar mast, som är det normala driftfallet. Det innebär att hela masten med tillhörande antenn kan sänkas i skydd under ställuckor. Hela förloppen upp för spaning eller ner i skydd sker med automatik.
Det byggdes en prototyp för utvärdering. Med erfarenheter från den byggdes sedan en smidigare variant som serie.

Antennsystemet

Antennen är monterad på ett vridbord som med tillhörande två drivmotorer och bärings- samt lutningsgivare och är utformad som en fristående enhet. För att möjliggöra transport är antennen vikbar. Vikningshydrauliken är även monterad på vridbordet. Total vikt av antennenheten är c:a 2000 kg. Radar PS-860 är från början avsedd att vara transportabel. Vid transport används ett specialfordon, ”antennsläpet”, som är utrustat med en hydraulkran (HIAB) för hantering. Antennsläpet dras av en terrängbil av typ TGB 40 som även förser antennsläpets kran med tryckolja. Plats finns vid S-anläggningarna (bergrum) att komma fram med antennsläp med tillhörande lastbil för att montera eller demontera antennenheten.

Antenn med tillhörande vridbord är konstruerat i USA och inköpt i samband med radarn. Antennen är av liknande typ som US Navy bl.a. använder på sina hangarfartyg, även de nyaste. Antennen har ingen reflektor utan är av typ dipolmatta bestående av 72 slitsade vågledarpipor som matas individuellt via en fördröjningsledning i form av en serpentinvågledare. Med detta arrangemang erhålls en utgående antennlob vars elevation kan styras i höjddled mellan 0 och drygt 25 grader beroende på vald sändarfrekvens. Man får även en oönskad skelning i bäringsled beroende på frekvens. Den kompenseras bort i bildbehandlingen.

Antennen drivs av två asynkronmotorer av normal typ vardera c:a 3 hp. Den roterar med 6 varv per minut. Bäringsavtagningen sker med en pulsgivare som ger 4096 pulser per varv plus en referenspuls. Dessa signaler sänds till radarn som balanserade signaler för att undvika att påverkas av störningar. Förutom bäringsinformation erhålls information om antennens lutning i x- och y-led. Den klarar att mäta +- 5grader. På ett fartyg är det säkert en nödvändig funktion, för oss har den mest ställt till besvär. Skakningar i antennen har vid blåst ibland uppfattats som att antennen lutar åt olika håll. Även vibrationer från växellådan kan påverka. Masten är så pass styv att funktionen upplevs som överkänslig. Den kan för övrigt kopplas bort. Vridbordet är även utrustat med elektriskt manövrerade bromsar för att möjliggöra att antennen kan stoppas och låsas i rätt nertagningsbärning. Bromsarna manövreras av radarns digitalprocessor som ger stoppkommando och sedan via dubbla brytare övervakar stoppläget. En brytare ger signal till radarn och den andra direkt till styrsystemet som extra säkerhet. Bäringsnoggrannheten för nertagning är +-2 grader. Funktionen är nödvändig vid hissbar mast.



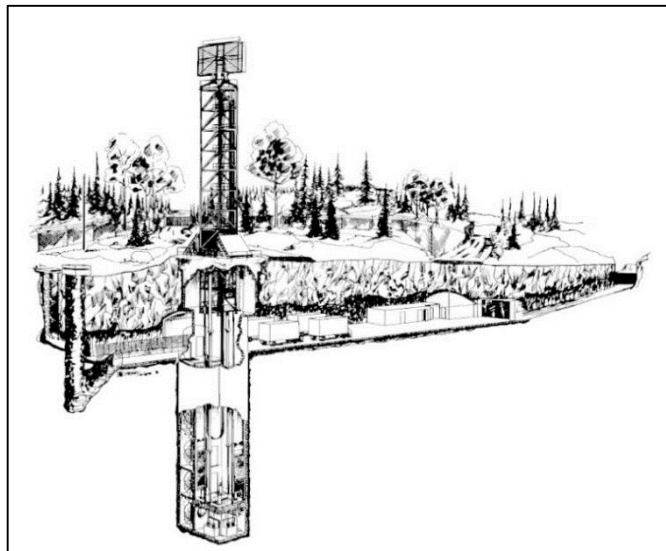
Tripodalalternativet är inte mycket att orda om eftersom det inte användes i Sverige. Fem tripoder inköptes. De har använts vid utställningar av PS-860. Tripoden står löst på marken och har ställbara fötter för att kunna justeras i vågrätt läge.

”Konradmasten” består av en ostagad byggbar mast med två meters sida, normalhöjd 20 m. Den är i toppen försedd med en balkong för att möjliggöra tillsyn på antenn och vridbord. Dessutom är den utrustad med en dävert (kran) som möjliggör upphissning och positionering av vridbordet mot mastens upplag vid montering. På senare tid har man mest använt mobilkran. Masttypen används endast vid en anläggning eftersom den saknar bergrum. Masten är fastbultad på en gjuten betongplatta.

Den hissbara masten är den normala typen av mast till PS-860. När man på 1970-talet började projektera för möjlighet att ta ner en radarmast i skydd var det många problem som måste lösas. Man satsade på att bygga en prototypanläggning för att få nödig kunskap. Själva anläggningen med tillhörande värme, kyla, skalskydd mm utfördes av FortF (Fortifikationsförvaltningen, numera Fortverket) medan hisssystemet upphandlades av FMV (Försvarets Materielverk). Redan där ställde man till problem genom olika myndighetskulturer som sedan hängt med till nutid (2011). Problemet har varit att FortV och FMV ibland haft olika åsikter om bl.a. underhåll och utbildning av personal. Luckorna som skyddar antennen ägs tillsammans med tillhörande hydraulik av FortV medan styrsystemet som ägs och underhålls av FMV styr både luckor och masthiss.

Prototypanläggningen

Som tidigare nämnts var det mycket obruten mark som skulle forceras. Hela konceptet var nytt. Man valde att masten skulle ha en lyfthöjd på 26 m. Masten skulle ha en ”snabbnertagningsfunktion” och en mera lugn nertagning som normalt. Masten skulle lyftas med hydraulik. Den skulle styras av gejdtrar ingjutna i schaktet. Masten skulle kunna tryckas fast i schaktet så att den inte stod och svajade i blåsten. Hela systemet skulle normalt manövreras från radarn med upp- respektive nerkommando och även styras manuellt vid service och underhåll.



Prototypanläggningens principiella utförande

Systemet skulle automatiskt utföra en hel sekvens som vid uppkommando inbefattade att öppna luckorna, hissa upp antennen och stänga luckorna till hälften mot masten i ett s.k. vädertätningssläge. Vid nertagning blev sekvensen beroende av att radarn parkerade antennen i rätt bäring före nertagning. Luckorna öppnades, masten började nerfärd först då radarn stoppat antennen i rätt nertagningsbäring. Då masten var nere stängde luckorna. Mast på väg upp, mast uppe respektive mast på väg ner eller mast nere kvitterades till radar då kommandot var utfört. En statuspanel i vagnhallen med ett hundratal kontrollampor fullbordade övervakningen. Det bör nämnas att anläggningen alltid skulle vara bemannad med teknisk personal vid drift av radarn. Man hade funderingar på att antennen skulle ha två hemmalägen,

d.v.s. 0 grader eller 180 grader för att vinna tid vid snabb nertagning. Man nöjde sig dock med en nertagningsbäring. Man bestämde att masten skulle vara kvadratisk med 3m sida.

FortF löste sin del på följande sätt

Man sprängde ett hål i berget, drygt 40 m djupt. Längst ner i botten byggde man ett maskinrum för hissens hydraulik, läns-pumpar mm. Sedan byggde man på taket till maskinrummet ett kvadratisk hiss-schakt av prefabricerade betongelement av typ brunnsringar. Schaktet är c:a 4 m invändigt. Högst upp är schaktet bredare för att få plats med antennen. Det är så konstruerat att antennen får plats både framlänges och baklänges. Man kom dock endast att använda en riktning. Över antennplanet anordnades två ställuckor som skalskydd. Vagnhallen med radarn är belägen på ungefär halva schakthöjden och alldeles bredvid schaktet. För att komma ner till hissens maskinrum finns en öppen spiraltrappa utanför schaktet.

För att manövrera luckorna konstruerades två hydraulaggregat, ett för varje lucka. Hydraulaggregaten är placerade i ett maskinrum bredvid vagnhallen. Ett kontaktorskåp i maskinrummet styr luckfunktionen. Hissens styrsystem är övergripande och ger upp- eller nerorder till luckornas kontaktorskåp som kvitterar till hissens styrsystem när uppdraget är utfört. Varje lucka har ett antal lägesgivare för kontroll av läge. Dessutom finns en kontaktlist i den kanten på respektive lucka som stänger mot masten. Den används som nödstopp om luckorna skulle gå mot masten. FortV fick även ansvar för klimatet i berget.

FMV löste sin del på följande sätt

FMV tog hjälp av en konsultfirma i Malmö, ”Hiss och krankonsult i Malmö AB” i fortsättningen benämnd ”HKM”. Innehavaren Kjell Hansson hade tidigare gjort jobb åt FMV. Tidigt bestämdes att det skulle vara en hydraulhiss. Sveriges då största tillverkare av industrihissar av hydraultyp var ”Bildeve” i Munka Ljungby som antog utmaningen att tillsammans med HKM bygga en prototyp. De hade dock inte byggt en hiss med så stor lyfthöjd förut. Bildeve var som namnet antyder en firma som ursprungligen även bl.a. sålde bilar. Hissdelen av företaget flyttade så småningom till Alvesta c:a två mil väster om Växjö och fick namnet ”Devehissar”. Företaget köptes så småningom upp av det Schweiziska företaget Schindler men det är en senare historia. Masten konstruerades av HKM som en stålörskonstruktion, kvadratisk med tre meters sida. Den är delad i en bottendel, en mittdel och en toppdel. Varje del är helsvetsad. Bottendelen är i över- och underkant försedd med styrningar som löper mot gejd-rar av rundstål som är ingjutna i schaktet. Precisionen är hög. Spelet mellan styrningar och gejd är mindre än en millimeter över mastens hela lyfthöjd som är 26 m. De tre mastdelarna är förbundna med varandra med flänsade bultförband.

Masten lyfts med hjälp av två 4-steps hydraulcylindrar som är synkroniserade med hjälp av kedjor så att alla fyra steg i varje cylinder rör sig lika fastän de har olika area. Det innebär att masten håller konstant hastighet. Även cylindrarna har styrgejd-rar. Toppdelen avslutas högst upp med ett s.k. armkors som bär upp fästet till antennens vridbord. Mastens gejdstyrningar är på mastens ena sida monterade på korta hydraulcylindrar, s.k. tryckdosor. De gör att masten kan fixeras i toppläget så den inte svajar. Eftersom man var ute på okänd mark infördes även ett system för att hålla hydrauloljan i cylindrarna varm för att ha kontroll på viskositeten. Det blev väldigt komplicerat och funktionen togs tidigt bort efter det visade sig att den inte behövdes. För att avlasta hydrauliken är masten försedd med ett motviktssystem som reducerar nödvändig lyftkraft till cirka 5 ton. All hisshydraulik är uppbyggd med Deves standardkomponenter utom hydraulcylindrarna som är längre. Man hade inte gjort någon så stor hiss förut. Masten vilar på fyra kraftiga oljedämpade buffertar (stötdämpare) i då den är nere. Då den är uppe ställs den på utfällbara spärrar (utan stötdämpare).

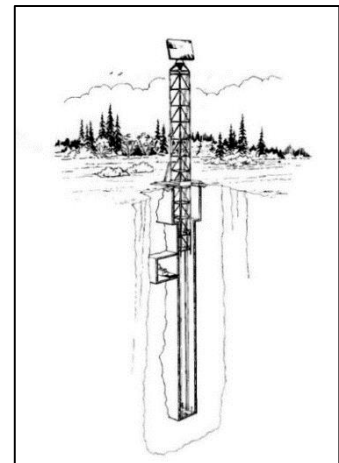
Lyftsystemet består av fyra hydraulpumpar som startas i sekvens. Tillsammans med var sin startventil erhålls en mjuk start. Då masten kommit i närheten av sitt övre läge stoppas en pump i taget och den sista pumpen fortsätter sakta med hjälp av en öppnad överströmningsventil till toppläget där den bromsas av två buffertar och stoppas av en gränslägesbrytare. För att styra hissen konstruerade HKM ett reläskåp som blev placerat i maskinrummet under masten. Som aktiva komponenter i relälogiken användes små 220 V kontaktorer med som mest 8 växlingsfunktioner. Alla yttre signaler från givare drogs till skåpet där de anslöts till plintar. Systemet var mycket svårjobbade vid fel. Antalet kontaktorer var över 150 stycken som var tätt monterade i skåpet förbundna med korta kablar. Läggs även till att man fick ta den öppna spiraltrappan med cirka 140 steg ner till maskinrummet. Första åren fungerade systemet ganska bra, men så småningom började allt flera kontaktorer gå sönder.

Anledningen till att de gick sönder allt oftare var att luftfuktigheten var alldeles för hög i maskinrummet. Trots påpekanden blev det inte bra. Största problemet blev så småningom att kontaktortypen inte längre gick att få tag på. Typ av fastsättning och storlek gjorde det så gott som omöjligt att hitta ersättning. Problemet blev akut i början på 1990-talet. Då gick det åt mellan 10 och 15 kontaktorer om året. Beslut togs att riva hela kontaktorlogiken och ersätta den med ett PLC-system, en styrdator, av samma typ som serievarianten av hissen haft från början. Styrdatorn placerades uppe i samma plan som vagnhallen. Reläskåpet i hissens maskinrum blev därmed degraderat till kopplingskåp. Efter modifieringen har styrsystemet gått i stort sett felritt i snart 20 år. Den gamla statuspanelen i vagnhallen behölls och informerar om aktuella hiss- och lucklägen. Prototypanläggningen är fortfarande körbar och används ännu år 2011.

Mastens höjdläge i schaktet indikeras med hjälp av en kedjedriven centrallägesställare med 14 nivåbrytare. Den ingår även som en viktig del i styrfunktionen.

Serieversionen av antennhiss 860

Under sent 1970-tal påbörjas serieversionen av antennhiss 860. Med erfarenhet av prototypanläggningen konstruerades serieversionen som skiljer sig ganska mycket från prototypanläggningen. I ett gemensamt maskinrum innanför vagnhallen samsas både antennhissens och luckornas hydraulaggregat och styrfunktioner. Luckorna är av en helt ny konstruktion. Styrsystemet är gemensamt för hiss och luckor och är datoriserat (PLC). Masten är smälare.



Omkonstruktion av luckorna

En helt ny konstruktion av luckorna gjordes. I motsats till prototypens två motstående luckor gjorde man en tredelad konstruktion med luckorna i en rad. Dageröppningen är något mindre, möjligheten att ta ner antennen i mer än en bäring togs bort. Den mittersta luckan täcker precis mastens plats. Sidoluckorna är olika stora eftersom antennen är osymmetrisk. Endast sidoluckorna har var sin hydraulcylinder. Mittluckan "rider" på sidoluckorna som alltså gemensamt lyfter mittluckan. Då alla luckor är fullt öppna kan mittluckan spärras i öppet läge av en egen hydraulcylinder. Masten kan då köras upp. Med spärrad mittlucka kan sidoluckorna stänga på var sin sida om masten. Ett golv i masten på rätt höjd tillsammans med stängda sidoluckor ger en "vädertätning" runt masten. Gummiläppar på mast och luckor fullbordar tätningen. Luckorna väger tillsammans ungefär 15 ton och har ingen

motviktsfunktion som masten har. Pumparna måste alltså lyfta hela lasten vid öppning. Även stängning kräver nästan lika stor effekt eftersom de trycks ner med strypt returoljefflöde. Ett antal tryck- och lägesgivare styr via PLC så att funktionen blir riktig.

Ett hydraulaggregat av en helt ny typ används. Konstruktionen var gjord av ”Gustaf Terling AB” ett företag i Göteborg som var känt av FortF. Hydraulaggregatet är försett med tre hydraulpumpar för öppningsfunktionen. Två med motoreffekt på 22 kW och en på 15 kW. Pumpmotorerna är direktstartade och startas i sekvens för att inte döda elnätet, speciellt vid drift på reservkraft. Dessutom finns en tryckhållningspump med en motoreffekt på 0,25 kW. Den ser till att det alltid finns ett litet övertryck i systemet för att förhindra att luft kommer in i systemet.

Med den givna konstruktionen måste sidoluckorna röra sig synkront både vid öppning och stängning. Eftersom sidoluckorna har olika storlek och därmed olika vikt används en s.k. flödesdelare som ser till att samma mängd hydraulolja levereras till de båda lyftcylindrarna. Flödesdelaren består av två axialkolvpumpar, en i varje cylinderkrets, med drivaxlarna hopkoplade. Hydraulaggregatet har även ett antal hydraulventiler, tryck- och tempgivare.

Lyftcylindrarna består av två dubbelverkande enheter, en för varje sidolucka. Hydraultrycket uppgår maximalt till 140 Bar och kontrolleras av överströmningsventiler. Luckorna styrs av mastens PLC-system (PLC = Programmable Logical Controller) som styr motorer (pumpar) och ventiler med ledning av insignaler från lägesgivare som är monterade i anslutning till luckorna. Hastigheten på luckorna, exempelvis insaktning vid ändläge sker bl.a. genom att välja antal pumpar. På grund av lite tvivelaktig funktion på gränslägesbrytarna vid öppen lucka får den minsta pumpen gå och trycka luckorna i öppet läge så fort masten skall röra sig. Det innebär en uppvärmning av oljan med c:a 15kW värmeeffekt. Oljemängden i luck-systemet är drygt 1000 liter. Med så stor oljemängd slipper man oljekylare. Verkningsgraden är nämligen låg. Aggregatet har på senare tid försetts med en nödkörningsfunktion som möjliggör manuell stängning av luckorna om automatiken strejkar. I det läget stängs PLC-n av och man kan manuellt manövrera vissa hydraulventiler med den minsta pumpen som tryckgivare. Det finns en speciell föreskrift som man måste följa till punkt och pricka för att inte förorsaka olyckor, (15 ton luckor).

Efter några år och sju återstående anläggningar att bygga tröttnade FortF på tillverkaren av hydraulaggregaten som hade svårt att få det att fungera som det var tänkt. Bland annat var det återkommande problem med oljeläckage. En ny upphandling gjordes och då med ett annat koncept. Luckmekaniken ändrades inte. Firman som tog anbudet var Zander & Ingeström AB i Stockholm.

I stället för tre pumpar blev det en konstruktion med en stor pump med inbyggd tryckregulator som tillsammans med en elektriskt styrd ventil reglerar oljeflödet till lyftcylindrarna. Även här används flödesdelare för att synkronisera luckorna.

I övrigt har den nyare typen av hydraulaggregat samma funktion som den äldre. Pumpmotorn är på 45 kW som kortvarigt överlastas till 55 kW vid lucköppning. För att begränsa startströmmen används en släppringad motor med tillhörande startapparat. Det finns även en reservpump som kan användas för manuell nödstängning Motoreffekten är 15kW. Denna pump fungerar även som tryckhållningspump och ser tillsammans med en tryckvakt och en ackumulator till att ett tryck på 4 Bar alltid finns i systemet. Detta för att förhindra att luft kommer in.

PLC-systemet styr luckorna och hissen tillsammans. Hastigheten på luckorna styrs av PLC via ett styrkort som ger önskat oljeflöde vid de olika delarna av sekvensen.

Två tillbud med luckorna på olika ställen i landet inträffade på 1990-talet då en sidolucka i båda fallen kom fel i förhållande till mittluckan i det läge då de låste ihop sig vid stängning. Resultatet blev båda gånger krökta gångjärn. Våldigt dyrbara reparationer. För att förhindra en upprepning konstruerade FFV en övervakningsutrustning som kontrollerar att luckorna är i rätt läge då de stängs. Den funktionen har förhindrat haveri några gånger sen dess. Avviker luckorna från rätt stängförlopp utlöses nödstopp alldeles innan att luckorna låses tillsammans. Nödstoppet kan bara hävas på plats.

De anläggningar som har ”terlingaggregat” och skall finnas kvar med ny radar (PS-861) får dessa utbytta till samma typ som de av senare typen (Z-I) under 2010. Därmed utgår system ”Terling” (De gröna aggregaten).

Mast och tillhörande hiss i serieutförande

I serieutförandet av 860 hiss är alla anläggningar lika utom att mastlängden och därmed lyfthöjden skiljer. Masten är kvadratisk med 2m sida utförd av 4-kantrör. Masten består alltid av en bottendel och en toppdel. I detta utförande blir lyfthöjden 16 m. Där högre lyfthöjd erfordras kompletteras masten med en mellandel som finns i jämna 2 m intervall mellan 2 och 10 m. Alla längder mellan 16 och 26 m lyfthöjd finns. Observera att man inte i efterhand kan välja mastlängd, den är bestämd vid bygget. Varje mastdel är helsvetsad. Hisschaktet är betydligt smalare än för prototypen, ingen yttre trappa utan kommunikationen till schaktbotten sker inom schaktet med hjälp av stegar i masten och stegar på insidan av schaktväggen. Masten är konstruerad av HKM och tillverkad av Eksjöverken AB.

Masten är försedd med ett motviktssystem med två motviktskorgar innehållande vikter i form av järnplattor. Korgarna hänger i vajrar med brytrullar i schaktet och på respektive korg. Motvikterna är utväxlade så de går halva sträckan i förhållande till masten. Tack vare motviktssystemet räcker det med c:a 5 ton för att hantera masten.

Masten lyfts av två enkelverkande 4-steps hydraulcylindrar som är tillverkade på Deve´s fabrik i Alvesta. Vardera cylinder är försedd med en synkroniseringsdel med kedjor som tvingar varje cylindersteg att gå lika fort trots olika kolvarea. Masten styrs i schaktet av ingjutna gejd-rar. Även lyftcylindrarna är styrda av särskilda gejdrar för att de inte skall vika ihop sig. All styrning av masten sitter på bottendelen och består av glidskor av ett plastmaterial. Avståndet mellan undre och övre styrningar är cirka 9 m. Masten styrs med stor precision. Spelet skall vara mindre än 1 mm (justerbart) mest för att inte ta i sidoluckorna. Då masten har nått sitt toppläge fälls två nedfartsspärrar ut som masten sänks ner på. För att masten inte skall stå och svaja, spänns den fast i schaktet. Glidskorna som styr masten är på den ena sidan masten är rörliga och försedda med egen hydraulik som aktiveras och stabiliserar masten genom att spänna fast den med stor kraft i schaktet. Både mastens och lyftcylindrarnas gejdstyrning har särskild smörjning med en olja vars konsistens liknar sirap.

Några tekniska data:

Mastens vikt exkl. antennenhet är beroende på anläggning och längd	max 14 845 kg
Lyfthöjd beroende på anläggning	16 – 26 m
Max tillåten vindhastighet	44 m/s
Max utböjning vid 15m/s	0,1 grad

Max vridning vid 15m/s	0,05 grad
Normal hastighet upp	0,7 m/s
Normal hastighet ner	0,7 m/s
Hög hastighet ner	Ingen uppgift
Mastsektionernas höjd:	
Hisskorgsdel (bottendel)	8,45 m
Mellandel 2m intervall	0-10 m
Toppdel	9,9 m

Till hydraulsystemet hör en hydraulackumulator. Den ser till att det alltid finns styrtryck för ventilmanövrering och för undvikande av att luft kommer in. Ackumulatoren är av en lite speciell typ. Vanligtvis är en hydraulackumulator en tryckbehållare med ett membran som skiljer olja från kvävgas. En sådan ger varierande tryck. För att alltid erhålla konstant oljetryck används här i stället en vertikalt monterad hydraulcylinder som är viktbelastad. En särskild hydraulpump tillsammans med gränslägesbrytare och en dräneringsventil ser till att cylindern håller sig inom aktivt område (inte i något ändläge). Anordningen benämns barlastackumulator. När masten ställer sig på nedfartsspärrarna sjunker hydraultrycket till nära noll. En särskild ventil kopplar då in barlastackumulatoren så att ett visst övertryck bibehålls.

Manöversystem

I och med att man projekterade serieversionen bestämdes att man skulle gå ifrån relälogik och gå in för ett modernt flexibelt datoriserat styrsystem. FFV Underhåll i Arboga fick uppdraget att konstruera det. Det togs in offerter från flera olika firmor. I slutet av 1970-talet var programmerbara styrsystem ganska nytt. Valet föll på det schweiziska företaget SAIA, ett dotterbolag till Landis & Gyr, som var det billigaste som fyllde kraven. Man fick ett PLC-system (PCA-2) med nästan oöverträffad driftsäkerhet. Om man bortser från en anläggning som under flera år hade så svåra fuktproblem i maskinrummet att kretskorten i PLC-datorn korroderade. Vad sägs annars om 1 (ett) fel på drygt 15 system under mer än 20 år på styrdatorerna? Däremot har det varit några fel på anpassningsenheter som anpassar styrdatorns 24 V signaler till givare och verkställande organ som använder 220 V.

Det bestämdes att styrdatorn skulle styra både hiss och luckor. Styrdatorn inklusive styrprogrammet utvecklades av FFVU/A och är ett modifierat assemblerprogram. Nämnas bör att ursprungliga styrprogrammet rymdes i en minneskapsel med en kapacitet på 2 kilobyte (2716). Det bestod av lite drygt 1000 kommandon. Varje kommando upptog 2 Byte (16 bitar). Programmeringen var tidsödande, Man använde en speciell programmeringsenhet och programmerade direkt kommando för kommando in i ett skrivbart minne i styrdatorns CPU-enhet. När man var nöjd kopierade man resultatet till ett ROM (Read Only Memory).

Som kuriosa kan nämnas att den här typen av styrsystem på den här tiden benämndes PC. Sedan kom någon amerikan vid namn Bill Gates ut på arenan och stal PC-begreppet. Man fick byta till PLC som står för "Programmable Logical Controller. Störst går först... För att kunna göra ett fungerande styrprogram tillverkades en mekanisk funktionsmodell av hela systemet hiss och luckor. Som grund till programmet användes prototypens relälogik. Mindre uppdateringar gjordes efterhand som nya anläggningar byggdes och som infördes i de tidigare byggda. Efter några år kom SAIA ut med ett betydligt kraftfullare CPU-kort till PLC-datorn. Samtidigt ville FMV ha ett objekt att testa "expertsystem" på. PS-860 valdes som testobjekt. Både radar och hiss och luckor valdes eftersom den innehåller såväl elektronik, tung

mekanik, och tung hydraulik. Dessutom är det svårt att felsöka. Nya CPU-kortet tillät kommunikation med en yttre dator där expertsystemet för hiss och luckor kunde husera.

Expertsystemets uppgift skulle vara att med ledning av indata från PLC-datorn logga och även vid behov hjälpa till med felsökning genom att ge förslag på nödvändiga åtgärder. Av olika anledningar, främst personella lades projektet så småningom ner. I PLC-n utvecklades ett program som skulle logga hiss- och luckförlopp och sända aktuell data till "expertsystem-datorn". Detta program blev det enda som blev kvar av expertsystemet. Det utvecklades och blev grunden till ett enkelt men ganska användbart felsökningshjälpmedel. I stället för att sända data till en dator blev mottagaren en radskrivare. Vid flertal tillfällen faxades felutskriften från ett krånglande system till Arboga som hjälp vid felsökning på telefon. Varje körning loggades med avseende på tider för passage av vissa givare samt totaltid för hela förlopp. Vid tillsyn var det till hjälp att upptäcka om något ändrat sig sedan förra tillsynen. Man hade även möjlighet att när som helst få en utskrift av alla in- och utgångars status samt alla minnesflaggor, allt genom att trycka på en knapp i styrskåpet. Styrprogrammet var under hela tiden utsatt för mindre modifieringar.

I samband med modernisering av radarn till PS-861 byttes styrsystemet. Då var drifttiden över 25 år för de styrsystem som varit i drift längst. Samma fabrikat valdes till de nya styrsystemen dels för att det var ganska enkelt att konvertera programvaran, dels för den goda erfarenheten av SAIA. Som nämnts tidigare har driftsäkerheten varit otrolig för datorenheten.

Ett stort problem har hela tiden varit att FortF (senare FortV) haft sin egen underhållsfilosofi i förhållande till FMV. Olika delar av samma system skall hanteras av olika personal med olika förutsättningar. FortV-folket kan exempelvis inte styrsystemet. Man kan hoppas att någon övergripande kraft kan komma åt revirtänkandet!

Manöversystemets olika delar består bl.a. av:

1. Ett styrskåp som innehåller PLC med in- och utgångsinterface som anpassar datorns 24 V DC signaler till omgivningens in- och utsignaler som använder 230V AC. Man har valt 230 V för att få hög säkerhet i funktionerna och slippa råka ut för kryptströmmar och dåliga kontakter. Innehåller även kopplingsplintar mot omgivningen. Styrskåpet kallas normalt för datorskåpet eller "hissdatorn". Det finns även ett antal nödstopp-reläer som vart och ett går till nödstoppknappar runt om i hisssystemet.
2. Luckornas elskåp innehåller kontaktorer och diverse anordningar för anpassning av luckornas elkomponenter till hissdatorn. Skåpet är normalt placerat bredvid styrskåpet i maskinrummet.
3. Hissens elskåp innehåller kontaktorer och diverse anordningar för anpassning av hissens motorer och ventiler. Skåpet är monterat över hydraulaggregat 1 i maskinrummet.
4. I vagnhallen finns två skåp på väggen, dels "Manöverpanel Deve" där man väljer önskat driftfall, dels "statuspanelen" som med hjälp av ett antal lampor visar hissens och luckornas aktuella läge.

Manöverpanelen har två omkopplare, en för driftfall och med den andra väljer man hisshastighet. De olika driftfallen är "Radar" som är läget för normal drift. Läge "Lokalmanöver" då man använder det speciella lokalmanöverdonet. Dessutom finns ett tredje läge då enbart lucksystemet kan köras i lokalmanöver under förutsättning att hissen är helt nere. FortV-personal får ju inte använda hissen!

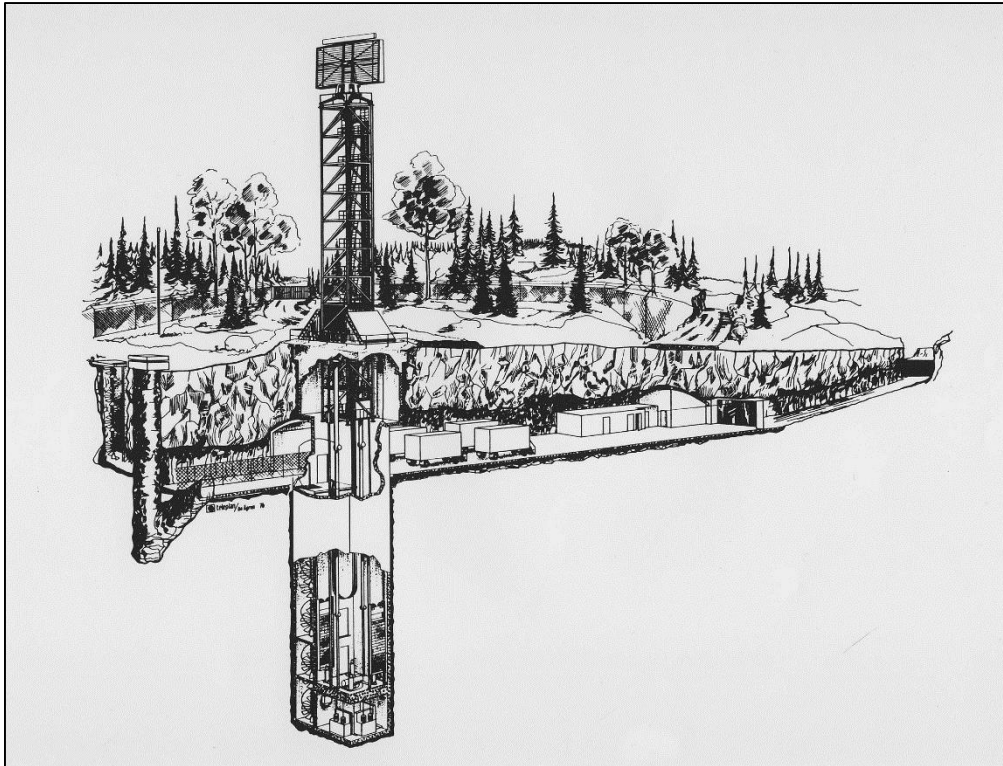
På manöverpanelen finns även indikeringslampor för nödstopp.

5. I samband med manöverpanelen finns ett lokalmanöverdon som är försett med kabel och en kontakt samt ett antal tryckknappar. Med lokalmanöverdonet kan man utföra ett antal funktioner då manöverpanelen står i läge ”lokalmanöver”. Det finns ett antal uttag i hissen där donet kan anslutas. Olika uttag tillåter att olika kommandon kan utföras. Manöverpanelen har två uttag för lokalmanöverdonet. I det ena, parkeringsläget, skall donet vara anslutet till manöverpanelen och driftfalls-omkopplaren stå i läge ”Radar” för att systemet skall fungera fullt ut. I det läget är endast nödstoppknappen aktiv. Det andra uttaget är aktivt i läge lokalmanöver. Då är radarfunktionen bortkopplad. Används endast för service.

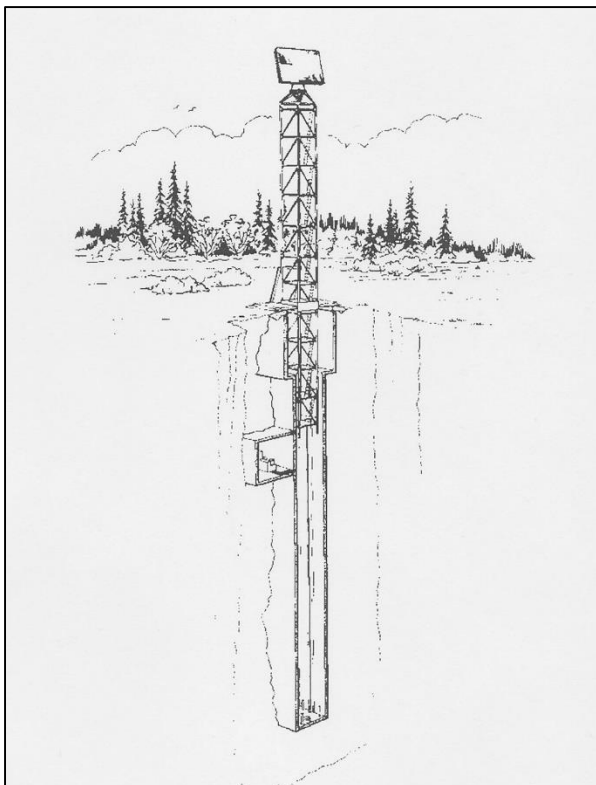
Hisshydraulikens olika delar och funktion:

1. Hissens hydraulsystem består av tre hydraulaggregat med totalt fem hydraulpumpar. Aggregaten är benämnda 1-3, varav 1 och 2 är identiska. Aggregat 3 tillsammans med barlastackumulatorm ser till att det alltid finns servotryck i systemet. Alla tre aggregat är uppbyggda av Deve´s standardkomponenter för person- och industrihissar såsom startventiler, uppventiler, nedventiler, backventiler, övertrycks- och överströmningsventiler.
2. I botten på masten sitter ett hydraulaggregat som med hjälp av två tryckdosor i anslutning till mastens styrgejdrar klämmer fast masten i schaktet. Aggregatet aktiveras då masten i uppläget ställt sig på nedfartsspärrarna. Detta hydraulaggregat har inte tillverkats av Deve.
3. I bottenplanet på masten är även den kedjedrivna höjdindikatorn placerad. Den styr via PLC dels mastens rörelser, bl.a. vid inbromsning uppe och nere. Den bestämmer då luckorna får arbeta samt då antennen tillåts rotera. Eftersom den har en viktig funktion är dess drivhjul övervakat av en givare som nödstoppar systemet vid fel.
4. Allt kablage till mast och antennenhet kommer in via hängkablar av olika slag till bottenplanet
5. Masten stoppas i nerkört läge av fyra kraftiga oljedämpade buffertar, en under varje mastben. Vid nerfärd av masten stoppas den av att nedventilerna stängs i rätt ordning och att buffertarna trycks ihop. Buffertfunktionen är via givare till PLC övervakad. Fyra hoptryckta buffertar plus två lägesbrytare behövs för att tillåta luckorna att stänga. Buffertarna kan även användas som domkrafter att lyfta masten vid byte av packningar i mastens lyftcylindrar.
6. I maskinrummet finns barlastackumulatorm som arbetar ihop med hydraulpumpen i hydraulskåp 3. Den ser till att det alltid finns konstant tryck till de olika servoven-tilerna i hissystemet.
7. Hydraulskåp 1 och 2 är identiska och arbetar parallellt. Uppgifterna är att leverera tryckolja till lyftcylindrarna då masten skall upp, och släppa ut olja på ett kontrollerat sätt då masten sänks ner. Varje skåp har två pumpar (typ IMO) av olika storlek. Pumparnas motorer och ett antal ventiler styrs av PLC. För mjuk drift startar alla fyra pumpar i sekvens. Varje pump startar utan mottryck, stänger själv sin startventil och tar upp tryck. Då masten är nästan uppe stängs pumparna av en i taget för att gå med en pump sista biten med en öppen överströmningsventil. Då masten gått c:a tre cm över högsta läget har den nästan tryckt ihop överkörningsbuffertarna och stoppas av en gränslägesbrytare. Via PLC fälls nedfartsspärrarna i masten ut, två sänkventiler öppnar och masten sjunker sakta ner de tre cm som den gått för högt och ställer sig på spärrarna. Masten stabiliseras sedan med hjälp av hydraulaggregatet som sitter i masten. Mastens två rörliga glidskor pressas med stor kraft mot styrgejden så att masten står stabilt även vid största tillåtna vind.

8. Vågledaren mellan radarn och antennen har en koppling som nu sluts. Ena halvan är fjädrande och kan ta upp mastens överrörelse då den ställer sig på nedfartsspärrarna.
9. Då masten är stabiliserad aktiveras luckornas stängfunktion vilket innebär att den mittre luckan blir kvar uppe stödd på sin spärr och de två sidoluckorna stänger på var sida om masten. Gummitätningar tillsammans med ett golv på rätt höjd i masten utgör en vädertätning. Radarn får nu tillåtelse att starta antennen och att sända effekt.
10. Då masten ställt sig på spärrarna avlastas de två hydraulcylindrarna. Hydraultrycket går mot noll. För att det inte skall komma in luft i systemet öppnar nu en ventil som kopplar i barlastackumulatören. Den håller alltid ett visst tryck med hjälp av ett antal vikter och en hydraulpump. Detta är ett fortfarighetstillstånd som pågår tills radarn begär nertagning av masten och stängning av luckorna.
11. Vid order om nertagning ser radarn till att positionera antennen i nertagningsbäring. Radarn sänder nertagningsorder till PLC som startar nertagningssekvensen. Därefter öppnar sidoluckorna så att mast med antenn har fri väg ner. Då luckorna indikerar att de är öppna släpps först stabiliseringen av masten som sedan lyfts så att nedfartsspärrarna fälls in. Ett antal nerfartsventiler öppnar nu i sekvens och släpper ut oljan i lyftcylindrarna under kontrollerade former så att masten sänks. Beroende på om normal- eller högfart är valt öppnas olika många ventiler. Den kedjedrivna höjdgivaren bestämmer sedan när de olika nedventilerna stängs. Då masten har drygt en halvmeter till sitt nedre läge träffar den de fyra nedfartsbuffertarna som hjälper till att ge en mjuk inbromsning. Då masten är nere och buffertarna är hoptryckta ger ett antal lägesgivare via PLC tillstånd att stänga luckorna.
12. Under hela tiden masten varit i rörelse har luckornas hydraulaggregat oavsett typ tryckt luckorna mot öppet läge. Detta som en säkerhetsåtgärd för att inte masten skall skadas om någon av luckornas gränslägesbrytare strejkar. Det var tydligen tillbud i ett tidigt skede. Nu dras spärren som stöttat mittluckan ur så att den kan följa med sidoluckorna ner. Mittluckan har ingen egen lyftcylinder utan rider på respektive sidolucka. Alla tre luckor stänger. I nedersta läget ser ett mekaniskt länksystem till att luckorna låses i karmen. Gränslägesbrytare indikerar via PLC att ”Nerfärd är fullbordad” till radar.



Skiss av prototypanläggningen.



Skiss av serieanläggningen



Antenn i spaningsläge

Störelevationsbäringsavtagare

Lars-Håkan Persson

Bakgrund ASP

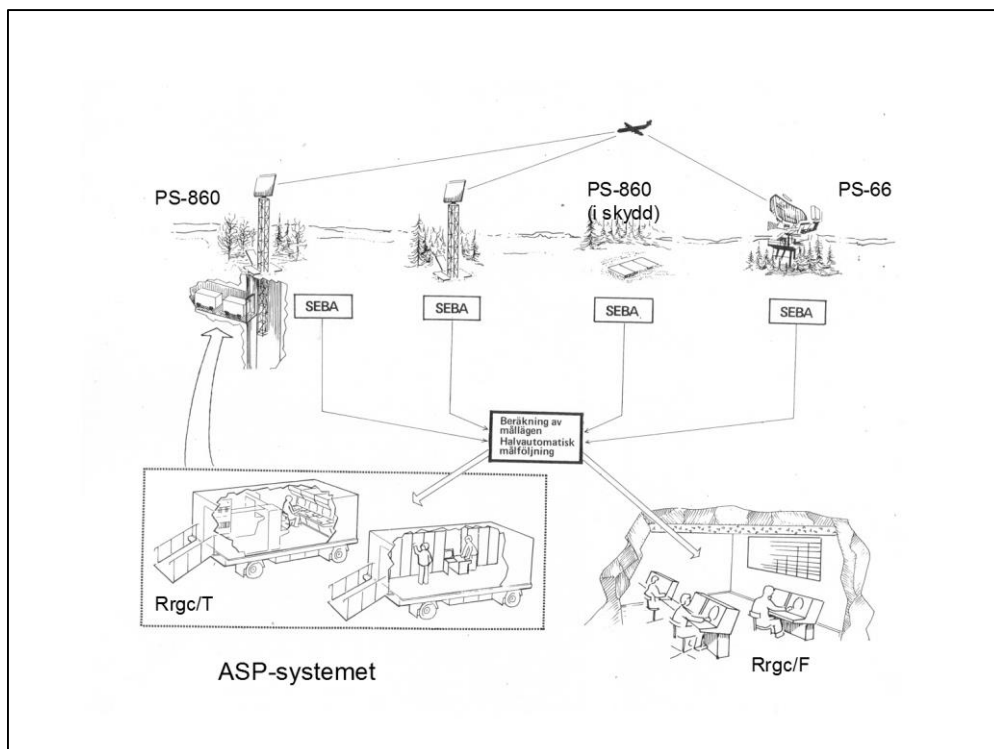
Under 1970-talet infördes ASP-systemet (Automatisk StörPejl) i Stril60. Syftet var att pejla de aktiva störare som kunde uppträda i ett luftangrepp. De radarsystem som var aktuella som indatakällor till ASP-systemet var PS-08 med SBA (StörBäringsAvtagare, DBU 209) och PS-66 med SEBA (StörElevationsBäringsAvtagare, DBU 210). SBA och SEBA bestod i huvudsak av Alfa LSI datorer. ASP-systemet fanns i Rrgc/F och beräkningsenhet var datorsystem FACIT DS 9000 (ursprungligen stridsledningskalkylator, ett datorsystem med en egen unik historia).

PS-08 avvecklades 1978-1979 och kvar fanns då PS-66, vilket inte var tillräckligt med indatakällor för ASP-systemet. Därmed kan det lite vårdslöst sägas att ASP-systemet lades i träda. Under flera år genomfördes modifieringar av Rrgc/F men då utan FACIT-datorn som trots allt stod kvar på anläggningarna. Dataöverföringen från radarsystemen till Rrgc/F gjordes i SBÖ-systemet med meddelande 214. I ett senare skede kallas detta första ASP-system för "ASP etapp 1".

Bakgrund ASP etapp 2

Kravet om ett ASP-system kvarstod och ett bra tillskott av indatakällor skulle vara PS-860/T som var tredimensionell och kunde därmed innehålla en SEBA-funktion, SEBA 860. Tillsammans med PS-66 och DBU210, som modifierades till SEBA 66, erhöles så inmätningplatserna för ett nytt ASP-system.

I specifikationen för PS-860 ingick förutsättningar för att med extern ansluten enhet kunna genomföra inmätningar av störare. PS-66 avvecklades mellan år 1999 och 2000 förutom ett system som kvarstod i drift till 2003, BONSEN. Ny radarkedja med pejlfunktion, PS-870 tillkom för inmätning på annat frekvensband.



Rrgc/F och Rrgc/T modifierades för ”ASP etapp 2” omkring 1989 då MOD88 infördes. Därmed kunde bäring och lägesinformation samt målföljning åter vara en taktisk funktion i Stril-systemet för inmätning av egenstörare och bakgrundstörare.

SEBA 860

FMV (Försvarets Materielverk) svarade för ny systemspecifikation för SEBA 860. Denna innehöll även ett underlag för lösning av systemkonstruktionen. Kravet enligt specifikationen var både en SEBA-funktion och beräkning av störfaktordata för vidare beräkningar i radarn till ny SVAK.

Förfrågningarna skulle av säkerhetsskäl endast gå till Svenska företag. Offertsvar erhöles av SRA (Svenska Radio Aktiebolaget) och ERA (Ericsson Radio System AB). Efter offertgenomgång föll valet på ERA. Enligt den ursprungliga offertförfrågan ingick även modifieringen av HP-system i radarn men ERA avböjde denna del då de saknade kompetens, FFV-U fick uppdraget att anpassa radarsystemet mot SEBA-funktionen och ny SVAK. Kontrakt skrevs med ERA 1982. Leverans av materielen genomfördes hösten 1989.

Materielen anskaffades mot krigsfallet vad gäller taktiska funktioner, krav på materiel och komponenter samt upprättande av underhållssystem.

Kort tid efter kontraktet blev SRA dotterbolag till ERA.

SEBA 860 var uppbyggd enligt VME-standard kring ERA-processorkort APN548. I samma hårdvarufamilj ingick bl.a. SIMSON, MAREX. Nytt apparatskåp framtoqs där SEBA 860 monterades i ett eget magasin i radarhydda 2.

Programvaran skrevs i huvudsak i ERI-PASCAL som var en variant av PASCAL. Vissa delar skrevs i assemblerkod för snabba processer.

SEBA 860 överlämnades för drift och underhåll till Flygvapnet året 1990 och toqs emot av alla sektorer utom SeM som ville vänta tills att en teknisk kurs genomförts. FS beslutade att kursen ej skulle genomföras, FMV ansåg därför att SEBA 860 till fullo var driftöverlämnad.

Radarmodifiering

Modifieringarna i radarsystemet blev relativt omfattande, då både SEBA och ny SVAK skulle införas. I radarsystemet infördes modifieringar i mottagarens HF-enhet, DigitalProcessor, HP-system och PC-system. Under samma tid påbörjades även införande av ny Strilradarledning.

Efter modifieringarna fanns då SEBA 860 med SVAK, kalibreringssystem, nytt SBÖ-meddelande (206:1 Störriktning) och övervakning införd i ITS (Integrerat TestSystem).

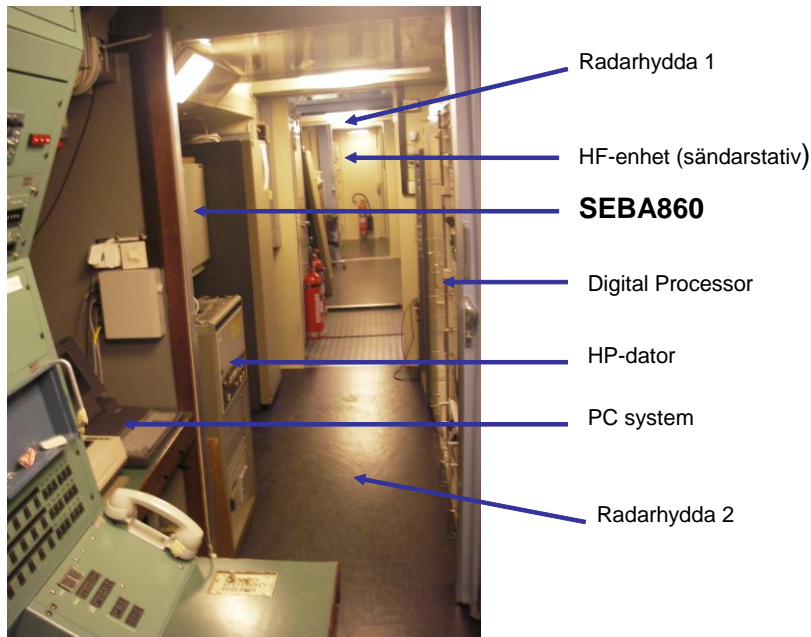


Bild från PS-860 sett från SSMU-enheten

Överföring via SBÖ av störbärningar och SVAK ställde krav på kryptering. Kryptosystem infördes därmed för all SBÖ-överföring.

Störbärningar och SVAK kunde presenteras lokalt på SSMU-enhetens PPI för SSOP och tekniker. Då SEBA är tredimensionell presenterades detekterade störare med en vektor i bäring med olika längd beroende på elevationen.

Inledande problem

Då de första inledande testerna med SEBA 860 påbörjades, erhöles ett högt felutfall utan att felet egentligen kunde lokaliseras. Det tog ett par år innan orsaken upptäcktes. De första tre systemen innehöll fler kort i SEBA-magasinet, tex. debuggkort. Oftast erhöles endast mindre felhändelser då full bestyckning fanns i magasinet men då dessa kort ej var monterade erhöles ett mycket större felutfall.

Orsaken till problemen var att kontaktskenorna med systemklocka och kraftmatning ej gav ordentlig kontakt mot ”stiften” i bakplanet. Då debuggkort mfl var monterade ändrades belastningen på kontaktskenorna med klockpulserna, vilket gav ett bättre förhållande.

Dataminneskortet var ett problem då ett högt felutfall erhöles. Med nya dataminneskapslar försvann dessa fel. Felintensiteten var för hög mot vad som utlovats vilket resulterade i att fler utbyteskort levererades. A/D-omvandlarkortet saknade isolering mellan kapslar och monteringskort med ett felutfall som följd. Efter montering av isolering var felet avhjälpt. Ingen programvara är felfri i något system vid leverans, ej heller SEBA 860. Revideringar genomfördes under de första åren för att rätta till problemen.

Kommunikationen mellan SEBA och Radar (HP-dator) ändrades vid ett par tillfällen då ”oförväntade” fel uppstod.

De inledande testerna visade ej den noggrannhet som kraven ställde. Orsaken var bl.a. störningar på indata för mastutböjning. ”Avstörningsfilter” togs fram och installerades i SEBA programvara samt i HP-datorns program för radarns lobstabilisering.

Systemutprovning

Innan systemutprovningen för ASP 2, genomfördes omfattande tester och typutprovningar för SEBA 860. Det monterades störsändare i helikoptrar, vattentorn i Köping och andra platser i närheten av Kolsva. Referenssändare och störsimulator SIMSON var kontinuerligt använda som störkällor. Stor vikt av tester och parametersättningar lades på upplösning i elevation och bäring.

Den slutliga systemutprovningen genomfördes år 1991. Då var ett antal flygplan J 32E Lansen i luften samtidigt, sju med störsändare påslagna över Östersjön samt ytterligare ett par J 32 flygplan. Alla under ledning av Rrgc/F O1N. Rak bana mot Ösel i Estland, därefter i bana tillbaka mot Kolmården. Störsändare var G24 och Adrian.

Registreringar gjordes på O1N och vid tre stycken PS-860/SEBA860. Resultaten från registreringarna låg sedan till grund för nya beräkningstester.

Proven utföll till belåtenhet och efter ytterligare justeringar av parametersättning var SEBA 860 klar för drift.

SEBA 860 modifierades senare i samband med införandet av ny MTI-funktion i radarsystemet då nya sändningsmönster infördes.

Deltagare

Under projektledning av Ingemar Eriksson FMV, Rolf Johansson FMV och senare av Bo Nilsson FMV genomfördes anskaffningen av SEBA 860 samt integration i PS-860/T. Arne Ekström Teleplan arbetade fram en specifikation för SEBA 860 och integrationen i radarsystemet togs fram av Lars-Håkan Persson FFV-U/Telub. Göran Engström ERA var projektledare hos leverantören för SEBA 860.

Givets fanns det flera inblandade vid FMV, Flygvapnet och omnämnda företag.

Driftserfarenheter

Förutom de initiala problemen med klockpulser, dataminneskort och AD-omvandlare, var det mycket hög tillgänglighet för SEBA 860. Ytterst få anmärkningar fanns vilket bekräftas av bl.a. DIDAS-mark under en 20-årig drift. Kalibrering av SEBA var viktig för fullgod funktion, den var nödvändig, framför allt på de system som ej så ofta var i operativ drift.

Händelser under SEBA 860 utvecklingen

För att underlätta utvecklingen togs det fram en SEBA-simulator av FFV-U (ABC 80 dator) och en radarsimulator av ERA. Radarmodifieringen fungerade alldeles utmärkt med SEBA-simulatorn och samma sak gällde även för SEBA 860 med radarsimulatorn. Då verkligheten närmade sig och radar kopplades ihop med SEBA så fungerade ”ingenting”!

Eftersom ASP utbyggnaden i Rrgc var något försenad så fanns det tankar på att "väcka" gamla FACIT DS9000 till liv men det fodrades då att programvaran modifierades i FACIT-maskinen. Ett muntligt arbetsnamn blev, ASP 1.5! Tyvärr var det ingen som kunde ställa upp för att genomföra ändringen, så ASP 1.5 tankarna avslutades innan de började.

Stora förberedelser gjordes inför kommande systemutprovningar. Kommunikationen med SBÖ slingkopplades och var i drift veckovis för att verifiera god förbindelse. Tester med referenssändare var lika frekventa för inmätning av "störare". När så kontroll gjordes en tid senare, inför systemutprovningen ASP 2 på en av anläggningarna, var kommunikationen "död". En kabel från en 860-anläggning var avgrävd!

I samband med systemutprovningen, skulle en enklare formationsflygning genomföras över Kolmården och O1N. Tyvärr var det en sådan kraftig dimma att den kunde ej genomföras som förväntat och en kraftig anomali samtidigt gjorde inte saken bättre.

Referenser:

1. CFV STTEM ASP 2 H 320:6254 , F:LP H A52:26
2. Offertinfodran F:LP HM333/15:7/82 , 1982-01-29
3. Specifikation SEBA F:LPH 4/82 och FLP 5/82 , 1982-01-29
4. Offertbeskrivning Ericsson MI/LT 2076, 1982-04-16
5. SEBA STRILRADARANLÄGGNING 860 OFFERTUTVÄRDERING 1982 FFV Underhåll
6. FMV Systemspecifikation ASP 2 , F:LS H A52:54/82
7. SEBA 860 Produktspecifikation ERA L/BT 2347 1984
8. SEBA 860 Produktspecifikation ERA L/BT 4112 Ändringar 1984-08-09
9. FMV Provningsprogram Funktionskedja ASP 2 FMV:Elektro H A55:52/835:2172/88
10. Utprovningsrapport, underhåll FUH H M333/15:1430/87
11. FMV Typutprovning SEBA-SVAK Specifikation, ELEKTRO H A55 1988-03-24
12. Utprovning SEBA 860 Resultat, Teleplan MTH-03121
13. Provningsstörfall för utprovning i Stril, F:LS H A55:43/82
14. Funktionsbeskrivning Apparatskåp SEBA M7773-230010

Begrepp och förklaringar:

ASP	Automatisk Störpejl
DBU	Databehandlingsutrustning
DIDAS	Driftdatasystem , registrering och uppföljning av inträffade fel
ERA	Eriksson Radio System AB
FFV-U	FFV Underhåll
FMV	Försvarets Materielverk
FS	Flygstaben
HF-enhet	Radarmottagarens högfrekvensenhet
HP-system	Datorsystem från Hewlett & Packard (HP1000 i radarn)
ITS	Integrerat Test System
MAREX	Marin Radar Extraktor
PPI	PlanPolär Indikator, presentation av radarbild
Rrgc/F	Radargruppcentral Fast
Rrgc/T	Radargruppcentral Transportabel
SIMSON	Störsimulator för PS-860
SBA	Stör Bärings Avtagare
SEBA	Stör Elevations Bärings Avtagare (eng. Jam Strobe Extractor)
SeM	Flygvapnets Sektor Mitt
SBÖ	Smalbandsöverföring
SSMU	Störskyddsmanöverutrustning
SSOP	Störskyddsoperatör

Teknisk utprovning och systemutprovning

Ingemar Eriksson

Allmänt

Efter installation och driftsättning av det första systemet PS-860 genomfördes ett mycket omfattande utprovningsprogram för att verifiera systemets prestanda och kravuppfyllnad gentemot TTEM (Teknisk taktisk Ekonomisk Målsättning) och den tekniska specifikationen för spaningsradarn PS-860 men även IK-systemet PI-839 och Störpejlsystemet ASP2.

Utprovningen genomfördes i huvudsak vid prototypanläggningen under perioden våren 1979 – hösten 1982 för PS-860 och PI-839 och avsåg att verifiera dels själva radarsystemets prestanda, dels funktionskedjorna mot radargruppcentral (Rrgc) och luftförvarscentral (Lfc typ 1). Utprovningen för ASP2 genomfördes under 1983 efter leverans av Störelevations-bäringsavtagaren (SEBA 860).

Funktionskedjorna verifierades vid utvecklings- och utprovningsanläggningen för Rrgc, PC STRIL.

Utprovningarna kan indelas i tre olika typer:

- Typutprovning (verifiering av kravuppfyllnad för primärutrustning)
- Systemutprovning (verifiering av kravuppfyllnad för funktionskedjor)
- Taktisk utprovning (verifiering av användarkrav)

Vid genomförandet samordnades dessa utprovningstyper så långt möjligt.

Planeringen av utprovningsverksamheten genomfördes av FMV Utprovningsutskott 860 (Uu 860) som utgjorde en undergrupp till Projektgrupp 860.

Planeringen och även genomförandet av utprovningsaktiviteterna genomfördes under hög sekretess, varför såväl planering som resultat var hemligstämplade.

Medverkande i utprovningarna var FMV, TUStril (Taktisk utprovning STRIL), Teleplan och Telub med stöd av andra resurser vid behov (t ex FOA, FFV m fl).

För registrering av data under utprovningarna så utvecklades av Telub en speciell registreringsutrustning, RegU 860, som sedermera fick namnet RADAC. Denna utrustning medgav registrering av en stor mängd av data i olika gränssnitt i radarn för att möjliggöra analys av eventuella prestandadegraderingar i signalbehandlingskedjan. Utrustningen medgav även ett stöd vid efterföljande bearbetning av den oerhörda mängd av data som skulle bearbetas efter utprovningsaktiviteterna. Se nedanstående principbild.

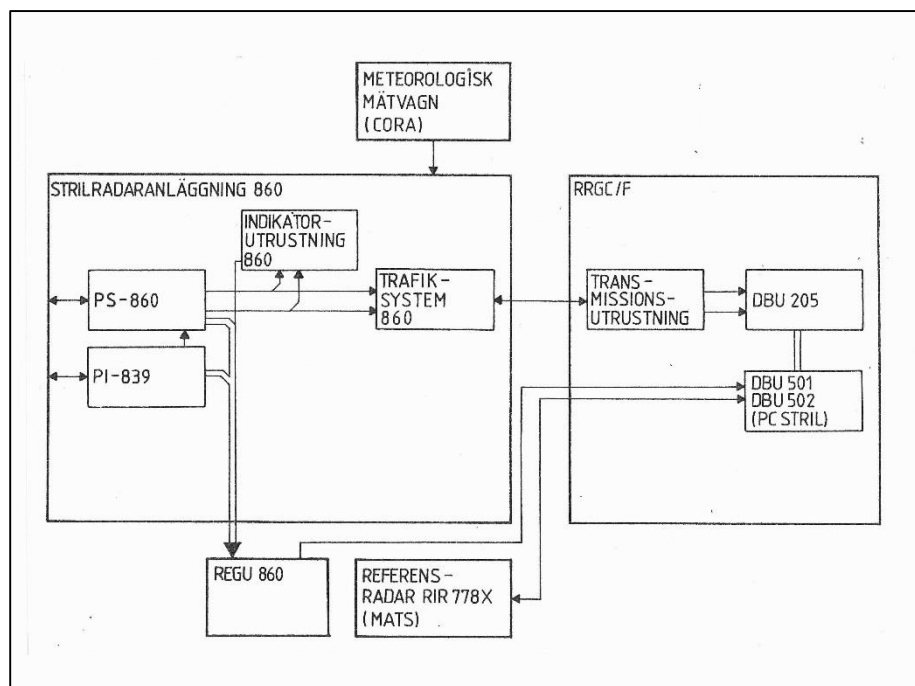


Bild x: Utprovningsprincip

Typ- och systemutprovning

Den inledande delen av utprovningen genomfördes under tiden maj – juni 1979 med vissa kompletteringar november 1979 – maj 1980. Dessa aktiviteter avsåg att fastställa vilka driftfall som skulle gälla under den efterföljande ”skarpa” utprovningen och avsåg bl.a. att fastställa parametrar för klotterkarta, plottfilter, antennens tiltvinkel, MTI-område och vissa störskyddsparametrar.

Därutöver att fastställa lämpliga störformer vid den fortsatta utprovningen samt att mäta in noggrannheten vid norrorientering av radarn.

Parameterinställningen var inte helt trivial eftersom man här hade den första svenska radarn med programvarustyrda funktioner och inställningsmöjligheterna var näst intill oändliga.

Det stora utprovningsprogrammet genomfördes i huvudsak under perioden 1980 – 1982 med vissa kompletteringar senare under 1980-talet och omfattade:

- Täckning och noggrannhet ostört
- Täckning och noggrannhet stört
- Täckning vid olika tiltvinklar
- Upplösning
- SVAK (Störverkansavkänning)
- Miljö och rörlighet
- M.m.

Taktisk utprovning

Taktisk utprovning genomfördes av Flygvapnet med TUStril som huvudaktör. Denna utprovning omfattade bl.a. rörlighet, strilradarledning m.m. Resultaten redovisas inte i detta avsnitt.

Utprovningsresultat

Resultaten från de omfattande utprovningsaktiviteterna är sekretessbelagda men i huvudsak kan sägas att huvuddelen av de specificerade kraven uppfylldes men att avvikelser fanns för några områden t ex inmätt höjdnoggrannhet där spridningen av uppmätta värden var för hög.

Här gjordes en hel del förändringar för att förbättra situationen men de atmosfäriska förhållandena är inte enkla att förändra. Temperatur, fuktighet, vind m m påverkar och trots avancerade kompenseringss algoritmer blev resultatet aldrig riktigt bra.

Resultaten från typ- och systemutprovningarna har redovisats i en utvärderingsrapport hösten 1983.

Övrigt

Utprovningsprogrammet genomfördes under stor sekretess, men trots detta observerades vid några tillfällen TIR-skyltade lastbilar i närområdet, vilket kan tydas som att det fanns fler intressenter för verksamheten.

Referenser

1. Utvärderingsrapport Funktionskedjor 860 och 839, Prestanda, FMV ELEKTRO H A55:42/83, 1983-12-30.
2. Ett flertal provningsrapporter.

Taktisk utprovning

Tom Carlsson

Inledning

Utprovning är en dyr verksamhet. Den taktiska utprovningen samordnas därför med FMV provning och utnyttjar dess mätbara prestanda.

Anskaffandet av PS860 var vid införandet en av de dittills allra största förändringarna vad avser radar i Strilsystemet. Stationen innehöll en stor mängd nya funktioner. Men den innehöll också tidigare funktioner, men dessa var nu direkt integrerade i stationen. T ex var smalbandsöverföring till central integrerad i signalbehandlingen. Stationen kunde också lämna ifrån sig information om räckvidd, driftstatus och annan information som var av sådan karaktär att den måste krypteras vid överföring till central. Krypteringsfunktionen ställde initialt till ganska stora problem framför allt när stationens information skulle spridas till flera centraler genom särskilda spridare i nätet. Detta kunde påverka möjligheterna till fjärrmanövrering, vilket inte ytterligare kommer att beskrivas här.

Av de nya funktionerna var möjligheten till skyddsökning med mast och antensystem den mest revolutionerande och som i första hand var avsedd att ledas från strilcentraler för att i samverkan med andra stationer uppnå önskad täckning över ett större område med minsta möjliga risk för flyg/robotbekämpning av stationerna. Denna funktion, som senare kom att gå under beteckningen strilradarledning, integrerades först i rrgc/T eller rir/H (rörligt indikatorrum högnivå) som det hette vid anskaffningen av PS-860. Funktionen strilradarledning berörs inte ytterligare här utan beskrivs i rrgc/T.

Allmänt om radarstationen

Eftersom stationen skulle vara transportabel byggdes funktionerna in i hyddor som placerades på släpvagnschassi som kunde dras av lastbilar.

Två vagnar med radarfunktioner ingick. I den ena var största delen av sändarmaterielen inrymd (radarvagn 1) medan den andra (radarvagn 2) var indelad i två delar. Ena delen av radarvagn 2 innehöll i huvudsak mottagare och signalbehandling medan andra halvan rymde ett manöverbord med plats för en störskyddsoperatör och en tekniker samt manövreringspaneler för radar, signalbehandling och presentation på platsens PPI. Där fanns också en störsimulator.

Tyvär var ljudnivån i operatörsutrymmet oacceptabelt hög. Omfattande modifieringar för att sänka ljudnivån gjordes. Det blev bättre, men riktigt bra lyckades man inte få den.

Det var också möjligt att lokalt ansluta ett indikatorrum (RIR/Lågnivå) med fyra PPI-platser för att möjliggöra lokal stridsledning och luftbevakningsrapportering. Detta indikatorrum beskrivs ytterligare i rrgcT.

Störsimulatoren Simson som i första hand var avsedd för utbildning utprovades av STRILS och uppfyllde efter en del initiala problem ställda krav.

Radarns funktioner

Skyddsökning

Den mest revolutionerade nya funktionen var stationens möjlighet att på så kallade skyddade platser ta ned antenn och antennmast i fortifikatoriskt skydd. Avsikten med skyddsökningen

var att skydda stationen mot bekämpning från framför allt signalsökande och andra flygplanburna vapen. Självklart var en station i skydd även skyddad mot bekämpning från marken. Skyddet bestod av ett schakt där mast och antenn kunde hissas ned. Hisschaktet täcktes av en bombsäker lucka som i första hand var avsedd att fjärrmanövreras. Utförandet beskrivs närmare i avsnittet för skyddade anläggningar.

Funktionen skyddsökning var en unik företeelse som så vitt känt tidigare endast förekommit för någon enstaka station i Norge och Schweiz. Ändamålet i dessa fall var att dra ner stationen i ett väderskyddat utrymme för att utföra underhåll. I vårt fall kunde nedhissningen ställas in på en av tre hastigheter. Även upphissningen gick relativt snabbt. Om man betraktade antenn och antennhiss vid nedhissning upplevdes när högsta nedhissningshastighet användes det som mer eller mindre fritt fall. Den högsta hastigheten för nedhissning frestade kraftigt på såväl mast som antenn och fick därför efter utprovnigen inte användas i fred. Funktionen skyddssökning uppfyllde helt de taktiska kraven. Skyddssökning kom att vara en av huvudfunktionerna i strilradarledningen.

Den funktion i centralerna som togs fram för att fjärrmanövrera radarstationerna kallades strilradarledning och beskrivs i dokumentationen för dessa.

Störverkansberäkning (SVAK)

En annan ny funktion i svenska radarsystemet var en täckningsberäkning (SVAK). Denna gjordes för enskilt flygplan eller fyrgrupp flygplans radarmålytor i var och en av de åtta lägsta loberna. Den grundades på den signalnivå som fanns i ett mycket stort antal bäringsektorer varvet runt.

Principiellt innebar funktionen att man jämförde inkommande signalnivå med en fastställd pulsnivå som matades in lokalt i radarn.

Utprovnigen visade att presentationen av täckning i en viss lob inte var taktiskt användbar för andra skäl än möjligen att bestämma i vilken lob en störare låg. Betydligt mera användbar och riktigt bra var att presentera täckningen för en angiven höjd vilket också var möjligt. Vissa taktiker ansåg sig vara mycket bättre på att upptäcka mål på bredbandsöverförd än smalbandsöverförd radarinformation.

Ganska många prov där operatörers förmåga att urskilja bredbandsöverförda mål jämfört med SVAK och smalbandsöverförda mål genomfördes. Proven visade genomgående bättre resultat för SVAK och smalbandsöverförd informationen. Resultatet fick ändå inte full acceptans hos alla operatörer. Visserligen fanns målen med i bredbandsinformationen men gick inte att urskilja i bruset medan det genomgående gick bättre att både upptäcka och följa mål på den smalbandsbild som 860 levererade. Täckningen eller den beräknade räckvidden kunde presenteras på PPI och sändas till central.

Skillnaden i uppfattning vad som var att föredra, bredbands- eller smalbandsöverförd information, torde spegla skilda generationers erfarenhet av analog och digital information. Såväl teknisk som taktisk utprovning visade att SVAK efter en del modifieringar var helt överlägsen de manuella bedömningarna. Att dessutom möjligheten att välja täckningspresentation på en inmatad höjd var totalt överlägsen manuell bedömning.

SVAK visade att täckningen direkt mot såväl egen/med- som bakgrundsstörare var oerhört kort, i princip 0 och taktiskt oanvändbar. Detta borde inte vara någon nyhet men blev mycket

mera påtaglig för många när räckvidden presenterades på PPI. Funktionen var avsedd att i första hand beräknas mot egen/medstörare. Skillnaden var att störviken (den störda sektorn) helt logiskt blev bredare mot bakgrundsstörare och egen/medstörare ju närmare stationen de kom. Utprovningsvisade att stationen främst på grund av låga sidolober var mycket effektiv mot den tidens störare och störviken därmed smal.

Funktionen för SVAK var inte helt klar när provstationen kom till Sverige, men modifierades så att den från taktisk synpunkt var helt tillfredställande när stationerna kom i taktiskt bruk. För den som förstod att utnyttja SVAK på rätt sätt var den mycket användbar, vilket krävde användare, som var väl förtrogen med funktionen.

Ett stort problem inledningsvis var att få taktikerna att lita på och utnyttja sig av funktionen. Till SVAK fanns också en rundstrålade antenn kallad omniantenn. Med denna antenn mättes täckningen eller mera riktigt störnivån kontinuerligt varvet runt. Efter utprovning visade sig informationen ur taktisk synvinkel inte var praktisk användbar. Därför fanns inte funktionen med i seriestationerna som levererades till förbanden.

Själva utprovningen av omniantennen ledde till utprovningens största gapskratt. Antennen var ett antenspröt och skulle sättas upp på lämplig höjd. För att genomföra utprovningen monterades antennen på en vagn med antennhiss. Vagnen används normalt av sambandssystemen för att höja och sänka radioantennerna. Masten höjdes och sänktes med tryckluft. Antennen monterades på vagnens mast för utprovningen.

Vagnen togs till provplatsen och tryckluft för att höja antennmasten togs från en terränglastbil. Vagnen hade stått oanvänd en längre tid varför packningarna i masten ”klibbat fast” vilket vi vid det tillfället inte var medvetna om.

En man stod vid lastbilen för att reglera lufttrycket och en man vid mastvagnen. Trycket ökades men masten sköts inte ut. Mannen vid släpvagnen begärde gång på gång ”öka trycket”. Till slut släppte mannen vid lastbilen på fullt tryck. Då släppte de fastklibbade packningarna och såväl mast som antenn och kablage for rakt upp i luften bedömt femton till tjugo meter. Alla stod med gapande munnar ett ögonblick och studerade det som höll på att bli Sveriges första satellit. Sedan bröt det totala gapskrattet ut medan mannen vid lastbilen var mycket bekymrad när antenn, mast och kablage i småbitar tog mark. Hans kommentar ”och jag som var i Arboga hela dagen igår och fick kablaget specialbyggt”.

Störelevation och bäringsavtagare (SEBA)

SEBA var inget nytt. En sådan funktion hade tidigare använts från både PS08 och PS66 som underlag för störlägesberäkning i centralerna. Den fungerade ur taktisk synvinkel helt godkänt för PS860. Störlägesberäkningen sker i strilcentralerna. Den beskrivs därför närmare där. För att här bemöta ett vanligt påstående om att störlägesberäkningen inte fungerar måste påpekas att svenska operatörer har haft väldigt liten erfarenhet av funktionen mot verkliga störare. Främst beror det på att vi i Sverige inte haft tillräckligt många flygplan med tillräcklig störkapacitet varför man inte sedan utprovningen sett funktionen i sin helhet.

Sändningsmoder

Radarn var försedd med två sändningsmoder:

1. Kontinuerlig sändning som för tidigare stationer varit normalalternativet och som innebär att stationen sänder kontinuerligt varvet runt.

2. Sektorsändning

Sektorsändning innebar i detta fall att stationen kunde ställas in för sändning i en eller två bäringssektorer. Avsikten var framför allt för att skydda mot signalsökande robotar. Tanken var att den signalsökande roboten skulle få så mycket försämrad information att den inte träffar målet. Vid denna tid var de signalsökande robotarnas förmåga sådan att den tog till sig sändarinformationen från såväl huvud som sidolober varför man enbart med liten förhöjd risk kunde sända även i riktning direkt mot robotens förväntade anflygningsriktning. Det innebar att sektorsändning gav ett visst skydd. Man kunde sända i den riktning man behövde täckning och vara tyst i riktningar där man inte var i behov av täckning från radarn.

Utprovnigen visade att funktionen kontinuerlig sändning naturligtvis var helt användbar. Även sektorsändning var mycket användbar. Avsikten var att man skulle stråla så lite som möjligt som skydd mot signalsökande vapen. Med kunskapen att de signalsökande vapnen när de skulle avfyra i princip behövde kontinuerlig signal var den ett gott skydd. För att kunna avfyra roboten måste man in så nära stationen att de kunde utnyttja stationens sidolober. Man kunde alltså låta stationen sektorsända i de riktningar man behövde dess information och vara tyst i övriga bäringar. Detta i kombination med stationens mycket låga sidolober gjorde funktionen mycket användbar.

Tillsammans med radarsändaren fanns också en IK-funktion som var möjlig att i sändningsavseende parallellkoppla med radarsändaren. Efter utprovnigen rekommenderades att IK- och radarsändare alltid kördes parallellkopplade.

Operatörs/teknikerbordet

Ena delen av radarhydda två innehöll ett operatörsbord avsett för en störskyddsoperatör och en vakthavande tekniker. I manöverbordet fanns PPI och manöverpaneler för att manövrera stationen lokalt samt välja presentationen på PPI.

En av panelerna placerad till höger i manöverbordet innehöll funktioner för att manövrera radar- och IK-sändaren. Placeringen till höger berodde på tanken att en vakthavande tekniker skulle sitta där. I realiteten kom teknikern bara sporadiskt att utnyttja platsen inte minst beroende på den höga ljudnivån varför störskyddsoperatören i princip också kom att sköta manövreringen av sändarna.

Den centralt placerade panelen innehöll presentationsval för den lokala PPI. Här fanns till exempel knappar för att välja informationen lobvis eller höjdvis, val av plottinformation m.m. Dessa funktioner var användbara för en kunnig störskyddsoperatör för att analysera störning. Från den vänstra panelen valdes/manövrerades sändningsmoder, val av lokal eller fjärrmanövrering m.m.

I normalfallet skulle stationen fjärrstyras från central i samverkan med andra stationer. Bara när fjärrstyrning inte var möjlig manövrerades stationens funktioner lokalt av störskyddsoperatören och då som regel i muntlig samverkan med någon central.

Manöverknapparna kunde ha flera funktioner i varje knapp och vilken funktion som för tillfället gällde återgavs av färgen på knappens inbyggda belysning. Knapparna och dess belysning var tämligen komplicerad. Vid leverans av provstationen var färgerna på knapparnas bakgrundsbelysning inte helt tydliga. Samma färg hade olika funktion beroende på vilken

knapp det gällde vilket ledde till att det blev ganska komplicerat att välja och sedan veta vilka val som gjorts och som gällde.

Här lades ner ett ganska stort arbete för att få en viss färg att gälla lika i alla knappar. För att göra valet på ett för människan mest logiskt och enklast uppfattbara sätt utnyttjade TUStril kontakter med psykologer från MPI (Militär Psykologiska Institutet) som även använts i andra sammanhang.

I princip blev resultatet att en tillvald funktion visade grönt ljus. Frånvald funktion gav rött ljus medan vitt bakgrundsljus indikerade en valbar funktion.

Stationens störskydd och motmedel.

Stationens störskydd och motmedel kunde utföras automatiskt av stationen själv beroende på signalmiljön. Denna automatik visade sig i taktiskt hänseende vara överlägsen en störskyddsoperatörs manuella åtgärder. Rekommendationen blev därför att stationen skulle köras i automatläge. Störskyddsoperatörens uppgift blev därför mera inriktad mot att analysera och rapportera vilka störformer stationen var utsatt för samt inte minst manövrera sändaren när fjärrmanövrering inte var möjlig.

PS-840

Till radar PS-860 planerades även anskaffning av en larmradar (PS-840) för gruppering vid radaranläggningen vars uppgift var att upptäcka snabba mål i högre elevationer, främst signal-sökande robotar, mot anläggningen. Upptäckten skulle initiera avstängning av radarsändaren så att robotarna tappade styrinformationen. En prototyp fanns framtagen och viss utprovning skedde i Mellansverige med artilleriprojektiler som mål. Projektilerna motsvarande i storlek (ekvivalent målyta) de robotar (signalsökande) som fanns i hotbilden vid den tiden. Man vågade naturligtvis inte skjuta mot stationen utan sköt i riktning från stationen och beräknade resultatet så att säga baklänges. Utprovnigen påvisade att med hög sannolikhet upptäcktes dessa mål. Däremot gav utprovnigen alldeles för många falsklarm som inte kunde minskas till en nivå som gjorde PS-840 praktiskt användbar. PS-840 serieanskaffades därför aldrig.

Grupperingar med antennfot.

En antennfot (tripod) hade anskaffats till PS-860 med avsikt att kunna användas på oskyddade platser som saknade antennmast, i första hand tidigare krigsuppställningsplatser för Rb-68 som utgått. Några rekognoseringar i Syd- och Mellansverige gjordes. Rb-68 platserna var så specifika för Rb-68 att radartäckning horisonten runt med PS-860 inte kunde åstadkommas. Saken utreddes inte vidare. Antennfoten kom därför aldrig till taktisk användning utom initialt vid några radarövningskompanier där den användes vid träning att montera radarantennen. Efter hand som både de oskyddade och skyddade platserna blev klara utgick därför behovet.

MHA 860

Inom flygvapnet var standarden hög vid produktion av publikationer och läromedel. Detta gällde även vid framtagningen av en materiel- och handhavandebeskrivning (MHA) för strilradaranläggning 860, vilket skedde genom TUStrils försorg med hjälp av inlånad personal från STRILS. För tidigare system hade dock eftersläpningen varit oacceptabelt hög. För att undvika denna försening lades produktionen av MHA parallellt med utprovnigen.

Alla ingående taktiska delsystem som anskaffades begåvades vart och ett med någon form av beskrivning och ingick i MHA 860. Denna beskrivning för system PS-860 kom därför att bli mycket omfattande och heltäckande för systemet.

Detta var före PC:ns intåg som arbetsredskap i denna typ av arbete. Det blev därför ett omfattande både tungt och dyrt arbete eftersom hela sidor eller avsnitt kunde bli nödvändiga att skriva om när en ändring av beskrivningen behövdes.

Ett mycket grannliga arbete lades ner på denna publikation för att samla så mycket nödvändigt underlag som möjligt för de förband som skulle betjäna denna mångfald av radaranläggningar.

Prototypanläggningen/erfarenheterna förebild för den senare utbyggnaden

Denna anläggning var som avsett embryot för alla andra skyddade anläggningar i landet som byggdes ut. Vissa modifieringar utfördes och beskrivs under avsnittet anläggning.

Stöd för förbandsproduktionen

TUStril med kunskap och vunna erfarenhet av anläggningens drift och underhåll blev en stödfunktion till utbildningsförbanden vad avser radarfunktionerna. Den totala utbildningen vid de fyra radarkompanierna som sattes upp fick tyngdpunkten mot skydd av förbandet. En stor del av utbildningen kom att handla om att montera antennen på förberedda master. I början arbetades mycket på de oskyddade platserna. Efterhand som de skyddade platserna blev klara övergick utbildningen mot att handla om dessa anläggningar. I några radarövningskompanier ingick också utbildning av de transportkompanier vars uppgift var att hantera och transportera stationsmaterielen vid omgruppering av PS-860.

I PS-860 organisation kom som taktisk personal endast en störskyddsoperatör att ingå.

Sambandslösningar

Stationen levererade en stor mängd statusinformation. Så stor att två parallella smalbandskanaler måste användas. Den mest framträdande var räckviddsberäkningen men också i vilka arbetsmoder stationen arbetade. All denna information var naturligtvis känslig i sekretesshänseende och måste därför krypteras. Sambandssystemen var inte helt klara när stationen började utnyttjas och måste därför blockeras för sändning till central. Än mer komplicerat blev sambandskravet när stationens information skulle utnyttjas av flera centraler och därför skulle spridas i nätet samtidigt som enbart en central fick fjärrstyra varje station. Detta resulterade i speciella funktioner i sambandssystemen som beskrivs tillsammans med dem.

Rrgc/T Samgruppering med PS-860

De delar av landet som var databehandlingssvagt d.v.s. hade en begränsad luftlägespresentation, tillfördes transportabelt rrgc (rrgc/T). Denna resurs samlokaliseras med PS-860 i valda/prioriterade strilradaranläggningar 860. Rrgc/T omfattade ett telerum och upp till tre indikatorrum.

Rörligt indikatorrum – RIR 860

Det rörliga indikatorrummet installerades i en radarvagn av samma typ som själva radarsystemet. Det rörliga indikatorrummet kunde i lågnivå d.v.s. utan telerum enbart presentera plottinformation för talstridsledning och talrapportering till central. Varje skyddad anläggning byggdes ut för att kunna samlokalisera beräknat behov av indikatorrum som skulle utgöra reservnivå.

Rörligt telerum – Telerum 860

Det rörliga telerummet installerades även det i en radarvagn av samma typ som själva radarsystemet. Det rörliga telerummet tillförde rrgc/t databehandlingsfunktioner som innebar en total möjlighet att såväl styra PS-860 som utnyttja och behandla all information från den.

Sammanfattning, analys och värdering

Aldrig tidigare i svenskt luftförsvaret hade ett så landsomfattande och avancerat radarsystem anskaffats. Målsättningsarbetet ledde fram till en radarmosaik av stora mått för en liten nation som Sverige. För att radartäcka landet mot mål från 1000 m höjd och upp till högsta höjd innebar det ett stort antal radarlokaliteter. Detta höghöjdsradarsystem PS-860 kompletterades något senare med ett lika landsomfattande låghöjdsradarsystem PS-870 avsett att radartäcka mot mål på de lägre höjderna samt även mot ytmål (sjösmål). Optisk luftbevakning fanns redan i organisationen och utgjorde ett komplement till radarsystemen.

PS-860 tekniska prestanda var för sin tid på topp och placerades i fortifikatoriskt unika och väl skyddade anläggningar. Ett förband av kompanis storlek svarade för drift, underhåll och markförsvaret av anläggningen. Förband och rörlig telemateriel kunde omgruppera med stöd av transportförband antingen till ”tom” anläggning eller till aktiv och prioriterad anläggning för att öka uthålligheten i viss operativ riktning. Likaså kunde förband och materiel omgruppera till västorienterade grupperingsplatser allt efter de rådande operativa kraven.

Efter ett visst igångsättningsmotstånd med den nya teknikgenerationen som PS-860 innebar, utvecklades systemet med sin modernitet till en stark resurs inom luftförsvaret. I sin helhet ersatte PS-860 (höghöjd) och senare PS-870 (låghöjd) alla äldre radarsystem, vilka alla var av en helt annan och tidigare teknikgeneration.

De taktiska funktionerna innebar en kraftig höjning av strilsystemets kapacitet. Tyvärr fick systemet en mycket olycklig start i flygvapnet. Mot TUstril rekommendationer beslöts att provstationen skulle ingå i en flygvapenövning. TUstril ansåg att stationen vid detta tillfälle inte var tillräckligt driftsäker (prototypstation) och att den personal som skulle driva stationen inte var tillräckligt erfaren. Observera att under provningen fanns både personal från tillverkaren och specialutbildade provningstekniker vid stationen och dessa fick inte ingå i en övning. Tyvärr ledde det till att stationen under övningen ideligen stannade och närvarande personal lyckades inte hålla den i kontinuerlig drift. Resultatet blev att stationen togs ur övningen och fick rykte om sig att inte vara driftsäker. Detta rykte hängde tyvärr med på sina håll under en lång tid efter att systemet överlämnats till flygvapnet och fungerade helt enligt kraven.

Väl färdigmodifierad och överlämnad för taktiskt bruk fungerade stationen utmärkt, men ställde krav på att användarna förstod och kunde utnyttja den information som stationen lämnade. Tyvärr var så inte fallet på alla håll i början.

Utbyggnad, förbandsuppsättning och taktisk drift

Ingemar Olsson

Stabsmässigt förberedelsearbete för utbyggnad, förbandsproduktion och taktisk drift

Före min tid: Cirka hälften av strilradaranläggningarna 860 var rekognoserade och utbyggnadsuppdrag var ställda till FortF och FMV. Utbildningsplatser vid flottiljerna var utbyggda samt vissa oskyddade anläggningar. Förbandsproduktion pågick. Prototypanläggningen var byggd vid vilken taktisk utprovning pågick.

Under min tid:

- Rekognoseringarna fullföljdes och uppdrag ställdes på resterande anläggningar till FortF och FMV.
- Ny uppgift fullföljdes med rekognosering och utbyggnad av västorienterade grupperingsplatser.
- Förbandsproduktionen av radar- och transportförband fortgick samt driftöverlämningar av anläggningar efter hand.
- Gotland fick en särbehandling med omgruppering av en PS-66 från NN, varvid utbyggnad av strilradaranläggning 860 uteblev.
- Parallellt med projekt 860 löpte projekt 870 med rekognosering och utbyggnadsuppdrag samt förberedelser för förbandsproduktion av denna förbandstyp.

Efter min tid: Fullföljdes anläggningsutbyggnaden och förbandsproduktionen inom projekt PS-860.

Relationen till PS-870

Höghöjdsradarsystemet PS-860 planerades för att ersätta all äldre höghöjdsradar i krigsorganisationen inom flygvapnets ansvarsområde luftförsvaret. Planeringen och målsättningen avsåg höjdtäckning mot luftmål landsomfattande från 1000 m och uppåt.

Något senare i planeringen av luftförsvarets framtida utformning, var målsättningen att låghöjdsradarsystemet PS-870 skulle ersätta all äldre låghöjdsradar i krigsorganisationen inom flygvapnet och marinen beträffande täckning mot luftmål landsomfattande under 4000 m och mot ytmål (sjömål).

Systemen PS-860 och PS-870 planerades att gemensamt utgöra den framtida sensorresursen för luft- och ytmål.

Relationen till optisk luftbevakning

Sedan 1940-talet hade den optiska luftbevakningen (olbev) utvecklats inom landet och ingick i krigsorganisationen inom flygvapnets ansvarsområde luftförsvaret. Olbev främsta uppgift var luftbevakning men rapporterade även ytverksamhet.

Det ursprungliga systemet med rapporter på talförbindelser till överordnad central ersattes med en databaserad överföring av lägesinformationen inlagrad i talförbindelsen varvid tid från upptäckt till presentation i överordnad central kraftfullt reducerades. Systemet benämndes OPUS, vilket senare kom att upgraderas till LOMOS.

Den optiska luftbevakningen utgjorde ett komplement till radarluftbevakningen, särskilt under störda förhållanden och då radarluftbevakning inte längre kunde upprätthållas.

PS-840

Utöver radar PS-860 planerades även anskaffning av en larmradar (PS-840) för gruppering vid radaranläggningen vars uppgift var att upptäcka snabba mål i höga elevationer, främst signalsökande robotar, mot anläggningen. Upptäckten skulle initiera avstängning av radarsändaren så att styrinformationen för roboten uteblev. En prototyp togs fram och viss utprovning skedde i Mellansverige med artilleriprojektiler som mål. Projektilerna motsvarande i storlek (ekvivalent målyta) de robotar (signalsökande) som fanns i hotbilden vid den tiden. Utprovningsresultatet påvisade svårigheter att med hög sannolikhet upptäcka dessa mål varför projektet larmradar lades ner.

Rrgc/T

De delar av landet som var databehandlingssvaga dvs. hade en begränsad luftlägespresentation, tillfördes rörlig radargruppcentral (rrgc/T). Denna resurs samlokaliseras med PS-860 i valda/prioriterade strilradaranläggningar 860. Rrgc/T omfattade ett telerum och upp till tre indikatorrum.

Det rörliga indikatorrummet installerades i en radarvagn av samma typ som själva radarsystemet. Varje anläggning byggdes ut för att kunna samlokalisera ett indikatorrum, vilket skulle utgöra reservnivå.

Det rörliga telerummet installerades även det i en radarvagn av samma typ som själva radarsystemet. Telerummet var databehandlingsdelen i rrgc/T.

Markförsvaret av anläggning

FV hade under lång tid släpat efter beträffande bl.a. radarförbandens markförsvärförmåga. För att råda bot mot detta inrättades i flygstaben en markförsvärsinspektion med inspektör (från armén) i spetsen. Förbandens förmåga till självförsvärs sågs över och en helt ny inriktning utvecklades under 1980-talet. Flygbasförband liksom strilförband ”uppgraderades” så till vida att förbanden gavs tidsenlig och modern materiel för ändamålet samt att utbildningsnivån väsentligt höjdes. Detta parades med ett förbättrat och anpassat stridsmässigt uppträdande hos förbanden – ”aktivt markförsvärs” dvs. inte vänta på att något skulle hända utan markförsvärsande personal var ”rörlig” i sina funktioner.

Då lufthotet reducerats genom skyddssökning förväntades markhotet kunna öka. Strilradaranläggning 860 hade ett fortifikatoriskt gott skydd mot flygbekämpning. Mot den bakgrunden bedömdes i stället markhotet från typ jägarförband bli av en ny dimension varför förbanden ”vässades” just i detta avseende.

Flygstridskrafterna med sina markförsvärsstödjande funktioner främst flygbaser, radar- och sambandsanläggningar utvecklades mycket under andra världskriget. I början av kriget var markförsväret vid stödjande förband inte utvecklat i paritet med flygförbanden. Som ett exempel på detta gjorde tyskarna en erfarenhet vid kanalkusten efter att Frankrike hade ockuperats. I det pågående radarkriget ”Battle of the Beams”, ville engelsmännen ha information om tyskarnas moderna radarstystem ”Würzburg” beträffande störhållfasthet och konstruktion. En kommandörad (fallskärmsbåt vid radaranläggningen och båttransport tillbaka över kanalen)

genomfördes av engelsmännen i början av 1942 vid Bruneval (en by nära Le Havre) då radaranläggningen ”dokumenterades”, viktiga komponenter demonterades samt att en radartekniker tillfångatogs. Räden var en stor framgång i alla avseenden och påvisade sårbarheten vid installationer med bristfälligt markförsvaret varför detta fick en genomgripande pånyttfödelse hos de krigförande. Denna lärdom gäller än i dag.

Luftförsvaret av anläggning

Under utbyggnaden av strilradaranläggning 860 identifierades en ny hotbild baserad på tunga attackhelikoptrar som kunde anfylla på låg höjd och på ett behagligt avstånd från en anläggning kunna bekämpa den. Det vore som att skjuta på en ”sittande anka”.

Mot den bakgrunden övervägdes att tillföra radarkomp PS-860 en lvkomponent i form av rb-69 Redeye, som fanns inom armén. Förslaget vann inte gehör, varför ingen lvrobot tillfördes radarförbanden. Denna hotbild är lika aktuell än i dag och kommer sannolikt så att förbli under överskådlig framtid.

Oskyddade anläggningar

I väntan på att skyddade radaranläggningar byggdes, kom ett antal oskyddade anläggningar (Norrlandsanläggningar) att byggas så att nyuppsatta radarförband inledningsvis hade någon grupperingsplats att gå till och där kunna upprätta en luftförsvarskomponent. Dessa platser var företrädesvis arv efter PJ-21, vilka var utbyggda främst under 1950-talet.

Utbildning av radarkomp PS-860 skedde vid flottiljerna F 4, F 13, F 17 och F 21 för att tillgodose betjäningen av strilradaranläggning 860. För detta ändamål byggdes oskyddade anläggningar (N-anläggningar) vid dessa flottiljer så att radarsystemet kunde upprättas och hållas i drift samt transporteras. Dessa anläggningar utgjorde även reservgrupperingsplatser i krigsorganisationen. Flottiljerna valdes till platser för förbandsproduktion av ekonomiska och praktiska skäl framför att bedriva denna verksamhet vid skyddade anläggningar långt från stödfunktioner (bl.a. förläggning, förplägnad, transporter). Dock bedrevs även utbildningsverksamhet vid skyddade anläggningar allt efter som dessa överlämnats för drift och underhåll. Vid övningar bedrevs alltid verksamhet vid skyddade anläggningar.

Verksamheten vid flottiljerna genomfördes av fredsorganiserade enheter benämnda radarövningskompanier.

Skyddade anläggningar

Det var ett omfattande arbete att rekognosera och besluta om var de skyddade anläggningarna skulle byggas för att bäst uppnå målsättningen. I denna hade ungefärliga områden (”grönområden”) angetts för att nå en så heltäckande radartäckning som möjligt över landet. Inom varje grönområde skulle så en lämplig grupperingsplats identifieras och en skyddad anläggning byggas. Målsättningen var en optimal rikstäckande radar mosaik mot luftmål på flyghöjder över 1000 m.

Antennfot

Antennfot (tripod) hade anskaffats till PS-860 men ingen målsättning fanns för utnyttjandet av den i krigsfunktionen. Emellertid genomfördes några rekognoseringar i Syd- och Mellansverige vid f.d. grupperingsplatser för förband med Rb-68, vilka hade utgått ur luftförsvarets krigsorganisation.

Dessa platser var specifika för just ett lvsystem med uppgift att bekämpa luftmål på högsta höjd och i vissa riktningar. Eftersom antennfoten fanns i ett visst antal, var det intressant att prova ifall en reservnivå kunde skapas för PS-860. Grupperingsplatserna var så specifika för Rb-68 att radartäckning horisonten runt med PS-860 inte kunde åstadkommas. Saken utreddes inte vidare och antennfoten kom därför inte till taktisk användning.

Rekognosering av platser för skyddade anläggningar

Detta landsomfattande radarsystem engagerade varje MB (luftoperativt) och ett flertal fobef (markterritoriellt) utöver luftförsvarssektorcheferna (lufttaktiskt), vilka skulle tilldelas anläggningarna med betjänande förband. CFV (FS/Stril) var uppdragsgivaren och engagerade såväl egen stab (främst FS/Sb) som andra försvarsmyndigheter i processen såsom FMV (ett flertal byråer främst radar, samband, anlägg, underhåll), FortF (byggnationen) och FOA (skyddsaspekten). Vid valet av grupperingsplatser var samråd nödvändigt med Televerket och Luftfartsverket beträffande telekonflikter. Samråd var dessutom nödvändigt med länsstyrelser främst med avseende på naturvårdsaspekten.

Sist men inte minst var det en förhandling med markägarna till de platser som valdes och förvärvet (inköpet) av marken.

Vid all verksamhet kommer alltid ekonomin in i bilden varför rekognoseringen fick ta hänsyn till befintliga vägar till anläggningen, närhet till befintlig nätkraft, integrering i sambandsnätet, markförsvarförhållanden, topografiska förhållanden (främst fri horisont 360°) och geologiska förhållanden (byggbarheten). Således beaktades många faktorer som vägdes samman.

Utöver att radarsystemet, trafiksystemet och dessas elförsörjning, vilka installerades i huvudanläggningen, samgrupperades även ett indikatorrum 860. Indikatorrummet utgjorde en reservnivå. Vissa strilradaranläggningar 860 prioriterades för samgruppering med rrgc/T, varför ett relativt stort bergrum byggdes för att inrymma denna funktion. Rrgc/T betjänades av en rrgc/T-plut, vilken försörjdes av moderförbandet radarkomp PS-860.

PS-860 ersatte i första hand PS-08, vars platser återanvändes (arvsplatser) för utbyggnad av strilradaranläggning 860. Dessa grupperingsplatser var väl valda i tidigare målsättningar för luftförsvaret och kunde därför med fördel återanvändas. I målsättningen fanns inte med att något transportabelt elverk skulle inrymmas i det gamla bergrummet varför en komplettering gjordes i detta avseende för att nå avsedd skyddseffekt och därmed uthållighet. Alla övriga grupperingsplatser valdes på jungfrulig mark.

Vid tiden för rekognosering och utbyggnad var Västergötland ett särskilt viktigt basområde för attackflyg (E1), varför radarmosaiken med höghöjdsradar PS-860 och senare även låghöjdsradar PS-870 fick en viss koncentration åt det hållet. Flygbasområdet omgavs helt enkelt av radartäckning i hela höjdsiktet.

Rekognoseringsarbetet var tidsödande med kartstudier, flygfotostudier (Lantmäteriet), radar-räckviddsberäkningar och slutligen terrängstudier på plats av ett antal platser inom respektive "grönområde". Vid dessa rekognoseringar som skedde under civil mantel deltog försvarsmyndigheter på central, regional och lokal nivå samt i vissa fall länsstyrelser (naturvårdsenhet). Senare delen av 1970-talet och tidigare delen av 1980-talet var ett rekognoseringens årtionde. Under denna tid märktes hur attraktiva landets höjder började bli i terrängen för inmutning av platser för kommunikationssystem av olika slag, främst märktes den civila utbyggnaden av

mobiltelefonsystemet NMT. Det blev alltså angeläget att finna och inmuta radargrupeeringsplatser i hela landet, vilket senare blev mycket påtagligt under skedet med att rekognosera platser för ”lillasyster” radaranläggning 870. Vid val av plats för strilradaranläggning 860 i mellersta Sverige geografiskt sett, var den i särklass bästa platsen redan upptagen av civila intressen (Luftfartsverkets radar).

Mestadels kunde försvaret förvärva vald mark för att bygga strilradaranläggning 860 med en del undantag. Vissa markägare ville inte avstå från sin mark till gagn för försvaret utan hade en negativ inställning trots att försvaret ville förvärva marken till marknadsmässigt pris. Ifall denna situation inte kunde undvikas med hänsyn till lämpligt platsval, ingen annan plats var möjlig, tillgreps förfarandet med expropriation dvs. tvångsövertagande till marknadsmässigt pris. Förfarandet var olyckligt eftersom en byggnation skulle göras och att senare ett förband skulle gruppera vid anläggningen och där bedriva verksamhet. Emellanåt var situationen dessvärre oundviklig.

I vissa fall kunde starka naturvårdsintressen försvåra val av grupperingsplats men i regel gick det att lösa problemet genom att ”vrida” lite på anläggningens olika delar. I regel fanns det en god förståelse från länsstyrelserna sida för det allmännas intresse i att tillgodose försvarsbehoven. Dock en eloge till de entusiastiska människor som arbetade med naturvård så att försvaret i all sin iver att uppnå målen, inte ”körde över” riksintressanta naturföreteelser. Beträffande telekonflikter vid den tiden, var dessa sällan förekommande vid de platser som valdes för utbyggnad av anläggningarna.

Vid val av plats för utbyggnad, var dessa allt svårare att kamouflera/maskera ju längre norrut i landet platsen låg. Detta hade sin grund i att växtligheten blev alltmer långsam. De ”sår” som byggnationen rev upp i terrängen blev alltmer svåråtkänt ju längre norrut platserna låg. Ju längre norrut desto större behov av kamouflerande/maskerande åtgärder.

Sammanfattningsvis kan säjas om rekognoseringsarbetet att det var en bred verksamhet som engagerade många inom och mellan försvarsmyndigheterna samt i det civila samhället. I allt väsentligt förelåg ett gott samarbete som resulterade i att landet begåvades med en lång rad lämpliga platser för utbyggnad av radaranläggningar. För deltagande personal bör det ha varit en intressant och givande livserfarenhet att ha medverkat i kartläggningen av en så landsomfattande radarmosaik.

Alla platser för skyddade anläggningar enligt skallkravet rekognoserades och utbyggnadsuppdrag ställdes från CFV till FMV och FortF efter hand som platsvalen var klarlagda.

Rekognoseringsmetodiken för PS-860 kom även att ligga till grund för rekognosering av plats för ny lfc i övre Norrland liksom platser för radaranläggning 870 samt kompletterande utbyggnad för stri-radioanläggningar.

Större delen av 1980-talet blev ett rekognoseringens årtionde i en omfattning som inte hade gjorts tidigare inom svenskt luftförsvaret.

Överlämning av skyddade anläggningar för drift och underhåll - DÖL

De första anläggningarna att överlämnas för drift och underhåll var på de platser där tidigare PS-08 varit grupperade. Driftgrupperna vid strilradaranläggning 08 omskolades för den nya anläggningstypen, som var helt ny både telemässigt och fortifikatoriskt. I alla avseenden och i varje detalj kunde en anläggning rimligen inte vara ”fit for fight”, utan ett visst tålmod fick

mottagande flottilj ha. Det viktiga var att överlämning kunde ske med en anläggning som i stor sett var driftklar. Här fanns olika uppfattningar om huruvida övertagandet skulle ske eller inte. Om inte, var alternativet att arbetsbrist skulle uppstå i väntan på den ”perfekta” anläggningen. Därmed var saken i regel klar och driftöverlämningar kunde ske efter hand – ingen ville ju vara sysslöslös. Det var bättre att komma i drift och att åtgärda brister efter hand i en driftställd anläggning med fungerande personal på plats framför en lång väntan på den felfria anläggningen innan personalen var på plats.

I kölvattnet av att strilradaranläggning 860 driftöverlämnades, avvecklades de sex äldsta PS-65-anläggningarna. Avvecklingen av PS-08 var naturlig eftersom den ersattes med PS-860 på samma plats. Avvecklingen av PS-65Å var känslomässigt lite svårare att hantera i landet eftersom systemet fungerade alldeles utmärkt men hade fallit för åldersstreckat p.g.a. sin omödana teknik (fastfrekvensarbetande radar) och att den var oskyddad. Väl fungerande radaranläggningar i fredsdrift avvecklades således och med de personalomplaceringar detta medförde. Tidigare hade detta inte skett i landet i den omfattning som nu tog vid. MBL-förhandlingar ägde rum på central nivå mellan CFV och arbetstagarernas huvudorganisationer (ett flertal). Som företrädare för systemen dvs. CFV var det imponerande att lägga märke till det engagemang som huvudorganisationerna med sina ombud (väl pålästa) hade för sin militära och civila personal.

I takt med att nya anläggningar efter hand överlämnades kom även PS-66 och PS-65Ny att avvecklas i likhet med PS-65Å trots att dessa hade en högre teknisk modernitet.

Förbandsproduktion

Grundutbildningen (GU) bedrevs av radarövningskompanierna vid flottiljerna F 4, F 13, F 17 och F 21. Personal från bl.a. före detta robot 68-förband ingick i dessa radarövningskompanier med hänsyn till deras tidigare erfarenhet av rörliga förband. Utbildningsförbanden kom raskt igång och utbildade alla kategorier av personal som skulle ingå i radarkomp PS-860. Den tunga delen i utbildningen var markförsvar eftersom dessa radarförband i högre grad var ”vässade” för självförsvar jämfört med äldre typer av radarförband. Den tekniska utbildningen för främre underhåll (lokalt), stabsfunktionsutbildningen och bilförarutbildningen kunde bedrivas vid flottiljen medan anläggningsutbildningen var hänvisad till en S-anläggning. Den tekniska personalen (vpl) utbildades inledningsvis vid central skola för att sedan tillföras radarövningskompanierna. I början av förbandsproduktionen då GU genomfördes, fanns inte S-anläggningar tillgängliga varför just anläggningsutbildningen fick anstå tills kommande repetitionsutbildning (RU) genomfördes.

Utöver GU kom även förbandsproduktionen att omfatta repetitionsutbildningar (RU) och krigsförbandsövningar (KFÖ) med uppsatta/organiserade förband vid aktiverade anläggningar.

Yrkesofficerarna vid radarövningskompanierna blev embryot till de radarkomp PS-860 som efter hand krigsorganiserades i takt med att anläggningarna byggdes ut. Alla radarkomp PS-860 utbildades och fick sin ”öronmärkta” anläggning. Omsättningen av vpl inom förbandet planerades att vara långsam dvs. personalen skulle inneha sina krigsbefattningar under många år. Motivet var att de nya och avancerade systemen mer än tidigare krävde än mer kunnig personal, vilket endast skulle kunna uppnås genom att krigsbefattningarna varade under många år med RU och KFÖ. Samma gällde markförsvarsaspekten dvs. att

vara väl förtrogen med sin anläggning och omgivande terräng. Vanligt var annars att värnpliktig personal omsattes vart åttonde år, vilket inte var lämpligt vid dessa förband bara för att se till ”det unga idealet”.

I ett senare skede när alla radarkomp PS-860 var färdigutbildade för luftförsvarets behov fick radarövningskompanierna rollen att även förbandsproducera radarpluton PS-870 i ett stort antal samt även transportkomponenten radartransporttropp PS-860. När så alla dessa hög- och låghöjdsradarförband var producerade, fick radarövningskompanierna rollen att planera och bistå vid repetitionsutbildningar och genomförande av krigsförbandsövningar.

Radartransporttropp PS-860

Radarkomp PS-860 var ett rörligt förband liksom telematerielen. Kompaniets egna transportresurser var endast dimensionerade för eget behov då gruppering var intagen vid S-anläggning alt N-anläggning. Radarövningskompanierna kom även att utbilda radartransporttroppar så att omgruppering av radarförband och materiel till alternativa anläggningar kunde ske allt efter de luftförsvartaktiska behoven. Vissa av yrkesofficerarna vid radarövningskompanierna blev embryot till radartransporttropparna efter hand som dessa sattes upp.

Transporttroppen var fordonstung med de typer av fordon som var gängse i försvaret i övrigt vid den tiden dvs. terrängfordon (tgb 30/40) med god framkomlighet. Egenskapen var nödvändig eftersom många grupperingsplatser låg otillgängligt till och med tuff terräng. Fordonen var anskaffade för att under en lång levnadstid vara radarfunktionens ”fötter” så att radartäckning skulle kunna upprätthållas i prioriterade riktningar. När senare nya radarförband - radarpluton PS-870 - tillkom, användes även denna transportresurs för omgruppering av dessa. Antalet transporttroppar var begränsat varför en stark prioritering vilade på luftförsvarssektorstaberna.

Fordonsresursen kom snart i blickfånget för andra förbandsproducerande enheter inom FV främst flygbasförbanden, detta gällde främst tgb 40. Det gick så långt att CFV tvingades att i varje särskilt fall medge utlåning av transporttroppens fordon för att dessa inte skulle slitas ner i förtid och att därmed radarförbanden skulle stå där utan ”fötter”.

Ganska snart uppdagades problem, när radar- och indikatorvagnar samt elverk skulle grupperas ”baxas in” i S-anläggningarna. Det var trångt i bergsanläggningarna och mycket svårt att backa in vagnar och elverk till sina platser. Alla tunga fordon (tgb 30 och 40) modifierades därför och försågs med ett nosblock så att vagnar och elverk kunde köras och inte backas in och rangeras. Denna enkla och billiga modifiering underlättade rangeringen avsevärt i anläggningarna så att skydd och funktion kunde intas så tidigt som möjligt i samband med omgruppering.

EMP-skyddade fordon

I vår hotbild fanns EMP (elektromagnetisk puls) i samband med kärnvapenexplosioner. Fokus låg inte mot detta mindre sannolika hot men en högt placerad kärnexplosion över Europa kunde emellertid få Europa att ”stanna” pga. alla sårbara och elektriskt svaga system (tål inte starka strömpulser) i samhället såsom styrning av kraftnät, järnvägar, ekonomiska system, kommunikationer mm. Detta problem gällde även militära system och deras sårbarhet. Beträffande fordonen så uppdagades att dessa innehöll elektriskt ”svaga system” för motorstyrning och kraftöverföring. Med andra ord en elektromagnetisk puls (EMP) skulle kunna få hela svenska försvarets fordonspark att stå stilla, vilket även skulle kunna drabba alla andra system

som inte var säkrade för EMP eller häftiga åskväder och strömstötar i kraftnäten. Ett relativt enkelt och billigt EMP-skydd föreslogs till installation i alla fordon. Av någon anledning togs inte förslaget på allvar och fordonen torde än i dag vara fortsatt oskyddade. Dock har senare tidens anskaffning av telemateriel från början getts inbyggt EMP-skydd bl.a. PS-870.

Flygtransport

Rrtpto förlängda arm var möjligheten till att flygtransportera materiel och förband. Utprovning genomfördes med radarvagnarna men var omständligt. Flygtransport bedömdes som mindre sannolikt att genomföras med hänsyn till begränsad tillgång på tunga transportflygplan. Eventuellt skulle en strategisk omfördelning av gränssättande materiel mellan landsändarna kunna motivera just utnyttjandet av flygtransport eftersom det vore tidsödande och resurskrävande att låsa rrtpto för långa landsvägstransporter. Flygtransport var möjlig att genomföra men föga sannolik.

Krigsförberedelser

I takt med att radarförbanden (enligt K-tabell) utbildades (P-tabellerna uppfyllda) tog nästa fas vid. Mottagande flottilj av radarförbandet var mobmyndighet. Förbandschefen (i regel ur något radarövningskompani) upprättade en mobplan varvid all förbandsmateriel skulle listas och förrådshållas på lämplig plats. Här kom problem att uppstå. Vid den här tiden pågick även en omfattande basutbyggnad och uppsättning av flygbasförband, vilka slukade mobmyndigheternas kapacitet. De förhållandevis små radarförbanden i det här sammanhanget fick mestadels stå åt sidan varför brist uppstod på mobförråd och förbandsmateriel. Detta blev en seg historia då det lilla landet med den höga ambitionen inte helt orkade med.

Parallellt med mobplanen upprättades även en stridsplan för förbandet om hur ”striden” skulle föras inne i och utanför strilradaranläggning 860. En stomme/typmall för radarkomp PS-860 togs förtjänstfullt fram av radarövningskompanierna. Denna stomme tillämpades i hela landet varför en förbandschef lätt skulle känna igen sig i nomenklaturen ifall han blev reorganiserad, liksom även att luftförsvarssektorstaberna i landet skulle förstå stridens förande vid dessa höghöjdsradarförband. Tack vare standardiseringen av anläggningar, förband och planer underlättade det för den centrala myndigheten (CFV), som ytterst hade produktionsansvaret.

De äldre radarförbanden återfanns i en fredsorganisation med krigsförbandschefen i spetsen och all nyckelpersonal i tjänst. Arbetet med att upprätta planer kunde således alltid ske på ordinarie arbetsplats och under ordinarie arbetstid. Detta var inte möjligt för radarkomp PS-860 eftersom dessa inte var fredsorganiserade på det ”gamla” sättet. Krigsförbandschefen hade här en tuff uppgift att upprätta planer först efter att han hade kunnat sammankalla nyckelpersonalen i sitt förband vid anläggningen för att där bedriva den tyngre planläggningen.

Provanläggningen

Telematerielen (PS-860) placerades i en skyddad anläggning (S-anläggning) så att hela anläggningsfunktionen (radar, radio, radiolänk, tråd) kunde utprovas med teknisk drift, fortifikatorisk drift och markförsvaret. Denna anläggning byggdes i slutet av 1970-talet på lämplig plats i förhållande till förband och verkstäder. Prototypanläggningen användes för att utprova hela anläggningsfunktionen ställt mot målsättningen för höghöjdsradarsystemet PS-860. Lotten föll på TUstril (taktisk utprovning stril) att genomföra denna grannliga uppgift med en helt ny teknikgeneration av radarsystem samt en helt ny lösning på det fortifikatoriska skyddet.

Denna unika typ av anläggning tilldrog sig även intresset från vår kung, som gjorde ett besök vid just prototypanläggningen.

Platschefen/kompanichefen fick under de åren provverksamheten pågick en intressant uppgift med full insyn och medverkan i utprovningen av denna toppmoderna materiel paketerad i en helt ny typ av anläggning.

TUStril med sin kunskap och vunna erfarenhet av anläggningens drift och underhåll blev en stöttepelare till utbildningsförbanden då förbandsproduktionen av radarkomp PS-860 väl kom igång. Radarförbanden serieproducerades i takt med att anläggningarna byggdes ut. Prototypanläggningen blev embryot för alla andra skyddade anläggningar i landet som byggdes ut, vilka serieproducerades. Vissa modifieringar, främst antennschaktets luckor, utfördes med erfarenheten från utprovningen som grund men i stort fick prototypanläggningen bli förebilden.

Materiel- och handhavandebeskrivning

Inom flygvapnet och även inom försvaret i sin helhet var standarden hög vid produktion av publikationer och läromedel. Detta gällde även vid framtagning av en materiel- och handhavandebeskrivning för strilradaranläggning 860, MHA 860, vilket skedde genom TUStril försorg.

Alla system som anskaffades begåvades vart och ett med någon form av MHA men denna för just PS-860 kom att bli mycket omfattande och heltäckande för systemhelheten. Ett mycket grannliga arbete lades ner på denna publikation för att samla så mycket nödvändigt underlag som möjligt för de förband som skulle betjäna denna mångfald av radaranläggningar över hela landets yta.

Fredsverksamhet

Strilradaranläggningar 860 byggdes främst ut landsomfattande för att finnas tillgängliga för beredskapshöjande åtgärder och i krig. Ett fåtal anläggningar (cirka 1/3) utnyttjades i fredsdrift för lokal produktion och för förbandsproduktion av strilförband (radarinformation in till strilcentral) och flygförband under flygövningstid. Driften vid dessa anläggningar upprätthölls av driftgrupper från äldre och avvecklade radaranläggningar/förband. Fredsdrivna anläggningar var inte helt anpassade för sin roll varför ”fredsanpassade” modifieringar av lokalteter gjordes.

Inledningsvis var det en ”snål” driftidstilldelning för PS-860 med tanke på denna helt nya teknikgeneration och därmed behovet av att snabbt bygga upp en kompetens för krigsbehovet. Det blev en annorlunda kompot av radarsystem att arbeta med i förbandsproduktionen och även i incidentberedskapen då radarvideo från PS-Ä (PS-65/66/825/810/15) kompletterades med radarplots från PS-860.

När ett nytt system och i detta fall när en ny teknikgeneration gjorde sitt intåg, borde en relativt lång inkörningsperiod (”inbränning”) ha tillåtits. I god flygvapenanda skulle systemet in i större övningssammanhang nästan samma dag som det togs i drift och helst dagen innan. Då gick det som det gick när man hade för bråttom och inte gav personal och teknik (människa och maskin) en ärlig chans till inskolning. Det fungerade inte på avsett sätt och med täta avbrott i funktionen som följd. Det nya radarsystemet fick i början ett oförtjänt dåligt rykte både inom strilorganisationen och inom luftförsvaret i övrigt.

Ofta uppstod problem med slutröret TWT (Travelling Wave Tube). Det fanns inledningsvis inte tillräckligt många i landet, vilket orsakade avbrott och irritation på fältet.

Även om endast ett fåtal anläggningar planerades för fredsdrift, medgav telematerielens rörlighet att systemindividerna kunde rotera för att uppnå en jämn förbrukning under systemets livslängd. Anläggningar som normalt inte var i fredsdrift var beredskapsställda och aktiverades i samband med GU och övningar (KFÖ, FMÖ osv) varvid dessa gav sitt tillskott i den totala radarmosaiken.

De anläggningar som inte var i fredsdrift, var obemannade men kunde således startas upp vid beredskapshöjning efter att personal tillfördes från radarövningskompanierna. Driftprofilen för PS-860 var annorlunda jämfört med tidigare systemgenerationer. Äldre system hade kontinuerlig fredsfunktion med en fredsorganisation, som var embryot till krigsorganisationen. Systemen var således i drift och väl kända av förbandspersonalen. Med PS-860 följde ett nytt driftförfarande då ”passiv” anläggning togs i drift. Ofta blev det problem att ”väcka” den vilande anläggningen främst pga. att den inte var ”van” att vara i drift samt personalens rutin. Med denna driftfilosofi var det nödvändigt att acceptera en viss inkörningstid.

System PS-860 med sin komplexitet och helt nya teknikgeneration gav inledningsvis det bakre underhållet (verkstad-FFV) en tung roll att assistera förbanden/anläggningarna både med teknikkunnande samt ue/rd (utbytesenhet/reservdel)-försörjning. Gränsdragningen mellan de tekniska ansvarsområdena för själva anläggningen inkl luckorna och telematerielen var inte tydlig, vilket skapade störningar. Denna situation var också ny i och med denna anläggningstyp jämfört med äldre traditionella radaranläggningar.

PS-860 planerades inte för att dygnet runt utgöra en resurs i incidentberedskapen utan endast under just flygövningstid. Incidentberedskapen planerades betr höghöjdsradartäckning att förlita sig på luftfartsverkets primärradar (PS-825), FV egen flygtrafikledningsradar (PS-810), PS-65Ny och PS-66 så länge dessa fanns kvar. För låghöjdsradartäckning utnyttjades PS-15 i de delar av landet där dessa fanns och tills ersättning senare skedde med PS-870.

En utökad drifttid för PS-860 kunde alltid vid behov prioriteras.

Västorienterade grupperingsplatser

Vid dessa västligt belägna oskyddade anläggningar bedrevs endast verksamhet i samband med vissa övningar då omgruppering skedde från skyddad anläggning med transportförband samt upprättande av ev relästationer för radiolänk till strilcentral.

Underrättelsebehov och radartäckning i incidentberedskapen

Målsättningen var att alla äldre radaranläggningar skulle avvecklas i takt med att strilradaranläggningar 860 togs i drift. PS-860 kunde inte helt tillgodose underrättelsebehovet och radartäckningen i incidentberedskapen. Eftersom det fanns en del igångsättningsproblem med PS-860, vidmakthölls PS-65 Ny (som hade bra indikatorrum) med PH-40 och vissa PS-66 längre än planerat för att säkerställa incidentberedskapens och underrättelseinhämtningens behov.

Långt senare när kalla kriget var historia gjordes ominriktningar för utnyttjandet av PS-860 i incidentberedskapen särskilt efter att kvarvarande äldre radarsystem hade avvecklats.

Gotland

Underrättelsebehovet i fred var stort under det kalla kriget. Dialog förelåg mellan ÖB och CFV om att stärka resurserna för underrättelseinhämtning över Östersjön på hög höjd. Främsta resursen hittills hade varit PS-65Å på Gotland. Höghöjdsradaranläggningarna på fastlandet tillgodosåg inte underrättelsebehovet över Östersjön i tillräckligt hög grad.

En S-anläggning var planerad för utbyggnad på centrala Gotland i ett naturkänsligt område, vilket länsstyrelsen hade påpekat. Denna anläggning skulle i fred inledningsvis inte innehålla någon PS-860 utan först efter att ett förband med system från fastlandet omgrupperade i samband med beredskapshöjning. Strilradaranläggning 860 på Gotland skulle därför inte kunna vara någon underrättelseresurs.

I takt med att strilradaranläggningar 860 byggdes ut, avvecklades äldre anläggningar. I nedre Norrland avvecklades en PS-66 i mitten av 1980-talet. I dialog med ÖB om att denna radar skulle kunna flyttas till Gotland av främst underrättelseskäl, bejakades. Uppdrag gavs till CFV att genomföra flytten men inga medel tilldelades för detta ändamål. ÖB beslutade av operativa skäl att strilradaranläggningen 860 på Gotland inte skulle byggas utan dessa medel skulle användas för flytten av PS-66.

Länsstyrelsen på Gotland anmälde viss besvikelse över att ön skulle komma att sakna uthålliga sensorresurser pga. att ön inte prioriterades högre i krigsfallet.

Rekognosering genomfördes på Gotland efter liknande principer som vid rekognosering av andra radaranläggningar. Flera goda grupperingsalternativ med hög antennplacering fanns men en viktig faktor var en rationell fredsdrift. Här föll därför valet på samgruppering med den PS-65Å som redan fanns på Gotland även om platsen inte var optimal för PS-66, vilket den på sin tid var för PS-65 (havsnära placering med hänsyn till vågutbredningen).

Flytten som var helt unik i sitt slag genomfördes framgångsrikt till sjöss och överlämning för drift och underhåll skedde i mitten av 1980-talet då fortfarande det kalla kriget var en realitet. Driftgruppen vid PS-65 omskolades till PS-66 och övertog ansvaret för drift och underhåll. PS-66 på Gotland blev underrättelseinhämtningens och incidentberedskapens ”ardennerhäst” liksom övriga kvarvarande PS-66 på fastlandet. Flyttning skedde något senare även inom övre Norrland av en PS-66 från nedre delen av luftförsvarsektorn till den övre delen, som ersattes på samma plats med PS-860. Vanan fanns nu att flytta den tunga PS-66 varför ytterligare en flyttning av PS-66 övervägdes till Västkusten (fd plats för PJ-21) från Östergötland/Småland, där ersättning skedde med PS-860. Denna flyttning var luftoperativt intressant men inte tillräckligt angelägen eftersom ÖB inte ville tilldela resurser för detta, varför projektet lades ner.

Utlandsintressen

Intresset för den svenska lösningen vid skyddad radaranläggning med en för sin tid mycket modernt radarsystem rönt intresse utomlands, varför besök genomfördes. Det var inte bara skyddsfilosofin som intresserade utan även att radarsystemet var rörligt dvs. kunde transporteras till annan anläggning som var ”tom” eller för ersättning av system i aktiv anläggning som luftförsvarsoperativt var angelägen och därför prioriterad. Särskilt ett besök är minnesvärt då en grupp från Frankrike angjorde anläggningen med helikopter från Stockholm. Radarantennen var i sitt spaningsläge då helikoptern närmade sig för att plötsligt försvinna bland trädkronorna, den gick ner i sin silo och ”la locket på”. Detta imponerade starkt på den franska gruppen.

Problem i början

Redan under byggnationen kunde konstateras att entreprenörer inte alltid förstod vidden av att bygga helt enligt ritningarna. Det förekom att ömtåligt signalkablage på föreskrivet markdjup inte alltid inbäddades i sand utan i sprängsten (punktering som följd) pga. entreprenörens okunskap och i tron att det gick att hantera denna kablagessort i likhet med det betydligt mera hållfasta kraftkablaget. Sådana misstag blev fördyrande och fördröjde utbyggnaden. Behov av kontroll under byggtiden betonades men var en resursfråga för de fortifikatoriskt ansvariga.

Den nya tekniken i PS-860 hade behövt ett stort drifttidsuttag vid anläggningarna med hänsyn till komponenternas känslighet för stillastående och med avbrott som följd. Ett alternativ att bemöta problemet hade varit kontinuerlig drift som den sannolikt var konstruerad för. Vandringsvågrörets tillförlitlighet var begränsat. Detta i kombination med rörbrist i landet orsakade avbrott och ibland misstroende mot systemet.

Epilog

Efter hand driftöverlämnades anläggningarna. Trots att systemet inte hade funnits länge i organisationen diskuterades möjliga förbättringar och på sikt möjlighet till uppgradering. Tidigt övervägdes ifall en bättre/modifierad antenn kunde ge ökad effekt i systemet med tanke på den telemiljö det skulle kunna verka i. Det kom aldrig längre än till överväganden då effekthöjningen bedömdes som ringa.

Vandringsvågröret – TWT – sågs som en flaskhals. Halvledarteknik i syfte att ersätta TWT diskuterades men blev inte en realitet.

Den skyddade anläggningen förutsatte bemannad drift främst med tanke på antensystemet i sin silo. Dock övervägdes fjärrmanövrering av vissa anläggningar i syfte att kunna fjärrmanövrera den för stunden mest angelägna med hänsyn till incidentberedskapens och underrättelseinhämtningens behov.

Radarsystemet PS-860 med sina skyddade anläggningar i en landsomfattande mosaik fick en annan roll när kalla kriget tog slut i början av 1990-talet. Krigsbehovet blev inte detsamma som målsättningarna och planerna en gång avsåg.

Ominriktningar medförde att anläggningar prioriterades för den nya situationen och att mindre angelägna anläggningar förrådsställdes/avvecklades. Vissa systemindivider fick nya uppgifter på nya platser.

Antalet systemindivider prioriterades för vidmakthållande och modifieringar så att PS-860 med modern och tidsenlig uppgradering till PS-861 alltjämt kunde utgöra en viktig komponent i svensk beredskap och luftförsvaret in på 2010-talet.

Systemet har sådan utvecklingspotential att det efter modifieringar till PS-862 bedöms väl kunna användas in på 2020-talet.

Utbildning

Lars-Håkan Persson

Bakgrund

Utbildning av personal för drift och underhåll av all ingående materiel i Strilradaranläggning 860, var en nödvändighet för att uppfylla ställda krav enligt de underhållsberedningar som framtagits. Personalen skulle bestå av militär, fast anställda och värnpliktiga samt tillhöra respektive Radarkompani 860. I ett senare skede efter att PS-08 och PS-65 avvecklades tillkom civil driftpersonal som placerades på några anläggningar.

Utbildningen för drift och underhåll var omfattande, med en stor mängd materiel. Här kan nämnas PS-860, PI-839, Trafiksystem 860, Markelektro (inklusive hiss-system). PS-860 innebar nya tekniklösningar och därmed även ny signalbehandling jämfört med tidigare radarsystem. Ett generationsskifte från i huvudsak analoga radarsystem till digitala och processorstyrda system stod vid dörren. Samma förhållande gällde för telefon- och taktiska växlar.

Strilanläggning 860 delades in i tre ledningsfall:

Ledningsfall 1 Enbart radarsystem

Ledningsfall 2 Radarsystem med Operatörshyddor

Ledningsfall 3 Radarsystem, Operatörshyddor med telehydda (Rrgc/T)

Dessutom fanns skyddade grupperingsplatser, S-anläggningar och oskyddade platser, N-plats.

I denna sammanfattning är koncentrationen mot Ledningsfall 1 och ingående PS-860 med PI-839.

Flygvapnets Södertörnskolor, F 18, och Flygvapnets Halmstadsskolor, F 14, ansvarade för merparten av materielutbildningen.

Allmänt

Flygvapnets Södertörnskolor i Tullinge bildades 1974 efter nedläggning av förbanden F 2 och F 8, förbandsbeteckningen F 18 kvarstod. Det mesta av utbildningen flyttades då till Tullinge. Stor del av personalen vid skolorna kom från F 2.

Flygvapnets teletekniska Skola, FTTS, bildades på F 18 efter det att Flygvapnets radarskola, FRAS, vid F 2 lades ned. Nya ändamålsenliga byggnader och lokaler byggdes på F 18.

Utbildningen av tekniker för PS-860 startade år 1980 vid Flygvapnets Södertörnskolor, F 18 och fortsatte sedan vid Flygvapnets Halmstadsskolor efter nedläggningen av verksamheten vid Tullinge år 1986. I Halmstad bildades då FMTS som tog ”över” FTTS verksamhet. Utbildningen av tekniker genomfördes fortsättningsvis på radaranläggningar efter det att utbildningssystemen i Tullinge togs bort.

Förberedelser vid FTTS

Behovet av kunskap var stort för de lärare vid FTTS som skulle genomföra utbildningen. Förberedelserna innebar bl.a. utbildning i teknisk engelska, datorteknik, programmering av HP-1000 system, störskyddskurs och materielutbildning av PS-860, trafiksystem 860, presentationssystem, PI-839 och olika orienteringsutbildningar.

Utbildningen i teknisk engelska genomfördes vid FTTS av inhyrd lärare som i grunden var radartekniker från engelska armén men var nu bosatt i Sverige och arbetade med radarsystem för civila sjöfarten.

Programmering av HP-1000 system var ej så konstigt som det låter. En variant av HP-1000 skulle finnas integrerad i PS-860. Utbildningen genomfördes vid Hewlett&Packard i Sverige.

Datorutbildningen genomfördes vid FTTS utbildningssystem, FACIT DS9000 och HP-1000.

PI-839 utbildningen genomfördes vid Philips i Järfälla och vid FFV-Underhåll i Arboga.

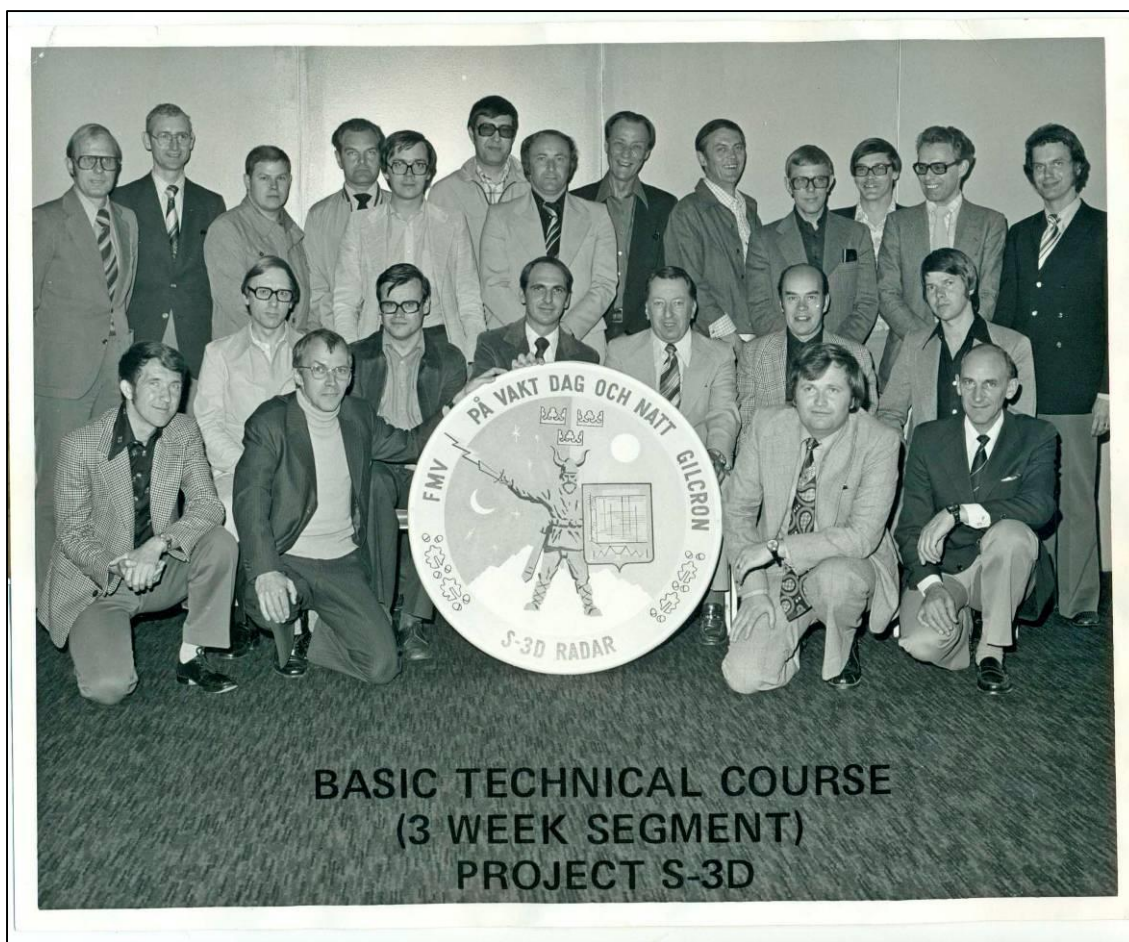
Presentationssystemet i radarn var integrerad i SSMU-enheten (Störskyddsmanöverenheten). Utbildningen genomfördes vid FFV-Underhåll i Arboga av StanSaab som var underleverantör till ITTG.

Utbildning av olika delar i trafiksystemet genomfördes hos leverantörer. Växlarna GTD 120 utbildning skedde i Antwerpen hos ATEA och AXT utbildningen i Sverige av LM Ericsson. Övriga system vid FTTS, F 18.

Utbildning av radarmaterielen genomfördes hos leverantören ITTG i USA under februari och mars 1977 och kompletteringskurs vid FTTS i Tullinge under 1979.

Kursen i USA var uppdelad i två segment, en ”tre veckors kurs” och en ”fem veckors kurs”. Tjugotvå deltagare från Sverige deltog i kursen. I den längre kursen som var en fördjupning av ”tre veckors kursen”, deltog tretton elever, förbandstekniker, lärare och personal från central verkstad. För utbildaren från ITTG var det inte så enkelt, radarsystemet var ej klart vad gäller konstruktionen i vissa delar. Detta resulterade senare i att komplettering av utbildningen genomfördes av ITTG vid FTTS på F 18 under fyra veckor 1979.

Under uppbyggnadsskedet av Strilradarsystem 860 medverkade alla berörda inom det totala 860-projektet i ett ömsesidigt informationsutbyte på F 1 i Västerås och F 18 i Tullinge. Då erhöles allmän information om allt från MC-ordonanser till uppbyggnad av mottagaren i PS-860. Deltagarna informerade om sina respektive delar.



Deltagarna från "tre veckors kursen" i USA

Fr.v övre rad:

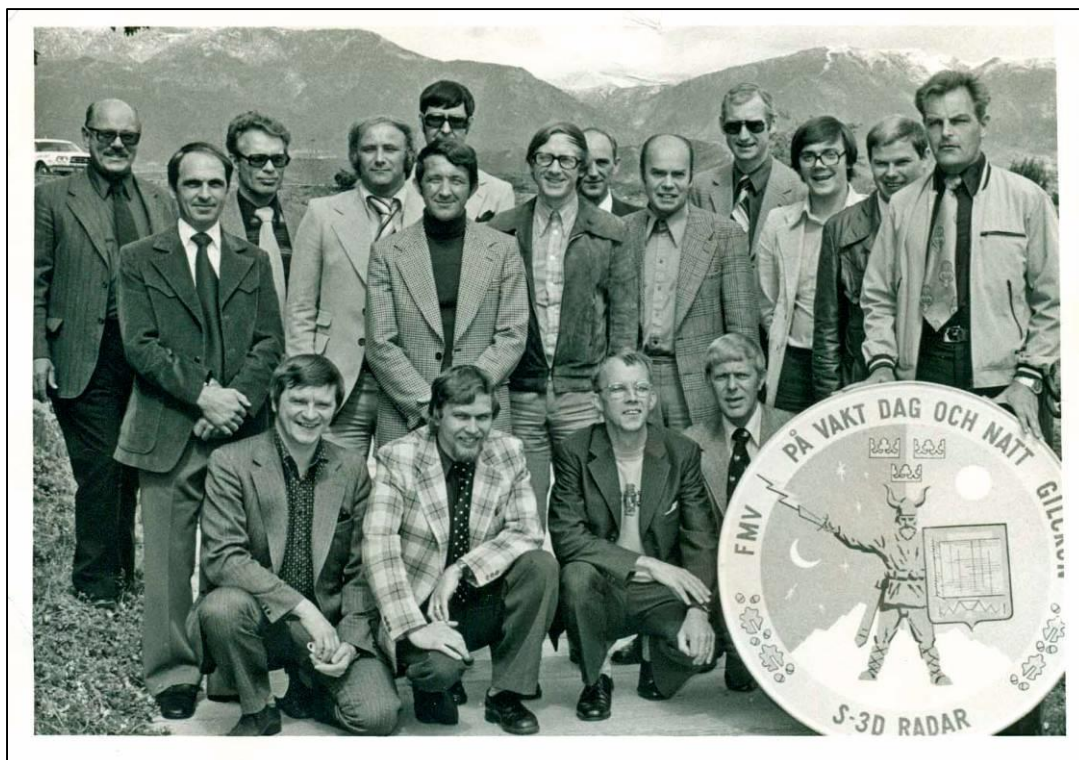
Rolf Johansson FMV, Per Naucler FFV-U, Dag Malmström F 13, Eroid Wiklund FS, Lars-Håkan Persson F 18, Håkan Sandbro FFV-U, Göran Ahlin F 12, Bengt Daxberg FFV-U, Roland Olsson FFV-U, Lennart Clasback F 18, Ingemar Eriksson FMV, Leif Blixt FFV-U, Sture Andersson FFV-U.

Fr.v mellersta rad:

Kjell Davidsson Teleplan, Peter Eriksson TUStril F 18, Don Mills ITT Gilfillan (lärare kursledare), Bertil Quist FMV, Tage Gregers Warg F 18, Roger Berglund FFV-U.

Fr.v nedre rad;

Leif Sjösten F 18, Per Nilsson F 18, Jan Wallin SRA, Allan Kärnfalk FFV-U.



Deltagarna från ”fem-veckors kursen” i USA

Fr.v övre rad:

Doug Belsheim ITT Gilfillan, Don Mills ITT Gilfillan (lärare kursledare), Leif Blixt FFV-U, Göran Ahlin F 12, Leif Sjösten FTTS/F 18, Håkan Sandbro FFV-U (skymd), Kjell Davidsson Teleplan, Allan Kärnfalk FFV-U, Tage Gregers Warg FTTS/F 18, Per Naucler FFV-U, Lars-Håkan Persson FTTS/F 18, Dag Malmström F 13, Erol Wiklund FS.

Fr.v nedre rad;

Bo Valfridsson Stansaab (lärare Radac), Arne Palmquist Stansaab (lärare Radac), Per Nilsson FTTS/F 18, Lennart Clasback FTTS/F 18.

Utbildningssystemet

Utbildningen planerades för åtta – tio elever per kurs. Ett antal kurser skulle genomföras per år för både radar och trafiksystem, mm. Förutsättning för genomförandet var tillgång till en komplett radar med antenn, en utbildningsrigg med radarmateriel samt simulatorer.

Vid Rikstens skola inom F 18 byggdes en N-plats med en upprättad radar för att täcka behovet av system för både StrilS och FTTS utbildningar. För drift och underhåll svarade StrilS-radarkompani, med stöd av personal från FTTS. Systemet togs i drift under 1979.



Utbildningssystem vid Riksten skola på F 18

För den radartekniska utbildningen byggdes en ”utbildningsrigg” med simulatorer och all radarmateriel utom antenn. I leveransen av radarmateriel från ITTG ingick ett antal simulatorer så att en utbildningsrigg skulle komma så nära verkligheten som möjligt. Placeringen blev lokaler vid f.d. avd 6 på flottiljen. I anslutning till utbildningsriggen fanns lektionssal, m.m.

Det fanns i början många problem att brottas med. Radarsystemet innehöll flera ”barnsjukdomar”, ett flertal modifieringar genomfördes, ventilationssystemet var provisoriskt och kylsystemet var ej heller ”intrimmat”. Observera att det var på detta system som utbildningen skulle genomföras!

Vid ett tillfälle gjordes noteringar vid försök att följa de felsökningsträd och felutpekningssystem som fanns tillgängliga. Anteckningarna nedan är en direkt avskrift av noteringarna.

Anteckningar förda på PS-860 791122 F 18 Tullinge.

11:00 Start I/O larm, svag känslighet.
 12:00 Kraftavbrott Bakeffekt kragg.
 12:30 Omstart I/O, DT, PPI modem, coc FotoPPI testsymbol felaktig och STC-larm.
 13:00 Kraftavbrott
 13:05 Omstart Felbild enligt 12:30.
 13:20 ACM, manöver av sändare och antenn omöjlig.
 13:45 Kraftavbrott
 13:50 Omstart Manöver av sändare och antenn omöjlig.
 14:15 Kraftavbrott
 14:20 Omstart
 15:15 Skiftat samtliga kort i DP som utpekats av BITE plus CG (påbörjades 12:30).
 15:20 Skiftat VSTTG därefter manöver OK. DT larm (Stow Switch). Ändrat stow switch, därefter OK. Svag känslighet.
 15:30 Start sändare. I/O, STC och ACM larm. Svag känslighet
 16:00 Brytning

Anteckningar förda på PS-860 791123 F 18 Tullinge

08:15 Start IF dist, Video, I/O, ACM, Second IF och STC – larm.
 08:30 Start sändare I/O och STC-larm. 9 plot/20 sec. RR plot och N puls ej på "samma" avstånd! Dålig känslighet. ACM-larm kommer och går.
 12:35 HP-dator halt. Temp i hydda 30 grader.
 13:30 Terminalskrivare saknar kommunikation med dator, då datorn i några minuter gick (run).
 13:40 Clogged filter i klimataggregat – larm återställt.
 14:00 32 grader varmt i hydda 2. HP dator omöjlig att köra.
 14:05 Öppnat båda dörrarna i hydda 2 för att erhålla tvärdrag och nedkylning.
 14:20 27 grader varm. Dator går ej.
 14:40 24 grader varmt, dörrarna stängs dator i drift, terminal OK, 18 plottar/20 sek, svag känslighet, plottfel i avstånd, I/O och STC-Larm.
 14:55 Deflection Correction urkopplad – 180 plottar/20 sek. Plottar och N-puls på samma avstånd.
 15:30 Deflection Correction åter inkopplad – 11 plottar / 20 sek, fel avstånd på plottar, svag känslighet.
 15:40 Brytning

Anteckningar förda av LH Persson FTTS/F 18**Utbildningsunderlag**

För den radartekniska utbildningen skulle inte något utbildningsunderlag tas fram. Endast "Allmän systembeskrivning", "Funktionsbeskrivning" samt "direktiva publikationer" skulle användas.

Det var tidigare vanligt att FTTS producerade eget utbildningsunderlag för de olika materiel-systemen. För radartekniska utbildningen på PS-860 var detta behov begränsat. Vissa systemritningar togs fram för att underlätta systemförståelsen.

Ansvarig för framtagningen av funktionsbeskrivningen var FFV-Underhåll i samarbete med FTTS. Ett antal avsnitt producerades vid FTTS. Funktionsbeskrivningen kunde därmed anpassas för utbildningsbehovet och inte bara för förbandspersonalens behov.

Den första radarkursen som genomfördes fick ett provisoriskt underlag eftersom dokumentationen ej var klar.

Värnpliktiga tekniker

På ett radarkompani fanns det olika kategorier av värnpliktiga, bland teknikerna fanns det radartekniker, transmissionstekniker, markelektrotekniker.

De värnpliktiga radarteknikerna och transmissionsteknikerna var uttagna som plutonsbefäl och genomgick all sin grundutbildning vid F 18. Deras befattningsutbildning erhöles på respektive radarkompani vid olika förband.

Gemensam utbildning för värnpliktiga tekniker förutom grundutbildningen var, orientering Stril60, grundkurs PS-860/T (ledningsfall 1, 2 och 3), vapenutbildning för 860-kompaniet, hanteringskurs 860, mm. Dessa kurser genomfördes av StrilS.

Nytt för FTTS var att utbilda värnpliktiga tekniker; radar- och transmissionstekniker. Studier genomfördes av lämplig utbildningsnivå för radarteknikerna. Resultatet blev en rekommendation till Värnpliktsverket att de uttagna bör ha genomfört treårigt tekniskt gymnasium samt genomfört påbyggnadsår. Dessutom rekommenderades att de uttagna i första hand skulle komma från Åsögymnasiet i Stockholm som "låg på framkant" med datorutbildning i sitt gymnasieprogram.

Värnpliktiga elmekaniker (motsv. markelektro) fanns tidigare på radaranläggningar inom Stril. F 14 i Halmstad utbildade nu markelektroteknikerna där bl.a. hisssystemet ingick.

Radarkursen för PS-860 radartekniker var fem veckor samt en vecka för PI-839 och ansågs tidsmässigt som forcerad. Ursprungligen planerades sju veckor. De värnpliktiga hade knappt hört talas om radarteknik och hade begränsad kunskap om mätteknik och underhållsteknik. (Radarstation PS-860 Teknik kurs nr: 4251).

Transmissionskursen (trafiksystem 860) för transmissionstekniker var sju veckor och markelektro/elkraft var fem veckor (utbildning på F 14 Halmstad).

Efter utbildningen på F 18 och F 14 fortsatte den praktiska utbildningen på förbanden vid F 17, F 13, F 4 och F 21.

Flera värnpliktiga tekniker fick senare anställning i flygvapnet och inom "försvarsindustrin". En del fortsatte på högskolor för att återkomma som flygingenjörer och civila till flygvapnet, FMV, m.fl.

Fast personal

Den fast anställda tekniska personalen i radarkompanierna kom i huvudsak från Rb-68 förband som nyligen hade avvecklats. Från F 21 i norr till F 17 i söder kom de att sammanstråla på kurserna vid F 18. Förutom radarkursen ingick även grundläggande digitalteknik och dattorteknik.

Efter det att PS-08 och PS-65 avvecklades, uppstod behov av radartäckning för förbandsproduktion och incidentberedskap. Resultatet blev att fyra 860-system bemannades av fast civil personal från PS-08 och PS-65 anläggningar, med placering på respektive 860-anläggning och radarkompani. Ytterligare 860-system togs i drift med stöd av utkommenderad personal från radarkompanierna. Därmed skulle ytterligare personal utbildas.

Då det blev klart att Flygvapnets Södertörnsskolor skulle avvecklas, förlorade FTTS lärarkapacitet. Komplettering av lärare genomfördes med vetskapen om att flytta till FMFS/F 14 i Halmstad. Ytterligare behov av radarutbildning uppstod därmed. Inlån av lärarkapacitet erhöles av bl.a. FFV-Underhåll / FFV-Elektronik i Arboga.

Materielen i utbildningsriggen var en del av det sista radarsystemet som skulle levereras till förband, vilket innebar att vidare utbildning av FTTS och FMFS genomfördes på olika 860-anläggningar.

Den fasta tekniska personalen på radarkompanierna erhöles motsvarande tekniska utbildning som de värnpliktiga.

Noteringar

Under tiden på F 18 var det aktuellt för ITTG att visa upp "deras" radar som egentligen hade handelsbeteckningen ITTG 320 för andra intressenter. FTTS blev på önskemål av FMV ombedda att demonstrera radarsystemet för besökare från Förenade Arabemiraten. Denna genomfördes till full belåtenhet av berörda men någon affär blev ej aktuell. ITTG skickade en tekniker för att säkerställa att radarsystemet fungerade på ett bra sätt men han fick ej visa sig för besökarna!

Det kom givetvis besökare från försvaret, m.fl. vid ett flertal tillfällen. För att klara av sekretesskravet, täcktes vissa delar av bl.a. SSMU-enheten och PI-839 lyftes ibland bort.

Vid ett tillfälle var det CFV-inspektion av F 18. PS-860 var ett intressant objekt att visa. Därmed var anläggningen vid Riksten förberedd. Under besöket skulle all verksamhet pågå enligt normal omfattning. FTTS genomförde just då en utbildningsomgång för fast militär personal.

Den dag då CFV kom på besök var det teori hela dagen i lektionssalen vid utbildningsriggen. Under en av lektionerna rörde det sig konstigt utanför lektionssalens råglasfönster mot gängen in till riggen. Klackar från skor och ett "släpande och skrapande ljud" hördes. In genom lektionssalens dörr inträder två adjutanter, ställer sig i stram givakt och utropar att CFV är på ingång. De flesta kursdeltagarna ställer sig upp och in kommer CFV (Dick Stenberg f.d. C F 18) på ett ben! Det andra benet var gipsat och han hade svårt att röra sig. Han hälsade och bad oss att sitta ned, en del av ett bord rensades och CFV erbjödes en plats på bordet! Efter ett kort diskussionsutbyte önskade han oss lycka till och bad oss fortsätta. Hans besök i FTTS utbildningslokal var ej förväntad.

Förutom utbildning och medverkan vid framtagning av dokumentation, deltog personal från FTTS vid olika utprovningaktiviteter av FMV och TU-Stril samt vid utländska försvarsbesök.

Då ITTG genomförde kompletteringskursen vid FTTS deltog en av programmerarna av bl.a. HP-systemet i radarn. Vid samma tillfälle genomfördes programvarukurs för RIR (telehyddan) av Marconi, båda var kvinnliga systemprogrammerare. Försök gjordes att sammanföra

dessa två vid kaffe och lunch men detta lyckades tyvärr inte. Det fanns gemensamma gränsytfrågor mm. som kunde vara av intresse att båda tog del av samtidigt.

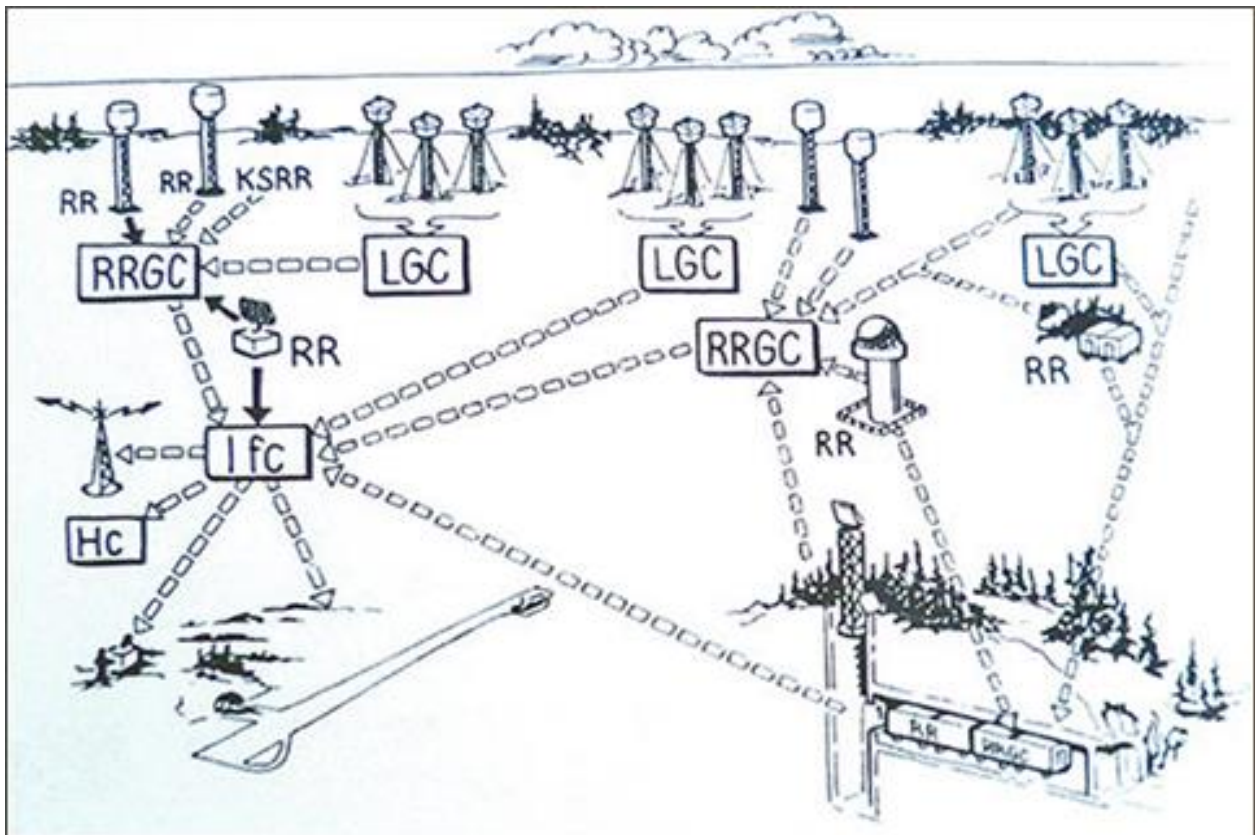
Det togs fram sjutton radarsystem av den ”Svenska” modellen S-3D av ITT Gilfillan, sexton till Sverige och ett till Singapore. Ett visst samarbete mellan FMV/Telub i Sverige och MIN-DEF i Singapore fanns. Bl.a. annat genomfördes en materielkurs på anläggningen i Singapore av Telub. Det som i början var sju veckor i Sverige var nu nere i två veckor!

Begrepp och förklaringar:

CFV	Chefen för Flygvapnet
FFV-U	FFV Underhåll
FMTS	Flygvapnets Markteletekniska Skola
FMV	Försvarets Materielverk
FRAS	Flygvapnets Radarskola vid F 2 Hägersten
FTTS	Flygvapnets Teletekniska Skola
HP-system	Datorsystem från Hewlett & Packard (HP1000 i radarn)
ITT Gilfillan	Leverantör av radarsystem
ITTG	ITT Gilfillan
MINDEF	Ministry of Defence Singapore
N-plats	Oskyddad grupperingsplats
RIR	Rörligt indikatorrum
Rrgc/T	Radargruppcentral Transportabel
SSMU	Störskyddsmanöverutrustning
STRILS	Strilskolan F 18
TUStril	Taktisk Utprovning Stril

Samband

Hans-Ove Görtz



Grunder

Förhistorien till PS-860 sambandet beskrevs under 1969 i PTTEM för PS-60 och omfattade i korthet följande:

Förbandet skall vara strategiskt rörligt, kunna grupperas på fortifikatoriskt förberedda platser, t e av typen PJ-21/R, och bör kunna grupperas på valfri plats som ej i förväg iordningsställts. Enkelt lokalt op-rum anskaffas, i ett mindre antal, med reservledningsmöjlighet. Op-rummets operativa funktion bör vara densamma som oprum/PS66.

Följande enheter ingår i förbandet:

- radarstation med DBU
- IK-station
- Sambandsutrustning (inkl SBÖ-utrustning enl TTEM)
- Kraftaggregat
- För vissa enheter tillkommer
- op-rum
- talradioutrustning (Tmr 13-14F)

”Stationen skall anslutas till central med transportabel radiolänkutrustning, för överföring av smalbandig plan-, höjd och IK-data. Därutöver erfordras två länkkanaler för talkommunikation alt fjärrmanövrering av talradio. Sambandsutrustningen skall utformas så att vid gruppering på platser med tidigare utbyggt tråd- eller radiolänksamband detta kan utnyttjas. Till stationer med op-rum skall kunna anslutas vissa yttre objekt, t e flygbas, lgc, angr op-rum. För detta ändamål erfordras 6 förbindelser. Dessa upprättas som förmedlade förbindelser i försvarets fasta radiolänknät. Utöver ovan angivet samband skall stn kunna anslutas till televerkets nät med ett abonnemang.”

Ovanstående grunder användes inom ramen för SUS 70 och där framhöll utredningen i samband med ”Realiserande av PS-860 i pop-up utförande” att vad avser ”strilsamband” att:

”Krav på uthållighet, men framförallt kravet på ökad flexibilitet i strilkomponenternas utnyttjande, medför att informationen från olika sensorer sannolikt i högre grad än hitills bör databehandlas lokalt vid datakällan och smalbandigt överförs till centraler. Förmedlad datatrafik bör härvid övervägas inte minst mot bakgrunden av behovet att distribuera data från en sensor till flera mottagare. Strilkomponenternas krav på sambandssystemen och vice versa bör därför studeras med utgångspunkt att tillgodose skisserad systemfunktion för stril. Störresistensen bör därvid ägnas fördjupat beaktande.”

Mot ovanstående grund gav SUS 70 i februari 1971 underlag till PTTEM för radarstation PS-860.

Detta PTTEM överensstämmer till stor del med de behov/krav som angetts för PS-60 och här beskrivs kortfattat de förändringar som blev.

”I första hand skall stationen anslutas till strilcentral (lfc, rgc eller transportabla oprum). Det skall dock finnas möjlighet att ansluta stationen till ett lokalt indikatorrum för autonom reservfunktion. PS-860 skall grupperas på fortifikatoriskt förberedda platser. Ett större antal grupperingsplatser än radarstationer skall utbyggas för att möjliggöra anpassning av grupperingen till alternativa situationer. Skydd mot signalsökande attackrobotar skall åstadkommas genom avstängning av radarstationen styrd av en larmradarstation, PS-840. Skydd mot EMP skall beaktas enligt gängse normer, d v s bör ingå inom rimliga ekonomiska gränser. Stationen skall anslutas till central (indikatorrum, oprum/R) med kabel eller rörlig radiolänkutrustning enligt särskild specifikation.”

Med ovanstående krav som grund fick även en transportabel markradio, TMR 20, utvecklas för att möjliggöra en strategisk omgruppering samt samgruppering.

Kraven på PS-860 medförde behov av EMP-skyddade sambandsutrustningar och fortifierade utpunkter för TpRL, TMR och kraftaggregat.

Kraven i dess omgivning inom strilsystemet medförde även utveckling av förmedlad smalbandsöverföring, taktisk kommunikation (TAKKOM) för förmedlad operatörstrafik, införande av strilradarledning – dessa system beskrivs kortfattat nedan och mer omfattande i annan FHT dokumentation.

Utrustning för smalbandig överföring av radarbild baserades på TTEM från CFV 1970. Förutom de angivna taktiska och tekniska kraven kompletterad med utbyggnad och kostnader

framgår att vad avser överföring av SBÖ radarbild att: det skall ske på en talkanal i stril ordinarie sambandsnät, automatiserat radiolänknät, televerkets automatnät och på en rörlig radiolänk, d v s överföringen skall kunna ske över de sambandsmedel som ingår i stomdel, kompletteringsdel och anslutningsdel i sambandssystem för central samt högre och lägre regional nivå.

De specifika sambandsbehoven som utarbetades för anläggning PS-860 var:

- överföra luftlägesinformation till rgc eller RIR med rgc-funktion som underlag för målföljning och styrdataledning
- när talradio tillhör anläggning ska den kunna moduleras från rgc eller RIR med rgc-funktion
- då en openhet ingår utföra luftbevakningsrapportering och talstridsledning
- då ytterligare openhet samt teleenhet ingår – ta emot radarinformation från fjärrgrupperad radar, utföra målföljning, överföra måldatainformation till Lfc samt utföra styrdataledning över fjärrgrupperad sändare och eventuell samgrupperad radiosändare

Huvudfunktioner

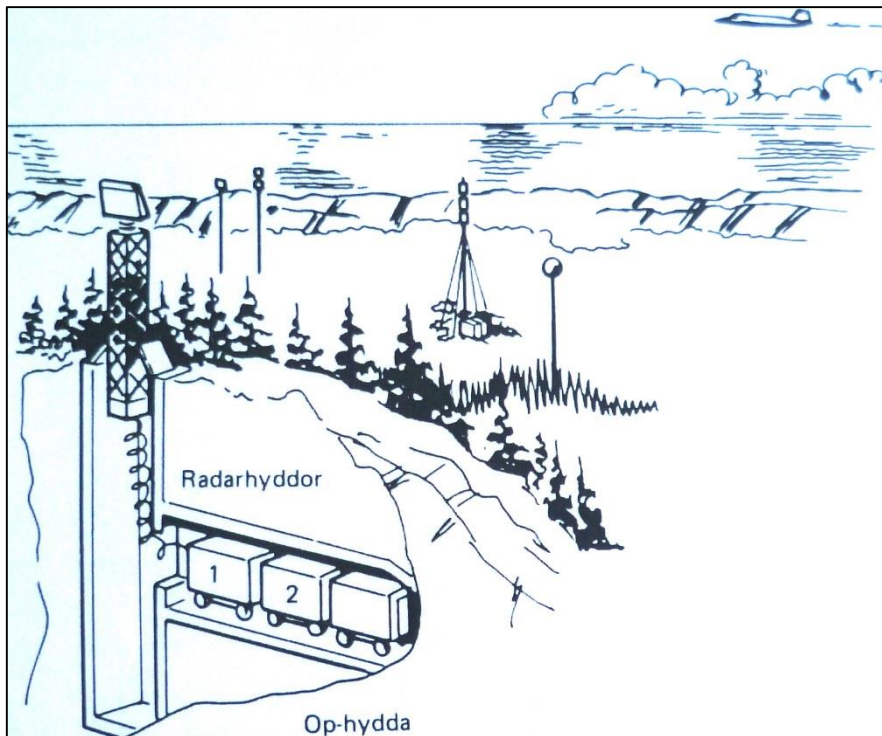
- överföring av smalbandsdata samtidigt till 4 rgc eller RIR med rgc-funktion
 - strilradar och IK-radarinformation
 - momentan radartäckning
 - beredskap
 - peksymbol (med inlagringsutrustning tal)
- överföring som ovan till i anläggning ingående openheter för att
 - möjliggöra från rgc två talradiokanaler
 - utföra automatisk/halvautomatisk målföljning till 2 Lfc samtidigt
 - utföra styrdataledning av 8 jaktflygplan samt över maximalt 3 fjärrgrupperade styrdatasändare
 - ta emot smalbandsdata från 5 fjärrgrupperade radar utöver egen radar
 - kunna leda aktiv striltaktik vid 6 radarförband
- internt tråd- och/eller radiosamband inklusive samband till samverkanspunkt för samverkande arméförband
- ständigt samband med högre chef

Ledningsfall

Radarsystemet fanns i tre olika taktiska scenarier, s k ledningsfall:

1. Ledningsfall 1 utgjordes av enbart radarstation, med en operatörsplats.
2. Ledningsfall 2 utgjordes av radarstation med rörliga indikatorrum (max 3 st). Talradiofunktion tillkom antingen lokalt placerad eller externt och utnyttjade telefonutrustningarna 8601 och 8603. Högst fyra samgrupperade radiostationer (motsv TMR 20) kan anslutas. Operatörsenheten skall användas för talledning och luftbevakningsrapportering. Dessutom skall den kunna ta emot och presentera smalbandig plan-, höjd- och IK-data från en PS-860 eller PS-66 samt bredbandsinformation från lokalt ansluten radarstation. Openheten skall kunna utnyttja max två TMR 13/14F alternativt

- TMR 20, kunna ansluta till en teleenhet och kunna sammankopplas med ytterligare en operatörsenhet
3. Ledningsfall 3 utgjordes av radarstation och en högre ledningsnivå (rrgc) genom att en telehydda tillfördes. Samband för ledningsfall 3 med rrgc/T beskrivs inte här.



Ledningsfall 1

Utveckling av striltaktikledning påbörjades under 1974 och avsågs kunna utövas från lfc, rgc och rörligt indikatorrum. Det innebar att det ordinarie sambandet till PS-860 anläggningen måste utökas något. Ytterligare beskrivning framgår på annan plats i denna rapport. Det specifika PS-860 sambandet för dess interna funktion utgörs av telefonutrustning 860 och de system som PS-860 var integrerade med, vilket omfattade en "sambandslösning" som motsvarade det egna sambandsbehovet för taktisk och administrativ ledning samt markförsvaret.

Det innebar behov av samband mellan de tekniska funktionerna i resp vagn, mellan vagnarna fristående på N-plats eller i vagnhall på S-plats och sedermera med fristående operatörsvagn eller radargruppcentral (rrgc/T), till utpunkterna samt för markförsvaret.

Trafiksystem

I anläggningen finns ett Trafiksystem 860 vilket är en sammanfattande benämning på ingående sambandsutrustningar.

PS-860 anläggningen (utan fristående operatörsrum eller rrgc/T) hade som huvuduppgift att lämna radarinformation till rrgc och lfc. Sambandet till dessa platser blev därmed optimerat mot dess uppgift i sin gruppering.

Radarförbandets behov av samband bedömdes då till telefonförbindelser till förbandsledning och markförsvaret.

Inledningsvis genomfördes taktisk ledning på fasta direktförbindelser på RL eller televerkets nät.

Trafiksystemet har till uppgift att tillgodose de taktiska funktionernas behov på tal och data av samband. Centralt i systemet finns telefonutrustning 8603 med AXT-101 växel, placerad i operatörshydda, för förmedling av tal och datasamband.

Därtill utgörs systemet i huvudsak av telefonutrustning 8601 med telefonväxel GTD-120 PABX som är placerad i radarhydda 1.

I PS-860 baserades all internkommunikation och administrativ trafik på en ”vanlig civil” abonnentväxel (GTD-120) köpt från Belgien med extern anslutning till dåvarande televerkets nät.

Telefonväxel GTD-120 är en automatisk abonnentväxel av typ PABX, som används för att förmedla trafik mellan operatörer, underhållsinstanser, förbandsledning och närförsvaret inom anläggning 860 (oavsett N- eller S-plats), för anslutning till det allmänna telenätet (ATN) och försvarets telenät (FTN). Växeln med telefonistfunktion är installerad i radarhydda 1. All utrustning för denna trafik benämns telefonutrustning 8601.

Växeln kan anslutas till 120 anknytningar men är för 860 bestyckad för 64 anknytningar. Anslutning till FTN och ATN sker till telefonutrustning 8601 i radarhydda 1. För anslutning utnyttjas tråd och RL.

All trafik mellan anläggningen och ATN går genom växeln. Växeln ansluts till ATN med 4 st centralledningar och även till FTN (tråd och RL) med 4 st centralledningar för ATL.

Inledningsvis var de taktiska behoven tillgång till direkta förbindelser och därefter taktiskt förmedlade i TAKKOM. Strilradarledningsfunktionen var väsentlig och dess förbindelser från ledningscentral var alltid dubblerade. Radarinformation från samgrupperad radar 860 överförs på telefonförbindelse via två modem.

Från radarhydda 1 överförs radarinformation (200-medelande) smalbandigt (SBÖ) i två kanaler (4800 bit/s per kanal).

Med hjälp av radiomanöverutrustningar i manöverbord kan manövrering av aktuella radiostationer ske. Maximalt fem radiokanaler kan anslutas till systemet.

Övrig utrustning tillhörande trafiksystem 860 är telefonpaneler, telegrafiinlagrings-utrustningar (för peksymbolkommunikation), modem samt Transportabel Radiolänk 451 (TpRL 451) och Transportabel Markradiostation 20 (TMR 20).

Sambandsbehoven för respektive anläggning – 860 respektive 860/N - (för ledningsfall 1- 3), skall enligt CFV beslut 1975, anges i särskilda skrivelser för varje enskild grupperingsplats senast när utbyggnadsuppdrag lämnas. Varje fortifikatoriskt förberedd grupperingsplats skall anslutas till televerkets nät med abonnemang. Vid de oskyddade platserna och vid de mindre av de skyddade ska två anslutningar finnas, vid den större typen fyra. Varje fortifikatoriskt förberedd grupperingsplats skall kunna anslutas som abonnent i ATL-nätet när grupperingsplatsen bestyckas med rörlig materiel. Antal anslutningar i ATL-nätet skall vara samma som vid anslutning i televerkets nät.

Vid gruppering på rekognoserad plats skall två anslutningar kunna ske till televerkets nät med fälttelefonmateriel. Till ATL-nätet skall anslutning kunna ske med radiolänkstation.

CFV gav i TTEM från 1971 sina anvisningar för transportabel radiolänk. Inledningsvis utvecklades en analog radiolänk (TpRL 242) för antingen 6, 12 eller 24 kanaler. Kompaniets personal var ansvarig för dess upprättande och drift. Under senare delen av 1970-talet ändrades målsättningen till att utveckla en digital radiolänk (TpRL 451) med 30 kanaler.

Vad avser TMR så utgick alternativet 13/14F och det blev TMR 20 alternativt en fast RAS 80 station för varje grupperingsplats.

För larmradar PS-840 angavs för den taktiska funktionen att den skall användas för att automatiskt styra avstängning av stril- och IK-stationens sändare, kunna ange till samgrupperad stril- och IK-radar station då robot har minsta 10 sekunder kvar till beräknad träff och signalen ska presenteras för störskyddsmanöveroperatören. Dessutom kunna indikera störning varvid störningen ska presenteras för störskyddsmanöveroperatören. Vid PS-840 ska finnas telefonutrustning, för dess taktiska uppgift, vara inkopplad till radaranläggningen i det interna nätet samt för vanliga samtal kunna utnyttjas både internt som externt över ATN- och ATL-näten.

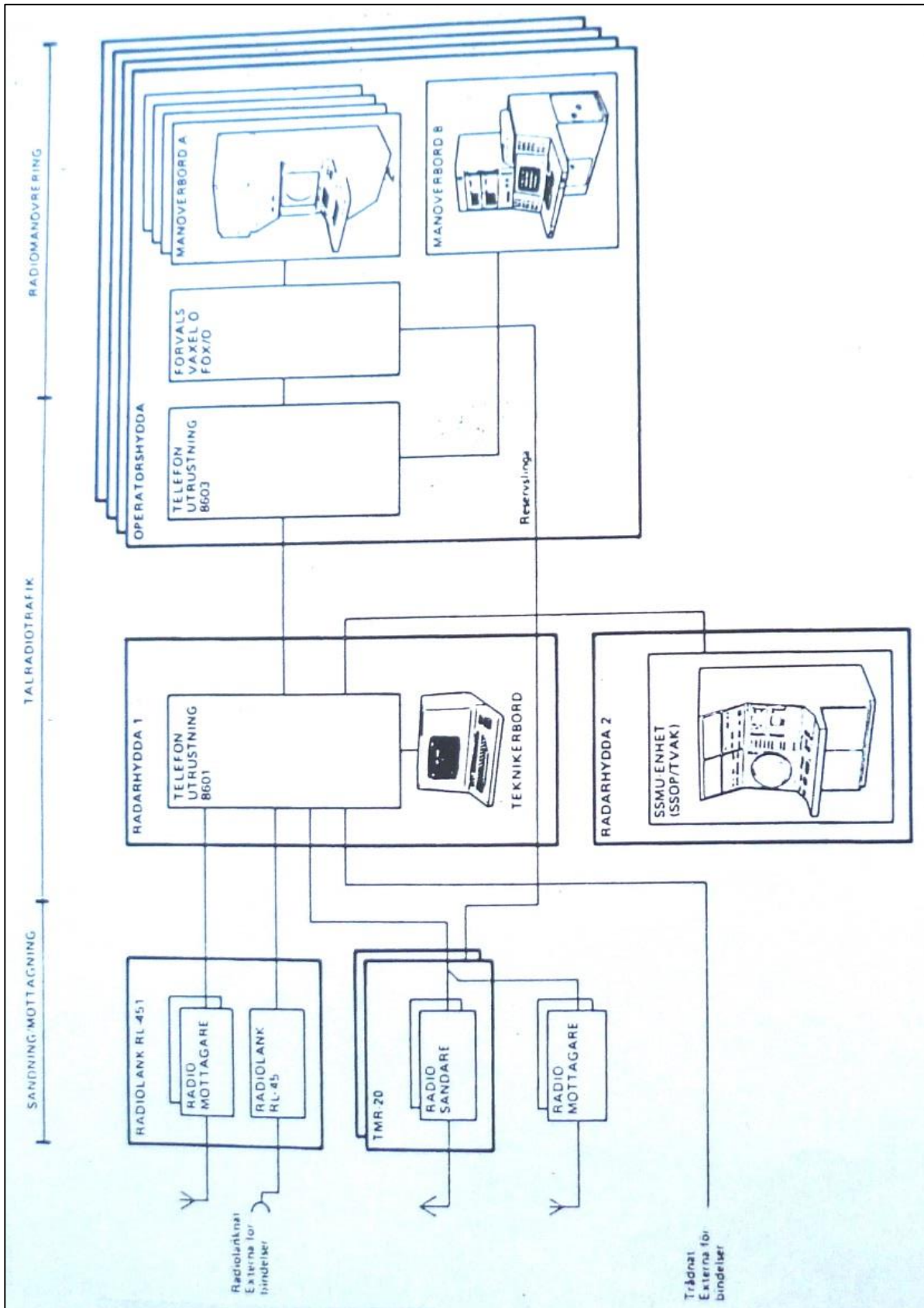
Med tanke på främmande signalspaning på radiolänk utrustades PS-860 med ett eget kryptosystem (MGE med kryapp 960) för överföring av radardata.

Förmedlingsfunktion för den administrativa ledningen fanns även tillgänglig via ATL på RL. Signalskyddet för förbandsledning mm löstes med krypto (MGC).

På de interna telefonförbindelserna mellan operatörer vid PPI kan även överföras data för peksymbolöverföring. Peksymboldata (100-meddelande 50 bit/s) kan även överföras på vissa utvalda externa förbindelser, varvid data inlagras på talförbindelsen med hjälp av telegrafiinlagringsutrustningen.

Markförsvarsplan för internsamband utvecklades under slutet av 1970-talet och med utgångspunkt från MB S förslag fastlades att:

Yttre skydds- och bevakning genomförs med fasta telefonplatser samt radiokommunikation (med Ra-135) för de rörliga enheterna. De fasta telefonerna anslöts till 860 lokalväxel. Samtliga utbyggda värn fick fast anslutning med kabel. Abonnenterna som anslöts var nästeschef och 5 posteringar och vid tilldelning även luftvärn.



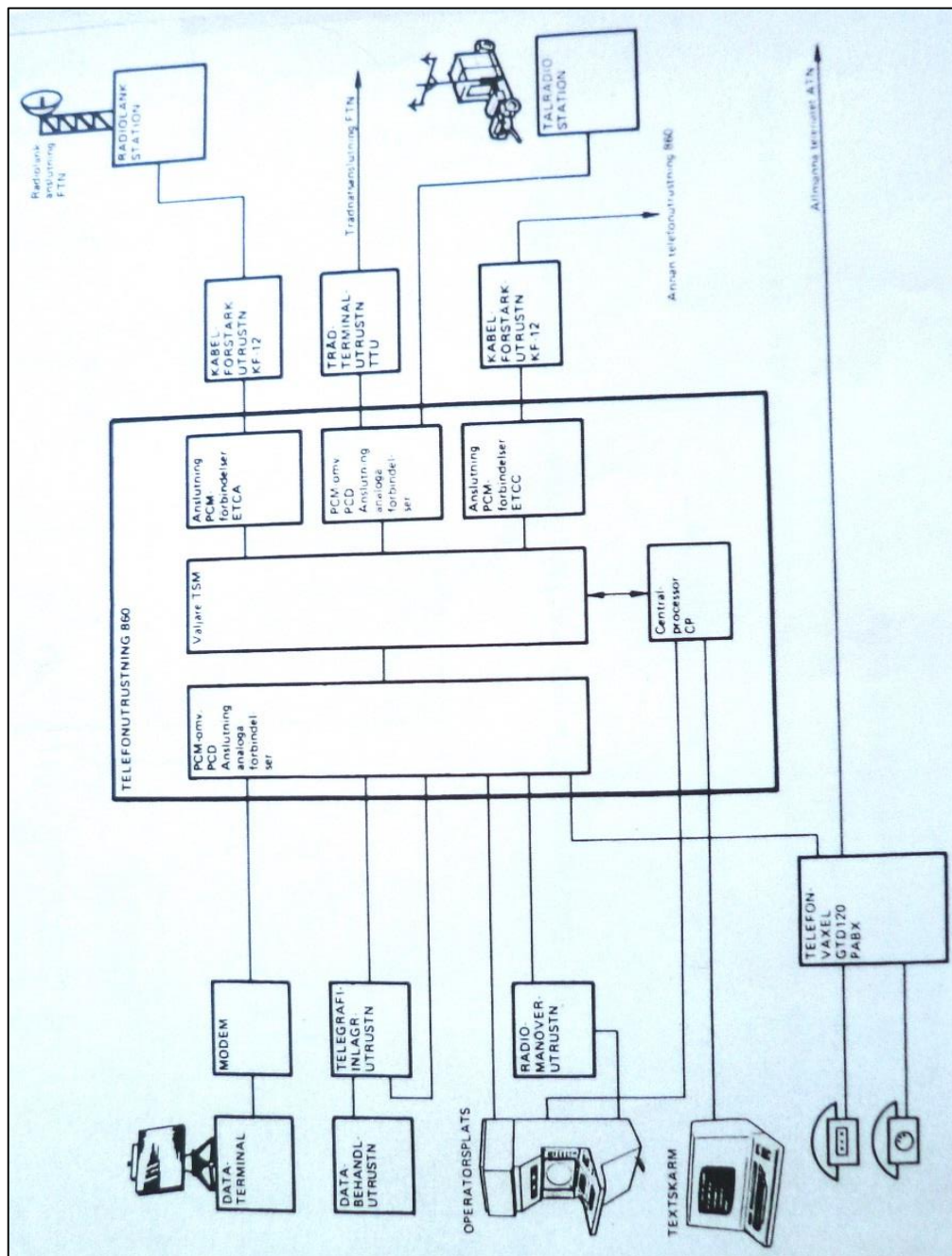
Trafiksystem 860

Transmissionssystem

Hyddornas utrustningar är sammankopplade till ett ringformigt nät. Telefonutrustningarna är datorstyrda och uppbyggda med digitala väljarnät och med anpassningsutrustningar till digital och analog utrustning.

Mellan telefonutrustningarna i en gruppering utväxlas tal-, data- och manöversignaler på två 30-kanalers multiplex. Mellan telefonutrustningarna och yttre objekt utväxlas signaler på PCM-förbindelser och analoga fyrtrådsförbindelser.

Av budgettekniska skäl byggdes vid vissa anläggningar ingen särskild RL-utpunkt under tidigt 1980-tal och RL-451 fick då placeras vid inslaget. Under 1985 påbörjades ett arbete med att flytta ut RL-451 till egen utpunkt – detta genomfördes under 1989.



Transmissionssystem 860

Externa sambandsfunktioner

Vid de allmänna luftförsvarsstudier som genomfördes under 1960- och 1970-talen bedömdes att sambandssystemen var en av de svagare länkarna i den totala kedjan från upptäckt till bekämpning. Med utgångspunkt från dessa studier genomfördes 1979 en särskild sambandsstudie vid vilken bl.a. konstaterades dels vikten av att fysiskt skydda fasta radiolänkanläggningar (både FTN samt inom STRIL och BAS) och dels komplettera det fasta sambandet med ersättningslänkar (i likhet med de som ingick i milosambandsbataljonerna) samt komplettera Flygvapnets sambandssystem med transportabla komponenter.

Detta behov stärktes ytterligare i samband med det studie- och målsättningsarbete som utfördes inför anskaffningen av PS-860 och rörligt indikatorrum (RIR).

Några anläggningar kompletterades med en fast RAS 80 anläggning under slutet av 1980-talet – då talradiotäckningen inte var tillfyllest enligt RAS 80 TTEM.

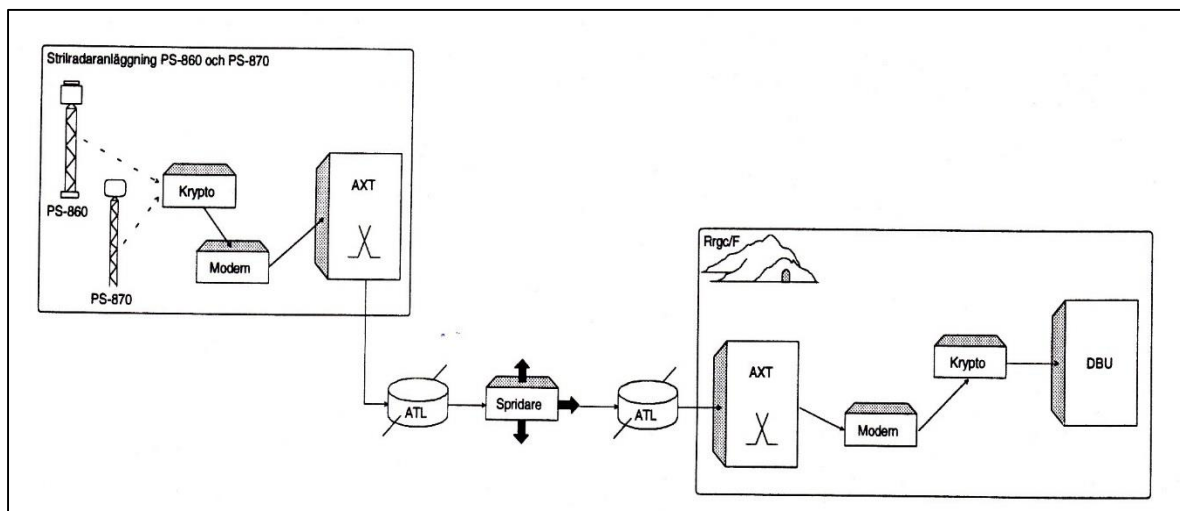
I de fall PS-860 inte var grupperad i anläggning och en närliggande fast RAS 80 anläggning utnyttjades av ledningscentral fanns förbindelser till PS-860 anläggningen för dess modulering.

Under 1982 beslutades om PS-860 Informationsöverföring och dimensionering av den förmedlade SBÖ-spridningen baserades på SBÖ-plan från 1985.

SRL-funktionen i Lfc och rgc sänder funktionslägesorder (SRL-data) i returriktningen på SBÖ-dataförbindelsen. SBÖ data överförs på två separata 4800 Bit/s dataförbindelser till skilda SBÖ-spridare.

För att utöka redundansen i överföring av radardata infördes en förmedlingsfunktion samt sk ”spridningspunkter” i FTN – dit radarstationen lämnade radardata – för utnyttjande av externa användare. Dataspridare utvecklades under 1984 och projektering och utbyggnad påbörjades 1985 med PTTEM som grund.

Enligt beslut 1984 skall funktionslägesorder (FLO) krypteras och SBÖ-spridarna skall medge detta. Med strilaradarledningens införande 1984 vidtogs förändringar i sambandssystemet med dubbla förbindelser.



En ny förmedlad funktion för taktisk talkommunikation (TAKKOM) påbörjades under 1981 och utveckling startades med PTTEM från 1982 som grund.

TAKKOM står för realiseringen av de speciella kraven för tal- och datakommunikation mellan taktiska operatörer och enheter i FV strilsystem. Begreppet lanserades i samband med att en stor del av kommunikationen mellan anläggningar lades om från fasta förbindelser till förmedlade i ATL.

Omläggningen från fasta till förmedlade förbindelser påbörjades i slutet på 1970-talet vid införande av transportabla ledningscentraler (Rrgc/T) och transportabla radarstationer (PS-860 och PS-870). Anledningen till omläggningen var att kommunikation via fasta förbindelser var oekonomiskt och inte tillräckligt flexibelt. Förmedlade förbindelser gav även högre sambands säkerhet.

För att lösa de taktiska kommunikationsbehoven för de mobila systemen utvecklades AXT 101 som är en programminnestyrd abonnentväxel med digitalt väljarsteg. Till AXT 101 hör också operatörsutrustningar bestående av headset och kommunikationspaneler. Operatörsutrustningarna underlättar och effektiviserar operatörernas arbete. En knapptryckning är tillräckligt för att etablera en förbindelse.

AXT 101 utvecklades, bland annat, för att användas för inbördes kommunikation mellan operatörer samt mot operatörer i andra fasta och mobila anläggningar via de militära och publika telefonnäten över uppringda eller fast uppkopplade förbindelser.

De taktiska operatörernas talkommunikation kännetecknas av att samtalsfrekvensen är hög och samtals tiden i regel är kort samt att kraven på tillgänglighet, snabbhet, säkerhet och flexibilitet är högt ställda.

För en operatör är det viktigt att förbindelseetablering är snabb och sker med endast en knapptryckning av en expeditionsomkastare/(Eo) på kommunikationspanelen vid utgående anrop, respektive besvarande av inkommande anrop. Inkommande anrop skall också kunna relateras till uppringande motabonnet på samma sätt som vid kommunikation över fasta förbindelser. Den största anpassningen för integrering av PS-860 anläggningen var nog att vi gick över till förmedlat samband (TAKKOM och SBÖ) för då kunde många fasta förbindelser (som inte användes - men ändå belastade nätet) tas bort och bara de förbindelser som användes belastade då nätet.

Nästa funktion av betydelse var tillförsel av TpRL och TMR som medförde en större autonomitet och medgav ökad handlingsfrihet och grupperingsmöjlighet.

Den västliga delen av FTN var något överdimensionerad då det inte fanns så många förband anslutna - så där var det mest en fråga om avstånd mellan rr - FFRL som var avgörande för hur RL-anslutningen skulle utformas (slutligen behövdes bara en reläplats för RL, dock med den nya RL472).

Inkörningsproblem fanns naturligtvis med allt vad en integrering i dels sambandet och dels i centraler. Det största bekymret över åren var den låga tillförlitligheten med krypp 960/961 - men det ordnade sig till slut. Behovet minskade till viss del när vi införde kryptering i hela FFRL stomnät.

Ändrad inriktning

Ingemar Olsson

Politiska ställningstaganden

Det kalla kriget pågick under sitt sista årtionde – 1980-talet. I USA fokuserades de flygburna vapnen mot en ny generation nämligen kryssningsroboten (CM – cruise missile). Den kunde avfyras från mark, fartyg eller flygplan. Roboten kunde antingen ha en konventionell stridsdel eller en kärnstridsdel (cirka 200 kt, vikt cirka 150 kg) och flyga/kryssa sig fram mer än 2000 km högt eller lågt över terrängen, allt enligt en förprogrammerad färdväg. Avfyringar var möjliga från fartyg eller flygplan väster om Skandinavien mot mål i WP-länder.

I Sverige kom de politiska neutralitetsögonen och de luftoperativa ögonen främst att riktas mot det amerikanska bombflygplanet B-52 Stratofortress i dess senare version, som efter modifiering kunde ta 12 st alternativt 20 st (med revolvermagasin i flygkroppen) kryssningsrobotar per flygplan. B-52 var inom USAF det strategiska bombflygets (SAC=Strategic Air Command) ”ardennerhäst”, som genom årtionden (i tjänst sedan 1955) varit i tjänst i olika modifierade/uppgraderade versioner. Mer än 100 flygplan (av en gång 744 byggda) planerades inom USAF för modifiering till plattform för kryssningsrobotar.

I ett bevarande av svensk alliansfrihet och neutralitet gav regeringen 1981 i uppdrag till ÖB att klarlägga möjligheterna att försvåra/förhindra kryssningsrobotars färdväg över Sverige.

Nya operativa krav

Samma år gav ÖB uppdrag till CFV att utreda möjligheterna och till vilken kostnad det medförde att skapa upptäckt, följning och därmed möjlighet till bekämpning av kryssningsrobotar som kunde korska den skandinaviska halvön från väster på väg mot mål i WP-länder.

Västorienterade grupperingsplatser - neutralitetsgruppering

Med utgångspunkt ifrån att radarförband med PS-860 var de enda som kunde komma ifråga för denna uppgift pga. att radarmålytan var extremt liten (cirka 0,1m²) på kryssningsroboten, påbörjades arbetet.

Grupperingar var nödvändiga så nära den västra landgränsen som möjligt och med hänsyn till topografiska förhållanden för att få tidig förvarning så att bekämpning kunde ske över svenskt territorium. Vissa hänsyn fick då även tas så att inte grannen Norge skulle provoceras. Skyddade eller oskyddade anläggningar fanns vare sig utbyggda eller planerade i denna operativa riktning varför en lösning med nybyggda anläggningar var nödvändig. ÖB bejakade den oskyddade anläggningen av operativa och ekonomiska skäl som tillräcklig för uppgiften. Därmed fick den oskyddade anläggningen (N-anläggning) ligga till grund för uppdraget.

De topografiska förhållandena längs västra landgränsen var extrema med fjällkedjan som gav radarskugga. Det väglösa landskapet gjorde inte saken lättare liksom de glesa kraft- och sambandsnäten.

Ett inledande översiktligt rekognoseringsarbete (kartor, approximativa radarräckviddsberäkningar) resulterade i ett antal västorienterade ”gronområden”. Dessa låg sedan till grund för samma metodik vid rekognosering som tillämpades vid rekognosering av S-anläggningar. Antalet grupperingsplatser antogs inte vara flera än att huvudförsvarsriktningen dvs. mot Sovjetunionen kunde upprätthållas – knepig avvägning.

Antalet grupperingsplatser antogs inte heller vara flera än att befintliga radartransportresurser rimligen skulle kunna återgruppera radarförbanden till sina ordinarie S-anläggningar i huvudförsvarsriktningen mot öster. Utredningsuppdraget utmynnade i ett svar till ÖB att det var genomförbart och en detaljerad plan för utbyggnad (områden, tidsplan) presenterades med tillhörande prislapp.

Efter övervägande från ÖB sida gavs uppdraget (uppgift, resurs, vissa handlingsregler) till CFV att verkställa utbyggnaden av västorierade grupperingsplatser inom en given tidsram. Det blev en viss brådska eftersom det utrikespolitiskt vid den här tiden var en känslig fråga omkring svensk alliansfrihet och neutralitet samt till vår förmåga att följa upp och bekämpa luftmål bl.a. CM från främst väster.

Denna utbyggnad skedde parallellt med utbyggnaden av S-anläggningarna och pågående rekognosering för radaranläggning 870 i landet, vilket ytterligare ansträngde stabskapaciteten vid försvarsmyndigheterna. I målsättningen för utbyggnaden avsågs N-anläggning för PS-860. När ändå vägar, kraft, samband mm skulle skapas, anpassades platserna för en ringa merkostnad så att möjlig gruppering även kunde ske med PS-870 som alternativ resurs till PS-860. Detta redovisades inte i CFV svar till ÖB uppdrag eftersom möjligheten först utkristalliserade sig efter hand då utbyggnad skedde.

Även detta rekognoseringsarbete var givande för deltagande försvarsmyndigheter, staber och förband. Det fick en helt annan karaktär – västorierad gruppering - jämfört med den gängse hotbilden som innebar östorierad gruppering. Anslutning till Försvarets Telenät (FTN) var en knepig fråga i sammanhanget – då avståndet inte alltid kunde överbryggas med en direktanslutningslänk. Det innebar till slut att en relästationsplats rekognoserades och byggdes ut samt utprovades taktiskt! Dessutom var de topografiska förhållandena längs den västra landgränsen väsensskilda ifrån dessa längs vår långa gräns mot haven i öster.

Det var lättare att skapa radartäckning i den topografiska nedförsbacken mot öster jämfört med att skapa radartäckning i den topografiska uppförsbacken mot väster.

Anläggningarna byggdes ut med början i västra Svealand och gick hela vägen upp till övre Norrland där anknytning radartäckningsmässigt kunde ske till planerade skyddade anläggningar. Utbyggnaden var även embryot till att utveckla en luftbevakning i landet, oavsett angreppsriktning, för att samla in radarinformation för att skapa den framtida ”informationsöverlägsenheten” - som stöd till det nya flygvapnet med JAS 39 som den viktigaste försvarskomponenten.

Historisk association

Radartäckningen i landet för luftförsvarets krav var koncentrerat mot den huvudoperativa riktningen dvs. mot öster. Situationen var ny att skapa en sammanhängande västorierad radartäckning i landet. Under arbetets gång associerades till en historisk händelse som tilldrog sig under andra världskriget med anledning av just radartäckning över den skandinaviska fjällkedjan.

Tysklands slagskepp Bismarck, kraftfullast i Europa, hade sänkts i Nordatlanten i mitten på 1941. Hennes systerfartyg Tirpitz hade strax dessförinnan tagits i tjänst. Tirpitz baserades i Norge (Trondheim, Narvik, Alta) för att utgöra ankaret (Nordatlantens marodör) i ytattack

mot allierade konvojer över Nordatlanten till Sovjetunionen. Tirpitz band stora, främst engelska stridskrafter, som gjorde upprepade försök att sänka fartyget men utan framgång. Efter skador från flyganfall i Alta i slutet av 1944 var Tirpitz inte längre sjöduglig utan förflyttades till Tromsø, för att där ges rollen som flytande artilleri.

Engelsmännen kartlade den tyska radartäckningen över Norge genom signalspaning och fann en lucka i trakten av Trondheim. Bombflygförband med Lancaster flög på lägsta höjd genom luckan in i Sverige och norrut öster om fjällkedjan. Tyskarna hade ingen radartäckning där pga. radarskugga varför anflygningen mot Tromsø från öster kom som en total överraskning och tog luftförsvaret (jaktflyg, luftvärn) på sängen. Anfallet blev en stor framgång och Tirpitz sänktes med ringa förluster för engelsmännen.

Epilog

Sedan kalla kriget upphörde i samband med Sovjetunionens sönderfall i början av 1990-talet, har nya fakta kommit i dagen. Sverige hade sedan en lång tid tillbaka haft omfattande politiskt och militärt samröre med västorienterade länder. Detta var okänt för befolkningen men generellt även inom försvarsmakten. Sovjetunionen hade däremot full kännedom om det svenska samröret västerut och såg igenom den svenska officiella hållningen ”alliansfrihet i fred, syftande till neutralitet i krig”.

Med dagens kännedom om kallakrigsfakta, var det inte förvånande att kravet kom från Sovjetunionen på Sverige att kunna bekämpa CM från väst över svenskt territorium mot Warszawa-paktens stater.

Presentation av författarna

Björn Kristoffersson

Björn Kristoffersson tjänstgjorde vid Flygstaben under åren 1970 till 1972 med placering på Centralavdelningen med ansvar för flygvapnets i tjänst varande radarstationer. Från 1972 till 1978 tjänstgjorde han vid Planeringsavdelningen med ansvar för strilsystemets utveckling däribland strilradarsystem PS-860. Därefter var han chef för TUStril med uppgift att bland annat utprova och introducera det nya radarsystemet i flygvapnet.

Curt Nordström

Curt Nordström tjänstgjorde vid Radarbyrån inom FMV-F och var projektledare för strilradarsystem PS-860 under åren 1970-1980?. Han blev sedan chef för radarbyrån för att avsluta sin bana inom FMV som chef för den gemensamma Elektronikavdelningen inom FMV.

Ingemar Eriksson

Ingemar Eriksson arbetade som teknisk handläggare för PS-860 vid radarbyrån under perioden 1973-1983 och blev därefter projektledare för systemet.

Lars Frennemo

Lars Frennemo förenade sin tjänst som Fdir 1.gr vid FV med civil tjänst vid FFV Underhåll i Arboga, med huvudsaklig uppgift att utveckla underhållssystem för marktelemateriel. Han engagerades under upphandlingen av PS-860 på uppdrag av FUH, och deltog aktivt i utvärderingsskedet beträffande leverantörernas underhållslösningar. Detta följdes av framtagning av underhållssystem för anläggningarna i FV. Han ledde också prov med tillämpning av Kunskapsbaserade System (Artificiell Intelligens) för felsökning i hiss- och lucksystemet.

Leif Blixt

Leif Blixt anställdes vid dåvarande Centrala Flygverkstaden (CVA) i Arboga 1963.

Han engagerades i PS-860-projektet 1976 efter 10 år som en av handläggarna för PS-08, PH-12, PH40 och PH-39.

De första åren i projektet ägnades i huvudsak åt att delta i utredningar, ta fram dokumentation för utarbetande av underhållsplaner- och föreskrifter på förbandsnivå och medverka i framtagning av Funktionsbeskrivning PS-860.

I takt med att radarsystemen levererades ut till förbanden för drift och underhåll, övergick arbetsuppgifterna mer och mer i vidmakthållandefasen med bl. a. stöd till förbanden (felsökning/reparationer) och framtagning av modifieringsförslag/-underlag. Två modifieringsrundor genomfördes före sekelskiftet där den andra även innebar införande av ny MTI-funktion.

Leif avgick med pension år 2004 efter 28 år med PS-860.

Göran Ahlqvist

Göran Ahlqvist påbörjade PS-860-utbildning 1981 med avsikten att sedan som driftingenjör ingå i en TSB driftgrupp. Men en anställning vid FFV Underhåll i Arboga som sökte personal med PS-860-erfarenhet kom emellan. Göran kom inledningsvis att medverka vid driftsättning av hiss-och lucksystemet på uppdrag av såväl FMV som FortF. Ganska snart blev han ensam för denna verksamhet och kom med tiden att till sin pension bli den som behärskade denna för PS-860-systemet så vitala funktion.

Lars-Håkan Persson.

Lars-Håkan var under åren 1976 till 2011 på olika sätt inblandad i PS-860- systemet inledningsvis som lärare vid FTTS. Därefter blev han systemingenjör vid FFV Underhåll med huvudsakliga uppgifter under vidmakthållande fasen inom radarns mjukvara och gränssytor mot strilssystemet. Från 2001 fram till 2007 verkade Lars-Håkan som uppdragsledare vid FMV för PS-860 och deltog i systemutvecklingen av PS-860 till PS-861.

Tom Carlsson

Tom Carlsson kom redan i mitten av 1960-talet att ingå i den grupp, TUStiril, som taktiskt utprovade Stril 60. Han var den i Tustril som planerade och genomförde den taktiska utprovningen av PS-860 strilfunktioner i samverkan med FMV tekniska utprovning. I uppgiften ingick att utarbeta materiel- och handhavandebeskrivning för radarns störskyddsmanöveroperatör.

Ingemar Olsson

Ingemar Olsson tjänstgjorde under åren 1980-1987 vid Flygstabens Stridslednings- och luftbevakningsavdelning. Under dessa år pågick intensiva förberedelser för att introducera PS-860-systemet i flygvapnet. Dessa omfattade i första hand rekognosceringar, utbyggnadsuppdrag, driftöverlämningar och förbandsproduktion av radar- och transportförband. Senare tillkom rekognoscering och planering för västorienterade grupperingsplatser.

Hans-Ove Görtz

Hans-Ove Görtz var stabsofficer vid Flygstabens Signaltjänstavdelning i ett flertal omgångar under 1990-talet med ansvar för utveckling av strilssystemets sambandsystem i vilket införandet av PS-860 var en komponent. I denna var TpRL 451, TMR 20 och anläggningarnas externa och interna samband viktiga funktioner. Han tog aktiv del i utformningen av kryptering av radarinformation.

