



Försvarets Historiska Telesamlingar Marinen



2012-03-12

Signalspanningssystem i marinen

Nils Gille



Signalspaningssystem i marinen

Sammanfattning

Dokumentet beskriver utvecklingen av radarsignalspaningsmateriel från andra världskriget fram till 1990-talet och visar vilka beslut, framför allt under den första tiden, som låg till grund för utveckling, anskaffning och placering av denna materiel. Kapitel 3 och 4 beskriver vilken materiel som installerats i land resp ombord på fartyg medan kapitel 5 beskriver utvecklingen ur teknisk synvinkel.

Den landbaserade signalspaningsmateriel liksom teknikutvecklingen har dokumenterats i en tidigare FHT-skrift av författaren (Marinens signalspaningskompani) men ingår även här i något bearbetad version för fullständighetens skull. Detsamma gäller för kapitlen 6, 7 och 8 som har ingått i ungefär samma omfattning i den tidigare skriften.

Innehåll

	sida
1. Inledning, begreppsförklaringar	2
2. Så började det	2
3. Landbaserade system	4
4. Fartygsbaserade system	8
- ubåtssystem	9
- ytfartygssystem	17
5. Teknikutveckling	30
6. Dokumentation	53
7. Referenser och källor	54
8. Förkortningar	56

Författaren till detta dokument, Nils Gille, var under större delen av sitt yrkesverksamma liv verksam vid Kungl Marinförvaltningen och senare Försvarets materielverk och arbetade där framför allt med radarvarnare och signalspaningsmateriel. Han gick i pension 1995 och deltog därefter aktivt i arbetet inom FHT:s maringrupp med att dokumentera denna materiel och stödjade de marina museerna i urvalet av materiel värd att spara.

Detta dokument utges postumt. Nils Gille, avled under våren 2010 och lämnade då efter sig en till största delen helt färdig text. En begränsad överarbetning, främst av redaktionell karaktär, har därefter gjorts av Malte Jönson innan skriften nu ges ut.

1. INLEDNING, BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Med signalspaningssystem avses här signalspanings- och varnarmateriel inom radarområdet. Syftet med signalspaning är att upptäcka och analysera signaler från främmande radarsändare för att om möjligt identifiera och lokalisera dessa. Utrustning för detta ändamål benämnes på engelska "Electronic Support Measurements, ESM". På svenska användes benämningen signalspaning, SIS.

Med radarvarning avses att ge varning om förekomst av sändning som kan utgöra ett hot mot den egna plattformen samt ge riktning/bäring till sändningen för insats av motåtgärder såsom gir, störsändning, remsutkast. Engelska benämningen för utrustning av detta slag är "Radar Warning Receiver, RWR, medan den svenska benämningen är radarvarnare, RRV.

Under andra världskriget benämnde de allierade till en början radar som "Radiolocation (RL)" och i Sverige hette det "Ekoradio (ER)". Radar härleds ur "Radio detection and ranging".

"Ekoradiodetektor (ERD)" har uppgiften att kunna indikera förekomsten av utstrålad signal från en sändare, t ex när eget fartyg är utsatt för anpejling med ekoradio.

Radiolocation och ekoradio bygger på att en signal sänds ut och reflekteras från ett mål tillbaka till sändaren där den mottages, medan en ekoradiodetektor endast mottager utsänd signal (envägsutbredning) vilket därmed medger förutsättning för längre räckvidd än för motsvarande ekoradio.

2. SÅ BÖRjade DET

Redan i början av andra världskriget var anläggningar av typ radiolocation eller ekoradio i bruk inom de krigförande länderna och ansågs vara ett absolut nödvändigt attribut i örlogsfartygens utrustning.

I Sverige påbörjades ekoradioutvecklingen i slutet av år 1941 av en ekoradiogrupp tillsatt av Statens Uppfinnarnämnd som hade till uppgift att åt svenska marinen utveckla radiomateriel, som kunde utnyttjas för både spaning och avståndsmätning. När utvecklingen av ekoradio och igenkänning (IK) i Sverige ansågs ha passerat det första försöksstadiet framtog av Chefen för marinen (CM) riktlinjer för utnyttjande av sådan materiel vid marinen (ref 1). I skrivelse till Kungliga Marinförvaltningen, oktober 1943, gavs direktiv beträffande de åtgärder som i föreliggande fråga närmast böra vidtagas av marinförvaltningen. I nämnda skrivelse uppdrogs bl a åt marinförvaltningen att snarast färdigställa den konstruktion som projekterats för att registrera när eget fartyg blir utsatt för bestrålning från ekoradio så att anläggningar av denna typ kan installeras å flottans fartyg. Av särskild betydelse var detta så länge ekoradio typ II (ER II) med dess stora räckvidd ej hade tillförts fartygen.

Ekoradiodetektor eller radarvarnare var vid denna tidpunkt, 1943-44, i bruk hos de krigförande ländernas flyg och flottor. I Tyskland fanns även radarsignalspaning, landbaserad, som med framgång kunde avlyssna den engelska radarn och IK redan innan britterna påbörjade sina uppdrag och kunde därigenom i rätt tid koncentrera jakten på rätt ställe.

I Sverige pågick utveckling av Ekoradio och vissa andra arbeten såväl inom försvaret som genom Statens Uppfinnarnämnd (SUN) försorg på industrin.

Under hösten 1943 diskuterades mellan representanter för Marinstaben, Marinförvaltningens torpedavdelning, Statens Uppfinnarnämnd och Svenska Aktiebolaget Trådlös Telegrafi (SATT) möjligheterna att konstruera en apparatur, medelst vilken dels förekomsten av främmande, igångvarande ER-sändare och dess våglängd kunde fastställas.

Efter förhandlingar mellan marinförvaltningen och SATT igångsatte SATT under hösten 1943 undersökningar för att konstruera en s.k. ekoradiodetektor. Kravet på denna var att kunna indikera förekomsten av ett högfrekvent fält inom frekvensområdet 150 MHz till 1000 MHz för signal utsänd från såväl frekvensmodulerad som impulsmodulerad sändare. Idégivare skulle ha varit Tord Wikland men arbetet genomfördes under Torsten Elmqvist ledning. I april 1944 meddelade SATT marinförvaltningen att prototypen var i det närmaste utexperimenterad och att direktiv önskades för eventuell fortsatt verksamhet. Eftersom marinförvaltningen hade CM direktiv på en snar framtagning av sådan utrustning beställde marinförvaltningen den 12 juni 1944 hos SATT framtagning av 2 st provapparater för ERD-anläggning. En av dessa utprovades genom KMF Teletekniska laboratoriets, försorg sent hösten 1944. (Provrappport daterad 5.12.1944). Resultatet av utprovningen var ej helt tillfredsställande, vissa problem förelåg beträffande mottagning av impulssändning. Undersökningar skulle vidtagas av SATT.

I USA pågick utveckling och framtagning av radarspaningsmottagare sedan 1941 och fram till krigsslutet hade ett stort antal olika typer av mottagare och störsändare tagits fram. Efter krigsslutet blev många av dessa utrustningar tillgängliga för uppköp som ”surplusmateriel”. Svenska försvaret fick därmed möjlighet att göra anskaffning (1945-46) av sådan utrustning varvid inköp av spaningsmottagare- och störsändarutrustning för såväl fartygs som flygplanbruk gjordes, t ex Radar Receiver AN/SPR-2A.

1945 bildades Försvarets Forskningsanstalt (FOA) varvid forskning, utveckling, prov och försök startades i samarbete med försvarsgrenarna och Försvarets Radioanstalt (FRA) inom motmedelsområdet. För marinens del påbörjades vid FOA forskning, utveckling och framtagning av försöksutrustning för radarsignalspaning samt genomförande av teknisk och taktisk provverksamhet. Den utveckling som startades var avsedd för marinens kommande land- och fartygsbaserade system. De första försöken avseende radarvarning och signalspaning skedde med Sjökarteverkets fartyg Kompass och genom Mälsten- Trelgemätningarna mot kustflottans radar. Den materiel som utnyttjades vid de inledande försöken var av enklare slag och utgjordes av modifierad apparatur och komponenter som blivit tillgängliga på surplusmarknaden.

Forsknings- och utvecklingsarbeten fortsatte sedan avseende såväl radarvarnare som radarsignalspaningsutrustning. Exempel härpå är: radarvarnare med rundstrålande resp. snabbroterande antenn, analysutrustning för identifiering av radar (Dubbelögat), superheterodyn-mottagare med extrem mellanfrekvensbandbredd och mottagare med separata avstämningseenheter, mottagare byggd med HP-oscillatorenheter och smalbandig mellanfrekvensförstärkare, utveckling av principer för lobskiftpejl för stor antenn m.m.

Behov av fortsatt utprovning och underlag för försvarsgrensförvaltningarnas specifikationsarbete förelåg. Den s.k. Vevaxelverksamheten startade 1949, först i FOA regi, men övertogs sedan av förvaltningarna och i första hand av marinförvaltningen 1951. Verksamheten utgjordes av signalspaning inom radarområdet och bedrevs huvudsakligen för Kustartilleriets räkning.

Vevaxelverksamheten pågick fram till 1958-59 i varierande omfattning. Huvudsakliga verksamheten bedrevs under sommarhalvåret (våren till hösten) med uppgifter som utbildning, viss övervakning, försöksverksamhet, materielutprovning samt deltagande i KÖ och TÖ (krigsövning och taktisk övning).

3. LANDBASERADE SYSTEM

Med landbaserade system avses sådana varnar- och signalspaningssystem som är/var installerade i KSRR, i närheten av KSRR eller som helt fristående spaningsorgan. Dessa system har till uppgift att ge varning om förekomsten av radarsändning samt att upptäcka och analysera signaler från främmande radarsändare för att om möjligt identifiera och lokalisera dessa.

För detta ändamål har följande system eller utrustningar använts:

1. Spaningsmottagare av typ AN/ APR-4, AN/ APR5 och AN/ SPR-2 med antennsystem av olika utförande
2. Spaningsmottagare PQ 13 med antennsystem av olika utförande
3. Spaningsmottagare PQ 20 / 21 (prototyp) med antennsystem av olika utförande
4. Varnaranläggning PQ 101 / 102 (prototyp och provserie) med tillhörande antennsystem
5. Varnaranläggning PQ 103 / 123 med tillhörande antennsystem
6. Radaranläggning PQ 804 och PQ 805 med separat antennsystem samt speciell analysutrustning

Utrustningar enligt punkt 1 till 4 ovan användes under utveckling och försöksverksamhet för framtagning av marinens signalspaningsorganisation som fastställdes av CM 1963.

Radaranläggning PQ 804 och PQ 805, enligt punkt 6, utgjorde det mottagarsystem som utgjorde huvuddelen i Marinens Signalspaningskompani (SIS-komp) fram till dess avveckling 1998. SIS-komp utgjorde en del av marinens signalspaningsverksamhet inom radarområdet och omspände ungefär tiden 1950 fram till nutid. Tidiga namn på verksamheten var "Vevaxelverksamhet" och "Rrsiss-organisation" (radarsignalspaningsorganisation).

Verksamhet 1961

Två "radarvagnar" iordningställdes med mottagarutrustning för deltagande i MKÖ-61 (marinens krigsövning 1961). FRA deltog med en station för att få en kedja om tre. Marinförvaltningens stationer var utrustade med mottagare PQ-13 och PA-24 / PS-63 - antenner monterade på modifierade KSSR- vridbord med nytt manöversystem. Varnare typ PQ-103 och PQ-123 var även installerade (se bild 1 och 2).

Stationernas deltagande i MKÖ gav ett mycket bra resultat ur spanings- och identifierings-synpunkt och blev därmed av avgörande betydelse för uppbyggnaden av marinens radarsignalspaning. En revidering av tidigare beslut om utbyggnadsplan omfattande 4 st stationskedjor gjordes och marinförvaltningen uppdrogs att i en första utbyggnadsomgång påbörja materielanskaffning och utbyggnad av 2 st stationskedjor inom MKO och MKS. Detta blev marinens radarsignalspaningsorganisation och sedermera SIS-komp fram till dess avveckling 1998.



Bild 1

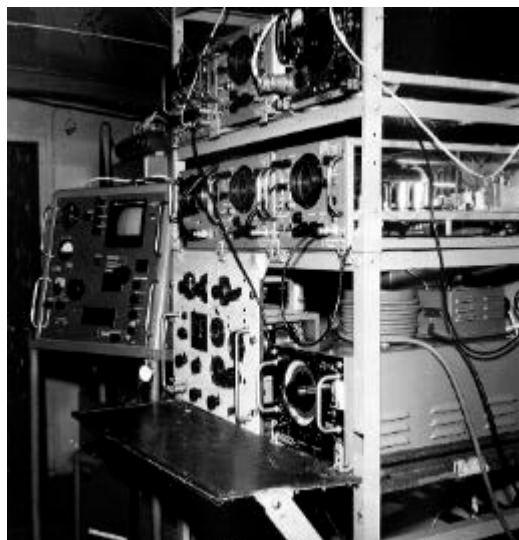


Bild 2

UPPGIFT

Huvuduppgiften för marinens radarsignalspaningsorganisation, rrsiss eller SIS-komp, är spaning mot rörliga mål på ytan. Genom rrsiss stora räckvidd kan detta beräknas ske över större delen av Östersjön, speciellt mot radarstationer på 10 cm-bandet. Organisationen skall även kunna ge eldledningsunderlag för kust- och sjörobotinsats utanför de landbaserade spaningsorganens räckvidd. Vid spaning erhålls även viss information om flygmål, dock som regel endast i form av enkelpejlingar.

Varje rrsiss (station/ tropp) skall rapportera till en sammanställningsplats (spl), som är belägen i direkt anslutning till CMK slc (motsv). Här skall en datamässig bearbetning ske för att identifiera pejlingar som härrör från samma mål, varefter uppföljning (plotting) kan utföras. Presentation av upptäckter sker därefter hos marinkommandochefen (motsv). Från sammanställningsplatsen utsänds även eldledningvärden till kustrobotförbanden samt en viss vidareberapportering av flygmål till FV (se bild 3).

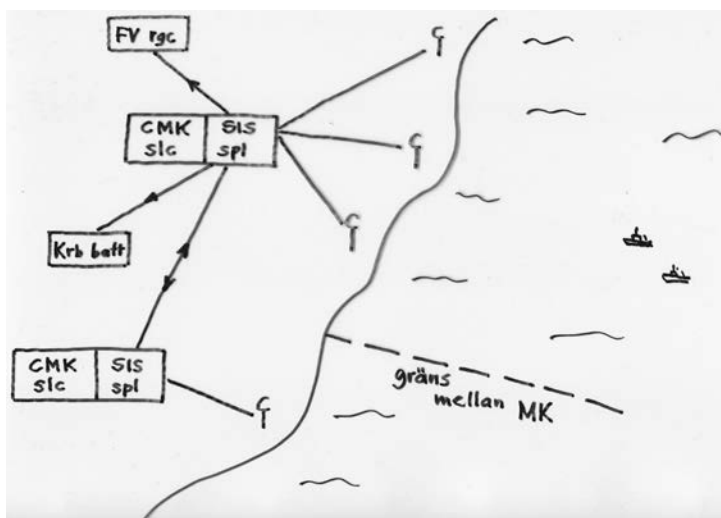


Bild 3

Förutom informationer från egna rrsiss (5st) erhåller CMK rapportering även från vissa stationer inom angränsande MK. Visst reservförfarande är dessutom förberett i CBo slc.

Radarsignalspaning skall ske inom frekvensområdet 2-12 GHz, d.v.s. S-, C- och X-band och med räckvidder för S- och C-band ca 25 mil och för X-band ca 15 mil vid normala utbredningsförhållanden.

UPPBYGGNAD

I och med att ”Vevaxelverksamheten” pågick påbörjades även uppbyggnaden av marinens radarsignalspaningsverksamhet. 1951 fanns planer från CM på en utbyggnad av fyra landbaserade stationskedjor om vardera tre stationer inom ost- och sydkusten. Utbyggnaden skulle göras efter samråd med flygförvaltningen genom marinförvaltningens försorg, eftersom signalspaning avsågs ske mot både ytföretag och luftföretag.

Rekognoscering av tänkbara platser skedde i anslutning till befintliga och planerade KSRR. Ett begränsat antal platser färdigställdes fortifikatoriskt men kunde ej förses med permanent stationsutrustning. Vissa platser utnyttjades i vevaxelverksamheten och då med stationsmateriel såsom antenner, vridbord och mottagarutrustning som hopplockats av befintlig materiel och installerats i ordningsställda utrymmen eller i s.k. ”radarbussar”.

I en ny utbyggnadsplan 1955 avsåg CM att fastställa stationsplatser för sammanlagt tio stycken kedjor, varav en del från början ej skulle byggas kompletta utan kompletteras vid inlemmandet i krigsorganisationen. Fastställandet av de olika stationsplatserna skulle ske efter rekognoscering och lämpligen i samband med rekognoscering för KSRR. De tillkommande kedjorna upprättas vid Norrlandskusten (3 st), Ostkusten (1 st) och Västkusten (2 st). I likhet med utbyggnaden av de fyra första kedjorna skulle samråd ske med flygförvaltningen för den nya utbyggnadsplanen.

Vid försök som företogs i samråd med KFF konstaterade man att svårigheter föreligger att samtidigt bevaka både ytföretag och luftföretag, vilket skulle medföra att KFF skulle ta frågan om vevaxelstationerna under omprövning. Rekognoscering av platser påbörjades men genomfördes ej helt.

Efter MKÖ-61 beslutades om en utbyggnad av marinens radarsignalspaning omfattande 10 st stationer fördelat på två kedjor inom ost- och sydkusten (MKO och MKS). Rekognoscering påbörjades senhösten 1961 varvid tio platser inom vardera MKO och MKS utvaldes (2 platser, en ordinarie och en reserv, för varje tänkt stationsplats). Två platser detaljrekognoscerades och iordningställdes provisoriskt hösten 1962 inom MKO för att delta i MKO-krigsövning 62.

Marinens radarsignalspaningsorganisation fastställdes av CM 1963.

Detaljrekognoscering och fortifikatoriskt färdigställande av de fastställda krigsuppställningsplatserna inom MKO och MKS genomfördes under 1963-67. 5 krigsuppställningsplatser inom vardera MK utbyggdes slutligen medan reservplatserna endast rekognoscerades. Under de första åren fanns endast master, som var fällda, på krigsuppställningsplatserna medan antenner

och stationsmateriel förvarades i mobiliseringsförråd. Detta ändrades sedermera så att stationsplatserna blev fullt utrustade med resta mastkomplex försedda med vridbord och antenner som var anslutna till stationsmaterielen. Varje rrsiss (stationstropp) var ansluten till en sammanställningsplats (S-plats), belägen i direkt anslutning till CMK slc (motsv) se bild 4.

Marinens signalspaningsorganisation eller marinens siskompanier var med denna utbyggnad intakt till dess avveckling 1998.

Varnaranläggning PQ 103 och PQ 123 tillfördes KSRR för att varna för hot i KSRR närzon. Anläggningarna var installerade under en begränsad tid.

Marinens Signalspaningskompani (SIS-Komp) finns beskrivet utförligare i ett separat dokument (FHT/Marinen, Marinens signalspaningskompani, Nils Gille, 2007-09-10).

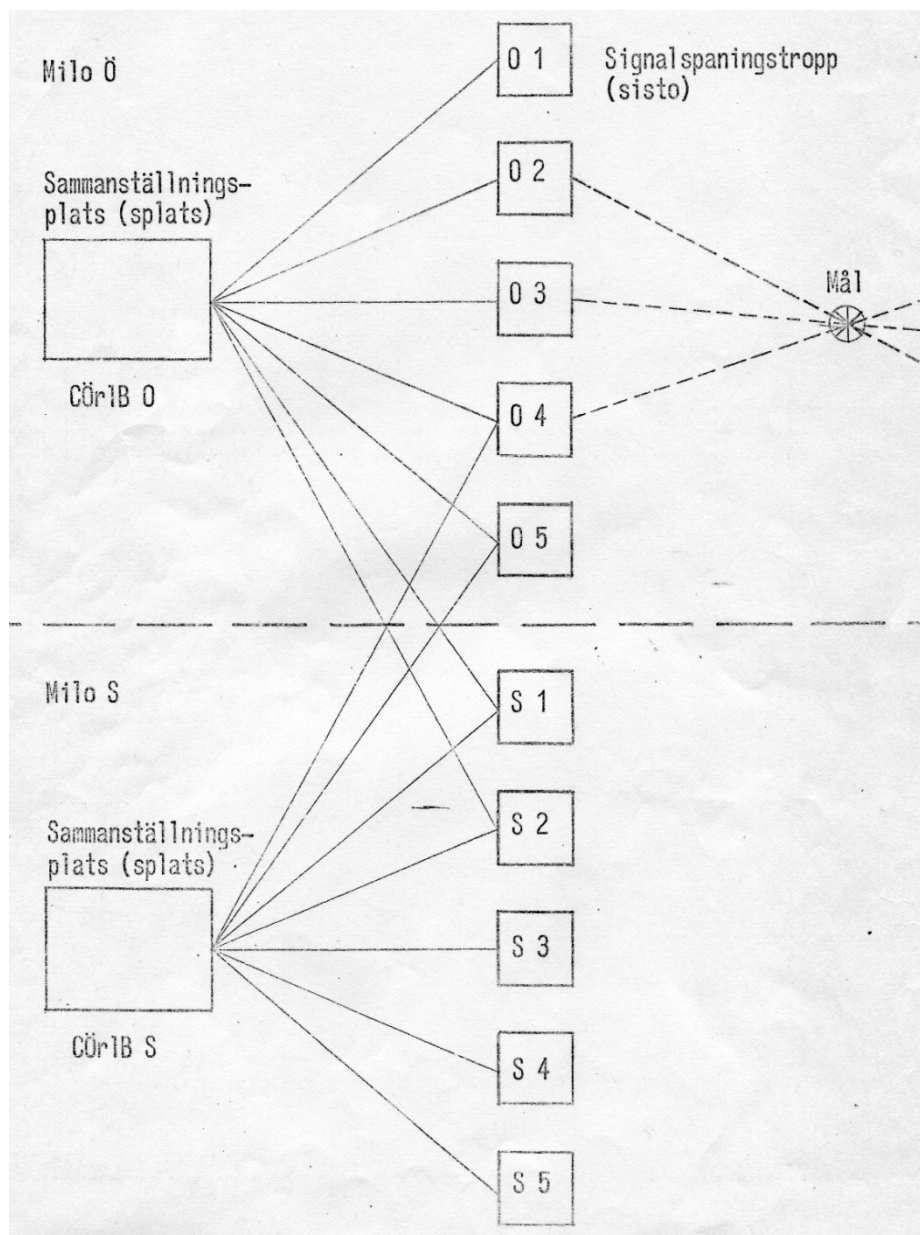


Bild 4. Principskiss över marinens signalspaningsorganisation

4. FARTYGSBASERADE SYSTEM

Med fartygsbaserade system avses sådana varnar- och signalspaningssystem som är/var installerade på såväl yt- som undervattensfartyg. Dessa system har till uppgift att ge varning om förekomsten av radarsändning samt att upptäcka och analysera signaler från främmande radarsändare för att om möjligt identifiera och lokalisera denna.

För detta ändamål har följande system eller utrustningar använts:

1. Spaningsmottagare av typ AN/ APR-4, AN/ APR-5 och AN/ SPR-2 med antennsystem av olika utförande.
2. Radarvarnare PQ-10 och PQ-12.
3. Radarvarnare PQ-101 och PQ-121.
4. Radarvarnare PQ-102 och PQ-122.
5. Radarvarnare PQ-103 och PQ-123.
6. Radarvarnare PQ-11.
7. Radarvarnare PQ-111.
8. Radarvarnare PQ-112.
9. Radarvarnare PQ-113.
10. Spaningsmottagare PQ-13 med antennsystem av olika utförande.
11. Radarvarnare PQ-824.
12. Radarvarnare PQ-826.
13. Radarvarnare PQ-833.
14. Spaningsmottagare PQ-843.
15. Målanalysutrustning PQ-858
16. Signalspaningsutrustning PQ-868.
17. Signalspaningsutrustning PQ-872.
18. Signalspaningsutrustning PQ-873.

UBÅTSSYSTEM

Kort historik

Redan under 1946 fördes diskussioner om på ubåt lämplig ER-apparatur och dess placering. I ett dokumentet P.M. av den 15 augusti 1946 från ITUV till ER-sektionen och SU angående ”Synpunkter på för ubåt lämplig ER-apparatur och dess placering” anges (citat):

Med anledning av under hand från ER-sektionen och SU erhållen förfrågan ang. ITUV synpunkter i rubricerad fråga må följande anföras. Det bör emellertid beaktas, att då ITUV saknar kännedom om apparaternas storleksordning och därmed sammanhängande utrymmeskrav, ändamålet med detta yttrande främst är att angiva dels de militära kraven på ubåts behov av olika slag av ER-stationer och dels förslagsvis angiva lämplig placering av dessa, för att bilda en diskussionsbas, på vilken ytterligare utredning kan bygga vidare. Dessutom kan i en nära framtid möjlighet finnas att anskaffa förbättrade typer, utöver de av ER-sektionen angivna, vilket kan föranleda ändringar i nedanstående riktlinjer.

Enär planläggningen på ubåtarnas förseende med luftmast ej framskridit så långt att dess placering fastställts, har förutsatts att densamma antingen är höj- och sänkbar och då placerad förut om stb eller fällbar och då belägen akter om tornet. Förliga akan å Sle-ubåtar förutsättes borttagen.

Erforderligt utrymme för apparaturen inom tryckskrovet synes endast kunna erhållas, därest WC och militärkortskåp samt eventuellt även aktra garderoben om bb i officersrummet å Sle-, Nä- och De-typerna slopas och ersättes med ekoradiohytt.

Följande slag av ekoradiostationer föreslås inmonteras å ubåtar av alla typer (utom Dra) och föreslås följande placering å Sle-, Nä- och De-typerna:

U-läge.

- 1. ERD, placerad på luftmasten.*
- 2. Igenkänningsapparat. Därest möjlighet finnes att kombinera denna med ERD på luftmasten*

Marschläge.

- 3. ERD, placerad på avbärrarbalken mellan periskopsstöden.*
- 4. Igenkänningsapparat, se under pkt 2 ovan.*
- 5. Vid jämförelse mellan prestanda, erhållna från ER-sektionen för två olika ER-stationer, avsedda för inmontering å ubåt, typerna 267 W och 291 W framgår att den senare typens räckvidd gentemot övervattensfartyg, ej är tillfredsställande. Typ 267 W däremot synes närmast motsvara de taktiska önskemål, som kunna uppställas för ubåt. Nackdelen är dock, att denna apparattyp kräver två antenner och större utrymme i ekoradiohytten, men överväga fördelen med den ökade räckvidden dessa nackdelar, varför denna typ föreslås.*

Ytspaningsantennen kräver emellertid placering rätt ovanför apparaturen varför antennens läge därigenom är preciserat till förliga kanonplattformen å Sle-ub och för om bryggan å De- och Nä-ubåtarna.

Luftspaningsantennen. För att störningsfri distans mellan de två antennerna skall erhållas föreslås denna placeras på platsen för nuvarande pejlrampen, vilken lämpligen flyttas till förkant på bryggan.

Enär det för ITUV icke är möjligt att angiva huruvida plats finnes för den olika ER-

apparaturen enligt förslaget ovan, är intimt samarbete mellan ER-sektionen, SU och ITUV nödvändig.

Den fortsatta handläggningen och utvecklingen av ER-stationer, radaranläggningar för ubåt, finns beskriven i boken DET SVENSKA UBÅTSVAPNET 1904-2004 (ISBN 91-974015-7-9)

Ytterligare diskussioner följde avseende radar och radardetektor å ubåt.

I skrivelse till Chefen för Ubåtsavdelningen den 10/12 1948 från HM Ubåt Sjöbjörnen anges (citat):

Med anledning av CUA meddelande den 16/11 1948 angående radar eller radardetektor å ubåtar får jag härmed vördsamt anföra några synpunkter i ämnet.

Allmänt.

Det är givetvis önskvärt att å våra ubåtar införa alla de tekniska förbättringar vilka kunna underlätta ub framförande och handhavande eller öka effekten hos ub stridsmedel.

Huvudproblemet ifråga om radar och radardetektor liksom beträffande andra hjälpmedel är, huruvida de ur ubåtssynpunkt äro så viktiga att de böra givas prioritet när det gäller utrymme.

Den första radarvarnaren

Vid sammanträde i marinförvaltningen den 7.9.1950 mellan FOA, IUUV och KMF beslöts att FOA skulle konstruera en ubåtsvarnare i ett prototypexemplar. Från september 1950 var därefter en högskoleingenjör sysselsatt med enbart detta problem och syntes efter en tid ha löst den svåraste frågan, nämligen antennkonstruktionen. D v s lösningen var klar ur fysikalisk/elektrisk synpunkt men ej ur installationsteknisk. För att även denna del skulle lösas fordrades ett direkt samarbete mellan FOA, Ubåtsbyrån och Radar. Radar begärde därför att Skepp U avdelade en ingenjör som under erforderlig tid i direkt kontakt med FOA och Radar fick sysselsätta sig med konstruktionsproblemet att bygga in antennen i lämplig kåpa (radom) för montage å snorkelhuvudet. FOA och Radar skulle under tiden i samråd konstruera mottagardelen (beräknades till c:a 2 månader), varvid såväl antenn- som mottagar-enhet skulle kunna vara klara att installeras på prov i lämplig ubåt sommaren 1951.

På förslag från IUUV lät KMF/Radar installera FOA:s försöksmodell av radarvarnare (PQ-11) på Ub Neptun under sommaren 1951. Varnaren hade en snabbroterande antenn som täckte X-bandet och med mottagare av kristall- videotyp. Presentationen gjordes på en indikator där en synkront roterande glimlampa lyste upp på en bäringsskala i den riktning där en signal detekterats. Antennenheten placerades å den plats på snorkeln vilken var avsedd för en lanterna och indikatornheten på anvisad plats i tornet.



Bild 5. PQ-11 Antenn



Bild 6 PQ-11 Indikatorenhet

I oktober 1951 hemställde marinförvaltningen hos CKF att prov måtte utföras med den å ub Neptun installerade radarvarnare PQ-11 snarast möjligt med hänsyn till att erfarenheterna från proven skulle ligga till grund för utformning av radarvarnarmateriel vid planerad serietillverkning av densamma. I januari 1952 anmodade mfn ÖVS att låta demontera PQ-11 från ub Neptun och att i stället installera densamma å ub Näcken. I juni 1952 anmodade mfn ÖVS att utföra visst utbytesarbete å den å ub Näcken installerade anläggningen PQ-11/S. Vid utbytet skulle även befintlig kabel mellan antennenheten och indikatorenheten ersättas. Nya enheter ävensom kabel tillhandahölls av KMF. Under 3:e kvartalet 1952 gjordes därefter prov med den FOA-utvecklade radarvarnaren installerad på ubåten Näcken under CKF operativa övningar varefter följande erfarenheter rapporterades:

1. Följande ungefärliga räckvidder hade erhållits:

Ub på periskopdjup:	mot fartygs- och landradar:	60- 80 hm
	mot fplradar	: 20- 40 hm
Ub i marschläge:	mot fartygsradar	: 100- 120 hm

2. Riktningbestämning kunde i de flesta fall utföras och det var möjligt att bestämma riktningen till en radarsändare på 5-10 grader när.

Under våren 1952 gav marinförvaltningen uppdrag till FOA3 att tillverka detaljer för 5 st anläggningar PQ-11. Dessa anläggningar monterades på ubåtar av typ Sjölejonet, Neptun och U1 enligt gällande rustningsplaner.

I november 1954 beställde marinförvaltningen hos Svenska AB Trådlös Telegrafi i Stockholm utveckling och serietillverkning av efterföljare till PQ-11/S avsedda för ubåt och torpedbåt till en kostnad av 264 560 kronor. En prototyp och serie på 30 st för ubåt samt 20 st för torpedbåt ingick i beställningen. Serieleverans under 1957. Anläggningarna fick beteckning PQ-111/S för ubåt och PQ-112/S för torpedbåt.



Bild 7. PQ-111 Antenn och indikatorenhet

Materielinstallationer, radarvarnare

Sjölejonet, Neptun och U1

Vissa ubåtar av typ Sjölejonet, typ Neptun och typ U1 var försedda med radarvarnare PQ-11/S i enlighet med ubåtarnas rustningsperioder. Prototypen och de 5 FOA- tillverkade PQ-11/S har exempelvis varit installerade på ubåtarna Neptun, Näcken, Sjöborren, Sjöormen, Tummlaren, Sjöhundens, Svärdfisken, Sjölejonet, U3 och U6. Antennen var installerad på snorkelhuvudet och indikatorenheten i trycktäta tornet.

På museiubåten U3 i Malmö finns en plåtattrapp visande en varnarantenn placerad på tornkammen mellan periskop och snorkelhuvud. Indikatorn till radarvarnaren var placerad i det trycktäta tornet. U3 uttrangerades 1963 och blev museibåt i Malmö (invigdes 28.5.1969). Ubåtarna U1-U3 byggdes ej om.

PQ-11/S ersattes av PQ-111 och fanns på ubåtarna av typ Sjölejonet, Neptun och U1 från och med 1957 då serieleveranser av anläggningarna påbörjades. Antennen installerades på snorkelhuvudet och indikatorenheten i manöverrum ovanför dykcentralen.

Abborren, Hajen och Draken

Nummerubåtarna U4-U9 byggdes 1962-64 om till Abborren-klass och försågs med radar och radarvarnare i samband med ombyggnaden. Fartygen fick en radar som lyftes upp i samband med gång i ytläge. Radarn hette Decca 101 och tillverkare var Decca. Radarvarnaren som återinstallerades var PQ-111. Antennenheten monterades på snorkelhuvudet och indikatorenheten i manöverrum ovanför dykcentralen.

Den ursprungliga varnarutrustningen på Hajen och Draken var PQ-111 som var tillverkad av SATT (Svenska AB Trådlös Telegrafi). Antennenheten monterades på snorkeltoppen. Den hade en roterande antenn (reflektor) och presentationen i ubåten gjordes på en indikator där en synkront roterande glimlampa lyste upp på en bäringsskala i den riktning där en signal detekterats. Antennen till PQ-111 såg ut som ett avskuret päron med spetsen uppåt där

detektorn satt. Inkommande signal kastades upp mot denna av den roterande reflektorn. PQ-111 täckte X-bandet (frekvensområde 7-13 Ghz) och med känslighet på -40 till -45 dbm (kristall-video) samt pejlskärpa ca 10 grader. Anläggningen installerades på båtarna omkring 1958-60.



Bild 8
PQ-111 på snorklande ubåt

PQ-111 byttes vid modernisering av Hajen- och Drakenubåtarna ut mot utrustning PQ-824. Denna tillverkades av NERA i Norge. Antennen hade fasta antennhorn i åtta sektorer och larmindikator med motsvarande fasta sektorer som lystes upp vid inkommande signal. Utöver larmindikatorn fanns en indikatorenhet där inmätning av mottagen radarsignals pulsrepetitionsfrekvens och pulslängd presenterades. Anläggningen arbetade inom frekvensbanden S till X och hade en känslighet som kristall- videomottagare och riktningbestämning kunde ske till en noggrannhet av $\pm 22,5$ grader. Eftersom mottagaren samtidigt täckte alla horisontella riktningar och specificerade frekvenser indikerades även mycket korta sändningsperioder, d v s upptäcktssannolikheten var hög.



Bild 9 PQ-824

Utrustningen hade egen mast, HS-masten, på BB-sidan om tornet som utnyttjades för antennplacering. Larmindikator och analysenhet satt i manöverrum och en extra larmindikator var placerad i det trycktäta tornet. Anläggningarna tillfördes ubåtarna 1969-71.

Vid senare modernisering av Drakenbåtarna sattes PQ-833 ombord. Detta skall ha varit 1979-80. Antennen placerades på HS-masten och Indikatorerna i gången vid Hydrofonhytt se bild 10.

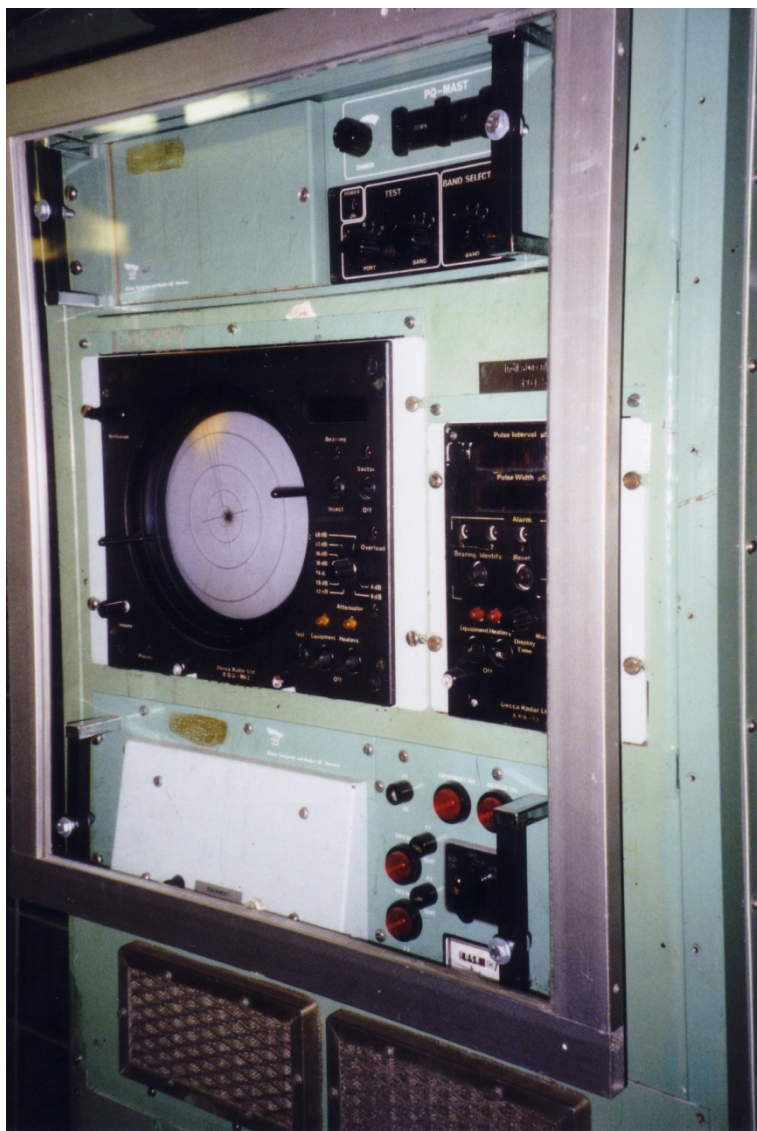


Bild 10. PQ-833 Indikatorer

Sjöormen

Radarvarnaren på Sor var PQ-113 som tillverkades av SATT. Det var samma varnare som även tillfördes tb typ Plejad och Spica. PQ-113 var en modernisering av PQ-111 och hade liksom denna en roterande antenn. PQ-113 var försedd med sk filterbank för omkoppling mellan olika frekvensband. Anläggningen täckte frekvensbanden S till X och hade känslighet enligt mottagare av typ kristall-video.



Bild 11. PQ-113 antenn



Bild 12. PQ-113 indikatorenhet

Sor försågs från början med en Q-bandsradar med beteckningen PS-051. Radar och PQ integrerades i en mast . Masten, radarn och PQ-antennen hade samma diameter. PQ-antennen monterades ovanpå radarn. PQ-antennenhet bestod av en cylinder av syrafast stål samt en kupolformad radom i glasfiberarmerad plast. Cylindern tillverkades av Kolsva Bruk som underleverantör till SATT.

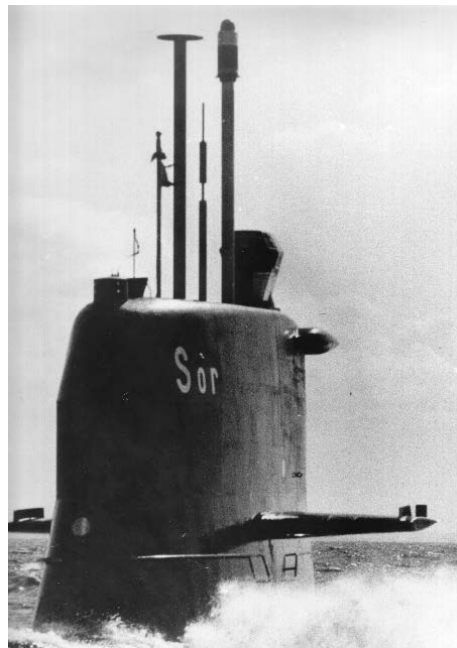


Bild 13. Ubåten Sjöormen. Den höga masten längst till höger innehåller PQ-113 och PS-051

En svaghet hos PQ-113 var att antennen roterade. Detta medförde att detektering av en rundsvepande radar kunde ta mycket lång tid, vilket givetvis var en stor nackdel på en ubåt som bara vill visa master ovan ytan under mycket kort tid. (PQ-antennen måste peka mot den radarsändare man vill detektera samtidigt som dennas antenn pekar mot ubåten. Beroende på antennvarvtalen hos radar och PQ kan det ta lång tid innan träff erhålls).

Radarn, PS-51, visade sig ha hög dämpning i regn och antennloben var så smal även i höjddled att radarn missade mål om ubåten lutade det minsta.

P g a alla problem och brister togs både radar och PQ bort under tidigt 70-tal och ersattes med annan materiel. PQ togs bort före radarn p g a vattenläckage i utrustningen och ersattes då med en platta. PS-051 ersattes med PS-829 och PQ-113 ersattes med PQ-833. Radar och PQ placerades på var sin mast.

PQ-833 tillverkades av Decca i England. Utrustningen anpassades för installation av Decca Navigator och Radar i Sverige. Antennen hade fasta antennhorn i ett 4-port system för tre frekvensband. Efter signalbehandling presenterades mottagen signal med bäring och frekvensband på bäringsindikator. På en separat analysator kunde utvald signal analyseras till pulsrepetitionfrekvens och pulsbredd.

Näcken

Näcken fick radarvarnare PQ-833 med antennenhet placerad på snorkelhuvudet och indikatorer i ett stativ i manöverrum. Senare försågs Näcken med en signalspaningsenhet PQ-843 med begränsat frekvensområde. Mottagaren kunde anslutas till PS-829 antenn som kunde styras från en separat manöverenhet. Mottagaren täckte X-bandet och var av IFM typ med direktvisande frekvensmätning. Till mottagaren var även ansluten pulsanalysator och varvtidsmätare.

PQ-843 tillverkades ARGOSystems i USA. P g a att PQ-843 endast arbetade inom radarantennens frekvensområde avfördes PQ-843 från ub Näcken efter några års drift.



Västergötland och Gotland

Båda fartygstyperna har försetts med signalspanings- och varnarmateriel men kan av sekretesskäl ej beskrivas här. Se tornbild på ubåt typ Vgd här bredvid.

Bild 14. Torn med master och antenner. (SIS-antennen på masten i mitten). Ub Hgd.

YTFARTYGSSYSTEM

Kort historik

I skrivelse från Chefen för Marinen (CM) den 28 oktober 1943, dnr H. Op. B 55:2 (ref 1), har CM framhållit, att det är av stor betydelse att de under projektering varande ERD-apparatena snarast färdigställas, så att anläggningarna kunna installeras å flottans fartyg. Sedan CM under hand hållits underrättad om utvecklingen av ifrågavarande apparater, har CM i skrivelse den 9 februari 1944, dnr H Op. H:13 (ref 2), lämnat direktiv till marinförvaltningen beträffande anskaffning av ERD-apparater.

I CM:s direktiv anges att ER-detektor (ERD) anskaffas och bör installeras på nedannämnda fartyg i angiven gruppordning.

- 1) Sv, DV, G5, Gl, ClF, Än, Hjkr 10, Vby, Mmö, Rom, Mjö, Es, Puke, Gbg (s:a 14 st).
 - 2) Fg, 02, Ma, Svl, Kmr, Hbg, Stm, Nkg, Kkr, Gäv, Ns, KlH, Rem, Mun, Mag, Mode (s:a 16 st).
 - 3) Hjkr 3, 4, 5 och 14 samt Ymer och Atle (s:a 6 st).
 - 4) Ub, större moderna 15 st. Ub typ U1 9 st (allt eftersom de blir färdiga). Dra, Gr (s:a 26 st).
 - 5) Vb typ Jn 4 st. Msvp typ Arholma 14 st (s:a 18 st).
 - 6) Hjkb 22, 41, 43, 44, 45 (s:a 5 st).
 - 7) Under byggnad varande kr och jag (s:a 4 st).
- Summa anläggningar 89 st.

I anslutning till ovan nämnd plan anmodas MF att gå i författning om anskaffning av ER-detektor till under grupperna 1 - 3 nämnda fartyg (36 st) samt till i punkt 4 nämnda ubåtar för den händelse den nu konstruerade detektorn kan användas på ubåtar. Är så ej fallet bör en för ubåtar lämpad detektor snarast konstrueras. Anskaffning av ER-detektorer för grupperna 5 - 7 skall tillsvidare anstå i avvaktan på ytterligare erfarenheter.

I skrivelse den 15 februari 1944, dnr ST/H 902:27/44 (ref 3), har mfn begärt medel hos Kungl. Maj:t bl.a för en första anskaffning av ERD-apparater till ett antal av 62 st.

Eftersom inga erfarenheter från någon ERD-anläggning ombord å fartyg ännu fanns gjordes en beställning av två st provapparater hos Svenska AB Trådlös Telegrafi (SATT) den 12 juni 1944. Seriebeställning fick anstå i avvaktan på att provapparaterna utprovats. En av de av SATT tillverkade modellerna för ERD utprovades genom KMF / Teletekniska Laboratoriets försorg sent hösten 1944. (Provrappport daterad 5.12.1944, ref.6). Resultatet av utprovningen var ej helt tillfredsställande. Vid denna tidpunkt gick utvecklingen av ekoradio mot högre frekvens/kortare våglängd varför någon serietillverkning av SATT provapparat ej kom till utförande för marinens del.

I ett PM från Statens Uppfinnarnämnd (SUN) 11/1 1945 ang. ”Medelsbehovet för experiment- och utvecklingsarbete på Ekoradioområdet under första halvåret 1945” framgår:stark brist på kvalificerade ingenjörer.....

Beräkning av personal- och medelsbehov enligt två alternativ.

Alt.1 Den nuvarande personaluppsättningen kompletteras med nyanställningar för att en del av de aktuella problem som nu ligga obearbetade skall kunna upptagas på nytt

Dessa äro bl.a: ...Anordning för upptäckande av fientlig ekoradio (ERD)

Alt.2 Verksamheten inskränkes tills vidare till ett minimum. Inga nyanställningar. Den nuvarande biträdande personalen, som förvärvat en värdefull yrkesskicklighet och erfarenhet inom ekoradiotekniken, behålles och sysselsättes med slutjusteringsarbeten på kustbevakningsanläggningen samt en del tillverkningar, som icke fordrar kvalificerat ingenjörsarbete i alltför stor utsträckning, och som tidigare ej medhunnits.

Kostnaderna under första halvåret 1945 uppgå sålunda till i runt tal till 50 000 kr för alt.1 och 27 500 kr för alt. 2.

Medel enligt alt. 1 tilldelades Statens Uppfinnarnämnd.

Fortsatta arbeten inom ER- och ERD-området skedde sedan på Försvarets Forskningsanstalt, som bildades 1945, och inom industrin.

Den första radarvarnaren på ytfartyg

Inom FOA hade forskning och utveckling av ERD-apparatur påbörjats samt prov med viss försöksmateriel utförts. Försöksmaterielen utgjordes huvudsakligen av modifierad surplusmateriel.

I skrivelse CM Nr H Op H 6:1 15 Mars 1950 till Marinförvaltningen anmodar Chefen för marinen marinförvaltningen, att under sommaren 1950 utföra praktiska försök med radarvarnare. Dylika må installeras å kryssaren Tre Kronor, jagarna Öland och Uppland, radarfartyget Prins Carl samt vid kustartilleriets radarskola vid KA 4. Beträffande tidpunkt för materielens installation samt tid och sätt för försökens utförande bör samråd äga rum med vederbörande chefer.

CM skrivelse enligt ovan hade föregåtts av en PM från VSik 8 mars 1950 där det föreslagits att praktiska försök med radarvarnare på fartyg skulle ske sommaren 1950 eftersom det vid FOA 3 hade konstruerats en radarvarnare, som arbetade på 10 och 3 cm-banden och var avsedd att uppsättas på fartyg. En serie på 4 eller 5 provstationer beräknades bli klara under maj- juni månad 1950.

Enligt skrivelse från FOA 3 till Marinförvaltningen avseende sammandrag över kostnader för vissa uppdrag framgår att FOA 3 i februari 1950 muntligen erhöll uppdrag (9104) på tillverkning av antenn- och vridsystem, indikator mm av typ PQ-10 (försöksutförande). I månadsskiftet juni-juli 1950 levererade FOA 3 till KMF 3 st kompletta anläggningar. Personal från FOA 3 och KMF utförde tillsammans slutinstallation och företog praktiska prov med materielen ombord på fartyg.

Vid sammanträden hos CVSik mellan representanter för FOA 3 och marinförvaltningen den 14/6 och 7/9 1950 fattades beslut om igångsättning av utvecklingsarbete av radarvarnare för kryssaren Göta Lejon. För utvecklingsarbete samt anskaffning av erforderlig materiel lade marinförvaltningen senare en beställning till FOA 3 på 20 000 kronor enligt MF skrivelse dnr VH-751 27/10 1950

Resultat av mätningar utförda på en funktionsmodell av antenn med filter gav vid handen, att såväl 3 cm- som 10 cm- banden kunde kombineras på samma antenn. Mätningarna beräknades vara avslutade inom kort tid varefter resultaten skulle ligga till grund för slutgiltigt beslut. För att icke fördröja materielbeställning i avvaktan på detta beslut föreslogs

att tidigare beslut, fattat vid sammanträde på den 5/4 1951 om tillverkning av 3 st varnare, skulle kvarstå. FOA gjorde då upp ett program för tillverkning av radarvarnare för Göta Lejon enligt nedan

1. Radarvarnare för 3 och 10 cm mest aktuella (14.6.50, p II A). FOA 3 skall tillverka all utrustning för Göta Lejon (7.9.50 p 3 d). Tre utrustningar, därav en i reserv (5.4.51) och en utvecklingsprototyp, levereras. Reservvarnaren reserveras för Göta Lejon medan utvecklingsprototypen placeras t v vid FOA 3. Denna förblir marinens egendom till dess annorlunda beslutas.
2. Skriftlig beställning avseende arbetets igångsättande erhållen (27.10.50) 20.000:- anvisade.

I juni 1951 anmälde FOA 3 att en radarvarningskonstruktion utarbetats och en serie om 3 kompletta varnare jämte ytterligare 3 indikatorer hade tillverkats på FOA 3 verkstad för KMF räkning. Data framgår av en kortfattad beskrivning som överlämnats till KMF.

Innan materielen överlämnades till beställaren skedde en demonstration vid FOA 3 den 20 juni 1951 för representanter för försvaret.

Kortfattad beskrivning av radarvarnare typ FOA 3 9109

A. Allmänt

Radarvarnare FOA 3 9109 har till ändamål att indikera förekommande pulsmodulerade radarsignaler och att ange riktning till radarsändaren. Två varianter finns, en för 10 cm och en för 3 cm våglängd. Varnaren är utförd med roterande antensspegel, riktningsangivelse sker på katodstrålerör.

Delar ingående i anläggningen är

Vridenhet	FOA 3 9109:551
Antennsystem	FOA 3 9109:201 och 9109:202
Mottagare	FOA 3 9109:151
Indikator	FOA 3 9109:301
Monteringsplatta	FOA 3 9109:851

Dessutom erfordras högtalare eller hörtelefon för akustisk indikering.

B. Prestanda

1. Frekvensområde

a) antennsystem FOA 3 9109:201 minst området 2700-3300 Mp/s

b) antennsystem FOA 3 9109:202 minst området 9800-10000 Mp/s

2. Känslighet

Erforderlig signal vid mottagaringången 1 à 2 mV (vid 10 cm)

3. Räckvidden mot 10 cm radar typ PS-23/S praktiskt bestämts till mellan 40 och 50 km vid för fartyg normala uppställningshöjder (ca 15 m över havet). (Vinterhalvåret 50/51)

4. Polarisationssegenskaper

Horisontal och vertikal

5. Pejlnoggrannheten uppgår till ± 10 grader

6. Indikeringstd

Praktiska resultat visa att en kvadrantbestämning erhålles vid första sändarantennsvepet medan för bestämning på 10 grader när c:a 5 svep erfordras

7. Samarbete med egen radar

Blockering för egen radar finns ej

Ovanstående är utdrag från FOA 3 kortfattad beskrivning som bilaga till FOA 3 skrivelse H 3132-467 15.6.51 till KMF (dnr VH-1143 20.6.51)

Varningsutrustning för Göta Lejon

FOA 3 hade under juli månad 1951 till marinen levererat följande materiel avsedd för Göta Lejon:

3 st manöverdon för vridbord

3 st antensystem för vridbord, försedda med:

- horn jämte reflektor för 3 cm

- antenn jämte reflektor för 10 cm, avsedd för kabel RG-14/U

- antenn jämte reflektor för 10 cm med anslutningskontakt typ N

samt som lån:

- 1 st mottagare typ AN/SPR-2

- 1 st mottagare 3 cm, en modifiering av AN/SPR-2

- 1 st blockeringsapparat

- 1 st mottagare typ AN/APR-4 med avstämningseenheter TN-2B, TN-18 och TN-54

I KMF skrivelse Dnr VH-651 den 16/6 1952 till FOA 3 avseende betalning av vissa uppdrag samt beställning av nya arbeten framgår följande nya tillverkningsuppdrag:

a) 5 st "a-enheter", modell FOA 3 nr 9302 till ett pris av 5.000:- per st och med leverans om möjligt omkring 1/7 1952

b) Följande enheter tillverkas för anläggningar typ PQ-10:

- filter och reläspärrenheter typ 101, 5 st

- filter och reläspärrenheter typ 102, 1 st

- blockerbar video-förstärkare, 1 st

- antenn typ 101, 1 st

- antenn typ 102, 1 st

Kostnaderna för detta uppdrag beräknas till högst kr 13.000:-

c) Tillverkning av detaljer för 5 st anläggningar typ PQ-11.

FOA:s kostnader i samband med uppdraget beräknas till högst kr 10.000:-. Detta uppdrag avser materiel till ubåtar.

Nya utvecklingsuppdrag:

Program och förberedande prov för framtagning av antennvridanordning, som möjliggör såväl rotation som vridning. Till denna antennvridanordning avses utvecklas en indikator.

Kostnaderna för dessa arbeten beräknas till kr 10.000:-.

Vissa försök:

a) Prov med och justering av blockeringsenhet för mottagare typ AN/APR-5.

Kostnad högst kr 1000:-

b) Försök med materiel och underhåll av densamma i samband med marinens personalutbildning å rrv-station.

Kostnad högst kr 4000:-

c) Försök med nya mottagarutrustningar för rrv-station.

Kostnad högst kr 3000:-

Materielinstallationer. Kryssare, Jagare och Fregatter

Under juli månad 1951 levererade FOA 3 till marinen 3 kompletta varnare jämte ytterligare 3 indikatorer samt följande utrustning:

- 3 st manöverdon för vridbord och
- 3 st antensystem för vridbord där ett var försett med horn jämte reflektor för 3 cm och två med antenn jämte reflektor för 10 cm.

och som lån:

- 1 st mottagare typ AN/SPR-2
- 1 st mottagare 3 cm, en modifiering av AN/SPR-2
- 1 st blockeringsapparat
- 1 st mottagare typ AN/APR-4 med avstämningenheter TN-2B, TN-18 och TN-54

FOA 3 fortsatte på uppdrag av marinförvaltningen utvecklingen av radarvarnaren för fartyg och levererade utrustningar i form av prototyper med beteckning PQ-101/121 om ca 5 exemplar att installeras och utprovas på kryssare och jagare.

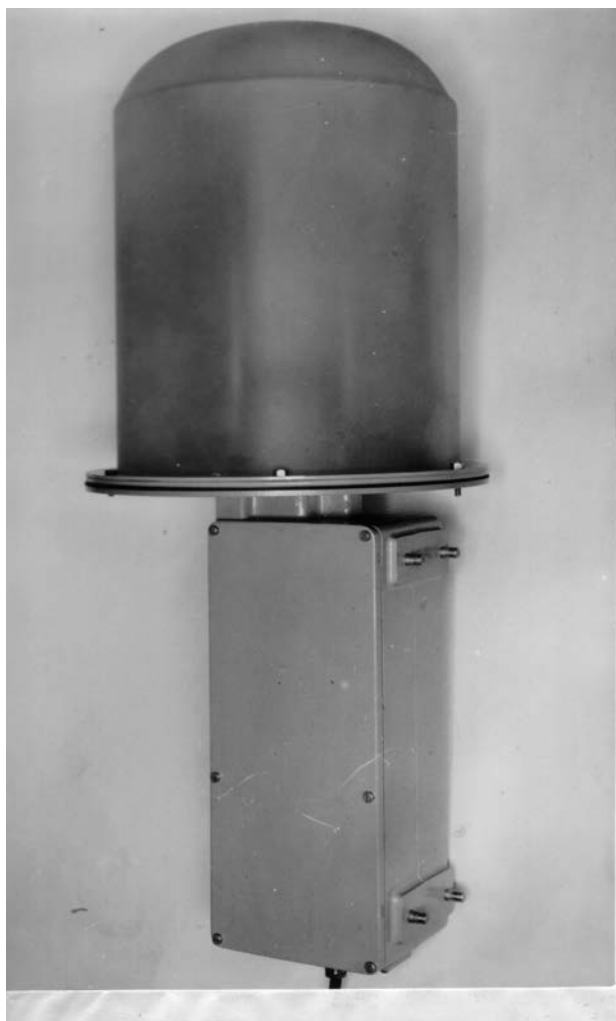


Bild 15. PQ-101/121 Antennenhet

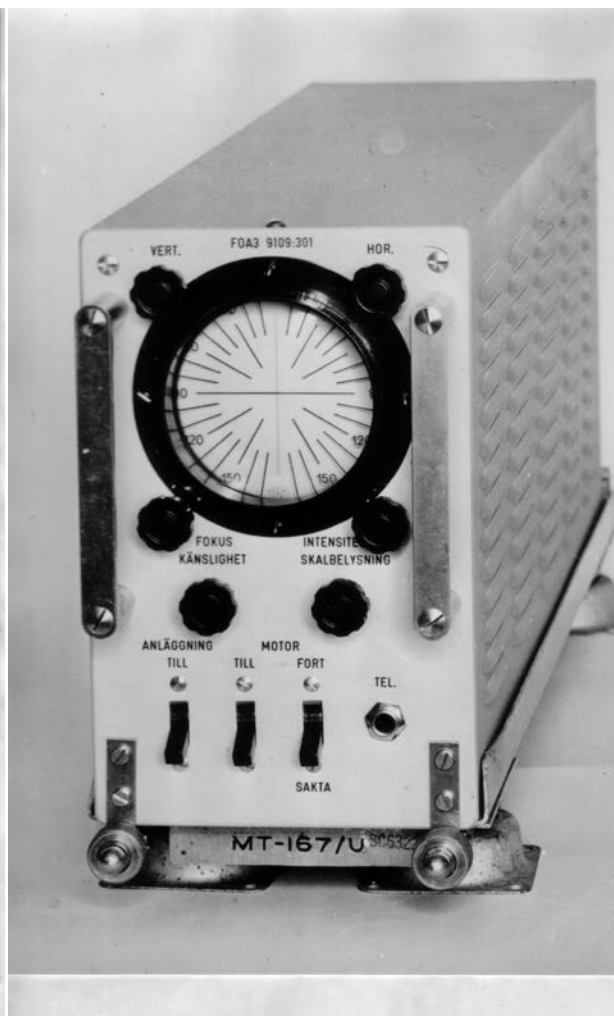


Bild 16. PQ-101/121 Indikator

Förserier tillverkades därefter med beteckningarna PQ-102/122 som installerades på kryssare, jagare och fregatter omkring 1955. Fartyg som fick anläggningar var bl.a Tre Kronor, Nordensköld, Ehrensköld, Uppland, Norrköping, Karlskrona, Mode, Magne mfl.



Bild 17. PQ-102 Antennenhet

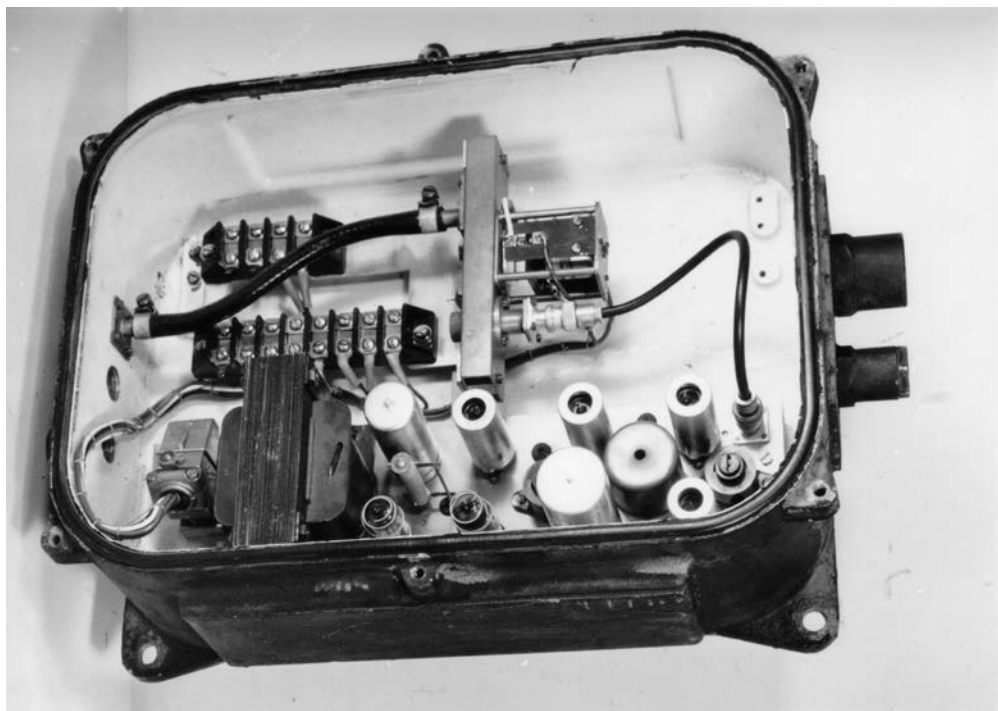


Bild 18. PQ-102 Förförstärkare

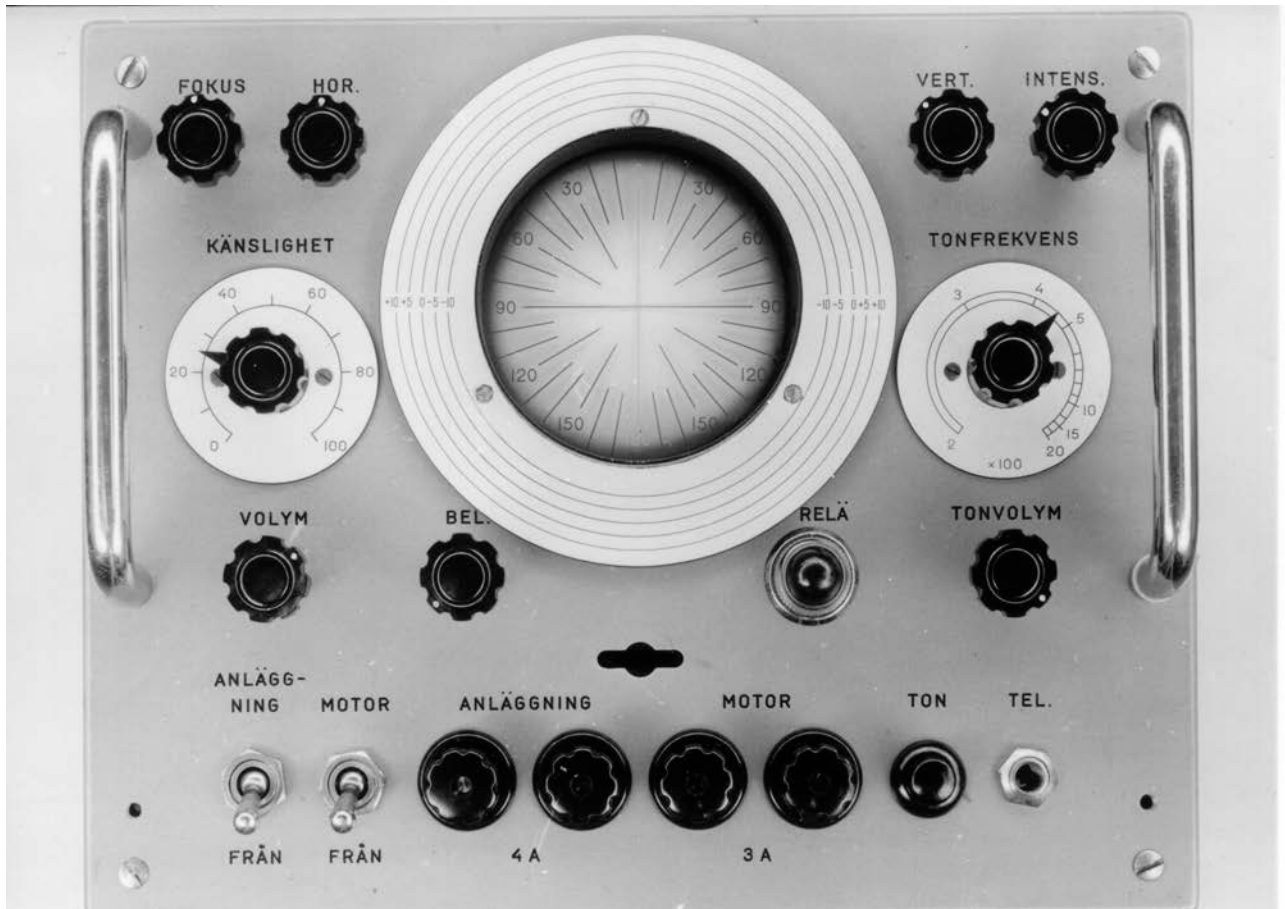


Bild 19. PQ-102/122 Indikator

Under 1950 påbörjades vid FOA3 arbete med framtagning av en panoramamottagare på utvecklingsuppdrag från KMF. Detta resulterade i en prototyp som utprovades i vevaxelverksamheten. Prototypen bedömdes så användbar att en serie på 10 st mottagare togs fram och fick betäckning PQ-13. Beställning gjordes 1954. Av de 10 mottagarna var 5 st för KMF som senare övertog ytterligare 1 st. Signalspaningsmottagaren PQ-13 installerades i första hand på kryssare och jagare. Den användes även i vevaxelverksamheten.

1954 gjordes även seriebeställning av PQ-11 avsedda för torpedbåtar av typ Plejad T102 och Spica T121 då med en lättare antenn med beteckning PQ-112. På typ T102 monterades antennen på rå på SB-sidan. Anläggningen byttes senare ut mot varnare PQ-113 med större frekvenstäckning (10 till 3cm) på såväl Plejad- som Spica-serien. På typ T121 placerades antennen i masten ovanför radarn på en hylla. Samma varnare tillfördes även ubåtar typ Sjöormen (Mer information avseende ubåtarna och dess bestyckning finns i boken Svenska Ubåtsvapnet 1904-2004).

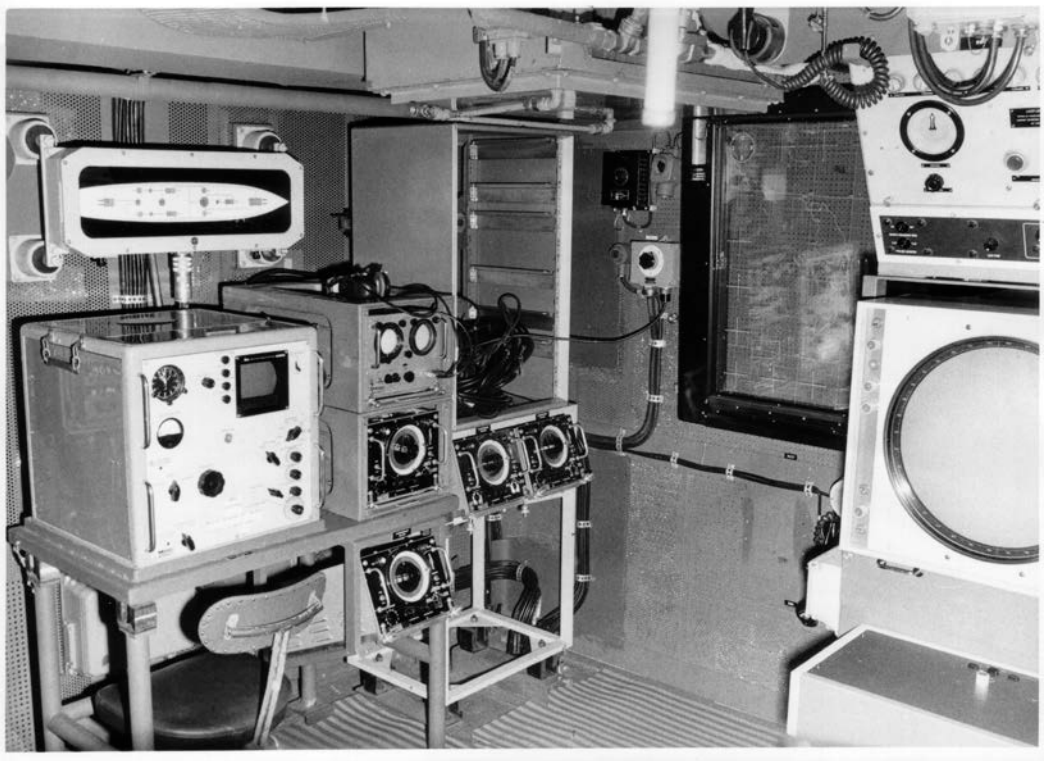


Bild 20 PQ på jagaren Halland. PQ-13 till vänster

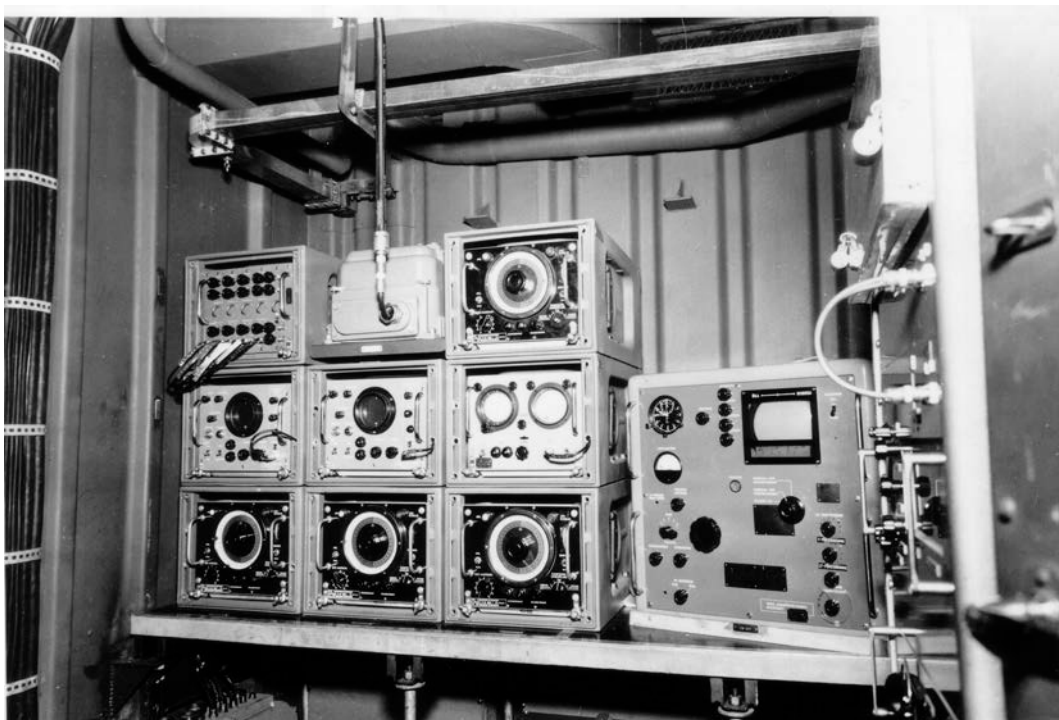


Bild 21 PQ på jagaren Gästrikland.
Från vänster syns PQ-10, PQ-12, analysenheten Dubbelögat och PQ-13



Bild 22. PQ-112 Antenn



Bild 23. T102 med PQ-112 antenn (den lilla enheten på tvärlån på masten)



Bild 24. PQ-113 antenn



Bild 25. PQ-113 indikator

1955 var förserierna av PQ-10/12 (PQ-101/102 och PQ-121/122) utprovade varvid seriebeställning gjordes hos SATT på 75 st PQ-103 och 80 st PQ-123.

Anläggningarna var ursprungligen avsedda att installeras på befintliga kryssare, jagare, fregatter och KSRR samt på planerade fartygsbyggen.

Antenninstallation av PQ-103 och PQ-123 på jagaren Uppland visas på bild 26.



Bild 26. Jagaren Uppland



Bild 27. PQ-103/123 (i KSRR)

Torpedbåt typ Spicas efterföljare blev tb typ Norrköping (T131) som tillfördes en radarvarnare av modernare slag för att klara av robothotet. Anläggningen PQ-826 utformad med fasta sektorantennor, 8 st i 4 frekvensband, för hög upptäcktssannolikhet och med signalbehandling för presentation och larmfunktion. Anläggningen tillverkades av MEL (The M.E.L. Equipment Company Ltd) England och levererades genom Philips Teleindustri AB (PTAB) försorg. Beställningen lades i december 1970 och omfattade 21 anläggningar samt reservdelar. Första installationen gjordes i juli 1974 på torpedbåten Norrtälje (Ntä) där antennen placerades på en separat mast akter om spaningsradarn, se foto nedan (bild 28).



Bild 28. Tb Norrtälje

Denna antennplacering medförde stora problem för anläggningens detektorer som blev belysta från spaningsradarns utstrålade effekt vid varje antennvarv. Mätningar visade att för hög effekt nådde detektorerna med degradering som följde trots befintliga limitrar. PTAB föreslog då en modifiering av antennenheten, omkonstruktion av antennhuset så att spaningsradarantennen kunde placeras ovanpå, en s.k stackning av antennerna (se bild 29). I och med denna konstruktion blev varnarens detektorer ej belysta av radarns utstrålade effekt till tidigare höga nivå.



Bild 29. Modifierad antennplacering PQ-826, under spaningsradarantenn

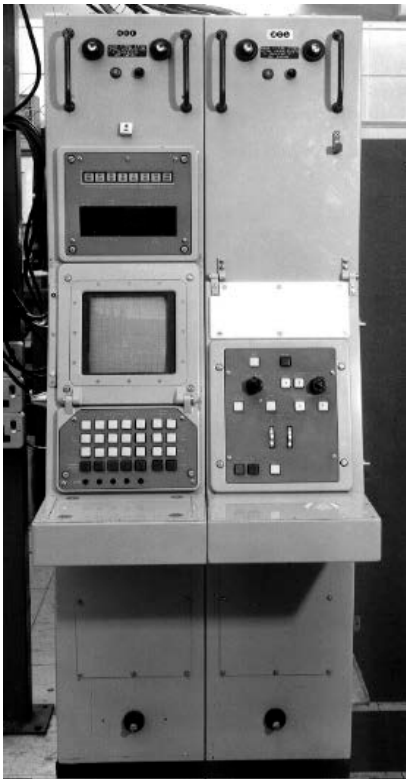


Bild 30. PQ-826 indikator

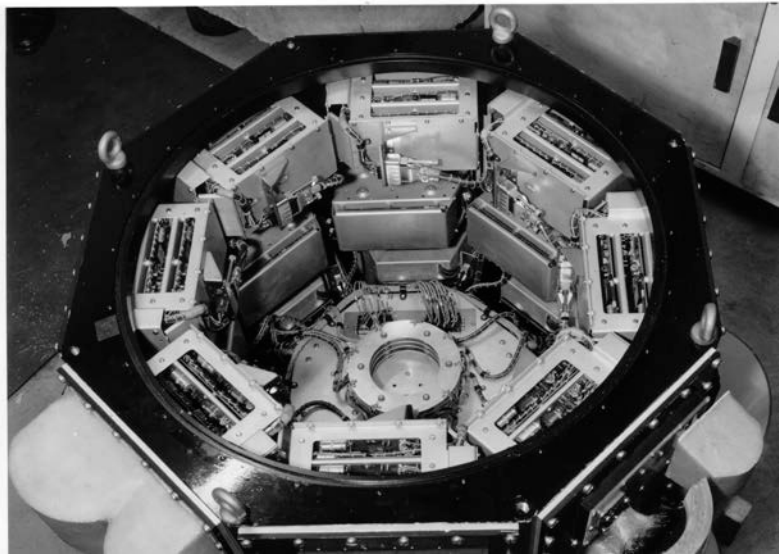


Bild 31. PQ-826 antenn

Tb typ Nkg tillfördes robot 15 och blev därmed rbb typ Nkg. I samband med robotinstallationen byttes spaningsradar och större delen av torpedledning, installerades en robotledning samt ett datoriserat stridsledningssystem. Vidare anskaffades ett signalspaningssystem PQ-868 med kraftfull signalbehandling och biblioteksfunktion. Beställning gjordes 1982/83 hos ARGO Systems i USA i samband med anskaffning av signalspaningsutrustning PQ-873 för ubåt typ Västergötland (se bild 14). Samtidigt gjordes beställning av två signalspaningsutrustningar med varnandel, PQ-872. Dessa två anläggningar var avsedda för kustkorvett typ Stockholm.



Bld 32. PQ-868 antenninstallation på robotbåt typ Norrköping (framför och under PQ 826)

I slutet av 1977 påbörjades leverans av patrullbåtsserien typ Hugin som tillfördes en anläggning PQ-858 utgörande en målanalysutrustning med begränsad varnarfunktion arbetande på invisning från artillerieldledningen. PQ-858 tillverkades av SAAB i Linköping. På mottagen signal uppmättes data som jämfördes med data i ett signalbibliotek för hotutvärdering. Signalbiblioteket låg i e-prom som måste brännas om vid förändring av signalinformation. Anläggningen har en unik antennkonstruktion med fyra koniska spiralantennor för bäringsbestämning per band. Antennen kunde endast vridas ca 340 grader pga sitt fasta kablage.

Minfartygen utrustades med varnaren PQ-826.

5. TEKNIKUTVECKLING

I Sverige pågick utveckling av "Ekoradio" och vissa andra arbeten, såväl inom försvaret som genom Statens Uppfinnarnämnd (SUN) försorg på industrin.

Under hösten 1943 hade efter förhandlingar med marinförvaltningen, Svenska AB Trådlös Telegrafi (SATT) igångsatt undersökningar för att konstruera en s.k. ekoradiodetektor. Kravet på denna var att kunna indikera förekomsten av ett högfrekvent fält inom frekvensområdet 150 MHz till 1000 MHz för signal utsänd från såväl frekvensmodulerad som impulsmodulerad sändare. I april 1944 meddelade SATT marinförvaltningen att prototypen var i det närmaste utexperimenterad och att direktiv önskades för eventuell fortsatt verksamhet. Eftersom marinförvaltningen hade CM direktiv (ref.1 och 2) på en snar framtagning av sådan utrustning beställde marinförvaltningen den 12 juni 1944 hos SATT framtagning av 2 st provapparater för ERD-anläggning till en kostnad av 16 000 kr även inkluderande SATT hittills utlagda konstruktionskostnader (ref.4).

En av de av SATT tillverkade modellerna för ERD utprovades genom KMF/teletekniska laboratoriets försorg sent hösten 1944. (Provrappport daterad 5.12.1944, ref.6). Resultatet av utprovningsen var ej helt tillfredsställande, vissa problem förelåg beträffande mottagning av impulssändning. Undersökningar skulle vidtagas av SATT. Vid denna tidpunkt gick utvecklingen av ekoradio mot högre frekvens/kortare våglängd varför någon serietillverkning av denna apparat ej kom till utförande för marinens del.

Apparatbeskrivning:

Den provapparat som togs fram bestod av två delar, ett aperiodiskt antensystem och en mottagare med registrerande indikator.

Mottagaren bestod av följande huvuddelar:

Överlagraroscillator, diodblandare, bredbandsmellanförstärkare, gallerlikriktande detektor, bredbandslågfrekvensförstärkare, brussignalseparator, impulsförlängningsanordning och skrivare. Den variabla överlagraroscillatoren arbetade med ett rör SD1A. Genom att sockeln tagits bort på detta rör och att man använde en specialkoppling var det möjligt att täcka ett våglängdsområde av ca 0,9- 2,5 meter utan omkoppling av spole eller variabel kondensator. Som blandarrör användes en aperiodisk dioddetektor, som efterföljdes av tre steg bredbandsförstärkning å 27-30 MHz. Härfter följde en gallerlikriktande detektor och därefter ytterligare tre steg bredbandslågfrekvensförstärkning.

Mottagaren hade först konstruerats som dubbelsuper. Tyvärr visade det sig emellertid då att på grund av det stora använda våglängdsområdet uppträdde kombinationstoner som satte mottagaren i funktion utan att ingående signal förefanns. Härigenom kunde falsklarm erhållas. Vid preliminära försök visade det sig att en mikrosekunds impuls ej hann tända den glimlampa, som ursprungligen var avsedd för indikering. Med anledning härav utexperimenterades en impulsbreddningsanordning bestående av en likriktare med tröskelvärde och ett förstärkarrör, i vars anodkrets impulsen får stöta igång en dämpad svängningskrets avstämd till ett betydligt lägre svängningstal än vad som motsvaras av impulstiden. Genom likriktning av denna svängning erhöles en spänning, som med stor säkerhet skulle tända glimlampan.

Vid försöken visade det sig att en indikeringsanordning innehållande endast en glimlampa var synnerligen tröttande att observera. Med anledning därav omformades, med utnyttjande av skillnaden i tänd- och släckspänning hos glimlampan, varje tändning till en strömstöt med ca en 200:dels sekunds varaktighet, som tillföres en registrerande skrivare.

Apparaten fungerade på följande sätt:

Av en motor drives avställningskondensatorn fram och tillbaka. När en signal träffar mottagaren alstras i ett visst läge av kondensatorn i diodlikriktaren mellanfrekvens. Detta kan dels ske med överlagraren grundton eller första och andra överton. Den ingående signalen förstärkes i mellanfrekvensförstärkaren, likriktas och förstärkes härefter i bredbandslåg-förstärkaren, varefter den separeras från mottagarbruset. Genom den tidigare beskrivna impulsförlängningsanordningarna omformas den därefter till en lågfrekvent strömstöt, som tillföres skrivaren. Denna är förbunden med kondensatoraxeln och rör sig horisontellt över en indikatorremsa, som i varje vändläge matas fram. Den ingående signalen kommer därigenom, att på en för en viss frekvens bestämd plats göra en indikering på papperet. På pappersremsan erhålles sålunda dels en indikering att ett högfrekvent fält träffat mottagaren och dels en uppgift om frekvensen.

Beträffande apparatens räckvidd torde med säkerhet denna bli betydligt längre än för motsvarande ekoradioanläggning

(Apparatbeskrivning hämtat ur SATT brev till KMF den 25 april 1944, ref. 5).

1945 bildades Försvarets Forskningsanstalt (FOA) varvid forskning, utveckling, prov och försök uppstartades i samarbete med försvarsgrenarna och Försvarets Radioanstalt (FRA) inom motmedelsområdet.

För marinens del påbörjades forskning, utveckling och framtagning av försöksutrustning för radarsignalspaning samt genomförande av teknisk och taktisk provverksamhet. Den utveckling som uppstartades var avsedd för marinens landbaserade och fartygsbaserade system.

De första försöken avseende radarvarning och signalspaning skedde med Sjökarteverkets fartyg "Kompass" och genom Mellsten-Trelgemätningar mot kustflottans radar. Den materiel som utnyttjades var huvudsakligen hopplockad och sammansatt av inköpta komponenter och apparatur som blivit tillgänglig på surplusmarknaden efter krigsslutet.

Forsknings- och utvecklingsarbeten fortsatte avseende såväl radarvarnare och radarsignalspaningsutrustning.

Exempel på utformningar som utvecklades avseende radarvarnare är:

varnare med rundstrålade resp. snabbroterande antenn, sektorvarnare, analysutrustning för bestämning av en radars pulsrepetitionsfrekvens och pulsbredd (Dubbelögat), principlösningar för momentan frekvensbestämning, räckviddshöjande åtgärder såsom förstärkning före detektering, utveckling av "hackare" för varning mot CW-radar, anordningar för blockering av varnaren för att undvika störningar från närbelägen radar.

Exempel på utformningar som utvecklades avseende radarsignalspaningsutrustning är:

modifiering av APR-5 för övertonsblandning, utveckling av superheterodynottagare med extrem mellanfrekvensbandbredd och av mottagare med separata avställingsenheter för bl a X-och Q-banden, mottagare byggd med HP oscillatorer och smalbandig mellanfrekvensförstärkare, utveckling av principer för lobskiftpejl för stor antenn och för

mottagarblockering av superheterodyner mot obehörig radar.

Under vevaxelverksamhetens första år användes huvudsakligen utrustning modifierad och sammansatt av surplusmateriel.

En försöksutrustning som tidigt använts finns beskriven i ett dokument "Beskrivning av provisorisk rrv-station typ III" (ref. 7).

Rrv-stationen är utrustad med:

- en sökare för 10 cm,
- en varnare för 10 cm,
- en varnare för 3 cm,

vilka automatiskt indikera radarsändning och ge riktning till sändaren;

- en pejlutrustning för 10 cm, med vilken radarsändningen kan analyseras med avseende på radarfrekvens, pulsfrekvens, pulslängd, rotationstid, antenndiagram och vars pejlantenn ger möjlighet till mycket noggrann riktningsbestämning.

Därjämte finnes för radiokommunikation en 50 W KV-station.

Tekniskt var stationen uppbyggd av följande enheter:

Varnaren består av en antennenhet och en indikatornhet.

Antennenheten omfattar en antenn med roterande reflektor under en bikupsliknande skyddshuv, benämnd radom (troligen från en SO-13 radar), vidare i en gjutjärnslåda därunder drivmotor och syngonelement samt som mottagare: filter, kristall och videoförstärkare (se bild 33).



Bild 33. Varnaren

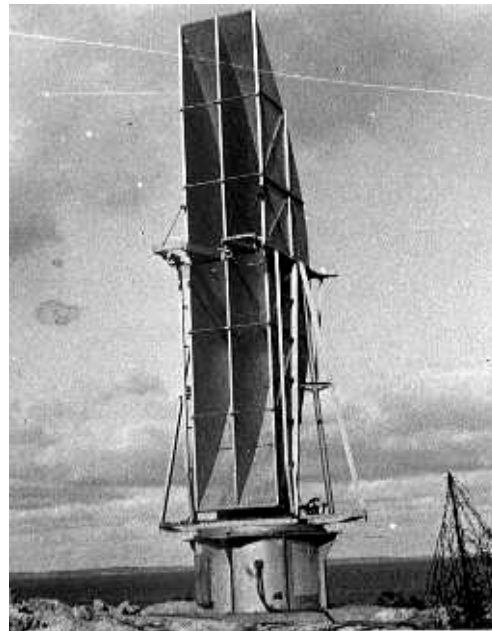


Bild 34. Sökaren

Indikatornheten har katodstrålerör med riktningsgraderad skärm där varnarutslaget erhålles som en radiell stråle från skärmens centrum.

Både antennen inklusive mottagare och indikatornheten har utvecklats av FOA.

Pejlantennen

Pejlantennen placerad på stationsbyggnadens tak, är en horisontell dubbelostantenn från PA-24, vars undre halva utnyttjas till ett enkelt horn, medan den övre halvan är försedd med lobväxlingshorn: två horn, något horisontalförskjutna i frontytan åt var sitt håll relativt fokus.



Bild 36 Pejlantenn

Pejlantennens axel fortsätter ner i stationens pejlrum och utnyttjas där för att ge riktningsgradering (angiven i streck), därinvid finns nedre delen av vevaxeltransmissionen.

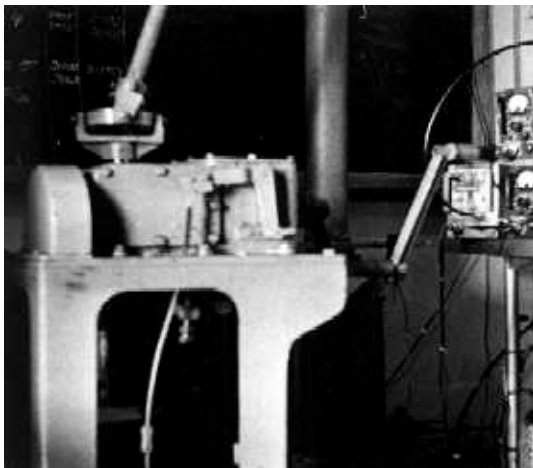


Bild 37. Vevaxeltransmission

Pejlmottagaren

För närvarande användes en uppställning med tre olika mottagare.

En mottagare AN/SPR-2 matas av pejlantennens undre (enkla) horn. Pejlantennens övre (dubbla) horn (lobväxlingshorn) matas via lobväxlingsenheten och koaxialomkopplare antingen till en mottagare SPR-2 eller en mottagare AN/APR-4.

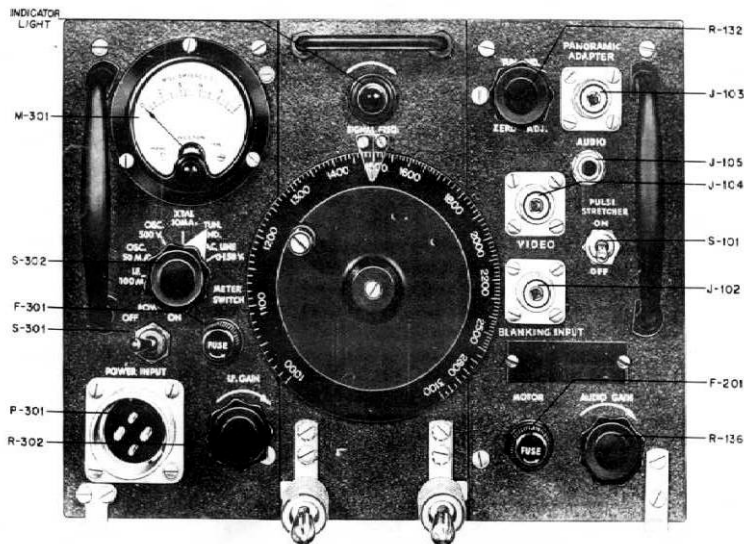


Bild 38. Mottagare

Mottagaren APR-4 har lägre känslighet än SPR-2 men bättre möjlighet till förstärkningsreglering och erfordras för närbelägna sändare. Lobväxlingsenheten har någon dämpning och räckvidden vid pejling med lobväxlingshorn blir därför mindre än vid pejling med enkelt horn. Mottagarna äro försedda dels med högtalaranslutning, dels med videoutgång. Videoutgångarna äro anslutna till videoomkopplaren, där de olika apparaternas utgångar kunna inkopplas till pejlingindikator, till analysatorenhet och till diagramskrivare.

Pejlingindikatorn

Pejlingindikatorn visar två parallella vertikala avläkningsutslag med längden proportionell mot den av antennen upp fångade signalens styrka. Vid pejling med enkelt horn är de båda utslagen identiska och pejling sker till maximalt utslag. Vid pejling med lobväxlingshorn matar vardera hornet var sitt avläkningsutslag och rätt riktning markeras av att dessa äro lika stora.



Bild 39. Tidig prototyp till analysenhet

Analysatorenheten m.m

Radarfrekvensen avläses av det inställda värdet på respektive pejlmottagares frekvensskala. *Analysatorenheten* ger pulslängd och pulsfrekvens på var sitt indikatorrör. Pulsfrekvensen erhålles via tabell ur den båge ett fixt antal pulsperioder upptar på en spiral, där pulserna indikeras som lyspunkter. *Diagramskrivaren* användes för uppteckning av respektive sändarantenns antenndiagram, vilket förutom rotationstid ger viss möjlighet till målidentifikation, då två fartygs antenndiagram sällan äro identiska utan variera med avseende på sidolobernas gruppering och storlek. *Blockeringsenhet* har använts att blockera de båda mottagarna SPR-2 för sändning från på Mellsten baserad radarstation PS-27.

Mottagarna AN/SPR-2 och AN/APR-4 var Surplusmateriel som utvecklats och tillverkats i USA och var superheterodyntyp.

Beskrivning av mottagarna (se ref. 8 och 9). Anordning för lobväxling och pejldikator har utvecklats och framtagits av FOA. Likaså har analysenheten, här en tidig prototyp (se bild 39) och blockeringsenheten utvecklats av FOA.

Genom samverkan mellan två stationer har, vid simultana pejlingar av ett mål vid de båda stationerna, möjliggjorts mycket noggrann positionsbestämning.

Under 1950 påbörjades vid FOA3 arbete med framtagning av en panoramamottagare på utvecklingsuppdrag från KMF. Detta resulterade i en prototyp som utprovades i vevaxelverksamheten. Prototypen bedömdes så användbar att en serie på 10 st mottagare togs fram och fick beteckning PQ-13 (se bilder på sid 25).

Beställningen gjordes omkring 1954. P.g.a. den sekretess som åvilade materiel av denna typ blev det nödvändigt att dela upp mottagaren i olika enheter och lägga ut tillverkningen av dessa på olika företag. Hopmontering av de olika enheterna till en mottagare skedde i marinförvaltningens regi på dåvarande specialradarlaboratoriet i Gåshaga med hjälp av FOA3 personal. Genom detta tillvägagångssätt erhöles en produkt som uppvisade ett antal olika byggstilar. Vidare var samtrimningen mycket besvärlig att göra. De mekaniska och klimatiska krav som ställts på materielen var ej heller av den grad eller omfattning att mottagarna kunde anses som fältmässiga.

De tio beställda mottagarna skulle fördelas på: FOA 4 st, KATF 1 st och KMF 5 st. Trots de redovisade nackdelarna var mottagarna hela tiden i bruk på såväl fartyg som landstationer och gav mycket goda resultat.

Under signalspaningsverksamheten sommaren 1955 var panoramamottagarna för första gången i fältmässig användning under längre tid, 1 maj till 15 oktober, vid två stationer av vevaxeltyp med uppvisande av mycket gott resultat, både taktiskt och tekniskt. Mottagaren användes då som huvudmottagare istället för APR-4 och APR-5.

Sammanfattningsvis kan sägas, att den sommarens erfarenheter av panoramamottagaren visade på att den väl kunde fylla sina uppgifter i vevaxeln, och att den med smärre modifieringar skulle vara mogen att utläggas i serieproduktion.

Vid sammanträde med marinstaben 19.9.55 beslöts:

- att de vevaxelstationer i de fyra första kedjorna som nu äro under leverans skall utrustas med materiel av befintlig konstruktion som, så snart ske kan, skall utläggas i serietillverkning.
- att innan planerna för ytterligare kedjor fastställs skall KMF i samråd med FOA3 utreda de tekniska möjligheterna för en organisation av detta slag, vilken utredning tillställs MS.

Den materiel, utrustning och organisation som använts vid vevaxelstationerna finns beskriven i ett dokument "Beskrivning av marinens vevaxelstation m/55" (ref. 10). Ett urval stationsbilder visas nedan.

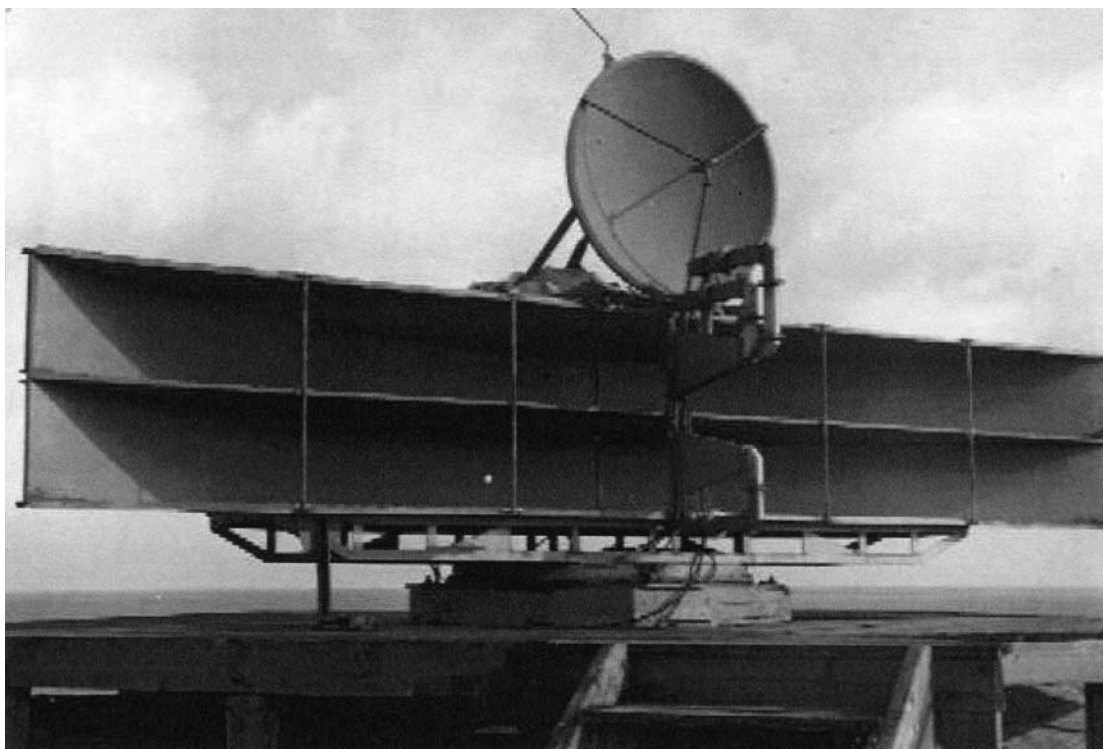


Bild 40. Pejlantenn



Bild 41. operatörsrum med pejl- och plottoperatör

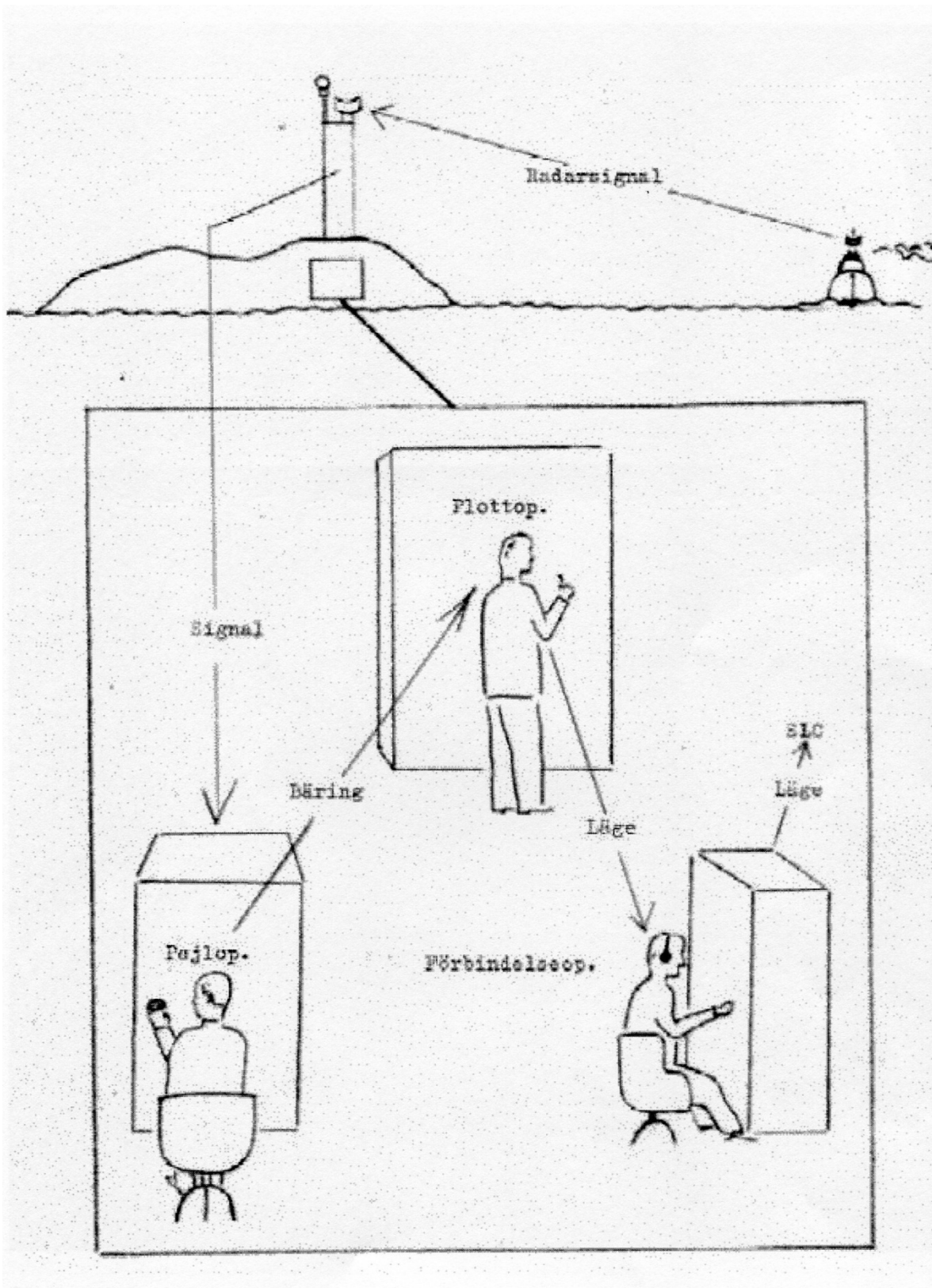


Bild 42. Stationens uppbyggnad



Bild 43. Pejloperatörens plats

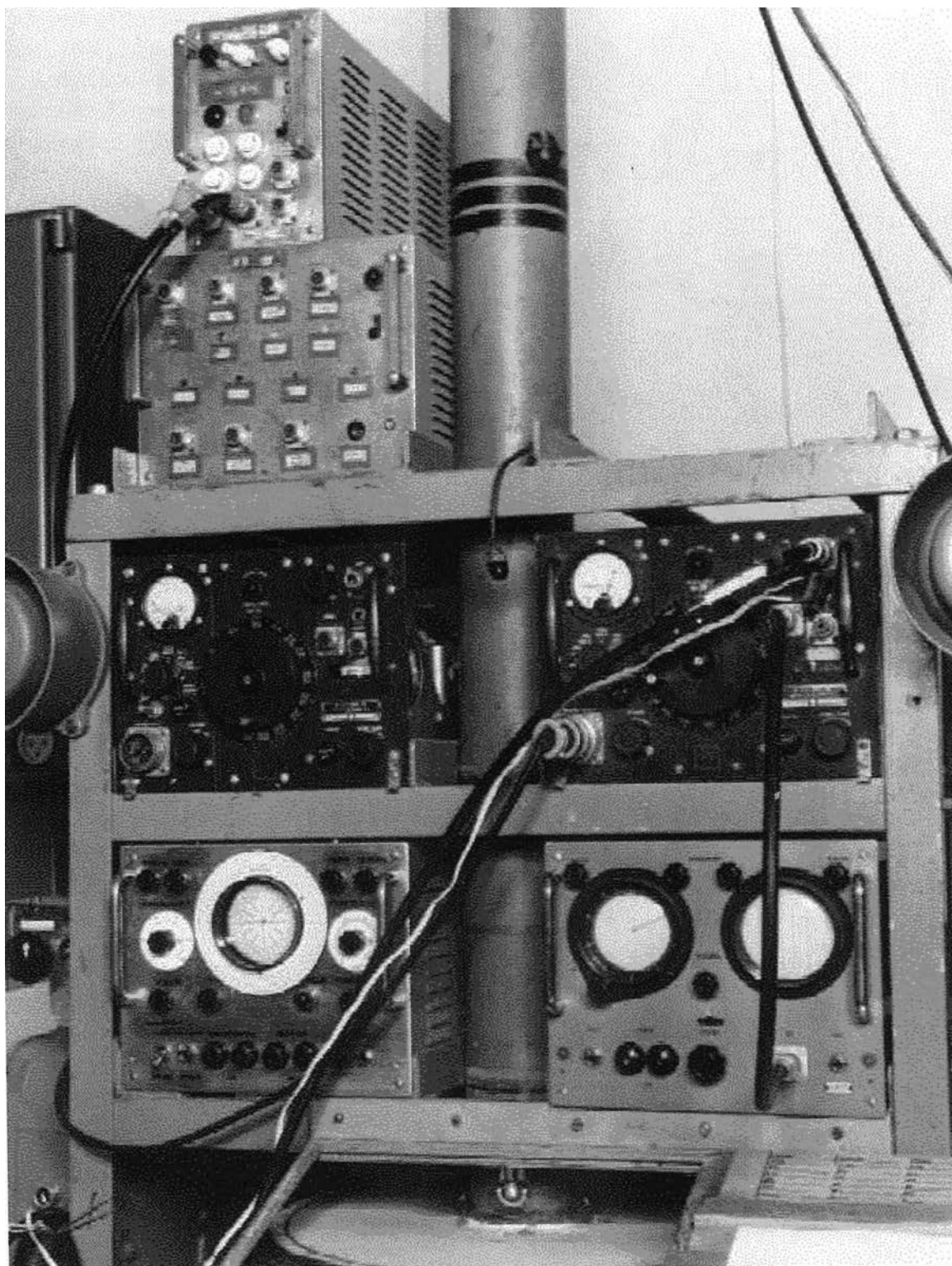


Bild 44. Apparatstativ i närbild

I slutet av 1955 utlades en beställning på firma Magnetic som omfattade reovering och viss modifiering av befintliga 5 mottagare av typ PQ-13, samt med utgångspunkt från denna konstruktion och de erfarenheter som marinförvaltningen samlat, utveckling av 2 st fältmässiga prototyper. Dessa prototyper gavs namnen PQ-20 och PQ-21. Frekvenstäckning för dessa mottagare skulle vara 2-8 GHz för PQ-20 och 8-24 GHz för PQ-21 jämfört med

PQ-13 som endast täckte 2-4 GHz (S-band) och 8-12 GHz (X-band).

Den fortifikatoriska utbyggnaden av vevaxelstationerna enligt första planen fortsatte och installationer företogs enligt dåvarande system och med befintlig materiel. Placeringen av vevaxelstationerna i anslutning till KSRR ställde krav på att effektiv blockering skulle kunna ske för signaler från KSRR och andra närbelägna radarstationer. Flera metoder fanns som bedömdes möjliggöra detta.

Antenner och vridsystem som dittills använts vid vevaxelstationerna utgjordes av surplusmateriel. Vridbordet kunde manövreras manuellt och automatiskt ± 180 grader. Roterande övergång fanns icke utan högfrekvenskablar som gick direkt från antennerna till mottagarna.

Marinförvaltningen uppdrog 1956 åt FOA3 att utarbeta underlag för lämpliga antennkonstruktioner att användas tillsammans med bredbandiga mottagare för signalspaning vid de planerade vevaxelstationerna. De räckvidder som därvid erhöles berodde huvudsakligen på mottagarens känslighet och på antennkonstruktionen. Antennerna skulle täcka frekvensområdet 2-32 GHz. Detta frekvensband borde täckas av fyra antenner för resp. S-, C-, X- och K-band. Önskvärt var att kombinera S- och C-antennen resp. X- och K- antennen. I uppdraget till FOA3 ingick även att utarbeta underlag till antensystem för fartygsbaserade stationer där dock, p g a begränsat utrymme, ej samma räckvidds- och höjdtäckningskrav kunde ställas.

I beställning till firma Magnetic 1955 ingick även utveckling av högfrekvensförstärkare för PQ-20 och PQ-21.

Två prototyper av förstärkare var färdiga i slutet av 1956 och kunde efter besiktning godkännas beträffande prestanda medan smärre ändringar av mekanisk art erfordrades i syfte att få en bättre fältmässighet. Konstruktionen byggde på användandet av vandringsvåggrör vilket medgav förstärkning av den högfrekventa signalen utan föregående blandning. Härigenom vanns dels att mottagarens brusnivå blev bestämd av vandringsvåggrörets brusnivå och icke av tillståndet hos blandarkristall och lokaloscillatornivå dels att placeringen av de olika enheterna sinsemellan ej blev så kritisk, vilket var viktigt i såväl fartygs- som landstationsfallet.

I och med att utvecklingen av högfrekvensförstärkarna ledde till en godtagbar prototyp utlades beställning på 12 st högfrekvensförstärkare varav 6 var avsedda för S-bandet och 6 för X-bandet. Dessa skulle levereras under första halvåret 1957 och var avsedda att användas tillsammans med de befintliga mottagarna. De vandringsvåggrör som ingick i dessa förstärkare var samtliga tillverkade av en amerikansk elektronrörsfirma vid namn Huggins. Denna firma var den enda som till dittills tillverkade rör av den typ som lämpade sig för signalspaning. Rören var bredbandiga med frekvenstäckning 1:2 på S- och C-banden och 1: 1,6 på X-bandet och hade en låg brusfaktor (se bild 45). För att vinna tid angavs det vara lämpligt att direkt beställa ovan nämnda högfrekvensförstärkare i ett antal som skulle täcka den kommande beställningen av spaningsmottagare och en beställning gjordes på 20 st S-bands-, 26 st C-bands- och 20 st X-bandsförstärkare till en kostnad av 528.000 kronor (8000 kr/st).

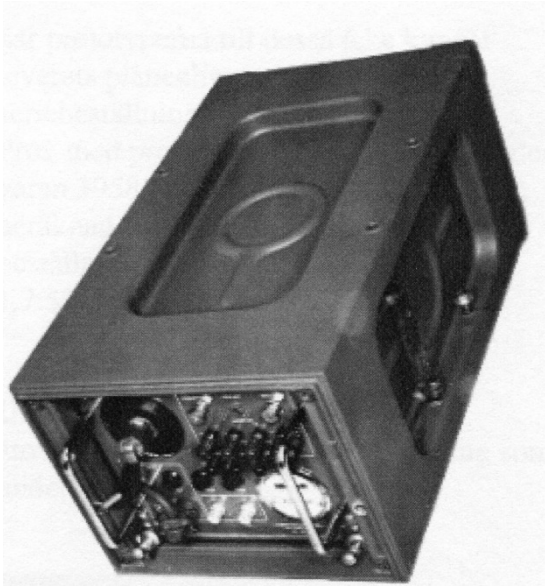


Bild 45. Förstärkare

Beställning av 20 st vridbord hade tidigare gjorts och med planerad leverans från Oskarshamns Varv under 1957-58.

Beställning av manöversystem för vridbord lades, efter att offerter erhållits från två firmor, till Magnetic AB 15/8 1957 på 20 system. Leverans beräknades påbörjas under 1959.

Utveckling av prototyperna PQ-20 och PQ-21 pågick och prototypen till PQ-21 beräknades vara klar under våren 1957.

Under 1957 års vevaxelverksamhet användes huvudsakligen PQ-13 (panoramamottagaren för S- och X- banden). För att undvika spaningsavbrott p.g.a. haveri på mottagaren var dessutom en APR-5 och en APR-4 (mottagare för S- band utan panoramaåtergivning) installerat på båda rrsiss.

Under sommaren installerades på en station en mottagare av fabrikat Lavoie LA-18 (spektrumanalysator för S- och X- band, med panoramaåtergivning).

Under övningsperiodens sista del provades den nu framtagna prototypen till PQ-21, panoramamottagare för X-band. Planerad högfrekvensförstärkare, TWT, hade införts mellan antenn och transmissionsledning för att kompensera för de stora förluster, som uppstår i transmissionsledningarna (kablar och vågledare). I aktuella rrsissinstallationer har förstärkarens förstärkning varit större än transmissionsledningens dämpning. På indikatorn till ansluten mottagare erhålles ett brus, vars storlek bestämmas av antennbrus, brus i hf-förstärkare samt brus i mottagaren. Emedan bruset från antenn och hf- förstärkare är förstärkt kommer dess inverkan på totala bruset att bli mycket stor. Om hf-förstärkaren av någon anledning skulle upphöra att fungera kommer detta därför att resultera i en mycket tydlig minskning i brusnivån på såväl indikatorn som i hörlurar/ högtalare.

De inträffade haverierna, vilka speciellt för X- bands förstärkarna inträffade efter kort drifttid, medförde att samtliga hf-förstärkare returnerades till tillverkaren för omkonstruktion. Efter utförda ändringar driftsprovades samtliga förstärkare och godkändes våren 1958.

Under verksamheten 1957 provades även blockering för närliggande radarstationer. Tidigare fanns ett blockeringssystem utarbetat för de fall där trådförbindelse mellan den störande stationen och spaningsstationen fanns. För övriga fall måste ett annat system tillgripas, vilket då var under utarbetande vid KMF. På prov anordnades sådan "luft"-blockering vid en rrsiss. Systemet fungerade tillfredställande utom i de fall då egen ksrr arbetade. Sålunda kunde den närbelägna ksrr helt blockeras ut utom då egen ksrr samtidigt körde. Erfarenheterna inarbetades i specifikationerna och prototypbeställning avsågs göras så snart medelsfrågan klarnat.

På grund av vissa tekniska svårigheter vid utveckling av mottagare PQ-20 och PQ-21 kunde prototyperna till dessa inte levereras planenligt varför även seriebeställning blev fördröjd.

Prov med prototyperna genomfördes under våren 1958 och bearbetning av resultaten beräknades vara klara så att en seriebeställning skulle kunna göras omkring 1.7.58 om medel då kunde erhållas. Under Vevaxelverksamheten 1958 användes i stort sett samma utrustning som under 1957.

Utredningar och beräkningar av antennprestanda gjordes av såväl FOA3 som KMF. FOA3 gjorde vågutbredningsmätningar vid bl. a. 10 cm våglängd över stora avstånd varvid utbredning genom spridning varit för handen. Resultat av mätningarna visade att möjligheten att avlyssna långt bort belägna radarstationer var god. Signalstyrkan låg (med marginal) 80 dB under frirymdnivå under 50 % av tiden för avstånd upp till 30 mil. Vid övernormal utbredning kunde signalstyrkan vara avsevärt större. Vad som behövdes var antenner med hög direktivitet och känsliga mottagare. Med utförda utredningar och mätningar kunde specifikationer till antenner för vevaxelstationerna eller rrsiss utarbetas.

Marknadsundersökning av tänkbara antenntillverkare gjordes varvid bl.a. besök i Frankrike företogs hos firma SNERI. Beställning på utveckling av prototypantennerna täckande frekvensområdet 2 till 12 GHz lades till firma SNERI under 1960. Frekvensområdet skulle vara uppdelat på tre antenner varav två antenner S- och C- band, skulle kunna kombineras till ett vridbordsystem och en antenn för X- band till ett vridbordsystem. Arbetsnamn på antennerna blev VRR-60. Leverans av prototypantennerna skedde i juli 1962.

Beställning på 15 st kompletta antensystem i serieutförande till rrsiss lades på firma SNERI i början av 1963. Beställningen inkluderade även reservdelar. Serieleverans skedde i april 1964 av ett antensset, i juli 1964 av 6 st och i juli 1965 av 8 st. Reservdelar levererades i anslutning till serieleveranserna (se bild 46 och 47).



Bild 46. Antennsystem X-band



Bild 47. Antennsystem S/C-band

Eftersom ingen beställning på mottagare PQ-20 och PQ-21 kommit till stånd påbörjades funderingar på lämpliga mottagarlösningar efter MKÖ-61, då marinförvaltningen fått i uppdrag att påbörja utbyggnaden av rrsiss-kedjan. Diskussioner pågick under en längre tid kring vilka principlösningar på mottagarsystem som skulle väljas, typ av superheterodyn-mottagare med panoramapresentation eller momentan frekvensbestämmande mottagare. På FOA3 pågick sedan en tid utveckling av monopulsfrekvensmätare av stående vågtyp innebärande att frekvensbestämning av mottagen signal sker på en puls. Mottagaren var bredbandig med direktvisande frekvensmätning och av typ kristall-video, vilket gav låg känslighet. För att ge högre känslighet erfordrades högfrekvensförstärkning med t ex TWT före frekvensbestämning och detektering. För att mäta rätt frekvens med monopulsfrekvensmätare krävs att mätning sker på endast en inkommande signal, två signaler får ej förekomma samtidigt i tiden. Mottagaren har omedelbar frekvensmätning och får därmed hög upptäckts-sannolikhet för mottagning, vilket möjliggör mottagning av komplexa signaltyper såsom ”Frequency Agile, Frequency Diversity m.m. Frekvensnoggrannhet och frekvensupplösning är måttlig. Superheterodynmottagare av typ PQ-13 eller PQ-20/ PQ-21, som är manuellt avstämbara inom ett frekvensband skulle ge låg upptäckts-sannolikhet för signalmottagning men få hög känslighet. Frekvensmät-noggrannhet och frekvensupplösning är hög samt mottagning vid samtidiga signaler god. Däremot är mottagning av komplexa signaler dålig.

För och nackdelar diskuterades och vid en konferens i Kvicksund 20/3-22/3 1962 med representanter från MS, FOA, SATT och KMF fastställdes valet av principlösning för mottagarutrustning för rrsiss. Valet blev en mottagarlösning baserad på momentan frekvensbestämning.

Beställning lades på SATT på utveckling av en prototyp till mottagarutrustning täckande de aktuella frekvensbanden S-, C- och X-band. Utvecklingsarbetet bedrevs avseende den momentana frekvensmetern i samarbete med FOA3.

Principen för frekvensmätning bygger på att en stående våg utvecklas på en ledning och att signaler tas ut med fyra sonder placerade med $\frac{1}{4}$ våglängds inbördes avstånd och med ett bestämt avstånd till ledningens kortslutning beroende på vilket samtidiga frekvensområde som skall täckas. Signalerna som tas ut detekteras och förstärkes i fyra videoförstärkare som därefter pålägges x- och y-avlänkning hos ett indikatorrör. Storleken på de spänningar som tas ut från sönerna är beroende på den stående våg som inkommande frekvens ger upphov till. De fyra spänningarna sammansättes vektoriellt varvid resultanten blir ett mått på frekvensen, se figur i bild 48.

Ledningens kortslutning kan placeras så att ett frekvensområde t ex. 2- 4 GHz ger upphov till 360 graders presentation på indikatorn. Placeras kortslutningen på flera våglängders avstånd från sönerna kan t ex 200 MHz-presentation erhållas på 360 grader men då fås även mångtydighet inom det aktuella frekvensområdet. Sönerna är löst kopplade till mätledningen och ger därmed låg känslighet. För att få ett mottagarsystem med högre känslighet erfordras högfrekvensförstärkning före den momentana frekvensmätningen, vilket erhålles genom införande av högfrekvensförstärkare av typ TWT. Känsligheten bestäms då av den brusfaktor som aktuell TWT har och efterföljande förstärkning fram till frekvensmetern. I praktiken krävs att en andra högfrekvensförstärkare, TWT, införs för att kompensera för transmissions-ledningsförluster.

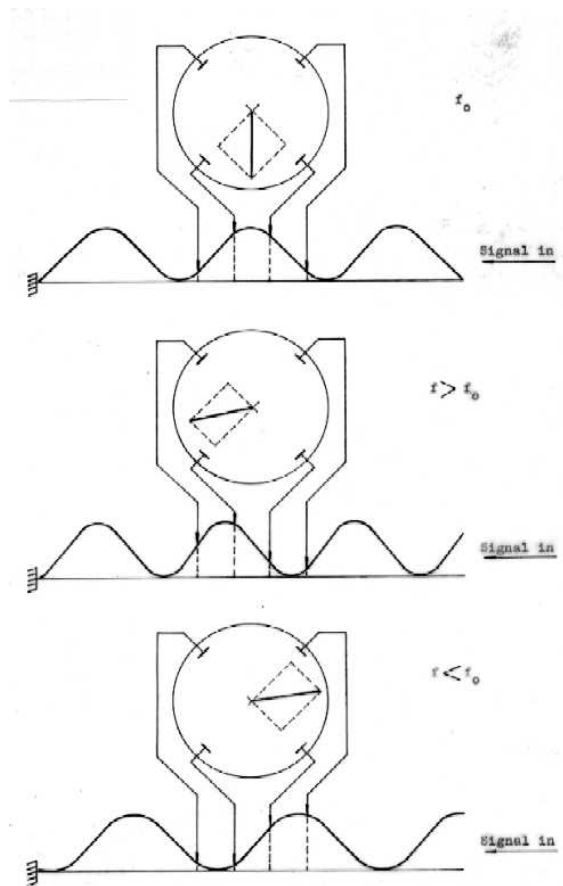


Bild 48

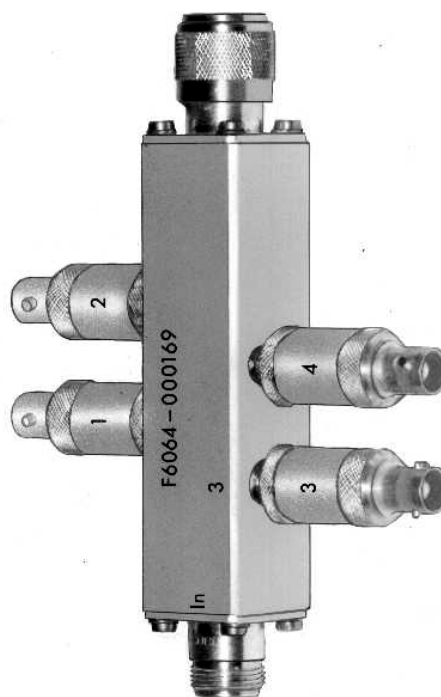


Bild 49. Frekvensmeter S-band. "Tax"

För att få en möjlighet till fullständig signalanalys infördes en analyskanal medelst ett avstämbart högfrequensfilter, detektor och videoförstärkare för anslutning till pulsanalysator. Det mottagarsystem som nu var under utveckling fick följande uppbyggnad (se bild 50 och 51):

högfrequensförstärkare, TWT1, transmissionsledning, högfrequensförstärkare, TWT2, förstärkarenhet med uppdelning på grov- och finfrekvensmeter och analyskanal samt indikator. Mottagarsystemet skulle täcka frekvensområdet 2-12 GHz med uppdelning på tre frekvensband S-, C- och X-band. Detta medförde en utveckling av frekvensmetrarna som så småningom resulterade i att S-band gjordes i koaxialutförande, C-band i biplanutförande och X-band i vågledareutförande. Momentanfrekvensmetrarna fick smeknamnet "tax eller taxar" p.g.a. sitt utseende med de fyra sönerna och detektorerna som stack ut som ben från mätledningen (se bild 49).

De videoförstärkare som var anslutna till frekvensmeterns detektorer var ursprungligen rörförstärkare men ersattes sedermera av transistorförstärkare. Avlänkingsförstärkarna var däremot konstruerade med rör för att ge tillräcklig effekt för presentation på indikatorrör/ bildrör.

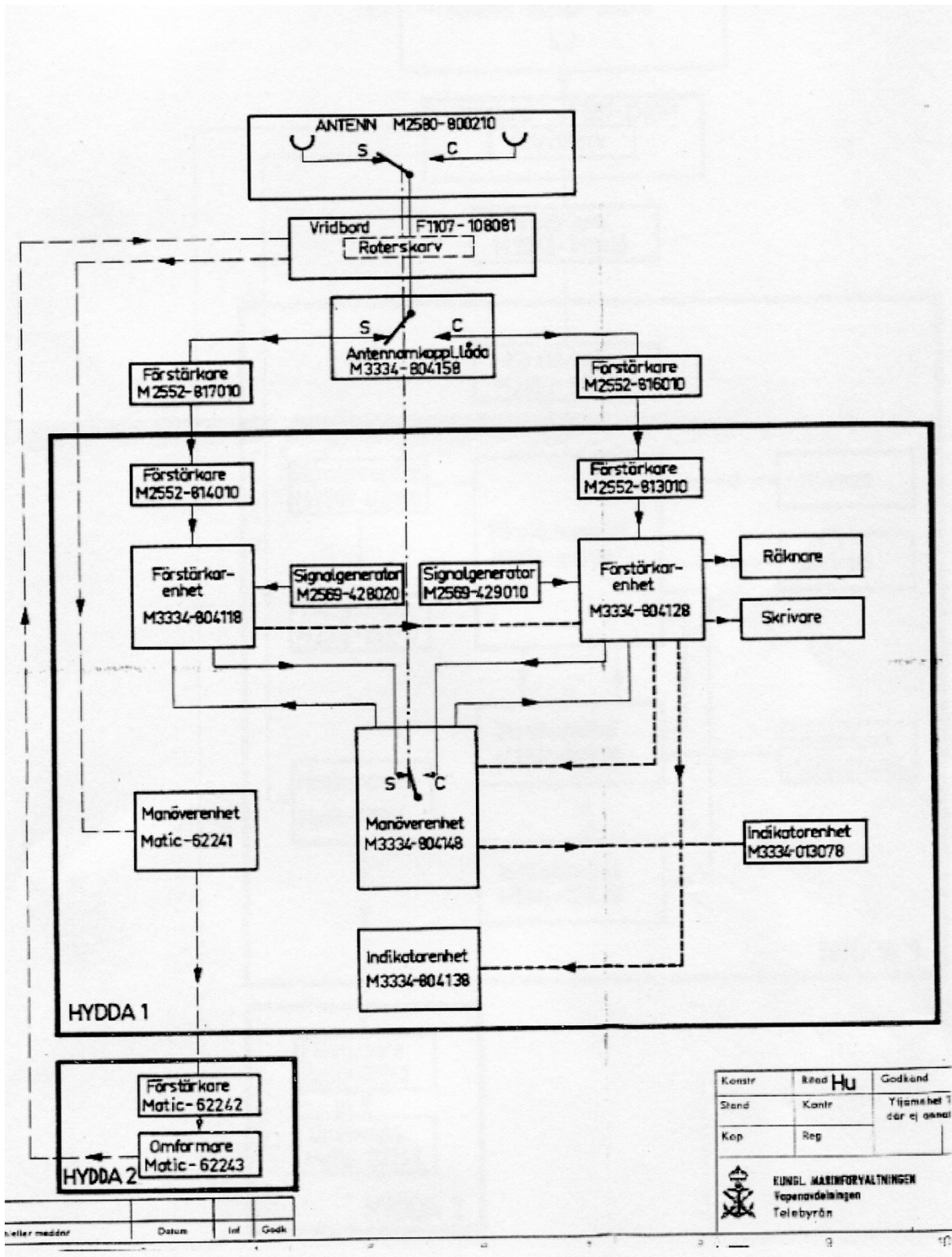


Bild 50. PQ 804 mottagarsystem S/C

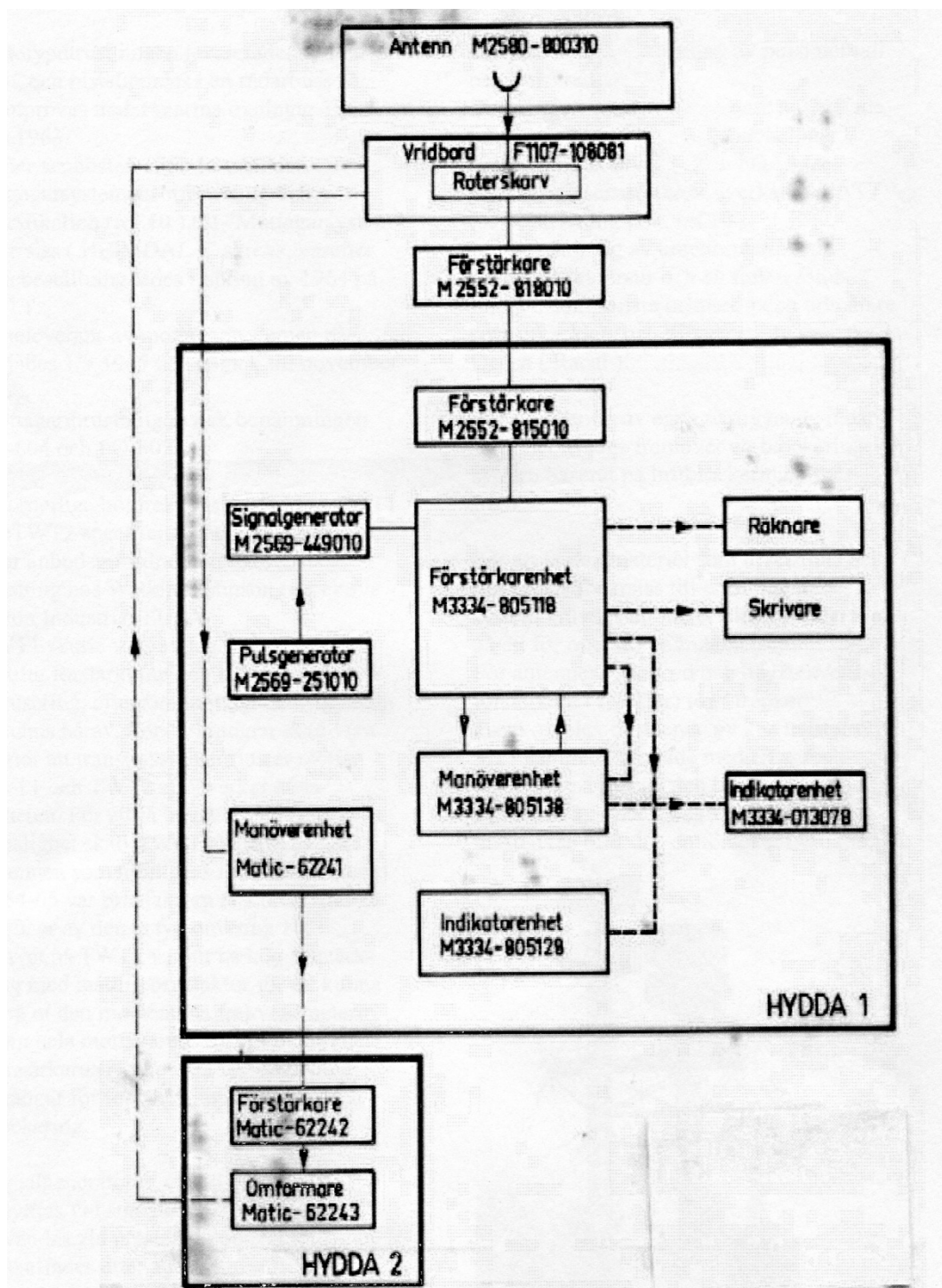


Bild 51. PQ-805. Mottagarsystem X-band

I den analyskanal som skall möjliggöra en detaljerad signalanalys ingick efter omkoppling ett smalbandigt avstämbart frekvensfilter, detektor och videoförstärkare (analysförstärkare). Frekvensfiltret utgjordes av en modifierad frekvensmeter av tillverkning Sivers Lab. På så sätt erhöles en selektivare kanal där pulsanalys kunde utföras på separat pulsanalysator avseende pulsintervall (pulsrepetitionsfrekvens) och pulslängd. Genom frekvensfiltret (frekvensmetern) kunde bärfrekvensen noggrant bestämmas. För att enklare bestämma bärfrekvensen avsågs att senare använda en testsignal från en signalgenerator.

Prototyputrustningen levererades hösten 1962 och installerades i en radarbuss för att utprovas under marina övningar 1962 och 1963. Under senhösten 1963 fastställdes mottagarsystemets utformning och specifikation (ref.11) till ”Mottagarsystem för rrsiss (HEIMDAL)” skrevs, varefter seriebeställning lades i början av 1964 på SATT.

Serieleverans av mottagarsystemen påbörjades 1/9 1965 och pågick till november 1967. Mottagarutrustningen fick benämningen PQ-804 och PQ-805.

Erforderliga högfrekvensförstärkare TWT1 och TWT2 specificerades och beställdes efter anbudsinfördran i konkurrensupphandling hos Watkins Johnson respektive Litton Industries i USA. TWT1 skulle vara av lågbrustyp, med måttlig förstärkning och med permanent-fokusering eftersom mottagarkänsligheten bestäms härav. Förstärkningen skulle vara så stor att transmissionsförluster mellan TWT1 och TWT2 ej skulle påverka känsligheten. För att få högsta möjliga systemkänslighet skulle TWT1 placeras så nära antennen som möjligt. Vid denna tidpunkt 1964-65 var brusfaktorn hos bredbandiga TWT:er av denna typ omkring 10. Kravet på TWT2 var att ha hög förstärkning med måttlig brusfaktor för att kunna styra ut den momentana frekvensmetern inom hela mottagarens dynamikområde. Förstärkarna skulle vara försedda med ingångar för förstärkningsreglering och blockering.

Signalgeneratorer, som dels skulle utnyttjas vid signalanalys och dels användas vid prestandakontroll, anskaffades efter anbudsinfördran från firma Magnetic AB Sverige och Polarad Inc. USA. Svårigheter vid anskaffning var att få signalgeneratorer att täcka var sitt oktavband. Leveranser skedde i början av 1966.

Vid signalanalys erfordras även en pulsanalysator för uppmätning av pulsintervall och pulsbredd. Detta behov täcktes av tidigare anskaffade pulsanalysatorer, det s.k. ”dubbelögat”, ursprungligen utvecklat av FOA3 och senare serietillverkat av SATT (för beskrivning se kapitel 7, ref.12).

För bestämning av antenrotationstid användes ett tersur och en frekvenstidräknare som senare ersattes av en tidmätare som utvecklats och tillverkats av svenska Decca (Racal). För blockering av egna närliggande radar- stationer avsågs framöver ett blockeringssystem baserat på luftblockering att tas fram.

För att få den materiel som utvecklats och tillverkats för rrsiss till ett fungerande system krävdes att materielen installerades på ett för operatörer ändamålsenligt sätt. För antenner, vridbord och högfrekvensförstärkare (TWT:er) togs fram ett mastkomplex bestående av 2 st master typ M27 sammankopplade med en antennplattform på så sätt att den bakre masten skulle bli 3,5 meter högre än den främre masten (se bild 52). Antennsystem med vridbord för S/C- band placerades på den lägre masten och antenn med vridbord för X- band på den högre. Mastkomplexet uppställdes på så sätt att den lägre masten orienterades mot huvudspanningsriktningen på spaningsplatsen



Bild 52. Mastkomplex

Plasthyddor, storlek 6 och 4, anskaffades för installation av mottagarmateriel och sambandsmateriel samt för reservmateriel och serviceändamål. Hydda 6 blev operatörshydda och hydda 4 blev teknikerhydda.

I operatörshyddan installerades två operatörsplatser med erforderlig mottagar- och analysutrustning för signalspaning (se bild 53) samt en plats för datasammanställning för vidarebefordran medelst fjärrskriftsutrustning till sammanställningsplatsen. I teknikerhyddan installerades förstärkare och omformare för vridbordssystemen samt materiel till sambandsutrustningen som ej behövdes betjänas. I en del av hyddan iordningsställdes ett teknikerutrymme med möjlighet att utföra smärre reparationer samt förvaring av vissa reservdelar och serviceinstrument.

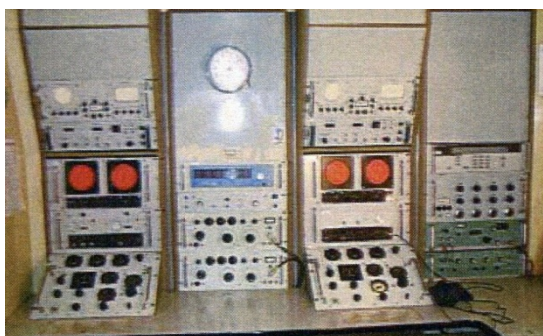


Bild 53. Operatörsplatser

I mastkomplexet förlades transmissionsledningar, test- och förbindelsekablage mellan materielen på mastplattformarna och i hyddorna.

På spaningsplatsen uppsattes ett förrådsskjul för förvaring av den materiel som erfordrades för iordningsställande av signalspaningsstationen. Där fanns utrustning för mastresning, stagvajer m.m. eftersom mastkomplexet var fällt när stationen ej var i drift. Antenner och hyddor var då förrådsställda.

Under de första åren som materielen användes operativt uppstod problem med högfrekvensförstärkarna, TWT:erna. Dessa hade hög felintensitet som resulterade i driftstopp och utbyte eller reparation. TWT:erna hade vid denna tidpunkt en begränsad, relativt kort drifttid och var mycket dyra i anskaffning, kostnad cirka 35000:-.

Utveckling av högfrekvensförstärkare av typ solide state pågick och omkring 1970-71 blev förstärkare med prestanda i likhet med TWT:er tillgängliga på marknaden till överkomliga priser. Det var dock svårt att få solide state förstärkare med hög förstärkning som kunde ersätta befintliga TWT:er som ingick som nummer två i förstärkarkedjan.

Vid ungefär samma tidpunkt tillverkade ett amerikanskt företag Anaren Microwave Inc diskriminatorer av analog typ som kunde användas för bestämning av frekvens hos en RF-signal. Denna anordning beskrevs först av S.J. Robinson i ett engelskt patent juli 1958. Presentation av uppmätt frekvens sker på en indikator i likhet med presentationen från en frekvensmeter av ståendevågtyp. Känsligheten hos denna frekvensdiskriminator är högre än för ståendevågfrekvensmetern vilket möjliggör användning av högfrekvensförstärkare, nr 2, med lägre förstärkning.

Utvecklingen av solide state förstärkare fortskred mot högre frekvensområden, lägre brusfaktorer, längre drifttider och lägre kostnader. Med detta som utgångspunkt och med möjlighet att anskaffa frekvensdiskriminatorer gjordes en beräkning på underhållskostnaderna för befintligt system med TWT:er och för ett system modifierat med frekvensdiskriminatorer och solide state förstärkare. Denna analys resulterade i att underhållskostnader/driftkostnader för systemet under dess livslängd skulle bli avsevärt lägre för ett modifierat system än för befintligt utförande med TWT:er, då även inräknat anskaffning av frekvensdiskriminatorer och dess införande i systemet. Beslutet blev lätt, en anskaffning av diskriminatorer gjordes våren 1971 med leverans i oktober samma år.

Modifiering av mottagarsystemen påbörjades 1973-74 och fortsatte successivt med ett till två system åt gången fram till 1978.

För att rrsiss skulle fungera ostört krävdes också att mottagarutrustningen kunde blockeras för närliggande egna radarstationer. En kartläggning gjordes för samtliga krigsuppställningsplatser avseende antal radarstationer och typ som bedömdes bli störande för spaningsverksamheten vid respektive station. För att klara blockeringsproblemet krävdes ett blockeringsystem baserat på luftblockeringsprincipen. Denna innebär att en signal från den störande radarstationen måste mottagas, frekvensbestämmas, detekteras och omvandlas till en blockeringsignal som påföres antingen TWT:ernas blockeringsingång eller en styrd dämpare som är placerad före respektive högfrekvensförstärkare nr 1 så nära antenn som möjligt. Den blockering som görs är tidsmässig, bestämd av den störande radarns bärfrekvens och dess pulsrepetitionsfrekvens eller pulsintervall. Blockering sker efter fördröjning av ett pulsintervall och under en tid av 30-50 mikrosekunder centrerat kring efterföljande radarpuls. För detta ändamål togs en blockermottagare med avstämbart högfrekvensfilter, pindiod-dämpare, solide state förstärkare och mottagareantennor för aktuella frekvensband fram.

Den pulsanalysator som först tillfördes rrsiss var serietillverkad 1956-57 och användes i ett flertal år med bra resultat främst avseende pulsintervallindikering. En nytillverkning av pulsanalysatorn gjordes 1980 och framåt på grund av svårigheterna att underhålla den gamla analysatorn. Den nya var baserad på samma principer som för den ursprungliga men i modernare utförande avseende komponenter. Den nya pulsanalysatorn fick benämningen Analysator (beskrivning ref.12). Vid ungefär samma tidpunkt togs en tidmätare fram som skulle kunna mäta både antennrotationstid och pulsintervall digitalt. Den fick benämningen Tidmätare (beskrivning ref. 14).

När det gällde signalspaningsmateriel skedde nu inga modifieringar eller införande av ny materiel under tiden fram till SIS-komp avveckling.

Den sambandsutrustning som ursprungligen användes var fjärrskrift och som reserv telefon för överföring av data till sammanställningscentralen. Sedermera ersattes fjärrskriften av dataöverföring via modemer. För överföringen användes fast fyrtrådsförbindelse i förberett nät.

Sammanställning och utnyttjande av siss-informationen

I början av år 1962 startades en arbetsgrupp "Ag Data SSI" med uppgift att utreda hur bearbetning och presentation av insamlade data från spaningsstationerna skulle ske i sammanställningsplatsen. Det visade sig snart att en manuell utvärdering ej var möjlig p.g.a.

den stora mängd av data som kom in till sammanställningsplatsen utan någon form av dator bearbetning erfordrades. I arbetsgruppen specificerades ett datorstöttat system för bearbetning, utvärdering och presentation av insamlade data. Systemet byggdes upp med en dator, IBM 1800, och tre operatörsplatser av fabrikat Stansaab för sammanställning och presentation (se bild 54). För samband med spaningsstationerna användes fjärrskriftsutrustning och telefon som tidigare nämnts.

Två sammanställningsplatser, s-platser, iordningsställdes, en för vardera signalspaningskedjan inom MKO och MKS. För närmare beskrivning av s-platsen hänvisning till beskrivning (dok. nr 17-19, 23-26).

Teleplan har gjort ett tekniskt memorandum med titel "Datorsystem för marinen. Kort beskrivning samt några erfarenheter från framtagning av systemet" (ref. 15).

S-platsen genomgick en modifiering 1985-1987 då i första hand datorutrustningen byttes ut mot ny utrustning av modernare slag av fabrikat Digital (IBM-utrustningen plockades bort). Den ursprungliga datorutrustningen var då p.g.a. sin ålder mycket svår att underhålla bl.a i brist på reservmateriel.

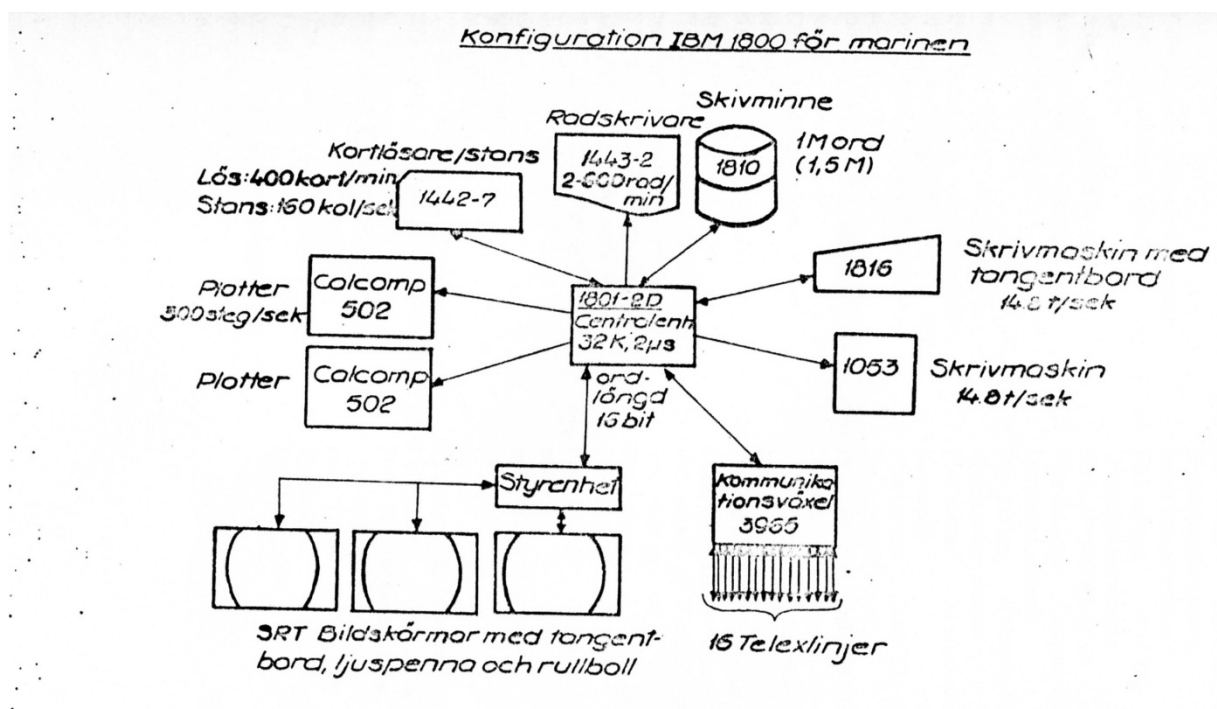


Bild 54. Sis s-plats

TEKNIKUTVECKLING RADARVARNARE

Forsknings- och utvecklingsarbeten rörande radarvarnare har skett både på FOA och på industrin.

I samband med att den första radarvarnaren för ubåt togs fram arbetade FOA även med utveckling av radarvarnare för ytfartyg. Det var först varnare med snabbroterande antenn täckande ett frekvensband, eller delar därav, för 10 och 3 cm. Varnaren var av kristallvideotyp med relativt låg känslighet och med presentation av riktning på katodstrålerör. Några olika utrustningar togs fram i mindre antal med beteckningarna PQ-101, PQ-102 för 10 cm och PQ-121, PQ-122 för 3 cm (bild 15-19). Anläggningarna installerades och utprovades på kryssare och jagare.

Behov av radarvarnare till marinens fartyg fanns sedan lång tid och 1954 gjordes en beställning på utveckling och serietillverkning av radarvarnare hos SATT till ett antal av 75 st PQ-103 och 80 st PQ-123. PQ-103 täckte S- och C-band medan PQ-123 täckte X-band och ett begränsat antal även K-band. Varnaren var av samma typ som PQ-102/122 med snabbroterande antenn och av typ kristallvideo. Möjlighet till känslighetsreglering och blockering för egen radar fanns.

Som exempel på det som utvecklades kan nämnas varnare med rundstrålande resp. snabbroterande antenn, sektorvarnare, analysutrustning för bestämning av pulsrepetitionsfrekvens och pulsbredd (Dubbelögat), principlösningar för momentan frekvensbestämning, räckvidds-höjande åtgärder såsom förstärkning före detektering, utveckling av ”hackare” för varning mot CW-radar och anordningar för blockering av varnaren för att undvika störningar från närbelägen radar.

6. DOKUMENTATION

A. Dokumentation som varit gällande för marinens signalspaningskompanier.
(Dokumentation för materiel av typen intendentur, personlig utrustning, vapen och ammunition tas ej med)

Nr	Dokument	Förvaras
1	M7786-235050 INSTR ANTM 8604 Instruktionshandbok Antennmast 8604	KrA/ FHT Arkiv
2	M7773-218640 BSKR RR PQ-804-805	KrA/ FHT Arkiv
3	M7773-231970 BSKR 1 PQ-804-805 Beskrivning	KrA/ FHT Arkiv
4	M7773-232030 BSKR S PQ-804-805 Scheman	KrA/ FHT Arkiv
5	M7776-233470 RDKAT PQ-804-805 Reservdelskatalog	KrA/ FHT Arkiv
6	M7782-251490 MVFSKR TSA SISTO Materielvårdsföreskrift Tillsyn A-nivå	KrA/ FHT Arkiv
7	M7782-251480 MVFSKR TSB SISTO Materielvårdsföreskrift Tillsyn B-nivå	KrA/ FHT Arkiv
8	M7773-460790 BESKR VRIDBORD Vridbord FR-0130 F1281-900010	KrA/ FHT Arkiv
9	M7773-218660 BESKR MANSYST VRIDB Mansyst för vridbord typ F1107-108081	KrA/ FHT Arkiv
10	M7773-250730 BESKR ANALYSENHET	KrA/ FHT Arkiv
11	M7773-236210 BESKR TIDMÄTARE	KrA/ FHT Arkiv
12	M7773-218980 BESKR SIGNALGEN 428	KrA/ FHT Arkiv
13	M7773-219000 BESKR SIGNALGEN 429	KrA/ FHT Arkiv
14	M7773-218990 BESKR SIGNG PULSG	KrA/ FHT Arkiv
15	M7773-215100 BESKR LIKRIKT 259	KRA/ FHT Arkiv
16	M7773-232580 BESKR LF-ÖVERDRAG	KrA/ FHT Arkiv
17	M7773-235080 BESKR DATABEHUTR221	
18	M7773-235660 BESKR DATABEHUTR221	
19	M7773-236620 BESKR DATABEHUTR221	
20	M7786-235760 BESKR 1 TFNVÄX 10DL	KrA/ FHT Arkiv
21	TO 18-127-074 Vårdföreskrift likriktare 259	KrA/ FHT Arkiv
22	TO MT857-40 Vårdföreskrift fskr 508	KrA/ FHT Arkiv
23	Fbet saknas. DBU 221 Bildskärmsutrustning Instruktionshandbok	
24	DBU 221 Bildskärmsutrustning Materielvårdsföreskrift	
25	Calcomp 502 plotter Instruction manual	
26	Calcomp 502 plotter Maintenance manual	
27	Memory system manual. Lockheed	
28	DBU 221 Beskrivning. Programfunktioner	
29	DBU 221 Pärm 1-15. Datamaskinprogram	
30	Beskrivning av S-platsen . Programsystem	
31	Beskrivning av S-platsen. Datatransmissionssystem	
32	VRR-60 type A. Technical manual	KrA/ FHT Arkiv

33	VRR-60 type B AERIAL Technical manual	KrA/ FHT Arkiv
34	AERIAL VRR-60 type A and B Schedules and drawings	KrA/ FHT Arkiv
35	AERIAL VRR-60 type A and B List of standard commercial parts	KrA/ FHT Arkiv
36	Antenn M2580-800210 Prov. Teknisk beskrivning	KrA/ FHT Arkiv
37	Antenn M2580-800310 Prov. Teknisk beskrivning	KrA/ FHT Arkiv
38	M2546-328010 Beskr. Blockermottagare	KrA/ FHT Arkiv

B. Dokumentation för övrig varnar- och signalspaningsmateriel

1. Prov. beskrivning för PQ-10/12

Förvaras: KrA/ FHT Arkiv

7. REFERENSER OCH KÄLLOR

Följande personer har intervjuats:

- * Sture Risberg fd FOA3. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Stig Lundberg fd KMF, SATT och Celsius. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Bertil Nygren fd KMF. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Olof Warte fd KMF.
- * Henrik Amberg fd KMF. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Stig Andersson fd KMF. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Bengt Nilsson fd KMF, FMV. Pionjär inom motmedelsområdet
- * Jan Linder fd KMF, SATT och Celsius. Pionjär inom motmedelsområdet

Källskrifter, referenser:

1. KrA: KMF arkiv: Torpedavd. (H-arkivet) E II Vol. 21 1943 (fd Hemlig)
CM skr. till MF nr H Op B 55:2 den 28/10 1943 ang. RE och IK.
Punkt 5 avseende "RE-detektor"
2. KrA: KMF arkiv:Torpedavd.(H-arkivet): E II Vol 22 1944 (fd Hemlig)
CM skr. till MF nr H Op H 13 den 9/2 1944 ang. Direktiv ang. anskaffning
av ER-detektor
3. KrA KMF arkiv: Marinförvaltningen, Torpedavdelningen (H-arkivet):
E II Vol 22 1944 (fd Hemlig) KMF skrivelse till Konungen, nr ST-H 902:27/44
den 15 februari 1944, ang. medelsbehov ekoradioanläggning m.m.
4. KrA: KMF arkiv: Skeppsbyggnadsavd. (H-arkivet): E I Vol 120 1944
V.P.M. ang. anskaffning av ERD-apparater. den 8/6 1944 (Avhemligad)
5. KrA: KMF arkiv:Torpedavd.(H-arkivet): E II Vol 22 1944 (fd Hemlig)
SATT skr. till MF nr 344 Eq/Hr den 25/4 1944 Betr. Ekoradiodetector
6. KrA:KMF arkiv:Vapenavd.(H-arkivet): E I Vol.12 KMF Vapenavd. Ank.19/12 1944
DNr VH-1403 från KMF Radiolab. Prov med modellapparat till ERD.
7. FMV:FartygE (NG) Beskrivning av provisorisk rrv-station typ III, Daterad 1/11 1951
Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
8. FMV/ NG BESKRIVNING. Radar Set Model AN/SPR-2A Dec.18 1944
Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
9. BESKRIVNING.Radar Set Model AN/APR-4 Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
10. FMV:FartygE (NG) Beskrivning av marinens vevaxelstation m/55
Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
11. FMV/NG Specifikation " Mottagarsystem för rrsiss (HEIMDAL)"
Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
12. FMV/NG Beskrivning Pulsanalysator Q 147. Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
13. M7773-250730 Beskrivning Analysenhet, Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
14. M7773-236210 Beskrivning Tidmätare Förvaras: KrA/ FHT Arkiv
15. Teleplan, tekniskt memorandum nr 1149:00. Dat 8.2 1971. Datorsystem för marinen.
Kort beskrivning samt några erfarenheter från framtagningen av systemet.
Förvaras: KrA/FHT Arkiv

8. FÖRKORTNINGSLISTA

Förvaltningar, Myndigheter, mm

Cbo	Chef för bevakningsområde
FF	Flygförvaltningen
Fl	Flottan
FMV	Försvarets materielverk
FOA	Försvarets Forskningsanstalt
FV	Flygvapnet
FRA	Försvarets Radioanstalt
ITUV	Inspektören för torped- och undervattensvapnet
IUV	Inspektören för undervattensvapnet
KA	Kustartilleriet
KATF	Kungliga Armétygförvaltningen
KFF	Kungliga Flygförvaltningen
KMF, MF, mfn	Kungl Marinförvaltningen
KrA	Krigsarkivet
M	Marinen
CM	Chef för marinen
MiloÖ	Militärområde Öst
MiloS	Militärområde Syd
MK	Marinkommando
CMK	Chef för marinkommando
MKO	Marinkommando Ost
MKS	Marinkommando Syd
MS	Marinstaben
SUN	Statens Uppfinnarnämnd
ÖrlBO	Örlogsbas Ost
ÖrlBS	Örlogsbas Syd
VSik	Stridsledningskontoret vid marinförvaltningen

Teknik, organisation mm

ER	Ekoradio
ERD	Ekoradiodetektor
Frekvensband:	
S-band	2-4 GHz
C-band	4-8 GHz
X-band	8-12 GHz
K-band	12-18 GHz
Q-band	33 -50 GHz
KSRR	Kustspaningsradar
KÖ	Krigsövning
PQ	Specialradar, (P: puls, Q: special)
Radar	<u>R</u> adio <u>d</u> etection <u>a</u> nd <u>r</u> anging
Rrsiss	Radarsignalspaningsstation
Rrsiss-org	Radarsignalspaningsorganisation
SIS	Signalspaning
SIS-komp	Signalspaningskompani

Sisto	Signalspaningstropp
Slc	Stridsledningscentral
S-plats	Sammanställningsplats
Solide State	Transistor (förstärkare)
SU, SkeppU	Ubåtsbyrån på Skeppsbyggnadsavdelningen vid KMF
TWT	Traveling Wave Tube, vandringsvågör
TÖ	Taktisk övning
SO-13	Radar
PA-24	Radar
PA-24/31	Radar
M27	Mast M27

Leverantörer

Anaren	Anaren Microwave Inc. USA
Decca	
FOA3	Försvarets Forskningsanstalt Avd.3
HP	Hewlett Packard Inc. USA
Huggins	
IBM	
Litton	Litton Industries USA
Magnetic AB	
MEL	The M.E.L. Equipment Company Ltd. Svensk representant Philips Teleindustri AB (PTAB)
Oskarshamns Varv	
Polarad	Polarad Inc. USA
SATT	Svenska AB Trådlös Telegrafi
Stansaab	
Sivers Lab	
SNERI	
Teleplan	
WJ	Watkins Johnson Inc. USA



Försvarets Historiska Telesamlingar Marinen



PQ-111 på snorklande båt