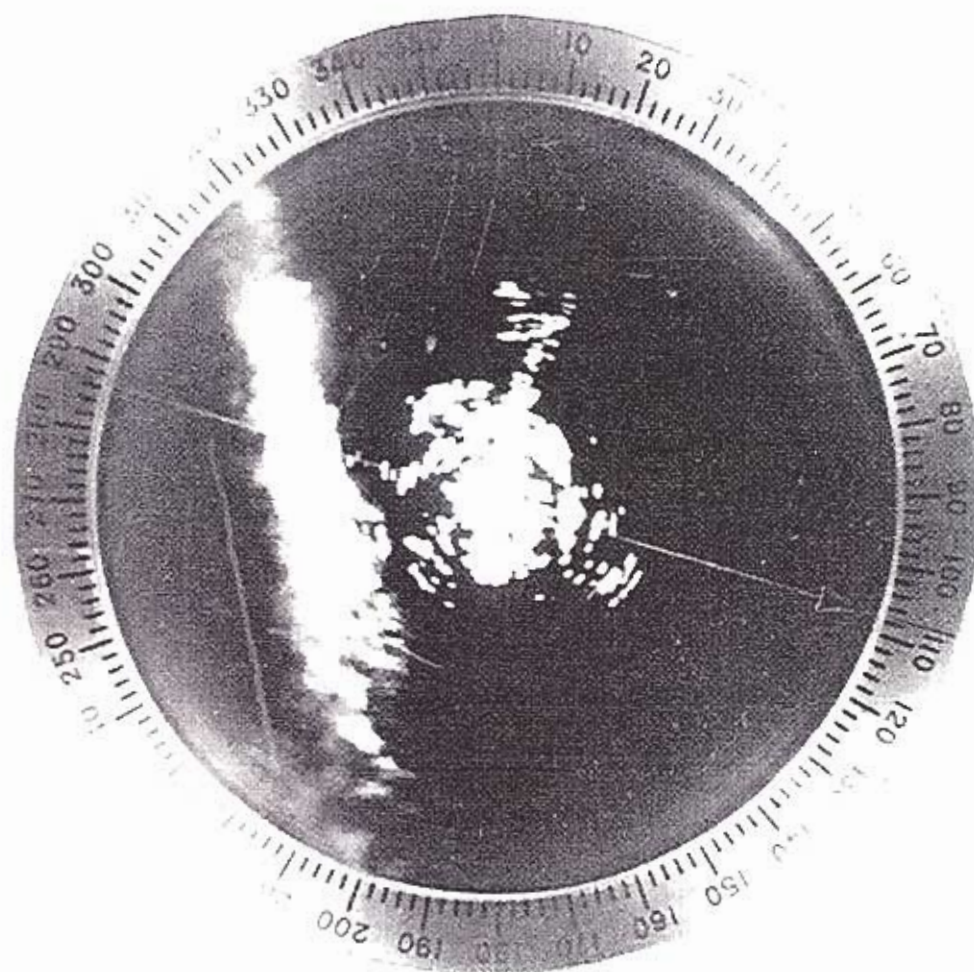




**FHT**  
Försvarets Historiska Telesamlingar  
Urvalsgrupp Flygvapnet



**VÄDERRADAR PS-29/F**  
**HISTORIK, ERFARENHETER**  
av  
**Sune Rosenberg**

1995-05-01  
F09/04

## Innehåll

Bakgrund	sida 1	Handbok	sida 8
Generell beskrivning	1	Operativa uppgifter	9
Aptering för väderspaning i FV	1	Erfarenheter	9
Stationens mångsidighet	2	Underhåll, livslängd	11
Mekanisk uppbyggnad	2	Krav på en framtida väderradarstation	12
Enheter, mått och vikter	3	AN/APS-15 original	13
Tekniska data	3	APS-serien	13
Anskaffning	4	Antennen i AN/APS-15	13
Installation	4	Antennstabilisering	14
Radartekniska synpunkter	5	Bombsikte	14
Primära funktioner	5	Navigeringssystem H	15
Avsökning	6	Radomen	16
Väderindikering	6	Slutord	16

## Till berättelsen har bidragit

Henry Braxell, dåv radaringenjör vid Centrala Flygverkstaden i Arboga, CVA

Henry Ohlsson, major F10, sekr i F10 Kamratförening, Ängelholm

Björn Rosén, dåv radaringenjör vid Kungliga Flygförvaltningen, KFF, Stockholm

Nils Runnberg, dåv meteorolog vid F10, Ängelholm

Ingemar Sollerhed, dåv meteorolog vid F10, Ängelholm

Sigurd Strandberg, dåv meteorolog vid MVC, Flygstaben, Stockholm

Sture Wickerts, dåv stabsmeteorolog vid MVC, Flygstaben, Stockholm

Flygvapenmuseet i Malmslätt

Till alla ett varmt tack för hjälpen med att återkalla händelser och data ur minnet, för nya inblickar i användningen av PS-29/F och för kollationering av alstret.

Omslagsbilden: bild i ungefär naturlig storlek av indikatorn i PS-29/F med kallfront på ingång över F9, Säve.

## Litteratur

1. Beskrivning över radarstation PS-29/F, Flygförvaltningens radarbyrå 1952
2. Kompendium till kurs på PS-29/F för teknisk personal jml FoB nr 80/62 p 223, FRAS 1963
3. Science at war, J G Crowther and R Widdington, His Majesty's Stationary Office 1947
4. Massachusetts Institute of Technology, Radiation Laboratory Series, 1947-48
5. Flygburen spaningsradar PS-18/A, historik, erfarenheter, FHT 1993-11-30
6. Flygburen spaningsradar PS-19/A, historik, erfarenheter, FHT 94-03-30
7. OVÄ, Orientering för väderlekstjänsten, "Radarmeteorologi",  
1 stabsmeteorolog S Wickerts, 19..
8. Väderradar PV-30/R och PV-30/F, historik, erfarenheter  
TELUB TR:941517 1994-03-18, FHT
9. F10 AKTUELLT nr 2 1994

## Bildförteckning

1. PS-29/F, alla enheter utom kraftaggregat.
2. Blockschema för PS-29/F
3. Puls-tid-diagram
4. Bilder i A-skop och PPI
5. Blockschemor för A-skop och PPI
6. Serie fotografier från en frontpassage
7. Mätlådans manöverorgan
8. Manöverorganen på huvudindikator och manöverlåda
9. Antennen i AN/APS-15 och dess diagram
10. Coscantkvadratantenn från AN/APS-10 och dess diagram
11. Navigationssystem H

## Bakgrund

När man under det andra världskriget på den allierade sidan tog i bruk radarstationer med våglängden 3 cm upptäckte man att dessa kortare vågor reflekterades mycket starkt av vattenbärande moln. Indikeringarna generade till en början radarspanarna såsom störningar men man lärde sig både att i viss mån eliminera dem men också att utnyttja dem för att komplettera de meteorologiska prognoserna. Man hade utvecklat mikrovågskomponenter för våglängden 3 cm för att kunna göra mindre resp effektivare radarantennar i flygburen utrustning. Sådan för navigering över stora avstånd konstruerades med "storm warning" såsom uttalat mål för konceptet. Man kunde snart utnyttja väderindikeringarna för det omedelbara taktiska uppträdandet.

Efter kriget tillämpade man erfarenheterna vid utformandet av radar för civila flygplan varvid väderindikeringen blev huvudföremål. Piloterna skulle kunna välja flygväg med hänsyn till indikerade stormcentra eller fronter, kunna välja den mest ekonomiska, komfortabla och säkra ruten. Exempel på detta ges i REF 6 sidan 11 betr långa transportflygningar med Tp 47 Catalina. Man skall minnas att den tidens flygplan ej kunde flyga över ovädren, vilka ofta når upp till 7000 m.

Naturligt var att man satte upp 3-cm-stationer på avlägset belägna flygplatser för att från marken bättre kunna observera vädersituationen. Samtidigt forskades det kring mikrovågornas fortplantning, dämpning och reflexion i atmosfär med innehåll av

vatten i olika former. En myckenhet rapporter i dessa ämnen kunde registreras under 50-talet.

Förf var under åren 1949-55 anställd som radaringenjör på Kungliga Flygförvaltningens (KFF:s) flygradardetalj, då ledd av Eskil Weidstam. Han kom att arbeta med PS-29/F under perioden 1951-55. Stationen var ju ursprungligen en flygburen radarstation och 3-cm-våglängden hade vi på detaljen redan erfarenhet av, ref 5 och 6.

## Generell beskrivning

PS-29/F var ursprungligen utvecklad i USA med typbeteckning AN/APS-15 för att tjäna som navigeringshjälpmedel och bombsikte under attacker mot större markobjekt. Dess funktion i den tjänsten beskrivs i slutet av denna skrift. I den närmaste fortsättningen skall PS-29/F behandlas i det modifierade utförande den fick för att kunna användas som markmonterad väderradar på ett antal flottiljer i det svenska flygvapnet.

### APTERING FÖR VÄDERSPANING I FV

Antennenheten var i fpl monterad med parabolens nedåt. Enheten vändes "upp och ned" så att den kom att stå på sitt vridbord. Rotationsriktning och elevation/lutning blev då omvända varför kretsarna för manövrering och indikering måste polvändas. Lutningen utökades från 35 till 90°. Den parabolhalva som givit antennloben "cosecantkvadratform" monterades av så att strålen blev smalare och intensivare. Antennens organ för gyrostabilisering behövdes

inte och ej heller de för nord-syd-stabiliseringen.

Avståndsindikeringen justerades från delningen 1 nautisk mil till 2 km vilket även minskade pulsrepetitionsfrekvensen något. Vissa räknekretsar utnyttjades ej.

#### STATIONENS MÅNGSIDIGHET

PS-29/F var i mikrovågsdelen enkel. Ekosignalerna fördes utan bearbetning utöver förstärkning direkt till indikatorerna. Man kunde emellertid med en mångfald manöverorgan manipulera antenn, avståndssvep, avståndsmarkering och känslighet för att analysera avbildningen av molnen.

Antennen hade två rotationshastigheter och kunde ges sektoravsökning mellan valfria bäringar. Den kunde manövreras manuellt till stillestånd i valfri bäring. Dess lutning kunde varieras manuellt. Därmed gavs möjlighet till undersökning av moln i såväl sid- som höjddled.

Svepen i indikatorerna kunde fördröjas så att ett moln på stort avstånd "flyttades närmare" i indikatorn. Samtidigt kunde väljas ett kortare avståndsområde så att molnet kom att bredas ut i större format på indikatorerna till ett mera detaljerat studium.

Avståndsmärkena kunde väljas fritt eller kopplas bort. Med vev kunde ett separat mätmarke flyttas kontinuerligt upp till 30 km, även i de fördröjda svepen. Därvid visade ett räkneverk avståndet på 100 m när.

Indikeringen framställdes också i ett A-skop, som väl var tänkt för kontroll av vissa kretsars funktion men också kunde

utnyttjas för molnstudium.

För bättre känslighet kunde man även på kortare avståndsområden välja den större pulslängden.

#### MEKANISK UPPBYGGNAD

PS-29/F hade 8 enheter plus radom, BILD 1.

De "elektroniska" enheterna var konservativt byggda på dåtida "radiovis" med chassien placerade i rektangulära kåpor. Den enda halvledaren var blandardioden. För övrigt användes elektronrör i oktalfORMAT, utbytbar placerade i socklar.

Modulatorens var densamma som i PS-19/A (AN/APS-3) REF 6. I PS-29/F hade dock mikrovågsdelarna placerats i modulatorens undre "våning" varigenom en extra SM-enhet sparades in. Modulator jämte SM-enhet kallas därför i PS-29/F "SM-enhet". Antennparabolen med dess däri fast monterade, dubbla slitsmatare var upphängd i en gaffel. Två roterande vågledarskarvar tillät parabolen vridning i horisontal- och vertikalled. På gaffeln satt också motor, drev och givare för lutningen. Släpningar i vridbordets centrum förmedlade de elektriska förbindelserna.

I vridbordets periferi fanns kuggkranen för rotationen och däromkring vridmotor, organ för sektoravsökning samt en bäringsdifferential för överföring av antennens bäringsläge till PPI:n.

Radomen, endast antydd i bilden, gav klimatiskt skydd åt hela antennenheten.

En sekundär PPI möjliggjorde observation av indikeringen på annan plats.

Ett 17-tal mångtrådiga kablar förband



enheterna med varandra liksom en vägledare mellan SM-enhet och antenn.

För kraftförsörjningen fanns, avsidat place-

rat, ett kraftaggregat med likriktare för 24 V likspänning och motordriven generator för 115 V 400 Hz växelspanning.

#### ENHETER, MÅTT OCH VIKTER

Benämning	Typ	Dimensioner mm	Vikt kg
Antenn	AS-18/APS	1040x730x645	37
plus bäringsdifferential	CN-4/APA/14 eller CN-18/APA-14A	135x190x250	3,1
SM-enhet	RT-15/APS-15	400x400x450	37
Huvudindikator	R-16/APS-15 eller R-78A/APS-15A	345x495x565	34
Sekundärindikator	ID-30/APS-2D	175x175x365	4,5
Avståndsenhet	CP-11A/APS-15A el. CP-5/APS-15	195x130x555	10
Mätlåda	CP-10A/APS-15A	140x220x200	2,7
Manöverlåda	C-33A/APS-15	135x200x210	1,8
Kopplingslåda	J-15/APS-15	195x185x140	3,4
		Summa	133,5
Radom		1100xdia 890	
Kablar		17 st	
Kraftaggregat med regulator och startorgan			

#### TEKNISKA DATA

Radiofrekvens 9,3 GHz motsvarande våglängden 3,2 cm, X-bandet

Pulseffekt max ca 35 kW

Mellanfrekvens 30 MHz, bandbredd 2,5 MHz

Mottagarförstärkning ca 80 dB

Brusfaktor 15 dB

Avståndsområden km	Pulslängd us	Pulsrepetitionsfrekvens Hz
kont. variabelt 10 till 60	0,5	1250
	2	312,5
100, 200 och 300 km	2	312,5
Svepfördröjning	kontinuerligt +/-10 km stegvis i 20 km:s delning	

Avståndsmarkering valbart 2, 10 och 20 km  
 Mätmarke (strob) kont. flyttbart 0 till 30 km  
 Antennlob 3 ° vid halveffekt vertikalt och horisontalt  
 Antenndiameter 725 mm, matare med dubbel slits  
 Avsökning i horisontalled varvet runt, i vertikalled -5 till +90 °

Upplösning i avstånd 75 resp 300 m, i sidled och vertikalt 3 °

Indikatorer PPI diam 125 mm = 5 tum  
 ambrafärgat ljus med lång efterlysning  
 sekundär-PPI do do  
 A-skop 5 cm, grönt ljus, kort efterlysning

Antal elektronrör 75 st

Kraftbehov likspänning 24 V ca 8 A  
 växelspanning 115 V 400 Hz ca 8 A

## Anskaffning

Detaljerade uppgifter om anskaffningen har ej kunnat tas fram. Inköpen gjordes redan på 40-talet och gällde surplusmateriel, som förmodligen fanns kvar i Europa efter det andra världskrigets slut. Priset bör, av andra enskilda köp att döma, ha legat omkring SEK 5000:-. AN/APS-15 var alltså mycket billig och man kunde utan vidare anskaffa överexemplar för att säkra reservdelstillgången. Anskaffningen bör ha omfattat 12 till 15 stationer.

Originalradomerna hade skadats kraftigt antingen under eller efter krigsaktiviteterna eller under transporten till Sverige. Nya radomer blåstes upp i plexiglas på Centrala Flygverkstaden i Västerås, CVV. De målades över med elektriskt lämplig färg för att dämpa solstrålningen och förhindra ev fokusering på mataren och för att förhindra reflexer utåt.

## Installation

Stationerna togs omhand av Centrala Flygverkstaden i Arboga, CVA, som modifierade dem till den svenska användningen och satte dem i funktion. CVA installerade 1951 försöksstationen på KFF och 1953-54 ordinarie stationer på 7 flottiljer. De var

F7 Såtenäs	F9 Säve
F10 Ängelholm	F13 Norrköping
F15 Söderhamn	F17 Kallinge och
F21 Luleå.	

FRAS på Hägernäs fick senare en station för teknikerutbildning. Inom parentes kan nämnas att prof Rossby fick låna en station till hjälp vid hans norrskensforskning i Jämtland.

Försöksstationen placerades i en hydda på en av meteorologernas observationsplattformar på flygel A på Tre Vapen. Antenn och radom förstås på taket med fri utsikt varvet runt. Övriga enheter i hyddan i

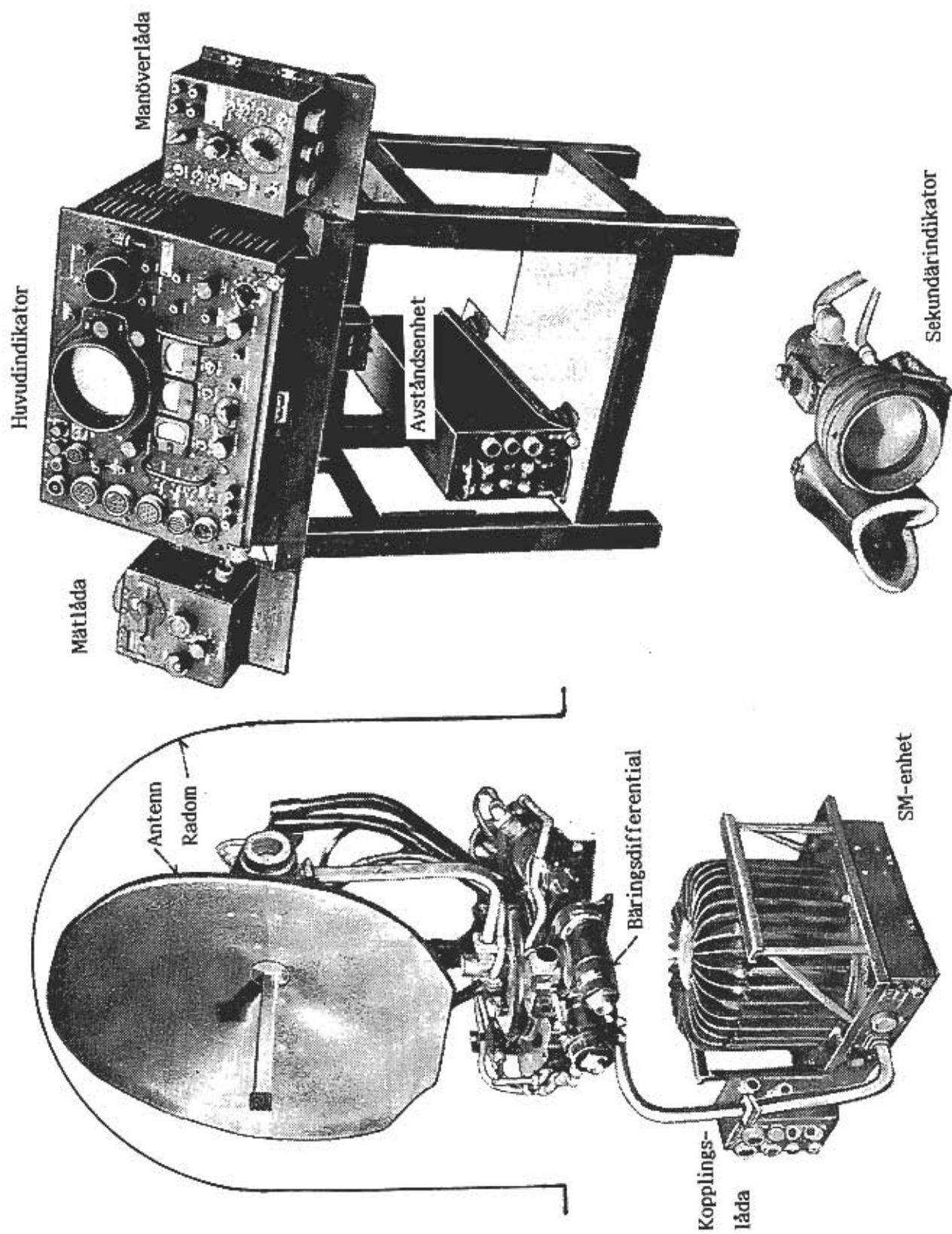


BILD 1 PS-29/F, alla enheter utom kraftaggregat.  
Radomen blott antydd.



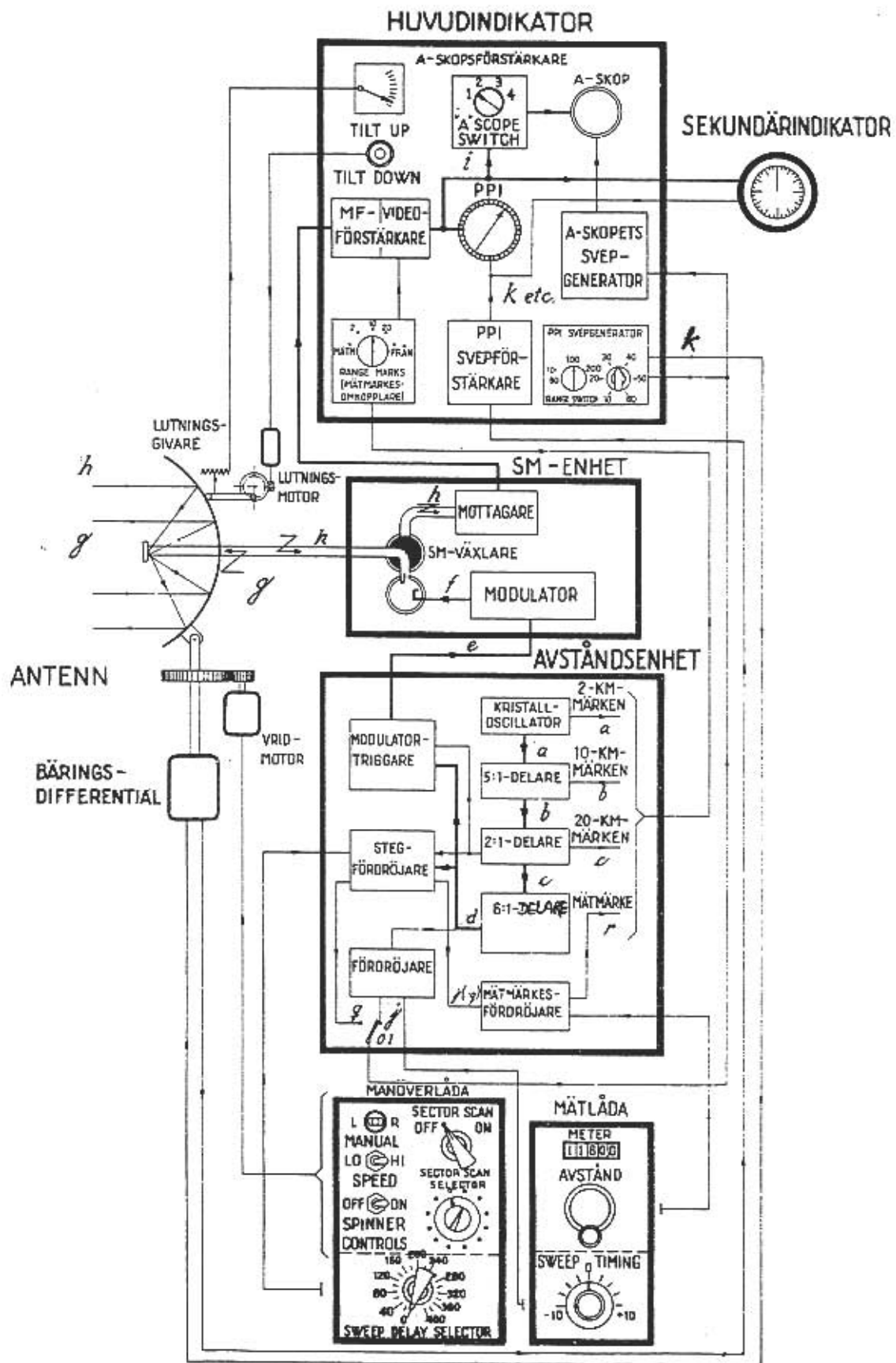


BILD 2 Blockschema för PS-29/F, ref 1. Signalbeteckningarna återfinns i BILDERNA 3 och 4.

ett enkelt stativ enligt BILD 1.

På flottilj sattes antennenheten på trafikledartornets tak och övriga enheter hos vakthavande meteorolog.

## Radartekniska synpunkter

### PRIMÄRA FUNKTIONER

I SM-enheten var modulordelen praktiskt taget identisk med den i PS-19/A, REF 6. I SM-delen var mikrovågskomponenterna också desamma, alltså sändarrör magnetronen 725A, lokaloscillator reflexklystronen 723A/B, sändarblockerare gnistgapet 724B och blandarkristall 1N23. Endast mottagar-skyddet, gnistgapet 1B24, avvek från likheten.

I övriga enheter användes elektronrör, mestadels vanliga tillgängliga typer. För högfrekvenskretsarna 6AC7 i metall och skärmade, för effektstegen 6AG7 och 6L6. Så praktiskt eller nödtvunget det varit för konstruktörerna i brådskan under kriget att använda standardrör så lätt var det för oss att hålla standardrör som reservdelar.

För driften av rören fordrades, jämfört med nutidens transistoriserade utrustningar, högre spänningar, 100 till 200 V. Härtill behövdes likriktarrör. Till regulatorer användes de gasfyllda VR-105-30 och VR-150-30. I några svepkretsar fanns tyratroner.

Själva radarprincipen förutsattes bekant eller kan inhämtas i REF 5.

Jämfört med PS-19/A hade PS-29/F en mera komplicerad elektronik. Ur REF 1 har tagits BILDERNA 2, 3 och 4 med blockschema

resp puls-tid-diagram och indikatorbilder. Signalbeteckningarna korresponderar så att den intresserade kan studera funktionen i detalj.

Tids/avståndskretsarna styrdes av en kristalloscillator på 75 kHz, som redan gav avståndsmärken för 2 km. Blockeringsoscillatorer (fantastroner) delade frekvensen 5:1 följt av 2:1 för att ge 10- resp 20-km-märken. Ytterligare en delare 6:1 ledde till pulsrepetitionsfrekvensen, PRF, 1250 Hz. Genom att modulorn triggades ut först av påföljande 20-km-puls gavs utrymme för en fördröjare att försena sveptriggpulsen antingen mindre än 20-km, precis 20 km eller mera (BILD 3 m, k resp o). Därigenom kunde svepet fås att starta före, precis jämte eller efter sändarpulsen varvid de effekter uppstod, som illustreras av BILD 4 d, b resp f.

BILD 4 b visar konstruktionen av en ordinarie PPI-bild. Den har i det här fallet område 40 km och mätningar per var 10:e km. I mitten finns fasta ekon från den närmaste terrängen (staden). I bäringen  $30^\circ$  moln på 20 resp 30 km:s avstånd.

En mätmarkesgenerator skapade ytterligare ett mätmarke, som kunde vevas fram från 0 till 30 km och vars avstånd indikerades i m av ett räkneverk. BILD 4 h visar hur detta verkar tillsammans med ett fördröjt kort svep. En stegfördröjare försenar sveptriggaren 60 km (BILD 3 q). Där startar ett 20-km-svep (s) och rymmer inom sig de avlägsna ekona D och E. Mätmärket (r) har vevats fram till eko E och räkneverket anger avståndet 11800 m. Detta adderas till stegfördröjningen så att det verkliga, precisa avståndet blir summan 71800 m.

BILD 6 visar genom fotografier av ett PPI hur en indikering kan te sig.

I vänsterspalten BILD 4 har medtagits A-skopets bild från det svep, som visas när antennen står stilla i bäring 30°. När antennen roterar "lever" ekona i A-skopet, kommer och går, allteftersom molnen passeras av radarstrålen. Försöksstationen förseddes med ett serviceoscilloskop med skärmdiametern 12 cm för att möjliggöra ett mera detaljerat studium av molnekonan. Stationens A-skop var litet och endast avsett för kontroll av sändarpuls, avståndsmärken och funktionen hos den automatiska frekvensregleringen.

PPI:n, den planpolära indikatorn, ger förstas jämfört med B-skopet i PS-19/A, komplicerade avböjningskretsar. Sågtanden, BILDERNA 2, 3 och 5 k, förs till rotorn i bäringdifferentialen på antennens vridmekanism. Rotorn inducerar i de fasta lindningarna sinus- resp cosinuskomponenter. Dessa förstärks separat och förs samman i PPI:ns nord-syd- resp väst-öst-spolar. Det resulterande fältet i katodstrålerörets hals avböjer elektronstrålen däri till ett avståndssvep i den riktning antennen för ögonblicket intar.

Ovan nämnda 6:1-delare kompletteras med en 4:1-delare för att ge 24:1-delning eller en PRF om 312,5 Hz på de större avståndsområdena.

#### AVSÖKNING

För rundspaning kunde antennens rotationshastighet väljas till 12 eller 24 r/min. Man kunde välja sektoravsökning med fram- och återgående rörelser mellan stegvis

valbara bäringar. Antennen kunde manövreras manuellt vänster- eller högergående och därvid stannas i valfri bäring.

Antennen kunde ställas i valfria lutningar. I försöksstationen var det vertikala området -5 till +35°. Flottiljernas stationer modifierades till området 0 till +90°. För att i försöksstationen åstadkomma en vertikal stråle placerades en aluminiumplåt i 45°:s lutning framför parabolens. Lutningsgivaren och do indikator måste betraktas som mindre noggranna.

#### VÄDERINDIKERING

Radiovågor med den korta våglängden 3 cm reflekteras väl av vattendroppar i atmosfären. Som en första introduktion till fenomenet sammanställdes för REF 1 en tabell med anvisningar om indikeringen av olika former av moln, TABELL 1

Den mycket komplicerade fysiken utforskades vid den tiden fortfarande. En rapport om läget i början av 60-talet ges i REF 7. Denna forskning sysslade med många olika fenomen. Reflektionen mot vattendroppar och dämpning vid vågornas penetrering av moln berör direkt indikeringen hos PS-29/F. I REF 5 och 6 har berörts anomal utbredning, d v s bildning av ledskikt, som ger övernormala räckvidder. Vid spaning från marken mot mål i atmosfären kan ledskikt orsaka felaktiga höjdingikeringar. En gren av meteorologin har blivit förutsägelser av ledskikt och behärskning av fel i höjdingikeringen åt spaningssystemen.

En vattendroppe förutsattes vara sfärisk och reflekterar den infallande radioenergin åt alla håll i rymden. Man kan jämföra

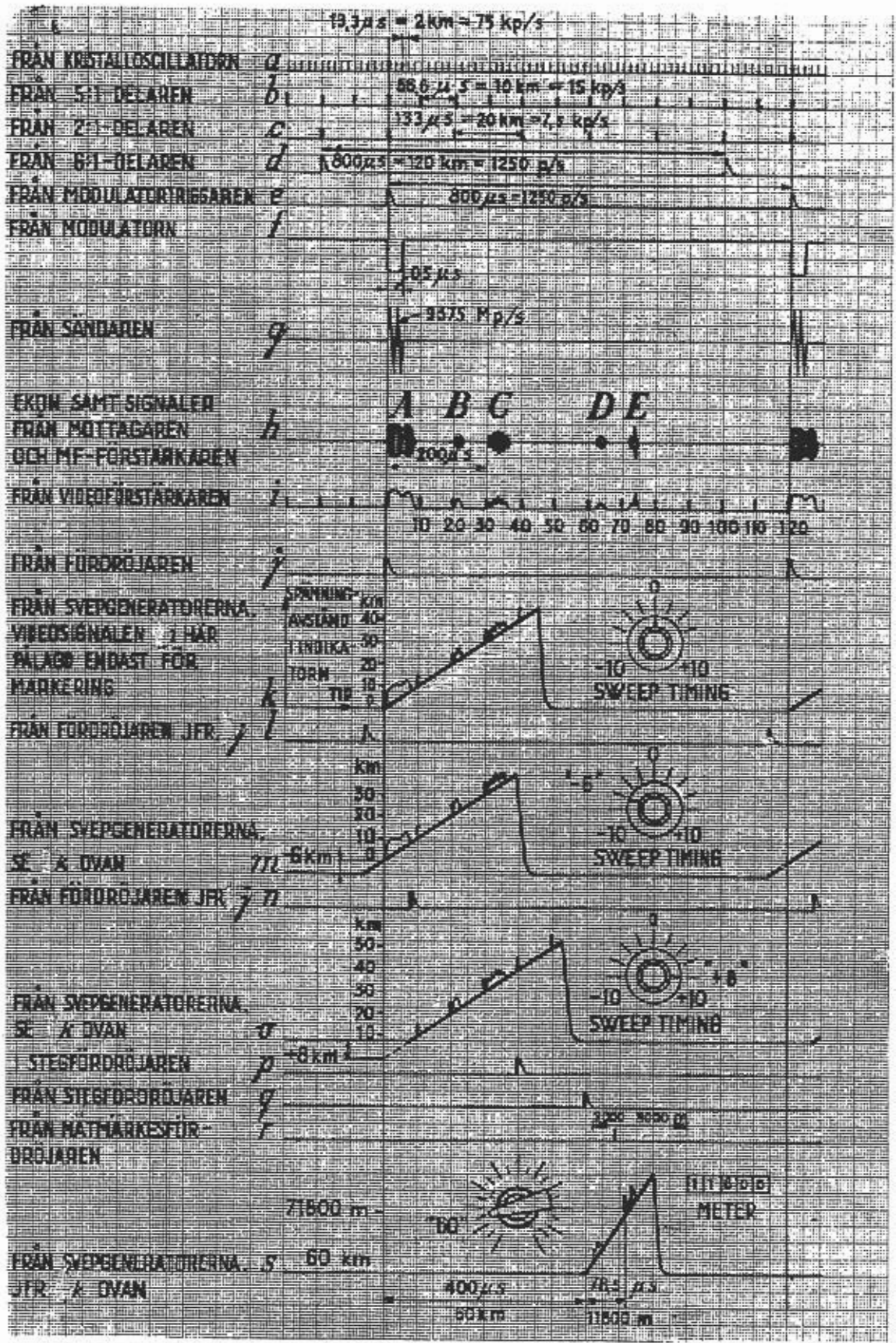
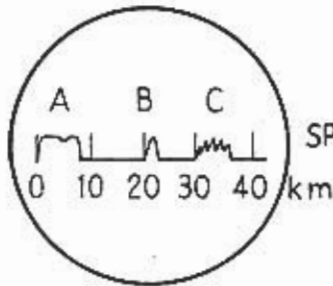


BILD 3 Puls-tid-diagram ref 1. Signalbeteckningarna återfinns i BILDERNA 2 och 4.



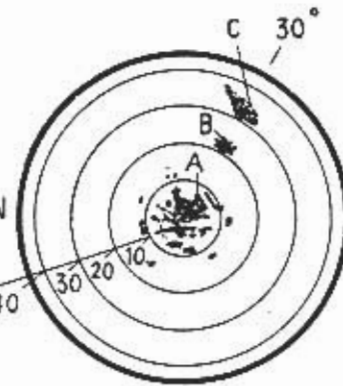
A-skop

PPI



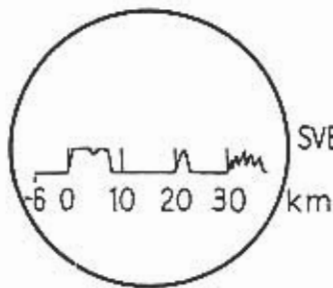
NORMAL  
SPANINGSSITUATION

AVSTÄNDS-  
RINGAR

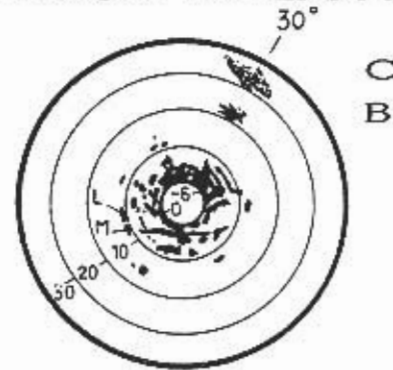


a. Jfr BILD 3 i och k

b. Jfr i riktning 30° med BILD 3 i och k

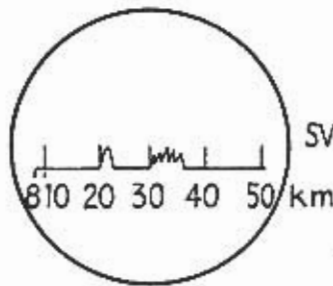


SVEPET FÖRDRÖJT  
-6 km

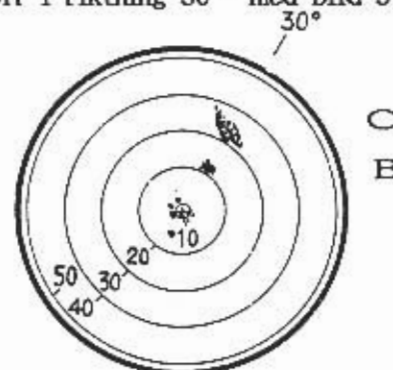


c. Jfr BILD 3 m

d. Jfr i riktning 30° med Bild 3 m

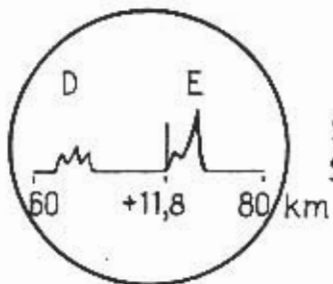


SVEPET FÖRDRÖJT  
+8 km

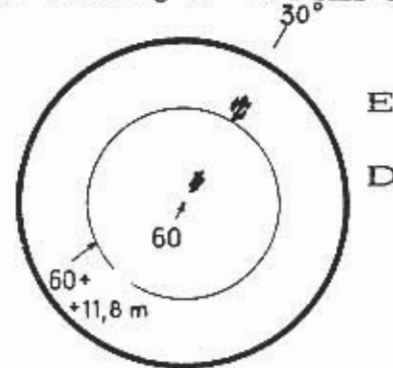


e. Jfr BILD 3 o

f. Jfr i riktning 30° med BILD 3 o



SVEP OM 20 km  
STEGFÖRDRÖJT  
60 km



g. Jfr BILD 3 s

h. Jfr i riktning 30° med BILD 3 s

BILD 4 Bilder i A-skop och PPI, ref 1. Ekonas bokstavsbe-teckningar återfinns i BILDERNA 2 och 3.



Fuktighetsförhållande	Reflexion	Dämpning	Indikering
Klar luft, dis, dimma	Ingen	Ingen	Inga atmosfäriska ekon
Duggregn	Ingen	Obetydlig	Inga atmosfäriska ekon
Lätt regn med liten droppestorlek, kraftigt snöfall med torrsnö	Obetydlig	Någon	Diffusa ekon från nederbördsområdet på korta distanser. Mål kan indikeras bakom regnet eller snöfallet.
Måttligt regn med måttlig droppestorlek	Relativt god	Måttlig	Måttlig räckvidd. Diffusa ekon av större djup från nederbördsområdet. Mål kan indikeras bakom regnet.
Måttligt regn med stor droppestorlek	God	Ganska kraftig	Ekona har viss utbredning i avståndsled. God räckvidd.
Kraftigt grovdroppigt regn, skurar, snöfall med stora, smältande flingor	Kraftig	Kraftig	Intensiva ekon från regnets närmaste kant. God räckvidd.

TABELL 1 Tabell över indikering i PS-29/F vid olika vädersituationer

med skenet från bilstrålkastare i dimma. Den lilla del av reflexionen som är riktad tillbaka mot antennen fångas upp och indikeras. Den energi, som ej träffar vattendroppen fortsätter genom molnet för att ev reflekteras längre bort. Dess styrka har minskat och man talar om dämpning. Även den inifrån molnet återreflekterade energin dämpas förstås på vägen tillbaka men man förvånar sig över hur mycket som ändå kan tas emot. I PPI:n avbildas molnen nästan så som de ser ut i verkligheten, se BILD 6.

Givetvis försvagas indikeringen med större avstånd även i klar luft. Intensiteten hos ekon från små föremål, t ex flygplan eller fartyg, minskar med fjärde roten på avståndet. Strålningen tunnas ju ut genom att det koniska stråltvärsnittet växer med

kvadraten på avståndet och den återvändande energi, som träffar antennen, likaså.

I fallet moln ser det annorlunda ut. Om man låter den smala strålen penetrera ett stort moln fyller detta på korta avstånd hela strålens tvärsnitt. Med ökat avstånd fyller det fortfarande hela stråltvärsnittet, d v s målytan ökar också med kvadraten på avståndet. Därmed kompenseras strålintensitetens minskning på utvägen och ekots intensitet beror blott på kvadratroten ur avståndet på återvägen. Detta är gynnsamt för indikeringen av mindre droppar på kortare avstånd. På större avstånd täcker ej molnet hela stråltvärsnittet och intensiteten övergår till fjärderotsförhållandet. Men även på större avstånd har t ex cumulusmoln betydande format, har stora målytor och ger kraftiga ekon.

Ett särskilt fenomen uppstår när snö faller och passerar nolltemperaturnivån. Snökristaller är i kylan på högre höjd torra och ger obetydlig reflexion. När de passerat nivån för temperaturen  $0^\circ$  börjar de smälta, får till en början en tunn hinna fukt på sin relativt utbredda yta och reflekterar mycket. På lägre varmare nivå smälter de samman till betydligt mindre droppar och reflexionsförmågan minskar igen. Man kan iaktta en stark indikering i ett skikt några hundra meter under nolltemperaturnivån, det s k vita bandet.

Ett litet måls längd i avståndsled är liten i förhållande till pulslängden. Ekot från t ex fpl blir lika långt som halva pulslängden, d v s som den teoretiska upplösningen. I PS-29/F är den 75 resp 300 m. På avståndsområde 20 km med den korta pulsen motsvarar detta ungefär PPI:kornens storlek. Vid pulslängden 2 us finge man ungefär samma förhållande på område 100 km. På längre avståndssvep bleve ekot kortare och hunne ej initiera PPI:ns korn till samma ljusstyrka.

Mot ett moln är mekanismen återigen en annan. Man talar först om en målvolymer = pulslängden ggr strålens tvärsnittsytan resp molnets tvärsnitt. Men molnet är oftast djupare än 75 resp 300 m. Efter penetrering de första 75/300 meterna fortsätter radar-energin genom molnet och ekots längd växer. På PPI:n kommer initieringen av en punkt i det fluorescerande skiktet att ske under längre tid och man får högre intensitet, d v s bättre känslighet och räckvidd.

Antennlobens upplösning i sidled var hos PS-29/F teoretiskt  $3^\circ =$  strålvidden vid

halva maxeffekten. I spetsen var strålen avrundat smalare. I bäringsled kan upplösningen sägas ha varit tillräcklig. Men i vertikalled? På 1000 meters avstånd var strålen 52,5 m "hög", vilket kanske räckte till. Men på 10 km blev den 525 m och på 100 km 5250 m. Detta var förstås alldeles för grovt. Vid höjdmätning på stora avstånd måste man således ta till knep, t ex minska mottagarförstärkningen så att man mätte med spetsen på loben. Man kunde också mäta med undersidan på loben, d v s höja antennen så mycket, nerifrån och upp, att ekot just försvann. Man fick approximera en korrektion om ca 1 à - 1,5°. Särskild omsorg fordrades då man ville mäta molnhöjden, d v s höjden mellan marken och molnens undersida.

Till avsökningsgeometrien kan ytterligare läggas PPI:ns speciella projektion. Den är korrekt när antennloben roterar i horisontalplanet (med undantag för jordkrökningen). Så snart loben lutar uppåt beskriver den mantelytan på en kon. Denna fälls ner och breds ut på den plana PPI-skärmen. Ett måls geografiska avstånd är då PPI-avståndet multiplicerat med cosinus för lutningsvinkeln.

Målets höjd bestäms förstås av sinus för lutningsvinkeln, ev också med korrektioner för jordytans krökning och antennens höjd över havet.

## Handbok

För arbetet med PS-29/F var Handbook of Maintenance Instruction for Model AN/APS-15 Aircraft Radar Equipment från United States War and Navy Department

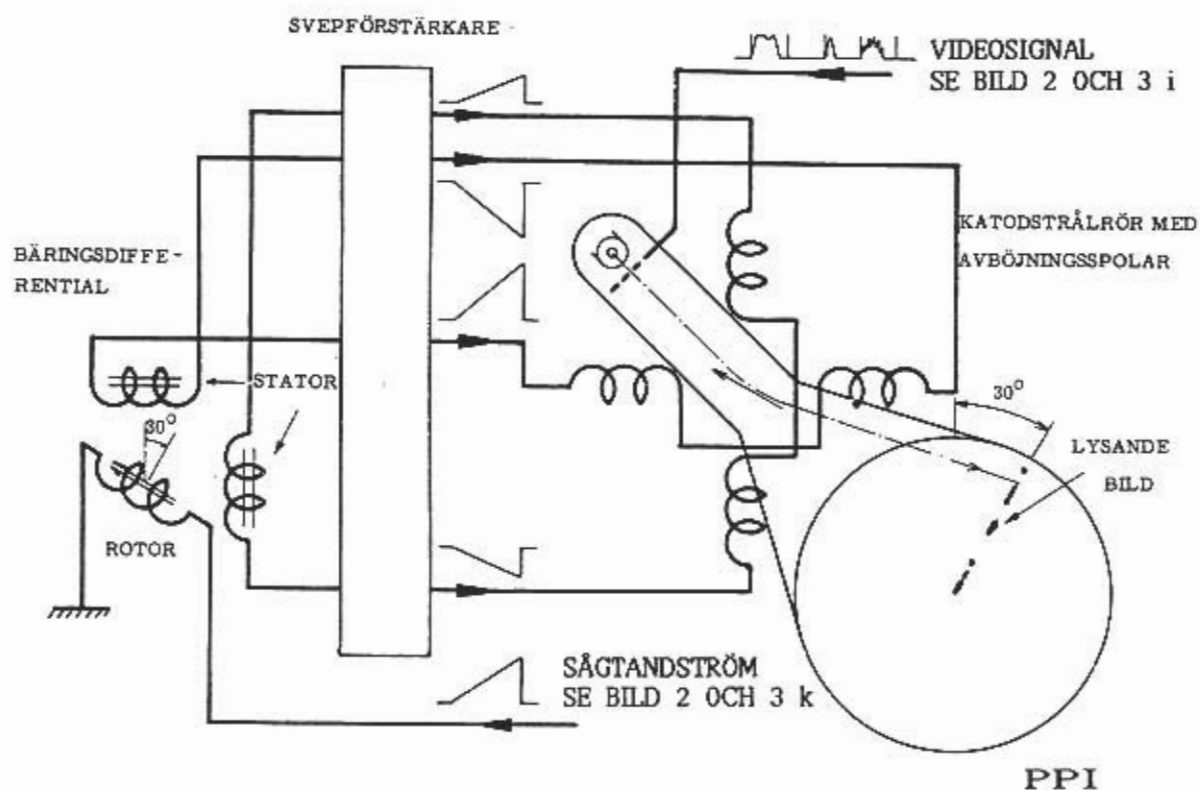
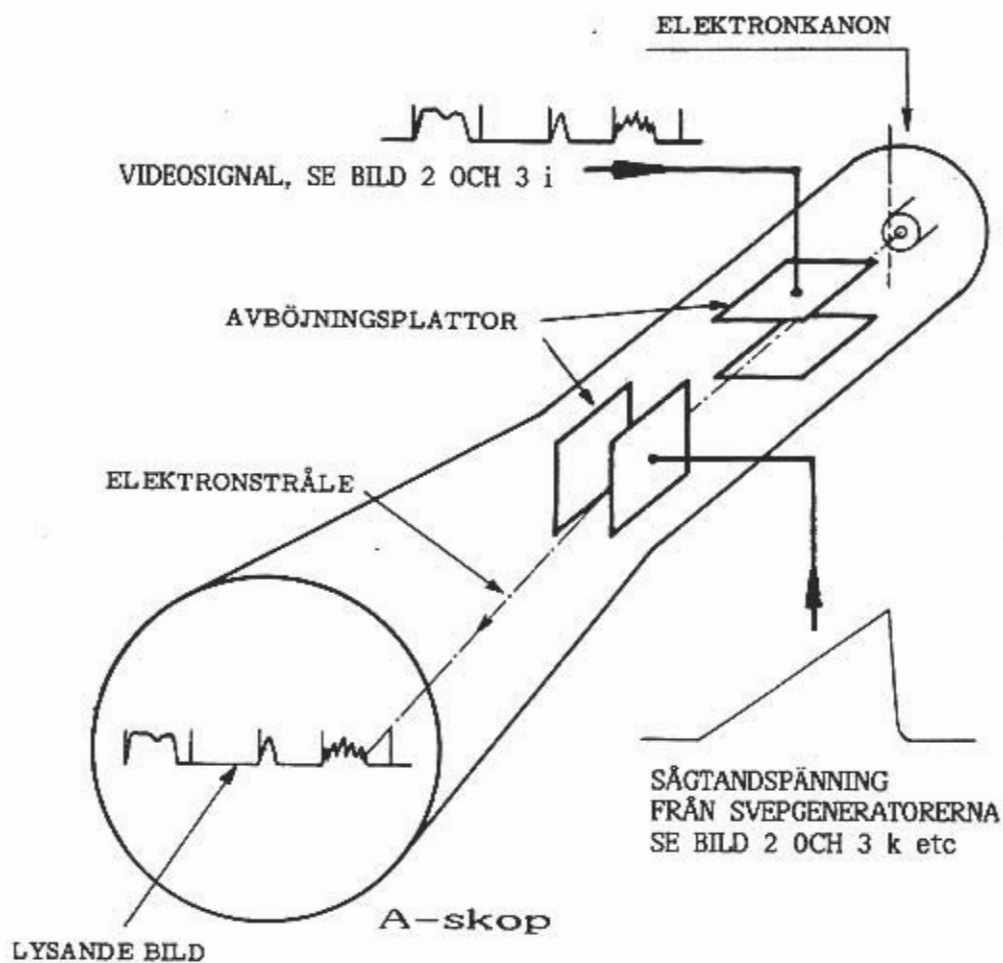


BILD 5 Blockschemor för A-skop och PPI

en förutsättning. Där fanns svar på varje som helst fråga. Där fanns funktionsbeskrivningar med kopplingsschemor och kurvformer i detalj, mekaniska ritningar, besked om felsökning och smörjning, ritningsunderlag för kablage o s v. Vad vi tekniker på KFF, CVA och flottiljer då kunde om radar hade till största delen hämtats ur denna handbok och motsvarande för andra stationer.

Det var inte alltför svårt att efter någon praktik med PS-29/F skriva den svenska instruktionen REF 1.

Sedan stationen modifierats för användning på flottilj behövdes dock en detaljerad svenskspråkig beskrivning för serviceteknikerna. En mycket ambitiös översättning och bearbetning av delar av den amerikanska handboken gjordes på FRAS till dess teknikerkurser, REF 2.

## Operativa uppgifter

Eftersom PS-29/F och väderspaning ännu var oprövade kunde man 1954 ej formulera de operativa uppgifterna. Erfarenheterna visade småningom på möjligheterna. Kanske kan man i efterhand formulera saken så här: att ge vakthavande meteorolog möjlighet ställa omedelbart aktuell prognos, att ge underlag för att förkorta den tid då väderförhållandena hindrar flygverksamheten och bidra till höjande av säkerheten.

## Erfarenheter

Valet av AN/APS-15 för markbaserad väder-  
radar måste sägas ha varit framsynt med

tanke på dess mångsidighet i manövrering och indikering. Eller var man på 40-talet blott nyfiken på 3-cm-radar i allmänhet och fann stationen lämplig för väderspaning först senare? I varje fall visade sig stationen fullt användbar för den intresserade meteorologen. Den bör ha betalat sig genom ökad flygsäkerhet och ökad tillgänglig tid för flygverksamheten.

Liksom vid introduktionen av andra radarstationer synas teknikerna i första hand ha uppfattat nyttan av den information man kunde få genom radarn. Från meteorologhåll har sagts att användningen av PS-29/F ej fanns med i instruktioner eller utbildning varför man ej omedelbart vågade ägna tid åt radarspaningen. Det krävdes först och främst tid för inkörning i manövrering och uppfattning av ekobilden. Vi fann i försöksstationen att det sällan gick att övertyga vakthavande meteorolog om de fakta stationen gav. Även om han hade en indikator hos sig hade han svårt att vid en tillfällig titt genast förstå läget.

Efter några år synes situationen ha förbättrats och på flottilj utnyttjade man verkligen stationen efter dess förmåga. Ingemar Solerhed berättar t ex att stationen kom till stor nytta vid F10 när ett stort antal flygförare skulle flyga in sig på fpl J 29. Det var fråga om en intensiv period med täta starter och landningar med oövade förare. Vid väderlägen med återkommande skurar kunde man med radarn samordna starter och landningar med skurarnas passager med stor precision. Man behövde ej riskera landningar med oövade förare i dålig sikt eller turbulens eller skicka iväg dem till för dem främmande fält.

Den bästa indikeringen hade man från cumulus och kallfronter. Exempel på de senare finns i BILD 6 från F9.

Som kuriosum kan nämnas en 1954 i Hälsingborgs Dagblad uppmärksammande händelse. En tennismatch i Båstad hindrades av, som det såg ut, ihållande regn. Man kom sig för att ringa F10 och fråga när meteorologen trodde regnet skulle upphöra. Nils Runnberg, som hade PS-29/F igång, kunde genast meddela att regnet skulle upphöra i Båstad "om 45 minuter". Publiken hölls kvar, regnet slutade faktiskt på minuten och matchen kunde fullföljas. Sådant har ju senare blivit vardagsmat men då väckte precisionen stor uppmärksamhet.

Annars hörde man, även som KFF-anställd radaringenjör, mycket litet från användarna om deras upplevelser med det nya instrumentet.

Det var onekligen fascinerande att från försöksstationen följa upp väderlägena. Sommartid sågs ofta hela rader av cumulus vandrande från Upsalaslätten över Åkersberga och ut mot Runmarö där de upplöstes. Vi kunde också ta in stora cumulusmoln från trakten av Mjölby-Ödeshög 200 km bort. Försöken att mäta topphöjden på dessa gav rimliga värden kring 5-, 6- och 7000 m.

Varmfronter med regn var svårare att få grepp om men det ligger ju i deras natur. Då koncentrerade man sig på molnhöjden, d v s höjden för molnens undersida. Parallellt med studiet av väderradarnas möjligheter pågick i flygradardetaljens regi försök med optiska vertikala molnhöjdsräknare.

Försöksstationen förseddes genast med kamerastativ och robotkamera för att re-

gistrera väderindikeringen. Bilderna användes för information och undervisning. Vid ett tillfälle gjordes en upptagning med filmkamera i ultrarapid. 30 minuters indikering av en varmfront med mycket vatten blev till en 1½ minuters film där molnen rusade fram med mångfaldigt högre hastighet och deras väg resp bildande och försvinnande kunde uppfattas mycket tydligt. Förf minns mycket väl hur moln syntes röra sig från väster mot öster för att vid Kungshatt vika av åt söder mot Tullinge. Där vände de österut för att vid Trångsund "gira" norrut. Väl framme i Nacka tog de åter vägen österut. Detta syntes mycket märkligt men både filmen och fenomenet mottogs med absolut tystnad av auditoriet i flygstabens aula. Man kan spekulera i hur fenomenet uppstod. I varje fall visade filmen att man med PS-29/F kunde registrera fenomen, som man tidigare hade svårt att iaktta eller ens föreställa sig.

Från försöksstationen erhöles ofta ekon från på Bromma landande och startande trafikflygplan. Trots deras storlek blev räckvidden aldrig mera än 15-20 km. Att fånga ett flygplan i luften var otänkbart p g av strålens ringa vidd. Lika svårt hade man att finna och hålla fast reflektorn på en väderballong.

Ytterligare en kuriositet från F10: eftersom trafikledaren fanns nära huvudindikatorn var det naturligt att han tog sig en titt på PPI:n då och då. Man hade funnit att PS-29/F med lämplig inställning indikerade fordon och fpl på fältet. Även om fältet låg mycket nära bildens centrum och avbildades i litet format kunde man utnyttja



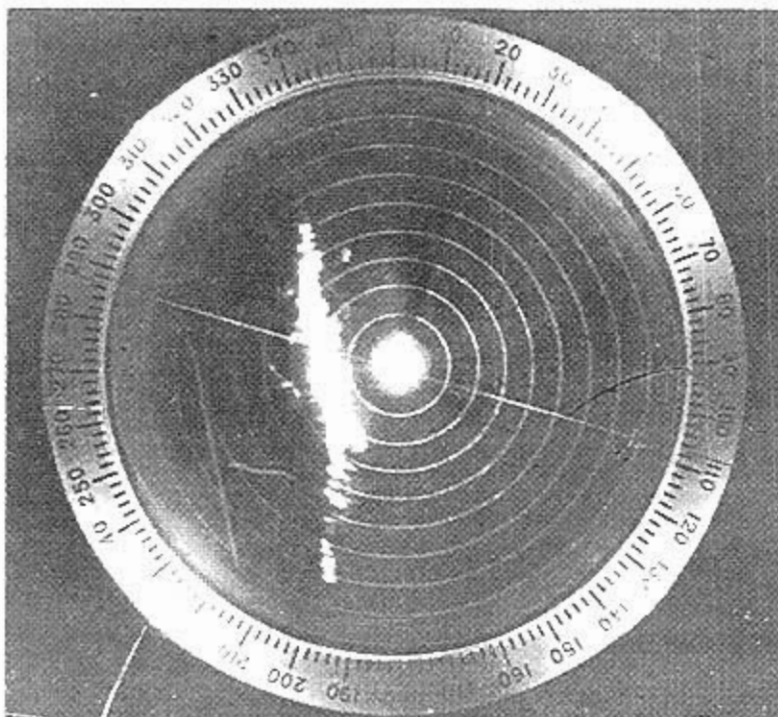
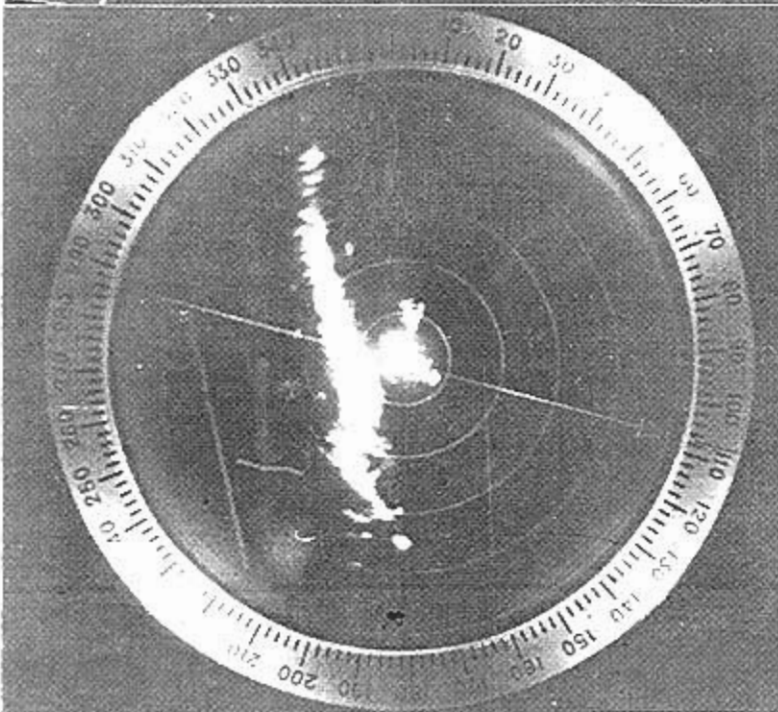
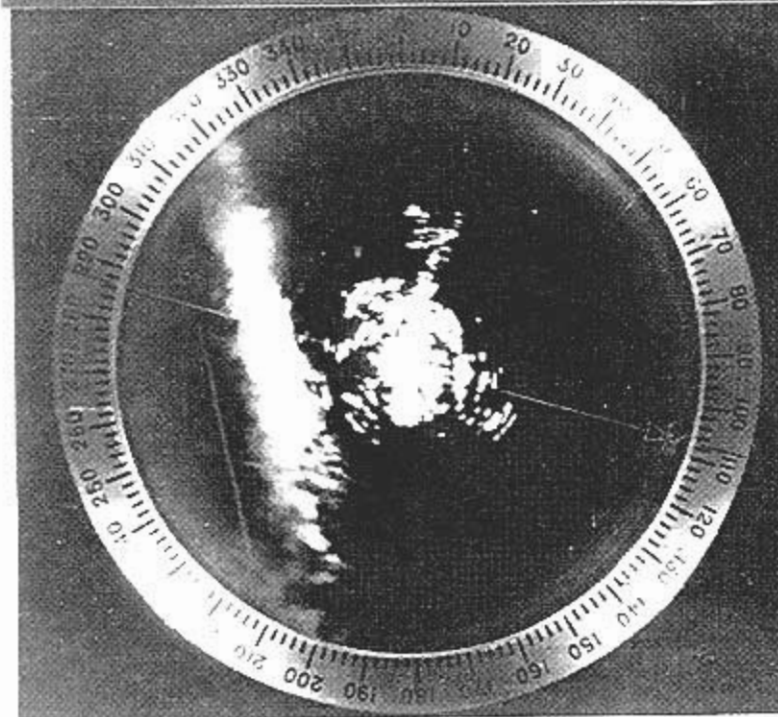


BILD 6 Serie fotografier från en kallfrontspassage. I centrum ekan från terrängen omkring stationen. På bild 6 c synas de upplösta i detalj. I bilderna 6 d och e är de till största delen överbländade av molnekona.

a. Avståndsområde 100 km, 10 km per avståndsring. Närmaste punkt på fronten 20 km från PS-29/F.

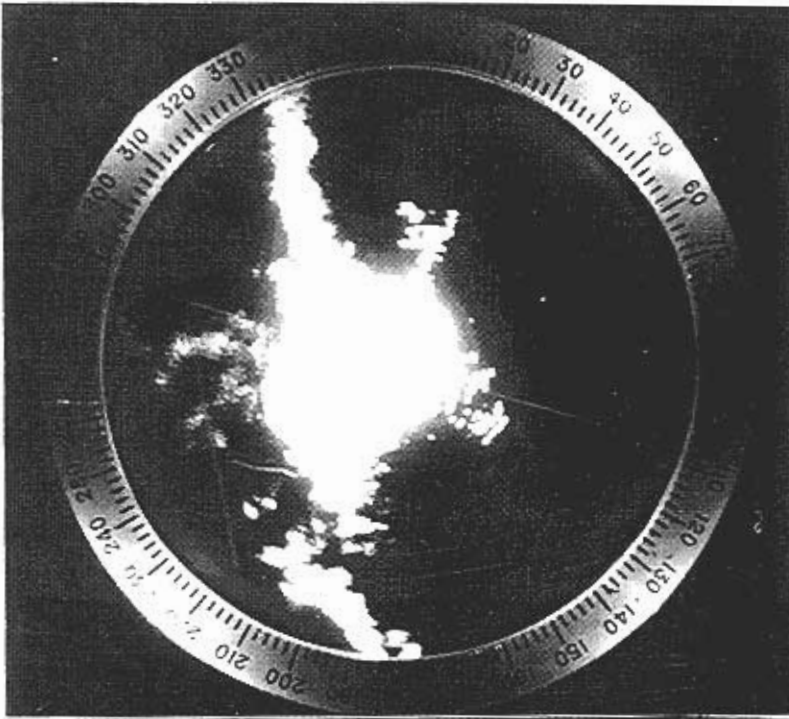


b. Avståndsområde 50 km, 10 km per avståndsring. Närmaste punkt på fronten ca 5 km från PS-29/F. Rörelseriktningen bekräftad enl riktningensindex  $107^\circ$ .

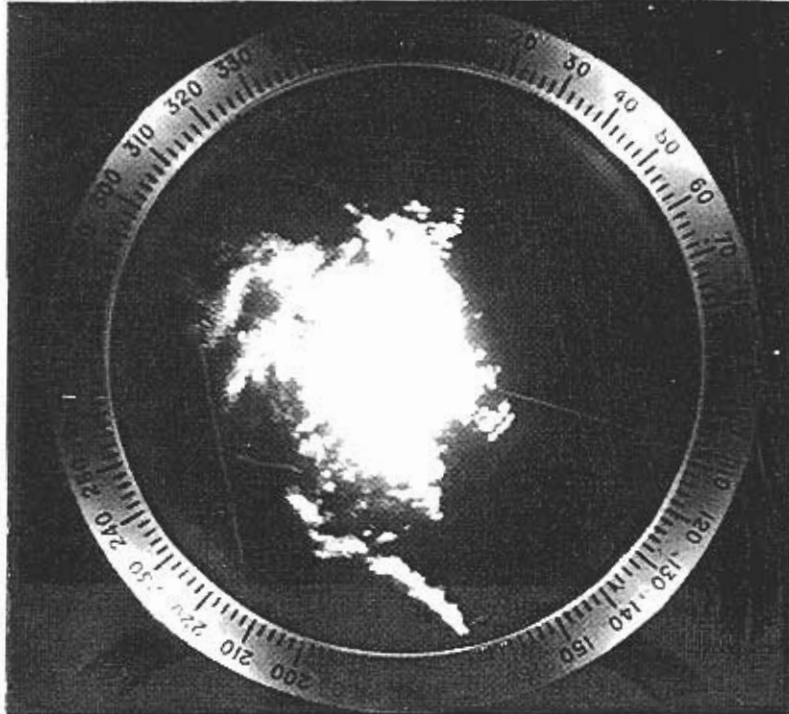


c. Avståndsområde 25 km, inga avståndsringar. Situationen ögonblicket efter b. Den del av fronten som kommer att passera fältet ligger 8 km bort. Tidpunkt för inbrytning över fältet kan beräknas.

BILD 6 forts.



d. Avståndsområde 25 km.  
Fronten ligger nu över fältet.  
Starkt regn faller runt om.



e. Avståndsområde 25 km.  
Frontens mitt täcker fältet.  
Regnet dämpar signalen  
så att frontens norra och  
sydliga armar ej indikeras.

PS-29/F för att leda trafiken på marken. Man uttryckte snart önskemål om bättre egenskaper hos stationen för det ändamålet. Senare fick man en PAR, Precision Approach Radar. Den hade en rundspanande del, som dög bra till flygfältsradar. När PS-29/F föll för åldersstrecket omkring 1969 kunde i stället meteorologerna använda PAR:en för väderspaningen!

#### UNDERHÅLL, LIVSLÄNGD

Genom CVA gjordes årliga översyner på PS-29/F. Väsentligen bestod de av rengöring och smörjning av de mekaniska organen samt genomgång av de elektriska parametrarna och trimning. Mikrovågsrören, kanske med undantag för mottagarskydden och sändarblockerarna, presterade förvånansvärda drifttider. Man lärde sig småningom att undvika röra i elektroniken alltför mycket. Praktiskt var förstas att kunna byta försvaga-  
gade elektronrör, de satt i socklar och kunde lätt dras ur dessa. Men man fann att flitiga rörbyten, t ex för att finna fel, lätt introducerade nya fel genom bristfälliga sockelkontakter. Förf fann att felsökning bäst löstes genom mätning i tillgängliga punkter och sedan en lugn, kanske lång stunds fundering över signalvägarna i kopplingscheman.

I REF 2 nämnes särskilt att komponenterna "Modell Ä" i pulsdelarna kunde väntas ändra värden med tiden och gav detaljerade anvisningar om åtgärder.

Det kan noteras att även de passiva komponenterna uppmärksammades under utvecklingen av de militära radarstationerna i USA. Ett helt band i REF 4 ägnas åt dem. I

Sverige tog Försvarets Teletekniska Laboratorium, FTL, genom Torsten Gussing sig an utvärdering av kvaliteten hos alla slag av komponenter. FTL har efterföljts av FMV:Telelab placerat i Malmslätt. Man gör komponentprovning, konstruktionsanalys och typstandardisering tillsammans med försvarsindustrin inom ramen för Telekomponentrådet, TELKOR. FMV:Telelab deltar även i ett betydande internationellt samarbete i detta fack.

PS-29/F hade som flygburen radar inga stora krav på livslängd. Fpl beräknas tjäna blott några tusen timmar med några timmar per uppdrag och service däremellan. Däremot fordras hållfasthet mot mekaniska påkänningar. I vädertjänsten på marken blev förhållandena omvända: lång kontinuerlig drift i mekaniskt lugn miljö. Man kan uppskatta drifttiden för PS-29/F till ca 3000 timmar per år.

PS-29/F kom att ersättas av PV-30 under 1962-63. I januari 1963 hölls fortfarande teknikerutbildning för PS-29/F på FRAS varför man kan tro att stationen hållits igång parallellt med PV-30 ett eller två år. Säg att dess livslängd blev i medeltal 9 år.

På F10 fick man PV-30 först 1980. PS-29/F användes där fram till 1969-70 då ett nytt trafikledartorn togs i bruk. Den hade då använts i 15-16 år. De sista åren fick man klara sig utan CVA:s översyner och hade besvär med att hålla stationen igång på ett riktigt sätt. Nils Runnberg ger dock PS-29/F betyget "förhållandevis pålitlig". Med de förutsättningar PS-29/F hade konstruerats och tillverkats under får man anse att den fungerade hyggligt. Projektet

PS-29/F måste anses ha varit värdefullt för FV, både för flottiljverksamheten och för de erfarenheter man vann.

### Krav på en framtida väderradarstation

Innan förf 1955 slutade sin tjänst på KFF fick han framföra de krav han, efter erfarenheterna med PS-29/F, ville ställa på en väderradar. I skrivande stund har han följande minnesbild:

För flottilj syntes det viktigt att behärska luftrummet i närområdet för att fullgöra trafikledning och flygverksamhet på ett effektivt och säkert sätt. Därför borde man gynna indikeringen av mindre droppstorlek i närområdet och förbättra mätningen av höjden till undersidan av molnen.

1. Sändarpulsen må gärna göras kortare än 0,5 us för bättre upplösning på kortare avståndsområden.
2. Pulseffekten kan med fördel ökas så långt magnetroner och vågledarteknik tillåter. Enl resonemang på sidorna 7 och 8 blir ökning i känslighet och räckvidd betydande.
3. Antennloben kan med fördel göras smalare. Den blir då också "längre" med samma verkan som ökning av sändareffekten. Sammantaget bör en ökning av räckvidden med 100 till 150 % vara möjlig. Ett viktigt argument för en smalare antennlob är den förbättrade upplösningen i vertikalled.
4. PPI:n bör vara större, gärna diameter 20 cm eller mera.
5. Planpolär höjdindikator, PHI, bör införas med samma format som PPI:n. Indikeringen i PHI:n blir särskilt verkningsfull med för-

dröjda korta avståndsområden. Den vertikala skalan bör överdrivas.

Antennavsökningen i vertikalled görs självgående. Dess roll i förbindelse med PHI:n bör studeras. På längre avstånd behöver antennloben ej lyftas högre än molnens topphöjd. Den bör då avsöka långsammare för att få frekventare träffar och tätare indikeringar.

Överhuvudtaget kräver konstruktionen av PHI:n ett särskilt studium av geometrin i bilden för att naturligtast möjliga avbildning skall ske. Det bör undersökas hur justeringar för jordytans krökning och cosinus för lutningsvinkeln kan utföras.

Ev lutningsindikering bör ha bättre noggrannhet än den i PS-29/F.

6. Om man önskar mäta vertikalt med radarn bör kortare sändarpuls och kortare avståndsområden införas.

7. Om man vill mäta mot väderballong krävs automatisk läsning av antennloben mot ballongens reflektor och anordningar för automatisk följning à la luftvärnssikte, dock mot stora kostnader.

8. Ett större A-skop vore nyttigt, sveplängd 15 eller varför ej 20 cm.

Det är med tillfredsställelse förf i REF 8 finner flera av de föreslagna parametrarna införda i PV-30. Intensitetsmätning i någon form var ej påtänkt. Vi rörde oss med begrepp som svaga, måttliga, starka och mättade ekon. Dels beror indikeringen på avstånd, dels på stationens tillfälliga skick och inställning. Erfarenheten fick råda.

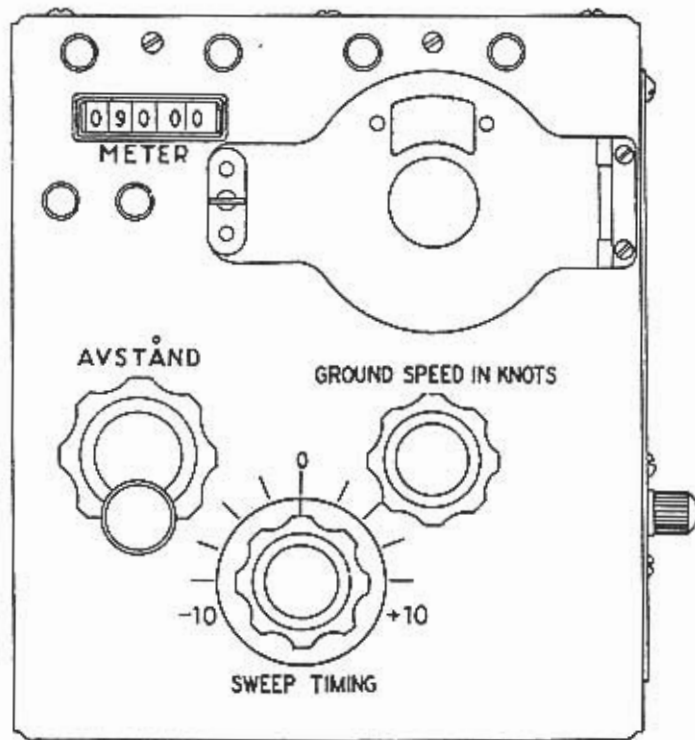


BILD 7 Mätlådans manöverorgan



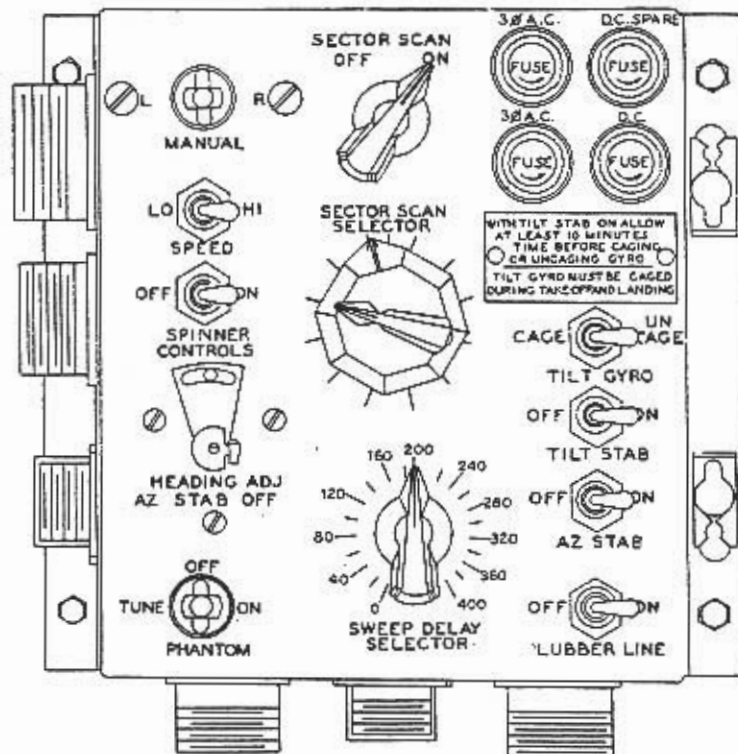
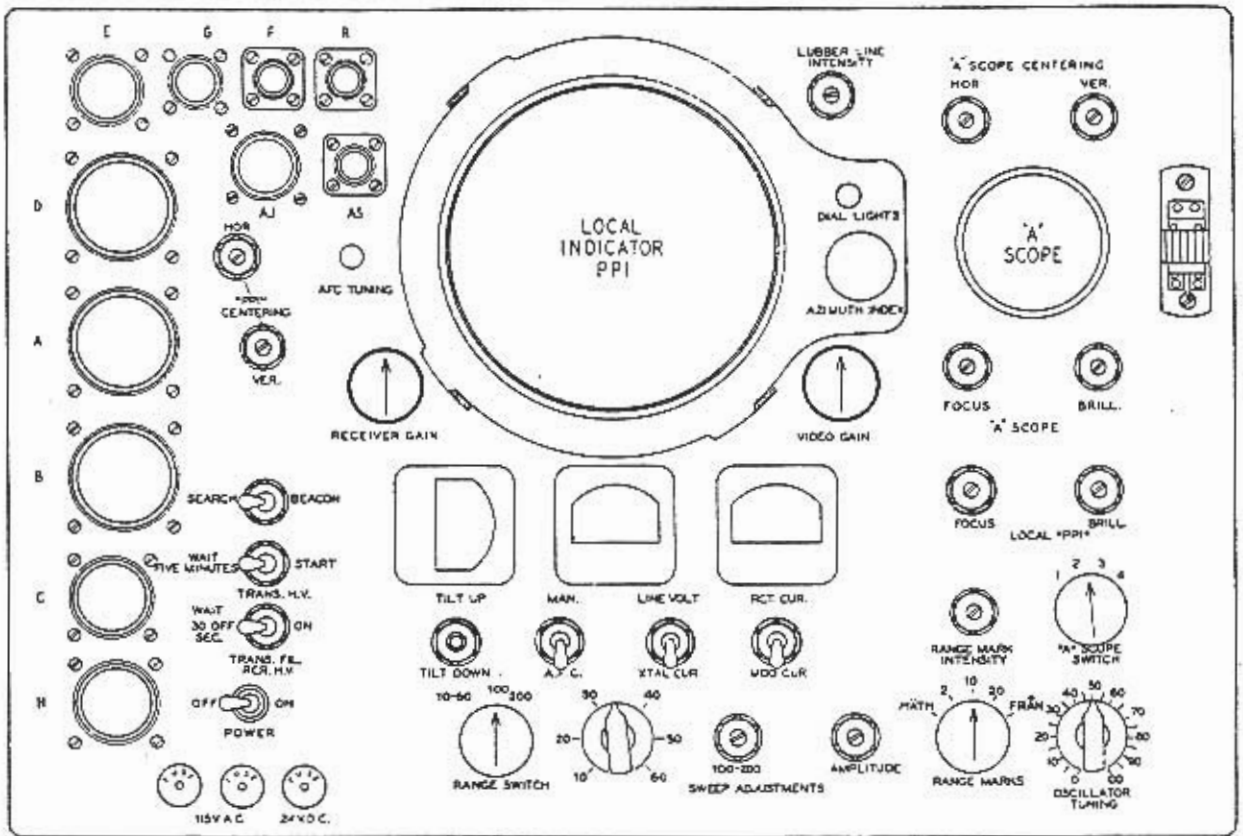


BILD 8 Manöverorganen på huvudindikator och manöverlåda

## AN/APS-15 original

### APS-SERIEN

Eftersom förf hade tillfälle flyga med AN/APS-15 och stationen ingick i en serie "APS:ar", varibland PS-18/A och PS-19/A, REF 5 och 6, skall utrymme ägnas åt denna grupp amerikanska flygburna radarstationer. A står för Airborn - flygburen, P för Pulse-modulated - pulsmodulerad och S för Search - spaning. Engelsmännen, som 1942-43 upplevde så stora framgångar med sin "H2S", REF 5 sidan 1, gav tydligen sin allierade del av alla detaljer. Man synes ha fördelat uppgifterna mellan sig så att amerikanerna fått ta sig an just APS-koncepten och komponenterna för 3 cm:s våglängd. Man kan föreställa sig den frenesi med vilken man angripit detta alldeles nya område varvid forskning och utveckling i praktiken var samma sak.

Förf har ej kunnat finna litteratur om förloppet men har fiskat i olika delar av MIT:s Radiation Lab Series, REF 4. Idéer till flygradarkoncept måste formligen ha sprutat in och angripits samtidigt. Koncepten har bearbetats, kanske stöpts om, kanske lagts ner, nya idéer har tagits upp. Allt inom en mycket kort period sent 1942 till tidigt 1945.

AN/APS-2 synes ha varit en mycket tidig rundspanande station. Antennen övertogs av AN/APS-15.

AN/APS-3 = PS-19/A i svenska fpl Tp 47 Catalina, REF 6. 35 kW, sektorspaning framåt, lob 4 °, B-skop 12,5 cm. Ytspaning mot fartyg, hjälp vid bombattacker mot konvojer, navigering, fyrfunktion. Relativt

tidig.

AN/APS-4 = PS-18/A i svenska fpl S 18/A, REF 5. 35 kW, sektorspaning framåt, lob 6 °, B-skop 6,5 cm, miniatyrrör. Ytspaning mot fartyg, varning för fpl framifrån, navigering, fyrfunktion. Det 2:a världskrigets sista månader.

AN/APS-6 Sikte för kulsprutor, spiralavsökning, C-skop, SM-enhet och modulator lika dem i AN/APS-3.

AN/APS-10 förenklad lättviktare i mycket som AN/APS-4 men rundsökande, cosecantkvadratlob 6 ° vid i horisontalled, se nedan. 10 kW, PPI 12,5 cm. Navigering, stormvarning, fyrfunktion. För transportfl. Färdig först efter kriget.

AN/APS-13 stjärtvarnare, dm-våglängd.

AN/APS-15 35 kW, rundspanande med kvasicosecantkvadratantenn 3 ° vid i horisontalplanet, PPI 12,5 cm, modulator från AN/APS-3 liksom viss elektronik. Navigering, fyrfunktion, bombsikte. Avgörande insats under krigets sista 9 månader.

### ANTENNEN I AN/APS-15

BILD 9 visar den antenntreflektor, som vi kallade original. Förf vill tro att man först byggt antennen med en hel cirkulär parabolspiegel så som i BILD 1, förmodligen för AN/APS-2. Man har sedan funnit att loben var för smal i vertikalled för att täcka tillräckligt stor markyta från högre flyghöjder. Man har då monterat på en halv parabol, vinklad för att rikta energi i en brantare lutning nedåt, (fan beam). Energin från den "gamla" parabolhalvan går rakt fram som förut (pencil beam). Vardera strålen bör ha varit 6 ° i vertikal-

led eftersom resp parabol var hälften så hög. Vid vissa försök för Marinen med en original AN/APS-15, monterad i helikopter Sikorsky S 55, kunde förf konstatera en vid täckning av markytan från långt bort till nära hkp. Dock fanns en tydligt mörkare zon med svagare ekon mitt i avståndsområdet. Närmare hkp var ekon mycket intensiva. Förf vill tro att antenndiagrammet sett ut som han skissat i BILD 9. De två strålarna har varit ungefär lika starka varvid den undre åstadkommit mycket starka ekon på de kortare avstånden. Den mörkare zonen mitt i området tyder på att strålarna legat relativt åtskilda.

BILD 10 visar den antenn, som senare kom att föreslås för AN/APS-10. Den har ett smalare paraboliskt format band, som riktar en mindre del av energin nedåt. Det smala bandet ger stor vertikal strålvidd och man har lyckats så väl att ekon får nära samma intensitet från långt bort och nära.

#### ANTENNSTABILISERING

Den roterande antennen kunde stabiliseras i horisontalplanet så att strålen kom att svepa runt i samma lutning oberoende av flygplanets tillfälliga läge i roll- eller loopingplanen. Dessutom kunde PPI-bilden stabiliseras så att den oberoende av flugen kurs alltid hade norr ( $0^\circ$ ) i ett fast läge uppåt. BILD 8 visar manöverorgan för "TILT STAB" för lutningsstabiliseringen och "AZ STAB" för orienteringen.

Lutningsstabiliseringen styrdes från ett horisontgyro, som påverkade en särskild motor i antenngaffeln. Medelst länkar överlagrades stabiliseringen på den manuella

lutningsinställningen. Man kunde alltså fortfarande välja lutningsvinkel manuellt.

Orienteringen styrdes från en gyrosynkompass och påverkade en motor, som vred bäringsdifferentialens stator, så att avståndssvepets sinus- resp cosinuskomponenter alltid rättade sig efter geografiska norr.

På detta sätt förblev PPI-bilden homogen och klar oberoende av flygplanets rörelser. Och piloten kunde tillåta sig undanmanövrer utan att behöva tänka på att hålla PPI-bilden stadig.

#### BOMBSIKTE

Man kunde snart konstatera att 3-cm:s-radar gav en väl avläsbar bild av t ex städer, hamnar och industrier. Dessutom av större naturformationer såsom kuster, flodmynningar, berg och floddalar. Räckvidden mot städer säges ha varit ca 170 km. Man kunde således navigera friflygande, identifiera mål och utlösa bomber på en definierad position. Och det nya var att det kunde ske i mörker eller genom molntäcken.

AN/APS-15 var försedd med reglerbara kortare avståndssvep och inställbart mätmarke för att höja noggrannheten i positionsbestämningen. Det var nu fråga om ytbombning från armador av stora fpl. AN/APS-15 fanns i ett mindre antal fpl inom armadorna. De tjänade som navigatörer, "stigfinnare", och kommunicerade instruktioner till de övriga.

REF 9, F10 AKTUELLT, citerar Barkåkra församlingsblad från våren 1944, som berättar om en Flygande Fästning B 17 G, som nödlandat vid Vejbyslätt den 11 april detta år. Planet hade deltagit i räd mot Tyskland

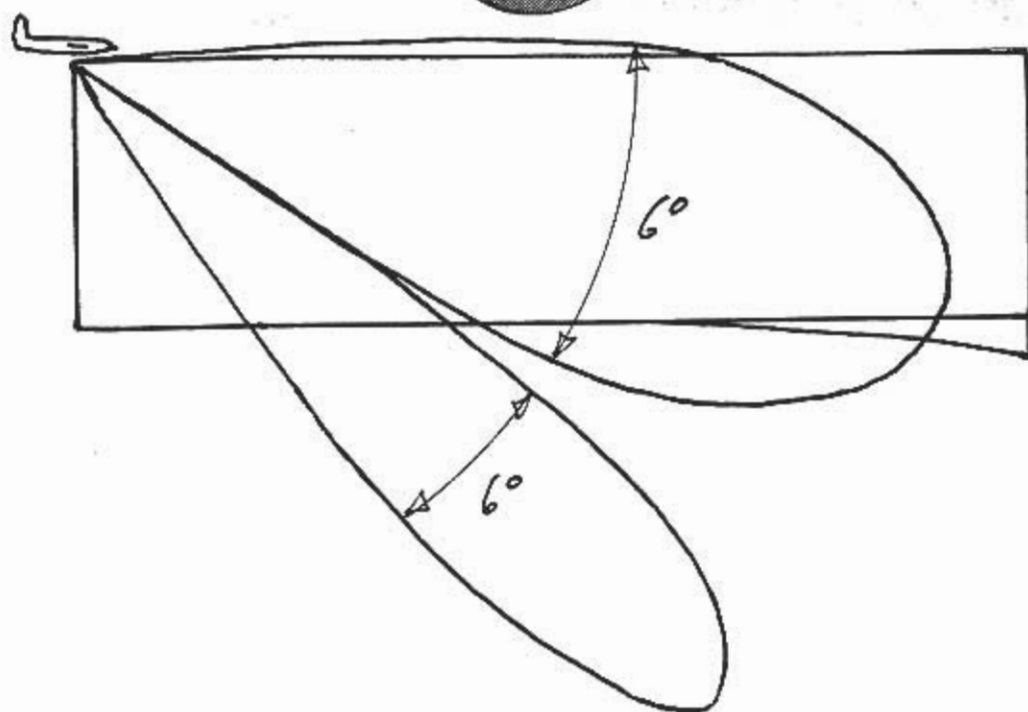
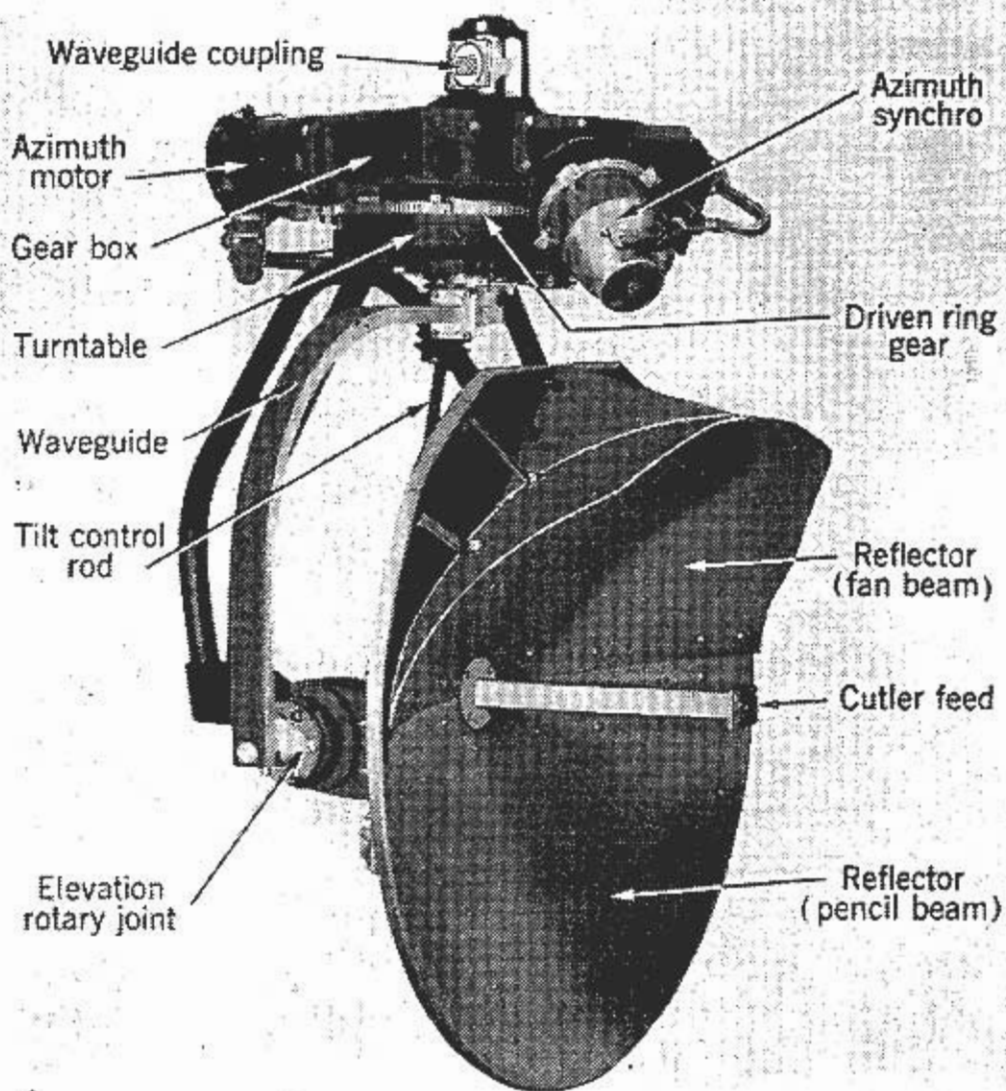


BILD 9 Antennen i AN/APS-15 och dess diagram så som förf föreställde sig det, inritat i samma skalförhållanden som i BILD 10. Övre bilden från REF 4.

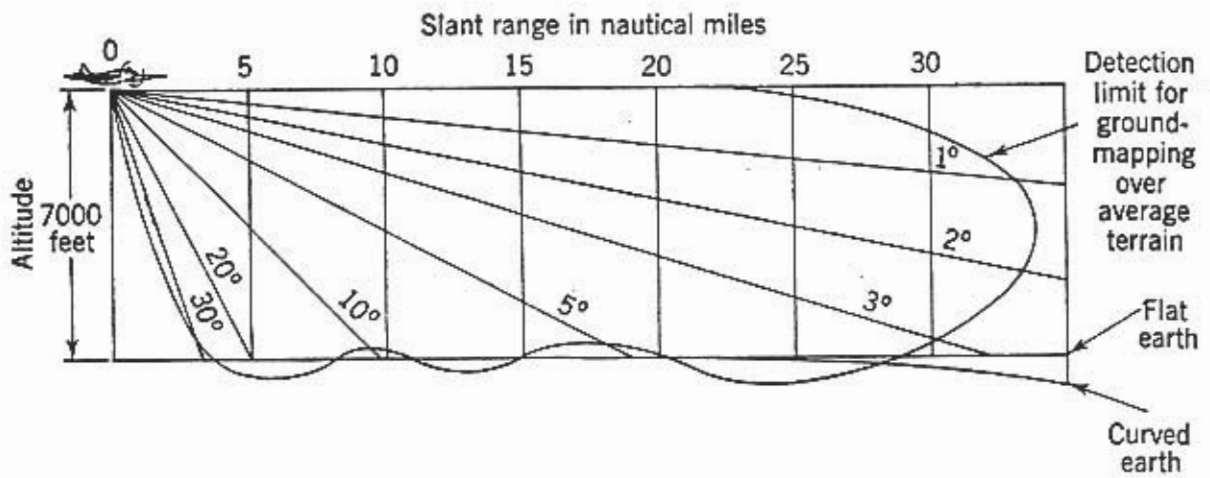
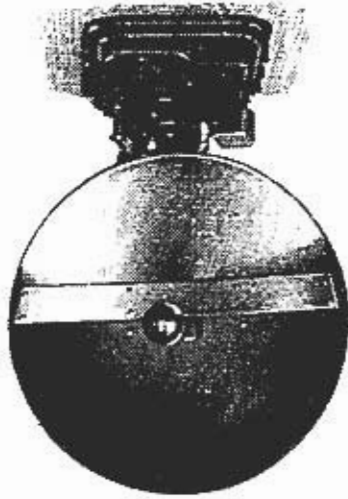


BILD 10 Cosecantkvadratantenn från AN/APS-10 och dess strålningsdiagram.  
Bilder från REF 4.



och var på återväg. Det hade beskjutits över Danmark och över Skåne, tappat orienteringen och valt att gå ned. Planet landade intakt och kunde flygas därifrån. Man skriver emellertid: "Sannolikt var detta planet det första med ett helt bombsikte, vilket teknisk personal ur flygvapnet senare konstaterade med glädje". Vid den tiden hade man order att förstöra hemlig utrustning vid nödlandning eller störtning utanför eget territorium. Därför det unika i att få grepp om en hel apparatur. Får man gissa att bombsiktet var en AN/APS-15? I så fall en av de första, som satts in i företag över Europa.

#### NAVIGERINGSSYSTEM H

För navigering över fiendeland utvecklades undan för undan navigeringssystem. De baserades på erfarenheter från långvägigare system, grundade på samverkan mellan två eller tre markstationer och uppbyggnad av hyperbelformade flygstråk.

Till en början hade man frågestationer på marken, som i system "Oboe". De sände ut en pulsad fråga, fpl svarade medelst en särskild mottagare och sändare. På marken bearbetades svaret och besked kommunicerades till fpl. Man mätte skillnaden mellan de två avstånden, jmf BILD 11. Om skillnaden hölls på ett visst konstant värde beskrev fpl en hyperbel uträknad att leda över målet.

I Oboe måste många människor samverka och kommunicera upprepade gånger med ett fpl åt gången under anflygningen och med endast ett fpl i taget. Det sägs att svårigheterna att få allt att stämma gav

namnet efter det besvärliga musikinstrumentet.

System H använde fyrfunktionen i AN/APS-15. Stationen i fpl sände ut frågepulsen under antennens rotation. De två markstationerna, fyrarna, tog emot frågepulsen, som kändes igen på sin längd, 2 us. De svarade omedelbart med ett kodat pulståg, som AN/APS-15 tog emot p s s som ett eko och indikerade i avståndssvepet. Mera om fyrfunktionen finns på sidan 5 i REF 5.

Tanken hade väl varit att indikera en konstant avståndsskillnad i fpl och följa en hyperbel men det blev enklare. Fpl kunde föras fram till det avstånd som i förväg var uträknat för den ena fyren (Cat beacon), se BILD 11. Väl där girade man så att denna fyr hölls i bäring 90°, exempelvis om styrbord. Med bibehållet avstånd flög man då på den cirkel, som ledde över målet. Samtidigt indikerades den andra fyren (Mouse beacon). När den kom på rätt avstånd var man på plats. I indikatorn kunde man se en sådan bild som i BILD 11. Den motsvarar fpl:s läge i kartan ovanför.

Noggrannheten hos AN/APS-15 anges till 100 m både i radar- och i fyrfunktionen. Därvid använde man kortast möjliga avståndsområde. Mätmärket utnyttjades och kunde vevas fram och tillbaka mellan svars-signalerna för kollationering av avstånden. Fördelarna hos System H var uppenbara. Varje fpl med AN/APS-15 eller annan 3-cm-station kunde självständigt utnyttja fyrarna oberoende av varandra och när som helst. Indikeringen fanns på skärmen så länge fyrfunktionen var inkopplad. Det var enkelt

att förstå systemet och hanteringen avvek ju ej från den normala manövreringen av radarn. Troligen har man flugit an med System H och övergått till radarspaning i slutfasen för att bekräfta position eller välja detalj i målet. Inget hindrade att man alternerade mellan radar- och fyrfunktionerna på vägen.

BILD 11 antyder användningen av System H för attack mot Essen i Ruhrområdet. Man har också uppgivit att det utnyttjades med AN/APS-15 i Ardennerlaget.

Allteftersom invasionen trängde djupare in på kontinenten kunde man flytta fyrarna efter. De var små och lätta, krävde blott några få watts sändareffekt.

#### RADOMEN

Radomen måste betraktas som en komponent ingående i det totala radartekniska konceptet för AN/APS-15. Materialet fick ej dämpa radioenergin, ej heller bryta eller reflektera den. De elektriska fordringarna krävde tunnast möjliga skal av normalt mekaniskt svaga material. Krafterna från fartvinden nödvändiggjorde en starkt byggd kupa eftersom radomen stack ut ur flygkroppen på tvären mot flygriktningen. Man kompromissade genom att täta radomen och alla ledningsgenomföringar och trycka upp den med luft. Detta räckte för att förhindra bucklor och brott.

#### Slutord

Låt oss se tillbaka på perioden sent 1942 till 1945 och på tillkomsten av AN/APS-15 och därvid gå baklänges. I början av maj

1945 slutade det 2:a världskriget. Då hade AN/APS-15 tjänat i det strategiska bombflyget i 9 månader. Den var alltså färdig och under installation i de Flygande Fästningarna B 17 sommaren 1944. Installationerna måste ha tagit sin tid och dessförinnan ritning och planering. Tillkommer utprovning och utbildning av flygplanbesättningar och strateger. Om vi radartekniker främst beundrade utvecklingen av mikrovågs-komponenterna och elektroniken får vi inte glömma den insats som tillverkarna gjorde. Vågledartekniken, vi kallade den för rörmokeriet, var alltför svårbegripligt för de traditionella radioproducenterna. Man var tvungen bilda helt nya företag för att få dem tillverkade. Godset i t ex vridbord och dess motorer skulle gjutas och krävde komplicerade, unika formar, som ej togs fram från ena dagen till den andra. Anslutningsdonen är fortfarande i dag problembarn. Då gav inslaget av koaxialkablar och högspänningsledare och motsvarande anslutningsdon nya problem. Om engelsmännens H2S hade varit en labprodukt synes AN/APS-15 varit en färdig konstruktion gjord för produktion. Tillkommer skrivandet av handboken och den breda utbildningen av så många tekniker. Det är svårt att förstå hur man klarat detta på 1½ år.

Den nya tekniken var mycket intressant och spännande. Så länge fiendemakten var efter med radartekniken hade man ett mycket kraftigt övertag, vilket måste ha entusiasmerat alla inblandade.

I Sverige hade man svårigheter att riktigt anamma det nya instrumentet. Vi tyckte förstas det var roligt att dupera dem,

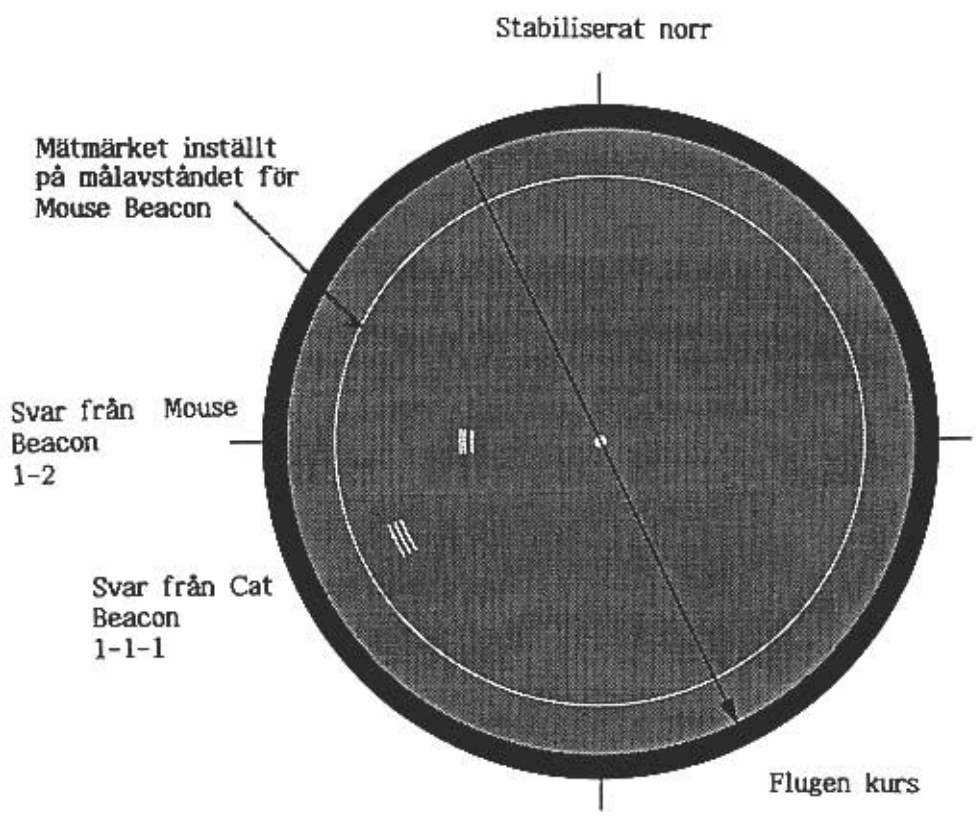
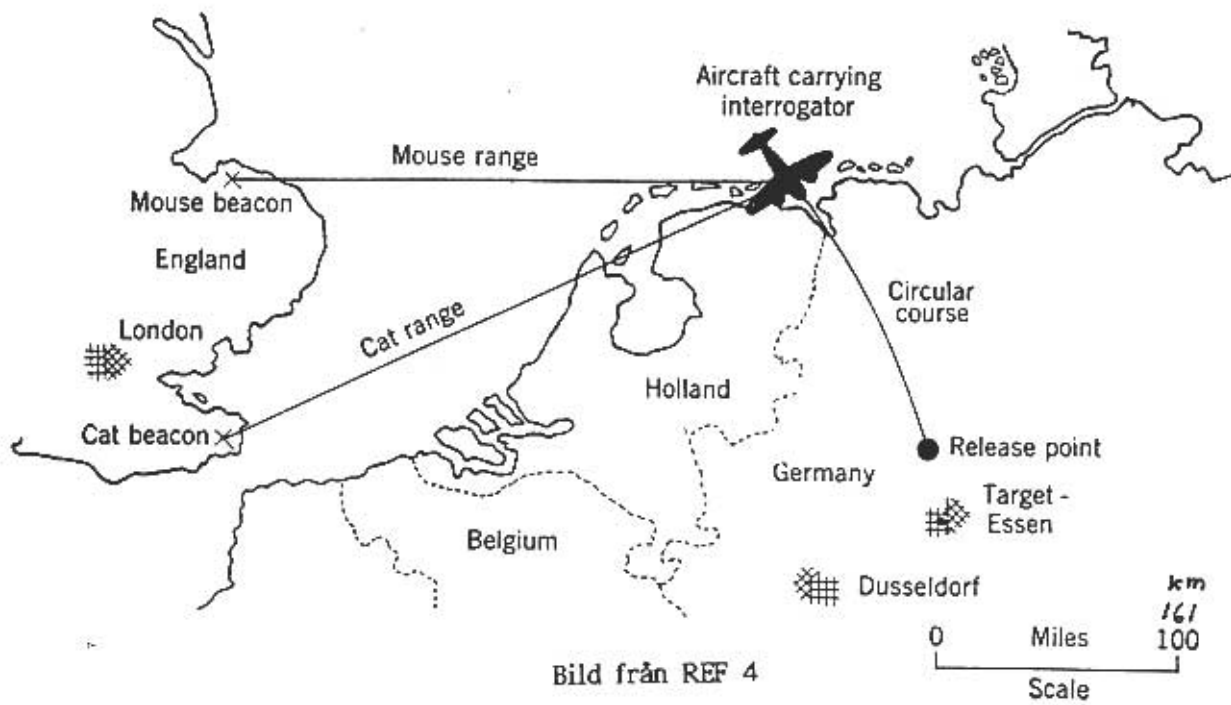


BILD 11 Navigationssystem H. Flygplanets radar frågar och fyrarna svarar.

som ej ville tro på våra iakttagelser när vi med radarn tittade ut i det fjärran, normalt osynliga. Väderradarn breddade användningen av den nya tekniken till spaning, icke mot vapenbärare men mot naturfenomen, som man normalt ej kunde iaktta så i detalj. Trots spänningen under "det kalla kriget" hade vi ändå inte samma brådska som de krigförande hade haft men arbetet med märkvärdigheten radar engagerade mycket starkt och man kände sig privilegierad att få bidra till framsteg inom det nya fackområdet.

---