



# Försvarets Historiska Telesamlingar Marinen

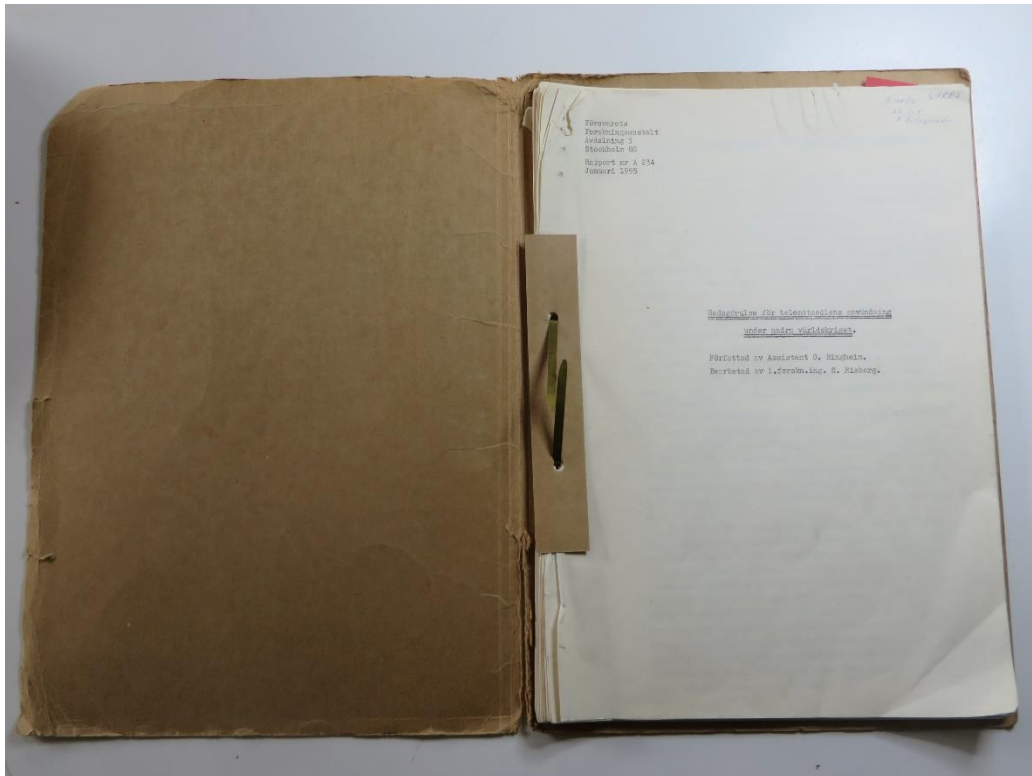


2017-05-15

## Redogörelse för telemotmedlens användning under andra världskriget

*O Ringheim och S Risberg*

M 01/2017



## Förord

Den rapport som återges här är framtagen vid FOA 3 i mitten av 1950-talet och utgör en sammanställning av uppgifter hämtade ur öppna källor och redogör för hur radiokommunikation och radar och motmedel mot detta användes under andra världskriget av de krigförande nationerna. Den ger en intressant inblick i vilka resurser som sattes in både för medel och motmedel och med vilken snabbhet många tekniska lösningar togs fram. Den visar också vådan av ovarsamt hanterande av utrustning, vikten av att få fram materiel snabbt, risken att bli omsprungnen om man inte hela tiden lyckas finna ut vad motståndaren har o s v.

Rapporten återfanns bland de handlingar som Nils Gille lämnade efter sig. 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 signalspanningsmateriel. Han var känd för att samla på sig handlingar och hade när han gick i pension 1995 tre stora kassaskåp fyllda med hemliga handlingar och skrifter och hade även sparat en hel del ohemligt. Gille deltog efter pensioneringen aktivt i arbetet inom FHT:s maringrupp med att dokumentera denna materiel och har publicerat flera FHT-skrifter.

Denna rapport har vid förnyad genomläsning bedömts som ett mycket intressant historiskt dokument och värt att publicera som en FHT-skrift. Den har därför skannats in och genomgått en begränsad redigering innan den nu ges ut. Samråd med FOI har tagits.

Sist i dokumentet har lagts till en nekrolog över en av författarna publicerad i Dagens Nyheter 2005-07-10.

Malte Jönson

Medlem i FHT maringrupp

Försvarets Forskningsanstalt

Avdelning 3.

Stockholm 80

Rapport nr A 234.

Januari 1955

## **Redogörelse för telemotmedlens användning under andra världskriget**

Författad av Assistent O Ringheim.

Bearbetad av 1.forskningsingenjör S Risberg.

## Redogörelse för telemotmedlens användning under andra världskriget.

### I. Allmänt.

Militärt tänkande och handlande bygger i stor utsträckning på underrättelser. Man vill veta, vad man har emot sig. En väsentlig förutsättning för krigföringen är vetenskaplig underrättelsetjänst med vetenskaplig bearbetning av signalspaningsresultat. Dr Jones säger härom /2/: "Även om den vetenskapliga underrättelsetjänsten blott i ringa grad kan bidra till seger skulle det med säkerhet innebära en nationell olycka om den icke lyckas att i rätt tid upptäcka fiendens nya vapenuppfindingar ..... har man blott upptäckt de vetenskapliga principerna för fi utrustning är det sedan lätt att förstå hur han tänker använda den - man har avslöjat hans taktik och strategi".

Väl medvetna härom gjordes, särskilt av de allierade, stora ansträngningar att utforska motståndarens tekniska framsteg och att komma med motåtgärder mot dessa. Oftast var det en kapplöpning med tiden, en kapplöpning som animerade militärer och forskare till förnämliga prestationer. Alla sökte överträffa varandra i uppfinningsrikedom och list. Det fordrades stor militär klarsynthet och tekniskt kunnande samt, det kanske allra svåraste, ett intimt samarbete mellan militärer och vetenskapsmän.

Föreliggande redogörelse avser att belysa de krigförande parternas insatser inom telemotmedelsområdet.

Signalspaningen har anor sedan första världskriget. Britterna var då de första att inse betydelsen av detta slag av underrättelsetjänst. Sålunda kunde amiralitetets signalspaningssektion, OB-40, med 1500 anställda, genom att avlyssna, s.k. "olovlig signalering" (återbud från tyska off till en fest i land) sluta sig till tyska flottans avgång före slaget vid Jylland /3/.

Under andra världskriget hade britterna, förutom radarspaningskedjan "Chain Home", upprättat signalspaningsstationer, s.k. "listening stations" eller "watchers", längs kusten i söder och öster. Ett betydelsefullt uppdrag för dessa stationer blev att utspåna tyskarnas blindbombningssystem — en uppgift som löstes av en av RAF den 11.9.1939 tillkallad fysiker, professorn vid universitetet i Aberdeen, Dr. R.V. Jones /2/. Efterhand som störsändare m.m. började utnyttjas för krigföringen, blev den brittiska motmedelstjänsten alltmer omfattande. Vid krigsslutet omfattade motmedelsorganisationen enbart vid RAF 10 000 personer /4/, varav 4000 tekniker. Flygeskadern för motmedel, "Group 100", omfattade 1944 14 div. /1/, varav 4 div. var 4-motoriga bombplan och 7 div. långdistansplan av typen Moskito /4/.

Det kan här vara av intresse att anföra Öl. Combaux /5/ uppfattning om motåtgärdernas effektivitet. Han anser att insatsen ledde till att den tyska flygande personalen blev helt

demoraliserad. Under de tider då störningen var som mest intensiv vågade personalen inte lita på sina radiotekniska hjälpmedel.

Som exempel på signalspaningens omfattning kan nämnas, att den brittiska organisationen i en enda fast installation använde över 70 km koaxialkabel (varav 60 km inomhus), 5000 jackar för koaxialkabel, 45 km 4-ledar lf-kabel och 12000 kopplingspunkter för lf-kablar /6/.

Den brittiska teleindustrin sysselsatte totalt 1/200 av folkmängden /5/.

Före kriget bedrevs i USA arbetet på telemotmedel av resp. arméns och flottans laboratorier. ~~Efter anfallet mot Pearl Harbor den 7/12 1942 uppstod krav på en samordning av motmedelsarbetet.~~ I slutet av dec. 1941 fick NDRC (National Defense Research Committee) i uppdrag att bedriva sådant arbete. Till en början förlades detta till MIT (Massachusetts Institute of Technology), som var centrum för radarforskningen. Denna första arbetsgrupp stod under Ledning av Dr F.E. Terman, och den döptes till RRL (Radio Research Laboratory). I mars 1942. flyttades gruppen till Harvard-universitetet. Genom MIT-specialisternas radarforskning och RRL-gruppens samtidiga motmedelsforskning skapades såväl effektiva motmedel mot fiendens radar som skyddsmedel mot fiendens störning av den egna radarn. Fram emot slutet av 1942 bildades en ny avdelning inom NDRC, "division 15". Denna skulle ensam svara för allt motmedelsarbete. Som chef för avdelningen utsågs dåvarande chefsassistenten vid General Electrics forskningslaboratorium dr C.G. Suits. För att hålla den stridande personalen à jour med de av motmedelstjänsten utvecklade apparaterna, upprättades sedermera en underavdelning i Great Malvern, England. Denna fick namnet ABL-15 (American Brittish Lab.) En liknande organisation tilldelades general Mac Arthur. Denna kallades Section 22 och bestod av amerikaner och australier samt förlades till Manila. Division 15 högkvarter var förlagt till Schenectady, N.Y.

Radio Research Laboratory synes ha utfört den väsentliga delen av det erforderliga utvecklings- och forskningsarbetet rörande amerikanska telemotmedel. Dess omfattning belyses här av några siffror:

	Totalt antal anställda	Därav forskningspersonal
Oktober 1942	205	78
Juli 1943	475	165
Januari 1944	744 <sup>1)</sup>	214

1) Inkl ABL-15-gruppen

NDRC, div. 15, utlade kontrakt till RRL för 16 milj. dollars avseende forskning på radarmotmedel. 1 milj. dollar tilldelades ABL-15 och 7,5 milj. för radarmotmedelsforskning på andra laboratorier. 6,5 milj nedlades på forskning för övriga telemotmedel

/8/. Enligt fransk källa uppgick anslaget för anskaffning av flygets telemotmedel till 300 milj. dollar /4/.

I Tyskland lade man i krigets början huvudvikten vid underrättelsetjänst och signalspaning. Redan före kriget hade de ett omfattande nät av rapportörer. Efter invasionen upptäckte och tog amerikanerna inte mindre än 1126 agentsändare i Frankrike /5/. Spaningen gav dem viktiga upplysningar angående fi truppkoncentrationer, t.ex. före inmarscherna i Frankrike och Ryssland, luftläget under de allierades bombattacker och resultatet av bombanfallen mot London. Detta senare uppnåddes genom att man på metervåg kunde avlyssna polisbilarnas trafik. Tyskarna var f.ö. de först att upptäcka och dra nytta av jonosfärreflektioner mot det s.k. sporadiska E-skiktet, E<sub>s</sub>. Genom signalspaning fick de även förvarning om kommande anfall redan innan planen startade. Britterna provade nämligen sin IK-apparatur före varje start (IK = igenkännings-signalering). Signalspaningen gav även tips om den kommande invasionen /7/. Vid midnatt den 5 juni lyckades de nämligen delvis tolka den kod som motståndsrörelsen i Frankrike använde för sin trafik med England. De erhöll därigenom uppgifter, som tydde på en nära förestående invasion /7/.

Under krigets senare skede inriktade tyskarna sina ansträngningar på att få fram skyddsmedel mot de allierades radarstörning (remsor och störsändning). Räknar man med att 50% av de tyska teknikerna var sysselsatta med skyddsmedel mot remsstörning (tyskarna uppger själva 90%) skulle antalet sådana tekniker uppgå till 4000 (som jämförelse påpekas tidigare nämnt förhållande att amerikanerna hade 200-800 man på forskningsarbete rörande motmedel). Ett pris på 700.000 RM, skattefritt, uppsattes åt den, som kunde finna ett effektivt skyddsmedel /14/.

I dec 1941 fick gen. Martini i uppdrag att leda skyddsmedelsforskningen (gen. Martini var tillika chef för FV kommunikationsavdelning och generalkommissarie för radioindustrin). Som chef för radioforskningen utsågs generalkommissarien för Hf-forskning Dr Plendl och senare Dr A. Esau.

1941 utfördes en "Rü-Funk-Aktion" som hemkallade 15 000 tekniker från fronten /9/.

## **II. Motåtgärder mot radiokommunikation**

Under kriget användes radiokommunikation i alltmer ökad omfattning till lands, till sjöss och i luften. Ordergivning, artillerieldledning, rapportering, jaktstridsledning m m, var mycket beroende av radioförbindelser. Som exempel kan nämnas, att en brittisk inf. fördelning före kriget utrustades med 74 radiostationer, vid krigsslutet uppgick antalet till ej mindre än 900! Totalt hade brittiska armén 600.000 sändare /6/. En fransk pansarfördelning hade 1000 och ett rekognosceringsregemente 160 radiostationer, förutom de som kom till användning för

flygsamband. Den amerikanska 45000-tonnaren "Iowa" hade icke mindre än 80 radioanläggningar plus viss spaningsapparat och Sonar /5/. (Sonar var en hydroakustisk anläggning, som bl.a. kunde användas för upptäckt av ubåtar). Sonar = Sound NAVigation and Ranging.

Radioförbindelser kan avlyssnas, störas och/eller utsättas för vilseledande signalering. Sändare och mottagare som utstrålar Hf-energi kan lokaliseras genom pejling, Sålunda finns exempel på, att pejling utförts på utstrålade signaler från radarvarnare ombord på tyska ubåtar, som därigenom lokaliserats och sänkts. Ett annat exempel är ubåten U-66, som då den befann sig i höjd med Kap Verde-öarna, vid ett tillfälle utförde en sändning om 15 sekunder. Trots den korta sändningstiden hann inte mindre än 26 pejlstationer på båda sidor om Atlanten att med HF/DF (Huff-Duff) /10/ få bäringar som ledde till lokalisering och sänkning av ubåten /7/, /17/.

Signalspaningen ger tre viktiga upplysningar nämligen:

själva existensen av en sändare eller strålande mottagare, sändarens läge och, ibland, sändningens innebörd.

Kontinuerlig spaning med panoramamottagare i förening med registrerande apparatur avslöjar ofelbart sändning. Upptäckta sändningar gallras av skickliga spanare, varvid trafikmetoder, operatörernas och materielens egenheter och beskaffenhet m m, ger god vägledning för identifiering. Ständig övervakning av hela frekvensspektrat kräver dock stort uppbåd av personal och materiel vid manuell signalspaning. Därför torde panoramamottagare, som på bråkdelen av en sekund genomsöka ett tilldelat band vara outhärliga, särskilt för upptäckt av mycket kortvariga sändningar /7/.

Vad kan man göra för att undvika avlyssning och störning? De krigförande följde i huvudsak följande linjer::

1. Anpassning av våglängd och effekt så att tillräcklig fältstyrka om möjligt uppnåddes endast på önskad mottagningsort. För att underlätta valet av rätt våglängd och effekt upprättade de allierade det numera världsomspännande nätet av jonosfärobservatorier som med sina kort- och långtidsprognoser gav värdefulla förutsägelser om de ungefärliga områden där en signal på viss frekvens och med viss effekt kunde mottagas. Man utnyttjade prognoserna bl.a. vid planering av förbindelser inom Atlantkonvojerna. Genom att använda c:a 120 m våglängd lyckades de i avsevärd utsträckning undandra sig den tyska signalspaningen.

Tyskarna använde även en annan metod för val av rätt våglängd. Deras fartygsstationer avlyssnade den fasta trafiken exvis från kuststationerna, och då någon signal gick in särskilt bra passade de på att sända sina telegram på en i gällande frekvensalternativ närbelägen frekvens /7/.

2. Nedskäring av sändningarnas längd. Utvecklingen gick mot snabbsändningsförfaranden. Ett sådant system var Romac-systemet, som använder sig av fotoceller och oscillografregistrering. Man uppnådde överföringshastigheter av c:a 3000 ord minut, dvs. en text på 10 ord tog endast 1/50 sekund att överföra /7/.

3. Riktantenner. Utnyttjandet av allt kortare våglängder gjorde, att man med antenner lämpade för fältbruk kunde uppnå hörbarhet inom tämligen smala sektorer. Amerikanerna använde t ex en flerkana ls radiolänkstation (AN/TRC-1) /5/. Tyskarna hade en intressant radiolänkförbindelse mellan Grekland och Cyrenaica med endast en relästation på Kreta. Trots att hoppet över Medelhavet var 300 km fungerade förbindelsen oklanderligt.

4. Kryptering. Det finns icke mycket publicerat härom. Man kan endast antaga att de moderna, automatiska och snabbverkande metoder som användes var tillfredsställande.

5. Nyare och effektivare moduleringsmetoder. Detta underlättade även krypteringen.

Fram till 1943 använde RAF och Luftwaffe kortvågsbandet 50-100 m för jaktstridsledning. Detta förhållande ledde till att det engelska bombflyget kunde använda sina ordinarie trafiksändare för vilseledning och störning. Så skedde dock icke förrän i december 1942 då britterna började sin kommunikationsstörsändning. Orsaken till dröjsmålet var en allmän uppfattning att man icke skulle störa fiendens kommunikation och därmed riskera störning av egna förbindelser. Mot slutet av 1942 ansåg man dock läget vara sådant att störning kunde tillgripas. Till en början användes de vanliga sändarna. Man lät en mikrofon uppfånga motorbullret och använde detta för modulering. Förfarandet gick under täcknamnet "Tinsel" /13/. Eftersom tyskarna blev störda sökte de korta ned sändningstiden genom att använda klart språk. Britterna lät då tysktalande operatörer följa med i bombplanen i det dubbla syftet att dels kunna avlyssna vilka kanaler som skulle störas och dels ge falska order. Tyskarna tillgrep telegrafering och kontinuerlig sändning (musik) med kortare avbrott för ordergivning samt effektökning. Det brittiska svaret härpå blev att man tillgrep de starka kortvågssändarna tillhöriga BBC, General Post Office och Cable & Wireless. Under täcknamnet "Corona" utförde dessa sändare en vilseledning, som var så effektiv, att delar av det tyska jaktförsvaret helt desorganiserades. Särskilt bör deras första, överraskande insats under anfallet mot Kassel natten 22-23 oktober 1943 nämnas. De tyska piloterna flög då omkring på vinst och förlust, under det att jaktstridsledaren började utväxla svordomar med "spökrösten" från BBC. I sin förtvivlan försökte tyskarna använda kvinnliga "speakers" men



icke heller detta lyckades - engelsmännen hade förutsett knepet och hade tysktalande operatörer redo /7/.

Före operation "Corona" hade störsändare för "Tinsel" uppsatts vid Sizewell på engelska ostkusten samt i Dunwich och Deal, Kent. De båda sistnämnda gick under täcknamnet "Ground Grocer" och insattes första gången natten mellan den 26 och 27 april 1943.

Tyskarna gick senare över till UK (FuG 16 på c:a 40 MHz). För att möta denna åtgärd insatte britterna den markbaserade störsändaren "Ground Cigar". Denna togs i bruk 30-31 juli 1943 och användes till den 17 september 1944. För att nå längre in över kontinenten utrustade man fpl med störsändarna "Airborne Cigar" (se bilagans förteckning över störsändare). Dessa insattes första gången 7-8 oktober 1943 och var då modulerade som "säckpipa" (frekvensglidande toner). Dessa störsändare var i bruk till 19-20 april 1945. För att skydda bombformationerna utrustade man särskilda jaktplan med störsändare och panoramamottagare. Dessa mottagare automatiserades sedermera varigenom man kunde spara in operatörer. Varje operatör kunde handha upp till 3 st sändare. Så snart en signal mottogs började en av sändarna automatiskt att störa på den uppsnappade frekvensen. Den speciella motmedelskadern, "Group 100" företog 2477 uppstigningar och förlorade endast 77 plan. Invasionsdagen lamslogs den tyska jaktstridsledningen helt av "Cigar".

Amerikanerna sökte undkomma kommunikationsstörning genom att konstruera materiel för frekvensområde där störning icke så lätt kunde ske. Sålunda fick NDRC i uppdrag att utforma utrustning för 1200—2700 MHz. Den optiska förbindelsen mellan fartygsenheter till sjöss utbyttes mot kommunikation med liten effekt på 2700 MHz

Beträffande amerikanska undersökningar rörande radioförbindelsers störkänslighet anges på sid 88 i /8/: Omfattande praktiska störprov utfördes. Sålunda visade sig telegrafi A<sub>1</sub> vara motståndskraftigast mot störning. En sådan signal förmådde tränga igenom en upp till tio gånger starkare störsignal om den togs emot av en skicklig telegrafist. För att störningen skulle bli effektiv fordrades det att störsändaren kunde träffa rätt på trafikfrekvensen på några perioder när. Beroende på trötthetsgraden, som kunde ge en variation på 6-8 dB, innebar en utvilad skicklig telegrafist en förbättring av signal/störningsförhållandet med ungefär 12 dB. Efter att ha varit utsatt för störning i 20-30 minuter bortföll denna förbättring. Proven utfördes med olika modulationsmetoder, säckpipa, slumpvis nycklad telegrafi, mummel och brus. Bästa skyddsmedlet mot störning av talförbindelser var övergång till A<sub>1</sub>-telegrafi, För att komma ifrån telegrafister konstruerades en apparat bestående av sändare med nyckling medelst skrivmaskinstangenter och mottagare med registrering på band. Vid en nycklingshastighet av 10 wpm (50-takt) motstod detta system en brusmodulerad störnivå av 11 dB över trafiksignalen, dvs en förbättring av 14 dB jämfört med telefoniförbindelse. Detta innebar att en störsändare för störning av ovanstående apparatur måste ha en störeffekt som var 25 ggr större än för störning telefoni.

Redan 1940 hade tyska luftförsvaret i samband med tyska telegrafverket upprättat en signalspaningsorganisation. Denna omfattade även störsändare, t.o.m. flygburna, men, för att icke hindra den egna jaktstridsledningen fick de icke användas.

Eftersom radarn ofta var störd, var de uppgifter man erhöll från signalspaningen angående luftläget mycket värdefulla. De sk "Korfu-stationerna" som gjorde en synnerligen uppskattad insats, avlyssnade bl a trafiken inom de allierades bombförband och erhöll därigenom värdefulla tips angående bombmålen.

För att emellertid störa den engelska jaktstridsledningen under egna anfall konstruerades specialstörsändarna "Karuso" och "Starnberg". Tyvärr, säger tyskarna, blev dessa sändare färdiga så sent att bomboffensiven nästan upphört då de kom i bruk. Resultatet av deras insats var fötämmligen medelmåttigt under den korta tid de kom till användning. Då britterna sedermera gick över till UK insattes störsändaren "Karl II". Av denna typ upprättades 60 st i en "Stördorf" nära Dieppe. 90% av dessa förstördes genom amerikansk bombning i samband med förberedelserna för invasionen /4/.

I Frankrike placerade tyskarna ut störsändare för att hindra befolkningen från att lyssna till nyhetssändningarna från BBC. Detta lyckades aldrig (förmodligen på grund av utbredningsförhållanden) /7/.

Tyskarna använde störsändning redan 1914 för att hindra upptäckt av de båda fartygen "Goeben" och "Breslau" då dessa i augusti flydde till Turkiet. Under 1:a vkr synes dock kommunikationsstörningen ha varit minimal.

### **III Motåtgärder mot radar och IK**

1938 vid tiden för Münchenmötet (sept) hade britterna lagt ned 2 miljoner pund på ett radarförsvar, "Chain Home", som då nått en räckvidd av 240 km mot fpl. 1939 i september hade man spaning dygnet runt på en radarkedja som sträckte sig från Scapa Flow i norr till Portsmouth i söder, samtidigt som man inledde arbete på tillverkning av rör för cm-våg, magnetronen. I Frankrike installerades vid denna tid den första flygspaningsradarn och i Tyskland påbörjades serietillverkning av "Würzburg".

Tack vare att engelsmännen vunnit erfarenheter vid sina jonosfärmätningar och de, med hänsyn till den effekt som den tidens rör kunde lämna, valt den rätta våglängden, omkring 12 m, var de de första att ha ett utbyggt radarförsvar då kriget bröt ut. Med radar kunde de möta den första "Blitzen" och spara in 2/3 av sitt, på den tiden ganska fåtaliga jaktflyg.

Vid ett tillfälle, 15 september 1940, sköts t ex inte mindre än 185 av 500 angripare ned, 37%. "Radarn räddade England".

Men radarn är inget diskret vapen. Med sin höga effekt avslöjar den sin existens redan på långt håll. Med lämplig spaningsapparat kan man få veta dess frekvens, effekt och läge.

Britterna hade länge misstänkt att tyskarna måste förfoga över något slag av eldledningsradar. För att utforska denna sände de ut fpl för fotospaning och då de på ett foto över Bruneval hittat ett föremål som kunde vara en artradar företogs den 27 febr 1942 en kommandoraid mot dennas uppställningsplats /2/. Delar av apparaturen erövrades och man kunde rekonstruera stationens data. Detta medförde en del konsekvenser varom mera i det följande.

Mot slutet av 1942 upptäckte man att den tyska nattjakten hade radar.

Spaningsplan, s k "Wimpeys", sändes ut och man lyckades kartlägga det tyska radarförsvaret. Dessa radarspaningsplan hittade under krigets gång inte mindre än 740 radarstationer, vilket endast lämnade 6 kvar att upptäckas av marktrupperna. Mellan Dunkerque och Guernecey fanns t ex 120 större radarinstallationer vilka alla lokaliserades. Fpl, moskitos, hade även apparatur för anflygning på den tyska nattjaksradarn, typ Lichtenstein. I USA fick NDRC fram den första radarspaningsmottagaren i juli 1941. Den tillverkades av General Radio Co och omfattade området 70-1030 MHz. Denna mottagare, ARC-1 blev föregångare till de sedan allmänt använda mottagarna AN/APR-1 och AN/APR-4.

I augusti 1943 försågs den första amerikanska ubåten med spaningsutrustning och man började genomföra ett program som skulle förse alla fartyg från jagare och uppåt med RCM-utrustning<sup>1</sup>.

I Stilla Havet hade japanerna ett ganska glest utbyggt radarsystem, huvudsakligen på frekvenser mellan 70 och 200 MHz. Man bedömde det synnerligen viktigt att dessa stationer upptäcktes innan de själva upptäckte något mål.

Innan spaningsutrustning var allmänt införd på fartygen hade flyget försetts med sådan. Upptakten till de speciellt utrustade s k "Ferret"-planen var, att man p g a fotospaning hade anledning misstänka att japanerna hade en radarstation på ön Kiska i Aleuterna. En B-24 försågs med det senaste i spaningsväg. Besättningen lyckades kartlägga lämpliga inflygningsvägar och förse staben med värdefulla uppgifter. Detta var i december 1942. I mars påföljande år hade man Ferret nr 2 klar för insats i Medelhavet. Dess uppgift blev att kartlägga det tyska radarförsvaret på Sicilien och Sardinien före invasionen i Italien. Redan

---

<sup>1</sup> RCM = Radio (inkl radar) Countermeasures

tidigare hade britterna genomsökt Medelhavet efter radarstationer med sina Wimpeys som dock var enklare utrustade. De saknade sålunda antenner för anflygning, något som amerikanerna hade i sin pejlutrustning AN/APA-24 (70-750 MHz), senare ersatt med AN/APA-17 med roterande reflektor och som slutligen kom att täcka 70-10.000 MHz /8/. Första gången en fi radarsignal hördes på en amerikanskbyggd spaningsmottagare var i februari 1943 då Ferret nr 1, då stationerad på Adak, fick in signaler från den japanska radarn. Man lät då utrusta 2 à 3 fpl per div B 29 med spaningsmottagare. Ett exempel på NDRC arbete vid denna tid var det snabba anskaffandet av en ny avstämningsenhet till AN/APR-40. Spanarna hade endast möjlighet att spana ned till 100 MHz men misstänkte att japanerna använde lägre frekvenser. På 19 dagar hade NDRC försett dem med den nya avstämningsenheten, TN-1. Den först hittade signalen låg på 98 MHz.

Angående spaningens effektivitet vittna otaliga exempel. Då japanerna började använda radarutrustade torpedflygplan, typ Kamikaze, för att med hjälp av dessa leda anfall mot marina enheter kunde deras närvaro avslöjas i god tid och skyddsåtgärder vidtagas. På en vecka kunde 86 plan skjutas ned utan egna förluster. Även japanska fartyg med radar drog uppmärksamheten till sig och sänktes.

I Tyskland ökade de brittiska förlusterna på tyskarnas radarsignalspaning. De kunde avlyssna den engelska radarn och IK-utrustningen redan innan britterna startade och kunde därigenom i rätt tid koncentrera jakten på rätt ställe.

Genom att radarn nödvändigt måste ha hög känslighet för att kunna ta emot den svaga energi som ett eko innehåller är den lättstörd. Det fordras endast liten effekt för att störa, särskilt då det mål den skall upptäcka befinner sig på något avstånd från radarn.

Störsändning utfördes dels från markbaserade, dels från flyg- och fartygsburna störsändare. Radarstörning synes ha börjat i slutet av 1941 då britterna satte in störning från på kusten markbaserade störsända mot de tyska radarstationerna på kusten mot Dover för att därmed skydda sina konvojer.

På sommaren 1941 blev den brittiska ytspaningsradarn ASV (Anti Surface Vessel) färdig och sattes in i patrullplanen för ubåtsjakt. Som en parentes kan anmärkas, att denna radar senare blev ett farligt hot mot US Navy, i det att japanerna lyckades kopiera den.

Då tyskarna fick sin nattjaktradar "Lichtenstein" organiserade RAF ett motmedelsflyg. För att få tid att installera störsändare i motmedelsplanen tillgreps remsstörning, varom mera i det följande. Motmedelsflygets uppgifter var: att skydda bombplanen genom störning av jaktstridsledningen och radar, att tjänstgöra som nattjakeskort samt att bedöma effektiviteten av egna åtgärder och lyssna efter ev. nya frekvenser. Dessa plan var av typ Moskitos. Förutom störutrustning hade de anordningar för anflygning på såväl den tyska

nattjaksradarn som på de tyska radiofyrrarna. En taktik som tillkom senare var vilseledning med remsor för att splittra tyska jakten. Den tyska fjärrspaningsradarn hade vid denna tid en räckvidd av c:a 450 km. Mot metervågsradarn "Freya" och "Wasserman" användes 30 W störsändare typ "Piccolo". Det av tyskarna använda frekvensbandet 120-128 MHz var mycket smalt och deras radarsändare var svåra att ställa om för ny våglängd. Den allierade störningen lyckades därför synnerligen väl. "Würzburg" var däremot länge ostörd. Man kände icke till dess våglängd. Då britterna genom den tidigare omtalade kuppen mot Bruneval lyckades komma över delar till en Würzburg resulterade detta i en 12 W flygburen störsändare som automatiskt genom en sinnrik anordning på den tillhörande panoramamottagaren ställdes in på den uppsnappade frekvensen. Härigenom lyckades man täcka området 300-600 MHz med endast en operatör i fpl. Motmedelskaderns 4-motoriga bombplan medförde vart och ett ett totalt störsändare. Mot Lichtenstein användes 19 W störsändare.

Amerikanernas inträde i kriget innebar en ny giv för radarmotmedlen. Britterna hade informerat NDRC om behovet av störsändare och detta resulterade i den flygburna sändaren "Carpet I" (AN/APT-2). Den användes första gången den 8 oktober 1943 under en raid mot Bremen. 68 fpl försedda med 38 Carpet gjorde ett fullkomligt överraskande anfall och de allierade förlusterna sjönk till hälften. Fram till den 15 januari följande år företogs 23 sådana Carpetskyddade anfall.

Då tyskarna för att komma ifrån denna störning började pejla med stillastående dipol på sina Würzburgstationer blev Carpets ursprungliga antenn olämplig och anläggningen försågs med en "Fishhook"-antenn.

Till en början kunde på grund av mtrlbrist endast 9% av USAF förses med Carpet. Tillgången ökade emellertid och i september 1944 kom tusentals Carpet över till England. I december samma år hade 80% försetts med flygburna störsändare. Sålunda installerades 2000 Carpet I och 4000 Carpet III och 500 mottagare AN/APR-4. Taktiken var att 2 à 3 fpl per div (1 div = 12 fpl) försågs med vardera tre störsändare. Man använde först bredbandig störning, varvid sändare A täckte de första 7 MHz, sändare B nästa 7 MHz osv. Förlusterna för bombflyget, som tidigare varit c:a 7%, sjönk nu till c:a 3%.

Tyskarna införde då system "Wismar" vilket gjorde radarsändarna rörliga i frekvens. Systemet medgav frekvensväxling inom ett 150 MHz brett band (tidigare endast 20 MHz). De allierade kompletterade då med smalbandig störning med Carpet. För en div fpl utrustade med Carpet I och remsor hade förlusterna varit c:a 2,5%. Då smalbandsstörning infördes sjönk siffran till 0,4%. Då även den starkare sändaren Carpet III sattes in för smalbandig störning måste tyskarna tillgripa den effektivare radarstationen "Mannheim" /5/, som hade större effekt och avläsning med instrument i stället för katodstrålerör. Det allierade svaret härpå blev nyare och starkare störsändare.

Taktiken på detta stadium var att tre fpl per eskader eller ett per div medförde tre stycken Carpet samt spaningsmottagaren "Blinker" med vilken de först kunde göra en akustisk urskiljning av pulsrepetitionsfrekvensen för att därmed i första hand kunna koncentrera sig på störning av eldledningsradarn. Den tyska eldledningsradarn var så effektiv, att man räknar med att lv orsakade 2/3 av förlusterna; endast 1/3 orsakades av fi jakt. Under det att det taktiska bombflyget sällan bombade mål som skyddades av mer än 75 lv-kanoner hände det ofta att Carpetutrustade plan angrep mål som skyddades av 300 kanoner. Tyskarna räknade med ett nedskjutet plan per 400 skott före insatsen av motåtgärder; efter insatsen räknade de med ett plan per 3000 skott. I Ploesti i Rumänien, som var det näst starkast skyddade målet i Europa, fick man vid insats av RCM räkna med ett nedskjutet plan per 25 000 skott! Vid krigsslutet hade tyskarna 16 000 lv-kanoner av 88-105 mm kaliber och 4000 Würzburg (representerande en investering av 1 miljard dollar /14/. Air Ministry i England räknar med att från oktober 1944 och fram till krigsslutet nedgick det tyska luftvärnets effektivitet med 75%. Hade tillräckligt antal störsändare funnits hade eldledningsradar blivit helt lamslagen.

Från september 1944 till 7 maj 1945 företog USAF 30 000 uppstigningar med endast ½% förlust – orsaken var insats av RCM. Enbart 8:e flygstyrkan som var baserad i England räknar med att RCM åt dem sparade in 450 fpl = 150 miljoner dollar plus 4500 man (= kostnaden för "anti-lv-programmet"). I Italien var ungefär hälften så mycket flyg baserat och man kan räkna med motsvarande besparingar där.

Den vid krigsslutet använda taktiken var att två fpl per div hade vardera tre smalbandiga störsändare, de övriga hade 2 à 3 sändare vardera för bredbandsstörning. Dessutom var varje plan utrustat med 50 kg remsor.

### Tuba.

1938 hade Dr D. H. Sloan och L. C. Marshall i USA påbörjat försök med ett rör för höga effekter kallat resnatron. 1940 blev NDRC intresserad för projektet. 1942 utfördes försök med detta rör på c:a 3000 MHz. Vid denna tid led emellertid de brittiska planen stora förluster över Tyskland bl a p g a Lichtenstein. De hade först tänkt störa den med flygburna sändare men övergav dessa planer eftersom sändningarna endast drog till sig jakten. De vände sig då till NDRC som avbröt experimenten på 3000 MHz och i stället försökte använda resnatronen på 490 MHz.

Röret tillverkades av General Electric Co och Harvarduniversitet. Det vägde 250 kg, var 1 m långt och 1/3 m i diameter samt arbetade med kontinuerlig pumpning /12/.

I juni 1944 togs röret i bruk i England och användes i störsändaren "Tuba". Den första installationen täckte en våglängd av 60-63 cm. Två sådana rör fick via en rektangulär vågledare av c:a 50 m längd mata en skvarts-ost-antenn med 10 m<sup>2</sup> öppning. Sändaren

lämnade en medeleffekt av 50 kW. Tillsammans med den riktverkan man erhöll med antennen motsvarade den utstrålade effekten 24 MW. Mot Lichtenstein kom sändaren för sent ty tyskarna hade övergett denna för den nya "Lichtenstein SN-2" som låg på en lägre frekvens. Den var däremot effektiv mot Würzburg och "Seetakt". De tyska kuststationernas radarskärmar var ständigt bevakade. Två nya störsändare av samma typ beställdes, denna gång för 50-80 cm våglängd. Man kunde nu rikta sändarnas strålning in över valda delar av Europa.

#### Ubåtskriget.

Under 1942 sänkte de tyska ubåtarna allierat tonnage med en hastighet av 16 000 ton/dygn. På våren detta år lyckades tyskarna komma över ett ex av den engelska ASV och under sommaren försågs ubåtarna med varnare mot den.

Under tiden hade man i USA börjat få fram mikrovågsradar. I slutet av 1942 kunde 15 sådana skeppas till England. De togs i bruk februari - mars 1943. Tyskarna som var alldeles oförberedda på användningen av mikrovågor kunde icke finna någon förklaring till den plötsliga stegringen av antalet sänkta ubåtar. Under tiden maj - juli 1943 sänktes inte mindre än 100 ubåtar. De allierades konvojförluster nedgick till ett förlorat fartyg på 1000. 2/3 av ubåtsförlusterna kom på flyget, som nu var utrustat med H2S på 10 cm våglängd. Under denna tid hade britterna även god nytta av sina sk "Sono"-bojar. Dessa bojar, som släpptes ned från fpl, var försedda med lyssningsanordning med vilken de kunde uppfånga bullret från ubåtarna och per radio vidarebefordra det till fpl. Totalt sänktes 996 axel-ubåtar varav 782 tyska. 70% kom på britter och kanadensare. De allierade förlorade 4773 handelsfartyg /10/.

Vi kan här citera amiral Dönitz: "Fi berövade ubåtarna deras främsta vapen överraskningsmomentet ..... det var inte på grund av överlägsen strategi eller taktik som fi vann ubåtskriget — det var en överlägsen vetenskaplig forskning" /10/, /17/.

Så småningom fick de tyska ubåtarna varnare även mot H2S. Detta var "Tunis" (FuMB 26) som bestod av riktantenn med kristalldetektor, förstärkare och hörtelefon. Tyvärr, för tyskarna, hade de allierade då börjat använda H2X på 3 cm våglängd. I sin förtvivlan att söka utforska fi mtr utrustades två ubåtar med den mest kvalificerade personal och materiel. Den första av dessa lämnade Saint-Nazaire den 5 februari 1944 och sänktes efter 13 dagar. Den andra lämnade l'Orient den 27 april samma år och var försvunnen efter 9 dagar /5/, /17/.

Tunis, som försetts med utbytbara riktantenner, fick sin 3 cm-antenn alldeles för sent. Då var "Slaget om Atlanten" redan förlorat. Under krigets sista skede sänktes en ubåt per dag.

Förutom mikrovågsradarn är det tänkbart att tyskarna även själva bidrog till sänkningen av ubåtarna. En viss varnartyp hade en oscillator som strålade kraftigt. Denna strålning kunde pejas och ubåtarna därigenom lokaliseras och sänkas /7/, /11/, /17/.

På hösten 1943 fick de allierade kännedom om att tyska ubåtarna försetts med radar av ny typ. Pejlutrustade fpl finkammade Biscaya och Medelhavet – resultatlöst – tyskarna vågade aldrig använda radarn /14/.

På hösten 1943 började amerikanerna tillgripa aktiv störning i Stilla Havet. Ferretplanen försågs med störsändare. Ett plan kunde ha ända upp till 36 st antenner. Dessutom utrustade man B 29:or, s.k. "Porcupines" med upp till 18 störsändare per plan. Den japanska radarn var av mycket varierande typer, den sträckte sig från 70 MHz och senare till 3000 MHz. Det var därför ett ganska svårt företag att störa den. Dessa Porcupines fick ofta i uppdrag att kretsa över målet och störa radarn under pågående anfall.

I oktober 1944, då flottan försetts med RCM-utrustning, använde japanerna s k Kamikazeplan. Dessa var radarutrustade och deras uppgift var att leda övriga fpl till anfallsmålen. Tack vare att flottan var försedd med RCM kunde de genom sina spaningsmottagare få en halv timmes varsel innan Kamikazeplanen fick radarkontakt med målet. Man brukade då invänta planen tills de upptäckt målet, tonen i mottagaren blev då stadig, och satte sedan igång störsändaren. Den vanligaste verkan var att planen vände. Detta blev följande upptakten till de japanska självmordsplanen, nov 1944. Innan fartygen kunde skydda sig mot Kamikazeplanen sattes NDRC på ett hårt prov. De störsändare man hade täckte icke den låga frekvens som de japanska fpl använde. Behovet av nya rör för den lägre frekvensen meddelades till NDRC. Inom en vecka hade 50 nya rör anlänt.

För att skydda trupptransportfartyg och landsättningsbåtar försågs dessa med automatiska störsändare-mottagare som var förinställda i frekvens.

I februari 1945 utrustades 600 st plan av typen PB4Y2 Privateer med RCM. Dessa kallades på sina många antenner för "Warthogs" (vårtsvin) /14/.

I april samma år var alla B 29:or försedda med minst 1 störsändare plus "ropes" (ropes, se kap. om remsstörning).

En typisk RCM—utrustning för fpl av typen Porcupine var:

- 8 st bredbandssändare för 200 MHz
- 2 st smalbandssändare för 200 MHz
- 5 st bredbandssändare 78 MHz och
- 1 ton ropes



En typisk fartygsinstallation såg ut så här:

RDO spaningsmottagare 40–3400 MHz

AN/SPR-1 spaningsmottagare 1000–12000 MHz

SPR-2 spaningsmottagare 1000–12000 MHz

RDJ pulsanalysator

RDP panoramatillsats

DBM pejl 90-5500 MHz

TDY störsändare 60-1200 MHz (modifierades våren 1945 till att omfatta 3000 MHz).

En typisk fpl-installation:

AN/APR-1 spaningsmottagare 40-3400 MHz

APR-2 spaningsmottagare 100–1000 MHz

APR/5 spaningsmottagare 1000–12000 MHz

APA-11 pulsanalysator

APA-23 recorder

APA-38 panoramatillsats

APT-1 störsändare

APQ-2 störsändare

AM-14/APT effektsteg till sändare

AM-18/APT effektsteg till sändare

AN/APQ-20 störsändare

### D-dagen

D-dagen gav de allierade en uppvisning i motmedlens högre skola. Det fanns då en tysk radarstation på var 15:e km på kusten mellan Ostende och Cherbourg. Mellan Dieppe och Cherbourg, 320 km, fanns det 50 radarstationer av 12 olika typer. I en sektor fanns det en radar på var 3:e km.

De allierade hade väntat 25% i förluster vid landstigningen i Normandie — motmedelsinsatsen bringade ned siffran till 2%. Så här gick det till: /13/

Man planerade fem st RCM-företag. Dessa gick under namnen "Taxable", "Glimmer", "Mandrel", "ABC-patrol" och "Titanic". Tillsammans skulle dessa fem företag utföra tre uppgifter, nämligen: vilseledning, störning och skydd av den verkliga landstigningsstyrkan.

Taxable: 18 smärre fartyg försedda med ballonger och hörnreflektorer. Flygstöd.  
Mål: Cap d'Antifer

Glimmer: 16 fartyg plus flyg. Mål: Boulogne.

Mandrel: Flyg kretsande mellan Littlehampton och Portland Bill.

ABC-patrol: sattes in mellan Taxable och Glimmer. 29 fpl.

Titanic: Luftlandsättning av "dummies" (dockor) och remsstörning. Mål: Fecamp och halvvägs ned på Cherbourg-halvön.

Sammanlagt deltog 105 fpl. ABL-15 installerades utöver redan befintliga störsändare ytterligare 88. 3 fpl förlorades.

Avsikten var att ge intryck av att landstigningen skulle ske i trakten av Boulogne där britterna gjorde ett skenanfall. Avsikten lyckades.

Före invasionen hade foto- och radarsignalspaning utförts mot kusten. För att emellertid vara säker på att fi icke förfogade över radarstationer som han icke tidigare använt utfördes dagen före landstigningen en rensningsaktion. 5000 ton bomber och 3500 raketer plus kulsprutor decimerade det tyska radarförsvaret med nära 90%. Resten vilseleddes eller stördes bort under själva landstigningsoperationen. ABC-patrol, 29 fpl, medförde 82 störsändare och drog på sig det tyska flyget. Den "verkliga" invasionsflottan som skyddades av 24 RCM-plan medförde 76 fartygsburna störsändare av typ TDY (APT-4), 150 W, plus 10 st högeffektsändare ombord på större fartyg. Sammanlagda antalet RCM-utrustade fartyg uppgick till 262. De störsändare som kom till användning var: "Mandrel" eller "Anti-Freya", flygburna; fartygsburna var Carpet och "Rug" mot Freya och Würzburg samt "Cigar" mot jakt stridsledningen.

I södra Frankrike utfördes störning från bl.a. US Navy, som för ändamålet försetts med 500 RCM-anläggningar. 80 brittiska och 180 amerikanska störsändare sattes in plus en markbaserad högeffektsändare på Corsica. Före störinsatsen hade amerikanska bombplan utfört 500 bombanfall mot de där belägna 22 radarstationerna.

Totala antalet uppstigningar D-dagen uppgick till 2490.

Angående motmedelsinsatsen D-dagen yttrade general Eisenhower: "Icke ett enda tyskt spaningsplan steg upp – våra bombningar och vetenskapliga motmedel hade fullständigt tillintetgjort det tyska radarförsvaret – fi radioförbindelser och radar hade reducerats till ett tillstånd av den mest fullständiga förvirring – under hela landstigningens taktiska skede

förblev tyska högsta ledningen fullkomligt ovetande om företagets verkliga vikt, omfattning och mål". /7/

Man kan även citera följande: "Man kan säga vi hade radar och fick ut det mesta av den. Axelmakterna hade också radar men p g a våra motåtgärder fick de ut mycket litet av den" /4/. Eller: " – bästa taktiken mot radar är direkt störning med lätt avstämbara, brusmodulerade störsändare. Övertaget ligger hos sändarna under förutsättning att deras antal är tillräckligt stort" (M Pierre David) /4/ .

Vid landstigningen i Italien kom 50 störsändare av typ Rug till användning (Salerno, september 1943).

Två månader efter D-dagen råkade en vilsekommen tysk Ju-88 landa på ett engelskt flygfält i tron att han var i Holland /13/ (se störning av navigering). Flygplanet var utrustat med "Naxos", "Flensburg" och "SN-2". (Naxos, FuG 350, var en anordning med roterande dielektriska antenner för anflygning på H2S; Flensburg, FuG 227, var en anordning för anflygning på "Monica" en stjärtvarningsradar på metervåg; SN-2, se Lichtenstein).

Efter 10 dagar hade britterna lyckats få fram lämpliga motmedel och vid anfallet mot Kiel, den 23-24 juli 1944, förlorades endast 4 fpl av 578.

Beträffande tysk radarstörning är följande känt.

Redan i september 1940 hade en störstation installerats vid Mount Couple i närheten av Calais. Stationen utbyggdes under kriget och kom slutligen att omfatta 35 störsändare. Förutom denna störstation upprättades senare andra störstation längs kanalkusten – varje identifierad brittisk radar fick sin speciella störsändare. 18-20 februari 1942, då Scharnhorst, Gneisenau och Prinz Eugen passerade kanalen på flykt från Brest, drogs hela kedjan med störsändare på för fullt. Tyskarna kände dock inte till de allierades mikrovågsradar och tack vare denna, som blev ostörd, kunde britterna få in tre st 4''-träffar på Scharnhorst, trots rådande dimma och trots att fartyget gick med 30 knop /4/. Britterna räknade med, att sex störsändare kunde nedsätta deras radars effektivitet med hela 70%.

Vid Anzio 1944 utfördes även störning. Exvis den 24 februari, då de allierade hade ställt upp två stycken SCR-584 ("den första allierade radar, som överträffade Würzburg") /10/, 1 st SCR-545 och några SCR-268. Tyskarna utförde störning med störsändare och remsor mot den "långvågiga" radarn — de kände icke till mikrovågsradarn och kände sig säkra. Av de tolv fpl som vid detta tillfälle kom in, sköts hälften ned med hjälp av SC-584. SCR-268 liksom även SCR-521 försågs sedan med "plug-in"-enheter som skydd mot CW-störning.

Mot den flygburna H2S på 10 cm använde tyskarna en klystronsändare med riktantenn. Goda resultat nåddes. Störningen blev effektiv upp till 40 km avstånd inom en sektor av 6°. Antalet sändare var emellertid otillräckligt för att störning skulle kunna bedrivas i någon större omfattning /4/.

Mot H2X på 3 cm förekom ingen störning då man saknade rör för denna våglängd.

På den tyska ledningens bristande förmåga till samarbete nedåt och på de allierades intensiva störsats, räckte teknikernas antal inte till för något större utvecklingsarbete på mikrovåg – de var fullt sysselsatta med arbete på skyddsåtgärder. Resultatet blev att tyskarna fick hålla sig på defensiven i motmedelskriget. Specialmottagare, även för mikrovågor, byggdes dock, t.ex. en Korfu-variant och "Klein Heidelberg". Fpl försågs med varnare som kunde användas för anflygning på allierade fpl, t.ex. de tidigare nämnda Flensburg och Naxos. Ubåtarna försågs med "Tunis" (FuMB 26) som med sina utbytbara riktantenner kunde användas mot ASV, och, senare, H2S och H2X. 45 km räckvidd uppnåddes.

I februari 1943 tillvaratogs delar från en störtad allierad bombare försedd med den engelska mikrovågsradarn H2S i närheten av Rotterdam. H2S kallades sedan "Rotterdam" av tyskarna. Apparaturen rekonstruerades och provades i fpl. I mars blev apparaten förstörd genom bombning men i maj var den åter färdig för prov. Resultatet av dessa prov gav upphov till ett enormt utvecklingsarbete i Tyskland. Den diktatoriska ledningen hade tidigare sagt att vågor under 20 cm icke kunde användas för radarändamål. Dessutom innebar H2S en helt ny taktik. Då tyskarna med sina längre våglängder använde fasta antenner för ernående av smal strålbredd, hade britterna i stället gått in för den enda riktiga metoden – en smal stråle som roterar och avsöker terrängen – panoramaradar. Den tyska ledningen byttes ut och man startade ett program för att förse alla radarstationer med "plug-in"-enheter för 9, 3 och 1 cm våglängd /9/.

### Passiv störning

Metoden att genom fällning av metallfolie från anflygande plan störa radarbevakningen var känd av båda krigförande parter. På sommaren 1940 hade tyskarna funnit, att halv vågsdipoler av aluminiumfolie gav starka ekon på 50 cm-radarn. 100 sådana remsor motsvarade ett fpl. Man insåg genast faran, men det verkar som om farans allvar icke förmådde tränga tillräckligt högt upp – inte förrän 1942 då försöken med "Düppel" återupptogs. (Düppel efter namnet på den plats, där lv-radarn för proven var belägen; Dybbøl i Danmark). Göring förbjöd då allt vidare experimenterande med remsor, ja han t o m förbjöd dess omnämnande för att därmed "icke ge fienden tips om detta fruktade vapen".

Dr Jones /2/ säger: "I december 1942 visste vi att tyskarna kände till "windows" men att de inte vågade använda dem emedan de fruktade för repressalier".

Då de brittiska förlusterna p g a den tyska nattjaksradarn ökade, och då man fått fram tillräckligt antal H2S på 10 cm, ansåg britterna risken för repressalier liten och tillfället för remsstörning gynnsamt (Churchill själv gav signalen: "Open the window")

Vid raiden mot Hamburg den 25/6 1943 var tillfället lämpligt. 791 plan släppte vardera ut 2000 remsor/min; totalt fälde de 30 ton remsor och 2300 ton bomber. Verkan var total. De oförberedda tyskarna tappade förtroendet för radarn. Varje fpl medförde remsor som motsvarade ekon från 700 plan - man kan tänka sig att de tyska radarskärmarna var väl upplysta! Förlusterna vid detta anfall var 1,5%. Tidigare hade de varit 5,4%.

De vid Hamburg använda remsorna hade en längd av 25-30 cm och vägde c:a 50 mg. C:a 1000 remsor motsvarade ett tungt bombplan. P g a den låga fall hastigheten, c:a 50 m/min, låg remsmolnet kvar så länge att radarn var störd under hela anfallet.

På framställning från britterna hade man i USA tagit upp produktionsproblemet. Den brittiska produktionen motsvarade icke förbrukningen. Man började först med remsor av papper med klistrat metallskikt men övergick snart till att använda ren aluminium. Pappersremsorna bakade ihop sig. Under krigets gång fick USA tredubbla sin aluminiumproduktion. 75% av totala aluminiumförbrukningen gick åt för remstillverkning (i USA "Chaffs"). Detta trots att de av amerikanerna tillverkade remsorna vägde 9 ggr mindre än de brittiska. Då system "Wismar" infördes i Tyskland måste remsorna i varje bunt bestå av tre olika längder.

Då remsfällningen i Europa var som mest intensiv räknar man med att 20 miljarder remsor i månaden fälldes över Tyskland. Totala förbrukningen var 200 ton per månad. I Medelhavet användes remsor för första gången i februari 1944. Vid krigsslutet använde även japanerna remsor.

Även den flygburna tyska radarn FuGe 202 (radar med A-skop) stördes framgångsrikt med remsor.

Tyskarna lärde sig emellertid snart att hjälpligt behärska situationen. Vi tillåter oss citera en amerikansk motmedelsofficer: "Praktiskt taget varje flygföretag medförde remsor, men den tid är förbi då Jerrys jakt gick ned vid första anblicken av dem och då markoperatörerna vred sina händer i förtvivlan. Nu, ett år efter RAF:s debut med remsor, ha tyskarna lärt sig taktiken och är snabba att utnyttja minsta mellanrum, för att låta lv göra det hett om öronen på oss, om remsorna är oskickligt använda. Det duger inte längre att bara öppna bombluckorna och låta dem ramla ned hur som helst. Remsorna måste kastas ut med

jämna mellanrum i lagom avvägda kvantiteter – något som våra nya automatiska remsutkastare också gör”.

I december 1943 användes remsor tillsammans med Carpet för första gången.

Tack vare RCM sjönk de brittiska förlusterna stadigt från januari 1943 till oktober 1944 då de gjorde en verklig djupdykning. I Stilla havet måste man, p g a den japanska radarns stora frekvensomfång använda långa remsor, s.k. ”ropes”. Dessa var c:a 130 cm långa. Tre stycken sådana ropes motsvarade ekona från en tung bombare. En B 29:a kunde medföra 300 kg. Ropes var av två slag, ett för horisontellt och ett för vertikalt polariserad radar. De släpptes ned med fallskärmar, 1' x 3', för att ligga kvar tillräckligt länge. Fpl av typen Porcupine medförde 1 ton ropes.

RAF räknar med att två månaders bombning med remsor sparade in 200 fpl och 12-1500 man.

Tyskarna använde remsor för första gången den 6 september 1943 vid Bizerte. Remsorna var skurna för 200 MHz. Fjärrspaningsradarn rapporterade 200 fpl. Jakten gick upp men fann ingenting. Man tror att mindre än 50 plan kommit in lågt, gått upp till bombningshöjd och släppt remsorna och sedan försvunnit. Det mycket enkla knepet lyckades tack vare överraskningsmomentet. Tyskarna använde sedan remsor under hela den tid operationerna pågick i Medelhavet, men ”Vid den tiden hade operatörerna förvärvat stor skicklighet i att upptäcka och följa ett mål på en nedfläckad skärm”. Mot H2S använde tyskarna en taktik som gick ut på att låta egna plan kasta ut 4,5 cm långa remsor omedelbart före ett allierat anfall. Man räknade med att remsmolnet skulle ligga kvar : mellan de anfallande planen och marken under anfallet och därmed suddas ut bilden av den underliggande terrängen. P g a den smala strålbreddden lyckades taktiken icke och man fick tillgripa användning av skenmål, varom mera nedan /16/.

H2S användes för blindbombning och som exempel på dess användbarhet kan nämnas att den amerikanska 8:e flygstyrkan i november 1943 utförde sina bombanfall till 55% med hjälp av H2S. Under november-december 1943 och januari 1944 användes radar som hjälpmedel för bombning till resp. 94, 67 och 73%. Under 1943 var antalet ”bombdagar” per månad 9, under 1944 22. Detta nämns därför att blindbombning mot mål skyddade av radarlett lv kräver omfattande insats av RCM. Den amerikanska 8:e flygstyrkan hade 6000 RCM installationer.

#### IV. Skyddsåtgärder mot fi motåtgärder /25/.

Försvarsmedlen mot störning var huvudsakligen av 6 slag: frekvensväxling, vilket var det mest effektiva, utnyttjande av remsornas relativa stillastående gentemot fpl, utnyttjande av fpl-ekots ofrivilliga modulering, utnyttjande av skillnaden i skarp teckning mellan ekon från skenmål (suddiga) och äkta ekon, förbättring av upplösningsförmågan, utnyttjande av polarisationsskillnaden mellan direkta (störsignaler) och reflekterade vågor (ekon).

Frekvensväxlingssystemet ("Wismar") infördes 1942. Detta var i början det enda tillgängliga skyddsmedlet. Uppgiften att förse alla radarstationer med tillsatsapparat var emellertid oerhört svår. Den tyska radarkedjan sträckte sig från Nordnorge till Afrika. De första anordningarna för våglängdsändring medgav stegvis variation men man övergick senare till kontinuerligt avstämbara högfrekvensdelar. Würzburg fick avstämningsenheter som medgav 150 MHz frekvensändring och Freya fick enheter som gjorde att det tidigare 8 MHz breda bandet (120-128 MHz) kunde utsträckas till 100 MHz. Man blev tvungen söka ut någon metod med vilken man kunde se genom rems-reflexerna. Först tillgreps Dopplermetoden. Denna grundade sig på frekvensändring hos vågor som reflekterats från föremål med radiell hastighet i förhållande till radarn. En tillsatsapparat som möjliggjorde utnyttjande av denna effekt kom fram under benämningen "Laus" och användes på såväl Freya som Würzburg, "Freyalaus" resp. "Würzlaus". Det var den tyska ingenjören Dr Fach som redan 1940 kom på idén att utnyttja Dopplereffekten och Laus-principen.

Dopplermetoden tredubblade radarstationernas effektivitet. Då stationerna senare kompletterades med "K-Laas" (ing. Kettel) höjdes effektiviteten ytterligare c:a 10 ggr. Uppgifter finns som anger att lägesbestämning var möjlig vid remsförhållanden (förhållandet mål/remsamplitud) av 1:20. Tillsatsen fanns endast i ett fåtal ex vid krigsslutet /15/.

Remsorna påverkades emellertid av vindförhållandena. Det fanns risk för misstag mellan falska och äkta ekon. Radarstationerna kompletterades därför med ett tillsatselement kallat "Windlaus" med vars hjälp remsekona åter kunde kompenseras. Senare tillkom "Tastlaus" (Pöhlmann), en anordning för automatisk frekvenskontroll.

System "Nürnberg" som i huvudsak bestod av ett filter med en extra förstärkare grundade sig på ekonans lf-modulation. Systemet var föregångare till den ovan omtalade K-laas. Det medgav akustisk urskiljning mellan ekon från fasta och rörliga mål.

Försöken med Dopplereffekten visade att amplitudvariationer förekom med en frekvens som stod i visst förhållande till det reflekterande flygplanets propellervarvtal. Man kallade detta "propellermodulation". Mera ingående försök visade dock att det förmodligen icke var propellern, som framkallade modulationen. En annan mera trolig

teori uppställdes. Denna gick ut på att modulationen uppstod på grund av varierande övergångsmotstånd mellan flygplanens olika delar. Man kunde tänka sig att varje i sig ingående del hade en viss återstrålningskaraktär och att sammansättningen av dessa olika karakteristika bildade ett visst slags eko. Genom vissa speciella anordningar kunde man frångå detta slags modulation och erhålla en akustiskt hörbar ton /15/, /4/.

”Taunus”-tillsats. Denna bestod av en förstärkare och en differentieringsanordning.

System ”Stendahl”. Då Würzburg var försedd med roterande dipol (”Grille”) var det möjligt att noggrant pejla riktningen till exempelvis en störsändare. Man kunde dock inte upptäcka fpl under pågående störning. System ”Goldammer” eller ”Stendahl B” (Goldammer-Hoffman) var en metod med vilken man drog fördel av polarisationskillnaden mellan de vågor som reflekterats från fpl och de som sändes ut från en störsändare. Systemet föll då de allierade började använda ”Fishhook”-antennen som gav cirkulärt polariserade vågor.

Efter att ha laborerat med olika tillsatser (enbart Würzburg hade försetts med 13 olika tillsatser vid krigsslutet, ytterligare 19 var planerade) kom man fram till den uppfattningen att endast övergång till kortare våglängder där man kunde ernå smalare strålar och bättre upplösningsförmåga kunde medföra avsevärd förbättring. ”Trots att varje tänkbar ansträngning gjordes för att omintetgöra remsstörningen kan man inte förneka att alla använda medel inte var annat än nödfallsutvägar och att den tidens radarutföranden och frekvenser hade förlorat sin pålitlighet och effektivitet. Frånsett det dåliga inflytandet på truppernas moral gjorde den intensiva insatsen av störsändare och remsor att de ursprungligen enkla radarapparaterna blev alltmer komplicerade och svåra att sköta. ”Endast under mycket gynnsamma förhållanden och med väl utbildad personal kunde vi under krigets sista skede erhålla användbara resultat med radarn”. /15/

På sensommaren 1944 var 2500 tekniker sysselsatta med skyddsmedel mot störning, dvs lika många som på utvecklingsarbete på mikrovåg. /8/

Man kan dock notera att den tyska radarstationen ”Egerland” som kom fram vid krigsslutet, ansågs vara praktiskt taget okänslig för remsstörning. Egerland bestod av FuMG 74 ”Kulmbach” och FuMG 76 ”Mahrbach”. Dess noggrannhet var  $\pm 30$  m i avstånd,  $1/16^\circ$  i sida och höjd. Våglängd 9 cm /15/.

”I stort sett måste man säga att fiendens åtgärder var framgångsrika såväl direkt som indirekt. Det senare uppnåddes genom den störande inverkan de hade på industrien och de operativa enheterna som resultat av den ständigt tilltagande kompliceringen av komplementutrustningen. Remsorna hade å andra sidan en nackdel även för fienden –



de breda remsspåren drog utan undantag till sig den tyska jakten – ända tills fi började använda vilseledningsföretag för att kamouflera huvudstyrkans inflygningsväg” (Ing. I Brandt, /9/).

#### Skenmål. / 16/

Byggnader, sjöar och vattendrag var goda vägmärken för de allierade H2S-operatörerna. Ett förstahandsmål blev därför att söka. ”lysa upp vattendragen och sjöarna omkring Berlin med hjälp reflektorer. De första försöken gjordes med kryssvis sammanfogade dipoler. Man gjorde senare flottor med master i vilka man hängde upp dipolkorsen. Flottorna utplacerades på sjöarna Schwielow- och Müggelsee och gav, oberoende av anflygningsriktning, upphov till ljusa fläckar på PPI:et. Med ett inbördes avstånd av 100 m mellan flottorna kunde man få sjöarna att lysas upp helt utan några luckor på skärmen..

P g a den stora mängd dipolkors som erfordrades samt p g a den dåliga mekaniska hållfastheten övergick man till vinkelreflektorer bestående av två plåtar om 1 m<sup>2</sup>. Resultatet blev emellertid mindre bra och man lät sedermera tillverka en hörnreflektor bestående av tre mot varandra vinkelräta plåtar, ”Trippel”. För att få en av inflygningsriktningen oberoende ekointensitet tillverkade man sedan hörnreflektorn av fyra kryssvis anordnade plåtar av 1 m<sup>2</sup> yta. Dessa reflektorer sattes upp på flöten av träkors. I lugnt väder fungerade dessa reflektorer bra men då vinden låg på blev vinkelnoggrannheten mellan plåtarna dålig. Man började då med en dubbelkon med mot varandra vinkelräta mantelytor. Denna reflektor hade flera fördelar men ställde sig svårare att masstillverka än den fyrsidiga korsade hörnreflektorn.

Omkring årsskiftet 1943-44 utfördes en hel del försök att medelst tresidiga hörnreflektorer av mellan 1 och 4 m<sup>2</sup> varierande storlek kamouflera sjöarna runt Berlin, sjöarna i Brandenburg samt Bodensee, Friedrichshafen och Wilhelmshafen. Resultaten var goda och ett stort antal bombanfall slog fel. Vid ett anfall kastade t ex 100 st 4-motoriga bombplan sin samlade bombblast över 100 st hörnreflektorer på en av Berlins sjöar. Tyskarna påstå själva att det framgångsrika resultatet berodde på att förstärkningen på PPI:et på H2S var inställd på ett fast värde. Hade H2S-operatörerna kunnat variera intensiteten under flygningen hade de också kunnat urskilja de olika reflektorerna. /16/

Då de allierade i början av 1944 övergick till H2X på 3 cm våglängd (av tyskarna kallad ”Meddo” efter fyndorten) innebar detta att antalet reflektorer hade behövt 10-dubblas - en uppgift som industrien inte kunde lösa.

Andra värdefulla resultat uppnåddes emellertid. Med hjälp av ett bärbart uppbåd reflektorer lyckades man efterbilda staden Küstrin så bra på ett fält att såväl ”Rotterdam”- som ”Meddo”-utrustade plan tydligt kunde se ”båda städerna” på sina

skärmar. Betydelsefulla industrier, t ex hydreringsanläggningen Pölitz vid Stettin och Leunaverken, skyddades med hjälp av reflektorer. Reflektorer av nät tillverkades även ända upp till 100 m<sup>2</sup> yta.

I USA bildades under Dr Suits ledning en skyddskommitté i mitten av 1943 då tyskarna började använda störning mot den allierade radarn. Radarstationerna SCR-268 och -521 försågs med de tidigare nämnda skyddsmedlen. I övrigt gick man in för användning av flera slags olika radarstationer för att därmed göra störningen svårare. Sålunda hade en del större fartyg ända upp till 20 st olika typer av radarstationer. En B 29:a kunde ha upp till 5 olika typer. Vid krigsslutet hade man i USA tillverkat 150 olika radarstationer.

Beträffande de tyska skyddsmedlens effektivitet vill vi framföra följande citat: "På det hela taget var skyddsåtgärderna en missräkning vad beträffar tyska flottans användning av dem. För FV var de en tvivelaktig framgång" (Ing. I. Brandt /9/).

"Würzburg har motstått de allierades laboratorief framgångar. Vårt motmedelsprogram har mötts av förbättrade betjäningsprocedurer och minst 6 listiga modifieringar av Würzburgaren med hjälp av vilka observatörerna kunna läsa genom störningarna" (Amerikansk radaroff. 1944.)

#### Skyddsmålning. /4/

Då tyskarna upptäckte orsaken till de katastrofala sänkningarna av ubåtarna inriktade de sina motåtgärder enligt tre linjer:

att medelst varnare snabbt upptäcka ett annalkande fpl,  
att med hjälp av bojar eller ballonger ge falska ekon samt  
att undvika reflektion eller minska radarns räckvidd med hjälp av skyddsmålning.

Bästa skyddet var att förbli i uläge. Härför uppfanns "Schnorkeln". Då de allierade började använda H2X syntes emellertid även den diminutiva Schnorkeln och den måste därför täckas med något slag av skyddsmålning, projekt "Schornsteinsfeiger". Två metoder kom till användning:

1) Interferensmetoden. Denna innebar skyddsmålning i våffelmönster med parallella ytor på en kvartsvågs avstånd för att därmed få de reflekterade vågorna i motfas. Metoden lämpade sig dock endast för en frekvens (möjligen också dess övertoner) och var svår att underhålla till sjöss.

2) Absorptionsmetoden. Man ville med denna få reflektionen lika med noll för alla våglängder. Ett stort antal blandningar, järnpulver i plast, Igelite, Perbuna, Oppanol etc provades och gav mer eller mindre lyckade resultat. Reducering av ekointensiteten med 75 upp till 90% erhöles men försöken avbröts i samband med kapitulationen 1945.

## V. Motåtgärder mot radionavigering /2/, /24/

Efter Frankrikes fall 1940 upprättade tyskarna sändare för ett radionavigeringssystem längs kusten i Holland, Belgien och norra Frankrike.

De första sändningarna skedde på MV. Dessa sändningar avlyssnades av spaningsstationerna på engelska kusten. Sändare upprättades som automatiskt återutsände navigeringssignalerna. Resultatet blev att fpl inte kunde erhålla entydiga bäringar, varefter tyska fpl-besättningarna fick order om att i tveksamma fall sända signal för pejling från markstationerna som sedan skulle meddela rätt bäring. Engelsmännen lät nu en del av sina sändare startas av fpl-operatörens sändning. Eftersom sändningarna sålunda var synkroniserade gav icke heller denna metod pålitliga resultat.

Lorenz. Detta navigeringssystem (uppfunnet av Dr Plendl 1933) var standardsystem för inflygning till landning på alla europeiska flygplatser före kriget (frekvens 33 MHz). Eftersom alla tyska plan hade mottagare för detta system som standardutrustning låg det nära till hands att använda systemet för blindbombning. Men eftersom de engelska flygplatserna även förfogade över Lorenz-sändare blev det ganska enkelt att använda dessa för störning /4/. Systemet övergavs därför till förmån för ett nytt riktstrålesystem, kallat X-Gerät eller "Knickebein". Detta låg på en våglängd av 4,5 m och var betydligt noggrannare. Det användes för precisionsbombning av "Kampfgruppe 100". Principen byggde på 3 ledstrålar. Fpl skulle följa den stråle som var riktad över målet. Då planet passerade en stråle som korsade denna startades en kronometer och då planet passerade den tredje strålen, som korsade ledstrålen över målet på visst bestämt avstånd från den första korsande strålen, kunde bombfällningen börja. Två mottagare användes som båda kunde kopplas till autopiloten. Ledstrålarna hade den nackdelen att de var lätta att följa och därigenom drog till sig den engelska jakten. Systemet var även lättstört, det räckte med att störa en av de tre strålarna. I juni 1940 hade britterna med hjälp av improviserade diatermisändare oskadliggjort bombningssystemet. Många anfall slog fullständigt fel. Sålunda resulterade t.ex. ett anfall med 200 plan endast i att 400 ton bomber släpptes på en äng där den enda förödelse som åstadkoms var att två stycken hönor dödades.

Knickebein användes i två månader utan att någon vågade meddela Göring om att det var stört. Göring hade lovat flygarna då de tidigare anfallen slog fel att de skulle få ett nytt, ostörbart blindbombningshjälpmedel. Systemet medgav visserligen frekvensbyte men britterna hann alltid med att skifta frekvens. Detta nederlag för den tyska bombningstaktiken resulterade i uppsättandet av en ny, stor anläggning för riktad sändning, system Y-Gerät eller "Bernhardt". Sändaren, "Benito", hade en roterande antenn på 23 x 24 m, som vägde 75 ton. Ursprungligen planerat för 1 m våglängd togs systemet 1942 i bruk på 40 Mhz.

Detta system blev föregångare till det engelska systemet "Oboe" /2/. System Y grundade sig på en ledstråle, riktad över målet. Korsande strålar saknades dock. Fpl sände med jämna mellanrum ut en signal som på marken mättes av en "Wächter-Gerät" och en oscillograf med polära koordinater. Hela förfarandet var automatiskt. Markstationen sände en signal till planet, som återutsände signalen till marken där gångtidsskillnaden mättes och omräknades till avstånd, som sedan meddelades till fpl. Metoden påminde alltså om IK-signalering, men sändningarna var inte pulsade. Sårbarheten låg i att sändningarna till planet kunde störas. De tyska ingenjörerna visste att systemet var störbart men fick trots detta order om att det skulle användas.

Britterna var förvarnade. De hade fått underrättelser från en agent i Oslo, och tyskarna gjorde misstaget att rikta sina experimentsändningar in över England /2/. Då brittiska motmedelstjänsten dessutom lyckades komma över ett nedskjutet, i det närmaste oskadat plan, behövde de endast en vecka på sig för att sätta in motåtgärder. Systemet stördes redan första gången det användes operativ. Man satte upp en markstation, som liksom fpl återsände den tyska markstationens "frågesignal". Samtidigt utfördes störning av flygplanets radiokommunikation. Dessa störsändare var i bruk till krigsslutet. Under tiden 10 januari 1941 - 10 september 1944 kom inget tyskt fpl längre än 12 km innanför den engelska kusten /2/, /4/.

Pejling. Mot de japanska KV-pejlarna i Stilla Havet använde amerikanerna tre metoder: störning av pejlsignalen, störning av kommunikationen till fpl samt åstadkommande av falska bäringar. Fpl utrustades med specialantennor för 20-50 MHz.

Tidigare har nämnts att de engelska planen använde de tyska radiofyrrarna för sin navigering. Det kan i samband härmed påpekas att amerikanerna nu (1954) ha planer på att med lämplig synkronisering av sina rundradiostationer undvika dylikt utnyttjande; system "Conelrad".

Tyska motåtgärder. Gee. Gee uppfanns av engelsmännen Dippy och Bellringer. Det är ett hyperbelsystem, med vars hjälp ett fpl självt kan bestämma sitt läge genom att mäta tidsskillnaden mellan två fasta samtidigt sändande stationer. Det togs i bruk i början av 1942 men upptäcktes icke av tyskarna förrän i augusti samma år. Gee möjliggjorde tusenplansraiderna över Tyskland och förhöjde bombningseffektiviteten 3-5 gånger. Tyskarna försökte först störa systemet med improviserade störsändare. Denna störning hade mindre framgång, men i november 1942 hade man fått fram en specialsändare, "Heinrich" på 500 W. Nu blev störningen effektiv dock icke förrän bortom 4° östlig long. (P g a utbredningsförhållandena; Gee låg på 20-90 MHz). Flera störsändare beordrades och vid krigsslutet var deras antal uppe i 70 stycken. Efter Frankrikes befrielse omgrupperades dessa störsändare till Feldberg där man fr o m september 1944 även började använda nya sändare som var pulsade och kunde lämna avsevärda effekter. Dessa nya sändare återutsände Gee-

pulserna med en avsiktlig fasförskjutning som orsakade felaktiga mätresultat. Sändarna kallades "Feuerzange" och "Feuerhilfe". Störningen fungerade bra till januari 1945 då de allierade förintade störcentrat genom bombning.

Gee användes för landsättning av trupperna vid invasionen i Normandiet den 6 juni 1944. Vädret var dåligt och allt stod eller föll med att Gee fungerade. Eftersom systemet var svårt stört måste man tillgripa en kupp. Man synkroniserade fem stationer, tre på det gamla bandet och två på ett alldeles nytt band. Härigenom kunde man identifiera störsändarna och bomba dem. Delvis tack vare denna lyckade kupp kunde de 5000 farkosterna i invasionsarmadan befinna sig på plats den 6:e och därmed sätta in artillerielden i rätt tid. Gee fungerade så bra att "D-day" även kom att kallas "Gee-day". För 844 C-47-transporter och 105 glidplanstransporter som totalt landsatte 15 000 man uppgick medelfelet endast till c:a 400 m, största felet var 1,5 km. Förlusterna var mindre än 2% och orsakades av markeld. (Gee användes av tyskarna vid "Lilla Blitzen" mot London februari-mars 1944.

Oboe. Konstruktörer för detta blindbombningssystem var engelsmännen Reeves, Williams och Jones. Det började användas i december 1942 och kom till användning i större skala vid anfallen mot Ruhr i mars 1943. 1944 började även amerikanerna använda Oboe. Systemet grundar sig på en avståndsmätning från marken liknande den som tyskarna använde för Y-Gerät.

Oboe var mera precist än Gee. För den första versionen på 1,5 m våglängd uppgick maxfelet till 20 m på 450 km avstånd. För den senare modellen på 10 cm våglängd uppgick felet till 5 m på samma avstånd. Detta är en noggrannhet som exempelvis räcker till för fotografering av batteriställningar och fransmännen beklaga att det icke kom till användning vid de allierades bombning av de franska broarna och järnvägsstationerna.  
/7/

Oboe är ett cirkelsystem med två fasta markstationer (av tyskarna kallade "Katze" och "Maus") och en fråge-svars-anläggning med frekvensomvandlare i fpl. De allierade påstår, att "en Oboeutrustad Moskito uträttade mer än tio andra". Taktiken vid bombningen var, att ett Oboeplan ledde 18 bombplan.

Tyskarna satte upp störsändare såväl inom "das Reich" som i Frankrike. I juni 1943 nåddes viss framgång med störsändaren "Karl" på 200 MHz, men eftersom tyskarna icke förfogade över rör som kunde lämna tillräckliga effekter på cm-våg fick Oboe på 10 cm vara ostört till oktober 1944. Tyskarna hade då fått fram störsändaren "Feuermolch" eller "ABG" (Anti-Bumerang-Gerät. Tyskarna kallade Oboe för Bumerang.) Viss framgång nåddes, men sändaren kom i bruk alltför sent för att verkan skulle bli effektiv.

1941 började planer på ett navigeringssystem komma upp vid NDRC i Amerika. Planerna gick ut på att få ett system med räckvidder på tusentals km. I slutet av 1942 kom LV-systemet Loran. Det är icke känt om detta system blev utsatt för störning. Till sin princip påminner det om Gee. I juli 1945 hade NDRC lagt ned 71 miljoner dollar på Loran.

#### VI. Tyska motåtgärder mot styrsystem, radiotändrör mm

Tyskarna utarbetade flera metoder för styrning av projektiler. (FX, HS-293, Wasserfall, Enzian, Schmetterling, Rheintochter etc). Sålunda använde Luftwaffe en glidbomb mot fartygsmål. Styrsystemet bestod av en sändare i fpl (FuG 203) och en mottagare i prj (FuG 230). Våglängden var 7 m och antalet tonkanaler 4. Den brittiska motmedelstjänsten avslöjade snart systemet, och fartygen försågs med störsändare. Störningen lyckades så väl att tyskarna övergick till styrning per tråd. Prj rullade ut tråden. Systemet användes även mot fpl, men detta fick överges p g a de skador, på bl. a. kraftledningar, som de nedfallna trådarna åstadkom. I ett senare skede, då man använde mikrovågor (HS-293 och Fritz X på 7 cm) /9/ utrustade tyskarna prj med televisionsinstallationer, varvid styraren på marken kunde se den av prj överflugna terrängen. Sådana prj användes även av amerikanerna mot La Palice och Le Havre /5/.

Den allierade motmedelsorganisationen lyckades komma över ett exemplar av HS-293. Inom en vecka hade man funnit motmedel för den. Amerikanerna tillverkade störsändare för smalbandig störning som styrdes av en spaningsmottagare. På sommaren 1944 levererades NDRC 10 st sådana sändare (AN/ARQ-11) till arméflyget. Flottan fick 14. Sändaren, som var på 1 kW, skulle användas för närstörning! Innan den hann sättas in, hade emellertid Luftwaffes aktivitet avtagit betydligt. Även en annan mottagare-sändare, AN/ARQ-8, tillverkade för insats mot bomberna FX och HS 293.

Av V-1 var endast ett fåtal försedda med radioutrustning. Ändamålet med denna var, att medelst pejlstationer få uppgifter om vindförhållandena över England. /10/

Amerikanerna använde den radiostyrda bomben "Azon" (AZimuth ONly) och senare den förbättrade "Razon". En radarstyrd prj, "Pelican", övergavs p g a sin lättstörhet.

En vecka efter invasionen i Normandiet började flygande bomber sändas in över England. Den 12 juni 1944 landade det första exemplaret av Hitlers "Vergeltungswaffe einz". Den brittiska motmedelstjänsten hade emellertid fått underrättelser (från Oslo-agenten) /2/ om detta vapen och hade redan företagit bombanfall mot fabriker och avskjutningsbaser. Dr Jones säger, att han fick 7-8 månaders förvarning, men att detta var i knappaste laget för att hinna vidtaga motåtgärder. Den 17 augusti 1943 bombades därför anläggningarna i Peenemünde. Friedrichshafen hade bombats redan tidigare. Även VW-fabrikerna i Fallersleben bombades. Ett enda bombföretag begravde inte mindre än 298 V-1. SCR-584, Bofors 40 mm lvakan och radiotändrör tog ned 97% av V-1 /22/. Den 12 september 1944

kom de första V-2 till London. Mot dessa prj med en hastighet av över 6000 km/tim är inga telemotmedel kända.

#### VII. Avslutning.

Offentliga handlingar rörande underrättelstjänst är mycket sällsynta. Detta beror sannolikt icke endast på sekretesskrav, det kan även bero på svårigheter att få fram experter, som kunnat bemästra svårigheterna inom sina resp. fack inom underrättelseväsendet. Samma förhållande torde gälla även inom motmedelsområdet.

I känd litteratur som behandlar dessa bägge områden understryks emellertid entydigt behovet av vetenskaplig underrättelstjänst och motmedelsforskning. Endast beträffande störsändning mot radiokommunikation synes delade meningar råda. /4/ Signalspänningens stora betydelse betonas. Två källor belyser den civila organisationsformens fördelar framför den militära och framhåller:

- 1) den civila organisationen kan betjäna alla försvarsgrenarna samt sättas in där behovet är störst
- 2) civil ställning gör det möjligt att friare umgås med militär personal, oberoende av grad.

Forskningens stora betydelse understryks särskilt i /4/.

Till slut citeras flygmarskalk E.B.Addison /1, 14/: "Jag har hört sägas att vi skulle vara försvarslösa mot de nya vapnen i ett kommande krig. Detta är kanske fallet just nu, men är det ingalunda i framtiden. Nya vapen komma alltid att möta nya motåtgärder, som det är för sent att planera då kriget redan börjat – de måste vara planerade i förväg”..

### Tyska störsändare

#### Markbaserade

<u>Täcknamn</u>	<u>Frekvens MHz</u>	<u>Effekt kW</u>	<u>Användes mot</u>
Heinrich I	20-80	0,4-0,5	Gee
Heinrich II	20-80	1,5	Gee
Karl I	160-220	0,4-0,5	Oboe
Karl II	20-250	0,35-0,5	Eng. UK-trafik (flygsamband)
Breslau I	22-28	0,5-0,8	Förm. Gee
Breslau II	22-28 och 40-48	0,5-0,8	-"-
Kurmark	43-51 och 190- 240	20	
Feuerland	21,5-300	0,5	
Feuerstein	20-53	200-400	
Feuerhilfe			Gee
Feuerzange	21-75	800	Gee
Feuermolch (ABG)	C:a 10 cm		Oboe
Olga II	165-235	0,2	
Roderich	3300	0,005	
Karuso			Eng. jaktstridsledning
Kettenhund I	20-300	0,02	
Kettenhund II	200-600	0,02	
Kettenhund III	600-1200	0,02	
Starnberg I	180-220	0,02	Eng. jaktstridsledn.
Starnberg II	95-144	0,02	



### Allierade störsändare

<u>Täcknamn</u>	<u>Frekvens MHz</u>	<u>Effekt W</u>	<u>Användes mot</u>
Piccolo	120-128	30 W	Freya, Wasserman
Flute			Nattjakten
Tuba	300-700	50.000	Würzburg, Seetakt, Lichtenstein
Carpet I (APT-2)	450-700 c:a	3 à 7	
Carpet II	335-415		Würzburg
Carpet III (APQ-9)	475-585	20	-"-
Carpet IV (APT-5)	300-1400	10 à 30	
Mandrel, APT-3	85-135	20	Freya, Wasserman
APT-4	165-775	120	
APT-1, Dina	93-210	10 à 15	
APT-9	300-2500	10 à 25	
APT-10	330-2700	50	
ART-2	21-50		Tyska inf.radio
APQ-2, Rug	300-400	10-15	Freya, Würzburg
APQ-20	2000-4000		
ARQ-1			Kommunikation
ARQ-2	27-34		-"-
ARQ-8, Dina	25-105	30	-"-
ARQ-11	(c:a 7 cm)	1000	FX, HS-293
Cigar, MRT-1	38-42	15000	Jaktstr.ledn.
Tinsel			-"-
Ground Grocer			loch navigering

### Litteraturförteckning

- /1/ E.B. Addison. The Radio War, Coast Artillery Journal Vol. 90, maj-juni 1947, p. 44-48
- x /2/ R.V. Jones. Journal of the Royal United Service Institution. Aug. 1947
- /3/ C.C. Robinson. Security of Communications, Signals, Nov. 1949
- X /4/ P. David. Les Contre Mesure Radio, La Revue des Transmission. Maj 1952
- X /5/ Combaux. Telecommunications, arme de guerre, Revue de Defense National. Okt 1946
- /6/ Angwin. Telecommunications in the war, Journal of the institution of Electrical Engineers Pt IIIA 1947. Vol 94 nr 11, p. 7-15
- X /7/ P. David. La Guerre des Ondes, La Revue Maritime, juni 1947, Juni 1947
- /8/ C.G. Suits, G.R. Harrison & L. Jordan. Applied Physics, Electronics, Optics, Metallurgy, Boston 1948
- X /9/ I Brandt. German Radiolocation in retrospect Pt I, Interavia Vol V, nr 6, 1950
- /10/ J. Phinney Baxter 3rd, Scientists against time, Boston 1948
- X /11/ Funkortung in Morphologischer Betrachtung, etc. Das Electron, Vol 5, häfte 5. Maj 1951, p. 135-167
- /12/ H.M. Shaw. Blinding the invisible eye, Army Ordnance. Nov 1946
- /13/ Radar Countermeasures. The Engineer. Dec 1945. Vol 180, nr 4691, p. 460-461
- /14/ Electronics Warfare – a report on Radar Countermeasures, OSRD Washington D.C. 1945
- X /15/ A.E. Hoffman-Heyden. German Radiolocation in Retrospect Pt II. Interavia, vol VI nr 11, 1950
- X /16/ C. Stüber. Verwendung Künstlicher Ruchstrahlobjekte in der Funkmesstechnik, Archiv Elektrischen Übertragung, Vol. 4, nr 7, juli 1950, p. 275-279
- /17/ Radar – a report on Science at war, OSRD Washington D.C. 1945
- /18/ The history of radar. The Engineer, Vol. 180, Aug 1945, p. 134-135, 153-155, 170-172, 190-191
- /19/ R.G. Peters. Radar Countermeasures, Communications Vol. 25, nr 12, Dec 1945, p. 50
- /20/ Radar Countermeasures, Electronics, Vol. 19, Jan 1946, p. 92-97
- /21/ P. Robbiano. QRM -the electronic life saver, QST Vol. 30, nr 1-2, Jan-Febr 1946, p. 12-18 & p. 27-35
- /22/ J.E. Burchard & L.R. Thiesmayer, Combat Scientists, Boston 1947
- /23/ George W. Grey. Science at war. New York 143
- /24/ B.B. Addison. The war in the ether. Journal of the Royal Aeronautical Society, Vol 51, 1947, p. 425-436
- /25/ R.V. Alred, Naval Radar Anti-Jamming Technique. Journal of the Institution of Electrical engineers Pt IIIA, Vol 93 nr 10 1946, p. 1593-1601
- /26/ P. Leverkuehn. German Military Intelligence. London 1954

- X /27/ U. Tibrio. Eco e Rumore in un radar sottoposto a disturbo attivo, Alta Frequenza, Vol. 21, nr 3, Juni 1952, p. 137-151
- /28/ O.G. Villard Jr. Radar Countermeasures, Proc. Radio Club Amer., Vol 23, nr 3, Mars 1946 p. 7-15
- /29/ J. Mc Quay. Anti-Radar, Broadcast Engineers Journal, Vol 13, nr 8, Aug 1946, p. 12
- /30/ Radar countermeasures, Electronic Industries, Vol. 5, Febr 1946, p. 66
- /31/ L.H. Stanford. Fundamentals of Radar Countermeasures, J. Western Soc. Eng:rs, Vol 50, nr 4, Dec 1945, p. 167-176
- /32/ Radar Countermeasures Techniques, Aeroplane Vol. 69, nr 1802, Dec 1945, p. 659-660

x) = Finns i svensk översättning på FOA 3

## Bilaga

Minnesord över Sture Risberg

Publicerat i Dagens Nyheter 2005-07-10

# Sture Risberg

Sture Risberg, Linköping, före detta överingenjör vid Foa (numera FOI), har avlidit 84 år gammal efter en tids sjukdom. Vi minns Sture som en allvarlig och metodiskt arbetande forskare och som en god kamrat. Sture har under många års målmedvetna insatser tagit fram grunder för de aktiviteter i vårt moderna IT-samhälle som redovisas inom området telekrigföring. Duellen mellan tekniska medel och motmedel kan genomarbetas på olika sätt, till exempel genom simuleringar eller försök. Duelltänkande krävs för att viktiga system i ett modernt IT-samhälle verkligen skall fungera även under de svåra förhållanden som elak motverkan kan ge. Detta gäller såväl för ett ledningssystem i sin helhet som för dess tekniska delsystem baserade på till exempel radar, radio och optik.

Sture var en av dem som efter andra världskrigets slut genom systematiska tekniska försök och studier baserade på underrättelser från omvärlden tidigt insåg möjligheterna med och svagheter hos tekniska system och därigenom vikten av att satsa på ny teknik. Under åren 1950–1990 var Sture anlitad av försvaret och regeringen i samband med utredningar inför anskaffning av nya tekniska system. Han blev den förste chefen för den institution inom Foa vars uppgift var att bedriva forskning inom telekrigområdet. När kännedomen om hotet från högeffektstrålning och moderna IT-komponenters ömtålighet för sådan strålning växte fram, blev Sture även den förste institutionschefen med ansvar för forskning och utveckling inom området.

Sture valdes in i Kungliga Krigsvetenskapsakademien 1976 och fick där tillfälle att vidareutveckla sitt intresse för underrättelser i fråga om tekniska system och analysera dessa mot bakgrund av den framväxande nya tekniken. En specialitet av stor vikt för såväl militära som civila anskaffningsfrågor.

Tidigt insåg Sture behovet av kvalificerade forskargrupper som, parallellt med experimentell forskning, kunde lägga en stabil teoretisk grund för verksamheten och som dessutom hade förmåga att föra ut resultaten i den militära studieverksamheten.

Telekrigföringens idéer överförda till svenska försvaret var en hjärtesak för Sture. För honom var det viktigt att beslutsfattare på olika nivåer inom försvaret skulle förstå hotet mot våra telesystem och möjligheterna till skydd av dessa, liksom förutsättningarna för egen användning av telekrigföring. I dag genomsyras hela svenska försvaret och civila företag av en positiv syn på detta område främst genom utbildningsinsatser som Foa bedrivit och FOI bedriver på akademisk nivå med såväl grundläggande som specialiserade kurser.

Vi minns Sture som en oftast allvarlig men målmedveten och klarsynt ledare.

Tack för tiden tillsammans.

Sune Johansson

Hans Bergdal

Olle Nord

Torsten Linell



AN/APR-1 (bilden hämtad på nätet)

2017-05-15

Redogörelse för telemotmedlens användning under andra världskriget  
O Ringheim och S Risberg