

INNEHÅLL

10	RADAR	3
10.1	Allmänt	3
10.1.1	Räckvidd	4
10.1.2	Mätning av avstånd, riktning och hastighet	5
10.1.3	Speciella egenskaper	7
10.2	Markradar	10
10.2.1	Användning	10
10.2.2	Spaningsradar	11
10.2.3	Höjdmätande radar	11
10.2.4	Väderradar	13
10.3	Flygburen radar	13
10.3.1	Allmänt	13
10.3.2	Utrustning	14
10.3.3	Terräng- och väderekon	15
10.3.4	Manuell jämförelse mellan karta och radarbild	16
10.3.5	Fixtagning	17
10.3.6	Radarfyrrar	17
10.3.7	Automatisk jämförelse radarbild/kartbild	18
10.3.8	Hinderindikering och terrängföljning	18
10.4	Sekundärradar och igenkänningsutrustning	19

10 RADAR

10.1 ALLMÄNT

Radars princip kan definieras som en princip att med hjälp av radiovågor upptäcka och lokalisera föremål (i fortsättningen kallade mål). En anläggning som arbetar enligt denna princip kallas radarstation eller i förkortad form radar. Ordet »radar» är en sammandragning av begynnelsebokstäverna i det amerikanska uttrycket »radio detection and ranging» vilket i översättning betyder »upptäckt och avståndsmätning med radio». Benämningen kom till inom den amerikanska flottan under andra världskriget. Det var också under andra världskriget som den moderna radartekniken fick sitt genombrott till följd av det intensiva forsknings- och utvecklingsarbete som bedrevs inom detta område i främst England och USA.

I våra dagar är radartekniken en välutvecklad och avancerad teknik med många tillämpningar i såväl civila som militära sammanhang. Övervakning av luftrummet, styrning av vapen, navigering och trafikövervakning är några exempel på radarns användningsområden. Gemensamt för alla tillämpningar är att man utnyttjar någon eller några av radarns egenskaper att kunna upptäcka mål och mäta avstånd, riktning och hastighet. Radarns stora värde ligger i att dessa funktioner kan erhållas även under sådana besvärliga förhållanden som vid mörker, dis, dimma, regn och snö. Under dylika betingelser är radarn idag oöverträffad.

Radarns principiella uppbyggnad och funktion illustreras av bild 10.1. Som syns består en radar väsentligen av en sändare och en mottagare, vilka är kopplade till var sin antenn. I praktiken förekommer dock nästan uteslutande endast en antenn, som då utnyttjas för både sändning och mottagning, men under skilda tidsintervall. I princip fungerar radarn så att sändaren via antennen utstrålar radiovågor, som utbreder sig i olika riktningar. När radiovågorna träffar ett mål, reflekteras de så att en del återvänder tillbaka mot radarn och uppfångas av antennen. I mottagaren detekteras och analyseras sedan den reflekterade strålningen, det s k målekot, varigenom information (t ex avstånd, riktning och hastighet) om målet kan utvinnas.

Alla mål, som reflekterar elektromagnetisk strålning, kan i princip upptäckas med radar. Upptäcktsmöjligheterna är emellertid beroende av olika faktorer som målets storlek, form och material samt den bakgrund som målet uppträder mot. Exempelvis ger ett stort mål för det mesta ett kraftigt målekot medan

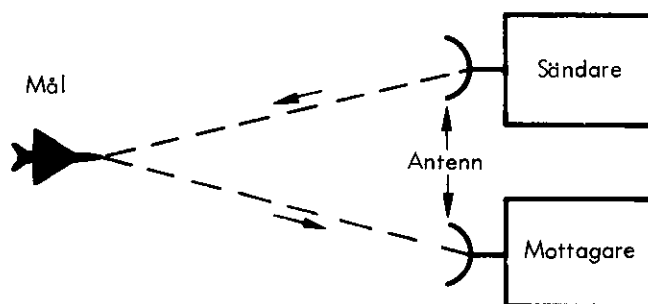


Bild 10.1 Radarns uppbyggnad och funktion

målets form i allmänhet medför att ekots styrka varierar med strålningens infallsriktning. Vidare ger mål av metall upphov till kraftigare ekon än icke-metalliska mål. Detta utesluter dock inte att mål som t ex byggnader av trä, regnmoln eller terräng av olika slag lämnar ekon, som kan detekteras med radar. I vissa radartillämpningar utgör dylika ekon ett störande inslag i form av bakgrundsekon, t ex när man vill upptäcka mål på marken.

Ytterligare en faktor av betydelse för upptäcktsmöjligheterna är radiovågornas utbredningsförhållanden. Under vägen till målet och åter dämpas nämligen radiovågorna i atmosfären (se kap 3). Vid förekomst av nederbörd av olika slag kan utbredningsdämpningen bli mycket stor och leda till en avsevärd försämring av radarns prestanda.

10.1.1 Räckvidd

Med en radars räckvidd avses det största avstånd för vilket det är möjligt att detektera ett mål. Räckvidden är beroende av faktorer som kan hänföras till målets, radarns och radiovågornas egenskaper. Dessa beroenden uttrycks matematiskt i radarekvationen, som brukar användas för beräkning av radarräckvidder. Radarekvationen behandlas ej här. Den intresserade hänvisas till litteraturreferensen [10:1] eller annan lärobok i radarteknik.

Ekvationen ger ett samband mellan radarns sändareffekt och räckvidd. Ett fjärderotsförhållande råder mellan effekten och räckvidden, vilket innebär att en fördubbling av sändareffekten endast ger en ca 20 % räckviddsökning.

Av den från målet reflekterade strålningen återkommer en del till mottagaren. Den mottagna signalens styrka är beroende av målets reflektionsegenskaper, atmosfärsdämpningen, antennegenskaperna, osv. För att signalen skall kunna detekteras i mottagaren måste den kunna urskiljas bland de störande onyttiga signalerna. Dessa är t ex oönskade reflektioner från föremål vid sidan om målet samt i mottagaren alstrat brus.

Mottagarens känslighet, vilken är den minsta detekterbara signalen, begränsas av brus. Brus uppträder i alla elektroniska system, och utgörs av oregelbundna signaler. Förutom brus förekommer även störande signaler som härrör från målets omgivning, t ex terräng, nederbörd och liknande. Dessa signaler tenderar, liksom mottagarbruset, att maskera nyttiga ekosignaler. Genom lämplig konstruktion av mottagaren kan viss förmåga att skilja nyttsignalerna från dylika störande signaler erhållas. Förekomsten av störande signaler bidrar dock generellt till att radarns räckvidd minskar.

En ytterligare faktor att beakta är den räckviddsbegränsning, som radarhorisonten utgör. Radarn kan endast upptäcka mål som ligger över denna horisont. Mål på låg höjd och stort avstånd ligger då i radarskugga, enligt bild 10.2.

Man kan visa att den horisontbegränsade räckvidden (se avsn 3.6.3) är

$$R_h \approx 4,1 (\sqrt{h_s} + \sqrt{h_m}) \quad [\text{km}]$$

där

$$h_s = \text{radarns (sändarens) höjd} \quad [\text{m}]$$

$$h_m = \text{målets höjd} \quad [\text{m}]$$

Denna räckvidd är något större än den geometriska beroende på att radiovågorna avböjs av atmosfären.

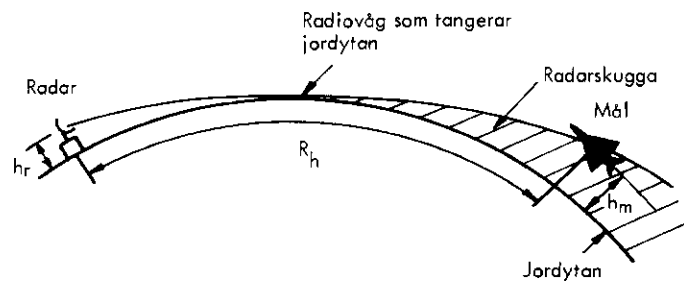


Bild 10.2 Horisontbegränsad räckvidd

10.1.2 Mätning av avstånd, riktning och hastighet

I praktiskt taget alla radartillämpningar är man utöver målupptäckt intresserad av att lokalisera målet, dvs mäta avstånd, riktning och hastighet.

Avståndsmätning, som förmodligen är radarns viktigaste funktion, grundar sig på radiovågornas utbredningshastighet. Avståndet till ett mål bestäms genom att man mäter tiden mellan utsändning av en signal och mottagning av ekot. Eftersom den elektromagnetiska vågen färdas med ljusets hastighet erhåller man

$$R = \frac{c \cdot t}{2}$$

där

R = avståndet till målet
 c = ljusets hastighet = $3 \cdot 10^8$ m/s
 t = uppmätt tid

Den utsända signalen måste moduleras på något sätt för att man skall kunna känna igen den vid mottagandet. Den utan jämförelse vanligaste modulationsformen är pulsmodulering (se avsn 3.6.1), som innebär att signalen sänds i form av korta pulser. Antalet pulser per sekund är radarns pulsrepetitionsfrekvens (prf) (= 1/periodtiden). Bild 10.3 visar avståndsmätning enligt pulsradarprincipen.

Den utsända pulsen reflekteras av målet och återvänder vid en tidpunkt som bestäms av målavståndet. För entydig mätning fordras att pulsens totala gångtid är kortare än tiden mellan två pulser, periodtiden.

Radarns entydiga mätavstånd kan då skrivas

$$R_{\text{entyd}} = \frac{c \cdot T}{2} = \frac{c}{2 f_p} \quad [\text{m}]$$

där

T = periodtid
 f_p = pulsrepetitionsfrekvensen

En markspaningsradar (avsn 10.2) med t ex $f_p = 300$ Hz har ett entydigt mätavstånd på 500 km. Motsvarande avstånd för en flygburen radar (avsn 10.3) med t ex $f_p = 1000$ Hz är 150 km.

Förutom det entydiga avståndet är radarns förmåga att skilja mellan olika mål av betydelse. Radarns upplösningsförmåga m a p avståndet sätts av pulslängden

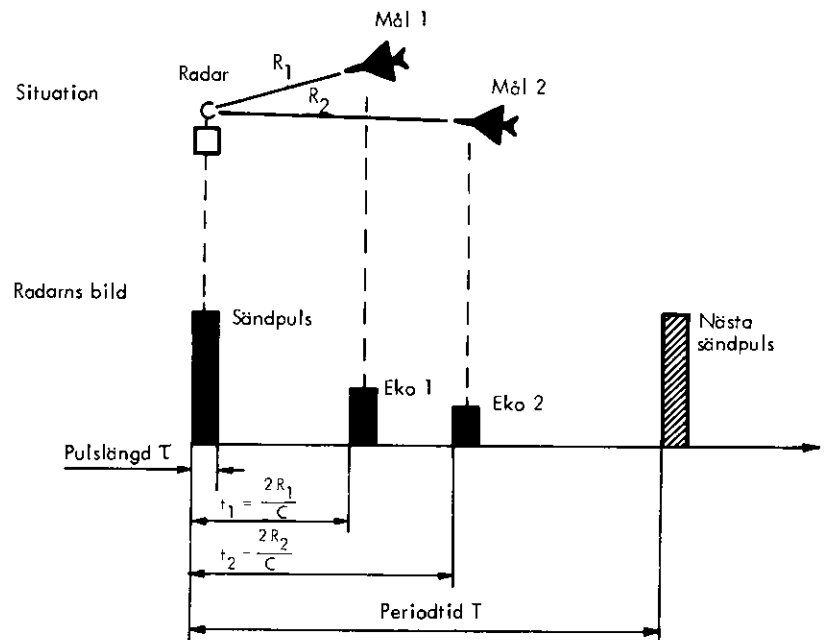


Bild 10.3 Avståndsmätning enligt pulsradarprincipen

τ . Om ekon från två mål inträffar i radarmottagaren med kortare tidsmellanrum än τ kommer de nämligen att uppfattas som enda eko. Avståndsupplösningen ΔR uttryckt i meter kan därför tecknas

$$\Delta R = \frac{c \cdot \tau}{2}$$

vilket anger den minsta avståndsskillnad som erfordras, för att radarn skall kunna särskilja två mål. För en markspaningsradar med $\tau = 4 \mu\text{s}$ är avståndsupplösningen 600 m, medan en flygradar med $\tau = 0,1 \mu\text{s}$ har motsvarande upplösning 15 m.

Vid sidan av pulsradar förekommer även radartyper, som utnyttjar kontinuerliga signaler vid avståndsmätning. En modulationsform, som därvid fått en viss användning, är frekvensmodulering (se avsn 3.6.1). Den grupp av radar, där denna modulationsform utnyttjas, går under benämningen FM-radar.

Avståndsmätningen grundar sig på periodisk modulation av frekvensen. Eftersom ekosignalen är tidsförskjuten i förhållande till den utsända signalen, kan man, ur frekvensskillnaden mellan de två signalerna få ett mått på målavståndet (jfr radarhöjdmätaren avsn 8.8).

Mätning av riktning sker i radarsammanhang med hjälp av riktantenner. De viktigaste egenskaperna hos en riktantenn visas av bild 10.4 som visar hur strålningen från en riktantenn fördelar sig i olika riktningar.

Bilden visar ett snitt genom det tredimensionella strålningsdiagrammet. Största delen av den till antennen inmatade effekten utstrålas genom huvudloben medan resten utstrålas via sidolober och baklob.

Radarns vinkelupplösning förmåga i ett plan beror av lobvinkeln i samma plan. Den minsta skillnad, som måste finnas mellan riktningsvinklarna i detta plan till två mål för att de inte skall presenteras som ett enda, är lika med lobvinkeln. Lobvinkeln är även ett mått på radarns vinkelmät noggrannhet. I allmänhet är lobvinkeln av storleksordningen $1-3^\circ$.

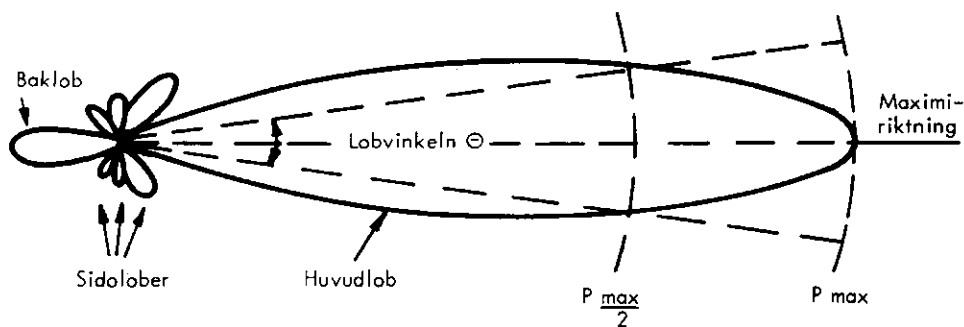


Bild 10.4 Strålningsdiagram för en riktantenn

Hastighetsmätning med radar baserar sig främst på dopplereffekten. En signal av en viss frekvens erhåller som bekant en annan frekvens efter reflektion mot ett mål i rörelse. Frekvensändringen eller dopplerförskjutningen är proportionell mot målets hastighet enligt uttrycket (jfr avsn 8.7).

$$f_d = \frac{2v}{\lambda}$$

där

- f_d = dopplerförskjutningen [Hz]
- v = målets (radiella) hastighet [m/s]
- λ = våglängden [m]

Dopplerförskjutningen är positiv för mål som närmar sig och negativ för mål som avlägsnar sig.

En radar som utnyttjar dopplereffekten för att antingen bestämma målhastighet (t ex vid hastighetsradar) eller särskilja mål med olika hastighet (t ex för att undertrycka ekon från icke önskat mål) kallas dopplerradar. I radarmottagaren mäts hastigheten i allmänhet med hjälp av dopplerfilter. Varje dopplerfilter släpper igenom dopplerfrekvenser som svarar mot ett visst hastighetsintervall, vilket bestämmer radarns hastighetsupplösningsförmåga.

Det förekommer ofta att avstånds- och hastighetsmätning utförs med samma radar. Den vanligaste radartypen är pulsdopplerradarn (PD-radarn) men även den frekvensmodulerade dopplerradarn (FMD-radarn) förekommer.

Hastighetsmätning kan emellertid även ske utan att dopplereffekten utnyttjas. Med varje radar, som kan bestämma ett måls position, har man nämligen möjlighet att ur successivt uppmätta positioner beräkna målets förflyttning och hastighet. Detta är ett vanligt förfarande bl a i luftövervakningssammanhang.

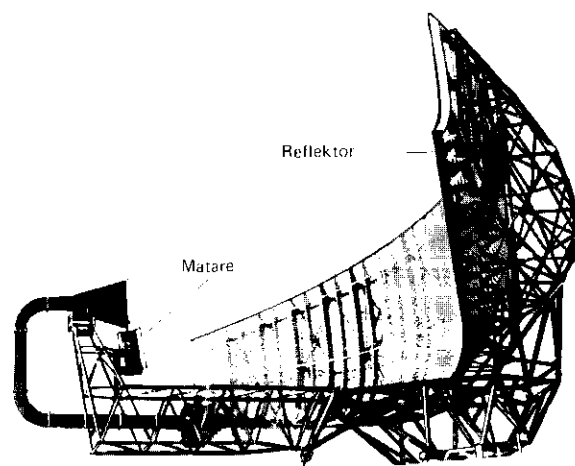
10.1.3 Speciella egenskaper

Som framgått förekommer olika funktionstyper av radar. Den schematiska uppbyggnaden enligt bild 10.1 är dock allmängiltig.

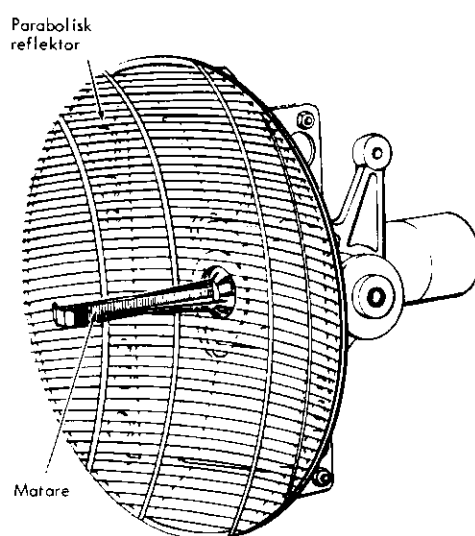
Den vanligtvis förekommande antenntypen är den s k reflektorantennen. En reflektorantenn består av en välvd metallyta, reflektorn, som reflekterar och koncentrerar strålningen från en liten primärstrålare, mataren. Stora reflektorer utförs alltid av finmaskigt trådnät, för att vindpåkänningen inte skall bli för stor.

Som skydd mot väder och vind förekommer även radomer, dvs höljen av material som släpper igenom radarstålningen.

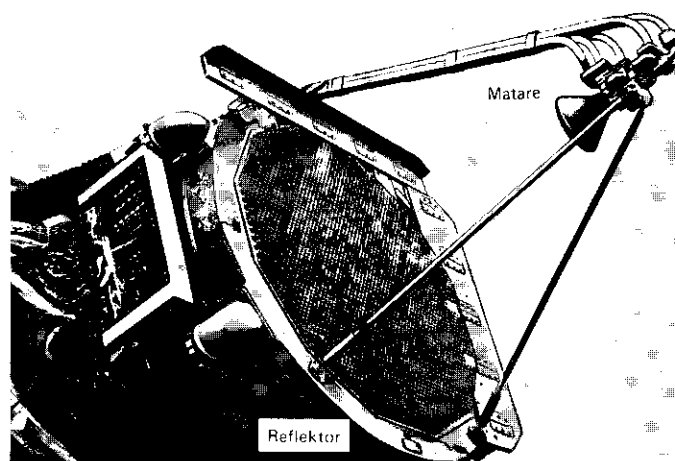
Ett par exempel på vanliga antennutföranden visas på bild 10.5.



a. Markspaningsradar



b. Eldledningsradar



c. Flygburen radar med elektroniskt styrd antenn

Bild 10.5 Olika typer av radarantenn

Antennen i bild 10.5 a används i markspaningsradar. Den har liten lobvinkel i horisontalplanet men stor lobvinkel i vertikalplanet. Med en sådan skivlob kan endast målets bäring mätas. Den andra antennen, i bild 10.5 b, utnyttjas i ledningsradar och har en rotationssymmetrisk pennlob med små lobvinklar, vilket möjliggör mätning av både sid- och höjdvinklar till målet.

I de flesta tillämpningar har radarn till uppgift att söka efter mål inom ett stort område av luftrummet. Antennen är därför rörlig kring en axel så att loben kan orienteras i olika riktningar. Hos sk elektriskt styrda gruppantennor (ELSA) kan lobriktningen och även lobbredden varieras på elektronisk väg. Bild 10.5 c visar en flygburen radar med en elektriskt styrd antenn. Jämför med bild 10.10.

Presentationen av målinformationen kan ske på olika sätt. I allmänhet presenteras ekosignalen med lämpliga referenser visuellt med hjälp av katodstrålerör. Indikatorerna indelas i olika typer efter den information de ger. De flesta indikatorerna har ursprungligen erhållit bokstavsbezeichnungar.

Den vanligaste typen är den planpolära indikatorn (PPI), bild 10.6 a. Med den presenteras avstånd och sidvinkel till målet i ett polärt koordinatsystem. På indikatorskärmen startas ett avståndssvep i radiell riktning vid varje utgående sändarpuls (pulsradar). Avståndssvepet åstadkoms med hjälp av en svepstörning från svepgeneratoren, vilken startas av samma styrpuls som modulatorens. Ett måleko i form av en videopuls ger en ljuspunkt på skärmen under avståndssvepet. Avståndet mellan skärmens centrum och ljuspunkten blir då ett mått på målavståndet. I takt med antennens rörelse bringas avståndssvepet att vridas runt så att sidvinkelinformation erhålls. Eftersom skärmen är belagd med ett fosforescerande material med viss efterlysning, erhåller man en kartliknande bild av omgivningen.

I radarsystem där antennloben sveper fram och tillbaka över en sektor om $30-90^\circ$ har ofta indikatorn samma form. Detta är t ex fallet i en (flygburen) attackradar där en indikator kallad sektor-PPI (bild 10.6 b) förekommer. I en jaktradar används emellertid hellre en B-indikator (bild 10.6 c), som ger avstånd och sidvinkel till målet i ett rätvinkligt koordinatsystem.

En A-indikator (bild 10.6 d) används för presentation av målavstånd. Målekona återges här som taggar på ett rakt svep.

Med en C-indikator (bild 10.6 e) ges information om sidvinkel och höjdvinkel till målet i ett rätvinkligt koordinatsystem.

Den indikatorbild som presenteras för radarobservatören är normalt behäftad med brister, som försvårar tolkningen av den. En radarutrustning är därför i allmänhet försedd med ett antal speciella funktioner, som gör det möjligt för observatören att göra indikatorbilden tydligare.

Bland de enklare medlen kan nämnas användningen av olika avståndsområden. I allmänhet är det varken nödvändigt eller önskvärt att utnyttja radarns maximala räckvidd. Man låter därför operatören ha möjlighet att välja lämpligt avståndsområde, så att indikatorn utnyttjas optimalt och för situationen bästa upplösning erhålls. Indikatorerna är ofta försedda med koncentriska avståndsringar eller andra avståndsmarkeringar, så att avståndet kan avläsas direkt. Liknande uppgift fyller de vinkelgraderingar som förekommer på indikatorerna.

Många indikatorer är försedda med en markör med vilken operatören kan utmärka mål på indikatorskärmen t ex för vidare befordran av målets koordinater till en dator. Markören kan ibland vara mekanisk, men för det mesta genereras den på elektronisk väg, precis som radarbilden.

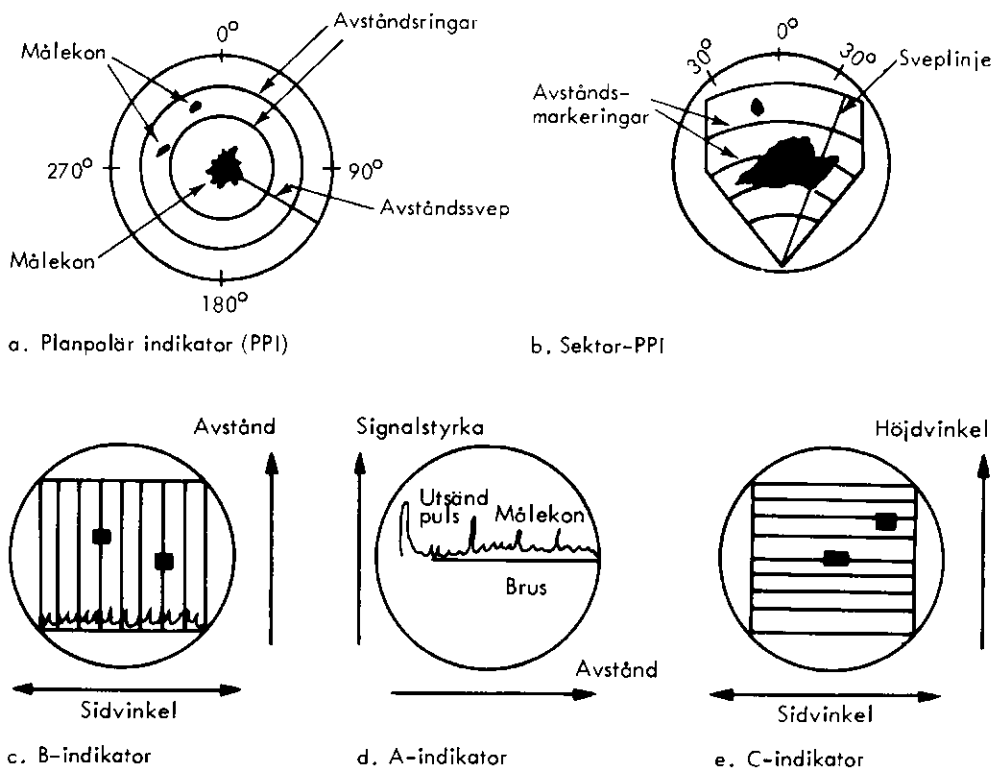


Bild 10.6 Radarindikatorer

Närbelägna mål ger starkare ekon än mål på större avstånd, vilket kan leda till svårigheter vid inställningen av förstärkningen. Detta problem kan elimineras om förstärkningen görs avståndsberoende vilket innebär att ekon från närbelägna mål förstärks kraftigare än ekon från avlägsna mål. Avståndsberoende förstärkning medger även en viss reducering av de kraftiga markekon, som kommer från en radarstations omedelbara närhet. Ibland kan dessa markekon vara så kraftiga att det blir nödvändigt att helt strypa mottagaren för ekon från närzonen.

Eliminering av markekon är likaså syftet med MTI (Moving Target Indication), som är en mottagarteknik för undertryckning av ekosignaler från fasta mål. Mottagaren filtrerar bort alla ekon som inte är dopplerskiftade. På indikatorn presenteras endast ekon från rörliga mål. Denna teknik underlättar upptäckt av rörliga mål, t ex lågtflygande flygplan, i närvaro av markekon.

10.2 MARKRADAR

10.2.1 Användning

Den i flygsammanhang viktigaste användningen av markbaserade radarsystem torde vara för övervakning av luftrummet. Från att ursprungligen ha varit en nästan enbart militär angelägenhet har luftrumsövervakning numera fått mycket stor betydelse även på det civila området, där radar utnyttjas för övervakning och ledning av flygtrafiken. Den militära sidan av övervakningen omfattar upptäckt och varning för fiendliga flygplan och robotar, inmätning och följning av dessa samt ledning (stridsledning) av egen flygverksamhet. Både den civila och den militära övervakningen av luftrummet ombesörjs av stora spaningsradar-

stationer av varierande utföranden, i allmänhet kompletterade med någon form av höjdmätande radar. I detta sammanhang talar man även om primärradar och sekundärradar. Med primärradar avses då radar, som endast utnyttjar från målet reflekterad strålning, medan benämningen sekundärradar syftar på radar, som utnyttjar automatiskt återutsänd strålning från en radarsvarare i målet. Återutsändningen kan, utom normal radarinformation, innehålla ytterligare information, t ex identitet och flyghöjd (jfr avsn 10.4).

En annan viktig användning av markradar i flygsammanhang är landningsradarn.

Även den markbaserade väderradarn kan anses vara av betydelse för flygverksamheter. Med dess hjälp kan meteorologerna kartlägga väderleksläget, t ex nederbördsområden och molnförekomster, över vidsträckta områden.

Förutom de ovan uppräknade tillämpningarna för markradar, som är av särskilt intresse i flygsammanhang, förekommer markbaserade radarsystem på många områden av vilka vapenstyrning torde vara det viktigaste. I detta avsnitt begränsas emellertid redogörelsen till radartyper, som förekommer i ovannämnda sammanhang, med undantag för landningsradarn, som beskrivs i avsn 15.2.4.

10.2.2 Spaningsradar

Spaningsradarn är ett viktigt hjälpmedel för övervakning av luftrummet. Den har till uppgift att ombesörja upptäckt och lokalisering av flygande mål, dvs huvudsakligen flygplan och robotar.

Den vanligaste typen av spaningsradar presenterar på en PPI en översiktsbild av luftrummet i likhet med en karta, dvs situationen ses ovanifrån med radarn i bildens mitt. Omfånget av det område eller luftrum, som kan övervakas, bestäms av radarns räckvidd, som varierar upp till 500 km.

Kännetecknande för spaningsradarstationer är att de arbetar med mycket höga avgivna sändareffekter. Pulseffekter av storleksordningen flera megawatt (MW) är således inte ovanliga. Dessa höga uteffekter är betingade av kravet på stor räckvidd, vilket också medfört att de lägre radarfrekvenserna utnyttjas. På dessa frekvenser är atmosfärsdämpningen förhållandevis låg. Av detta skäl arbetar de flesta spaningsradarstationerna vid våglängder omkring 10–20 cm. Beträffande våglängdsband se avsn 3.6.2.

Den information om målet som erhålls från spaningsradarn skall i regel utnyttjas för flygtrafikledning eller stridsledning. Dessa funktioner utförs normalt i centraler dit radarinformationen från flera radarstationer matas via (mikrovågs) länkar. Från samma central kan därmed stora områden övervakas.

Då en spaningsradar används för flygtrafikledning kallas den *primärradar*. Jfr sekundärradar i avsn 10.4.

10.2.3 Höjdmätande radar

Informationen från en vanlig spaningsradar saknar, som påpekats ovan, uppgifter om målets höjd. Målhöjden bestäms därför i regel med en separat höjdmätningssradar. Med en sådan radar mäts höjdvinkeln till målet samt lutande avståndet. Ur dessa storheter kan sedan målhöjden beräknas.

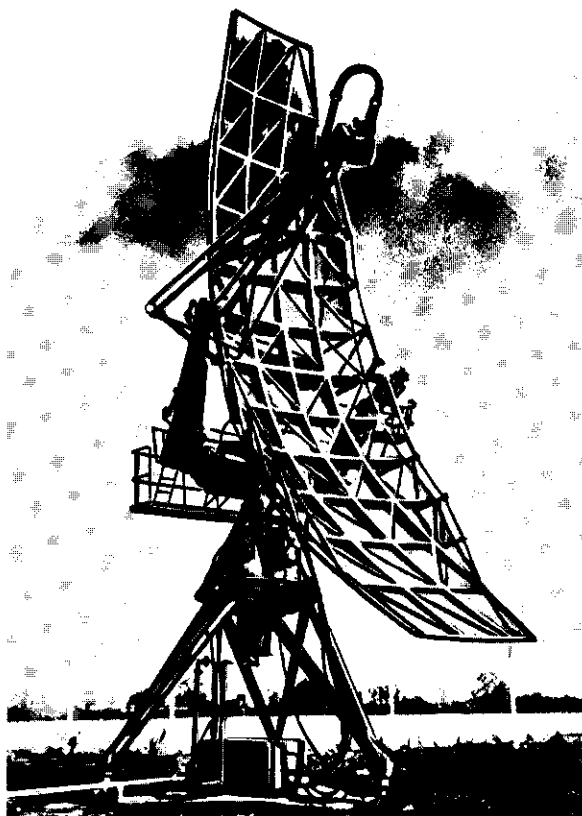


Bild 10.7 Nickande höjdmätare

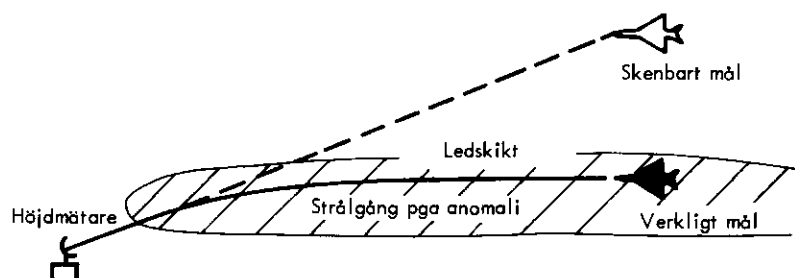


Bild 10.8 Höjdfel p g a anomal utbredning

För bestämning av elevationsvinkeln utnyttjas en skivlob med horisontal utsträckning, vilket erfordrar en antenn med stor utsträckning i vertikalled men relativt liten utsträckning i horisontalled. Höjdmätaren visas normalt av en spaningsradar till målets bäring, och sveper sedan med loben upp och ned tills den funnit målet. Denna typ av höjdmätare kallas därför nickande höjdmätare. Ett exempel på en dylik visas på bild 10.7.

Det har också blivit allt vanligare att förse spaningsradarstationer med särskilt utformade antennlobsystem, för att de skall kunna utföra höjdmätning. Dessa radarstationer går under benämningen trekoordinatradar (eller 3D-radar) eftersom de lokaliserar mål i tre koordinater.

Genom tillkomsten av elektriskt styrda gruppantennor har nya möjligheter för höjdmätning skapats. Tack vare den snabba lobstyrning som är möjlig, kan tredimensionella sökprogram åstadkommas. Exempelvis kan elektronisk svepning av en pennlob försiggå i vertikalled medan antennen på mekanisk väg spanar horisonten runt.



Bild 10.9 PPI-bild av molninformationer

I radarsammanhang påverkas vågutbredningen ofta av horisontala skiktningar i atmosfären, så kallat ledsikt. Den så kallade anomala vågutbredningen, som därvid uppstår, yttrar sig bl a i onormalt stora räckvidder på låg höjd för spaningsradarstationer. Effekten av den normala utbredningen är emellertid särskilt kännbar i höjdmätningssammanhang, där felet i höjdangivelse kan bli mycket stort. Ett exempel på en sådan mätsituation visas på bild 10.8.

10.2.4 Väderradar

Tidigare har påpekats att en av radarns främsta egenskaper är förmågan att »se» under besvärliga väderleksförhållande. Denna förmåga är dock inte oberoende av väderleken och för radarstationer, som arbetar vid de högre radarfrekvenserna, är vädrets inverkan högst märkbar. Detta förhållande utnyttjas därför i en speciell typ av radar, kallad väderradar, som begagnas för meteorologiska ändamål.

Till sin uppbyggnad och funktion kan väderradarn närmast jämföras med spaningsradarn. Dess huvuduppgift är emellertid att detektera olika väderekon. För detta syfte har frekvenser på X-bandet (ca 3 cm våglängd) visat sig vara bäst lämpade. Typiska räckvidder för väderradarstationer är 15–30 mil. Inom detta område kan förekomst av moln, regn, snöfall, m m kartläggas och uppskattning av nederbörds mängder göras. Vanligtvis presenteras den samlade informationen över väderlekssituationen på en PPI. Flyg och andra verksamhetsgrenar, som är beroende av vädret, kan på detta sätt få noggranna prognoser över väderleksläget. Bild 10.9 visar en PPI-bild över molninformationer som upptagits med en väderradar.

10.3 FLYGBUREN RADAR

10.3.1 Allmänt

I detta avsnitt diskuteras egenskaper och tillämpningar speciella för flygburen radar. Avsn 10.3.2–3 behandlar utrustningen och miljöns egenskaper, varefter övriga avsnitt ägnas åt tillämpningar. Bland tillämpningar av flygburen radar märks