

## Faktorer som styr radartaktiken

Vilken taktik ett förband kan eller bör använda bestäms bl a av uppgiften, terrängen och vad som utgör hotet. Hotet kan delas in i två huvuddelar.

- Spaningshotet dvs risken att röja sina förband och ett eventuellt senare angrepp med konventionella vapen eller SSARB.
- Telestörning.

### Spaningshotet

Motståndarens taktik går från den tidigare taktiken att trycka ned luftvärnet (SEAD) till att en gång för alla förinta luftvärnet (DEAD) oavsett om det sänder eller inte.

Radarstationer kan mätas in och lägesbestämmas genom motståndarens signal, satellit- och fotospaning. Syntetisk apertur radar t ex det amerikanska Joint STARS (Joint Surveillance Target Attack Radar System) kan skapa fotolikande radarbilder av marken med upplösning på några få decimeter och kan i vissa fall detektera och identifiera fordon på mycket stora avstånd.



*Bild 6:1. E-8C Joint STARS.*

Man bör härvid inte glömma bort att även radiosignaler avslöjar en radars eller en eldenhets gruppering Om motståndaren lyckas klarlägga våra förbands gruppering öppnar detta en rad möjligheter t ex

- bekämpning kan ske med vapen som förprogrammerats mot målets koordinater med hjälp av GPS-teknik

- anfall med laserstyrda vapen.

Datasimuleringsmodeller kan nyttjas för att föröva och pröva anfall mot grupperingen. I sådana simuleringsmodeller kan angriparen pröva olika metoder för att hitta luckor och svagheter i vår gruppering.

Genom att vidta olika former av motåtgärder t ex täta omgrupperingar, skenmål och maskering kan man helt vilseleda angriparen eller avsevärt försvåra hans möjligheter att låsa sina vapen på våra system.

Förband som inte kunnat upptäckas och lägesbestämmas i förväg måste bekämpas med vapen som i anfallsskedet låses mot målens signatur, t ex genom anfall med SSARB.

### **Signalspaning och begreppet signalmiljö**

Signalmiljön utgörs av alla de signaler som når motståndarens signalspaningsutrustning. Signalspaningsutrustningen, t ex en del av en SSARB, kan vara kopplad till en störsändare eller ingå i någon positionsbestämningsutrustning.

Ju fler radarpulser som når signalspaningsutrustningen desto svårare blir det att kunna klassificera de olika radarstationerna. Om utrustningen inte gör en riktig klassificering kommer störningen inte att ske mot rätt frekvens eller mot den hotfullaste radarstationen. En SSARB kan komma att avfyras mot fel mål eller missa målet.

Att sända med alla radarstationer samtidigt komplicerar signalmiljön men riskerar också att avslöja hela grupperingen.

För att försvåra för signalspaning bör man givetvis helst inte sända alls med radar- eller radiostationer. Om en station har sänt bör den så snart som möjligt omgrupperas. Signalspaningen blir enklast att genomföra om radarstationerna sänder en i taget och under en längre tid.

Även IK-utrustningen kan pejlas varför den ska stängas av vid radio- och radartystnad. Radiolänkstationer kan pejlas vilket innebär att enheterna i TS 9000 går att lägesbestämmas.

### **Telestörning**

Motståndaren eftersträvar att störa smalbandigt, eftersom smalbandig störning har avsevärt bättre verkan än bredbandig störning. Det beror på att ingen effekt ödslas bort på ovidkommande frekvenser. Ju fler radarstationer som sänder desto svårare blir det att störa smalbandigt. Om motståndaren samtidigt försöker störa smalbandigt mot flera olika radarstationer riskerar han att missa att störa någon av stationerna. Motståndaren kan därför tvingas till bredbandig störning.

Om hotet främst består av elektroniska motmedel bör följaktligen så många stationer som möjligt sända samtidigt.

## Sammanfattning

Genom en kombination av maskering, rörligt uppträdande, signalskyddsåtgärder och vilseledande åtgärder hålls angriparen i ovisshet om våra förbands exakta gruppering.

Förändringar i grupperingsgeometrin måste göras snabbare än motståndarens förmåga att upptäcka, insatsplanera och anflyga, dvs man måste komma innanför angriparens besluts cykel.

Ett restriktivt och samordnat nyttjande av våra radarstationer försvårar angriparens möjlighet att under pågående anfall bekämpa våra förband med SSARB.

## Att störa ett luftförsvar

Ett stort antal olika radarstationer och andra sensorer bildar tillsammans ett luftförsvarssystem. För att en motståndare ska få en godtagbar effekt med sina flyganfall måste hela systemet inom aktuellt område störas.

Det är lätt att fokusera på möjligheterna att störa enskilda radarstationer och glömma problemen med att störa hela luftförsvarssystemet.

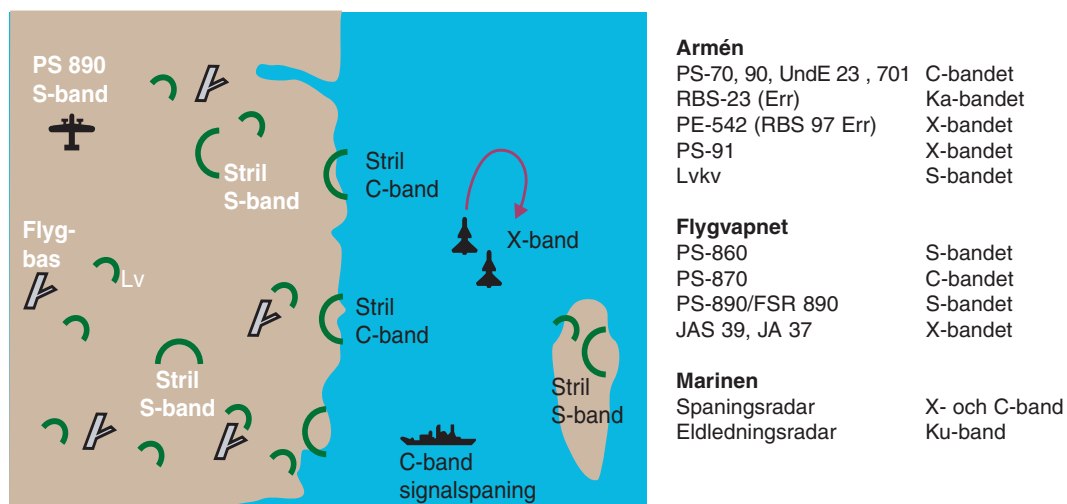


Bild 6:2. Exempel på svenska system- och radarband.

Den stora nackdelen med aktiv störning är att störsändaren ofta avslöjar sin existens. Problemet för den angripne är att veta exakt var störsändaren är belägen, samt hur många flygplan som döljer sig i störningen.

En störsändares läge kan i vissa fall pejljas. Ett pejlat målläge kan i många fall ge tillräckligt noggrann information för att eldenheterna ska kunna komma till verkan.

Marinens fartyg, FRA och SIS-bat har utmärkta möjligheter till signalspaning. Signalspaning kan användas både till krysspejling och till att klassificera den sändande stationen. Signalspaningen känner till olika specifika parametrar hos motståndarens radarstationer och kan därför klassificera ett flygplan t ex med hjälp av dess navigationsradar. SIS kan därför meddela till STRIL att flyganfallet sker med t ex SU-24.

Flygvapnets radarstationer kan genomföra krysspejling på samma sätt som luftvärnet. Ju fler stationer som används för krysspejling desto bättre kan störsändarens position fastställas. Allt fler radarstationer är 3D-radar dvs de kan bestämma ett målläge i x-, y- och z-led. De har därför möjligheten vid störning att pejla även i höjdvinkelled, vilket kraftigt minskar antalet ”falska kryss” vid pejling.

### **Sensorkedjan**

Luftvärnet använder sig av en kedja av sensorer för att upptäcka och bekämpa ett mål. Kedjan kan t ex bestå av

- STRIL-radar (för att sända bl a LuLIS).
- lokalspaningsradar
- eldledningsradar
- zonrör.

Det finns ofta metoder att störa/påverka de enskilda delarna i ett system. Svårigheten är att kunna påverka de olika delarna samtidigt. Risker är stor att en störform som är effektiv mot en sensor gör det lättare för en annan sensor att upptäcka störflygplanet.

Ju tidigare i kedjan en motståndare kan störa sensorerna desto mindre blir risken för bekämpning. Ett mål som inte upptäcks blir inte heller bekämpat. Ofta är det därför effektivaste att störa spaningssensorerna. För att t ex störa en eldledningsradar som låst på ett flygplan eller en zonrörsgrenat på väg mot planet, krävs mycket snabba system. Någon tid för misslag finns inte. Men om flygplanet likväl har upptäckts av ett eldledningssystem måste detta kunna påverkas för att flygplanet ska kunna överleva.

Jaktflyget och tillhörande STRIL-system är ofta det stora hotet för motståndaren. Motståndaren måste därför i första hand rikta sin telekrigföring mot dessa, vilket kan leda till att luftvärnet blir mindre påverkat av telestörning än vad motståndaren egentligen har teknisk kapacitet till. Om flygvapnets radarstationer störs finns risk att LuLIS-täckningen kan bli dålig i vissa områden. Detta innebär är att luftvärnet inte ska planera hela sin strid utifrån att LuLIS fungerar.

## ”Home on jam” (HOJ)

Flera vapensystem har funktionen ”Home On Jam” (HOJ) dvs brusföljning, som innebär att systemet kopplar över och följer den starkaste bruskällan. En robot som har denna funktion blir en enkel form av SSARB. För att brusföljningen ska fungera krävs att störsändarna sänder kontinuerligt brus. Vid pulsad störning eller repeterstörning klarar inte HOJ-systemen av att styra mot störsändaren. Exempel på HOJ-system i svenska försvaret är

- RBS 97
- Rb 99 (AMRAAM)
- PS-91, kan få robotsiktet att svänga in mot störriktningen.

Vetskapen om att vi har system med HOJ-funktion kan begränsa motståndarens vilja att använda aktiv störning.



*Bild 6:3. RBS 77/97 HAWK.*

## Vad är syftet?

En motståndare kommer inte att störa på måfå eftersom det krävs stora effekter hos störsändarna för att kunna störa ut alla radarstationer. Motståndaren kommer därför aldrig ha något överskott på störresurser, vilket innebär att han alltid måste prioritera sin störresurser till det han för tillfället finner är viktigast. En motståndare har därför alltid ett syfte med telekrigföringen. Problemet är att genomsåda varför han störsänder. Om en motståndare väljer att anfälla utan störning, gör han det för att han är övertygad om att överraskningseffekten blir högre än om han använder störning.

Telestörning syftar ytterst till att påverka människan bakom sensorn. Man bör därför inte betrakta störningen som ett tekniskt fenomen utan istället klarlägga vilket syfte störningen har. Även om inte tillräcklig information finns inne i radarn ska den tillgängliga informationen förmedlas till eldenheterna, det är där den kan komma till nytta.

Det är viktigt att underrättelseledarna såväl som officerarna övas att dra taktiska slutsatser av störningen eftersom de inställningar som kan göras i radarstationerna bara i begränsad omfattning kommer att påverka räckvidden. I flera fall kan genombrottsavståndet vara i det närmaste obefintligt.

### **Sensorer i nätverk**

Krysspejling, störbäringsvisning eller någon form av sensorfusion kan göra det möjligt att få tillräckligt mycket information om motståndaren för att eldenheterna ska komma till verkan.

Idén med det nätverksbaserade försvaret är att alla sensorers information ska fusioneras för att skapa en lägesbild. Från denna lägesbild kan sedan eldenheterna in visas. Detta kommer inom luftvärnet att stödjas av ledningssystem som t ex UndE 23, ILLv och LvPLUS. Genom att många sensorers information sammanställs kommer det också krävas att motståndaren stör ut alla sensorer inom ett område för att eldenheterna inte ska komma till verkan. Genom att en viss eldenhet inte är direktkopplad till en viss spanings sensor kommer också möjligheterna öka att taktisera med radarstationerna (t ex tända/släcka) utan att det behöver direkt påverka eldenheterna.

## **Att hitta den svaga punkten – förhindra systemkollaps**

En motståndare kommer alltid ha brist på störresurser och kan därför inte störa alla de system han önskar. Motståndaren kommer därför alltid att försöka hitta de komponenter i ett luftförsvaret som orsakar mest skada om de slås ut. Det optimala är att störa eller förstöra någon komponent som leder till systemkollaps. Med systemkollaps avses att ett system får en verkan som nästan är noll.

För att förhindra att en motståndare orsakar systemkollaps bör man klara ut egna luftförsvarets svagheter och söka olika taktiska och tekniska lösningar t ex mixning av olika luftvärnssystem. Strävan ska vara att skapa olika reservsystem exempelvis så att underrättelsesdata kan skickas både via tråd, TS 9000 och mobiltelefon. Detta kallas att systemet har redundans.

## Orsaker till systemkollaps

En motståndare försöker med största sannolikhet fastställa vad som är den svaga länken i ett visst system. Inför starten av Gulfkriget genomfördes omfattande planläggning och simulering av det irakiska luftförsvaret för att hitta dess svaga punkter.

Vad som är den kritiska punkten och hur lätt det är att skapa systemkollaps kan variera under dygnet.

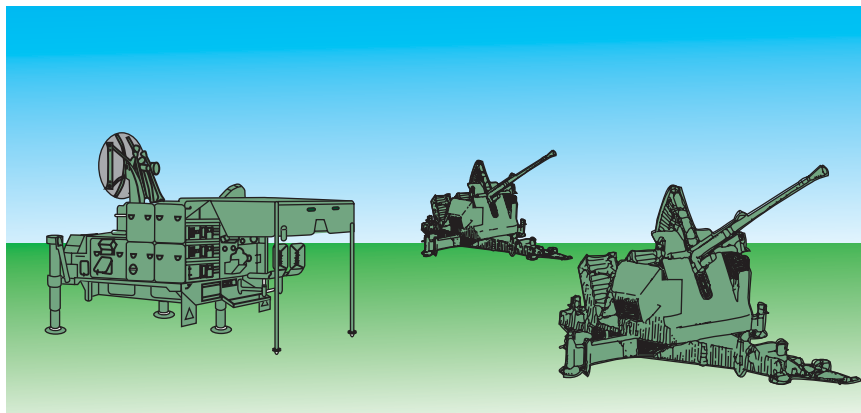


Bild 6:4. Eldledningsradar Cig 790 och lvakan m/48.

I följande exempel visas på ett systems olika fördelar och nackdelar. Av sekretesskäl görs det på ett avvecklat system, luftvärnssystem 48. En motsvarande analys kan göras på vilket system som helst.

### Beskrivning av luftvärnssystem 48

Systemet bestod av två 40 mm lvakan m/48, vilka fjärrstyrdes från en eldledningsradar Cig 790. Eldledningsradarn invisades från spaningsradar PS-90.

#### *Optisk sikt*

Systemet hade vid optisk sikt flera olika redundansmöjligheter. Det blev därför svårt att orsaka systemkollaps.

Invisning kunde ske från

- spaningsradar
- målangivare
- spaning med eldledningsradarn (främst sektorsökning).

Invisningsdata från spaningsradarn kunde sändas via

- tråd
- radio.

## 6. Taktik

---

Vinkelföljning skedde genom

- optisk riktning via Cig 790 periskop
- radarföljning med eldledningsradar.

För avståndsmätningen kunde Cig 790 använda

- egen eldledningsradar
- laser
- spaningsradar.

Som en sista nödåtgärd kunde pjäserna avfyras i närriktning.

Lvakän använde olika typer av ammunition t ex

- zonerammunition
- anslagsammunition.

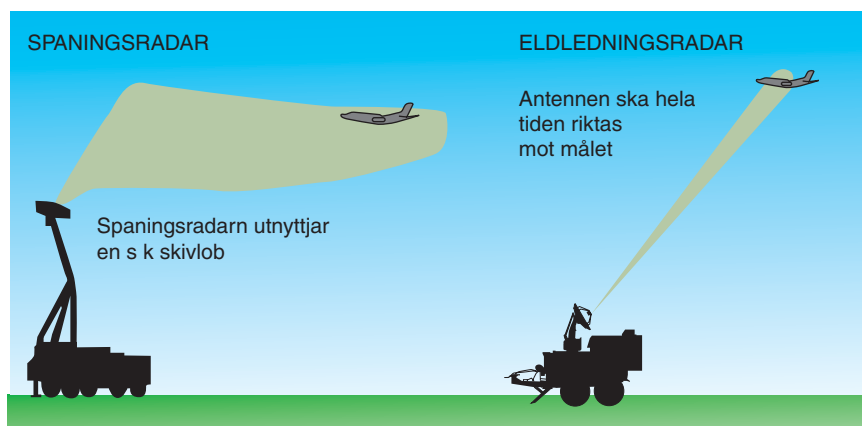
Zonerammunitionen nyttjade en ytterst liten CW-radar som fick granaten att explodera även om den passerar strax bredvid målet. Teoretiskt är det möjligt att störa en zonerammunition så att den exploderar i förtid.

Anslagsgranaterna är i praktiken omöjliga att påverka efter avskjutning.

### *Nedsatt optisk sikt*

Då optisk sikt saknas blev det enklare att orsaka systemkollaps, eftersom Cig 790 i detta läge måste använda radarinvisning och radarföljning.

En eldledningsradar har till skillnad mot en spaningsradar en mycket smal antennlob. Det innebär att den har svårt att utan invisning själv hitta ett mål. En eldledningsradar klarar endast av att leta efter målet inom ett begränsat område (sektorsökning eller närsökning).



*Bild 6:5. Invisning.*

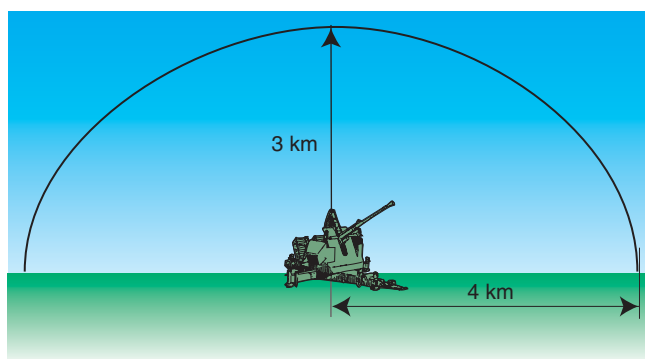
Då optisk sikt saknas kan inte heller målangivaren användas, Cig 790 var därför i praktiken hänvisad till invisning från en spaningsradar. Av denna



anledning kunde det vara mer kostnadseffektivt för motståndaren att välja att störa en spaningsradar istället för flera eldledningsradar.

I mörker var systemet känsligt för vinkelavhakning av radarn eftersom periskopet inte kunde användas när det saknas optisk sikt.

Beroende på eldtillståndsgrad krävdes att målet hade identifierats av STRIL, optiskt av eldledare/skytt eller med hjälp av IK-utrustning. Att störa ut STRIL (dvs LULIS) eller IK-utrustning innebar att optisk identifiering krävdes, vilket minskade systemets reaktionstid och därmed nedgick systemets prestanda.



*Bild 6:6. Verkansvolym för luftvärnssystem 48.*

### Övrigt

En stor begränsning var att systemet sköt högst tre km i vertikalled. Om motståndaren flög över tre km höjd kunde inte systemet komma till verkan. Låghöjdsluftvärn kräver ett jaktflyg eller höghöjdsluftvärn som kan pressa ner fiendens flyg till vapensystemets porté.

### Slutsatser

Vid optisk sikt hade luftvärnssystemet 48 redundansmöjligheter till alla funktioner. Det var därför svårt för motståndaren att orsaka systemkollaps. Det var betydligt lättare att orsaka systemkollaps nattetid mot systemet eftersom det fanns färre redundansmöjligheter. Systemet var i praktiken tvunget att använda spaningsradarn för invisning och eldledningsradarn för att kunna vinkelfölja målen.

Oavsett siktförhållanden hade systemet en stor nackdel i det faktum att det endast hade en höjdtäckning på tre km. Om motståndaren flög över denna höjd slapp han odsla några telekrisresurser mot luftvärnet. I gengäld måste han fråga sig vilka andra delar i luftförsvaret han då blottlade sig för. För vissa av motståndarens vapensystem minskar precisionen om flyghöjden ökar medan för andra vapensystem kan precisionen förbättras, eftersom piloten får mer tid på sig att styra vapnet mot målet.

### **Motståndaren väljer det mest rationella angreppet**

En motståndare skulle troligen välja att antingen flyga över tre km höjd och satsa alla telekrigsresurser mot jaktflyg och höghöjdsluftvärn (typ RBS 97) eller att flyga lägre och använda en del av sina telekrigsresurser mot luftvärnet. Det val motståndaren gör kommer att vara det mest rationella utifrån hans perspektiv och med de ingångsvärden han just då har om den vårt luftförsvar.

Allt för ofta tycks man ha en benägenhet att planera utifrån att motståndaren gör det som är bäst för oss och inte vad som är bäst för honom. Dubbelsidiga övningar med luftvärns- och flygvapenförband är ett sätt att komma ifrån detta.

### **Bristande samband kan orsaka systemkollaps**

Sambandets har stor betydelse för striden. För motståndaren är det kanske mer effektivt att störa ut sambandet än att störa ut en spaningsradarstation. Även om radarn ser målet kan den inte förmedla sina underrättelser till eldenheterna. Underrättelserna är då följaktligen värdelösa.

Sambandsproblematiken bör särskilt beaktas vid våra lättrorliga system t ex RBS 70.

Tillkomsten av Ra 180 omöjliggör inte störning av radioförbindelserna. Det kommer dock att krävas betydligt mer störesurser än tidigare. Bredbandig störning mot hela UK-bandet stör även ut Ra 180-systemet. Detta kräver dock mycket hög uteffekt.

UK är det vanligaste radiobandet hos alla arméer. Om en motståndare störsänder över hela UK-bandet kommer han även att störa sina egna närliggande UK-stationer. Under ett inledande flygangrepp mot våra flygbaser torde detta inte vara något problem eftersom han knappast har några markförband i området.

T ex har USA goda möjligheter att störa radiosamband med flygplanet Compass Call (C130 Hercules) och eskortstöraren EA6-Prowler. De ledningssystem som ska införas i och med det nätverksbaserade försvaret (t ex UndE 23, ILLv, ISMark) är alla starkt beroende av sambandsmöjligheterna. Vikten av ett väl fungerande sambandsystem torde därför öka i framtiden.

### **Överraskning**

Genom att använda ett rörligt uppträdande och ett oväntat beteende kan en motståndares planering visa sig mindre effektiv. En god signaldisiplin försvårar för motståndaren att genom signalspaning fastställa läget och vilka olika typer av system som finns i ett område.

Motståndaren kan då tvingas att ta till stora säkerhetsmarginaler för att lyckas med sina uppdrag, vilket i sin tur minskar möjligheterna att ha

resurser över till andra parallella uppdrag. Att mixa luftvärnssystemen är i många fall en effektiv metod att gardera sig mot ett systems svaga punkter.

### **Direkt- och indirektverkan**

Under Gulfkriget kan man anse att det irakiska luftförsvaret råkade ut för systemkollaps, eftersom det sköt ner mycket få allierade flygplan.

Men även om det irakiska luftförsvaret inte hade någon direkt verkan så hade det en indirekt verkan på alliansens flyg. Hur lång tid hade det tagit för de allierade att genomföra samma flyginsats om man inte hade behövt ta hänsyn till det irakiska luftförsvaret? Alliansen hade då sluppit förbekämpningen av flyg och luftvärn. Man hade även sluppit avdela jakt-eskort, särskilda störflygplan och luftvärnsjägare m m.

Det är av förklarliga skäl svårt att bestämma hur stor den indirekta effekten är.

### **Sammanfattning**

En motståndare kommer noga att analysera den andres luftvärnsförsvars-system för att hitta de svaga punkterna så att han kan använda sina begränsade resurser på maximalt sätt. Även genom att bara använda öppen information kan man få en tämligen god uppfattning om ett luftvärnssystems starka och svaga sidor.

Det är svårt att orsaka systemkollaps om ett vapensystems olika funktioner är dubblerade. Genom att blanda olika luftvärnssystem kan man taktiskt kompensera för systemens tekniskt svaga sidor. Att angripa sådana förband blir därför avsevärt svårare.

## Några störtaktiska begrepp

Beroende på hur störflyget uppträder indelas det i

- bakgrundsstörning (SOJ, stand off jamming)
- med- eller eskortstörning (EJ, escort jamming)
- egenstörning (SPJ, self protection jamming)
- förgrundsstörning (SIJ, stand in jamming).

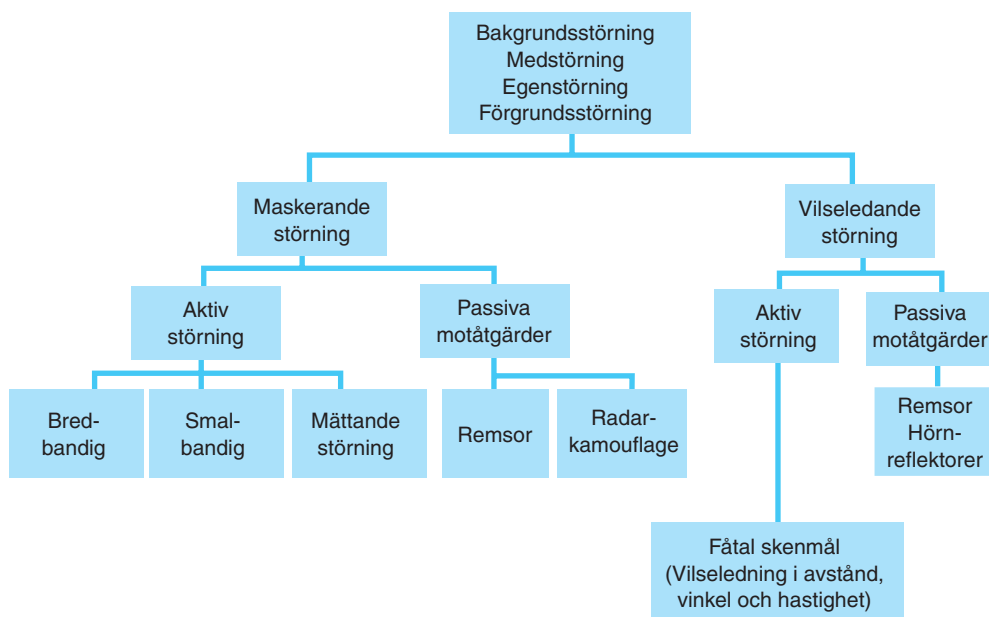


Bild 6:7. Översikt av störtaktiska begrepp.

### Bakgrundsstörning

Det övergripande målet för bakgrundsstörning är att fördröja/försvåra insatsbeslut hos motståndaren. För att hålla motståndaren i osäkerhet om när och var anfalllet ska ske sätts bakgrundsstörningen in flera timmar eller dagar före anfalllet börjar.

Under ett skymningsläge, före ett krigsutbrott, kan det innebära svårigheter för den politiska ledningen i ett land att våga höja beredskapen med bara telestörning som motiv eftersom telestörning inte innebär någon konkret krigshandling. Det kommer alltid att finnas motstridiga politiska åsikter om behovet av beredskapshöjningar. Möjligheterna till överraskande anfall ökar därför.

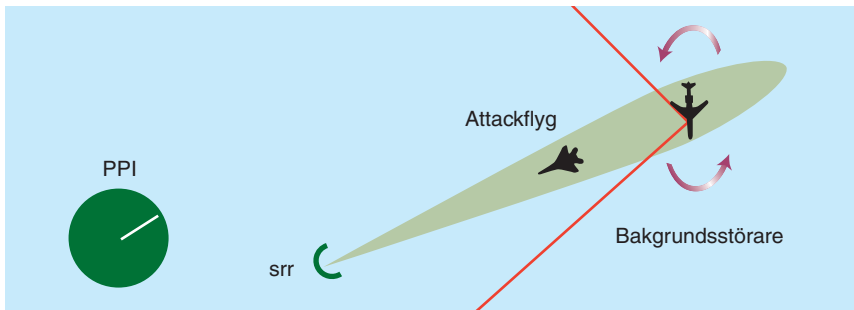


Bild 6:8. Bakgrundsstörning.

Bakgrundsstörare uppträder utanför luftförsvarets räckvidd (100-300 km avstånd), för att undgå bekämpning. Den flyger på hög höjd för att få fri sikt till radarn.

P g a det stora avståndet till bakgrundsstöraren ger den upphov till en störbäring i radarstationen som ligger relativt stilla. Beroende på störavståndet och störeffekten samt radarns utformning kan störning i vissa fall även ske i radarns sidolobber.

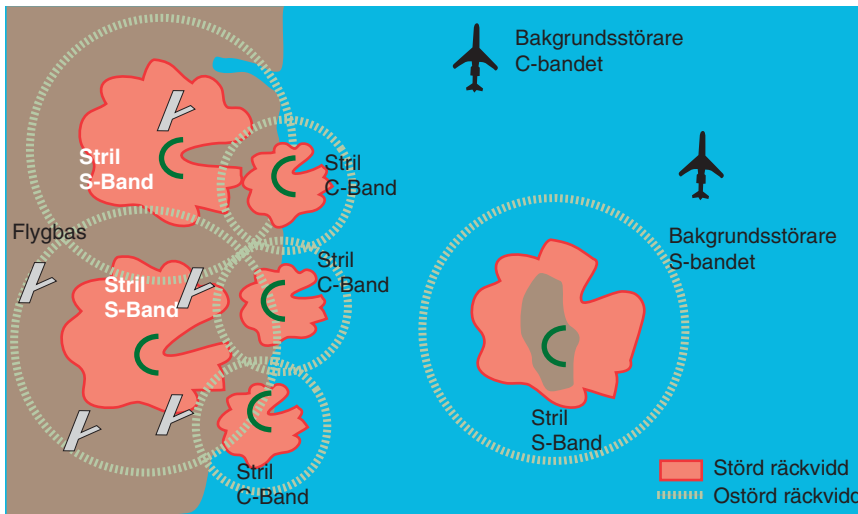


Bild 6:9. Bakgrundsstörning. Motståndares syfte med bakgrundsstörningen är att reducera räckvidden för luftförsvarets radarstationer. De luckor som uppstår i radartäckningen ska nyttjas för överraskande angrepp.

En störsändare som flyger rakt mot radarn ger också upphov till en störbäring som ligger stilla, dock kommer störningen öka i styrka när den närmar sig (om inte motståndaren väljer att minska uteffekten).

Reglementet anger att om en störbäring legat still i minst 10 antennvarv (10 sek) kan den betraktas som en bakgrundsstörare. Störbäringen måste

ligga still betydligt längre tid före man kan utesluta att det är en egenstörare som flyger rakt mot stationen. Med kryssspejling kan man dock avgöra om störsändaren är nära eller långt borta och om den rör på sig eller inte.

En bakgrundsstörande befinner sig utanför radarns räckvidd och kommer därför alltid att störa mot frekvensen hos den föregående radarpulsen. Om en radarstation byter frekvens mellan varje puls och störsändaren försöker repeterstöra eller störa med smalbandigt brus så kommer störningen ske mot fel frekvens. Men i praktiken måste en radar använda flera pulser i rad med samma frekvens för att markekoundertryckningen ska fungera. PS-90 sänder t ex alltid minst 5 pulser med samma frekvens. Den första kan därför vara ostörd men detta hjälper dock föga eftersom de övriga störs.

Bakgrundsstörning sker vanligtvis inte mot en specifik radarstation utan mot alla radarstationer på ett eller flera frekvensband. Nyttan av att byta frekvens i radarn är då begränsad. Genom att använda Staggered PRF kan bakgrundsstöraren normalt förhindras att skapa falska ekon.

Bakgrundsstörning kan också ske mot flygvapnets tal- och datakanaler för stridsledning av jaktflyg så att inte hela STRIL-systemets kapacitet ska kunna nyttjas.

Dessutom kan bakgrundsstörning

- genom skenmålssändning försena eller omöjliggöra upptäckt av verkliga mål
- med brusstörsändning åstadkomma en räckviddsminskning, hos våra radarstationerna
- tvinga jakt- och luftvärnsförband att under lång tid ha allt för hög beredskapsgrad vilket sliter på material och personal.

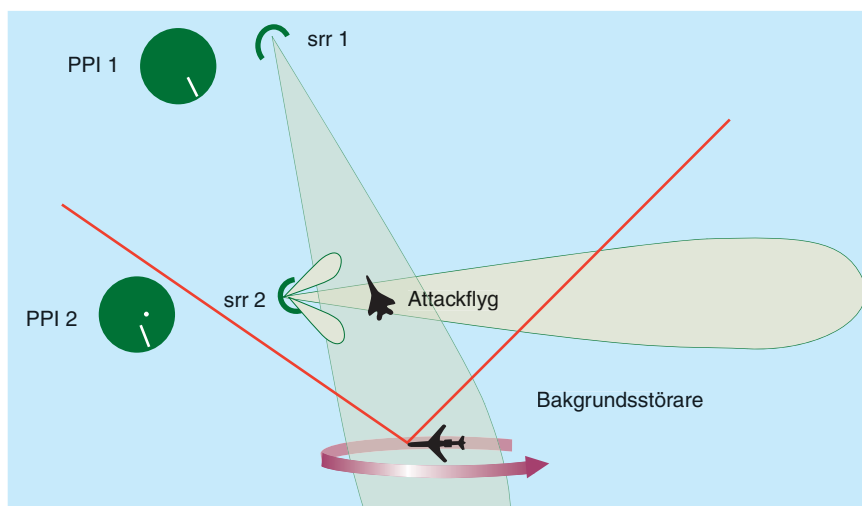


Bild 6:10. Bakgrundsstörning.

Störning av igenkänningsutrustning (IK) orsakar

- vådabekämpning
- försening av vapeninsats eftersom optisk identifiering kommer att krävas hos luftförsvaret.

Nackdelen för användaren av bakgrundstörning är att dessa flygplan kan bli lätta mål för jaktflyg, inte minst om jaktflyget använder SSRB (utveckling pågår med SSRB mot flygplan) eller robotar med HOJ-funktion. Bakgrundsstöraren måste skyddas av egna jaktflygplan.

Beroende på radarstationernas gruppering kommer bakgrundsstörningens inverkan att variera kraftigt. Srr 1 (se bild 6:10) störs i sin huvudlob och får därför ett mycket kort genombrottsavstånd.

Srr 2 störs i sina sidolobber och får en mindre räckviddsminskning, vilket kan medge att attackflyget ändå upptäcks. Inverkan av bakgrundsstörning kan minskas ytterligare genom att gruppera så att något terrängföremål hindrar störningen från att nå sidoloberna på radarn. (Se avsnittet "Använda terrängen för att förbättra räckvidden".)

En bakgrundsstörare har en antennlob som är 10-30 grader. På ett avstånd av 200 km, kommer störsändarens antennlob täcka ett mycket stort område. Det är därför inte troligt att radarstationerna skulle kunna gruppera så att de befinner sig utanför bakgrundsstörarens antennlob.

Bakgrundsstörningen ger upphov till en kil i upptäcktsdiagrammet. Om denna kil kan nyttjas blir genombrottsavståndet kort. Vid bakgrundsstörning är det därför lämpligast ur upptäcktssynpunkt för motståndaren om attackflyget flyger in i linje med bakgrundsstöraren. Verkan av bakgrundsstörningen kan då vara tillräckligt stor för att motståndaren inte ska anse sig ha behov av att starta sina övriga störsändare. I praktiken är det mycket svårt att lyckas flyga in i linje med bakgrundstöraren.

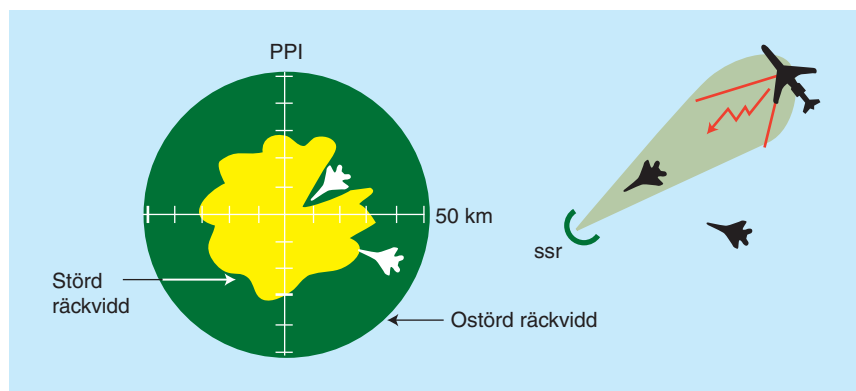


Bild 6:11. Bakgrundsstörning. Störningen ger upphov till en kil i radarns räckviddsdiagram mot störsändaren. Störning som tränger in via radarstationens sidolobber minskar genombrottsavståndet i alla riktningar.

## 6. Taktik

Orsakerna är flera. Så länge attackflygplanen befinner sig långt från målområdet är det relativt enkelt att störa radarstationerna i huvudloben.

När flygplanen kommer närmare anfallsmålet kommer radarstationerna i närheten av skyddsföremålet att belysa attackföretaget från olika vinklar. I bild 6:10 är det därför bara srr 1 som störs i huvudloben.

Eftersom bakgrundsstörning alltid genomförs över av motståndaren kontrollerat område är det lätt att förutse från vilken riktning bakgrundsstörningen kommer att ske. Man kan därför genom rätt gruppering undvika, att under invisningsfasen behöva invisa i riktning mot bakgrundsstöraren (se bild 6:12). Srr 2 och 3 har under invisningsfasen, huvudloben riktad bort från bakgrundstöraren. Eftersom det är så svårt att flyga in i linje med bakgrundstöraren räknar inte motståndaren med att lyckas med detta.

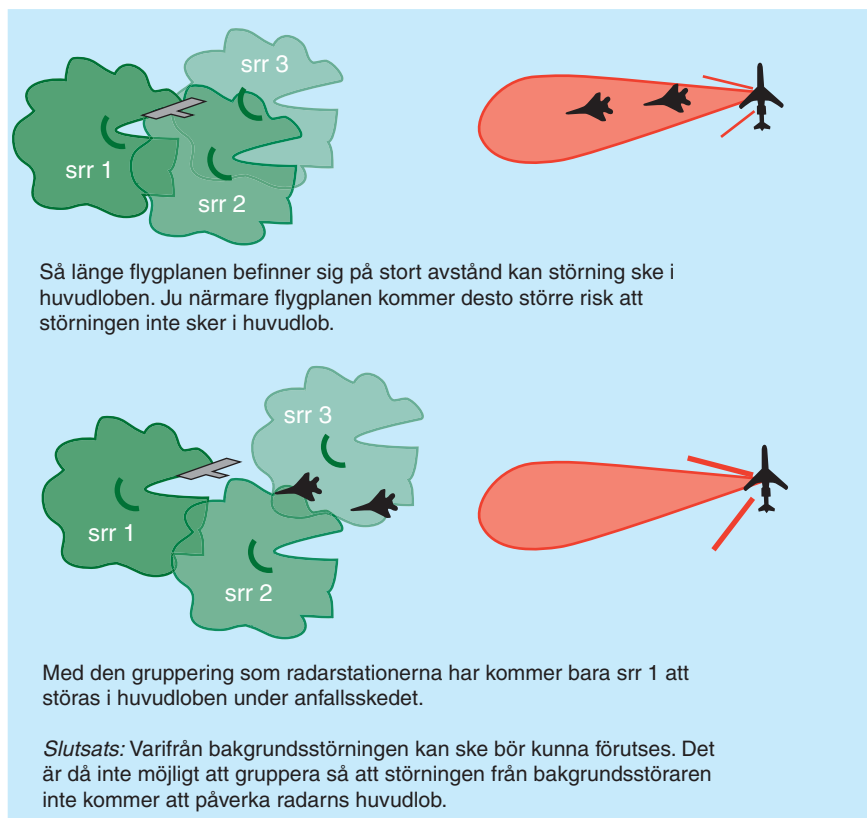


Bild 6:12. Bakgrundsstörning.

Den verkan motståndaren istället förväntar sig från bakgrundsstörning är en allmän räckviddsminskning hos radarstationerna. Det uppstår ”glipor” i radartäckningen (se bild 6:12), vilka kan användas för överraskande angrepp eller för att försvåra flygvapnets stridsledning av jaktflyget.



En höjdmätande 3D-spaningsradar t ex UndE 23 och PS-91 gör det ännu svårare för motståndaren att flyga in i linje med störsändaren. Här måste attackflygplanet både vara i samma bäring och höjdvinkel som störsändaren. Således måste störsändaren befinna sig i samma lob som det flygplan som ska skyddas. Ju närmare attackflygplanet kommer svårare får det att befinna sig i samma höjdlob som störsändaren.

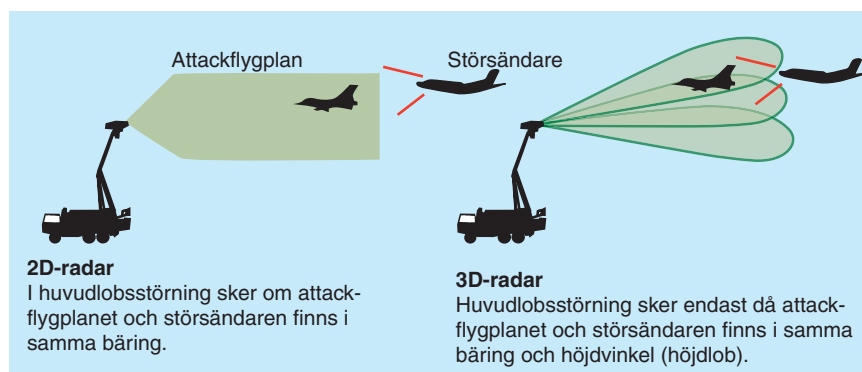


Bild 6:13. Exempel på

Ju bättre sidolobsundertryckning radarn har desto svårare för bakgrundsstöraren att få verkan.

### Bakgrundsstörare – exempel på data

Tabell 6:1

<b>Störformer</b>	Bredbandigt brus, repeterstörning
<b>Effekt P-G</b>	200-500 kW
<b>Antennlob</b>	$\pm 5 \pm 15$ grader
<b>Antennförstärkning</b>	20 dB=100 ggr
<b>Störplattform</b>	Transportflygplan eventuellt helikopter
<b>Övrigt</b>	Kan störa både radar, radio och IK

Då man betraktar data för olika störsändare, uttrycks ibland uteffekten även som uteffekt gånger antennförstärkning, detta brukar benämnas ERP (Effective Radiated Power) eller som PG produkt (P beteckning för effekt, G för gain dvs antennförstärkning). Tyvärr anges det inte alltid vad det är som avses, det kan därför vara lätt att missuppfatta störsändarens prestanda.

#### Exempel 6:1

Om effekten är 20 W och antennförstärkningen 10 ggr blir ERP = 200W.

### Sammanfattning

- Bakgrundsstörning är ett förfarande som man måste räkna med.
- Störningen får sin största effekt när den påverkar radarns huvudlob. Detta sker då attackflygplanen, bakgrundsstöraren och spaningsradarn befinner sig i linje med varandra.
- I riktning mot bakgrundsstöraren är genombrottsavståndet mycket kort.
- Bakgrundsstörningen verkar som en räckviddsminskning hos våra radarstationer när störningen påverkar sido- och backloberna.
- Bakgrundsstöraren uppträder alltid över, av motståndaren kontrollerat område. Det kan därför redan nu förutses varifrån bakgrundsstörningen kommer att ske i händelse av krig.
- Bakgrundsstörningen ger upphov till en störbärning som i stort sett ligger still.
- För att minimera inverkan av bakgrundsstörningen bör våra radarstationer grupperas så att de vid invisning "tittar" bort från bakgrundsstöraren.
- Störsändarna har ofta effekter på flera kW. De kan genomföra störning inom ett stort frekvensområde, både inom radar- och radiobanden. Störformerna mot radar är såväl maskerande brussändning som repeterstörning med falska ekon. Maskerande brussändning är troligtvis den vanligaste störformen. Kontinuerligt brus kräver hög medeleffekt hos störsändaren.
- Falska ekon kan undertryckas genom att använda staggered PRF.

### Medstörning (eskortstörning)

Vid medstörning flyger störflygplanet tillsammans med attackflygplanen. Syftet är att långt fram kunna använda en kraftigare störsändare än vad attackplanen själva kan ta med sig. Amerikansk terminologi delar upp medstörning i två specialfall

- support jamming
- escort jamming.

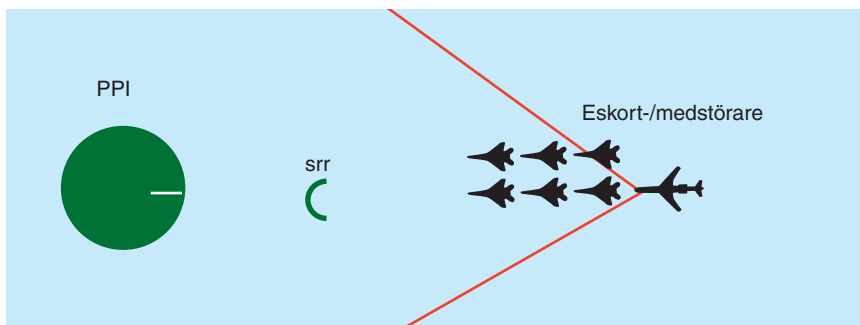


Bild 6:14. Eskortstörning.

Medstörning (support jamming) sker från ett specialbyggt störflygplan som följer attackflygplanen på ett sådant avstånd att deras anfall och inflygning skyddas. Medstöraren har i allmänhet inte samma flygprestanda som de flygplan som skyddas. En medstörare har ofta ingen vapenlast. Ett exempel är det amerikanska EA-6B Prowler.

Eskortstörning (escort jamming), en form av medstörning, sker från ett specialbyggt störflygplan som följer med och eskorterar attackflygplanen fram till anfallsmålet. Eskortstöraren har ungefär samma flygprestanda som de flygplan som eskorteras. Den har oftast ingen vapenlast. Su 24F är ett exempel på eskortstörare.

Medstöraren liksom egenstöraren, stör ofta radarstationen i dess huvudlob eftersom den försöker flyga i linje med attackflygplanen. Den huvudsakliga störformen är dock störning via radarns sidolober.

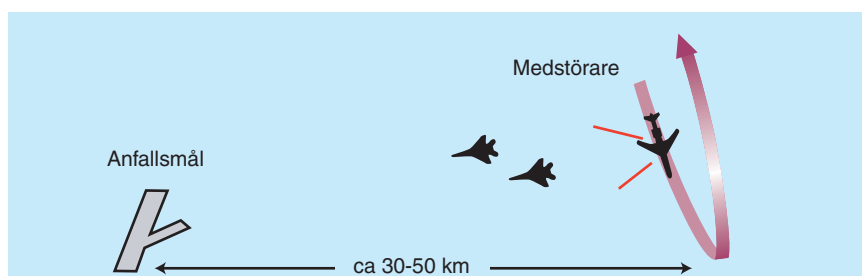


Bild 6:15. Lokal bakgrundsstörning sker utanför luftvärnets porté.

Medstörning kan innebära att attackflygplanen inte själva behöver starta sina egna störsändare. Attackflygplanen kan då givetvis inte heller krysspejlas. Exempel på flygplan som används för medstörning är

- EA-6B (USA)
- Su 24F (forna Sovjetunionen).

I USA nämns F-18 och F-35 som möjliga ersättare till EA-6B.



Bild 6:16. Den amerikanske medstöraren EA-6B Prowler.

Bild 6:16 visar den amerikanska medstöraren EA-6B vilken är utrustad med ett stort antal antenner för såväl signalspaning som störsändning över ett flertal radar- och radioband.

Eftersom medstöraren inte bär någon vapenlast kan den ta med sig mer och kraftigare störutrustning, än vad egenstöraren klarar av. Effekten hos denna typ av störare brukar vara 200-1000 W.

Medstörsändarna är ofta av en mer avancerad konstruktion än egenstörarna och kan alstra fler kvalificerade störformer.

Medstörarna är mycket kvalificerade störplattformar. Störsändare och störformer kan alstra brusstörning men kan även skapa ett stort antal olika repeterstörformer som t ex

- hastighetsavhakning
- vinkelavhakning
- täckpulsstörning
- invers lobmodulation
- falska ekon genom att bl a kopiera pulskompressionskoder.

Typiska genombrottsavstånd mot attackflygplan skyddade av en medstörare (i huvudlob), är 0-3 km. Medstöraren kan även ha möjligheter till störning av

- jakt- och datalänk för stridsledning av jaktflyg
- tal- och datasamband på radio mellan luftvärnets spaningsradarstationer och eldenheter.

Att störa sambandet är ofta minst lika effektivt som att störa ut en radarstation.

*Medstörsändare – exempel på data:*

Tabell 6:2

<b>Störformer</b>	Brus, repeter
<b>Effekt P·G</b>	50-15 kW
<b>Antennlob</b>	Framåriktad $\pm 30^\circ - \pm 60^\circ$
<b>Antennförstärkning</b>	10-20 dB dvs 10-100 ggr
<b>Störplattform</b>	Specialbyggt attackflygplan

### **Exempel på taktisk användning**

Medstöraren, flyger med i attackanfallet och ökar därmed möjligheten att störningen sker i radarns huvudlob. Ju närmare störsändaren befinner sig desto större verkan har telestörningen.

En division bildar en kolonn med en utsträckning av typiskt en till två mil. Varje division har knappast fler än en medstörare eftersom detta är en mycket exklusiv resurs.

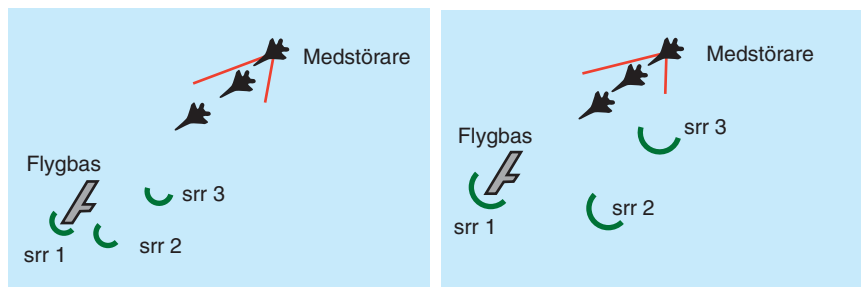


Bild 6:17. Huvudlobsstörning blir svårare ju närmare flygplanen kommer.

Betrakta scenariot vid flygbasen i bild 6:17. Så länge flygplanen är på långt avstånd störs alla radarstationer i huvudloben. Men när flygplanen kommer närmare basen kommer srr 2 och 3 att belysa kolonnen från sidan. Detta innebär att medstöraren inte längre stör dem i huvudloben när de belyser attackflygplanen, genombrottsavståndet ökar.

Att gruppera en spaningsradar centralt i skyddsområdet, srr 1 i bild 6:17, har den stora nackdelen att all störning kommer att vara riktad mot denna punkt. Radarn kommer största delen av tiden utsättas för störning rakt in i huvudloben.

Om flygplanen färdas rakt mot basen kommer störbåringarna hos denna radar att ligga stilla på PPI vilket gör det svårare att veta vad som är bakgrundsstörare och vad som är egenstörare.

Fördelen med en central gruppering är att sambandsavstånden till eld-enheterna blir korta vilket kan vara betydelsefullt om motståndaren stör radio-trafiken.

En motståndare inser givetvis att han inte kommer kunna störa alla radarstationer i huvudloben med hjälp av endast en medstörare. Man måste därför kalkylera med att sidolobsstörning kommer att vara den huvudsakliga verkansformen.

Medstöraren kan därför ha uppgiften att som en långt framskjuten bakgrundsstörare reducera räckvidden för radarstationerna via sido- och back-loberna. Det får till följd att räckvidden för radarstationerna minskar i alla riktningar. Man talar härvid om begreppet lokal bakgrundsstörare.

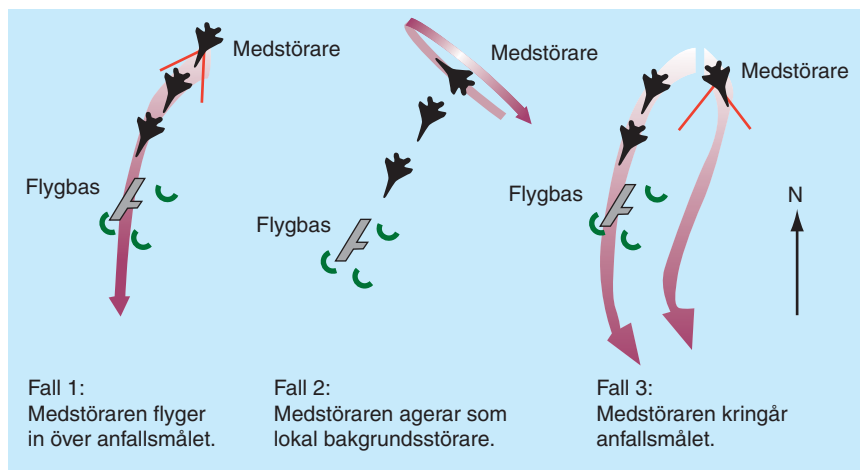


Bild 6:18. Nyttjande av medstörare.

### Tre olika sätt att utnyttja medstöraren

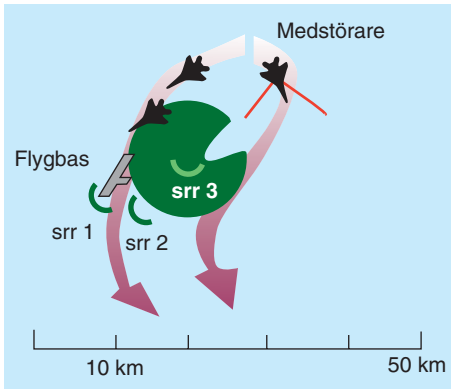
*Fall 1*, bild 6:18, kommer att ge det kortaste genombrottsavståndet. Nackdelen för motståndaren i Fall 1 är att han flyger in över anfallsområdet med medstöraren med risk att få sin mest exklusiva resurs bekämpad.

I *Fall 2* gör flyget tjänst som en lokal bakgrundsstörare. Störaren har även chans att störa radarstationerna i huvudloben. Med detta uppträdande riskerar inte medstöraren att bli nedskjuten av luftvärnet vid anfallsområdet. När medstöraren flyger med attackflygplanen pekar den tydligt ut riktningen till anfallsföretaget.

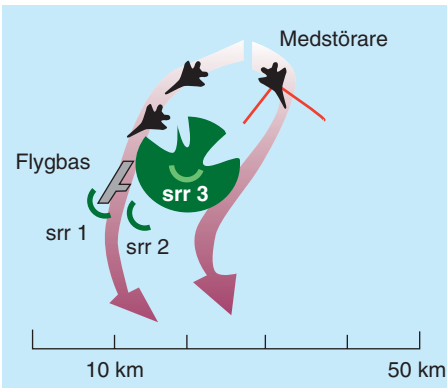
I *Fall 3* kommer inte medstöraren att peka ut riktningen till attackföretaget lika tydligt som i Fall 1 och 2.

I Fall 3 riskerar inte medstöraren att bli nedskjuten och kommer dessutom att orsaka viss vilseledning av luftvärnet genom att ge upphov till en stark störbäring i "felriktning".

Om man studerar Fall 3 lite närmare (se bild 6:19) framgår det att medstöraren inte kommer att störa någon av radarstationerna i huvudloben. Men tack vare att störningen är nära och har hög effekt, tränger den in i antennernas sidolobber och kommer att begränsa räckvidden kraftigt för radarstationerna i alla riktningar. Detta gäller särskilt mot radar med dålig sidolobunderskyddning. Störningen verkar alltså främst i radarns sido- och backlobber. I radarstationerna kommer medstöraren i Fall 3 ge upphov till en störbäring som kan dra bort operatörens uppmärksamhet från de verkliga målen.

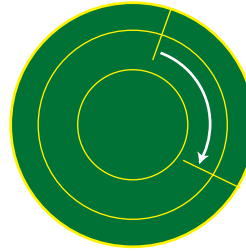


Även om bara medstöraren störsänder blir genombrottsavståndet mot attacken betydligt kortare än 10 km hos en radar med dålig sidolobundertryckning.



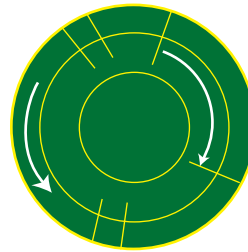
Om både medstöraren och attackflyget stör mot C-bandet blir genombrottsavståndet kort i alla riktningar. Mot störsändarna troligen inte längre än några få kilometer.

PPI i srr 3



När bara medstöraren störsänder syns en störbäring som rör sig från NNO till SO. Störningen kan ev vara så kraftig att flera störbäringar framträder.

PPI i srr 3



Om både medstöraren och attackflyget stör mot C-bandet fås störbäringar på båda sidor av PPI. Medstöraren ger troligen den starkaste störbäringen. Operatören måste vara medveten om i vilken riktning skyddsöremålet finns.

Bild 6:19. Fall 3.

För radaroperatören i srr 3 bör det vara uppenbart att ”störbäringen” åker på fel sida om stationen för att kunna vara ett hot mot basen.

Om medstöraren istället hade gjort svängen väster om basen, hade det varit betydligt svårare för personalen i srr 3 att veta vilken av störbäringarna som var attackföretaget och vad som var vilseledning.

Om inte attackflygplanen själva störsänder mot C-bandet får inte spänningsradarstationerna några störbäringar från dessa flygplan. Medstöraren gör att radarstationernas genombrottsavstånd mot attackflygplanen blir så kort att de kanske inte hinner ge någon förvarning till eldenheterna.

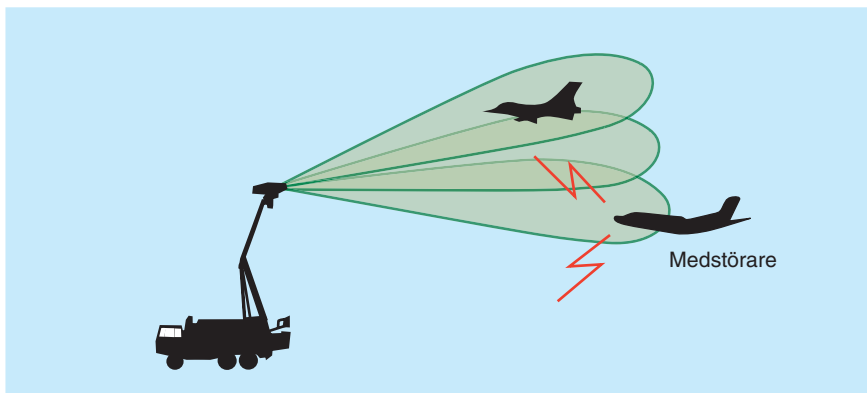
Även om attackflygplanen störsänder mot C-bandet, så kommer troligen medstöraren ge upphov till den starkaste störbäringen. Vid manuell krysspejling är risken stor att medstöraren tilldrar sig allt intresse.

Om det finns eldledningsradar i området börjar eventuellt attackflygplanen störa mot dessa före de kommer innanför eldenheternas porté. Eldenheterna hinner då förhoppningsvis själva upptäcka att något är på gång.

Man får inte glömma bort att även om det inte är möjligt för operatören att förstå exakt vad som händer så kommer alla former av underrättelser till eldenheterna öka deras förmåga att bekämpa målet.

Med ett ledningsstöd som det i UndE23 eller ILLv kommer förmodligen situationer som fall 3 kunna genomskådas.

Mot en 3D-radar bör störsändaren befinna sig i samma höjdlöb som de flygplan den ska skydda annars kommer störsändaren endast att kunna genomföra sidolobsstörning.



*Bild 6:20. Om målstöraren inte är i samma lob som attackflygplanet kan endast sidolobsstörning genomföras.*

Då en störsändare är hänvisat till sidolobsstörning är repeterstörning betydligt mycket mer effektivt än brusstörning. Detta faktum i kombination med att priset för s k DRFM-kretsar sjunkit gör att olika former av repeterstörning och s k ”smart brus” förmodligen kommer vara medstörarnas huvudsakliga störformer.

Om medstöraren flyger före attackflygplanen kan den skapa en stor mängd falska ekon som omöjliggör för radarn att veta vad som döljs av störningen. Om detta paras med upprepade skenanfall med hjälp av andra flygplan med repeterstörare så kan mycket komplexa scenarier skapas vilka är svåra att genomskåda. Det kan vara värt att notera att falska ekon inte hamnar på samma position i två radarstationer. Datafusion mellan flera radarstationer och andra typer av sensorer skulle kunna vara en metod att bli av med huvuddelen av de falska ekona.



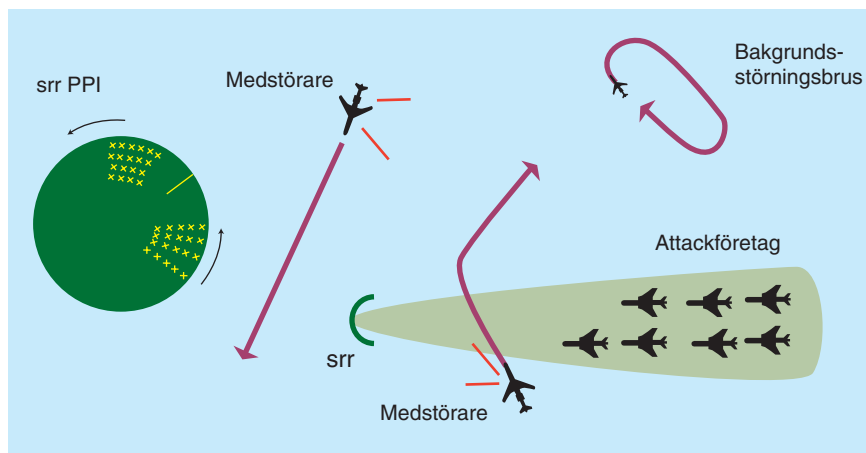


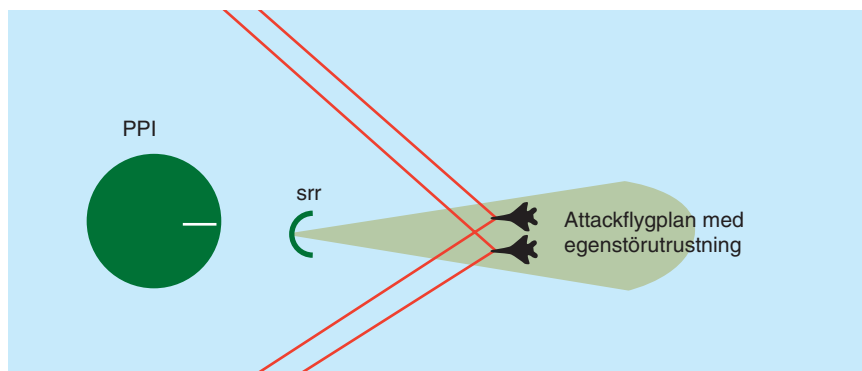
Bild 6:21. Två medstörare skapar falska ekon. Bakgrundsstöraren stör med brus. Det kommer vara svårt att i radarn se varifrån attackflygplanen kommer.

## Sammanfattning

- Medstörning sker oftast med specialbyggda attackflygplan.
- Eftersom medstöraren inte bär någon vapenlast, kan den ta med sig mer och kraftigare störutrustning, än vad egenstöraren klarar av. Effekten hos denna typ av störare brukar vara 200-1000 W.
- Medstörsändarna är ofta av en mer avancerad konstruktion än egenstörarna och kan alstra mer avancerade störformer.
- Kan ofta genomföra olika former av sambandsstörning.
- Vid medstörning flyger störflygplanet tillsammans med attackflygplanen. Syftet är att långt fram kunna använda en kraftigare störsändare än vad attackplanen själva kan ta med sig.
- Medstöraren flyger med attackflyget
  - in över målet
  - kringgår målet
  - cirklar några tiotal km före anfallsmålet som lokal bakgrundsstörare.
- Om medstöraren flyger in över anfallsmålet kan det bli möjligt för luftvärnet att bekämpa medstöraren.
- Typiska genombrottsavstånd mot attackflygplan, skyddade av en medstörare, vid störning i huvudlob, är 0-3 km. Genombrottsavstånd mot själva medstöraren är troligtvis nästan noll.
- Repeterstörning med falska ekon och smart brus kommer troligen vara de vanligaste störformerna p g a att de kräver mindre effekt vid sidolobsstörning än brus.

### Egenstörning

Egenstörning är ett skydd för det egna flygplanet. Vid egenstörning har det anfallande attackflygplanet själv med sig störutrustning. Tidigare var det främst attack- och spaningsflygplan som var utrustade med egenstörare. Störsändarna var normalt sett kapselmonterade. Det blir nu vanligare med fast monterad störutrustning i flygplan. Numera har även jaktflygplan egenstörare som skydd mot radarjaktrobotar.



*Bild 6:22. Egenstörare. Två flygplan med störsändare för egenskydd. De stör radarn i dess huvudlob.*

Störutrustningen har relativt låg uteffekt. Störformerna är brus och/eller repeterstörning (falska ekon) och avhakande störning. Ju mindre radar-målarea flygplanet har desto mindre uteffekt behövs i planets egenstörutrustning.

I äldre system kunde varje kapsel ofta bara störa ett radarband. Utvecklingen tycks gå mot betydligt mer bredbandiga system.

Störningen från egenstörsändare har god förmåga att dölja flygplans-ekot, eftersom störsändaren alltid befinner sig i spaningsradarns huvudlob samtidigt som flygplanet.

Störsändarens antenner är normalt sett riktade framåt. De har en lobvinkel av 60°-120°. Det förekommer även flygplan som har antenner både framåt- och bakåtriktade. Riktverkan hos störsändarens antenn innebär att störsignalen är något hundratal gånger starkare inom antennloben än utanför.

Tabell 6:3 Egenstörare – exempel på data

<b>Störformer</b>	Brus, vinkel-, avstånds- och hastighetsavhakning
<b>Effekt P-G</b>	0.5-10 kW
<b>Genombrotts-avstånd</b>	0,3-7 km
<b>Antennlob</b>	Framåriktad $\pm 30^\circ$ – $\pm 60^\circ$ . Kan även finnas bakåriktad
<b>Antenn-förstärkning</b>	3-20 dB
<b>Störplattform</b>	Attackflygplan och eventuellt jaktflygplan

Typiska genombrottsavstånd är 0,3-7 km. En nackdel för motståndaren vid brusstörsändning är att flygplanets läge kan pejlas av två radarstationer eller att det kan bekämpas med vapen med HOJ-(Home On Jam) funktion. Om motståndaren repeterstör kan det bli betydligt svårare att krysspejla målet. Dessutom fungerar inte HOJ- funktionen i alla vapensystem.

För att undvika att motståndaren pejlar in attackflygplanen så försöker de normalt använda sin egenstörutrustning restriktivt. Genom att använda bakgrunds- och medstörare eller genom att flyga lågt så slipper attack- och spaningsflygplanen att starta störsändarna onödigt tidigt. Mot eldledningsradar så startar störsändningar ofta först då radarn låst på flygplanet. Mot ett luftvärn som framförallt nyttjar optiskt riktade vapensystem, så kommer det att vara önskvärt att störa spaningsfunktionen.

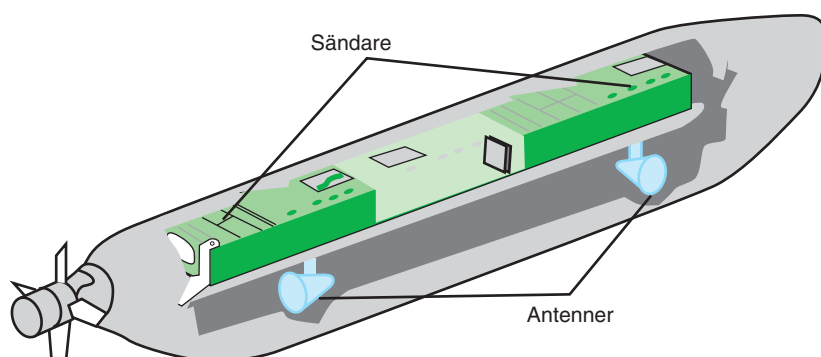


Bild 6:23. Egenstörare AN/ALQ-99 i en kapsel att hängas på flygplan..

Problemet med spaningsradar till skillnad mot eldledningsradar är att stör-sändaren inte märker någon skillnad om störningen har lyckats eller inte, eftersom radarns sändmönster kommer att vara oförändrat. Ett massivt nyttjande av repeterstörning med falska ekon är ett exempel på taktiskt nyttjande av egenstörsändare som kan vara effektivt mot denna typ av luftvärn främst på radarstationerna får svårt att pejla störsändarna. Om luftvärnet i realtid kan få signalspaningsinformation så kan ändå störsändarnas position pejlas. Datafusion mellan flera spaningsradar kan vara en annan metod att undvika de falska ekona.

### Exempel på taktiskt användning

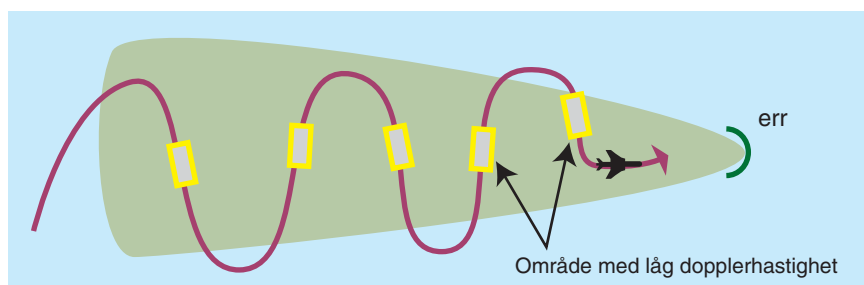


Bild 6:24. Nolldopplersväng för att avhaka hastighetsmätande eldledningsradar.

En pilot som blivit påläst av en hastighetsmätande eldledningsradar försöker ofta kombinera hastighetsavhakning med att manövrera flygplanet till så kallade nolldopplersvängar. Med nolldopplersväng avses att flygplanet inte har någon radiell hastighet i förhållande till radarn (t ex då det flyger längs en cirkelbåge). Syftet är att radarn ska låsa på störsignalen eller på markekon då flygplanet inte har någon hastighet i förhållande till radarn. Metoden kombineras ofta med remsor eftersom det är lätt att radarn låser över på dessa då de kan ha högre relativ hastighet än både marken och flygplanet.

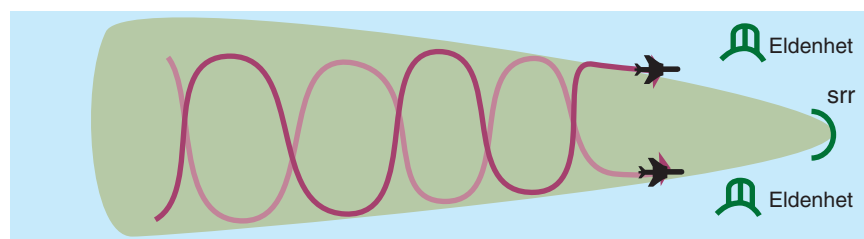


Bild 6:25. Att försvåra insatsplaneringen.

Många spaningsradarstationer och ledningssystem nyttjar olika metoder för att identitetsmärka olika flygföretag. Märkningen används bl a vid hot-

utvärdering och målfördelning till eldenheter. Genom att flyga i sicksack finns möjligheter att vissa system börjar märka om målen. Detta kan leda till en mindre optimal målfördelning. Samma sätt att manövrera i kombination med växelvis störsändning kan också användas för att haka av en radarriktad luftvärns- eller jaktrobot (se avsnitt Glimtstörsändning, sid 374).

Som exempel på egenstörare kan nämnas AN/ALQ-165. Dess frekvens-täckning uppges vara från 2-20 GHz. Systemet kan störa puls, pulsdoppler och CW-radar. Den är utrustad med DRFM (digitalt radiofrekvent minne), vilket bl a möjliggör effektiv störning mot pulskompressionsradar. AN/ALQ-165 kan störa flera olika hot samtidigt. Störsystemet används bl a på F-18 och F-14 i USA samt har exporterats till Finland och Schweiz.

### Sammanfattning

- Mycket korta genombrottsavstånd för radarstationer mot egenstörare.
- För att öka genombrottsavståndet bör spaningsradarn stå grupperad så att den belyser egenstöraren från sidan eller bakifrån.
- Egenstörning innebär att motståndaren avslöjar sin närvaro.
- Motståndaren eftersträvar att starta sina egenstörsändare så sent som möjligt, för att inte avslöja sin närvaro.
- Responsiva störsändare börjar störa först när flygplanet blir belyst av en radar. De flesta responsiva egenstörsändare har ett antal responsiva moder.
- Egenstörsändning med kontinuerligt brus kan pejlas av två eller flera radarstationer. Detta ger möjligheter att flygplanet kan bekämpas.
- Egenstörsändare är lämpliga att bekämpa med vapen, som låser på det utsända bruset t ex RBS 97 HOJ-funktion.

### Förgrundsstörning

Förgrundsstörningen sker mycket nära (någon kilometer) den radar som ska störas. Syftet med förgrundsstörning är att få ett maximalt stort skyddat område bakom störsändaren. Störsändaren befinner sig framför de flygplan som ska skyddas. Förgrundsstörning ger möjligheter att störa ut en radarstation så det inte är möjligt med några tekniska motåtgärder. Genom att störsändaren befinner sig nära radarn behövs endast låg uteffekt.

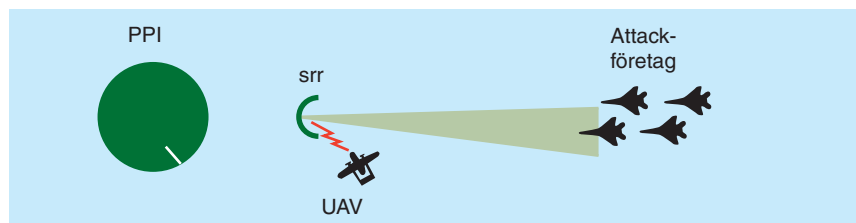


Bild 6:26. Förgrundsstörning.

Om störsändaren finns inom några kilometer från radarn, så räcker det med en effekt på några få watt hos störsändaren. Detta innebär att störsändaren kan göras helt transistoriserad, vilket medför att den blir både billig och liten.

Tabell 6:6 Förgrundsstörare – exempel på data

<b>Störformer</b>	Brus, repeterstörning, falska ekon
<b>Effekt P-G</b>	100 W
<b>Antennlob</b>	360°
<b>Frekvensområde</b>	0.5-18 GHz
<b>Sändaruteffekt</b>	>100 W
<b>Vikt totalt</b>	27 kg
<b>Störplattform</b>	UAV. Manuellt utlagda störsändare eller utskjutna via t ex artilleri.

Amerikanska T-Recs är ett exempel på modernt störsystem lämpat för placering på en UAV.

Som plattform kan användas förarlösa flygplan s k UAV eller olika typer av skenmålrobotar t ex MALD och Excalibur. Störsändaren kan även vara av engångstyp och placeras på marken, manuellt eller via t ex artilleri.

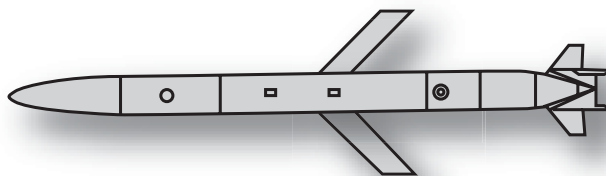


Bild 6:27. Skenmål MALD.

### Exempel på taktisk användning

För att säkert maskera attackflyget bör störsändaren störa radarn i dess huvudlob. Den måste därför befinna sig mellan attackföretaget och spaningsradarn. Om radarn störs i huvudloben blir räckvidden mycket kort, stör störsändaren radarn i sido- och backlob medför detta oftast bara en mindre räckviddsminskning hos radarstationen.

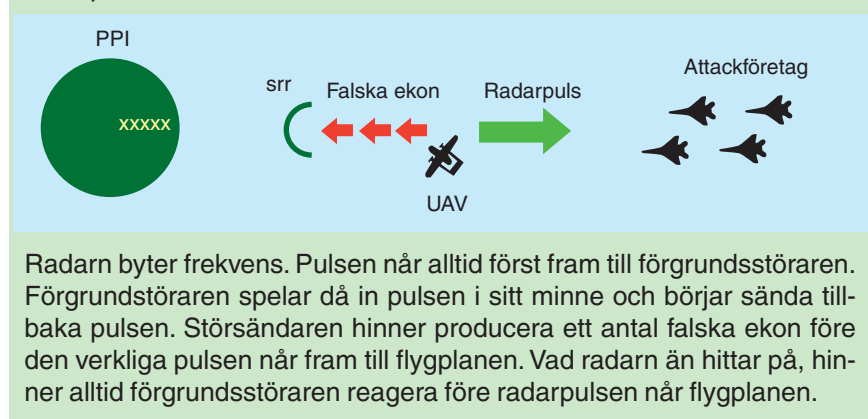
Om störsändaren kan föras nära radarstationen (några hundra meter) kan den komma innanför radarantennens närgränsvält. Här är antennloben inte fullt utvecklad och sidolobsundertryckningen därför dålig.

Repeterstörning är särskilt lämpligt att använda för en förgrundsstörare.

Detta beror på två orsaker

- repeterstörning kräver lite uteffekt, vilket innebär att signalenergin kan räcka för att störa radarn i sido- och backlobar
- spaningsradarn kan inte på något vis skydda sig mot en repeterstörare, som befinner sig långt framför attackföretaget, eftersom en störsändaren alltid hinner mäta in och störa radarn före dess puls har hunnit träffa målen. Även en brusstörsändare med snabb frekvensjustering kan maskera mål bakom sin egen position. Här krävs dock högre störeffekter.

### Exempel 6:2



Genom att använda UAV eller engångsstörare slipper man riskera ett dyrt störflygplan och kan ändå få en stor störeffekt. Förgrundsstörning är enklast att genomföra mot fasta radarstationer. Ett bra underrättelseunderlag krävs mot rörliga radarstationer.

Systemet klarar brusstörning samt falska ekon mot både konventionell radar och pulskompressionsradar.

### Sammanfattning

- Förgrundsstörning utförs med UAV, alternativt med engångsstörsändare som placeras i närheten av radarn.
- Förgrundsstörning kan inte radarn motverka med någon åtgärd t ex frekvensbyte eller pulskodsbyte.
- Repeterstörning är den störform som kräver minst effekt och därmed lämpligast för förgrundsstörning.
- Även en förgrundsstörare bör helst befinna sig längs linjen mellan attackföretaget och spaningsradarn och störa radarn i dess huvudlob för att säkert dölja attackföretaget. Repeterstörning kan dock ha tillräcklig effekt för att störa radarn även via sido- och backlobar.

## Luftvärnsjägare

### Allmänt

Suppression of Enemy Air Defence (SEAD) är ett NATO-begrepp med betydelsen att trycka ner en motståndares luftförsvaret för att minska dess påverkan på eget flyg. SEAD tog sin början under andra världskriget med bl a det brittiska flygplanet Hawker Typhoon. Konceptet har använts i huvuddelen av de krig som västmakterna och Israel deltagit i sedan dess. Riktigt aktuellt blev det fr o m Vietnamkriget.

För att mäta in luftvärnets gruppering nyttjar flygplanen framförallt signalspaning eftersom

- målkontrasten är bättre än för varje annan inmätning-/målsökarmetod
- den ger mer information än andra metoder
- den är snabbare och ger bättre yttäckning (om målet sänder).

Det är en fördel om det inmätande flygplanet utgör ett hot, helst mot både huvudmål och luftvärnsställning eftersom detta leder till att luftvärnets sändningsbenägenhet ökar. Det inmätande flygplanet bör också vara vapenbärare för att enkelt kunna överföra informationen till vapnet och med större sannolikhet kunna dra fördel av radarstationens sändning även för vapenstyrning.

Kraven på signalspaningsutrustningen i dessa flygplan är bl a att de ska ha stor momentan bandbredd dvs att de lyssnar över ett stort frekvensområde. Hög systemkänslighet är vanligtvis inte ett krav. Därför är det acceptabelt med antenner med liten förstärkning eftersom dessa ger en god vinkeltäckning. Trots detta åtgår det många antenner för att

- få en tillräcklig vinkel- och frekvenstäckning
- möjliggöra riktningensbestämning i två dimensioner (sida och höjd).

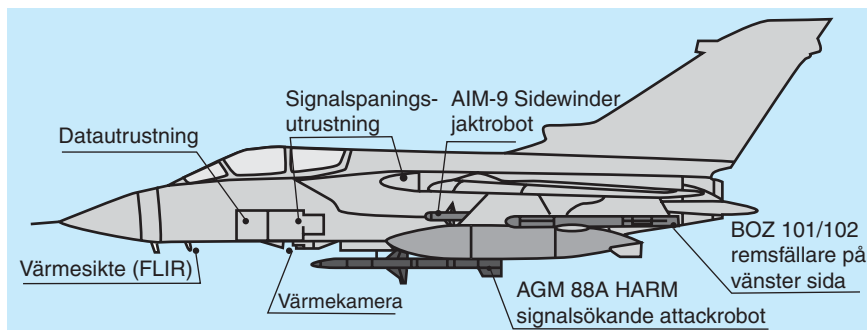


Bild 6:28. Tornado utrustad för luftvärnsjakt. Tornado ECR är normalt utrustat med två AGM-88 HARM, två AIM-9 sidewinder, två extra tankar, en TSP3-störkapsel (Tornado selfprotection jammer) och en BOZ 101/102 rems- och fackelfällare.

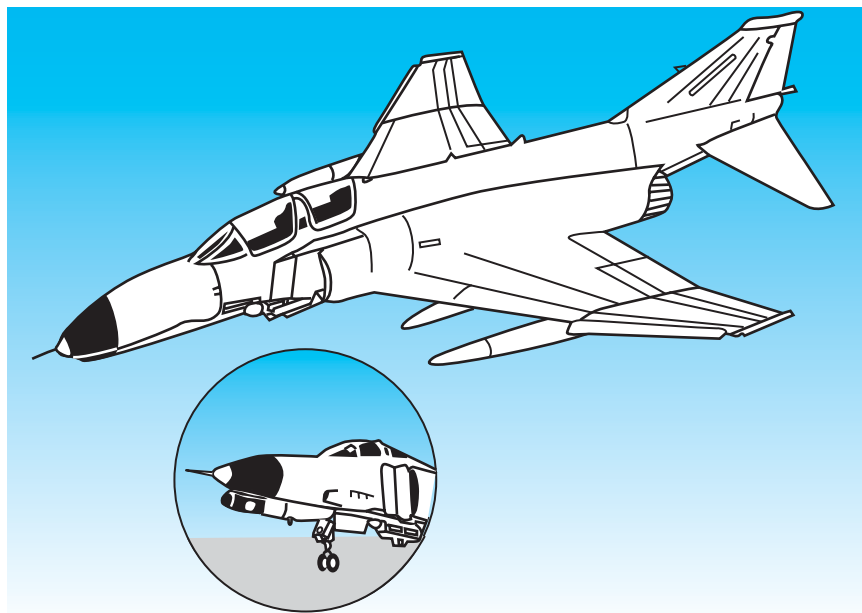


Det som utmärker de amerikanska luftvärnsjagarförbanden Wild Weasel är inte som många tror, förmågan att skjuta SSARB, utan att flygplanen är utrustade med ett mycket sofistikerat signalspaningssystem. Det amerikanska Wild Weasel flygplanet F-4G var t ex innan det ta togs i bruk utrustat med signalspaningssystemet APR-47.

För att på ett framgångsrikt vis kunna jaga luftvärn så räcker det inte med att ha signalsökande robotar. Det måste finnas ett system där det ingår kvalificerad signalspaning helst från flera olika sensortyper och plattformar vilka i realtid kan överföra information till vapenplattformen. Det ska också finnas möjligheter att kunna provocera luftvärnet att tända sina radarstationer antingen genom aggressiv flygning eller helst med hjälp av skenmål. Det bör dessutom finnas precisionsvapen som gör det möjligt att anfälla grupperingsplatserna även om radarstationerna är avstängda. Slutligen är det en fördel om flygplanet har kvalificerad egenstörustrustning.

### SEAD-utveckling i USA

Under Vietnamkriget drabbades USA:s flygvapen av stora förluster p g a det vietnamesiska luftvärnet, vilket var utrustat med olika typer av ryska luftvärnssystem, bl a SA-2. USA skapade då särskilda förband, s k Wild Weasel, med uppgift att leta upp och slå ut fientliga luftvärnssystem. Denna typ av uppdrag benämns, SEAD (se kapitel Historik).



*Bild 6:29. F-4G Phantom med signalspaningsutrustning AN/APR-38 (föregångare till APR-47).*

Med signalspaningsutrustningen APR-47 kunde Wild Weasel flygplanet F-4G upptäcka, analysera och lägesbestämma ett stort antal radarstationer inom ett område. Hur noggrant lägesbestämningen kunde ske berodde bl a på flyghöjd och hur lång tid flygplanet haft på sig att mäta in radarstationen. Beroende på dessa faktorer blev inmätningssnoggrannheten några hundratals meter.

Signalspaningsresultaten presenterades för "Electronic Warfare Officer – EWO" på en skärm inne i cockpiten. Han bestämde då vilka av radarstationerna som skulle anfallas. Beroende på hur bra radarstationen lägesbestämts samt hur den uppträdde, fastställde EWO hur målet skulle anfallas. Om stationens läge var väl känt och/eller stationen stod radartyst långa stunder valde man att anfalla med ostyrda bomber eller med t ex en styrd IR-robot typ Maverick.

I andra fall kanske valet blev att anfalla med en SSARB. Den signalsökande roboten kunde då avfyra antingen från luftvärnsjägaren eller från ett understödjande flygplan.

Ett understödjande flygplan som inte har den avancerade signalspaningsutrustningen men ändå kan skjuta SSARB, benämner amerikanerna för "HARM shooter". Dessa har oftast till uppgift att eskortera ett attackanfall. Luftvärnsjägarna kan antingen ha till uppgift att eskortera ett attackföretag eller att ägna sig åt "fri jakt på luftvärnsförband". I vissa situationer kan bedömningen vara att det räcker med att störa ut radarsystemet. Man kan anta att olika typer av antisensorlasrar eller HPM-vapen (högeffekt-pulsad mikrovågsstrålning) kommer att användas på sikt.

Till och med Gulfkriget 1991 var de amerikanska luftvärnsjagarförbanden utrustade med F-4G Phantom. Som ersättare till detta flygplan diskuteras bl a F-16 och F-15. Beslutet blev att F-16 skulle överta F-4 uppgifter, denna variant benämns F-16CJ.

Uppfattningen var att om man har ett nära nog totalt luftherravälde så är det inte tvunget att ha ett så specialiserat flygplan som F-4G. Man ville också utveckla SEAD från att vara reaktivt, d v s reagerade först då luftvärnet försökt agera till att bli "förebyggande".

Med ovanstående koncept som grund utvecklade det amerikanska flygvapnet, ett relativt enkelt och billigt signalspaningssystem, Harm Targeting System (HTS) till F-16 CJ. HTS är placerat i en pod under främre delen av flygplanskroppen. Flygplanet är utrustat med det huvudsakliga SEAD-vapnet den signalsökande roboten AGM-88 HARM. HTS kan ge roboten och piloten den nödvändigaste informationen för att kunna avfyra roboten med tillräcklig måldata. Stora specialiserade signalspaningsflygplan och underrättelsecentraler som RC-135 Rivet Joint och EP-3E ska förse dessa F-16 med en detaljerad information om fientliga radarstationer genom en datalänk och via radiokommunikation. Man kan säga att den electronic

warfare officer (EWO) som tidigare fanns i F-4G nu finns i signalspaningsflygplanet RC-135 Rivet Joint. Det är nu EWO som styr F-16 piloten mot vad han ska anfälla.



*Bild 6:30. F-16 CJ utrustad med HARM och signalspaningsutrustningen HTS. HTS är kapseln under flygplanskroppens vänstra del. Normalt sett har flygplanet även störkapsel i den centrala kroppsbalken.*

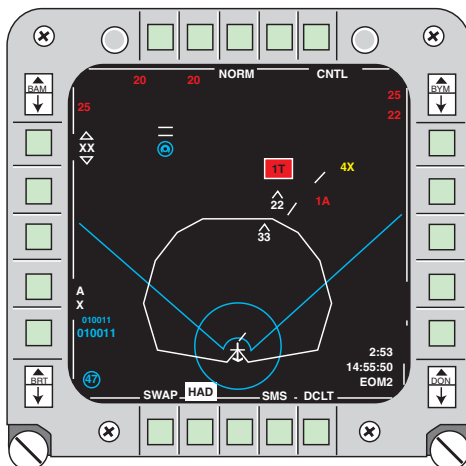
De F-16 som är öronmärkta för SEAD rollen benämns F-16 CJ Wild Weasel. I slutet av Kosovokriget hade de allierade tillgång till 56 F-16 CJ i Europa. Flygplanets viktigaste informationskälla är radarsignalspaningsutrustningen ASQ-213 HARM Targeting System. HTS sägs ha en antenn som täcker ett 180° område framåt. En hög grad av automatisering gör det möjligt för systemet att snabbt upptäcka, klassificera och avgöra avståndet till hotet. De viktigaste data presenteras sedan för piloten på en display. HTS talar dock inte om för piloten om ifall just hans eget flygplan är på låst av en eldledningsradar. Därför har flygplanets ordinarie radarvarnare fortfarande en viktig uppgift.

HARM är idag NATO huvudsakliga vapen för SEAD-uppdrag. Roboten är 4,14 m lång och har en hastighet mellan Mach 2 och 3. Stridsdelen väger 66 kg och innehåller 12000 förfragmenterade splinter.

Piloten i F-16 CJ väljer vanligtvis bland två av robotens moder. I moden *pre-emptive stand-off* så kan roboten skjutas mot en radar som är tyst vid avfyringsögonblicket. Roboten har förprogrammerats antingen redan på

## 6. Taktik

marken eller i luften med hjälp av HTS, med uppgifter om radarns position och karakteristika hos radiosignalen.



*Bild 6:31. HTS-kapseln kan lokalisera och identifiera signalkällor. Underlaget bearbetas och jämförs mot ett signalbibliotek och en prioritetslista upprättas och presenteras för piloten på en monitor. Den visar sensors täckningsområde, aktiva signalkällor, tidigare aktiva emitterar, datalänkade signalkällor m m.*

Robotens interna navigeringssystem beräknar sedan den bästa flygprofilen mot målet. Maximalt avfyringsavstånd är 100 km. Enligt tillverkaren Raytheon öppnar sedan robotens målsökare på ett avstånd mellan 12-16 km från målet. Den fiendliga radarn måste nu sända annars är roboten blind. Roboten kommer då att antingen gå mot de förprogrammerade koordinaterna eller låsa på en annan radar. Den här moden är lämplig då det är viktigt att trycka ner luftförsvaret under en kort tid t ex när en radar sänder då ett attackföretag når ett målområde. Denna mod har sina uppenbara problem. Den amerikanske generalen Michael Short, chef för flygoperationerna under Kosovokriget, säger att när HARM-roboten används i ”pre-emptive mod” så uppför den sig som ”en galen hund”. När den öppnar sin målsökare och det ursprungliga målet inte sänder då anfaller den vad som helst. Under Kosovokriget var det minst sex HARM-robotar som landade i Bulgarien.

Den andra moden som general Short istället förordar kallas ”Target of Opportunity (TOO)”. Moden används då piloterna eskorterar ett attackföretag eller patrullerar i ett område. Radarstationerna måste sända då roboten avfyras. Som sensorer nyttjar F-16 CJ piloten både sin HTS men också robotens egen målsökare. Piloten får informationen på två olika displayer, en för HTS och en för HARM-roboten, vissa radarstationer upptäcks av den ena sensorn, vissa av den andra.

Amerikanerna säger att TOO-moden kan vara mycket effektiv men det blir problem då radarstationerna endast sänder under korta perioder. Under Kosovokriget fick amerikanerna erfara att serberna dragit lärdom från Gulfkriget och Bosnienkonflikten. När serberna visste att det fanns luftvärnsjägare i området försökte de använda mycket korta sändningstider, vilket innebar de ibland sköt sina luftvärnsrobotar ostyrd.

Om hotet finns framför flygplanet kan piloten avfyra roboten snabbt. Om hotet kommer bakifrån så blir det problem. Roboten kan avfyras i självförsvar om flygplanet blir belyst från sidan eller t o m bakifrån men precisionen nedgår då drastiskt. En amerikansk divisionschef säger att, i praktiken sköt de bara när de hade hunnit bestämma radarstationens position. För att inte slösa bort robotar, låste man på radarn några sekunder för att hinna bestämma om den utgjorde ett hot mot någon, före man avfytrade roboten.

Serberna var uppenbarligen medvetna om att det tar tid att vända flygplanet så att det kan skjuta med precision. Från allierat håll försökte man därför under SEAD-uppdragen använda flera flygplan, så att om ett blev belyst bakifrån så skulle ändå ett annat kunna avfyra en robot mot radarn. F-16 CJ nyttjades ofta i fyrgrupper för att på bästa sätt använda HTS antennens täckning. De hot som upptäcktes sändes via datalänk mellan flygplanen i gruppen men även till andra flygplan, så att hoten kunde presenteras hos alla piloter.

Då F-16 CJ eskorterade ett attackföretag så var det inte bara för att skydda attackflygplanen mot luftvärn utan även för att skydda dem mot hot från luften. Typisk beväpning dagtid var två HARM-robotar, två AIM-9 Sidewinder (IR-jaktrobot) och två AIM-120 AMRAAM (radarjaktrobot). Nattetid byttes IR-jaktrobotarna ut mot ytterligare två AMRAAM.

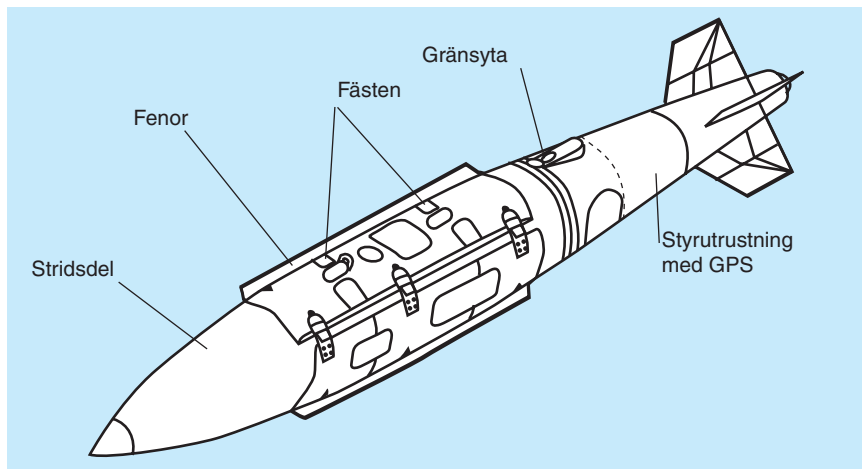
NATO ansåg efter Kosovokriget inte att man hade något bra svar på det serbiska luftvärnets "gerillataktik". När serberna kamouflerade sina eldenheter väl, omgrupperade dem ofta och nyttjade "bakhåll" från oväntade platser så fick man problem. Även Irak utnyttjade efter Gulfkriget 1991 en liknande taktik mot de allierade flygplan som patrullerade den s k flygförbudszonen. NATO har förvånats över den höga graden av mobilitet även hos äldre system som SA-6 och SA-3.

### **Förinta luftvärn – DEAD**

Man är i USA bekymrad över att SEAD-uppgiften kräver mycket resurser under lång tid. Uppgifter gör även gällande att man inte är nöjd med verkan hos de signalsökande robotarna. I Kosovo lär mindre än fem radarstationer har bekämpats trots insats av mer än 400 robotar. Man vill därför skaffa sig förmågan att permanent slå ut luftvärnet även om de sänder restriktivt.

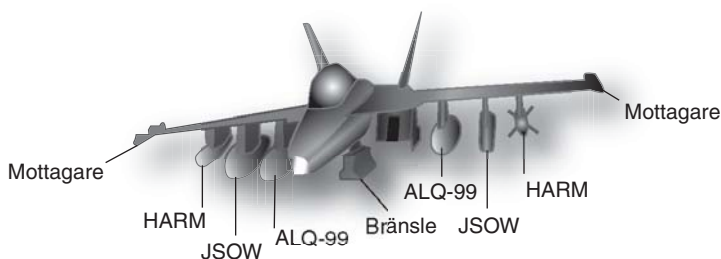
## 6. Taktik

Det amerikanska flygvapnet har därför börjat ta fram en ny taktik benämnd Destruction of Enemy Air Defence (DEAD). Skillnaden mot SEAD är att man här avser att slå ut luftvärnet oavsett om det sänder eller inte. För att lyckas med detta så ska inte bara särskilda luftvärnsjägare som t ex F-16 CJ nyttjas utan även vanliga attackflygplan. Attackflygplanen ska normalt vara utrustade med någon form av precisionsvapen som t ex den GPS-styrda bomben Joint Direct Attack Munition (JDAM) eller Joint Standoff Weapon (JSOW).



*Bild 6:32. JDAM styrutrustning med GPS vilken spänns fast på en konventionell bomb.*

Vid övervakningen av flygförbuds zonen i Irak nyttjades attackföretag för DEAD uppdrag. Flygföretagen bestod av såväl eskortstörflygplan EA-6B, luftvärnsjägare F-16 CJ och attackflygplan t ex F-16 och F-15. De precisionstyrda vapnen gör till skillnad mot roboten HARM, det möjligt att slå ut en luftvärnsställning även om den inte sänder. Man har för avsikt att utrusta även F-16 CJ med egna precisionstyrda vapen t ex JDAM och JSOW.

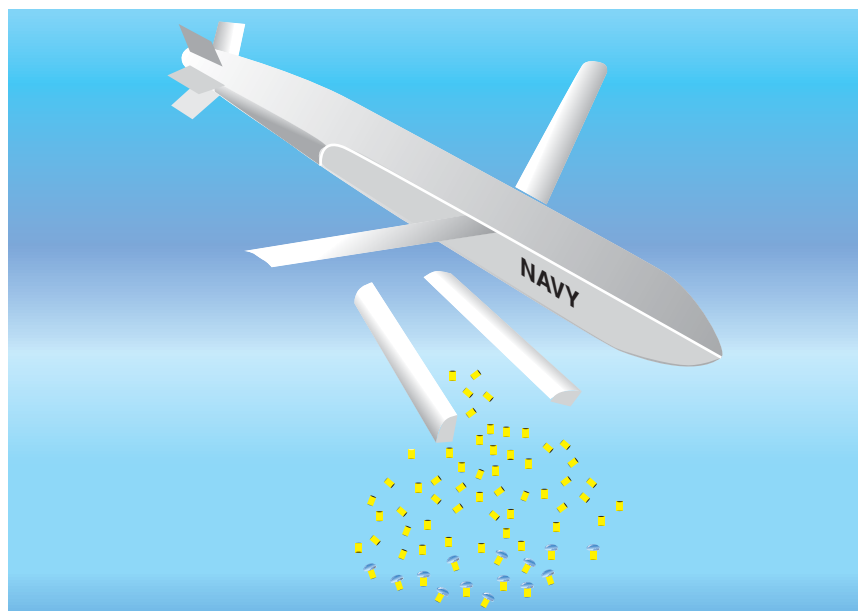


*Bild 6:33. EA-18 utrustad för luftvärnsjakt SEAD/DEAD.*

I USA diskuteras idag en efterträdare till EA-6B som eskort/medstörare, flygplanet ska också ska ha möjlighet till DEAD-uppdrag. Som möjliga ersättare nämns

- EA-6C - nyproduktion, nya motorer och vingar, AESA-radar m m.
- EA-18 - SEAD version av F/A-18F Super Hornet.
- EA-22 - SEAD version av F/A-22 Raptor.
- EA-35 - tvåsitsig SEAD version av Joint Strike Fighter.
- Global Hawk - utvecklade SEAD version av UAV:en Global Hawk.

Precisionen hos roboten HARM är inte tillräckligt stor för att kunna slå ut en radar om denna slutar sända. Varken precisionen i HTS eller robotens eget navigeringssystem är tillräckligt hög för att lyckas med detta. Därför utvecklar USA, Tyskland och Italien tillsammans en ny modell av roboten HARM benämnd AGM-88D vilken kommer att vara utrustad med en GPS-mottagare för att stötta robotens eget navigeringssystem.



*Bild 6:34. JSOW som släpper ut substridsdelar över målområde.*

I USA finns det dock skeptiska röster mot detta projekt. Man menar att även om GPS stöttar robotens navigering så måste korrekta målkoordinater finnas i roboten då radarn stänger av. Eftersom roboten har en relativt liten stridsdel så kan även ett mindre bomavstånd göra att radarn klarar sig. Detta problem kan dock minska med nästa generation av HARM-roboten vilken förutom radarmålsökaren även kommer att innehålla en IR-målsökare eller en egen aktiv millimetervågsradar.

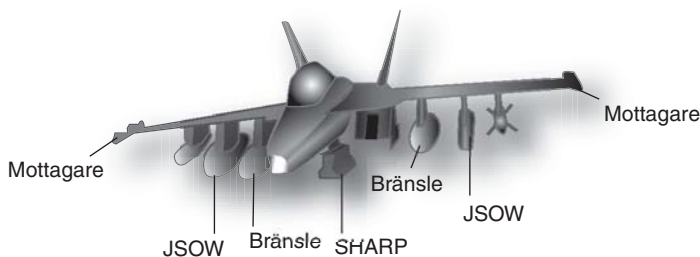
Förutom utvecklingen av roboten HARM, så håller USA på med ett antal olika projekt för att göra det möjligt för flygplanen att upptäcka olika emitterar. Två exempel på sådana system är Advanced Targeting System (AT3) och Precision Location and Identification (PLAID).

AT3 ska länka samman signalspaningsinformation från ett stort antal olika flygplan till ett nätverk. På detta vis ska man säkrare kunna identifiera en sändare och noggrannare bestämma dess position. Noggrannheten tror tillverkaren ska kunna bli mellan 15 och 50 meter.

Syftet med PLAID är att i någon mån göra varje jakt/attackflygplan till en enkel luftvärnsjägare. Den bygger på att ersätta eller komplettera flygplanens ordinarie analoga radarvarnare med en ny digital variant (Litton Applied Technology Advanced Digital Receiver). Den digitala mottagaren ska ge tillräckligt noggranna data för att flygplanet ska kunna skjuta en HARM-robot i den relativt träffsäkra mod där roboten ges avståndet till målet. Många hävdar att för att snabbt, < 2 sekunder, lokalisera med precision ett hotsystem så krävs att just flera plattformar samarbetar i ett nätverk.

Man överväger också hur man ska kunna använda den nya miniatyr kryssningsroboten LOCAAS (Low Cost Autonomous Attack System\*), vilken ska vara operativ 2005. LOCAAS utgörs av en 50 kg tung turbojet-driven robot.

Roboten ska ligga över stridsfältet och leta efter fasta eller rörliga mål. Den identifierar målen med sin laserradar och anfaller dem därefter. En F-16 kommer att kunna bära 16 LOCAAS och ett B1-B bombflygplan kan bära 192. Ur DEAD-konceptets synpunkt är LOCAAS intressant eftersom då man angivet för roboten hur ett luftvärnssystem ser ut så kommer roboten att attackera systemet oavsett om radarn sänder eller inte.



*Bild 6:35. EA-18 utrustad för signalspaning. Flygplanet är bl a utrustat med den nya spaningskapseln SHARP (Shared Reconnaissance Pod).*

\* Eventuellt nytt namn på LOCAAS är WASAAMM, Wide Area Search Autonomous Attack Miniature Munition.



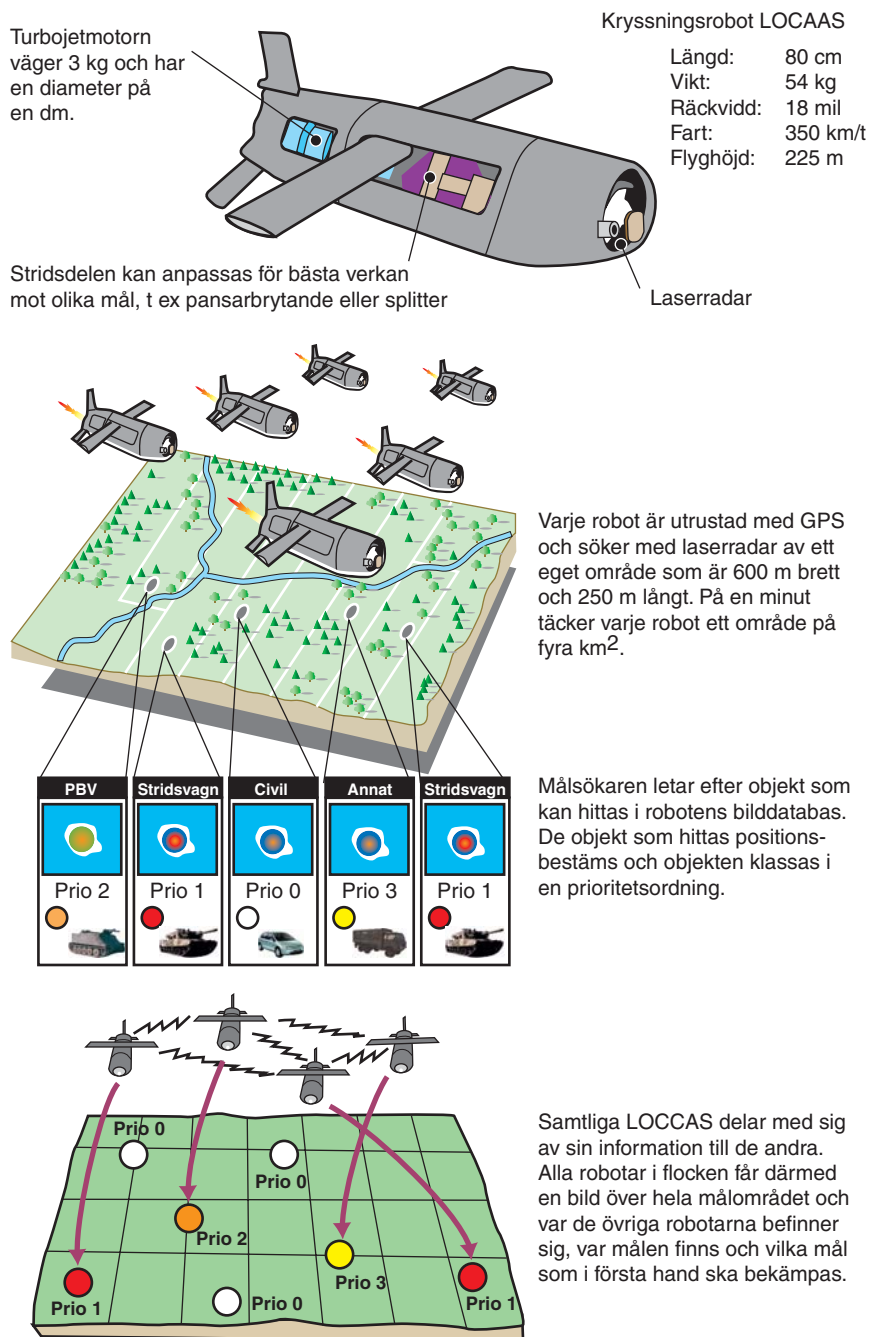


Bild 6:36. LOCAAS är ett sätt att lösa det svåra problemet med att hitta rörliga mål genom att roboten kan spana själv, dela med sig av informationen till andra robotar och inom robotflocken fördela målen. (FOI)

## SEAD i Europa

Tornado ECR (Electronic Combat Reconnaissance) är en spanings- och motmedelsversion av Tornado IDS. Det är Europas enda system som har en viss SEAD-förmåga. Systemet består av ELS (Emitter Locator System) för att upptäcka, lokalisera och identifiera radarsignaler, ODIN datalänk för överföring av bl a målinformation mellan andra radarsignaler eller markstation.

Sensorerna i ELS-systemet är placerade i vardera vingroten. Antenn-placeringen medger endast täckning i framsektorn med ca 180°. Inmätt data presenteras för operatören i baksits som sätter upp prioriteringslistor, preparerar HARM-robotarna och motmedelssystemet.

Tornado ECRs operativa uppgifter består av SEAD-bekämpning av fiendliga luftvärnsrobotställningar med hjälp av AGM-88 HARM eller stör-sändning. ECR-flygplan kan leda en attackstyrka genom en frontlinje och lokalisera samt bekämpa luftvärnsställningar. Taktiskt uppträder planen minst i rote, men gruppförband förekommer. Tornado ECR kan även bekämpas med vapen ur Tornado IDS-arsenalen.

Tyskland har byggt 35 Tornado ECR och Italien 16. Under den NATO-ledda Kosovo-kampanjen ”Allied Force” sköt tyska Tornado ECR över 200 HARM.

I Kosovo var det inledningsvis alltför uppenbart för serberna när tyskarna sköt sina signalsökande robotar eftersom flygplanet efter avfyring svängde bort från luftvärnets porté. Serberna fick genom detta uppträdande en förvarning och kunde stänga av sina radarstationer.

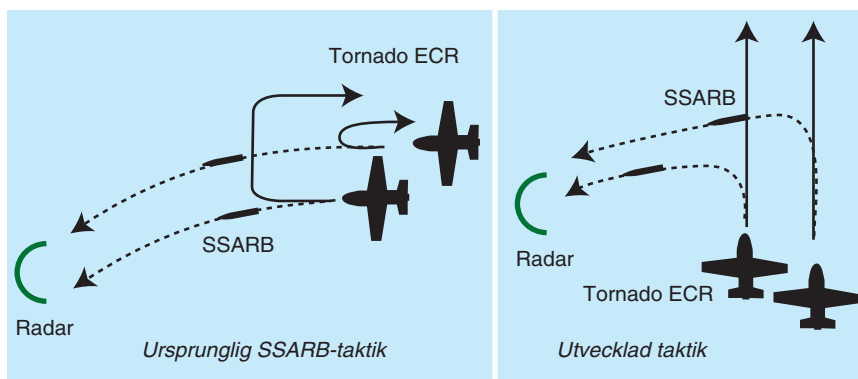


Bild 6:37. SSARB-taktik.

Tyskarna ändrade då sin taktik och lät robotens målsökare låsa på målet 90° mot flygplanets färdriktning. Det blev då avsevärt svårare för personalen vid radarn att inse att en robot hade avfyrats. Även Tyskland tycks efter Kosovo-konflikten eftersträva en övergång från SEAD till DEAD-taktik.

För närvarande pågår en modifiering av de tyska Tornado ECR bl a innehållande i

- robotskottvarnare
- nytt radarvarningssystem
- släpat skenmål.

### **Tornado Gr4**

Tornado Gr4 är den brittiska attackversionen av Tornado. Den är inget dedicerat SEAD-flygplan men den kan beväpnas med upptill åtta signalsökande ALARM-robotar.

### **SEAD-utveckling i Ryssland\***

Under 1950-talet och början av 1960-talet räknade både USA och Sovjetunionen att ”nästa” krig skulle bli ett kärnvapenkrig. Sovjetunionen litade då på att kärnvapen skulle slå ut det fiendliga luftförsvaret samt att den elektromagnetiska puls som uppstår i samband med en kärnexplosion skulle göra radarstationerna obrukbara.

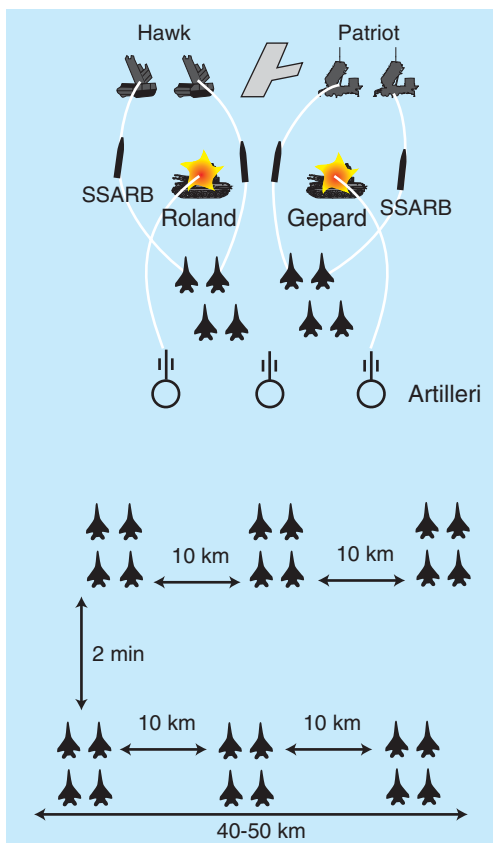
Under slutet av 1960-talet ändrades på båda sidorna kärnvapendoktrinerna så att ett eventuellt krig inte tvunget behövde innebära kärnvapenkrig. I Sovjetunionen uppstod då behov av att utveckla signalsökande robotar. Sovjetunionen och dess allierade i Warsawapkten utvecklade aldrig några speciella luftvärnsjägare på samma vis som USA. I stället för att som USA angripa ”uppdykande” luftvärnssystem, nyttjade de signalspaning och andra spanings-sensorer för att innan ett flyganfall spana ut var det fiendliga luftväret var grupperat. Den första sovjetiska roboten som började utvecklas var den robot som Nato kom att benämna AS-9 Kyle. Svårigheter att anpassa den mot luftvärnssystemet Nike-Hercules radar gjorde att roboten inte kunde tas i bruk förrän under 1970-talet. Det sovjetiska attackflygplanet SU 24 Fencer A kunde bära två AS-9. Flygplanet nyttjade härvid ett målutpekings- och signalspaningsmottagare benämnd Filin för att ge styrdata till roboten före avfiring. Filin-mottagaren erbjöd bättre frekvenstäckning än robotens mottagare och klarade även att detektera Hawk-systemet.

Vid ett angrepp mot NATO skulle Sovjetunionen försöka skapa ett antal 40-50 km breda flygkorridorer inom vilka inte NATO:s luftvärn kunde verka. Genom dessa korridorer skulle attackgrupper flyga in på relativt låg höjd separerade 10 km i sida och med två minuter mellan divisionerna. De första flygföretagen skulle angripa luftvärnsställningar som upptäckts av signalspaning. Syftet var att förstöra alla medel- och huvuddelen av de långräckviddiga luftvärnssystemen. NATOs långräckviddiga Nike Hercules ansågs ofarligt eftersom dess lägsta skjuthöjd var 1000-1500 m höjd. Men

\* Avsnittet bygger främst på artiklar i Journal of Electronic Defence.

i närheten av anfallsmålet där flygplanen skulle ta upp skulle även dessa system förstöras. Det fanns inga speciella enheter som var avsedda att bedriva SEAD. Inom varje attackdivision utrustades helt enkelt 2-4 ”vanliga” flygplan med signalsökande robotar eller splitterbomber för att trycka ner luftvärnet längs flygkorridoren eller kring anfallsmålet. Ett attackregemente som skulle angripa ett mål kunde dessutom begära understöd från någon reservdivision för att utföra SEAD.

Just innan de första flygplanen skulle flyga igenom NATO luftförvarslinje skulle Warszawapaktens artilleri öppna eld för att tysta det korträckviddiga luftvärnssystemen som t ex Gepard, Roland och Rapier. Mot dessa



system hade Sovjetunionen inledningsvis inte några signalsökande robotar. Medan attackflygplanen anföll på låg höjd, under 100 m, skulle flygplanen som var avdelade att slå ut luftvärn stiga till högre höjd just före luftvärnssystemens porté. Hawk-systemet skulle angripas från 500-4000 m höjd på 40-50 km avstånd och Nike Hercules på 2000-6000 m höjd på ett avstånd av 120 km. Så snart luftvärnssystemens eldledningsradar belyste flygplanet skulle de skjuta sina signalsökande robotar.

Bild 6:38. Sovjetisk SEAD-taktik.

En viktig princip vid sovjetisk SEAD till skillnad mot den amerikanska, var att flygplanen skulle befinna sig utkanten eller utanför luftvärnssystemets räckvidd. Detta blir uppenbart då man ser på räckvidden hos de signalsökande robotarna. Den amerikanska roboten Shrike hade en räckvidd på 16 km medan den samtidiga ryska AS-9 hade 110 km räckvidd.

Det sovjetiska systemet för att trycka ner luftvärnet var en metodisk planeringsprocess där luftvärnets positioner bestämdes före flyganfallet.

Här användes främst signalspaning men även andra typer av sensorer. Anfallet mot en känd gruppering kunde sedan ske antingen med signal-sökande robotar eller någon annan typ av attackvapen. Det kan var värt att notera att det amerikanska uppträdandet i Jugoslavien och Kosovo liknar den sovjetiska metoden där man nyttjade olika typer av stand offvapen för att slå mot kända luftvärnsgrupperingar.

Om en luftvärnsradar träffades eller av andra anledningar var tyst skulle grupperingsplatsen anfallas från låg höjd med bomber för att bestående slå ut förbandet. Dessa typer av anfall understöddes med hjälp av bakgrundsstörning från Mi-8 helikoptrar. Typiskt störavstånd var > 100 km.

Under 1980-talet utgjordes de främsta hoten mot det sovjetiska flyget av Improved Hawk (motsvaras i Sverige av RBS 77) samt Patriot. Som skydd utrustades de sovjetiska flygplanen med varnar och motverkanssystem i dessa ingick t ex störkapslarna SPS 141-142 och SPS-161 och 162. Under slutet av 1980-talet utvecklades en ny taktisk ballistisk robot, 9M714U Totshka (SS-21 Scarab). En version av Totshka-U var utrustad med en signalsökande målsökare som hade en räckvidd på ca 70 km. Varje sovjetisk division hade en egen bataljon med Totshka och varje lavett kunde avfyra Totshka-U versionen.

Under 1980-talet kom flera olika nya signalsökande robotar. Den första var Kh-25 MP (AS-12 Kegler), den följdes snart av KH-58 (AS-11 Kilter). Mot slutet av decenniet kom även olika modifierade varianter av dessa robotar, t ex Kh-58U där räckvidden ökats till 250 km och målsökaren kunde fås att låsa på ett mål efter avfyringen.


NATO benämning	Tillverkare	Operativ från	Huvudsakliga mål	Plattformer	Längd (cm)
AS-12 Kegler	OKB Zvezda	1981	Nike Hercules HAWK mod. HAWK	MiG-27 alla Su-17M3 och M4	429,4
					
Spännvidd (cm)	Vikt (kg)/ Stridsdel	Räckvidd	Fart (m/s)	Avfyrningshöjd (m)	
82	320/90	60	850	100-15000	

Bild 6:39. KEGLER, rysk signalsökande robot.

Inledningsvis användes Mig-25BM Foxbat-F för att bära AS-11 Kilter. Detta flygplan var egentligen inte avsett som SEAD-flygplan men blev den huvudsakliga bäraren av SSARB eftersom den kunde operera på upp till 21000 meters höjd dvs ovanför Hawks höjdtäckning. Under slutet på Sovjeteran infördes Kh-31P (AS 17) Krypton, vilket idag är den modernaste ryska signalsökande roboten. Vissa exemplar av de äldre robotarna är modifierade för att klara de franska och tyska luftvärnssystemen Roland och Crotal.

## Passiva spaningsmetoder

Luftvärnets har till stor del hitintills använt sig av radarsensorer. En annan väg har marinen tagit. Sedan mycket lång tid har fartygen både radar och utrustning för signalspaning. Luftvärnet har idag börjat bygga upp kompetens även inom andra sensorsystem än radar.

### Signalspaning för luftvärnet

Signalspaning har minst lika lång räckvidd som en radar. Många av motståndarens flygplan kommer att behöva använda radar för att upptäcka hot från anfallande jaktflyg, undvika egna kollisioner eller som navigerings-/bombfällningshjälpmedel. Samtliga flygplan har radioutrustningar och ett antal av flygplanen använder störsändare. Möjligheterna är därför goda att med rätt utrustning genomföra signalspaning.

På marinens fartyg finns signalspaningsutrustning vilken ingår i fartygets VMS-system. Denna typ av signalspaningsutrustning ger en mängd möjligheter att

- krysspejla både repeterstörare och brusstörsändare
- krysspejla flygplanets nosradar och navigeringsradar
- klassificera eller identifiera flygplanstyp
- få längre räckvidd än radar.

En tillförsel av ett passivt signalspaningssystem är kanske den enskilda åtgärd som bäst skulle komplettera de sensorsystem som idag nyttjas av luftvärnet. Ett exempel på ett rörligt signalspaningssystem är det tjeckiska Tamara-systemet vilket funnits inom Warszawapakten sedan 1980-talet. En modern version benämns VERA-E.

VERA-E kan lokalisera, identifiera och följa luft-, mark- och sjömål. Systemet nyttjar TDOA-principen och kan lägesbestämma bl a radar-sensorer, störsändare, Ssr-transpondrar, datalänkar och andra pulsade sändare. Systemet innehåller fyra fordon med signalspaningsantennerna vilka grupperas med ett inbördes avstånd av 10 – 35 km, ett av dessa utgör även den centrala beräkningsstationen.

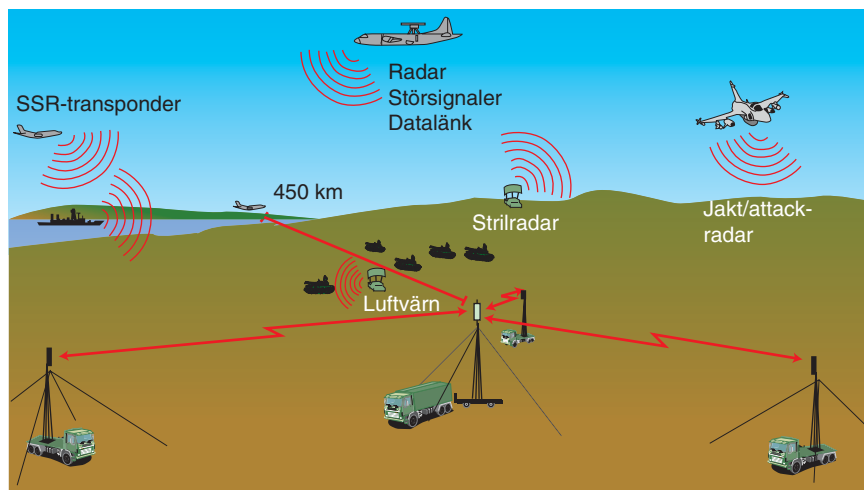


Bild 6:40. VERA-E.

VERA-E kan lokalisera sändare i tre dimensioner (x, y, z). Frekvenstäckning 1-18 GHz. Systemet har möjlighet att följa 200 mål samtidigt. Räckvidden uppges vara 450 km.

Precisionen i lägesbestämningen av ett mål är ungefär lika bra som hos ett radarsystem.

## IR-spanare

Ett helt passivt förvarningssystem är t ex IR-spanare IRS 725.

Systemets fördelar jämfört med radar är att

- det ej kan upptäckas med signalspaning
- det är svårt att störa
- hög riktningsnoggrannhet i höjd och sida.

Nackdelar

- kort räckvidd
- räckvidden påverkas av väderförhållanden
- kan inte mäta avstånd.

Genom avancerad bildbehandling finns det vissa möjligheter att ge ett IR-system prestanda så att det ungefärligt kan uppskatta avståndet till ett flygplan.

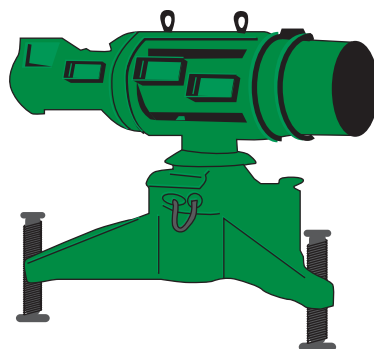


Bild 6:41. IR-spanare IRS 725.

Räckvidden hos IRS 725 uppges vara 10–15 km mot attackflyg och 6–9 km mot helikoptrar vid ”normalt väder”. En kombination av aktiva system som radar och passiva system med t ex IR-spanare och signalspaning ger ett svår stört system med många redundansmöjligheter.

### **Akustisk helikopterdetektering**

Underljuds farkoster främst helikoptrar (men även eventuellt UAV) kan detekteras med hjälp av lågfrekvent ljud från rotorerna. Akustiska sensorer kan bestämma riktning till ljudet inom några grader samt klassificera en helikopter med hjälp av huvud- och stjärtrotorernas varvtal. Fördelen med utrustningen är bl a att den är billig, inte påverkas särskilt mycket av topografin. Nackdelen är att räckvidden är kraftigt väderberoende. Räckvidden är max något 10-tal km men vädret kan minska räckvidden till ett fåtal 100 m. Den israeliska Helispot är ett exempel på system.

## **Skyddsåtgärder mot signalsökande robotar**

Hur en radar ska nyttjas i krig blir en avvägning mellan behovet av verkan och skydd. Behovet av radarinformation kommer att variera beroende på t ex uppgift, vapensystem och tid på dygnet. Det är därför viktigt att chefen med riktlinjer styr radarstationens sändningsmönster så att tillräckliga underrättelser kan inhämtas. Om en radar sänder för lite med hänsyn till behoven har motståndaren lyckats med sin insats av signalsökande robotar, SSARB.

En signalsökande robot är i princip en form av signalspaningsutrustning. Metoderna för att försvåra upptäck från signalspaning är därför även verk samma mot SSARB.

De taktiska metoderna för att skydda radarstationerna går ut på att

- minimera sändningstiden
- minska sidoloberna
- variera så många radarparametrar som möjligt
- försämra signalmiljön
- använda skenmålsändare
- förse radarn med splitterskydd
- utföra fältarbeten.

Det bästa skyddet fås genom att kombinera flera taktiska och tekniska åtgärder.



## Minimera sändningstiden

Att minska sändningstiden är ett av de bästa sätten att försämra de signalsökande robotarnas träffsannolikhet. Om en SSARB har en hastighet av ca 1000 meter per sekund och en radar är avstängd i t ex tre sekunder måste roboten följaktligen färdas tre kilometer utan nya uppdateringar av mål-läget. Träffsannolikheten påverkas mycket om radarn kan stängas av när roboten byter från planflykt till dykanfall.

Att minska sändningstiden är dock ett tveeggat sätt att möta hotet från signalsökande vapen. Om stationerna inte sänder kan de självfallet inte bekämpas med signalsökande vapen. Å andra sidan kan radarn inte heller förmedla några underrättelser. Angriparen har i så fall lyckats få oss "blinda".

Det gäller istället att använda stationen så att man precis kan få de underrättelser man behöver utan att behöva sända onödigt mycket. Hur mycket underrättelser eldenheterna behöver varierar med gruppering, typ av mål och siktförhållanden.

Åtgärder för att minska sändningstiden kan vara

- intermittent sändning
- sektorsändning
- "blindföljning"
- glimtsändning.

### *Intermittent sändning*

UndE 23, PS-90 och PS-91 är utrustade med funktionen intermittent sändning. PS-70 har efter modifiering utrustats med denna funktion.

Erfarenheter tyder på att det sällan blir någon påtaglig försämring av målfångningstiderna även om 50 procentig intermittent sändning används.

### *Sektorsändning*

Sektorsändning kommer att minska den totala sändningstiden eftersom radarn är avstängd under en del av varvet. Problemet med sektorsändning är att på grund av antennens sidolober och backlober så kan stationen anfallas även från de "avstängda sektorerna". Simuleringar tyder på att vilken riktning som stationen sektorsänder inte har någon betydelse för robotens träffsannolikhet. Sektorsändning innebär att radarn kommer att vara blind i de avstängda sektorerna. Men om flera radarstationer datasamverkar via någon form av ledningssystem t ex UndE 23 eller LvPLUS och var och en sänder under en mindre del av varvet så kan god omvärldsuppfattning erhållas samtidigt som den enskilda radarn bara exponeras ett kort ögonblick. Störst nytta gör sektorsändning för radarstationer med låga sidlober.

Sektorsändning i PS-91 kan vara ett gott skydd mot SSARB eftersom PS-91 har en antenn med mycket god sidolobsundertryckning samt låg uteffekt.

### ”Blindföljning”

När ett mål har fångats kan radarstationen stängas av och målet blindföljas under ett antal sekunder av operatörerna. I PS-90 blindföljs målen automatiskt i ca sju sekunder varefter symbolerna börjar blinka några sekunder innan de försvinner. Här kan det vara lämpligt att starta radarn då mål-symbolerna börjar blinka. När mållägena uppdaterats stängs radarn av på nytt osv.

Om radarn bara ska ge förvarning räcker denna information långt. Om radarn ska målinvisa eldenheterna kan informationen räcka om flygplanen inte gör stora manövrer och eldenheterna har goda siktförhållanden. För eldenheter med stora krav på invisningsnoggrannhet kan spaningsradarn behöva sända mer fram tills dess eldenheten målfångat.

### Glimtsändning

Med glimtsändning avses att flera radarstationer nyttjar gemensamma UND TAL- och UNDDATA-nät eller utnyttjar ett ledningssystem som t ex UndE 23 eller LvPLUS som vidare förmedlar invisningen till eldenheten. En radar sänder målinvisning till alla eldenheter under en kort tid (mindre än en minut), varefter nästa station börjar sända och den första station blir radartyst. Genom denna metod får eldenheterna kontinuerlig målinvisning och den enskilda spaningsradarstationen kan ha långa sändningsuppehåll. För att lyckas med glimtsändning behövs en hel del träning. Glimtsändning är ansträngande för personalen i radarstationen och bör därför bara nyttjas under max 5–10 minuter. Men å andra sidan tar inte ett flyganfall mycket lång tid.

Om radarn stängs av efter det att den signalsökande roboten inlett sin dykfas så kommer detta endast ge ett mindre bomläge för roboten.

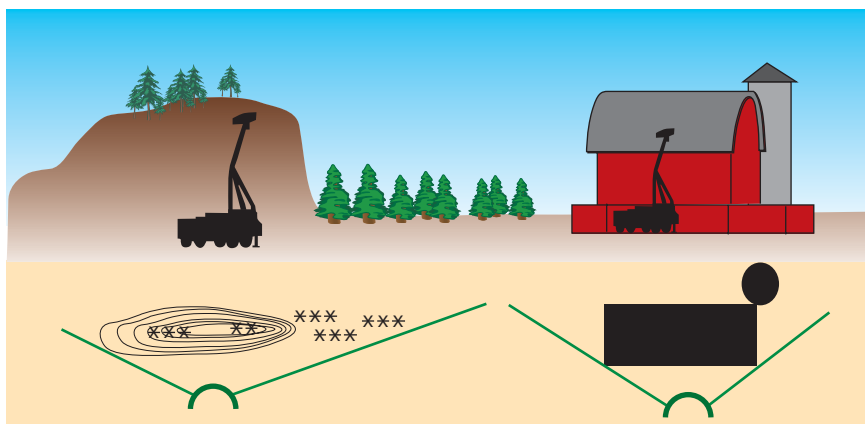


Bild 6:42. Minska sidoloberna. Genom att gruppera vid ett högt terrängföremål kan sidoloberna minskas kraftigt i vissa riktningar. Givetvis bör radarn på bilden, sektorsända i sektor 2-10, eftersom det övriga området är skymt.

### **Minska sidoloberna**

En SSARB nyttjar radarns sidolober då den anfaller. Genom att gruppera radarn vid något högt terrängföremål kan sidoloberna skärmas av i den riktningen. Metoden innebär även ett visst skydd mot att telestörning påverkar radarn via sidoloberna. Om radarn grupperas enligt bild 5:42 bör sektorsändning användas eftersom terränghindret ändå inte ger någon sikt i vissa riktningar. Sektorsändning kommer att minska problemet med markklotter. Radarstationens närekodämpning kan behöva ökas för att hindra markklotter via radarns sidolober. Sektorsändning kommer dessutom att minska den totala sändningstiden och ytterligare försvåra för en SSARB.

### **Variera så många sändningsparametrar som möjligt**

Genom att hela tiden variera radarns parametrar minskas robotens möjligheter att hitta radarstationen. Ju fler parametrar som kan förändras desto svårare för roboten att låsa på en viss radar.

De parametrar som kan varieras är

- frekvens
- pulsrepetitionsfrekvens (PRF-växling, Staggered PRF)
- pulslängd.

Pulslängden är i de flesta stationer på något vis beroende av PRF. När radarn byter från avståndsområde ändras PRF och pulslängd.

Nackdelen med att förändra radarns parametrar är att det kan uppstå problem med markklotter.

### **Försämra signalmiljön**

En robots förmåga att särskilja en viss radar försämras om det samtidigt finns många signaler i etern. Att sända med många stationer samtidigt kan därför i vissa fall vara en bättre metod än att sända med stationerna en åt gången. Ett taktiskt förfarande som bör finnas inövat är ”radarstöt” – alla stationer sänder samtidigt en kort stund. Många sändande stationer som använder Staggered PRF, snabb frekvensväxling och flera reflekterade signaler innebär ökade svårigheter för roboten.

Robotarna nyttjar pulsfrentdiskriminering för att inte styra mot en reflex. Teoretiskt bör signalmiljön för roboten försämrats, genom att radarreflektorer placeras ut (i väderballonger) runt radarstationerna eller att gruppera radarn en bit från ett hus med plåttak. Men då endast huvudlobreflektioner påverkar inmätning så krävs ett stort antal reflektorer, den praktiska nyttan torde därför vara begränsad.

### **Skenmålsändare**

Ett sätt att öka skyddet är att använda skenmålsändare. Skenmålsändaren ska vara betydligt billigare än radarstationen som ska skyddas. Skenmålen ska ha en sådan signatur att roboten inte kan särskilja skensignalerna från de riktiga signalerna.

Detta innebär att

- signalerna måste likna signalerna hos radarn som ska skyddas
- skensändaren måste ha signalövertakt över (dvs vara typiskt 10 gånger starkare) radarns sidolöber
- den utsända skensignalen ska ha sådan längd och sändas vid en sådan tidpunkt att oavsett var en SSARB befinner sig, ska skensignalen täcka hela radarpulsen (inte minst framkanten för att förhindra framkantsföljning). Skenmålsändaren måste börja sända sin puls något innan radarn och sluta sända något efter radarn.
- skenmålsändaren får inte störa radarns funktion.

### **Exempel på skenmål**

Internationellt finns det ett antal olika skenmålsystem. Ett exempel är det ryska motmedelssystemet 34Ja6E Gazettjik-E.

Gazettjik är ett system för att skydda markradarinstallationer mot attackrobotar, systemet omfattar

- larmradar
- skenmålsändare
- motmedelskastare.

Larmradarn arbetar på ”metervåglängd”. Valet av våglängd gör att larmradarn blir svår att bekämpa med SSARB eftersom riktningsnoggrannheten blir dålig mot långa våglängder (pga robotens relativt lilla antenn). Antennsystemet består av dipolantennerna som täcker varvet runt och 0°-90° elevation.

Skenmålsändarna kan imitera den skyddade radarns signal för att få en SSARB att styra bort från radarn. Troligen skyddar Gazettjik radarstationer som sänder på L- och S-bandet.

Motmedelskastarna kan skjuta ut remsor mot aktiva radarmålsökare och aerosoler mot TV- och IR-målsökare.

### **Fältarbeten**

Fältarbeten är en av de bästa metoderna att minska risken för att stationen blir utslagen av en SSARB. Väl utförda fältarbeten kräver i stort sett direktträff av en SSARB för att slå ut stationen. Ett betydligt större antal SSARB kommer behöva sättas in för att slå ut en radarstation.

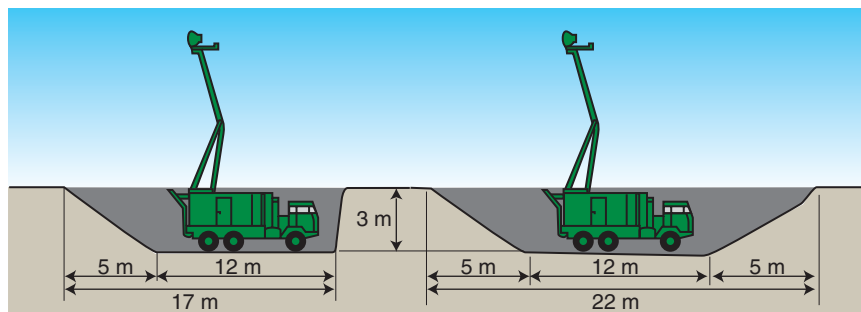


Bild 6:43. Exempel på fältarbeten för en radarstation.

Skador från splitter kan efter fältarbeten främst uppstå på mast och antenn, denna typ av skador är troligen reparabla för PS-70 och PS-90. I PS-91 finns elektroniken placerad i antennen varför skador på antennen är svåra att reparera.

### Fjärrstyrning

Tekniken att överföra stora delmängder via olika mobila kommunikationssystem kommer att göra det möjligt att fjärrstyra luftvärnets radarstationer. Detta innebär visserligen inget skydd för radarn men gör det åtminstone möjligt att skydda personalen.

## Använda terrängen för att förbättra räckvidden

### Minska sidoloberna

Av antenndiagrammet framgår att ju mer sidoloberna kan minskas desto bättre blir räckvidden i alla riktningar.

Antennens sidolobor är inte så lätta att påverka men om grupperingen väljs så att det finns ett terränghinder mellan radarstationen och stör-sändaren, så kommer störsignalerna som når antennen minska kraftigt.

Exempel på lämpliga terränghinder är berg och byggnader.

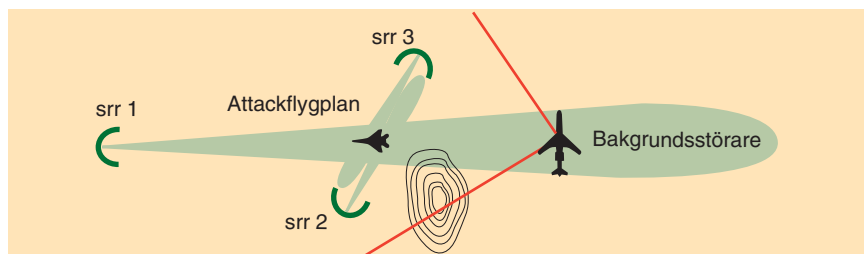


Bild 6:44. Exempel på nyttjande av terrängen.

Eftersom störsändaren normalt befinner sig på hög höjd bör terränghindret vara högt eller befinna sig nära radarn. Se bild 6:47.

Antag att berget reducerar störningen från en bakgrundsstörare till en tusendel för srr 2.

Det innebär i så fall att genombrottsavståndet för srr 2 ökar  $\sqrt[4]{1000} = 5,6$  gånger jämfört med genombrottsavståndet för srr 3.

### God geometrisk sikt kan ge sämre räckvidd

Inom luftvärnet brukar man något slentrianmässigt placera spaningsradarn på den högsta höjden, för att den ger bäst geometrisk sikt.

Se bild 6:48. Srr 2 påverkas av bakgrundsstöraren via sina sidolober. Om radarn har dålig sidolobsundertryckning kommer genombrottsavståndet att försämrats så mycket i alla riktningar, att räckvidden inte är tillräckligt för att kunna ge invisning vid skyddsföremålet.

Srr 1 står grupperad nedanför berget så att berget hindrar bakgrundsstöraren från att påverka radarns sidolober. Detta innebär att räckvidden norrut, förbättras avsevärt. Srr 1 får därför bättre möjligheter att invisna mål kring skyddsobjektet.

Givetvis kommer inte srr 1 att se något i sydlig riktning p g a berget men srr 2 ser också dåligt i denna riktning p g a bakgrundsstöraren.

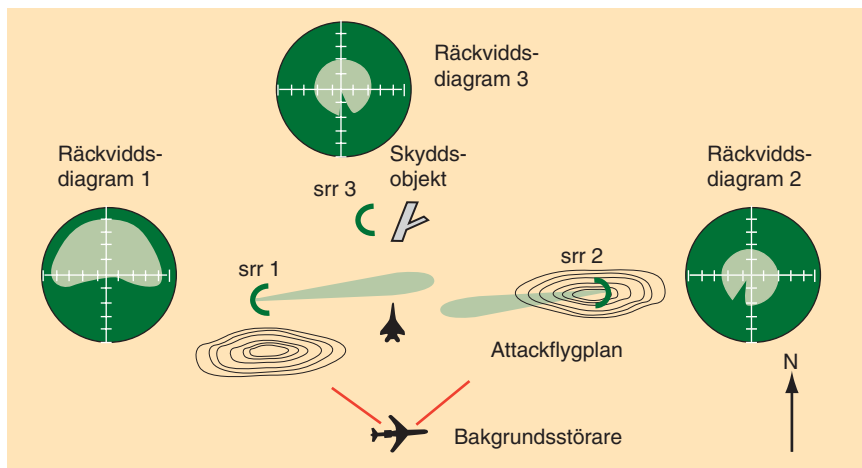


Bild 6:45. Räckvidd vid bakgrundsstörning med hög resp låg gruppering.

Srr 3 har attackflygplanet rakt i linje med bakgrundsstöraren. Den kommer därför bli störd i huvudloben. Dess räckvidd i sydlig riktning blir därför mycket kort. Om srr 3 har en antenn med dålig sidolobsundertryckning blir räckvidden begränsad även i övriga riktningar.

Vilken gruppering som ska väljas beror givetvis främst på det taktiska läget men också på hur bra sidolobsundertryckning stationen har. En radar med god sidolobsundertryckning kan stå högt grupperad men för en radar med dålig sidolobsundertryckning bör man åtminstone överväga att välja en lägre grupperingsplats.

Om attackflygplanet själv störsänder med en brusstörsändare så hindrar berget störsignalerna att nå srr 1. Radarn får då inte några störbärningar att krysspejla i denna riktning. Den får då ingen förvarning om attackflygplanet förrän det kommer fram bakom berget. srr 2 däremot kommer att ha två störbärningar varav den ena rör sig. Personalen i denna radar bör därför betydligt tidigare kunna dra slutsatser att minst ett flygplan anflyger söderifrån.

Mot srr 3 flyger attackflygplanet i linje med bakgrundsstöraren. Den störbärning som attackflygplanet ger upphov till döljs därför av bakgrundsstörarens störbärning. Eftersom flygplanet flyger rakt mot radarn så ligger bäringen stilla. Om inte störbärningen rör sig blir det svårt att i den enskilda radarn märka att flygplanet närmar sig. Eventuellt kan man märka detta genom att störsignalen ökar i styrka. Genom att krysspejla med hjälp av flera radarstationer har man oftast goda möjligheter att upptäcka var attackflygplanet befinner sig.

## Krysspejling

Eftersom en störsändare avger energi så blir det möjligt att fastställa dess läge med hjälp av krysspejling vilket kräver minst två radarstationer.

Pejling blir enklare ju längre sändningstider störsändaren nyttjar. Enklast är det att pejla en kontinuerlig brusignal. Luftvärnets radarstationer kan idag endast presentera störbärning mot kontinuerliga brusförsändare. En kort störpuls ger en genomsnittligt mycket liten höjning av brusnivån varför ingen störbärningsindikering fås. Om störsändaren nyttjar repeterstörsändning, dvs alstrar falska ekon, fås normalt sett ingen störbärning, då radarn uppfattar de falska målekona som riktiga ekon. Riktningen till störsändaren kan ibland fastställas med hjälp av riktningen till de falska målen.

Radarn presenterar bara störning som sker mot den valda frekvensen. Om en operatör har valt t ex frekvens 1 presenteras bara störbärning när störning sker på denna frekvens. Av denna orsak bör radarstationerna om möjligt, vid passiv spaning, använda snabb frekvensväxling för att inte missa några störsignaler.

PS-70 och PS-90 kan bara ge sidvinkeln till störsändaren. UndE 23 och PS-91 samt vissa av flygvapnets radarstationer kan ge både sidvinkel och höjdvinkel till störsändaren.

## Störbärningar

I spaningsradarstationer erhålls störbäringsindikering, vilket innebär att riktningen till starka störsändare visas på PPI. Om det finns många störsändare i luften samtidigt skulle det kunna uppstå ett mycket stort antal störbärningar. Radarstationerna är därför konstruerade så att de presenterar störbärningar om störsignalen är ett visst antal gånger starkare än den normala brusnivån. Om störsignalen är tillräckligt stark för att tränga in via sidoloberna uppstår i PS-70 störbärningar i flera riktningar. För att bestämma entydig störbärning, dvs riktningen till störsändaren, kan stegdämpningsknappen behöva tryckas in. Mottagarkänsligheten dämpas då ca 1000 gånger vilket kan vara tillräckligt föra att ta bort de falska störbärningarna. I modernare stationer sker denna stegdämpning automatiskt under ett kort ögonblick i slutet av varje mätperiod.

Styrkan på störningen kan i PS-70 avläsas genom brusvärdet och störbäringsindikeringens bredd. Den genomsnittliga störnivån kan fås med hjälp av brusvärdet. I PS-90 anges styrkan genom indikeringar vid störbäringsymbolen. Det är viktigt att klara vilka begränsningar stationen har då störningen har en viss styrka.

Bild 6:46 anger den bästa räckvidden i PS-90 vid varje störbäringsindikering m a o när indikeringen t ex just ändrats från nivå två till nivå tre. Det bör uppmärksammas att höjdtäckningen reduceras i samma grad som räckvidden.

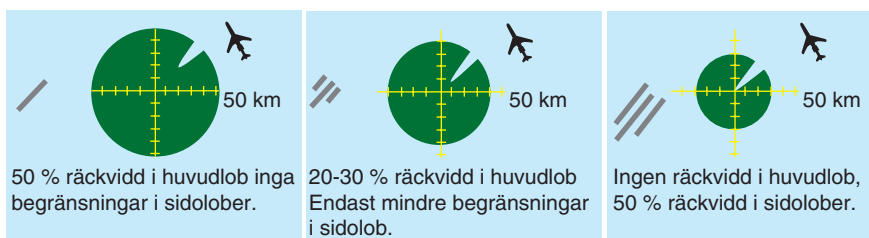


Bild 6:46. Störbäringsindikering PS-90.

En störbärning pekar normalt inte konstant mot störflygplanet utan pendlar kring den rätta riktningen. Detta sker i synnerhet om störsignalens uteffekt varierar t ex p g a amplitudmodulerat brus. Operatörerna i radarstationerna ska därför manuellt följa störbärningens medelriktning. Detta är inte minst viktigt då störbärningen skickas in till ett ledningssystem för automatisk krysspejling. Om en störbärning pendlar uppstår falska kryss vilket får till följd att målföljen hoppar fram och tillbaka.



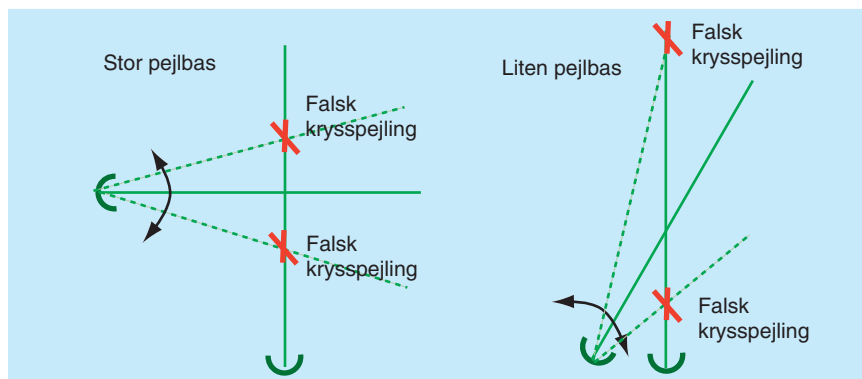


Bild 6:47. Om en störbäring pendlar uppstår falska kryss.  
Problemet är störst då pejlbasen är liten.

Om inte ledningsystemet kompenserar för detta, så kommer eldenheterna att uppleva invisningen som synnerligen irriterande. Ju mindre pejlbasen är desto längre bit kommer de falska målen att hoppa.

## För- och nackdelar med passiv spaning

Samtliga luftvärnets spaningsradarstationer kan stå radartysta och ändå indikera störbäringar. Vissa luftvärnsförband avser därför att lösa striden genom att radarstationerna står tysta, hela eller delar av striden och endast krysspejlar målen.

## Responsiva störsändare

En responsiv störsändare störsänder bara då den blir belyst av en radar. En brusstörsändare kan vara responsiv medan en repeterstörsändare alltid är responsiv. Den sänder tillbaka en eller flera signaler på exakt samma frekvens som signalen från den sändande radarn. Om våra radarstationer är tysta kommer inte heller motståndarens störsändare att sända. Följaktligen finns inte heller någon signal som kan detekteras. Vi riskerar därför att helt missa flygföretaget.

Luftförsvaret har ett stort antal radarstationer inom samma frekvensband. Rimligtvis kommer alltid någon av dessa stationer att sända och belysa de responsiva motmedelsutrustningarna, så att dessa börjar störsända. Men skulle alla förband tillgripa taktiken att stå radartyst, kommer de responsiva störsändarna också att vara tysta och inga störbäringar finns att pejla i radarstationerna. För att försäkra sig om att någon station alltid sänder, bör detta regleras genom order. Sannolikheten att försvarsmaktens alla radarstationer, inom ett område, skulle vara tysta samtidigt, får betecknas som liten. Observera enligt nedan att repeterstörning troligen inte uppfattas i någon passiv radar.

### Sök mest störd frekvens vid krysspejling

Störbärningar presenteras bara om det störs mot den valda frekvensen. Därför bör operatören vid passiv spaning söka efter mest störd frekvens, för att säkerställa att det finns något att pejla.

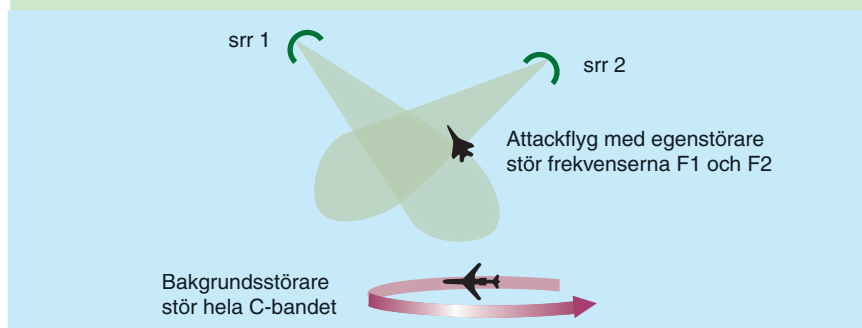
Av denna anledning är det i PS- 90, UndE 23 och PS-91 helt olämpligt att använda funktionen ”minst störd frekvens” om man önskar krysspejla. Istället ska ”slumpvis frekvensväxling” eller ”mest störd frekvens” användas. I t ex PS-90 bör störskyddsmod 5 väljas vid passiv spaning då det innebär snabb och, slumpvis frekvensväxling, vilket ger störst sannolikhet att alla störbärningar presenteras.

#### Exempel 6:5

Antag följande scenario:

Två radarstationer i ett gemensamt radarsamverkansnät. En bakgrundstörare stör på hela C-bandet och har reducerat räckvidden till max 15 km. Ett attackflygplan anflyger med en egenstörare vilken stör t ex nedre delen av C-bandet (frekvens F1 och F2 i PS-70). Attackflygplanets störbärning syns bara om radarstationerna väljer frekvens F1 eller F2.

Bakgrundstöraren ger upphov till en störbärning på samtliga frekvenser. Radaroperatörerna är lärda att söka minst ”störd frekvens” vilket i detta fall innebär frekvens 3 och 4. Problemet är att bakgrundstöraren har reducerat genombrottsavståndet till mindre än 15 km och på frekvens 3 och 4 finns inga störbärningar från egenstöraren.



Följden blir att eldenheterna kommer att få förvarning om attackflyget mycket sent. Om istället frekvens F1 eller F2 används hade radarstationerna kunnat ge eldenheterna en förvarning om att något var på gång, tack vare störbärningen till egenstöraren.

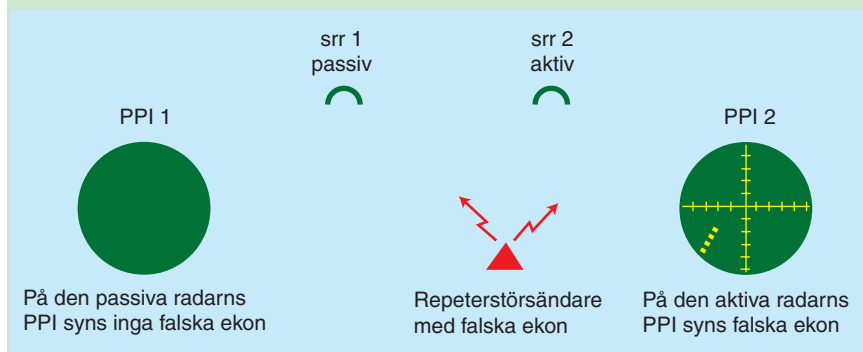
I detta scenario är det mest optimala att växla mellan de störda (F1, F2) och de mindre störda frekvenserna (F3, F4) för att dels kunna krysspejla och dels kunna upptäcka när genombrott sker på F1 och F2. För en radar typ PS-90 hade funktionen snabb frekvensväxling troligen varit ett bra val.

För en radar med bra sidolobsundertryckning blir inverkan av bakgrundstöraren betydligt mindre.

## Repeterstörning och passiv spaning

Repeterstörning är mer eller mindre exakta kopior av den sändande radarns pulser. En passiv radar som lyssnar på en annan frekvens kommer därför inte heller att uppfatta störsignalerna.

### Exempel 6:6



Repeterstörning syns inte i den passiva radarn, srr 1 är passiv och lyssnar på frekvens 1. Den andra stationen, srr 2, sänder på frekvens 2. Motståndaren repeterstör.

Den passiva stationen kommer inte få några falska mål eftersom störsändaren sänder tillbaka de falska ekona mot exakt frekvens 2. Troligtvis skulle det inte heller hjälpa om stationen bytte till frekvens 2 eftersom alla stationer har lite olika högfrequensgeneratorer. Om motståndaren brusstör så sker detta troligen mot ett bredare frekvensområde. Det är då en fördel om den passiva stationen och den aktiva stationen väljer samma frekvens eftersom möjligheterna att få störbåringar ökar i den passiva radarn.

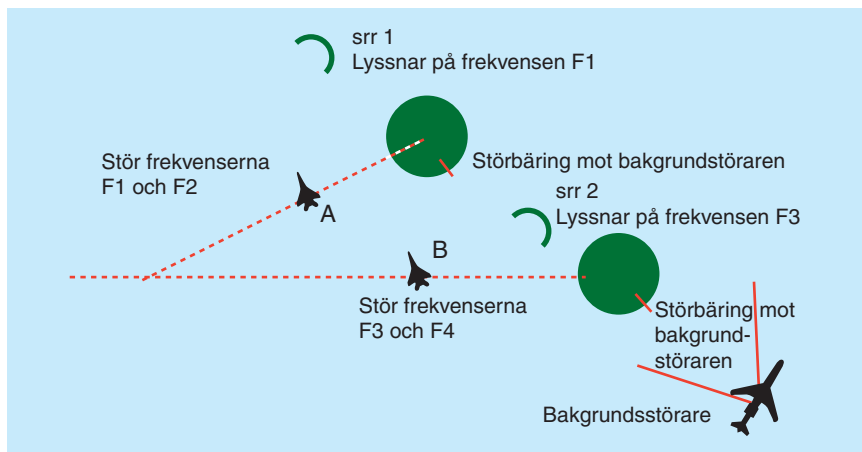
## Att krysspejla rätt mål

För att spara störeffekt och försvåra krysspejling kan flygplanen i en rote eller grupp dela upp frekvensbandet mellan sig.

Om två stationer vill öka möjligheten att de krysspejlar samma mål måste de meddela varandra på vilken frekvens de pejlar. Annars skulle följande situation kunna uppkomma.

### Exempel 6:7

Två stycken radarstationer PS-70, den ena lyssnar på frekvens F1 den andra på frekvens F3. En bakgrundsstörare stör bredbandigt över hela C-bandet vilket får till följd att båda radarstationerna får reducerad räckvidd i alla riktningar.



Båda radarstationerna får störbäring mot bakgrundsstöraren. Den ena radarstationen får (förutom bakgrundsstöraren) en störbäring mot det störsändande flygplanet som stör mot frekvens F1 och F2, den andra radarn får störbäring från flygplan som stör mot frekvens F3 och F4. Resultatet blir ett felaktigt kryssspejlat målläge. Om radarstationerna inte kryssspejlar på samma frekvens fås ett felaktigt målläge. Om flygplanen befinner sig nära varandra eller i kommande kurs är felet litet. Om planen befinner sig på stort inbördes avstånd eller färdas på tvärskurs blir felet stort.

För att förhindra att ovanstående scenario blir verklighet borde följande exempel på tabulatur kunna användas.

"Jag kryssspejlar frekvens F1! Bäring 4 200!" (OBS! Denna tabulatur används inte i reglementen).

Av flera synpunkter är det givetvis bra om stationerna inte sänder på samma frekvens, men när störbäringen avläses bör radarstationerna ha samma frekvens. I de radarstationer där snabb frekvensväxling kan användas så kommer ovanstående problem att kunna undvikas. Om funktionen snabb frekvensväxling används kommer dessa stationer byta frekvens flera tusen gånger per sekund då kommer störbäringar presenteras mot alla störsändarna i ovanstående exempel. Ett problem återstår dock, att para ihop rätt störbäring med varandra. Detta problem ska dock automatiken snabbt lösa i Und23 och LvPLUS.

### Att pejla starkaste störsändaren

Ett sätt att minska risken för att radarstationerna ger störbäringar till två olika mål vid manuell pejling, är att båda stationerna kryssspejlar den starkaste störbäringen.

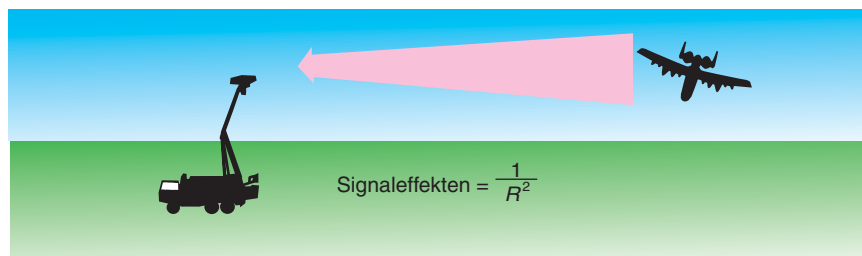


Bild 6:48. Envägsutbredning. Signaleffekten från en störsändare avtar med kvadraten på avståndet ( $R$ ).

För att minska risken att två radarstationer krysspejlar två olika mål, kan man använda metoden att bara pejla den starkaste störsändaren. Den starkaste störbärningen kommer ofta men långt ifrån alltid från den störsändare som befinner sig närmast eftersom störningen minskar med kvadraten på avståndet.

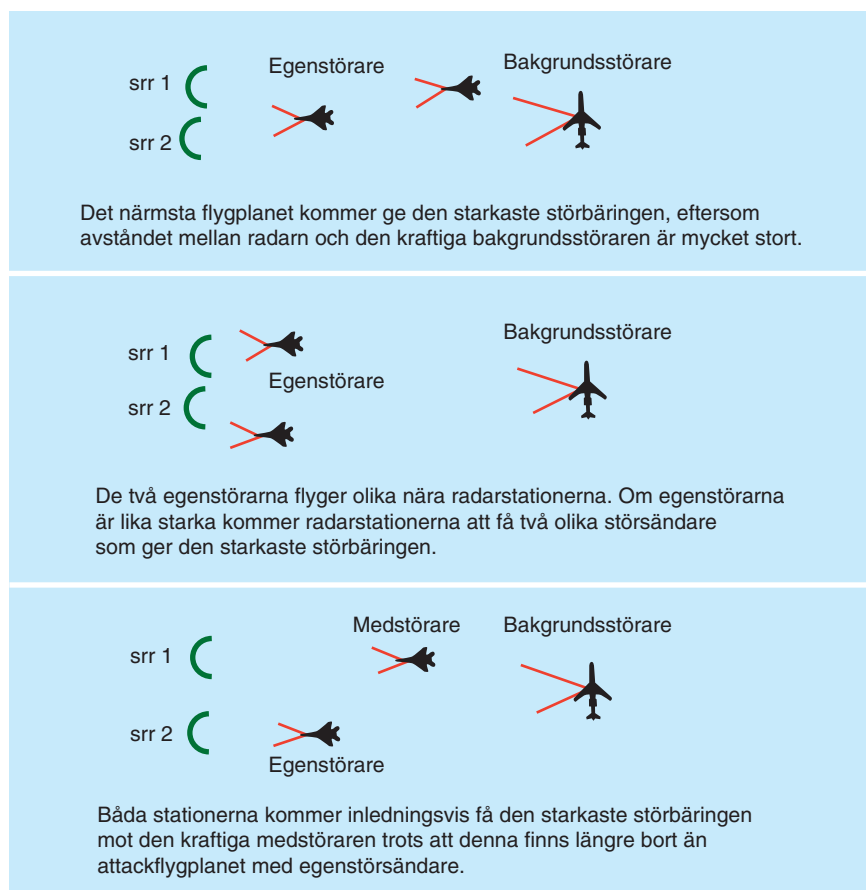


Bild 6:49. Starkaste störbärningen.

Att den starkaste störsignalen kommer från den närmaste störsändaren stämmer bra om man jämför två egenstörare eller en egenstörsändare och en bakgrundsstörare. Vid jämförelse mellan en egenstörare och en medstörare som bara finns någon mil längre bort är det troligt att medstöraren ger upphov till den starkaste störbäringsignalen p g a dess större uteffekt.

Se på bild 6:49 i nedre delen. Eftersom de båda spaningsradarstationerna har olika avstånd till egenstörsändaren kommer omslagspunkten, när egenstöraren blir starkare än medstöraren, ske vid olika ställen i de båda stationerna. Det blir därför problem då den starkaste störbärningen ska krysspejlas eftersom stationerna pejlar två olika mål. Det är inte heller säkert för srr 1 att egenstörsändaren någonsin blir starkare än medstöraren. Det beror på att egenstöraren kanske passerar stationen på alltför långt avstånd.

## När blir egenstöraren starkare än medstöraren?

### Exempel 6:8

Antag att en egenstörare har en uteffekt av 50 W och att medstöraren har 400 W uteffekt. Vidare gäller att medstöraren befinner sig 15 km längre bort än egenstöraren.



På vilket avstånd blir egenstörsändaren lika stark som medstörsändaren?

### Lösning

Effekten avtar med kvadraten på avståndet (signaleffekten proportionellt

mot  $\frac{1}{R^2}$  enligt formel för envägsutbredning), vilket ger att:

$$\frac{50}{x^2} = \frac{400}{(15+x)^2} \Rightarrow 7x^2 - 30x - 225 = 0 \Rightarrow x = 8,2 \text{ km}$$

### Svar

Egenstöraren blir lika stark som medstöraren då den befinner sig på 8,2 km avstånd.

I datorstödda system för krysspejling försöker man istället diskriminera de falska kryssen bl a med hjälp av följande frågor.

- Är det troligt att ett verkligt flygplan rör sig med denna hastighet?
- Är det ett två-kryss eller ett tre-kryss?

## Störsändare med variabel uteffekt

Vissa störutrustningar kan variera uteffekten. Om störutrustningen minskar störeffekten kraftigt när flyget närmar sig, kommer störeffekten vid radarn vara konstant istället för att öka. Man skulle på detta vis kunna förhindra att störningens styrka ger information om att flygplanet närmar sig.

Det ska i detta fall noteras att om störeffekten minskas då planet närmar sig kommer radarstationens genombrottsavstånd att öka.

Självfallet kan man genom krysspejling ändå konstatera om flygplanet närmar sig.

Som tidigare påpekats är det lätt för en motståndare att vilseleda oss om han bara behöver ta hänsyn till en radarstation. Det blir betydligt svårare i en komplex miljö där ett stort antal olika radarstationer uppträder. Kan man dessutom hålla honom ovetande om radarstationernas gruppering kommer svårigheterna att öka ytterligare.

## Pejling av repeterstörare

Vid repeterstörsändning spelar störutrustningen in den mottagna pulsen, förstärker den och spelar upp pulsen ett stort antal gånger.

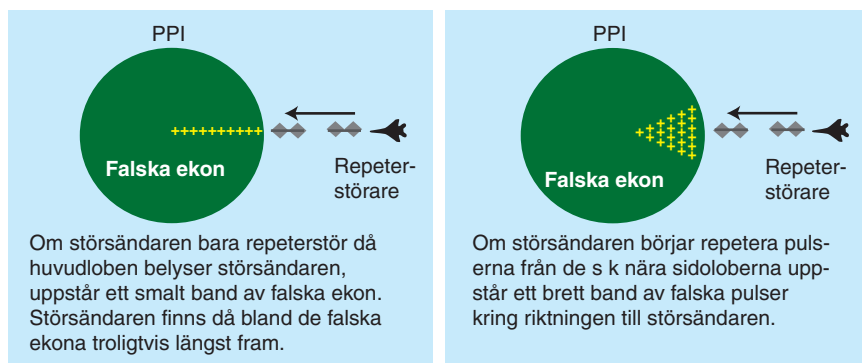


Bild 6:50. Repeterstörsändning.

Radarstationen kommer inte uppfatta repeterpulserna som störning utan som ekon. Därför presenteras det oftast ingen störbäring.

Om störsändaren bara skickar ut de falska pulserna då radarns huvudlob belyser planet, bildas ett smalt pärlband av falska ekon, vilka bildar bäringen till störsändaren. Med stor sannolikhet befinner sig störsändaren längst fram bland de falska ekona om radarn använder Staggered PRF. Men om störsändaren är tillräckligt ”intelligent” och har kunskaper om vad nästa puls har för någon frekvens och när den sänds kan den även skapa mål framför sig. Detta är dock mindre troligt.

Om störutrustningen repeterar pulserna från sidoloberna i närheten av huvudloben och förstärker dem kraftigt kommer ett brett band av falska

ekon att skapas på indikatorn. Troligtvis finns flygplanet i vinkelled ungefär mitt i de falska ekona. Detta kan ge en grov information om riktningen till planet. För att överföra denna riktning information till ledningssystem t ex UndE 23 så måste en manuell störbäring eller ett manuellt mål läggas ut. Detta bör kompletteras med muntlig information om typ av störning och att målläget är osäkert.

### Stegdämpning kan ge riktning till repeterstörsändaren

Om motståndarens repeterstörutrustning har hög känslighet kan den skapa falska ekon i radarns alla sido- och backlobber, falska ekon uppstår då över hela indikatorn.

För att kringgå detta problem och få fram en entydig riktning till stör-sändaren kan man, i vissa fall, använda funktionen stegdämpning, som innebär att mottagarens förstärkning sänks mycket kraftigt. Det leder till att bara de starkaste signalerna kommer att synas på indikatorn.

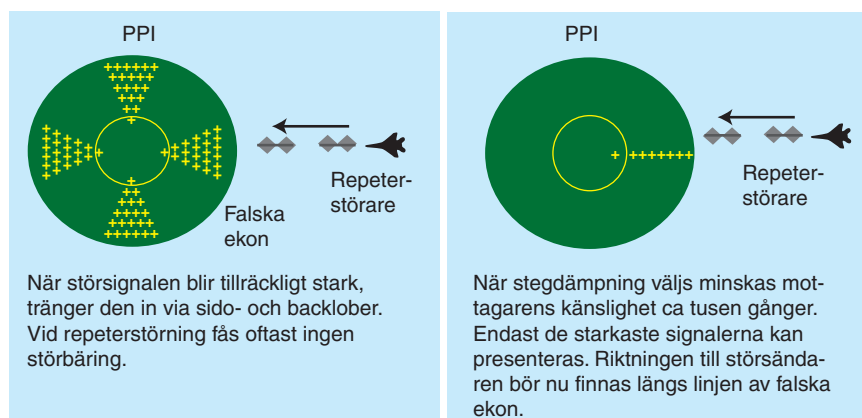


Bild 6:51. Stegdämpning.

De störningar som kommer in via sido- och backlobberna dämpas först storleksordningen 1000-10 000 ggr när de passerar antennen från fel "håll". När stegdämpning nyttjas dämpas alla signaler ytterligare ca 1000 ggr. Det innebär i bästa fall att signalerna från sidolobber och backlobber blir så svaga att de inte presenteras. När stegdämpning används bör därför störsändaren finnas längs riktningen till de (kvarvarande) falska målen.

Stegdämpning minskar radarns genombrottsavstånd och det är därför viktigt att stänga av stegdämpningen när den inte oundgängligen behövs.

En motståndare kan förhindra möjligheterna att pejla repeterstörsändaren genom att variera uteffekter omvänt proportionellt mot radarstationens antenndiagram. Då störsändaren nås av en puls från radarstationens huvudlob förstärker den de utsända pulserna lite. Då den nås av en svag puls från



någon av radarns sidolober så förstärks signalen mycket. Följden blir att radarn alltid nås av lika starka signaler. Om stegdämpning nyttjas så kommer antingen alla eller inga ekon att försvinna. Riktningen till störsändaren kan därför ej bestämmas. Precis som i många andra fall försvåras motståndarens möjligheter till denna typ av störsändning om man samtidigt sänder med flera radarstationer.

## Antal störbärningar vid ett flyganfall

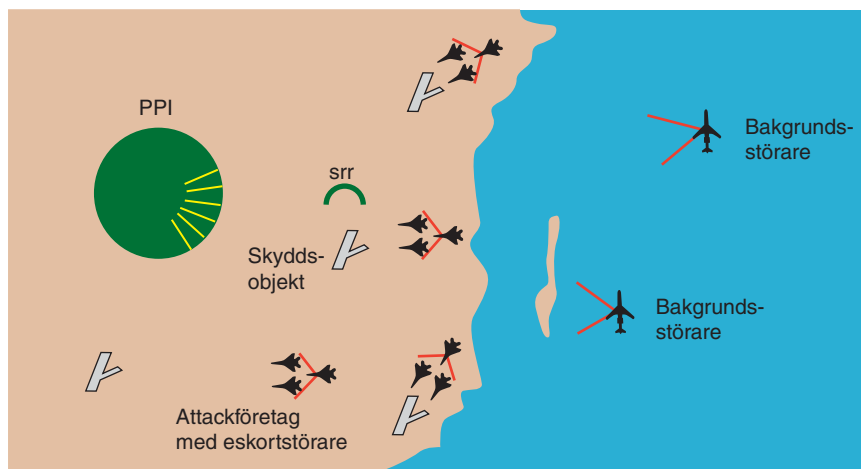


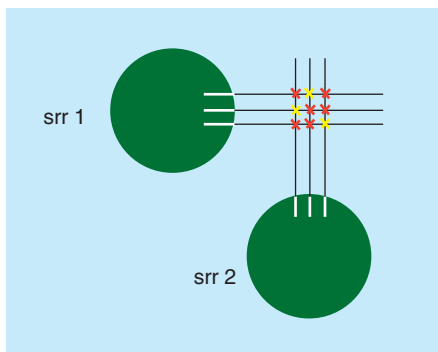
Bild 6:52. Varje tre grupp på bilden representerar tolv flygplan, där var och en minst har en egenstörsändare. Ett stort antal störbärningar kan uppträda på PPI.

Vid flyganfall kommer troligen många skyddsobjekt angripas samtidigt. Flygföretagen skyddas ofta av egen-, eskort- och bakgrundsstörare. Då kommer ett stort antal störbärningar uppträda i radarstationerna.

För att i någon mån reducera antalet störbärningar är stationerna utrustade med vissa trösklar för att inte alla störbärningar ska presenteras. För att en störsignal ska presenteras som en störbärning måste den ha tillräcklig styrka för att passera tröskelnivån. För PS-70 gäller att den måste vara minst 12 dB (16 ggr) över normal brusnivå. I PS-90 sker störbäringspresentationen på motsvarande vis. Trots denna tröskelfunktion kommer det vid ett massivt flyganfall att uppträda ett stort antal störbärningar.

Om två radarstationer pejar och det finns tre störbärningar i varje station uppstår nio stycken möjliga kryss. Av dessa är tre "sanna" och sex "falska" kryss. Vid fyra störbärningar finns fyra "sanna" och tolv "falska" kryss osv.

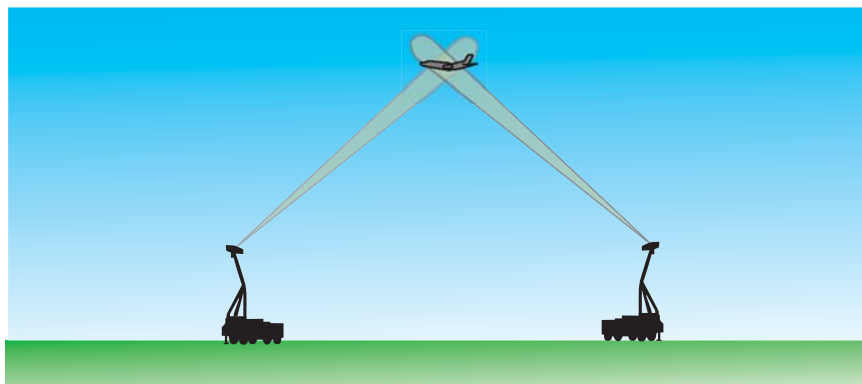
Av bild 6:53 förstås lätt att manuell krysspejling endast är möjligt när enstaka störbärningar uppträder eller störbärningarna finns i helt olika riktningar på indikatorn.



*Bild 6:53. Störbäringar. Tre störbäringar innebär sex "falsa" och tre "sanna" kryss.*

Genom att använda tre spaningsradarstationer och bara presentera "tre-kryssen" just där alla tre bäringarna skär varandra kan man reducera mängden falska pejlingar. För att metoden ska vara praktiskt genomförbar krävs datorstöd. Denna typ av datorstöd finns t ex i UndE 23 och LvPLUS.

UndE 23 och vissa av flygvapnets radarstationer har möjligheten att krysspejla även i höjdvinkelled. Antalet falska kryss minskar då drastiskt. När två stycken 3D- radar krysspejlar ett mål fås en punkt i rymden. Punktens läge kan bestämmas i alla tre koordinaterna (x, y, z). Även då krysspejling sker mellan en 3D-radar och en 2D-radar fås en punkt med tre koordinater.



*Bild 6:54. Krysspejling med två 3D-radar*

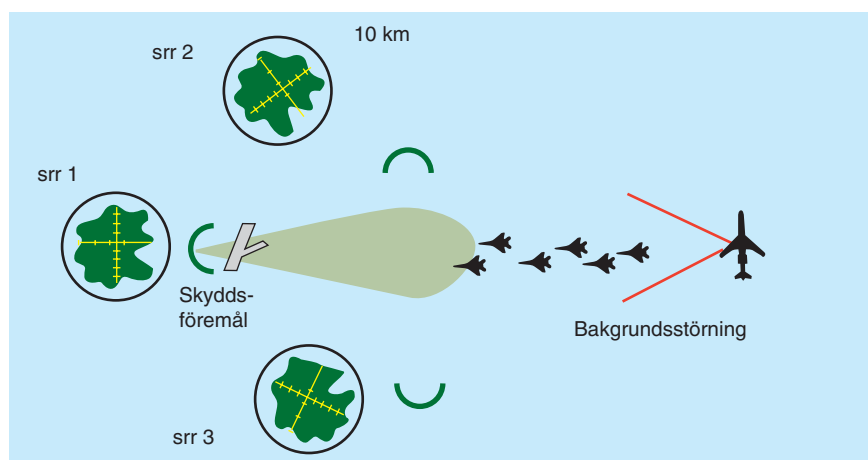
Datorstöd krävs för att kunna dra nytta av möjligheterna till höjdinformation vid 3D pejling. Även datorstödd krysspejling har problem. Om man t ex valt att bara presentera kryss från tre radarstationer, vad händer då om flygplanet befinner sig bakom mask för en av radarstationerna? I detta fall uppfylls inte villkoret med "tre-kryss" och målet syns ej. Genom att utrusta systemet med en minnesföljningsfunktion så kommer målet fortsätta att presenteras även om någon station under ett antal sekunder inte presen-

terar några störbärningar. Andra funktioner som ett datorstött krysspejlings-system kan/bör ha är

- möjligheter att välja vilka stationer (om man har många) som ska utnyttjas vid kryssbildningen
- välja om två- eller tre-kryss ska presenteras
- bara kryssbilden inom vissa områden
- bara presentera krysspejlade mål inom vissa hastighetsintervall.

## Det är inte säkert att en motståndare behöver störsända

Bakgrundstörning kan innebära att stationer får ett mycket kort genombrottsavstånd.



*Bild 6:55. Överraskning. En stark bakgrundsstörning kan minska räckvidden kraftigt. Om motståndaren vet var våra radar är grupperade, behöver han kanske inte starta sina egenstörsändare.*

Antag att motståndaren anser att han gett våra radarstationer så kort genombrottsavstånd att han inte behöver starta egenstörsändarna, eller bara behöver slå på dessa under de sista kilometrarna innan målet.

I ett sådant scenario kommer inte radarstationerna ha några störbärningar att pejla förutom bakgrundstöraren.

Teoretiskt är detta lätt att för en motståndare att använda luckorna i radartäckningen om han vet var alla stationer är grupperade.

Genom att hålla motståndaren osäker om vår gruppering och har radarstationer med låga sidolobber kan han tvingas att störsända även med attackflygplanen, för att med säkerhet störa alla radarstationer.

Med rätt gruppering, kan störsändarens inverkan minskas t ex genom att gruppera med ett terrängföremål mellan radarn och bakgrundstöraren.

### Sammanfattning

- Krysspejling ger bäst noggrannhet mot kontinuerliga brusstörsändare.
- Svårigheten att krysspejla ökar kvadratisk med antalet störbåringar. Sannolikt är det bara möjligt att manuellt krysspejla om det finns mindre än fyra olika störbåringar.
- Vid ett anfall mot t ex en flygbas, kommer ett stort antal störbåringar uppträda på indikatorn.
- Inga störbåringar uppträder normalt sett när repeterstörsändare nyttjas.
- Om repeterstörning sker i radarns sidolober uppstår ett brett band av falska ekon. Om stegdämpning används kan riktningen till störsändaren framträda.
- Även om inte krysspejling är möjligt kommer störningens styrka och hur störbåringarna rör sig kommer att vara en viktig information om när anfallet kan förväntas.
- Det finns möjligheter att skapa störformer där det inte är möjligt att i radarn ange riktningen till störsändaren.
- Om man spanar passivt och motståndaren använder responsiva störsändare riskerar man att inte upptäcka flygplanen varken som mål eller som störbåringar.

## Grupperingsgeometri och sändningstaktik

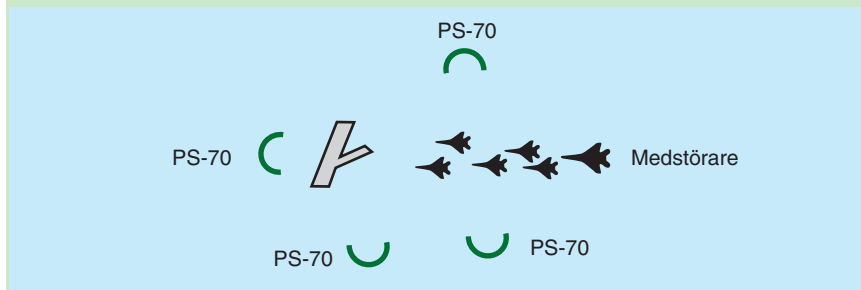
Kapitlet vill fortsättningsvis visa på fördelar och nackdelar med några olika grupperingsgeometrier och olika sändningsmönster då två eller flera spaningsradarstationer används. Syftet med exemplen är att de ska utgöra en idébank för att skapa egna taktiska lösningar, för enkelhets skull har bara ett par stationer ritats ut i de principiella exemplen.

### Radarsändning

Att sända med flera stationer samtidigt försvårar signalmiljön för motståndaren. Störutrustning kan få problem att analysera vilket hot som för tillfället är störst. Möjligheterna ökar att någon station förblir ostörd.

Att sända med flera stationer samtidigt kan tvinga motståndaren att störa bredbandigt vilket reducerar verkan av telestörningen kraftigt. Detta är inte minst viktigt för de radarstationer som bara kan använda fixfrekvens.

## Exempel 6:9



PS-70 kan endast använda fixfrekvens. Genom att sända med många stationer samtidigt kan ändå motståndare tvingas till bredbandig störning.

Om bara en PS-70 sänder åt gången kan motståndaren störa smalbandigt.

Om SSARB-hotet är stort bör varje radar sända så lite som möjligt. En radartyst station kan inte bekämpas med SSARB. Om flera stationer, sänder samtidigt ett kort ögonblick blir troligtvis skyddet som bäst för den station som ändå måste sända.

När radarstationerna har sänt, har man avslöjat grupperingen för motståndaren och stationerna kan då angripas med konventionella vapen.

I order bör det finns reglerat ett antal väl inövade sänd- och invisningsförfaranden färdiga att tillgripa beroende på vilka åtgärder motståndaren vidtar. I vissa fall är det lämpligt att den enskilde undledaren nyttjar de parametrar som han anser ger honom bäst bild, men i andra fall fås det bästa genombrottsavståndet och det bästa skyddet genom en samordning av flera stationers sändningsparametrar.

Nedan ges exempel på ett antal olika förfarande samt eventuella fördelar och nackdelar.

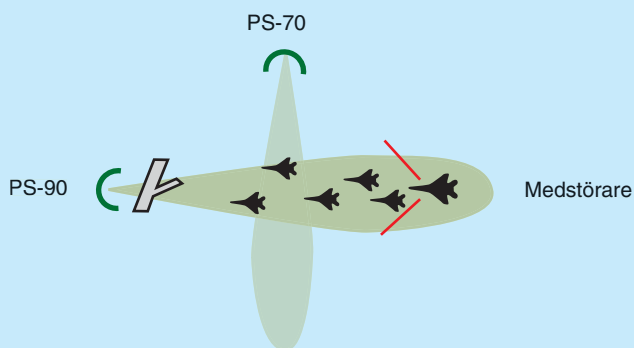
Tabell 6:7. Sänd- och invisningsmetoder

Metod	Innebörd	Fördelar och nackdelar
<b>Vakthavande</b>	En station sänder, övriga radartysta. Radartystnaden bryts på order från vakthavande station. Vakthavande tystnar därefter.	Hela förbandets gruppering avslöjas inte inledningsvis, möjligheter till överraskning. Motståndaren kan inledningsvis koncentrera all sin störeffekt mot en station, svårt för den vakthavande att veta när förbandet ska startas upp.

Metod	Innebörd	Fördelar och nackdelar
<b>Den som ser bäst invisar</b>	En station sänder åt gången och invisar hela förbandet, undledaren orienterar övriga om målets läge. När annan undledare eller bataljonsstridsledaren bedömer att målet kan invisas bättre från annan station startas sändning. När målet fångats anger den nye undledaren att han övertar invisningen, station nummer ett tystnar då.	Liten risk att alla stationer kan slås ut samtidigt. Svårt att veta vem som har bäst möjlighet att se målet utan någon form av ledningsstödsystem typ LvPLUS. Få signaler i etern samtidigt förenklar signalmiljön för signalspaning och SSARB. Störsändarna kan koncentrera störeffekten mot en enda station.
<b>Glimtsändning "Glimtsänd 20, EA börjar"</b>	En station sänder ca 15-30 sekunder, invisar alla EE, lämnar därefter över till en annan station. Sändande undledare väljer själv vilken station som ska överta sändningen. Mönster undviks.	Bra SSARB skydd för förbandet. Störeffekten kan koncentreras mot en radar åt gången. Hela förbandet kommer troligen efter en kort stund att ha avslöjat sin gruppering. Kan då bekämpas med konventionella vapen.
<b>Samtidig glimtsändning ("Radarstöt") "Alla LUDVIG radarstöt 20s, börja NU"</b>	Alla sänder samtidigt 10-30 sekunder, därefter passiva. Då stationerna är passiva blindföljs de upptäckta målen.	Komplex signalmiljö. Bra SSARB skydd. Störsändning försvåras eftersom störeffekten måste fördelas mot många SRR. EE får ej kontinuerlig invisning. Risk att hela förbandet avslöjar sin gruppering
<b>Enskild undledning</b>	Stationen sänder enligt undledarens eget bedömande. Parametrar ändras till dess optimal bild uppnås.	Snabbt, enkel ledning. Signalspaning underlättas om stationerna utnyttjar olika parametrar t ex med olika avståndsområden. Skyddet mot SSARB blir mindre än vid samordnad undledning.

*Exempel 6:10***Fall 1** Tvinga motståndaren till bredbandig störning

Genom att fortsätta sända med snabb frekvensväxling trots att PS-90 är utstörd hindras motståndaren från att störa PS-70 smalbandigt.



En PS-70 och en PS-90 i ett radarsamverkansnät. PS-90:an använder snabb frekvensväxling.

Motståndaren stör bredbandigt för att PS-90 snabba frekvensväxling inte ska få någon verkan. Störning påverkar PS-90 i huvudlob. Vilket får till följd att stationen får ett mycket kort genombrottsavstånd.

PS-70 står grupperad så den kan belysa flygföretaget från sidan och har därför ett bättre genombrottsavstånd. PS-70 kan endast växla frekvens mycket långsamt. Om PS-90 slutar sända då den är utstörd kan motståndaren övergå till att störa PS-70 smalbandigt. Störeffekten vid PS-70 antenn kommer då att öka ca 1000 gånger jämfört med när störningen var bredbandig. Det leder till att störeffekten mot PS-70 blir tillräckligt hög för att kraftigt begränsa dess räckvidd trots att störningen tränger in via sidoloberna.

Om PS-90 istället fortsätter att sända även om den är störd i huvudlob kommer motståndaren att tvingas fortsätta med bredbandig störning. PS-70 kommer då genom sin bättre gruppering att kunna invisa eldenheterna.

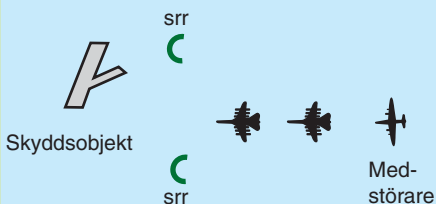
*Fördel:* PS-70 kommer vara mindre störd.

*Nackdel:* Risk att PS-90 bekämpas av SSARB.

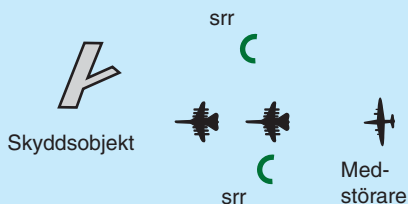
**Fall 2 Radartyst strid**

Beslut i stort: Hela striden ska föras radartyst genom kryssspejling av flygplanen.

**Skede 1**  
Gruppering med bra peljbas.  
Passivspaning



**Skede 2**  
Båda radarstationerna genomför passiv spaning under hela striden. Invisar med kryssspejling.



**Fördelar:**

Svårt att lägesbestämna grupperingen. Det är kanske onödigt att sända överhuvudtaget eftersom genombrottsavståndet ändå blir kort. Ökad överlevnadschans eftersom SSARB ej kan användas mot stationerna.

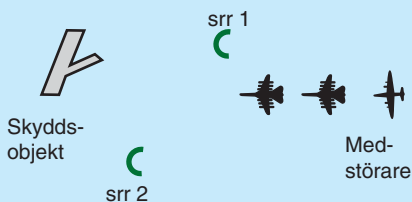
**Nackdelar:**

Om motståndaren använder responsiva störsändare kommer radarstationerna inte få några störbärningar att kryssspejla. Kryssspejlat målläge inte lika noggrant som vanlig invisning, problem för system som kräver noggrann invisning. Om det finns många störbärningar blir det omöjligt att kryssspejla. Risk för att invisningen sker mot den starka medstöraren.

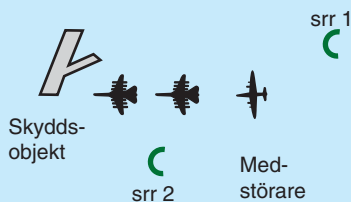
**Fall 3 Radartyst förvarningsstation**

Beslut i stort: Båda stationerna inledningsvis i passiv spaning. När srr 1 konstaterat att planen passerat (genom förflyttning av störbärning), börjar srr 2 att sända och invisa.

**Skede 1**  
Förvarningsstation.  
Båda radarstationerna har inledningsvis passivspaning.



**Skede 2**  
srr 2 (närmast skyddsobjektet) påbörjar radarspaning och invisning när srr 1 konstaterat att planet passerat, d v s genom förflyttning av störbärning.





**Fördelar:**

Ökad överlevnadschans främst mot första vågens SSARB.

Den ena stationen avslöjar inte sitt läge. Även om båda stationerna är helt utstörda kan de genom förflyttning av störbäring ange när flygplanen passerar dem.

**Nackdelar:**

Risk att missa uppstarten om motståndaren stör på C bandet med bakgrund- och medstörare och med egenstörningen på annat band.

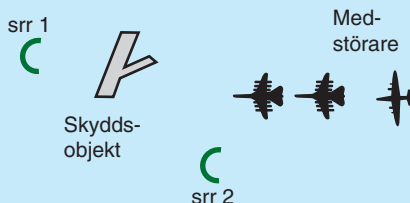
Responsiva störsändare startar ej störningen. Grupperingen optimerad i hot riktningen (fördel) men det blir problem om motståndaren kommer från annan riktning.

**Fall 4 Sändning från oväntad riktning**

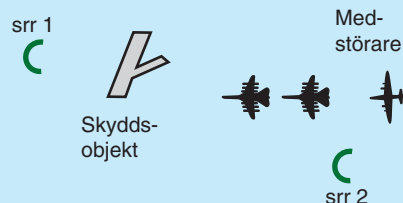
Beslut i stort: Srr 1 sänder för att antingen kunna ange när flygplanen når srr 2 eller för att tvinga motståndaren att starta den responsiva störsändningen så att störbäringar syns. När flygplanen passerar srr 2 startar den sändning och invisning.

**Skede 1**

srr 1 som är grupperad bortom skyddsobjektet sänder.  
Srr 2 radartyst.

**Skede 2**

srr 1 blir radartyst när flygplanet passerat srr 2 som då istället påbörjar radarspaning och invisning.

**Fördelar:**

Ökad överlevnadschans.

Metoden tvingar motståndaren att starta störsändningen.

Invisning från "oväntad riktning"

Grupperingen garderar mot överraskning vid anfall från oväntad riktning.

**Nackdelar:**

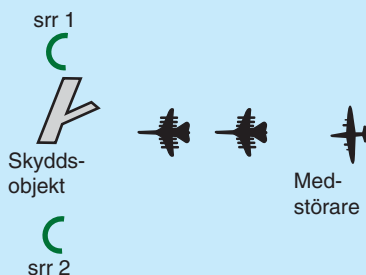
Srr 1 kommer troligen att bli helt utstörd eftersom all störning inriktas mot målområdet.

Om motståndaren nyttjar bredbandig brusstörning kommer motståndarens störsändning mot srr 1 ge störbäringar i srr 2 vilket är bra. Men om motståndaren använder repeterstörning eller smalbandig störning så uppstår det aldrig några störbäringar i srr 2. Genom att stå i närheten av målområdet utsätter sig srr 1 för stor risk att bekämpas.

**Fall 5** Alla stationer radartysta, börjar sända då LuLIS anger mål inom x km. Beslut i stort. Stationerna radartysta, vakthavande station börjar sända när LuLIS anger mål inom x km.

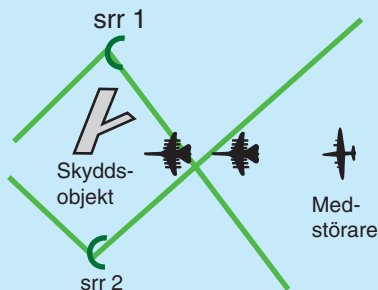
**Skede 1**

Förvarning via LuLIS.  
Båda stationerna är passiva.



**Skede 2**

Då förvarning anger att mål är inom 30 km övergår båda stationerna till sektorsändning. Srr 1 invisar mål från söder, srr 2 invisar mål från norr.



**Fördel:**

Ingen station behöver sända om det inte finns något mål i närheten. Detta minskar risken för att signalspaning fastställer lvförbandets gruppering inför ett senare angrepp mot förbandets område.

**Nackdelar:**

Risk att förbandet överraskas om inte anfallsföretaget upptäckts via LuLIS. Man måste vara medveten om att det är svårt att veta hur mycket som LuLIS ser i vårt område.

## LuLIS som förvarning

LuLIS är en utmärkt förvarningsmetod genom att det utnyttjar flygvapnets långräckviddiga spaningsradarstationer. En extra fördel är att vissa av dessa (PS-890, PS-860) dessutom använder S-bandet som luftvärnets spaningsradar inte använder (förutom LvKv) vilket tvingar fienden att störa fler frekvensband. Man måste dock vara medveten om vissa av begräsningarna hos LuLIS. Flygvapnets spaningsradarstationer (gäller inte PS-890) har ofta en sämre låghöjdtäckning än vad luftvärnet har behov av. Långräckviddiga spaningsradar har en låg antennrotationshastighet (vanligen 10 s/varv). Målen uppdateras därför sällan vilket leder till att invisningsnoggrannheten blir lägre. StriC taktiserar sekundaktuellt med sina radarstationer, det är därför svårt för luftvärnet att veta från sekund till sekund vilken täckning de har i vårt område. Flygvapnet utgör troligen den komponent i försvaret som motståndaren initieellt är mest intresserad av att slå ut, detta kan snabbt resultera i att striltäckning i vissa områden blir låg.

Inom de områden där flygvapnet väljer att koncentrera sina resurser, t ex PS-890 och JAS, kan omvärldsuppfattning förbli god. Det är därför viktigt att LuLIS ges möjlighet att sekundaktuellt presentera radartäckningen i olika områden.

På sikt är det avsikten att även luftvärnet ska kunna skicka in sin radarinformation till StriC. Detta kommer inte minst att förbättra LuLIS låghöjdstäckning, dessutom förbättras störskyddet genom att motståndaren får fler radarstationer att störa ut.

## Alla former av förvarning ökar verkan

De tekniska åtgärder som personalen vid radarn kan vidta, kan bara i begränsad omfattning påverka radarns genombrottsavstånd. Den taktiske chefen och underrättelseledaren måste, när fullgod radarinformation saknas, ändå kunna dra taktiska slutsatser med hjälp av övrig tillgänglig information.

Som förvarning får då i stället nyttjas

- målobservatörer
- LuLIS
- att störningen ökar i styrka
- att störbäringen ändrar riktning snabbt
- mängden störbäringar
- att brusvärdet ökar.

Även om inte eldenheterna kan få någon datainvisning kommer alla former av förvarning öka eldenheternas möjligheter att bekämpa målet.

Att underrättelseenheterna inte har fullständig information får inte förhindra att de underrättelser de trots allt har, sänds ut till eldenheterna. Den enda plats där informationen kan göra någon reell nytta är vid eldenheterna. Bild 6:56 vill visa ett exempel på hur eldenheternas effekt ökar för varje form av information som de kan få.

*Underrättelsetrappan* är inte något statiskt, utan kommer att ändra sitt utseende beroende på om

- eldenheterna har optisk sikt eller inte,
- vilken typ av eldenhet det gäller,
- bra eller dålig geometrisk sikt m m.

För varje form av förvarning som eldenheterna kan få kommer systemeffekten öka något. Hur mycket, beror på de ovan nämnda faktorerna. Som ett exempel kan nämnas att RBS 70 har en hög systemeffekt även om spaningsradarn bara kan ange en ungefärlig målriktning. En eldledningsradar har under samma förhållande troligtvis en lägre relativ systemeffekt än eldenhet 70 p g a sin smala antennlob.

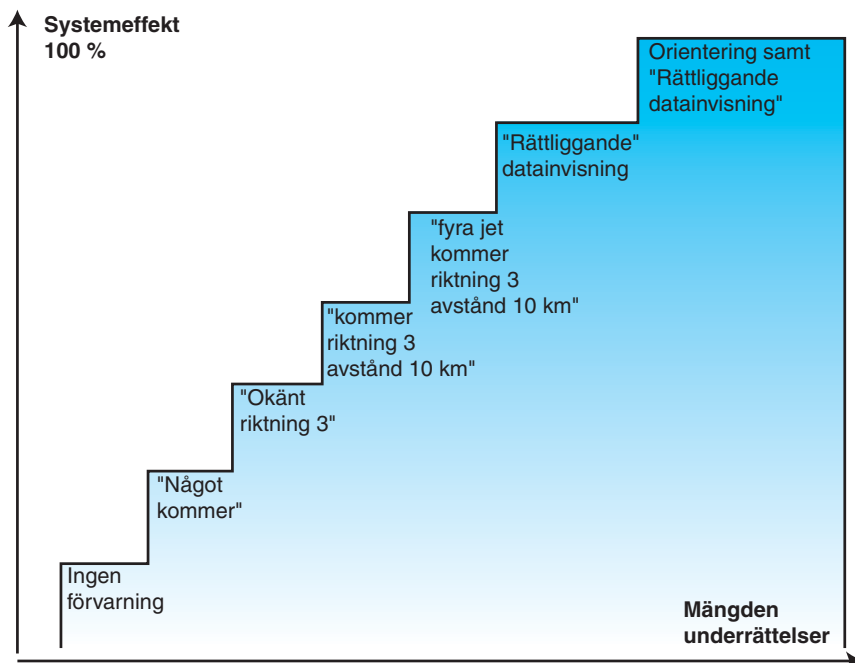


Bild 6:56. "Underrättelsetrappan".

Detta leder till frågan, om det bara finns ett fungerande sambandsnät ska alltid data prioriteras framför talinformation? Problemet när radarn störs är att datan inte kan förmedla de nyanser av information som underrättelseledaren kan göra med rösten.

Datan kan inte meddela eldenheterna information av typen: "Jag har många störbärningar som rör på sig i riktning tre, jag tror att något är på gång i riktning tre".

Datan kan bara skicka "kall" målinvisning eller störbäringsinvisning, ingen annan mer "känslomässig information". Om eldenheterna utgörs av eldledningsradar är det nog alltid rätt att prioritera datasambandet. Men om eldenheterna består av RBS 70 kan det ibland vara väl så bra med invisning via rösten. Om radarstationen ingår i ett sensornätverk måste dock datasambandet prioriteras.

När både talsamband och datasambandet fungerar så finns det en ibland överdriven tendens att använda reglementets tabulator. Denna tabulator är bra vid enkla väl inövade förhållanden genom att den bl a ser till att det går snabbt att överföra viss målinformation. Men i komplexa störsценarier kan det vara bättre att underrättelseledaren även får "prata om vad han ser" t ex "jag har en störbärning som hoppar kraftigt i riktning 3-4 sektorsök i riktning 2-5".

## Sammanfattning

Även om informationen är bristfällig så kommer den att öka systemets effekt. Man ska inte hålla inne med underrättelser i väntan på att få fullständigt korrekt information. Helt korrekt information kommer aldrig att kunna ges. Att komplettera datainformationen med talad information om vad som syns på radarskärmen kan många gånger öka eldenhetens möjligheter att komma till verkan.

## Påverkbara störskyddsfunktioner i våra radarstationer

Detta avsnitt vill visa på några av de åtgärder som påverkar en radarstations räckvidd och användbarhet under störda förhållanden.

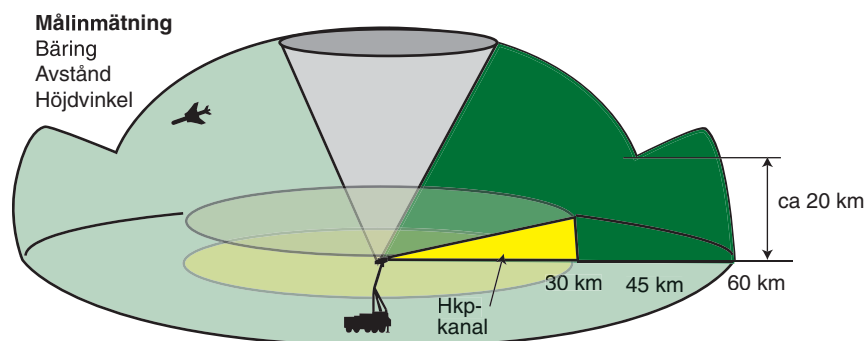


Bild 6:57. UndE 23 instrumenterad räckvidd i 60 km mod.

Flertalet av skydden mot telestörning är fast inbyggda i radarns konstruktion och kan inte påverkas av personalen i radarstationen. Det finns därför bara ett mindre antal funktioner att påverka som har någon reell verkan mot telestörning. De viktigaste är

- frekvensväxling
- brusvärde och minst störd frekvens
- Staggered PRF och PRF- växling
- passiv spaning
- avståndsområde, vilket bl a påverkar pulslängd och PRF
- stegdämpning
- intermittent sändning
- sektorsändning

- konstant falskalarmeringsnivå, KFA
- klotterkartor
- Icke MTI-kanal ( UndE 23, PS-90)
- kriterier för automatisk målfångning.

Vissa av ovanstående funktioner är dock dolda bakom begrepp som VACK-ERT VÄDER och REGN i UndE 23 och RADARMOD 1, 2, 3 i PS-91.

### Frekvensväxling

Genom att ofta skifta frekvens i radarn kan en motståndare tvingas att störa bredbandigt. Om motståndaren tvingas använda bredbandig störning nedgår verkan av störningen radikalt. Det är bara den del av störningen som hamnar inom radarmottagarens bandbredd som kommer att ha någon effekt på radarstationen. All övrig störning är värdelös.

#### Exempel 6:11

En PS-70 har vid 20 km-mod en bandbredd av ca 0,4 MHz. Om en störsändare stör smalbandigt med en bandbredd på 0,8 MHz kommer  $0,4/0,8=50\%$  av störningen att kunna påverka stationen. Om motståndaren tvingas att fördela sin effekt mot C-bandet (600 MHz) kommer bara  $0,4/600=0,06\%$  av störningen att ske mot rätt frekvens och de övriga 99,94% av energin är bortkastad.

Moderna störsändare hinner redan efter någon enstaka radar puls ställa in rätt frekvens. Manuell frekvensväxling i t ex PS-70 eller långsam frekvensväxling i PS-90 kommer därför troligen inte att hindra motståndaren att störa smalbandigt mot en ensam radarstation. Men om flera radarstationer används inom samma område kan motståndaren ändå tvingas till bredbandig störning.

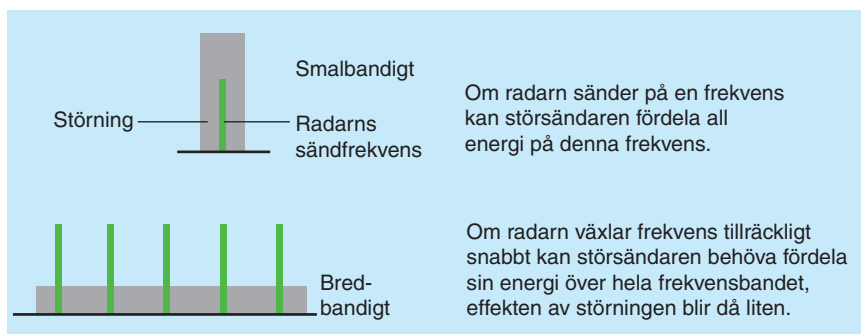


Bild 6:58. Smal- och bredbandig störning.

Att tvinga motståndaren till bredbandig störning är, tillsammans med en bra gruppering, troligen den åtgärd som bäst begränsar verkan av telestörning. Nackdelen med att ofta skifta frekvens är att det kan uppstå fler markekon.

### Frekvensväxlingsmetoder

PS-90 och UndE 23 kan använda 24 resp 48 olika frekvenser mellan 5,4 och 5,9 GHz. Frekvensvalet kan i dessa stationer ske genom att välja

- slumpvis frekvens
- minst störd frekvens – den frekvens väljs som har lägst brusnivå.

Frekvensväxling sker i PS-90 och UndE antingen

- snabbt, vilket innebär att frekvensen växlas efter 1-6 pulser
- långsamt, frekvensen ändras en gång per antennvarv
- hur många pulser som sänds på samma frekvens bestäms i UndE 23 av vilken klottermod som väljs. Snabbast frekvensväxling erhålls vid moden vackert väder i UndE 23.

PS-701 är utvecklingsmässigt ett mellansteg mellan PS-70 och PS-90. Den har bara fyra frekvenser. Men den kan automatiskt ändra mellan dessa frekvenser på motsvarande vis som i PS-90. PS-91 har likartade funktioner som PS-90 och UndE 23. Frekvensväxlingstakten bestäms av stationens fyra radarmoder. Frekvensväxlingen sker efter en till fem pulser beroende på radarmod.

För att MTI-funktionen ska fungera, måste minst två pulser sändas på samma frekvens för att göra det möjligt att skilja rörliga ekon från mark-ekon.

När man säger att en radar byter frekvens efter varje puls är detta ofta en sanning med modifikation. Antag att en radar har tre stycken höjdlobar – låg, mellan och hög. När radarn sänder med frekvensväxling efter varje puls sker det exempelvis enligt följande mönster.

Puls 1–3 låg F1, mellan F2, hög F3

Puls 4–6 låg F1, mellan F2, hög F3

Puls 7–9 låg F9, mellan F10, hög F11

Puls 10–12 låg F9, mellan F10 osv.

När radarn går tillbaka till samma höjdlob utnyttjar den samma frekvens minst en gång till. MTI-filtret måste, för att fungera, jämföra minst två pulser på samma frekvens. I detta exempel kommer t ex den första pulsen (låglob) jämföras med den fjärde pulsen (dvs nästa gång radarn sänder i låglob). Den andra pulsen (mellersta loben) med den femte osv.

Ett likartat förfarande kan användas även då radarn bara sänder i en lob. Antag att sändningsföljden är F1, F5, F9, F1, F5, F9, F1, F5, F9, F13, F17, F19...osv.

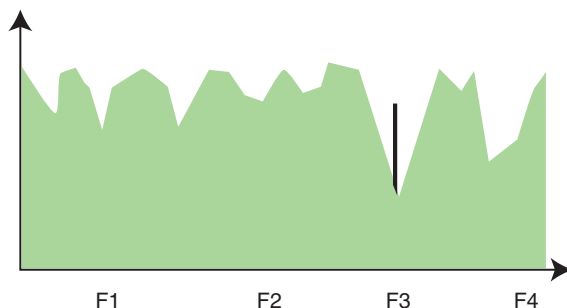
Här jämförs i MTI-filtret första, fjärde och sjunde pulsen med varandra. Vidare jämförs andra, femte, åttonde pulserna osv.

### Brusvärde och minst störd frekvens

Brusvärdet kan i PS-70 och PS-701 avläsas på radarstativet. I PS-90, PS-91 och UndE 23 kan det avläsas i en av menyerna på indikatorn.

Brusvärdet är ett medelvärde av bruset under någon eller några sekunder. Den frekvens som har minst brus har också det längsta genombrottsavståndet.

För att hitta den frekvens som har lägst brusvärde, får man i PS-70 manuellt välja en frekvens och därefter avläsa brusvärdet, välja en annan frekvens och jämföra om detta brusvärde är högre eller lägre osv. I PS-91 presenteras brusvärdet grafiskt i form av stapeldiagram för radarns alla frekvenser. Störda frekvenser kan sedan väljas bort.



*Bild 6:59. Minst störd frekvens. Funktionen nyttjar de minst störda frekvenserna och kommer att ge den för tillfället bästa möjliga räckvidden.*

I PS-90 kan brusvärdet avläsas i en av menyerna. Här måste man tänka på att PS-90 till skillnad mot PS-70 nyttjar en automatisk känslighetsreglering, AKR. AKR-funktionen har till uppgift att hela tiden ge stationen den mest optimala inställningen av mottagarkänsligheten. Detta innebär att stationen själv reglerar sin mottagarkänslighet så att brusvärdet kontinuerligt ska ligga kring värdet 90. Först då mottagaren inte kan justeras mer, börjar brusvärdet att stiga. AKR-funktionens brusvärde i PS-90 är därför ett dåligt mått på om störsändningen ökar eller minskar i styrka. I PS-90 kan man även välja funktionen MAN AKR (manuell automatisk känslighetsreglering) när denna funktion är vald kommer brusvärdet att fungera på motsvarande vis som i en PS-70. När mottagarkänsligheten justeras manuellt i



en radar så får inte störssignaler kunna påverka brusnivån. Detta undviks genom att ställa vågledaromkopplaren i läge KONSTLAST varvid antennen kopplas bort. När justeringen är klar återställs vågledaromkopplaren.

I PS-90 och UndE 23 finns funktionen *minst störd frekvens*. Radarn mäter brusvärdet i tiden mellan avståndsområdets slut och den tidpunkt då efterföljande puls sänds ut. Stationen indelar sina tillgängliga frekvenser i ett antal paket. Den väljer slumpvis ut en frekvens ur varje paket. Slutligen jämförs vilken av dessa frekvenser som har det lägsta brusvärdet. Stationen nyttjar sedan den frekvens som har lägst brusvärde. Den här frekvensen kommer ge stationen den för tillfället bästa möjliga räckvidden. Nästa gång det är dags att byta frekvens upprepas förloppet. Sändning sker dock inte på någon av de två senast valda frekvenserna.

Om radarn lyckas använda en *helt ostörd* frekvens kommer det inte vara några begränsningar i räckvidd. Detta gäller även om resten av radarbandet är stort.

## Räckvidd

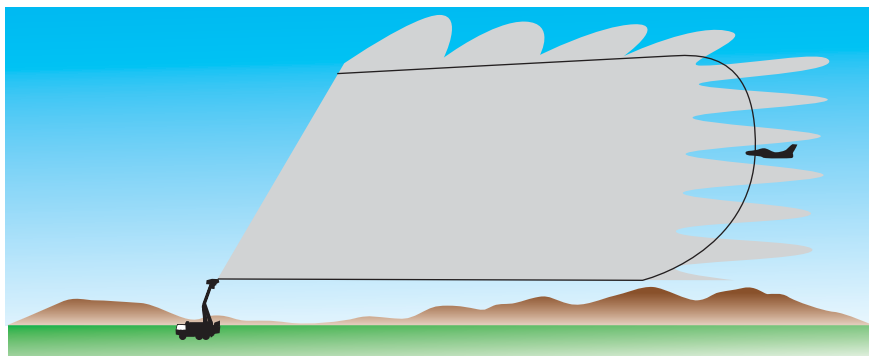
Det är inte fixfrekvens som ger den bästa räckvidden hos en radar. Orsaken är dels att det uppstår speglingsfenomen (interferens) i marken vilka kommer att motverka ekopulsen på vissa höjder. Räckvidden minskar på dessa höjder. Vilken höjd som skikten med begränsad räckvidd hamnar på, beror på den valda frekvensen.

Genom att variera frekvensen undviks att radarn hela tiden har begränsad räckvidd i ett visst höjdsikt.

Den andra orsaken är att radarmålarean varierar kraftigt med frekvensen på grund av konstruktiv och destruktiv interferens mellan ekosignaler som studsar på olika delreflektorer i flygplanet. Frekvensväxling under en övermålning minskar därför risken att målet uppvisar liten radarmålarea.



Bild 6:60. PS-90.



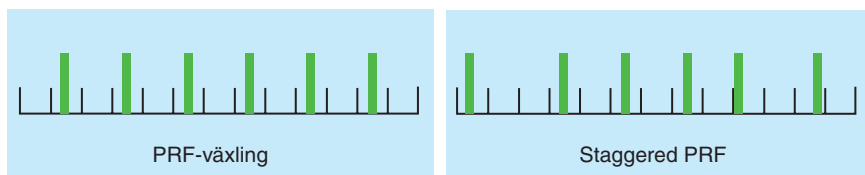
*Bild 6:61. Antennendiagram. Antennendiagrammet får ett "fliktigt" utseende p g a interferensen från marken. När frekvensen skiftas hamnar flikarna på en annan höjd. Långsam frekvensväxling ger därför en bättre räckvidd än fixfrekvens.*

### PRF-moder

#### Innebörd

Stationen varierar tiden mellan sändpulserna. I radarstationerna kan man välja mellan PRF-växling och staggered PRF.

Vid PRF-växling ändras pulsrepetitionsfrekvensen en gång per *antennvarv*. När staggered PRF används ändras avståndet/tiden mellan *varje* puls.



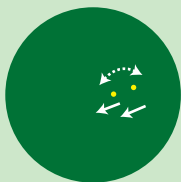
*Bild 6:62. PRF moder.*

#### PRF-växling

Det är vanligt att radarstationerna växlar mellan två PRF, i det korta avståndsområdet och tre PRF i det längre mätområdet. PRF-växling innebär att blinda hastigheter kan uppkomma under ett antennvarv, men till nästa varv då PRF har ändrats kommer målet framträda igen. Om ett mål färdas med en blind hastighet kan därför målfångningstiden bli något längre. PRF-växling har en god förmåga att undertrycka stillastående andragängen runt markekon. Funktionen har ingen inverkan mot rörliga andragängen runt ekon, dessa kommer fortfarande att presenteras på fel avstånd.

**Exempel 6:12****Exempel rörligt andragängenrunteko**

PRF-växling mod



Rörligt föremål utanför radarns avståndsområde



Fasta föremål utanför radarns avståndsområde.

PRF-växling. God undertryckning av markekon. Ett rörligt mål utanför radarns mätområde kan synas som två eller tre mål på olika avstånd men med samma kurs. Ekot hoppar mellan positionerna när PRF ändras.

Antag att radarn utnyttjar 20 km mätområde. Radarn växlar mellan två PRF vid varje antennvarv. Ett rörligt mål befinner sig på 30 km. Målet kommer att presenteras på ca 10 km. Eftersom PRF byts en gång per antennvarv kommer målet att hoppa mellan två olika positioner med ett par km avstånd. Detta kommer generera två målföljen vilka förflyttar sig inbördes lika.

PRF-växling innebär ett sämre störskydd än staggered PRF eftersom sändmönstret är konstant under längre tid. Om radarn använder PRF-växling finns möjligheter för en repeterstörare att skapa falska ekon framför sin egen position.

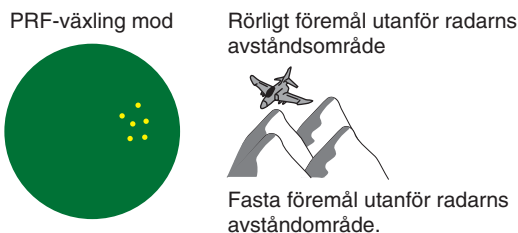
**Staggered PRF**

Staggered PRF gör det svårare för en SSARB eller någon annan form av signalspaningsutrustning att hitta stationen eftersom den inte har någon cykliskt återkommande puls att leta efter. Hotbiblioteken i vissa äldre signalspaningsutrustningar och radarvarnare använder bara PRF för att klassificera radarstationen. Genom att använda staggering försvårades denna klassificering.

För att en repeterstörsändare ska kunna skapa falska ekon framför sin egen position måste den bli kunna förutsäga när nästa radarpuls ska komma. Om radarn använder Staggered PRF blir detta mycket svårare än då stationen håller ett bestämt avstånd mellan varje puls. Den viktigaste störskyddsfunktionen med Staggered PRF är att den förhindrar falska mål hitom störändaren.

Tiden mellan två pulser ändras inte slumpvis utan enligt en viss cykel. Efter en viss tid återupprepas sändmönstret. Orsaken till att radarn inte

slumpvis kan variera sändningstidpunkt är att radarns MTI-filter skulle försämrats. Hur lång cykel som används beror på vald frekvensväxlings-takt, ju oftare radarn byter frekvens desto kortare är staggeringscykeln. Svårigheterna för en repeterstörsändare att placera falska mål framför sin egen position ökar ju längre staggerings cykeln är. Om staggered PRF kombineras med frekvensväxling så blir det mycket svårt för en störsändare att placera mål framför sin egen position.



*Bild 6:63. Markekostörning från andragången runt ekon kan uppstå. God undertryckning av rörliga mål utanför radarns mätområde.*

Staggered PRF förhindrar blinda hastigheter och ”andragångs ekon” från rörliga mål utanför radarns avståndområde.

Nackdelen med staggered PRF är att det i vissa situationer ger sämre undertryckning av klottersignaler, såsom markekon och stillastående andragången runt ekon. Orsaken till att stillastående andragångsekon kan komma att presenteras är att de vid varje puls hamnar på ett nytt avstånd, de kan därför passera MTI-filtret. Mot rörliga andra gången runt ekon är funktionen dock bättre än PRF-växling.

### Slutsats

I de flesta situationer är staggered PRF att föredra framför PRF-växling dock kan antalet markekon ibland bli något större.

### Passiv spaning

Passiv spaning innebär att radarn inte sänder, men har mottagaren ”öppen”. Detta gör att stationen inte kan upptäckas av signalspaning men själv upptäcka störsignaler.

En viktig begränsning hos passiv spaning är att det bara presenteras störsignaler mot den frekvens som stationen för tillfället är inställd på. Vid passiv spaning bör därför mest störd frekvens användas.

*Exempel 6:13.*

Passiv spaning(radartyst station)

1. PS-70 inställd på frekvens F1. Motståndaren störsänder mot hela C-bandet.

*Resultat:* Störbäring presenteras på indikatorn.

2. PS-70 inställd på frekvens F1. Motståndaren störsänder mot frekvenserna F2, F3 och F4 .

*Resultat:* Ingen störbäring presenteras på indikatorn.

3. PS-90 inställd på snabb, slumpvis frekvensväxling (störskydd 5), stationen radartyst. Motståndaren störsänder mot frekvens F4.

*Resultat:* Störbäring presenteras, eftersom den snabba frekvensväxlingen gör att alla frekvenser kommer att sökas igenom.

4. PS-90 inställd på *minst störd frekvens* (störskydd 4), stationen radartyst. Motståndaren störsänder mot frekvenserna F2 och F3

*Resultat:* Ingen störbäring presenteras. Detta beror på att vid val av minst störd frekvens kommer radarn undvika de störda frekvenserna, störbäringarna kommer då inte att presenteras.

5. Motståndaren repeterstörsänder mot PS-90 nr 1 (som sänder), PS-90 nr 2 står i passiv spaning inställd på snabb, slumpvis frekvensväxling (störskydd steg 5).

*Resultat:* PS-90 nr 2 kommer troligen inte kunna fastställa en störbäring. Det är inte säkert att radarn upptäcker att störning pågår. Orsaken är att en repeterstörsändare skickar till-baka en kopia av det mottagna ekot med precis samma frekvens som den sändande stationen, PS-90 nr 1. PS-90 nr 2 kommer bara se de falska ekona när den lyssnar på samma frekvens som PS-90 nr 1 sänder på. Sannolikheten att båda stationerna har samma frekvens är liten och dessa tillfällen inträffar därför sällan. Faktorer som ytterligare komplicerar det hela är att när dessa tillfällen inträffar så har kanske inte PS-90 nr 2 sin antenn inriktad åt det håll som störflygplanet befinner sig. Dessutom har inte stationerna sina PRF synkroniserade, vilket innebär att om PS-90 nr 2 får in några falska ekon så är de troligen helt osynkroniserade i tid, vilket kan innebära att signalbehandlingen sorterar bort dem.

### Sammanfattning

Radarstationer som ska krysspejla bör försöka använda samma frekvenser, annars uppstår problem om inte motståndaren stör bredbandigt. Minst störd frekvens får *inte* användas vid passiv spaning. Vid passiv spaning bör  **mest** störd frekvens väljas genom att observera radarns brusvärde alternativt välja funktionen slumpvis frekvensväxling.

Det är ytterst tveksamt om en repeterstörsändare kommer att upptäckas av en passivt spanande radarstation.

## Pulslängd

En radarstation får bättre räckvidd ju mer energi som finns i den utsända pulsen. Ett sätt att öka energiinnehållet i pulsen är att öka pulslängden. Ju längre puls desto mer energi om pulseffekten antas vara densamma. Nackdelar med en lång puls är att minsta mätavstånd blir stort eftersom det uppgår till minst halva pulslängden. För en konventionell pulsradar som PS-70, så är avståndsupplösningen lika med halva pulslängden. En lång puls ger därför också dålig avståndsupplösning. I en pulskompressionsradar däremot påverkas normalt inte avståndsupplösningen av pulslängden.

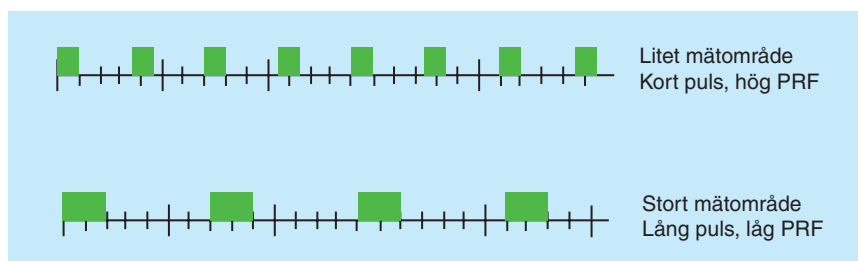


Bild 6:64. Pulslängder: En långpuls innehåller mer energi än en kort puls.

För att komma tillrätta med dessa nackdelar nyttjar radarstationerna olika långa pulser beroende på vilket mätområde som används (t ex 20 km eller 40 km mod). I det korta mätområdet använder man sig av en kort puls och får därför ett litet minsta mätavstånd och en bra avståndsupplösning. I det långa mätområdet nyttjas en längre puls och radarn får därför en ökad räckvidd/känslighet. I t ex PS-70 är pulsen i 40 km mod dubbelt så lång som vid 20 km mod. Avståndsupplösningen (gäller PS-70) blir visserligen sämre men det är ofta inte lika noga när målet befinner sig långt borta.

I de korta mätområdet behöver radarn inte "vänta" lika lång tid på att ekot ska komma tillbaka, då kan radarn ha en högre PRF. Ofta brukar radarstationerna ha dubbelt så hög PRF i den korta moden som i den långa. För PS-70 så är pulserna i 20 km mod hälften så långa som i 40 km mod. I gengäld är de dubbelt så många vilket gör att energin (medeleffekten) sedd över tiden blir lika stor i båda fallen.

### *Pulslängden påverkan på störverkan*

Ju mer energi pulsen innehåller desto mer energi måste också en störsändare sända ut för att "överrösta" ekopulsen. Detta talar för att en lång sändpuls är bra ur störskyddssynpunkt. Har man istället ett kortare mätområde och sänder ut fler pulser per tidsenhet så kan det innebära att störsändaren får problem att hinna störa flera radarstationer samtidigt. Vid snabb frekvensväxling i PS-90 byter radarn frekvens var femte sändpuls. Om man fördubblar PRF (halvera avståndsområdet) kommer det följaktligen

bli dubbelt så många frekvensbyten per tidsenhet. I huvudsak så är det mätområdet som påverkar hur lång puls som sänds ut. Valet av frekvensväxlingshastighet påverkar också i viss mån pulslängden, snabb frekvensväxling innebär ofta en något kortare puls.

## Slutsatser

Avståndsområdet påverkar störskyddet. Det beror på störsändarens konstruktion om det bästa störskyddet fås i det längre mätområdet då en lång pulslängd används, eller i det korta mätområdet då en högre PRF används. Operatören måste pröva sig fram till en optimal inställning.

För en pulskompressionsradar, där avståndsupplösningen inte påverkas av pulslängden och det finns automatisk målföljning, bör det långa mätområdet normalt sätt användas. Om man är utsatt för störning kan man pröva att byta avståndsområde för att se om en högre PRF har någon inverkan. Man ska inte heller glömma bort att det större mätområdet ger radarn möjligheter att se längre.

## Stegdämpning

Syftet med stegdämpning är att ge entydig störbäring.

Stegdämpning innebär att känsligheten i mottagaren sänks något tusental gånger. När stegdämpningen används kommer detta få till följd att *endast de allra starkaste signalerna* framträder. Detta inträffar normalt då antennens huvudlob är riktad mot störsändaren.

Stegdämpning används automatiskt i moderna radarstationer under ett kort ögonblick efter varje puls, för att entydigt presentera störbäring.

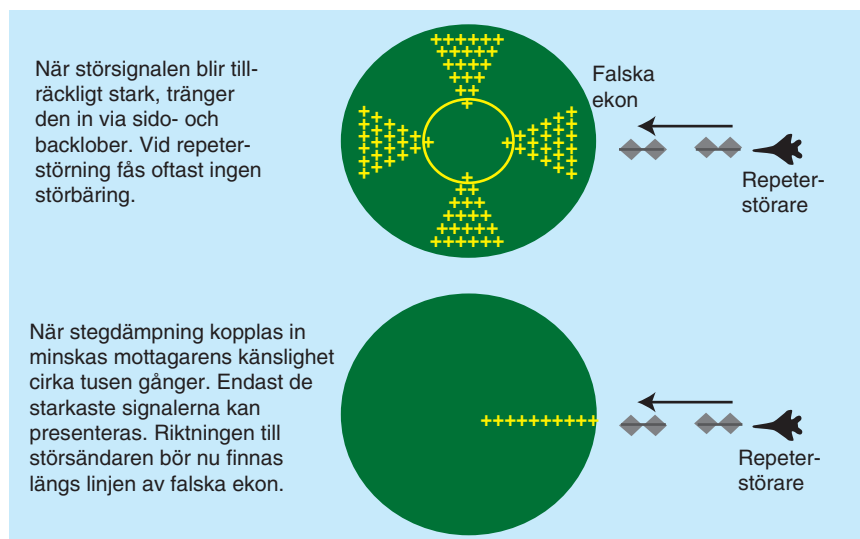


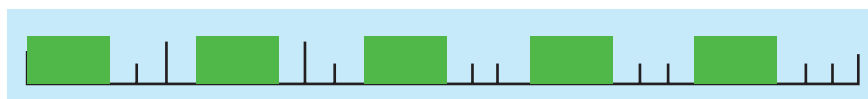
Bild 6:65. Vid repeterstörning måste oftast stegdämpning väljas manuellt.

Repeterstörning och i vissmån även pulsat brus uppfattas av radarstationen som "vanliga ekon". Då måste man i alla stationer manuellt välja stegdämpning för att kunna minska mängden falska ekon så att en störriktning kan urskiljas. I PS-70 måste knappen STEGDÄMPNING tryckas manuellt ned för att erhålla entydig störbäring även vid brusstörning.

När stegdämpning används, minskar radarmottagarens känslighet drastiskt och därmed även radarns genombrottsavstånd. Därför måste stegdämpningen stängas av så snart man bestämt en entydig störbäring.

### Intermittent sändning

Principen för intermittent sändning är att radarn sänder några antennvarv och står därefter radartyst några varv för att därefter upprepa hela förloppet. Funktionen utgör ett skydd mot signalsökande robotar (och signalspaning) eftersom utrustningen kan få svårigheter att uppdatera radarns position. Funktionen har ingen effekt mot elektronisk störning.



*Bild 6:66. Exempel på intermittent sändning PS-90 (50% intermittent sändning). Radarn sänder tre varv, är därefter tyst i tre varv, osv.*

Det är vanligt att kunna välja mellan 30 %, 50% och 70 % intermittent sändning. I PS-91 och UndE 23 utgör vald procentsats ett medelvärde över 128 antennvarv. Detta för att ytterligare försvåra genom att motståndaren inte kan förutse när radarn kommer att sända.

Om sändningstiden minskas alltför mycket kommer det ta lång tid att få automatisk målfångning. I t ex PS-90 är det därför inte praktiskt möjligt med mindre än 50 % sändning om den automatiska målfångningen ska kunna användas.

### Sektorsändning.

Radarns sändare stängs av i någon eller några sektorer. Funktionen förhindrar att den starka huvudloben syns i en viss riktning.

På grund av antennens sido- och backlober kan stationen ändå eventuellt synas i de avstängda riktningarna. Möjligheterna för motståndaren att signalspana minskar i de avstängda sektorerna, eftersom det bara är den svagare sidoloben som hörs. Trots detta kan radarn i vissa fall ändå detekteras på många mils avstånd. En signalsökande robot kan anfälla en radarstation med hjälp av energin från sidoloberna på några mils avstånd (beror på typ av radar). Radarstationer som har låga sidolober är de som kan ha störst nytta av sektorsändning. PS-91 som både har en låg uteffekt och små sidolober är troligen den station som kan ha bäst nytta av sektorsändning.



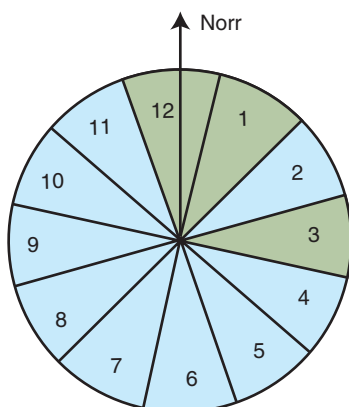


Bild 6:67. Sektorsändning. Sektor 1, 3 och 12 är tillåten för sändning.

Om halva antennvarvet är avstängt innebär det att en SSARB endast får hälften så många uppdateringar av radarns läge som när radarn sänder hela varvet.

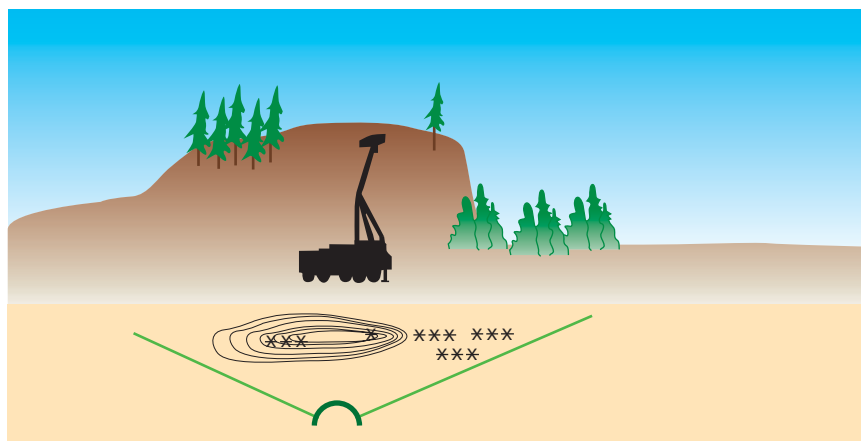


Bild 6:68. Sektorsändning i ryggeställning. Radarn sektorsänder riktning 2-10 för att slippa markekon och för att minska sändningstiden.

Sektorsändning bör definitivt användas om det finns terränghinder (mask) i en viss riktning. Om stationen har mask i ett område kan sektorsändning förhindra att markekon från denna riktning presenteras. Detta minskar också den totala sändningstiden, vilket försvårar för en SSARB.

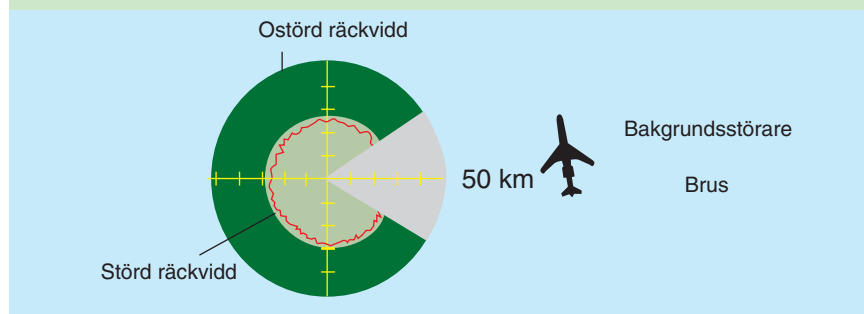
Den begränsande faktorn i en repeterstörare är ofta dess mottagares känslighet. Om radarn sektorsänder så kan signalen från sidoloberna vara alltför liten för att repeterstöraren ska kunna använda den för att skapa falska ekon i radarns sidolober.

## 6. Taktik

Mottagaren stängs inte av med sektorsändning. Även om sektorsändning är valt kommer det att presenteras störbärningar på PPI i de avstängda sektorerna. Sektorsändning förhindrar inte att en störsändares energi via sidoloberna påverkar radarn och begränsar räckvidden mer eller mindre *i alla* riktningar.

### Exempel 6:14

En radar har stängt av sektor 2-4. En bakgrundstörare störsänder från riktning 3.



Radarn ser inget i sektor 2–4 då dessa är avstängda. Störsignalerna från störflygplanet tränger in i radarns sidolobber och begränsar räckvidden i alla riktningar.

*Resultat:* Radarn ser inget i riktning 2-4, dessutom påverkas radarn via sidoloberna och får en begränsad räckvidd i övriga riktningar.

Nackdelen med sektorsändning är att den mycket effektivt förhindrar att radarn kan se något i de avstängda sektorerna. Det är oftast svårt att fastställa från vilka riktningar motståndaren kommer att angripa ett mål.

### Konstant falskalarmeringsnivå – KFA\*

Syftet med KFA är att minska mängden falska ekon när brusnivån varierar och alltid har en optimal känslighet hos radarn.

I en radarstation presenteras de bara signaler som når över en viss nivå, den s k detekteringströskeln. Om detekteringströskeln ligger på rätt nivå presenteras målekon och någon enstaka brustopp. Skulle detekterings-tröskeln sättas för högt får det till följd att radarn får låg känslighet eftersom svaga målekon inte når över tröskeln. Om tröskelnivån sätts för lågt, kommer bruset att nå över tröskeln och ge upphov till många falska ekon.

\* I vissa radarstationer benämns KFA för CFAR (Constant False Alarm Ratio).

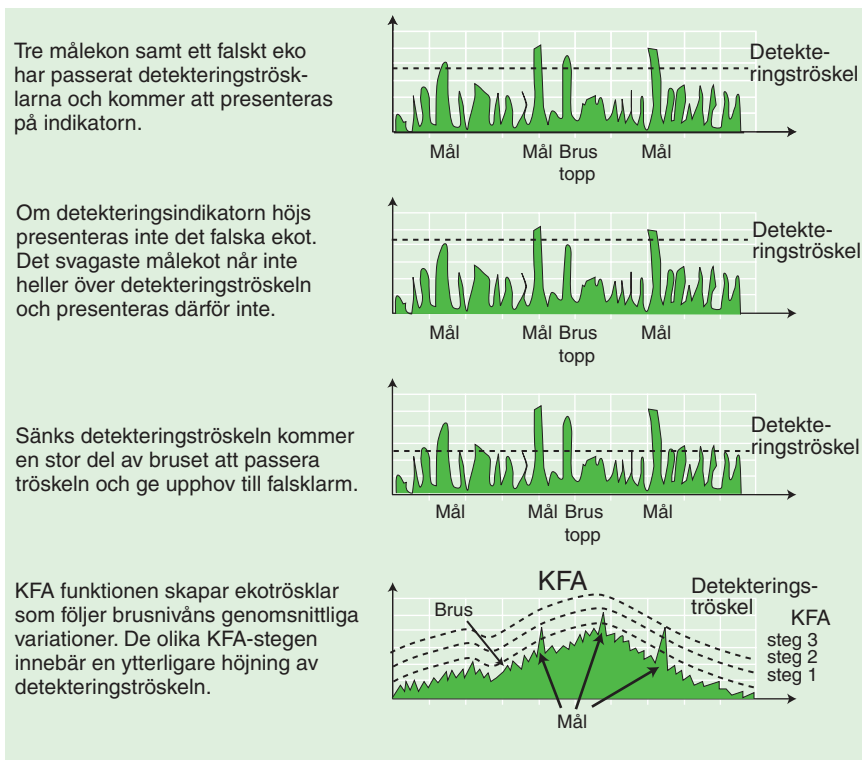


Bild 6:69. Detekteringströsklar.

Om brusnivån alltid var konstant hade det gått bra att ställa in brusnivån manuellt, men vid telestörning kommer brusnivån att variera kraftigt.

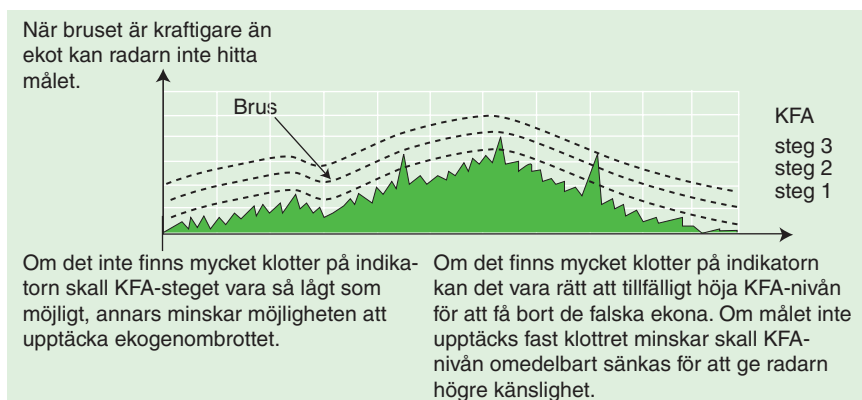
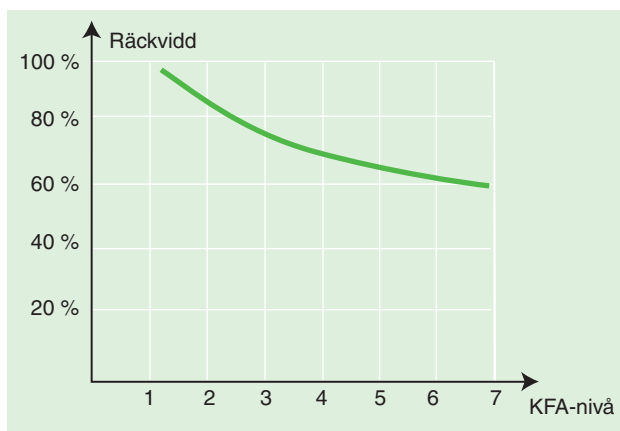


Bild 6:70. Ekosignalen måste vara starkare än brusets för att ekot ska upptäckas.

KFA-kretsarna har till uppgift att automatiskt ändra detekteringströskeln nivå beroende på brusets genomsnittliga nivå. Om man jämför brusets va-

riationer med vågor på vattnet så anpassar sig detekteringströskeln till brusets som en oljehinna på vattnet. Snabba ”stänk” dvs ekon ska dock kunna passera tröskeln (”olja-hinnan”).

KFA-funktionen är inte helt ideal utan även snabba förändringar av brusnivån kan passera detekteringströskeln. De inställningar som manuellt kan göras av KFA nivån innebär att detekteringströskeln höjs ytterligare en bit över den genomsnittliga brusnivån. Det får till följd att mängden falska ekon minskar men innebär också att svaga målekon kanske inte når över tröskelnivån. En för hög KFA-nivå minskar radarns känslighet vilket medför att genombrottsavståndet blir kortare. Som exempel kan nämnas att en omodifierad PS-70, som nyttjade den högsta KFA-nivån (KFA steg 7) endast hade 60% räckvidd.



*Bild 6:71. PS-70 relativ räckvidd som funktion av valt KFA-nivå.*

Om brusets är starkare än ekot är det omöjligt att hitta målet oberoende av vilken KFA-nivå som är vald.

KFA-funktionen i UndE 23, PS-90 och 91 är inte konstruerad på samma vis som PS-70. I PS-90 och 91 är KFA-funktionen en följd av puls-kompressionen. I dessa stationer kan inte KFA-funktionen stängas av vilket den kan i t ex PS-70.

## Detekteringskanaler

Moderna radarstationer nyttjar olika sk detekteringskanaler i signal-behandlingen för att optimera radarn mot olika uppgifter.

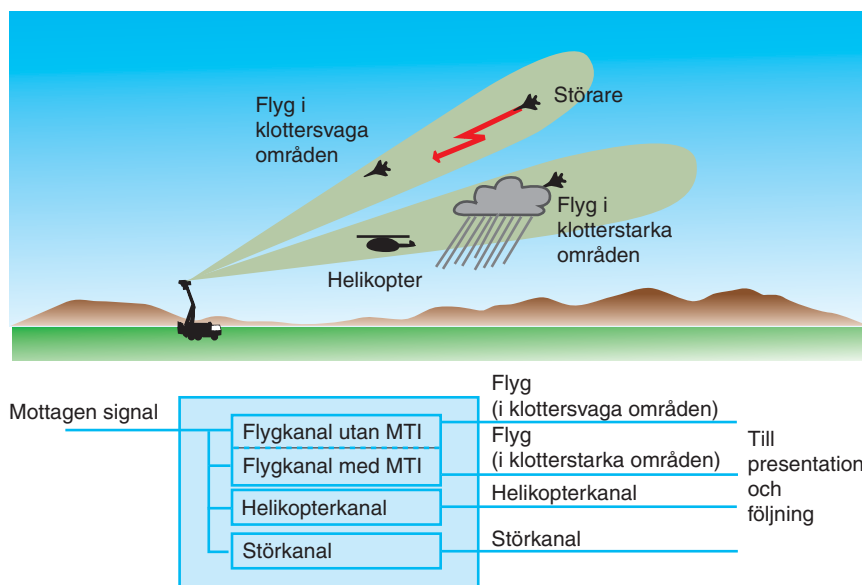


Bild 6:72. Dekteringskanaler UndE 23.

Här ges exempel från UndE 23

- Flygkanal utan MTI. Denna används för att hitta flyg i områden där det inte tidigare funnits något klotter. Detta är radarns känsligaste kanal.
- Flygkanal med MTI. Detta är den ”normala” detekteringskanalen. Den sällar bort stillastående ekon samt väderklotter genom MTI-filtrering. För att ta bort regnmoln/remsmoln används en automatisk vindkompensering. Vindkompenseringen mäter in hastighet och riktning på vinddrivet klotter och undertrycker dessa genom att förändra MTI-filtren.
- Helikopterkanal. Denna upptäcker dopplerförändringar som rotern från en hovrande helikopter ger upphov till. Helikopterkanalen är verksam i området 2-30 km i de två lägsta mottagarloberna. Helikopterdetekteringen kräver att radarn inte ändrar frekvens alltför snabbt, funktionen kan därför bara användas vid långsam frekvensväxling. När helikopterdetektering är valt kommer radarn därför automatiskt att använda långsam frekvensväxling vid sändning i låglob.
- Störkanal. Den ska ge radarn möjlighet till att följa en störsändare i sidvinkel- och höjdvinkelled.

### Klotterkartor och Icke MTI-kanalen

UndE 23 och PS-90 kan använda information som inte har MTI-filtrerats. Kanalen är känsligare än MTI-kanalen. För att inte indikatorn ska fyllas av markekon, regnmoln m m nyttjas i Icke MTI-kanalen s k klotterkartor.

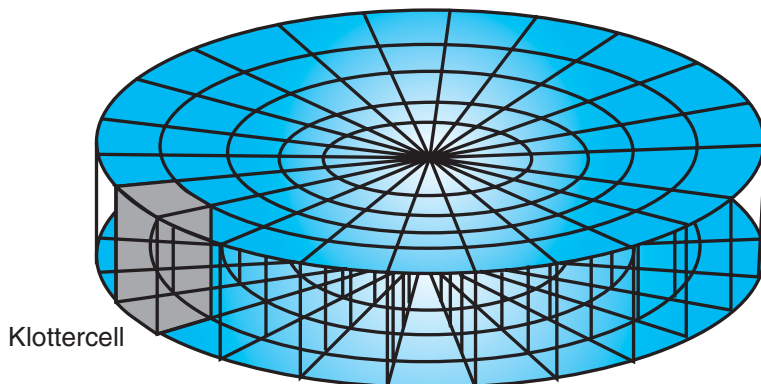


Bild 6:73. Exempel på en klotterkarta.

Den stora vinsten med MTI är att signal/klotterförhållandet förbättras, detta kan dock ske på bekostnad att signal/brusförhållandet försämras något. För att inte försämra signal/brusförhållandet i områden där radarn inte behöver förbättra signalklotterförhållandet (i klotterfria områden) finns Icke MTI-kanalen. Denna kommer bara att användas i områden utan klotter. Icke MTI-kanalen slås av och på med hjälp av klotterkartan.

Föremål som under flera antennvarv befunnit sig på samma plats klassificeras som klotter. Klotterkartan registrerar de celler som innehållit ekon under en längre tid och ser till att Icke MTI-kanalen inte presenterar något från dessa områden (cellen stängs av).

1. Målet upptäcks först i den högkänsliga Icke MTI-kanalen.
2. Målet syns i båda kanalerna.
3. Målet har noll-doppler och syns endast i Icke MTI-kanalen.
4. Cell med klotter. Målet syns endast i MTI-kanalen.
5. Målet syns i båda kanalerna.
6. Målet syns endast i den känsligaste kanalen, Icke MTI-kanalen.

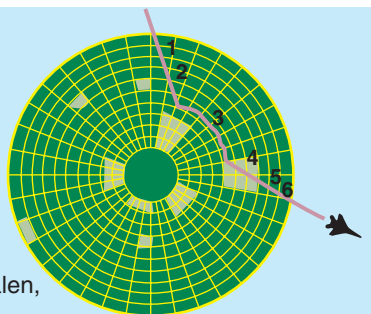


Bild 6:74. Exempel på hur ett mål detekteras. På indikatorn finns dock ingen information om i vilken kanal målet upptäcks.

Rörliga föremål som passerar en avstängd cell kommer inte att påverkas eftersom de istället presenteras av den vanliga MTI-kanalen. Både klotter-

kartorna och KFA-funktionerna har till uppgift att hålla mängden falska ekon på en konstant nivå. KFA-funktionen kan sägas arbeta i avståndsled medan klotterkartorna arbetar i tidsled.

I PS-90 finns tre klotterkartor, en för vardera låglob, höglob och helikopter. Även radarstationer som inte har Icke MTI-kanal kan använda klotterkartor för att minska mängden falska ekon. Exempelvis nyttjar PS-91 denna funktion för att få bort klotter som passerat MTI-filtren.

Det tar en viss tid att uppdatera klotterkartorna. Vid start av radar, byte av avståndsområde, klottermod eller höjdtäckning sker en snabb initiering/uppdatering av klotterkartorna. Detta sker genom att alla cellerna i klotterkartorna får ett fördefinierat värde. Med tiden förändras detta värde sedan till den korrekta tröskelnivån.

Vid blåsig väder med mycket moln kan det uppstå problem med mycket klotter i Icke MTI-kanalen, eftersom klotterkartan inte hinner med att stänga av cellerna med rörliga ekon. Under dessa betingelser kan man bli tvungen att stänga av Icke MTI-kanalen.

## Skydd mot klotter

Skydd mot klotter hör väl egentligen inte till ämnet telekrig, men det kommer att beröras eftersom det även kan innebära skydd mot remsstörning.

### Spärrband och gränshastighet

Det är inte så enkelt att allt som har en hastighet skild från noll är önskvärda mål. Träd som vajar och vågor på havet är exempel på föremål som man inte vill ha presenterade i radarn.

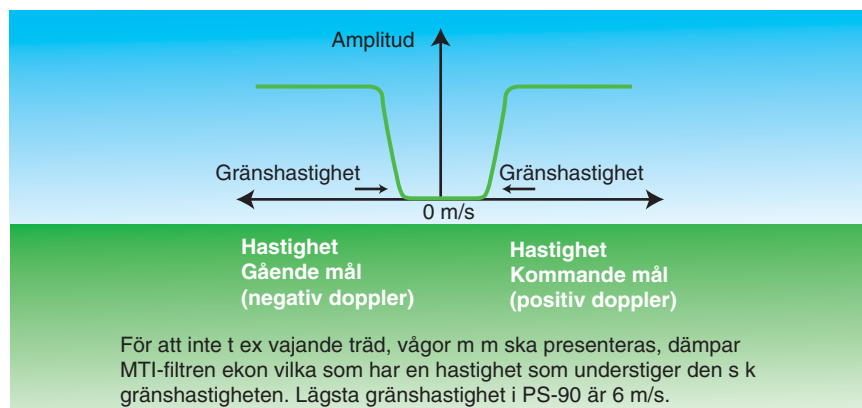


Bild 6:75. MTI-filtrens karakteristik.

Radarns MTI-filter filtrerar inte bara bort stillastående föremål utan även objekt som har en **radiell** hastighet under ett visst värde benämnt gränshastighet. Den blockerade hastighetsområdet kallas spärrband.

## 6. Taktik

Gränshastigheten i radarstationerna beror på PRF-mod och avståndsområde. I t ex PS-90 gäller följande lägsta gränshastigheter:

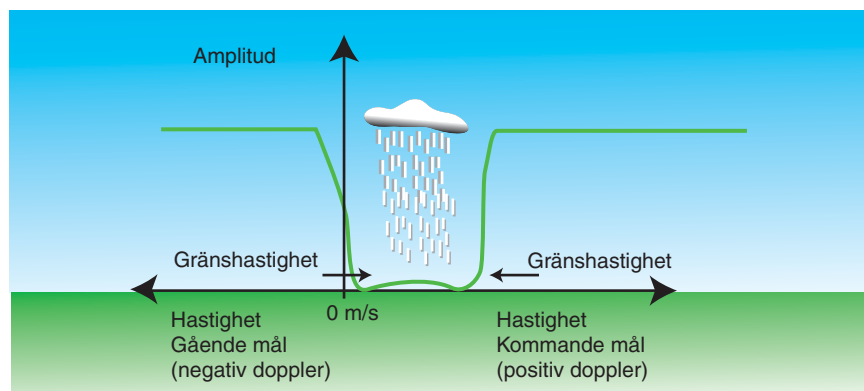
25 km mod PRF-växling	16 m/s
25 km mod Staggered PRF	29 m/s
50 km mod PRF-växling	6 m/s
50 km mod Staggered PRF	18 m/s

För att slippa problem med t ex regnekon en blåsig dag bör man följaktligen välja en mod med en hög gränshastighet (t ex 25 km och staggered PRF). Risken är då att man missar verkliga mål med låg hastighet t ex helikopter.

### *Vindkompensering*

Remсор färdas med vindens hastighet och kan i vissa fall hamna över gränshastigheten. För att slippa detta klotter används en funktion som kallas vindkompensering. I moderna radarstationer sker detta automatiskt i vissa äldre är det en manuellt justerbar funktion. PS-70 saknar vindkompensering.

Radarn mäter automatiskt upp medelhastigheten på klottret i radarns tolv sektorer. När den vet hastigheten på klottret kan den i varje enskild sektor förändra karakteristiken för MTI-filterkurvan så att t ex regnmolnen och remсор dämpas bort.



*Bild 6:76. Vid vindkompensering breddas och förskjuts spärrbandet. Regnmolnen kommer då inte att passera MTI-filtren.*

I t ex PS-91, PS-701 och PS-90 ändras filtret så att de breddas och får en högre gränshastighet. I PS-90 är högsta gränshastigheten 29 m/s. Stationen kan i vissa fall behöva förskjuta hela spärrbandet i sidled.

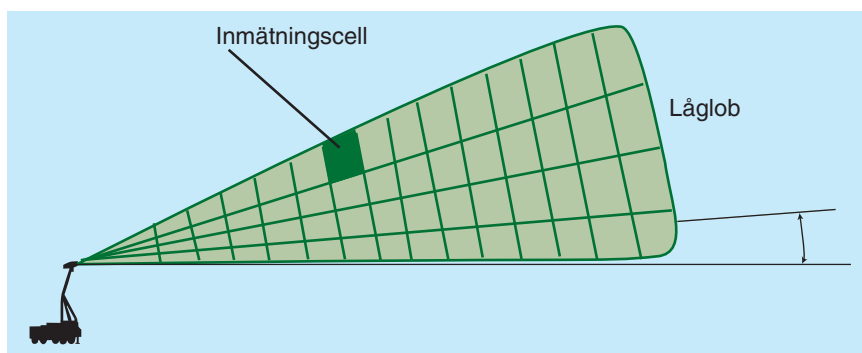
Nackdelen om spärrbandet förskjuts mycket är att de verkliga markerna kan hamna utanför filtret de kommer i så fall att presenteras på indikatorn som ekon (bild 6:76).



Skillnaden mellan PS-70 som inte har vindkompensering och övriga stationer som har vindkompensering, är att PS-70 kommer att ha samma gränshastighet hela varvet medan de andra stationerna kan ha olika gränshastigheter i olika sektorer. Risken är därför mindre att de modernare stationerna har för stor gränshastighet och därmed missar verkliga mål.

### *Inget klotter/Vacker väder/Regn*

Inget klotter innebär att ingen MTI-filtrering görs. Då operatören väljer Vackert väder kopplas MTI-filtreringen på i de fyra lägsta mottagarloberna, detta innebär även att radarn då sänder flera pulser på samma frekvens i den lägsta sändloben mellan frekvensen byts från puls till puls i de högre sändloberna. När moden Regn kopplas in sker MTI-filtrering i alla 12 mottagarlobber.



*Bild 6:77. Utseendet hos klottercellerna i låglob.  
Klottercellerna nyttjas för att rekommendera val av klottermod*

Om moden Regn är valt kommer radarn att använda ännu fler pulser på samma frekvens för att få en bättre MTI-funktion.

Endast vid moderna Inget klotter och Vacker väder finns alltså möjlighet att radarn skiftar frekvens vid varje sändpuls.

Radarn kan använda MTI-filter med olika utseende beroende på i vilken mottagarlob radarn för tillfället nyttjar. Om motståndaren använder remsor bör moden Regn användas för att förbättra möjligheterna att genom MTI och med vindkompensering sälla bort remsorna.

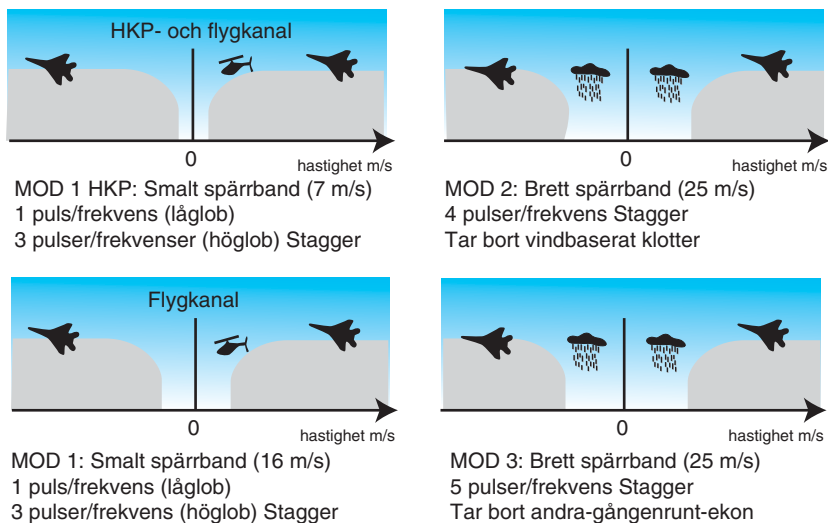


Bild 6:78. Radarmoder i PS-91.

I PS-91 fungerar klotterundertryckningen på ett likartat vis som i UndE 23 men benämns här radarmod 1 hkp, 1, 2 och 3.

### Målfångning

I moderna radarstationer finns möjlighet till automatisk målfångning för att snabbare ge invisning till eldenheterna. Det finns normalt sett tre målfångningskriterier som reglerar hur säker radarn ska vara på att det verkligen är ett mål innan målfångningen startar. Ju högre kriterier ju längre tid tar det att fånga målet men samtidigt minskar risken att fånga falska ekon. Ett högt kriterium i kombination med intermittent sändning kan ge mycket långa målfångningstider och eventuellt helt omöjliggöra automatisk fångning. Vid repeterstörning kan man tvingas att stänga av den automatiska målfångningen för att inte invis falska mål.

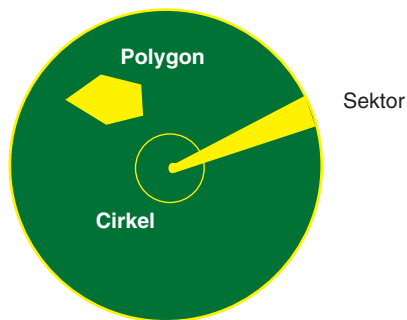


Bild 6:79. Blockeringsområden.

I UndE 23 finns en funktion benämnd larmmål. Detta är ett mål som anses utgöra ett stort hot mot en aktuell eldenhet och snabbt ska invisas till eldenheten för bekämpning. För larmmål sker ingen fångningssekvens utan följning och invisning initieras vid första detektering. Denna funktion kräver

att klottersituationen är god och att klotterkartor är fullt uppdaterade. Vid telestörning, då det finns många falska skenmål måste funktionen troligen stängas av.

I stationerna finns möjligheter att blockera den automatiska målfångningen inom olika områden. I UndE 23 finns t ex möjlighet att lägga ut ett antal olika blockeringsområden (max 10) med olika former som polygon, sektor och cirkel på indikatorn.

### Störriktningsfångning

Störbäring kan presenteras om signalnivån överstiger den genomsnittliga brusnivån ett visst antal gånger (typiskt 15-20 ggr). Brusmätningen sker i tidsmellanrummet mellan avståndsområdets slut och innan nästa sändpuls. Kortvariga bruspulser kommer därför ofta inte ge upphov till någon störbäring.

Störbärningar utgör viktig information för att kryssspejla eller för att svänga in ett vapensikte mot störsändaren. I äldre stationer t ex PS-70 skedde störbäringsfångning/följning helt manuellt. Hos PS-90 och PS-91 måste störbärningarna fångas manuellt men kan sedan följas automatiskt. I de moderna 3D-radarstationer sker fångning och följning automatiskt.

När en motståndare amplitudmodulerar störsignalen kan det uppstå situationer då störriktningarna ”hoppa”. Om så är fallet behöver operatören manuellt följa störriktningens ”medelvärde”.

### Störriktningsföljning för 3D-radar

Ur störskyddssynpunkt är en av de största fördelarna med 3D-radarstationer att de kan ge både höjdinkel och bäring till en brusstörsändare.

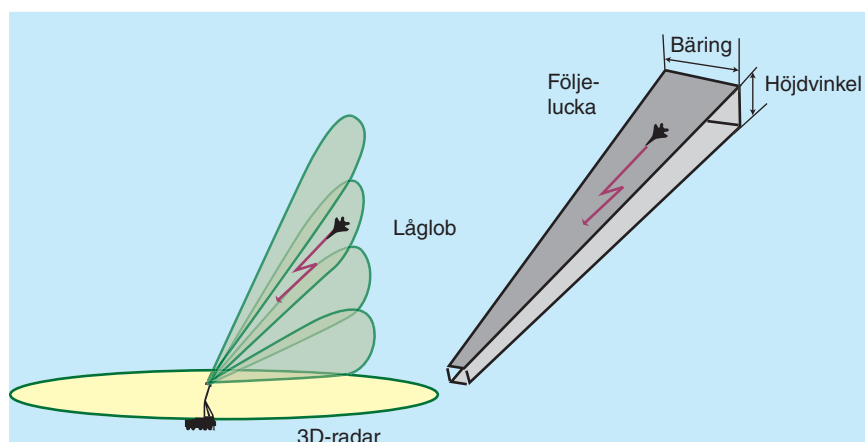


Bild 6:80. Störbäringsföljning.

Om en sådan station genomför krysspjeling med en 2D-radar så kommer man att få en position i alla tre koordinaterna.

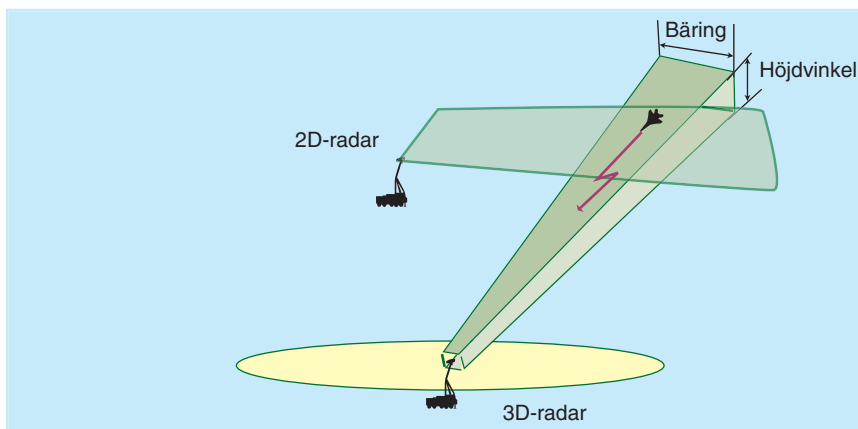


Bild 6:81. Krysspjeling med 3D- och 2D-radar.

Man ska dock vara medveten att om störsändaren amplitudmodulerar utsignalen så kommer en osäkerhet att uppstå i riktningbestämningen vilket försämrar positionsbestämningen. Genom UndE 23 förmåga att automatiskt ta emot och korrelera störbärningar från flera radarstationer så finns trots detta en god möjlighet att ha kontroll över var flygplanet befinner sig. Informationsutbyte med annat regionalt underrättelseområde och/eller LuLIS kommer ytterligare förbättra omvärldsuppfattningen.

### Pulskodsbyte

UndE 23 har möjlighet att byta pulskompressionskod. Att UndE 23 förändrar pulskoden kan göra det svårare för en motståndare att generera falska ekon framför egen position då dessa även måste ha rätt kod.

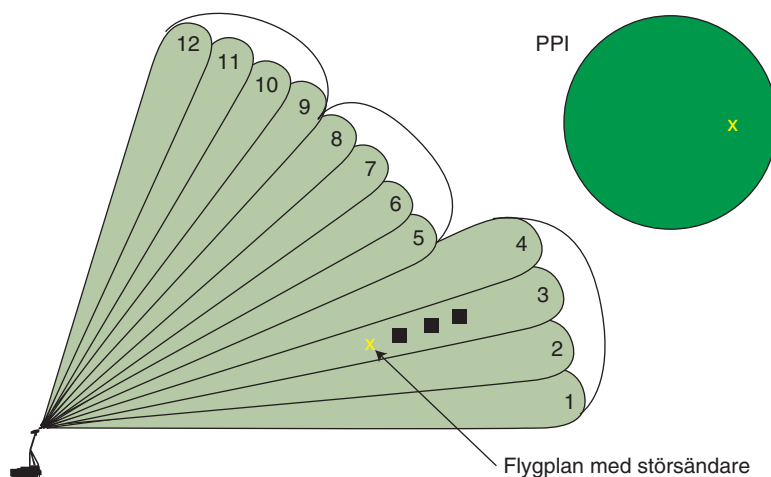
Förmågan att skapa ekon bakom störsändaren påverkas ej, eftersom den signal störsändaren nyttjar är en exakt kopia av radarns senaste puls. Att förändra pulskod påverkar radarns MTI-funktion på samma vis som att byta frekvens. För att få en god klotterundertryckning så måste flera pulser i följd använda samma pulskod.

### Täckpulsundertryckning

En täckpulsstörare skickar ut en brus puls så snart den möts av en puls. Syftet är att brus pulsen ska göra det omöjligt för radarn att känna igen sin egen pulskod. Eket kommer då inte att presenteras på syntetvideon. I UndE 23 finns en ”täckpulsfunktion”. Principen är att då radarn känner av en hastig förändring av signal/brusförhållandet så presenteras enligt vissa

kriterier ett mål på syntetvideon. Svårigheter kvarstår att veta om det finns ett eller flera mål inom det område som döljs av täckpulsen.

## Undertryckning av repeterkon



*Bild 6:82. Falskekonundertryckning. I riktningar med många ekon i rad presenteras endast det främsta.*

Genom att bara presentera det främsta ekot i riktningar (höjd- och sidvinkel) där det finns flera mål så kan man förhindra att PPI och databehandling överlastas med falska mål från en repeterstörsändare.

Funktionen är främst användbar i 3D-radar. I en 2D-radar skulle alla mål bortom störsändaren ha tagits bort oavsett höjd. Detta skulle innebära alltför stora risker att även verkliga mål försvinner. Hos 3D-radarn kommer inte de mål att diskrimineras som befinner sig i en annan höjdlob.

## Sammanfattning

- Om radarn kan sända på en ostörd frekvens nedgår verkan av störningen till noll.
- Funktionen MINST STÖRD FREKVENNS ger radarn den för tillfället bästa räckvidden.
- Funktionen MINST STÖRD FREKVENNS får inte användas vid passiv spaning.
- Ett eko kan bara presenteras om det är starkare än bruset.
- KFA ska förhindra att falska ekon presenteras då brusnivån höjs. När ekosignalen blivit starkare än störningen kan man med lämplig KFA-

nivå få bort de falska ekona så att endast målen syns. En för hög KFA-nivå ger radarn låg känslighet.

- Stegdämpning gör att en entydig störbäring kan presenteras. Stegdämpning ska stängas av så snart entydig störbäring fastställts, annars begränsas radarns räckvidd drastiskt.
- Intermittent sändning gör det svårare för en SSARB att fastställa radarstationens läge.
- Sektorsändning minskar den totala sändningstiden vilket kommer försvåra för SSARB.
- Sektorsändning kan omöjliggöra repeterstörning från de avstängda sektorerna.
- Sektorsändning är ett tvivelaktigt skydd mot SSARB och signalspanning eftersom antennen läcker ut viss energi i sido- och backloberna.
- Sektorsändning gör definitivt att man inte kan se mål i de avstängda sektorerna, däremot kommer störbärningar kunna presenteras i dessa sektorer.
- Krysspejling då minst en 3D-radar ingår ger störsändarens position (x, y, z).
- I en 3D-radar kan falska ekon i samma riktning (sv, hv) som störsändaren tas bort och endast det främsta ekot presenteras.