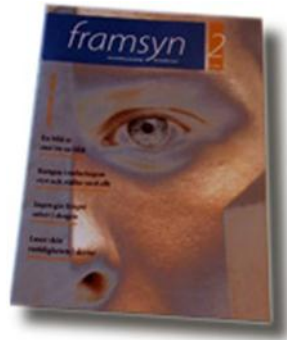


Framsyn Nr 2 2002



Nr 2 Sensorer

Inte bara att trycka på en knapp



Sensorerna är nätverkets ögon och öron. Sensorinformationen ska behandlas, förstås och ligga till grund för beslut om åtgärder. I detta nummer av Framsyn vill vi visa hur långt sensorforskarna har kommit, vad som går att göra idag, vad som får vänta tills i morgon och vad som inte går att göra alls. Inför naturlagarna måste även den mest optimistiska visionär ibland ge sig. Det är inte bara att trycka på en knapp.

FOI har i Linköping en hel forskningsavdelning som arbetar med sensorteknik och i denna tidning försöker forskarna att beskriva vad som är det viktigaste just nu i utvecklingen.

Å ena sidan imponeras man av vad sensorerna kan göra. Lasern kan leta upp ett objekt och sedan skiva upp det och sätta samman skivorna till ett objekt. Sedan letar den i sitt minne för att se om den känner igen det. Å andra sidan kan man gömma sig under en gran undan det mest avancerade radar så länge den sänder på mikrovåg.

Bakom sensorernas utveckling ligger naturligtvis IT-utvecklingen men snabbare, billigare och starkare datorer. Den optiska sensorn var tidigare en slags passiv kamera. Nu analyserar den själv de digitala signalerna och arbetar aktivt med att ta reda på vad det är den ser.

Sensorerna må vara viktiga i nätverket, men de svarar ändå inte på alla frågor. Sensorerna kan hitta bilen, men inte tala om vem som sitter i den. Sensorerna svarar för underrättelser om objekt. För att veta vem som är i allians med vem och skilja vän från fiende när alla katter är grå krävs andra typer av underrättelser. Hur sådana problem ska hanteras i nätverket ska vi bland annat berätta om i ett nätverksnummer som blir det första under hösten. Vi planerar också ett nummer om det militära ledarskapet. Det finns olika uppfattningar om vad det uttrycket egentligen betyder. Sista numret i år ägnas åt den värld där maskinerna tar över mer av arbetet. Det är inte bara i luften som det finns obemannade farkoster.

Innan sommaren bryter ut kommer Framsyn med ett nummer om försvarets stora och ibland omdiskuterade förändring. Eftersom försvaret ofta har brist på pengar har även förändringen beskrivits som övergången till ett fattigmansförsvar. Resonemangen om revolution in military affairs, RMA, kom i Sverige mest att handla om teknik och att det nya med försvaret var att man skulle koppla ihop alla sensorer i ett nätverk.

Men detta räcker inte för att det ska bli en revolution. För detta krävs att organisation, doktrin, personalförsörjning, utbildning och övning förändras.

Hur långt arbetet med detta har kommit ska vi berätta i nästa nummer.

Jan-Ivar Askelin är redaktör för Framsyn.

Innehåll

Nr 2 Sensorer	2
Hårda nötter att käcka	4
Smart lösning leder dum robot	6
Så ska smygfarkosterna upptäckas.....	7
Lättast att leta bakom lägsta spjälan	9
Optiska sensorer gör mer än att titta på.....	9
En bild är mer än en bild	11
Ekovision har blivit verklighet.....	11
Liten radarskola.....	13
Kungen i radarkupan.....	13
Smygare fasnar i myller av radarekon.....	13
Flexibel diversearbetare.....	14
Ingen går längre säker i skogen.....	15
Gungor och karuseller.....	16
Lasern i centrum.....	16
Lasersnitt i tunna skivor	18
Framtidens ubåt läser med laser.....	18
Bygg försvaret runt en stark kärna	19
Att ha och inte ha	22

Hårda nötter att käckä

Nätverksförsvär består av mycket mer än att trycka på en knapp. Sensorerna som utgör nätverkets ögon och öron blir allt bättre, förfinade och mindre. Något som drivs fram av den hisnande tekniska utvecklingen inom IT-området. Men försvarets marknad är inte densamma som den kring Internet. Kunderna är få och konkurrensen inte lika stor. Dessutom blir målen allt svårare att upptäcka. Nötterna som sensorerna ska knäcka blir hårdare.

Av Svante Ödman

Sensorsystemens klassiska uppgifter har varit detektering, identifiering och att följa mål i luften, på marken eller till sjöss. Sensorsystemens utvecklade förmåga har bidragit till telekrig och nya taktiska motåtgärder. Till de gamla uppgifterna läggs nu nya som att detektera smygpassade mål, kunna förutspå intentionerna hos motståndaren och att hantera flera mål samtidigt. Ett av problemen har då blivit att sammanföra en indikering i sensorsystemet med det verkliga målet.

För detta krävs god kunskap om vad som händer rent fysikaliskt vid detektion och för detta krävs i sin tur både sorteknik och systemkunnande. Komplexa sensorsystem består av system av sensorer som samverkar i ett nätverk. Spanings sensorer ger en överblick och detektion av målet. Högupplösande sensorer identifierar sedan målet medan andra sensorer kontrollerar vapeninsatsen. Det som dimensionerar systemet är miljö, spaningsvolym, målstorlek, uppdateringstakt och motståndarens motåtgärder. Olika kombinationer av krav leder fram till systemlösningar vilka är beroende av andra typer av uppgifter. Som till exempel:

- Internationella operationer
- Väpnat angrepp
- Terrorism
- BC-angrepp
- Strid i ort

Hur komplicerat är det då att sätta samman det här stora nätverket? Vem bestämmer? Hur styrs sensorerna? Vilken information ska filtreras bort? Kan det störas? Fungerar det verkligen? Vilka delar ingår? Vad kommer sensorerna kunna se och avgöra i framtiden och vilka begränsningar finns i naturen? Finns det männe revolutionerande teknik om hörnet? Frågorna är uppenbart många och svaren måste finnas.

Ordning och reda

Utvecklingen av nätverksförsvaret är förknippat med utvecklingen av Internet och många grundläggande ideer härstammar från datalogin. Men som så ofta är det inte teknologierna som är mest viktigt. Även om dessa ger prestandafördelar för den som behärskar tekniken är det i stället organisationen med personal och system som utgör de dimensionerande delarna i nätverksförsvaret. Därför är helheten viktig. Att utforma ett nätverksbaserat försvar för hela försvaret och inte missa viktiga och avgörande funktioner som till exempel:

- Ledning
- Spaning
- Bekämpning

Nätet ska därför anpassas till det sätt på vilket ledningen har för avsikt att leda striden vid olika scenarier. Någon måste också ha överblick och ansvar att fördela nätresurserna. Ansvarsfördelning och roller måste vara glasklara bland beslutsfattarna. Tekniken kan, om man har råd, göras mer flexibel men alltför många möjligheter kan också leda till osäkerhet om vilken strategi som ska användas vilket innebär en risk att insatser får motsatt verkan.

Val av sensorer och beslut om fördelning av resurser sker på olika nivåer i beslutshierarkin. På dessa olika nivåer kan korskoppling tillåtas om det är bråttom. Exempelvis kan en beslutande officer beordra spaning mot mål med UAV:er inom ett spanings nätverk som i sin tur kopplas till ett nätverk för motmedels- eller bekämpningssystem med korta accesstider.

Informationsflödet blir beroende av organisation, struktur, arkitektur och fördelning av kapaciteten i nätverket. Det kräver att hela informationsflödet ses över. Ett nätverksbaserat försvar måste dessutom kunna lösa såväl civila som militära uppgifter vilket kräver extra flexibilitet och rörlighet. Vilken uppgift det än rör sig om kommer någon typ av sensor eller underrättelseteknik kopplas in i nätverket.

Att tvingas vänta skapar osäkerhet. Därför bör det finnas regler för prioritering. Regler som anpassas efter den situation som uppstår. Därutöver behövs en strategi för hur många noder som ska vara inkopplade vid olika scenarier. I det sammanhanget behövs också en klar uppfattning om hur många noder med tillhörande operatörer nätverket klarar av. Tekniken kommer nog att räcka till, men om pengarna gör det återstår att se.

Sverige har inte så många plattformar och om enbart dessa kopplas in som noder blir nätet inte speciellt omfattande. Om å andra sidan alla soldater utrustas med egna terminaler blir nätet extremt finmaskigt.

En nyckelteknologi

Spaningsfunktionen i nätverket består av samverkande sensorelement, sensorer, system av sensorer eller sensornätverk som var och en kan utföra sin uppgift. Ett problem kan vara att samordna sensorer som spritts i ett område. Att känna sensorns position och spaningsriktningen är en förutsättning för att kunna lokalisera och följa ett mål. Den geografiska information som behövs finns i databaser och sensorns position bestäms till exempel via pejling eller GPS/INS. Positionering i sensorsystem där sensorerna flyttas omkring är en nyckelteknologi. Likaså utgör tiden en grundpelare för att sammanställa information från olika källor till en enhetlig lägesbeskrivning. Det är också viktigt att veta när målet uppträdde och att känna till olika systems svarstider. Det är exempelvis en viss tidskillnad för att finna ett föremål med hjälp av radar jämfört med att hitta målet i en IR-bild. Information från databaser kan vara uppdaterade men också inaktuella.

Läge och tid utgör således grundpelarna för att sammanställa informationen till en läges bild. Detektorer som detekterar olika fysikaliska fenomen, IT för data och informationsbehandling samt kommunikation är andra centrala delar.

Nätverklösningar har på många sätt och vis påverkat samhällsutvecklingen under senare år. Internets drivkraft kommer till stor del från den civila och öppna marknaden. Internets evolutionära utveckling med stark konkurrens mellan olika aktörer är knappast möjlig för försvaret. På försvarsmarknaden finns ett begränsat antal aktörer och endast en nationell kund samt möjligen några internationella som byter systemgeneration tämligen sällan. Den evolutionära utvecklingen i försvaret bygger på få exemplar som testas i fält där kvalitetssäkring och systemoptimering paras med utveckling och införande av ny teknik.

Information och underlag i databaser kan med hjälp av kommersiell teknik distribueras förutsatt att inte sekretess och tillgänglighet blir lidande. Om identifikation sker i den framskjutna sensorn ställs lägre krav på kapaciteten vid informationsöverföring. För identifiering krävs ett signaturbibliotek men eftersom det ofta är hemligt uppstår ett avvägningsproblem mellan risken att röja hemligheter och kapaciteten i nätverket. Problemet visar också att det behövs teknik för att hantera hemlig information i perifera enheter. Det finns flera lösningar som alla har sina risker och möjligheter.

En avgörande faktor för nätets konstruktion är vilken information som ska överföras. Kvaliteten på data i form av tillförlitlighet, robusthet och sekretess dimensionerar möjligheterna. Ju mindre mängd data som ska överföras desto billigare blir nätet.

Bråttom ett relativt begrepp

Kraven på snabbhet i nätet varierar och styrs av behovet. Vi är väl alla vana vid fördröjningar på Internet. I nätverksförsvaret beror sensorsystemens informationsbehov av vilken funktion eller vilket arbetssätt de har. Sensorsystem som alstrar bilder som ska sammanställas eller jämföras klarar sig med relativt låg uppdateringstakt medan överföringskapaciteten måste vara hög. Ett faktum som talar för kommersiell teknik av den typ som används vid distribution av filmer över det digitala tv-nätet. Således en trolig möjlighet även i ett försvarssystem som dock har egna krav på tekniken.

Ett nätverk av sensorer ger flera vyer samtidigt vilket ökar chansen för identifikation. Men målet måste först detekteras och sedan ska det också säkerställas att vyerna kommer från samma mål. Det fungerar först när systemet med tillräckligt hög sannolikhet fastställer och korrelerar målkoordinaterna. Det går att använda en avancerad sensor som har förmågan att identifiera. Men många billiga sensorer, exempelvis en akustisk som detekterar ett eko och tiden till ekot, behövs algoritmer för att associera signalerna från flera sensorer. Rör det sig om få mål i sensornätet är det ganska enkelt men med många mål måste nätet kunna följa målen. Det går också att tänka sig att sensorerna ligger så pass tätt att det inte går att mäta nätet med för många mål.

Spåret efter den rykande pistolen

Signaturminskning på radarområdet har utvecklats långt. Nya plattformar, som vår egen Visbykorvett, konstrueras med radarabsorberande ytor och former som inte reflekterar högfrekventa radarpulser. Energi sprids i stället i andra riktningar än mot radarsystemet. Om sändare och mottagare placeras skilda åt finns det teoretiskt sätt alltid en vinkel där en radarreflex kan detekteras. Ju fler sändare och mottagare det finns i nätverket desto större är möjligheten att upptäcka målet.

Teoretiskt är det också möjligt att detektera spår efter en plattform. För ett fartyg går det att se som förändringar i ytvattnet efter fartyget. Ett flygplan i luften kan hittas via en "skuggsignatur" om planet befinner sig mellan sändare och mottagare. Detta talar för bistatiska (en sändare och en mottagare som är åtskilda) eller multistatiska (en sändare och flera mottagare som är åtskilda) radarsystem. För detta krävs hög bandbredd och att tidsfördröjningar inte hindrar korrelation av signaler. Ju högre frekvens desto högre bandbredd vilket samtidigt höjer kostnaderna.

Men om radarfrekvensen sänks och våglängderna blir längre i samma storleksordning som målet, till exempel ett flygplan, kommer radarreturen från planet att spridas i alla riktningar. Det innebär att signaturanpassning inte fungerar lika bra som på höga frekvenser. Lågfrekventa radarsystem kräver stora antenner och saknar förmågan att rikta energin i smala strålar. Men med flera radarstationer i ett hopkopplat nätverk kan triangulering ändå avslöja målets position. Ett nätverk av lågfrekventa radarsystem kan alltså finna smyganpassade luftmål.

Svälta eller storkna?

Kommer operatören eller förbandschefen att översvämmas av information? Eller kommer sensorerna och nätverket att banta data- och informationsmängd till hanterbara nivåer? Det enklaste vore att enbart skicka symboler för upptäckter men det ställer större krav på tillförlitlighet hos den sensorn ära signalbehandlingen.

Därmed skulle en tredimensionell presentation, byggd på naturliga syntetiska omgivningar och med inlagda måldata, ge operatören en uppfattning om läget. Men vilken presentationsteknik behövs? Även här är måttet på kvaliteten värt att diskutera. Enkla symboler kan vara nog så bra förutsatt att man inte behöver veta vilken färg stridsfordonet har utan i stället vill få information om typ, nationalitet, hastighet och så vidare. Tillförlitlighet och riktigheten på den insamlade informationen avgör i vilken utsträckning operatören kan lita på systemet. Sensorteknikens förmåga att leverera tillförlitliga data är också avgörande för systemets funktion.

Det har sagts att såväl general som soldat i fält ska ha tillgång till all information som behövs. Men en stressad soldat har inte möjlighet att ta tillvara all den information som sensorerna samlar in. Samtidigt finns ett behov av förtroende och att ha tillgång till tillräcklig med information. Konflikten är uppenbar och måste lösas. Tillförlitliga sensorer med hög detektionsförmåga och liten sannolikhet för falsklarm är en väg.

Sensorer styrs på flera sätt. Att se till att den befinner sig på rätt plats kan vi kalla sensorallokering. Den styrs troligen från en övergripande nivå för bästa tänkbara täckning eller bevakning av viktiga punkter. Det finns nivåer för global styrning av sensorer från satelliter eller höghöjds- UAV:er. Samtidigt behöver den enskilda sensorn styras. I aktiva sensorsystem som radar-, mikrovågs- och lasersystem anpassas både signaler och signal behandling för pågående uppdrag. I passiva sensorsystem sker valet av signalbehandlingen direkt från den bild eller den signal som detekteras. Forskning och teknikutveckling på just dessa områden är viktiga för att nätverket ska ha tillförlitlig information.

I nätverket är samordningen av sensorer en styrfunktion som ökar förmågan att identifiera mål och att förutsäga företag. Således kommer vi se lokal sensorstyrning av noder hos sensorsystem, regional styrning inom nätet och global styrning av sensorplattformar.

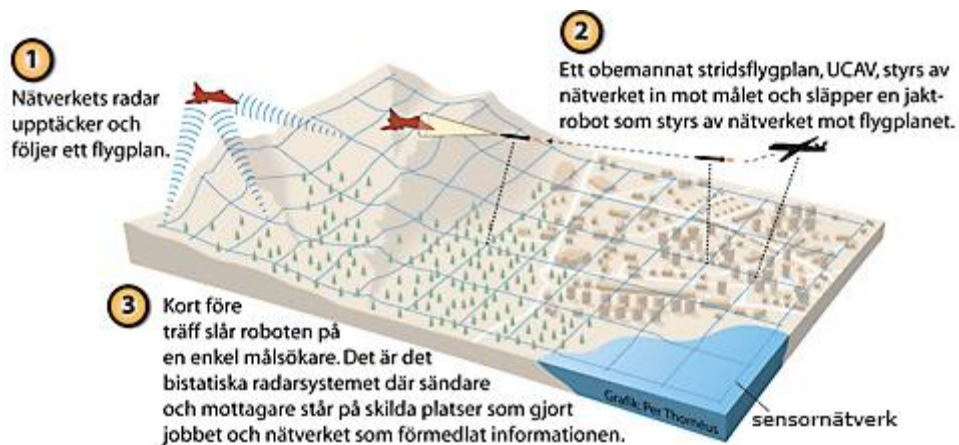
Intelligent antenn riktar energi

Nyckeln till flexibla nätverk är att kommunicera, störa och spana. Och inom mikrovågsområdet ger styrbara antenner den möjligheten. Grundläggande teknik för multifunktionsaperturer är halvledare, signalbehandling och förmåga att bygga samman flera antennelement. Med den tekniken fullt utvecklad går det att lyssna och sända i smala segment vilket minskar risken för att bli avslöjad och ökar möjligheten att störa effektivt över stora bandbredder.

Nya laserteknik gör det möjligt att mäta vibrationer, skapa avståndsinformation till målet och mäta dess storlek. Lasern ger därmed flera informationer som sammanställs till tredimensionella bilder. Upplösningen är så hög att bilden i datorn ser ut som en verklig modell av föremålet. I kombination med IR eller video och genom fusion av bilder går det att få tillräcklig information för att identifiera målet.

Svante Ödman är chef för FOI:s avdelning för sensorteknik.

Smart lösning leder dum robot



Att hitta ett smygflygplan är en svår uppgift för en sensor, för att inte tala om vad som krävs för att leda en robot till träff. Speciella radarsystem kan dock lura smygflygplanen, men systemet får naturligtvis inte plats i roboten. Lösningen är att sända information till nätverket som i sin tur leder roboten rätt.

Av Mats Pettersson och Jan Kjellgren

Moderna smygflygplan och robotar är nästan omöjliga att upptäcka med hjälp av vanliga radarsystem. Sveriges förmåga att möta anfall med stealthflygplan och lågsignaturrobotar är begränsad. Ett anfall med hundratals robotar i luften samtidigt skulle sätta vårt luftövervakningssystem ur funktion. Dock finns det sensorer som kan detektera och följa signaturanpassade mål. Exempel på sådana system inom radarområdet är Lora, Carabas och ASSR (associativ apertursyntesradar) som har utvecklats vid FOI. Carabas kan upptäcka och följa kamouflerade markmål. AASR är ett ytdistribuerat radarnätverk som kan upptäcka och följa smygflygplan. (Mer om systemen [här](#).) Sensorerna är dock alltför komplexa för att byggas in i en robot och därför måste deras data i stället länkas till roboten. Informationen finns i ett nätverk, och nätverket i sin tur ger information för bekämpning. Informationen från radarsensorerna kan kompletteras med ytterligare sensorer och bakgrundsinformation i nätverket.

För att bekämpa smygmål bör nätverket styra roboten. Sensorerna och sensornätverken informerar medan nätverket analyserar måldata, detekterar, målidentifierar och ger underlag för beslut om insats. Nätverket kommunicerar och uppdaterar målposition till vapnet. Många sensorer har meterprecision i två respektive tre dimensioner. Den höga noggrannheten bidrar till att nätverket styr roboten nästan ända fram till målet. Det i sin tur betyder att roboten i många fall inte behöver någon aktiv sensor. Därmed blir roboten relativt billig eftersom kostnaden för målsökaren är en stor del av robotens totala kostnad. Roboten röjer sig inte heller med några signaler och målet får svårt att i tid vidtaga några motåtgärder.

Mats Pettersson och Jan Kjellgren arbetar vid institutionen för spaningsradar respektive radarsensorer.

Så ska smygfarkosterna upptäckas

Kunskapen om hur mål upptäcks kan också användas för att gömma föremål. Därför är det av stor vikt att känna till hur bra eller dåligt de egna fartygen och flygplanen syns. En viktig del av forskningen ägnas olika typer av smygfarkoster. Inte minst för att göra dem lättare att upptäcka.

Av Magnus Gustafsson, Nils Gustafsson, Stefan Nilsson, Jonas Rahm, Johan Rasmusson och Erik Zdansky

Signatur kan beskrivas som hur ett objekt uppfattas av en viss typ av sensor. Men begreppet signatur omfattar både målet och bakgrunden samt också växelverkan mellan dem. Signaturanpassning är ett försök att minska kontrasten mellan mål och bakgrund.

Uttrycket low observable (LO) och stealth object (smygobjekt) används om militära objekt med låga signaturer. Välkända exempel är flygplanen F-117 och B2 där formgivning och material försvårar detektion. Låga signaturer prioriteras i vissa fall före flygprestanda.

Signaturanpassning innebär vissa taktiska fördelar och dessutom ökad överlevnadsförmåga. Det gäller även i djurvärlden där de flesta bytesdjur har en kroppsteckning som, betraktad i rovdjurets ögon (sensorer), liknar omgivningen. Kameleonten har en adaptiv signaturanpassningsförmåga som innebär

att hudens färg och mönster snabbt anpassas till bakgrunden. Mästare på just signaturanpassning är en åttaarmad bläckfisk som kan signaturanpassa färg, mönster och dessutom ytstruktur efter omgivningen.

Signaturstaketet

För en viss speciell plattform finns olika signaturer som till exempel radar, IR, laser, visuella, magnetiska, seismiska och akustiska signaturer. Dessa har olika betydelse beroende på situationen. Radar- och IR-signaturer är ofta viktiga för flygande farkoster och fordon medan magnetiska och akustiska signaturer är av betydelse för ubåtar. Vi talar om "Signaturstaketet" där varje signatur utgör en spjåla i det staket som ska hindra upptäckt av motståndaren. Lägsta spjålan är den signatur som har störst kontrast mellan mål och bakgrund, och därmed är enklast att avslöja.

För att staketet ska bli jämnhögt bör en avvägning mellan signaturernas taktiska värde och kostnad ske.

Signaturanpassning

I takt med att nya sensorer utvecklas och att arbetet med signaturanpassning framskrider kommer det taktiska värdet för vissa signaturer att förändras. Nya signaturer kan få betydelse. Ett alternativ till att detektera objekt med låg signatur är istället att leta efter spår i objektets omgivning, som till exempel vågorna efter en ubåt, eller turbulensen efter ett flygplan.

Signaturanpassning av en plattform bör ske redan i samband med konstruktionen. Med hjälp av regler, beräkningsunderstödd design och val av material kan stora signurreduktioner göras. Mätningar och beräkningar från modeller och demonstratorer ger ytterligare vägledning för åtgärder.

Radarsignaturer

För att minska risken för upptäckt hos ett flygplan i himmelsbakgrund bör planets radarsignatur göras så låg som möjligt. Radarområdet definieras ofta som frekvensområdet mellan 0,03 och 300 GHz. Många radarsystem arbetar inom området 0,3-18 GHz. Radarsignaturen beror framförallt av objektets form, material, utsänd frekvens, polarisation och betraktningvinkel. Radarmålarean är ett mått på objektets förmåga att reflektera den infallande radarvågen.

Mätning av radarsignaturer

FOI utvecklar metoder och tekniker för signaturanpassning. Mätningarna utgör en viktig källa för information om radarsignaturer. FOI har flera mätsystem, till exempel Lilla Gåra, Arken, Stora och Lilla mätthallen. Vid Lilla Gåra görs signaturmätningar utomhus i frekvensområdet 0,1-110 GHz. Här finns flera vridbord och olika mätsträckor för laser, IR och radar. Från ett nykonstruerat 50 meter högt torn mäts hur målen uppfattar från ovan. Mätobjekten kan bestå av allt från centimeterstora skalmodeller och konstruktionsdetaljer till robotar, stridsvagnar och helikoptrar i naturlig storlek. Mätobjektet placeras ofta på ett vridbord. Där görs mätningar som innehåller hundratals olika frekvenser och som bland annat ger högupplösta avbildningar innehållande viktig information om radarspridningens styrka och position för enskilda detaljer på mätobjektet (invers syntetisk aperturradar - Isar).

FOI gör också dynamiska mätningar på objekt i rörelse. Dessa visar objektets faktiska radarmålarea. Objektet kan vara på kort eller långt avstånd för att studera variationer i målarean.

Bistatiska radarnätningar, där sändaroch mottagarantenn är separerade mellan 0° och 180°, kan också utföras. Bistatisk lågfrekvensradar är särskilt bra på att upptäcka smygobjekt.

En databas för radarmålarea tas fram för de uppmätta objekten. Mätresultaten analyseras och värderas för att verifiera signaturkrav liksom för att skapa underlag för teknikutveckling och taktiskt uppträdande.

Beräkning av radarsignaturer

Radarsignaturgruppen utvecklar robusta och snabba metoder samt verktyg för beräkning, modellering, analys och värdering av radarsignaturer från olika objekt med skilda bakgrundstyper. För att åstadkomma detta krävs data från beräkningar och mätningar av objektets frirymdssignatur och med objektet i bakgrund. Lika viktigt är att jämföra experimentella data och teoretiska modeller för skilda bakgrundstyper och växelverkan mellan objekt och bakgrund.

För att analysera mät- och beräkningsresultat har en egen programvara utvecklats, vilken gjorts tillgänglig för industrin.

I en jämförande studie har olika kommersiella beräkningsprogram använts för att bestämma radarmålarean för enkla objekt. Öväntat stora skillnader mellan dessa understryker vikten av jämförande mätningar och beräkningar på objekt med kända radarmålarea. Under signaturmätningar vid Lilla Gåra. Form, material, färg med mera har valts för att minska kontrasten mellan mål och bakgrund. För att

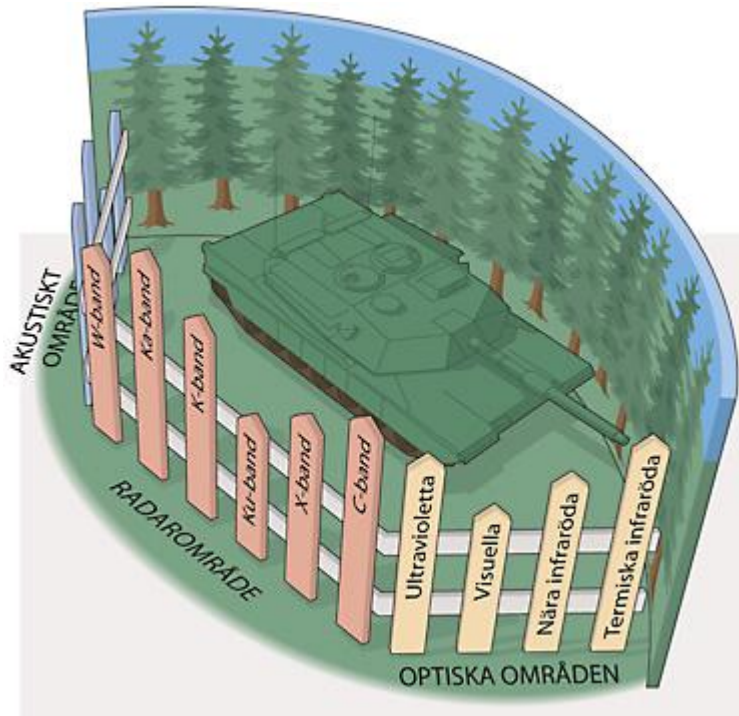
analysera mät- och beräkningsresultat har en egen programvara utvecklats, vilken gjorts tillgänglig för industrin.

I en jämförande studie har olika kommersiella beräkningsprogram använts för att bestämma radarnålarean för enkla objekt. Övrigt stora skillnader mellan dessa understryker vikten av jämförande mätningar och beräkningar på objekt med kända radarmålarean.

Artikelförfattarna arbetar vid institutionen för radarsensorer vid FOI:s avdelning för sensorteknik.

Lättast att leta bakom lägsta spjälan

Ett fordon bullrar, reflekterar radarpulser och utstrålar värme. Den som letar efter stridsvagnen kommer att leta efter den signatur som är lättast att upptäcka och söka efter de lägsta spjälorna i det sk signaturstaketet. För att smyga så bra som möjligt ska man eftersträva ett signaturstaket där spjälorna är lika höga.



Optiska sensorer gör mer än att titta på

Den passiva optiska sensorn är inte lika passiv längre. I stället för att enbart registrera en tvådimensionell bild är framtidens optiska sensor också en signalbehandlare. Utvecklingen beror inte enbart på nya datorer och modern informationsbehandling utan även på nya optiska strukturer som inte är större än en tusendels millimeter.

Av Ingmar Renhorn

Utvecklingen inom området optiska sensorer och möjligheten att tillämpa informationsteori på systemen medför att de har förändrats från att ha varit enbart optiska system till integrerade optiska/signalbehandlande system. Systemens förmåga beror på hur integrationen av sensors konstruktion och signalbehandling genomförs. Sensorsystemets kritiska kapacitet beror på balansen mellan sensorteknik och signalbehandling.

Bakom informationsteknikens enastående framsteg och utvecklingen ligger:

- Mikro/nanoteknik. Utvecklingen av komponenter, alltifrån laser för kommunikation till fiberoptik.
- Datorområdet. Förmågan att samla in, bearbeta och överföra stora datamängder.
- Informationsområdet. Att förstå vad som är viktig information och kunskap.

Tre områden som är vitala för utvecklingen av nya sensorer vars uppgift är att skapa information utan vilken nätverket är värdelöst.

Nanotekniken och sensorerna

Nanotekniken är mycket användbar inom optiken. Allt mindre dimensioner kan kontrolleras vilket medför att även sensorsystemen blir allt mindre och mer kompakta samtidigt som prestanda ökar. Vi behärskar dimensioner så små att kvantmekaniska fenomen uppstår. Det betyder att materialets egenskaper inte enbart beror på själva materialtypen utan också på materialets mikrostruktur. För sensorsystem innebär det att känsligheten för olika ljusvåglängder (spektral) styrs av just sådana strukturer.

Utvecklingen går mot att elektronernas rörelse kontrolleras i två och tre dimensioner vilket ökar möjligheten att kontrollera sensorernas egenskaper. Elektronikdesign integreras med sensor design vilket ger oss möjlighet att snabbare läsa av bilder och även mer sensornära signalbehandling. Eftersom bildsensorn innehåller så stora datamängder krävs bildkompression för att lagra och överföra data. Bildkodning blir därmed en integrerad del av informationsbehandlingen. På mekanikområdet medför nanoteknologin att ytterst små mekaniska "maskiner" kan konstrueras. Teknikområdet kallas för mikroelektriska mekaniska system, mems, och kommer att spela stor roll också inom optiken.

Mer information än enbart en bild

Informationen som alstras på sensors bildplatta, fokalplansarray, kan innehålla en blandning av egenskaper som efter signalbehandling omformas till en bild som blir enklare att tolka. Blandningen kan bestå av vinkelinformation (svartvit bild), spektral information (färgbild), radiometrisk registrering (strålningsstyrkan säger något om målet), polarisation information (kan vara ett polarisationsfilter som sätts på) och temporal information (rörligt mål flyttar sig relativt bakgrunden).

Informationssekvensen kan efter signalbehandling presenteras i fyra dimensioner. Två dimensioner motsvarar vinkelinformation, den tredje spektral information och den fjärde utgörs av polarisation. Sådana sensorer kallas multidimensionella. I stället för att vara begränsad till ett spektralband i det termiska våglängdsområdet, vilket är mest vanligt i dag, kan mål detekteras och identifieras utifrån ovan nämnda egenskaper. GPS och gyron ger dessutom exakt position för observationen.

Det är den totala mängden information som ska optimeras, inte den visuella bildkvalitén. Det betyder exempelvis att några få spektrala våglängdsband i kombination med polarisationsegenskaper kan ge mer information än ytterligare spektralband utan polarisationsinformation. För att hantera all den här informationen krävs en kvalitetsstämpel för varje rapporterad egenskap. Det är också det som sensornära signalbehandling ska åstadkomma.

Små kontraster i målen

En kamp mellan medel och motmedel utkämpas naturligtvis även på sensorområdet. Målen försöker att undgå upptäckt med hjälp av så kallad signaturanpassning. Ju bättre förmåga fordon och flygplan har att gömma sig desto bättre måste sensorerna bli. Multidimensionella sensorer som registrerar fler målegenskaper än konventionella sensorer kan lättare upptäcka och särskilja objekt.

Förmågan kan förbättras genom att de spektrala egenskaperna och polarisationsegenskaperna också tar hänsyn till typen av bakgrunden och mål. I kedjan från detektion till identifiering krävs alltmer information. Detta kan åstadkommas genom att öka informationsmängden i den mest fördelaktiga dimensionen.

En kraftsamling av sensorer sker där de egna systemen anses fungera bättre än motsatta sidans. Speciella satsningar bör vägledas av strategiska val angående vilka situationer som är eller kan bli fördelaktiga. För att kunna utnyttja lokala signaturvariationer måste bland annat väderprognoser vidareutvecklas till sensorprognoser med exempelvis parametrar för höjdberoende sikt och termiskt bakgrundsklotter. Det finns krav på hög kapacitet vid alla typer av väder men sensor konfigurationen varierar beroende på förutsättningarna. Vid dålig sikt och på låg höjd fungerar optiska sensorer sämre.

Ett exempel på hur satsningen anpassas taktiskt är att utveckla mörkerförmågan med hjälp av sensorer som reagerar på termisk strålning. Ett annat är att minska tidsåtgången mellan upptäckt och identifiering, mellan identifiering och insats samt att kunna verifiera resultatet av insatsen.

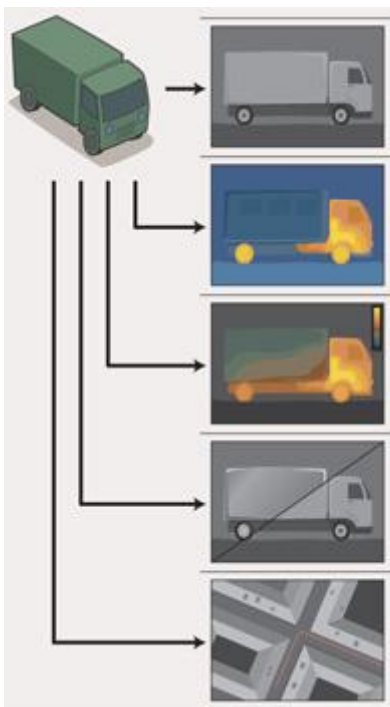
Det är viktigt att framställa modeller och simulera omvärld och sensorsystem. Förståelsen för bakomliggande fenomen och faktorer ökar genom modeller för både sensor och omvärld och inte minst utifrån grundläggande fysikaliska principer. Den här typen av modeller skiljer sig på den punkten från dataspelen som enbart är utformade för att tilltala ögat. För att våga lita på simuleringsresultatet och dra slutsatser om till exempel systemets prestanda måste modeller valideras mot verkligheten. I de här modellerna kan nya ännu ej realiserade åtgärder studeras. Arbetsmetoden sparar redan idag stora

summor pengar i samband med spanings-, vapen- och skyddsutveckling. Antalet verkliga tester kan begränsas och försöken fokuseras på svåra testfall.

Kvaliteten på modellerna beror till stor del på hur bra databaserna är. Terräng kan mätas med hjälp av laserradarar och textur via optiska registreringar. Ur en sådan databas kan en relativt realistisk omvärld byggas upp för det fall som gäller vid den optiska registreringen. För att simulera andra fall måste terrängen beskrivas på ett sådant sätt att varje material karakteriseras med avseende på spektrala egenskaper (reflektans, emissivitet), värmeledningsförmåga, fuktighet och vindpåverkan. Med hjälp av historiska parametrar om väderleken kan sedan markens bakgrund beräknas. På motsvarande sätt beräknas också signaturen för plattformar där hänsyn tas till inre värmekällor, varma avgaser och spårbildning.

Ingemar Renhorn är forskningschef vid institutionen för IR-system.

En bild är mer än en bild



Optronik, kombinationen av avancerad optik och elektronik, gör att man kan lagra data i många dimensioner som sedan exempelvis kan visas upp som bilder med förstärkta egenskaper.

Vinkelinformation, spektralinformation, radiometrik, polarisation och temporal information är vad bilderna närmast till vänster ger, uppifrån och ned.

Ekovision har blivit verklighet

Många radarekon är ingen begränsning. Idag är det tekniskt möjligt att från olika håll ta emot nästan hur många radarekon som helst. Och det är samtidigt möjligt att spåra vilket eko som härstammar från vilket flygplan. Beräkningar som vi för några år sedan bara drömde om att genomföra går i dag att utföra.

Av Magnus Herberthson, Leif Mylén och Anders Nelander

Försvarets uppgift består inte enbart av att behärska användningen av avancerad materiel, utan också att veta när, var och hur den ska användas. Dessutom är gränsen mellan militär och civil teknikutveckling på väg att suddas ut.

En trend är att få olika typer av sensorer att samverka på ett robust och decentraliserat sätt, det nätverksbaserade försvaret. Nätverksbaserade sensorsystem ger nya funktioner och metoder, däribland nya möjligheter för kommunikation och positionering mellan sensorer.

Den snabba datorutvecklingen innebär att radarsensorer kan genomföra beräkningar som inte gick för några år sedan.

Sensorer med flera funktioner

Det finns radarsensorer med avancerade och elektriskt styrda gruppantennor och digital signalbehandling. Vi kallar det för flerfunktionsradar därför att sensorerna utför flera funktioner som exempelvis spaning, följning och igenkänning. Detta är möjligt tack vare flexibel och adaptiv styrning av antennens lober, utsända vågformer och behandling av mottagna signaler. Radarsensorerna för luftförsvaret arbetar huvudsakligen inom låga mikrovågsfrekvenser med decimetervåglängder.

Motorn i flerfunktionsradarn är den aktiva digitala gruppantennen som byggs upp av många antennelement som kopplas till mikrovågsmoduler för både sändning och mottagning. Antennens lober bildas via individuell inställning av den utsända signalstyrkan (amplitud) och tidsfördröjningar (fas) för varje element. Den utsända lobformen bestäms av den aktuella inställningen för antennelementet. Avsökning av ett större vinkelområde utförs snabbt med nya inställningar av signalstyrkan och tidsfördröjningen. Den mottagna lobformen bildas däremot med olika inställningar av amplitud och fas hos antennelementen. Detta ska optimera prestanda i olika riktningar. Det görs via snabb digital behandling av signaler från antennelementet. Och med aktiva digitala gruppantennor ökar räckvidd och noggrannhet samt möjligheterna för störskydd och styrning. Därmed kan radarsystemet anpassas efter det aktuella luftläget.

Mäta och samverka

Sensorerna i ett nätverk av flerfunktionsradar samverkar på olika sätt. De kan användas som monostatisk radar med sändare och mottagare i en och samma antenn eller på samma plats. Det innebär att varje enskild flerfunktionsradar mäter och att samverkan sker när mätdata fusioneras samt genom att mätresurserna för radarsensorerna styrs och fördelas. Sensorer kan också användas som bistatisk radar med sändare och mottagare placerade på olika platser. Det innebär att varje par flerfunktionsradar mäter och sedan samverkar med hjälp av gemensam vågform, lobformning och signalbehandling.

Samverkan mellan många radarsensorer används som multistatisk radar med sändare och mottagare på olika platser. Avståndet mellan sensorerna kan vara i stort detsamma som avståndet till målen. Sändare och mottagare kan finnas på marken, på ett fordon eller på ett fartyg till exempel.

En multistatisk radar kan kombineras med signalspaning och störsändning. En fördel då är att hot från signalsökande robotar och störsändningar minskar med en sändare i skyddad gruppering och passiv mottagare. Vidare ökar flexibiliteten när det gäller mätgeometri mot smygpassade mål liksom förmågan till låga signaturer mot signalspaning.

Som en enda stor antenn

AASR (associativ apertursyntesradar) är namnet på ett ytdistribuerat radarnät för detektion och inmätning av luftmål. Associativ beskriver att mätdata från olika sensorer jämförs för att se vilka som passar ihop. Apertursyntesradar innebär att nätet av antenner betraktas som en enda stor antenn.

Här rör det sig om ett antal radarstationer utspridda över ett område. Stationerna, som sänder på låga frekvenser med metervåglängder, fungerar monostatiskt och bistatiskt. Radarpulser från en station som sprids från ett mål, tas emot av såväl den sändande stationen som av de omkringliggande. På så sätt mäts varje mål av många sensorgeometrier vilket gör radarnätet robust.

En svårighet är att utifrån alla uppmätta data bestämma en korrekt luftlägesbild. Varje sensor mäter avståndet till målen och deras radiella hastighet. Men rör det sig om många mål är det viktigt att associera mätdata från en sensor med mätdata från en annan. Bland alla kombinationer gäller det att hitta korrekta mål och undvika de falska.

De låga frekvenserna innebär att det blir svårare för smygsmål och av grundläggande fysikaliska skäl leder bistatiska mätgeometrier till att det är svårt att smygpassa mål. En annan styrka är att associationsproblemet går att lösa även om antennerna är rundstrålande. Det innebär dels att antennerna blir enklare och billigare dels att kommunikationen mellan stationerna underlättas eftersom ingen vinkelinformation behöver sändas. Det innebär att det går att betona noggrannheten i avstånd vilket i sin tur leder till mer precisa uppgifter om var målet faktiskt befinner sig.

Några problemställningar som kan uppstå gäller kommunikationen mellan stationerna, störsändare och att finna den bästa antennutformningen. Masterna ska vara ett par tiotal meter höga och placerade med 20-50 km avstånd. Det krävs förstås många mastar för att täcka ett större område men varje mast blir i gengäld relativt billig.

Magnus Herberthson, Leif Mylen och Anders Nelander forskar vid institutionen för spaningsradar.

Liten radarskola


Monostatisk, bistatisk, multistatisk...

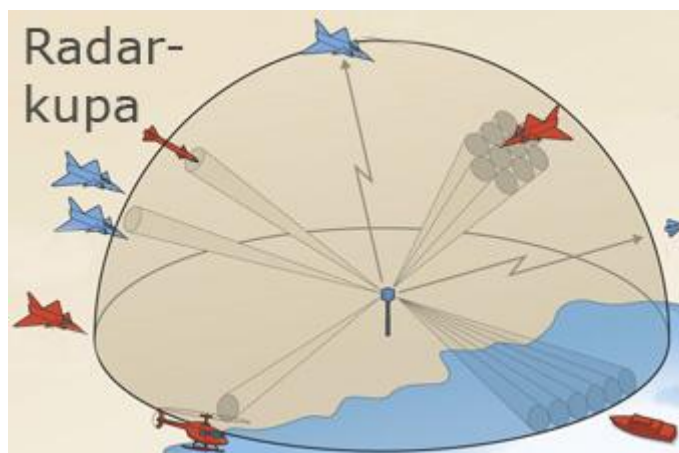
Liten radarskola

	Enkelfunktion	Flerfunktion*
Monostatisk	Ex radar vid kusten som tittar på båtar.	Sändare och mottagare på ett ställe som skickar lober kors och tvärs med gruppantenn.
Bistatisk	Radar där sändaren och mottagaren står på olika ställen.	En sändare och en mottagare på olika ställen. Lober kors och tvärs.
Multistatisk	Radar med en eller flera sändare och flera mottagare.	<ul style="list-style-type: none"> Sändare på ett ställe som sprider lober som tas emot av flera mottagare på andra ställen. Flera sändare som sprider lober och flera mottagare och allt är ihopkopplat.

* Flerfunktion innebär att t ex sökning, följning, igenkänning kan utföras med samma radarsystem samtidigt eller under olika faser i ett scenario.

 Finns idag.

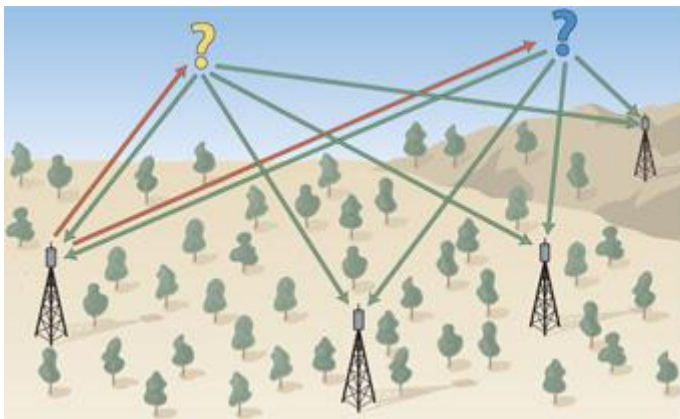
 Realistisk vision



Kungen i radarkupan

Med den digitala gruppantennen som bas kan man skapa en radar som är mycket mer än en radar. Denna flerfunktionsradar kan tack vare digital teknik och signalbehandling härska i sin elektromagnetiska kupa.

Smygare fasnar i myller av radarekon



Moderna flygplan och robotar är ofta konstruerade så att de ska vara svåra att upptäcka. De är signaturanpassade. Ett sätt att lättare upptäcka sk smygsmål är använda radarstrålar från flera sändare och ta emot radarreflexerna med många mottagare. Sedan samlas alla reflexer i en databas och tack vare moderna datorer går det att snabbt räkna ut vilka ekon som hör ihop och pussla samman bilden av det osynliga flygplanet. Nätverket kan sedan följa detta flygplan på dess vidare färd. Metoden som utvecklats av FOI kallas AASR, associativ apertursyntesradar. Associativ står för att mätdata från flera olika sensorer jämförs för att se vilka som

passar ihop. Apertursyntesradar innebär att nätet av antenner betraktas som en enda stor antenn.

Flexibel diversearbetare

Gruppantennen syns inte utan är inbyggd i skrovet. Den sitter stadigt på plats och gör nästan hela jobbet. Den kan när som helst programmeras om för nya uppgifter: att spana efter flygplan, leda en robot eller telestöra.

Av Sven Hagelin

Aktiva gruppantenner har länge framstått som den ideala lösningen på radarområdet, men det har senare också gällt kommunikation och telekrig. En remarkabel utveckling på de nyckelområden som omfattar halvledarteknologi, integrerade kretsar, mikrovågor, signalbehandling och elektromagnetiska beräkningar har haft avgörande betydelse för aktiva gruppantenner. Under senare år har intresset för området ökat. Speciellt har det gällt radartillämpningar men även intresset för signalspanings- och störningsfunktioner inom telekrigföring, där aktiva grupp antenner förväntas spela en stor roll, har ökat. Antalet element i antennen är i de senare fallen betydligt färre än när det gäller radar men systemkraven är ofta hårdare, till exempel beträffande bandbredd.

I en aktiv gruppantenn brukar sändnings-, mottagnings- och lobstyrningsfunktionerna integreras med antennelementen. Resultatet blir ett ganska komplicerat paket. Gruppantennen med tillhörande kretsar utgör ett komplicerat paket. I USA har aktiva gruppantenner i flygburen radar testats under de senaste tio åren och serietillverkning har också inletts. Miljontals sändare och mottagarmoduler för olika radarsystem (bland annat till nya flygplanet joint strike fighter, J5F) ska tillverkas och kostnaden per enhet sjunker.

Framtidsperspektiv

Utvecklingen på området med gruppantenner pekar mot kraftigt ökad miniaturisering och integrering och tekniken kommer att användas för flera olika systemtillämpningar. Dagens system har ofta bara en funktion, varför det på en viss plattform kan behövas flera gruppantenner med tillhörande sändare- och mottagarenheter. Det i sin tur medför problem när det gäller utrymme och ömsesidig påverkan. Det är inte heller kostnadsoptimalt.

Alternativet är att skapa ett gemensamt mikrovågs system, där alla vitala funktioner utnyttjar samma antennapertur och kretsmoduler. Det vill säga en bredbandig aktiv gruppantenn som samtidigt hanterar funktioner inom radar, kommunikation, telekrig, navigering och positionering. Varje gruppantenn kan bestå av en apertur eller flera delaperturer för olika funktioner och är inbyggd i plattformens skrov. Att snabbt rekonfigurera en multifunktionsantenn kräver flexibla och avstämbara lobformningsnät vilket är en svår uppgift. För närvarande pågår mycket forskning inom relevanta teknikområden och förutsättningarna för lösningar är goda.

Multifunktionsantennen behöver inte optimeras för varje delfunktion utan kan betraktas som ett generellt verktyg. Ett verktyg som programmeras för att fungera över ett brett frekvensband eller med speciella egenskaper inom ett eller flera mindre band. Och en uppdatering kan innebära att ny mjukvara installeras utan förändringar av hårdvaran.

Sven Hagelin forskar vid institutionen för mikrovågsteknik.

Ingen går längre säker i skogen

Att kunna skilja vän från fiende på marken har hittills ansetts vara en för svår uppgift för sensorer. Inte minst därför att kontrasten mellan objekt och bakgrund ofta är för dålig samtidigt som det finns för många möjliga falska mål att hålla reda på. Men genom att kombinera en lågfrekvent radar som ser genom vegetation med en högfrekvent som ser detaljer har ett steg i utvecklingen tagits. Dessutom går det att skilja rörliga objekt från fasta.

Av Lars Ulander

Sensorer ska helst kunna se allting, alltid och under alla förhållanden. Visionen är naturligtvis en omöjlighet men fungerar när vi ska beskriva vad som faktiskt är möjligt. Sensorerna ska, inför ett beslut om en insats, klara en mängd olika funktioner. I funktionskedjan ingår bland annat att upptäcka målet, att följa det, att identifiera, att positionsbestämma och verkansverifiera. Men i nätverkstanken ligger också insikten att enskilda sensorsystem knappast klarar alla funktionerna till rimliga kostnader. Effekten av ett nätverk med samverkande sensorer är därför vida överlägsen.

Operationsområdet i dag begränsas inte på samma sätt som förr av vare sig tid eller rum. Det kräver däremot både yttäckning och förmåga till positiv identifiering, det vill säga att kunna avgöra vad någonting faktiskt är eller vad det inte är. Framför allt krävs att systemet har en robust och uthållig grundfunktion med kapacitet för alla olika väderleksförhållanden.

Tidigare har det ansetts vara för svårt vid markoperationer då kontrasten mellan objekt och bakgrund ofta är dålig och antalet mål och potentiella falskmål är stort. Ofta är dessutom civila och militära objekt blandade i området. Svårigheterna är uppenbara men forskning under senare år har pekat mot olika möjligheter för en lösning.

Fjärrsensorer med allvädersförmåga som utnyttjar radio- eller mikrovågor påverkas inte märkbart av till exempel moln, dimma eller regn. Det är radar- och signalspaning exempel på. Signalspaning är effektivt mot mål som sänder ut signaler och kan användas för att både upptäcka och identifiera föremål ända ner till en enskild individ. Nackdelarna är en begränsad noggrannhet när det gäller riktning och lokalisering och naturligtvis kravet att målet måste röja sig via en signal. Radarn är däremot effektiv även mot mål utan egen emission eftersom det bygger på mottagning av signaler som reflekteras från målet. Via avancerad signalbehandling kan mål detekteras och positioneras på stort avstånd. Främsta nackdelen är att radarn röjer sig genom att sända ut signaler.

Löv stoppar höga frekvenser

Principen för SAR (syntetisk aperturradar) bygger på relativrörelse mellan antenn och mål. Radarantennen sänder ut pulser och tar emot pulsekot när det reflekteras. Fördröjningen mellan puls och eko beror på avståndet och varierar således för ett mål när antennen samtidigt förflyttar sig. Genom signalbehandling skapas högupplösta radarbilder från många pulsekon. På mikrovågsbandet (cm-dm våglängd) går det att framställa bilder med mycket hög upplösning (ner till omkring 1 dm). Nackdelen är att yttäckningen blir sämre och att höga frekvenser dämpas av vegetation och att det är relativt enkelt att undgå upptäckt. På radiobandet (dm-m våglängd) är dämpningen av vegetationen mindre och det blir svårare att gömma sig. Men samtidigt är upplösningen sämre.

Succé i öknen - vilse i skogen

Vid måldetektion utnyttjas de särdrag som skiljer målet från bakgrunden. Om målet rör sig i förhållande till bakgrunden får målet en så kallad dopplerfrekvens som avviker från bakgrunden. Problemet är att även bakgrunden rör sig i förhållande till antennen. Detta fenomen kallas dopplerbreddning och innebär att relativrörelsen hos bakgrunden kan dölja signaler från långsamma objekt. Genom att antennen är stor i förhållande till våglängden kan dopplerbreddningen minskas. Det går också att ha flera antenner och med hjälp av signalbehandling undertrycka bakgrunden. Tekniken kallas för GMTI (Ground Moving Target Indication) och ingår i det amerikanska flygburna spaningsystemet Jointstars. GMTI -systemen arbetar företrädesvis med mikrovågsbandet och har därmed svårt att upptäcka objekt som befinner sig under vegetation. Jointstars väckte stor uppmärksamhet under Gulfkriget. Det fungerade mycket bra i öknen men kunde inte upptäcka stridsvagnar i Kosovos skogar och användes därför inte i det kriget.

Nytt radarsystem utvecklas

FOI utvecklar ett lågfrekvent radarsystem Lora (Low Frequency Radar) med GMTI på UHF-bandet (200-800 MHz) i ett försök att minska vegetationens inverkan. Om objektet är stillastående och sedan rör sig alternativt gömmer sig eller om det dyker upp nya objekt på arenan går det att använda förändringsdetektion eller CD (Change Detection) vilket påminner om GMTI. Flera överflygningar genomförs över området och sedan letar man efter förändringar. Metoden har utvecklats av FOI och är

en robust detektionsmetod med låga radarfrekvenser, speciellt för data från FOI:s Carabasradar (20-90 MHz). De låga frekvenserna är okänsliga för variationer på dm-skalan och störs därför inte av små rörelser som till exempel vajande grenar eller virvlande löv. Vid högre frekvens fungerar förändringsdetektionen sämre eftersom mindre föremål då registreras.

Eftersom upplösningen är måttlig täcker både GMTI och Carabas stora ytor. Båda kan också användas för målpositionering. GMTI detekterar rörliga objekt och Carabas stillastående objekt som rör sig mellan de olika mättillfällena. Carabas upptäcker även objekt som befinner sig under vegetationsmaskering och objekt med smygutformning. Metoderna kompletterar varandra och kan vara på samma eller olika plattformar.

Vad gömmer sig under träden?

Innan beslut om en insats fattas återstår att avgöra vem som är fiende, vän eller icke stridande. Olika situationer kräver olika sensorlösningar och metoder för identifikation. Rör det sig om stora områden i alla tänkbara väderleksförhållanden duger egentligen bara radar- eller signalspaning. Den sistnämnda metoden ger goda chanser för identifiering förutsatt att objektet sänder någon signal som går att fånga upp. Om inte får man lita till radartechniker.

Identifiering med hjälp av SAR är möjlig med mycket högupplösande metoder. Upplösningen bör vara någon eller några enstaka decimeter. Radarskuggan bakom I målet är informationsrik och kanske omöjlig att gömma. SAR-metoder används för positiv identifiering, åtminstone när målen står fritt. Går det att identifiera objekt som har gömts under maskering i vegetation? Det undersöks av FOI med Lora-systemet med en teoretisk upplösning på cirka tre decimeter. Om objektet måste stå fritt för att kunna identifieras kan problemet lösas via samverkan mellan Carabas och en högupplösande mikrovågsradar utrustad med GMTI. Genom att följa målet, antingen före eller efter att det har gömts i vegetationen, kan den högupplösande GMTI-radarn användas för positiv identifiering.

Målidentifiering med hjälp av radar är en svår forskningsuppgift. Det finns nya idéer på området, bland annat diskuteras bi- eller multistatiska radarsystem. De senare skulle minska sårbarheten genom att sändaren flyttas från stridsområdet medan mottagarna som är tysta görs små och därmed får plats på mindre UAV:er.

Lars Ulander är forskningschef vid FOI:s institution för spaningsradar.

Gungor och karuseller

Den perfekta radarn finns inte. Ska man se genom skogen så missar man detaljerna. Ska man se detaljerna så missar man överblicken. Lösningen är förmodligen en kombination av lågfrekvent och högfrekvent (mikrovåg) radar.

Lasern i centrum

Lasertekniken ger oanade möjligheter. Utvecklingen är stor både när det gäller civila och militära nydaningar. Och när laserteknik kopplas samman med ny optisk teknik uppstår spännande möjligheter. I nästan all militär utveckling har lasern en central roll.

Av Christina Grönvall, Fredrik Kullander, Ove Steinvall, Mikael Lindgren, Lena Klasén och Lars Sjöqvist

Framtidens lasersensorer kan uppfatta lågmålt tal på flera kilometers avstånd, de ser och följer föremål under vattenytan samt detekterar och identifierar B- och C-stridsmedel på långt håll. Framtidens laser kommer också generera en tredimensionell realtidsvideo med centimeterupplösning vilket i sin tur hjälper oss att bygga syntetiska omgivningar. Lasern har oanade möjligheter. Den kan användas för att skicka, lagra och presentera information liksom för att upptäcka, störa eller förstöra sensorer. Andra viktiga tillämpningsområden består av att upptäcka mål och identifiera dem. Fiberoptiska sensorer kombinerar överföringen av information med mätningen av akustiska, seismiska, elektriska och magnetiska signaler både över och under vattenytan. Med laserns hjälp kan vi också mäta temperatur, vind, sikt och relativ fuktighet. Kompletterad med annan optisk teknik utgör laser och optiska sensorer fotonik, hårdvaran i våra informationssystem. Fotonik utgör ett nytt och snabbt expanderande teknikområde och består även blandning av optik och elektronik. Prestandan ska här vägas mot vikt, energiförbrukning och pris. Det är elektroniken som administrerar och lagrar information medan optiken transporterar och distribuerar information, till exempel inom det civila fiberoptiska kommunikationsnätet.

Låg risk för avslöjande

Fri laserkommunikation mellan fasta fiberoptiska system eller mellan plattformar kan utföras med hög kapacitet och med låg risk för avslöjande. Det kan därför med fördel användas vid kontakt mellan ytfartyg och ubåt. I framtiden behövs rörliga och rekonfigurerbara nät som samverkar med fasta nät med hög överföringskapacitet och autonom signalbehandling. Genom att koppla samman passiva och aktiva sensorer kan laserteknik och fotonik innebära nya möjligheter för spaning, identifiering av mål, plattformsskydd och kommunikation.

Två och två kan blir mer än fyra

Med passiva bildalstrande system som baserar sig på infraröd- och annan optisk teknik går det att spana i smyg och dessutom känna igen mål på långt avstånd.

Spaningssensorn, som oftast är passiv, kan styra laserns riktning och sändarfunktion. En aktiv lasersensor ger dessutom information om avstånd och har ofta bättre upplösning på långt håll. Genom att slå samman data från flera passiva och aktiva sensorer går det att förbättra automatiken i sensorerna och de rörliga plattformarnas uppträdande.

I dag produceras laser, passiva infraröd(JR), tv- eller bildförstärkare var och en för sig och sedan görs integreringen av funktioner i efterhand. Genom att från början göra en integrerad lösning kan en billigare och lättare sensor framställas. Framtidens elektrooptiska sensor kombinerar en passiv avbildning med en kort belysning med laser som med hjälp av nanosekundspulser då framställer en bild med cirka 15 centimeters avståndsupplösning i varje bildpunkt. Utomlands utvecklas tredimensionella fokalplandetektorer med tusentals bildpunkter.

N -dimensionell avbildning består av bilddatamängder med avståndsinformation. Det är ett område på stark frammarsch. Här mäts ett stort antal våglängdsband (kanske hundratals) för att skilja målet från bakgrunden men tekniken är beroende av dagsljus. Med hjälp av en avstämbbar laser skulle motsvarande mätningar kunna göras både dag och natt. På så sätt skulle hela registret från visuellt till det termiska IR-området täckas in.

Sensorer i nätverk

Allt mer av spanings- och övervakningsarbetet kommer att skötas av autonoma och obemannade system. För mindre geografiska områden används samverkande sensorer på marken. Akustisk och seismisk teknik indikerar och klassificerar medan bildalstrande sensorer identifierar.

Sensornätverket verkar autonomt och lagrar informationen som sänds vidare i realtid. Varje nod innehåller passiva akustiska eller seismiska sensorer och i vissa noder placeras bildalstrande sensorer. Genom att ha flera akustiska element i varje nod går det att bestämma varifrån ljudet kommer och dessutom styra en bildsensor. Föremålets läge och rörelse bestäms detaljerat när informationen från akustiska, seismiska och optiska sensorer samkörs. Den optiska sensorn är försedd med GPS och nätverket låter sedan en bildsensor ta avståndsupplösta bilder för att identifiera föremålet. Sensornätet på marken kan kommunicera med obemannade farkoster som i sin tur bär bildalstrande sensorer.

Strid i bebyggelse

Urban miljö försämrar sensorernas förmåga. Miljön kan bidra till radioskugga och att sikten är skymd. Med flygburna mätsystem går det att noggrant och snabbt kartlägga topografin i ett område. Snabba optiska länkar skickar sedan informationen vidare till en ledningscentral där realistiska modeller av topografin skapas.

Kommunikation med laser kan användas mellan olika enheter. Genom att utnyttja reflektion från terräng, moln eller till och med klar luft är det möjligt att kommunicera via bruten siktlinje. Länkar kan snabbt etableras om de består av samverkande flygande plattformar, till exempel UAV:er.

Marksensorer kan också användas i stadsmiljö, dock med kortare räckvidd för sensorer och kommunikationslänkar. Det är tänkbart att använda bara en eller några få noder för att se "runt hörnet".

Genom att kombinera IR- och lasersensorer går det att upptäcka moln av rök eller kemikalier. Med laserns hjälp kan molnets innehåll analyseras.

Gott om utmaningar

Med grindad avbildning (se [grafik](#)) och annan 3D-upplöst optisk teknik går det att visa milslånga mätavstånd. Men det saknas algoritmer för att utnyttja avståndsinformationen för detektion och igenkänning. Det krävs mycket forskning på området för bildbehandling för att lösa det. Signalbehandling och sensorfusion kräver stora insatser i takt med att data från alltfler sensorer kopplas ihop.

Laserteknik

Ljuskällan är naturligtvis central i taktiskt laserbaserade sensorsystem. Det krävs nya lasrar med unika egenskaper. Lasern måste bli mer kompakt, få bättre prestanda, bli energisnålare och billigare. Den stora utmaningen består i att ta fram laserkällor för IR-området bland annat för att minska atmosfärens dämpning vid dis och dimma. Kompakta och modulerbara laserkällor med våglängder från 1.5 μm och längre behövs såväl för kommunikations- som sensortillämpningar. Lasrar som strålar vid flera olika våglängder, framför allt i det termiska IR-området (3-5 μm), måste utvecklas för antisensortillämpningar och skydd av plattformar. För vissa sensortillämpningar krävs högkoherenta laserkällor.

Tänkbara ljuskällor är lasrar av halvledare i kombination med fiberoptiska förstärkare eller minilasrar. Koherenta system möjliggör avståndsupplöst vindsondering vilket är av betydelse för flygande farkoster, motmedelsutläggning, vapenkorrektur med mera. En laser med sådana olika funktioner benämns taktisk lidar och innehåller även mätning och igenkänning av "hårda" mål. Utvecklingen av laserdioder på IR-området (så kallade kvantkaskadlasrar) kan innebära att strålning med våglängder kring en tiondel millimeter antingen genereras via direkt modulation eller genom att flera laserfrekvenser blandas. Det innebär fortsatt möjligheten för kommunikation vid dimma med bibehållen hög bandbredd och smal lob.

Med ny laserteknik i det ultravioletta området kan man kan detektera och klassificera biologiska stridsmedel.

När det gäller laser med hög pulsenergi och effekt för angripa sensorer och skydda egna fartyg, fordon och flygplan inriktas forskningen på diodpumpade fasta tillståndslasrar. I ett längre perspektiv utvecklas så kallade fri-elektronlasrar för att generera godtyckliga våglängder med hög effekt. Det dröjer minst tio år innan denna teknik kan användas från rörliga plattformar.

Undervattensspaning

Under vattenytan råder andra förhållanden än i atmosfären och därför har optisk teknik och laserteknik andra förutsättningar. Akustiska och seismiska sensornät kan baseras på fiberoptik. För bildalstrande sensorteknik krävs att våglängden ligger kring 500 nm. Kamerateknik och blå grön laser kan med hög upplösning avbilda den närmaste omgivningen under vattnet i tre dimensioner. Avståndet är begränsat till 10-50 meter vilket förstås beror på siktförhållandet. Det gör den användbar för att till exempel leta minor och navigera undervattensfarkoster.

Flygburna radarsystem kan snabbt spana över vattenytan och dessutom bestämma förekomst och läge för ett objekt av sjöminans storlek ner till drygt 50 meters djup. En blågrön laserradar kan från en plattform under vatten spåra objekt eller botten på kortare avstånd och dessutom användas för kommunikation.

Fotonik

Framtidens fotoniska teknologi medger nästan obegränsad bandbredd i informationssystemen. Civilt är fria laserlänkar för snabb kommunikation en snabbt växande marknad. Optiska minnen som CD och DVD hör till vardagen och display tekniken utvecklas kontinuerligt. Holografiska minnen med stor kapacitet och med snabb access utvecklas ständigt. Integrationen av kommersiell teknik i form av laser, optik och elektronik skapar nya lätta sensorer för en mängd olika ändamål. Det är till exempel intelligenta ytor som noterar och reparerar skadade skrov, biosensorer som känner igen soldatens status, med mera. Alla fotoniska komponenter hämtas dock inte från den civila marknaden. Det finns militära områden som smygande kommunikation, vapenstyrning, målinmätning som alltid kräver militära komponenter. Dessutom är militär miljö som till exempel havsdjup eller höga temperaturer mycket krävande.

Christina Grönvall, Fredrik Kullander, Ove Steinvall, Mikael Lindgren, Lena Klasen och Lars Sjöqvist forskar vid FOI:s institution för lasersystem.

Lasersnitt i tunna skivor

Genom att utnyttja laserns stora förmåga att mäta avstånd kan man "ställa in" sensorer att mäta på ett visst avstånd. Rök och maskeringsnät räddar inte lastbilen från upptäckt när väl sensorn har listat ut på vilket avstånd den ska leta. Sensornätet som först slår larm om uppbtggt av sensorpaket där varje paket utgörs av flera olika sensorer.

Framtidens ubåt läser med laser

Ubåtens styrka är att den kan hålla sig gömd. Ubåtens svaghet är att den är svår att få kontakt med och att den kan röja sig när den sänder. Dessa svagheter kan inte accepteras i det framtida nätverksbaserade försvaret.

Bygg försvaret runt en stark kärna

Stater har ofta en begränsad föreställning om i vilka situationer ett försvar kan behövas. Det är naturligtvis svårt att förutspå det osannolika - men det är då försvaret kan behövas. Det är viktigt att studera många olika uppgifter för det svenska försvaret främst på sikt men även i närtid. Det borde gå att skapa ett försvar som har en liten kärna av hög kvalitet och beredskap som täcker de närtida behoven samt att bygga in handlingsmöjligheter för olika utvecklingar.

Av Jan Foghelin

Det brukar hävdas att militärer förbereder sig för en upprepning av föregående krig. Det ligger en del i påståendet och det gäller inte enbart för militärer. Successivt har Vietnamkriget, Gulfkriget, Kosovooperationerna och nu senast terroristattacken mot USA den 11 september bildat mönster för framtidens krig och konflikter. Det går inte att utesluta att framtidens väpnade konflikter också ser ut som gårdagens men som enda tänkbara antagande är resonemanget riskabelt. Det krävs förberedelser för ett väsentligt mycket vidare spektrum av tänkbara konfliktformer.

På 1800-talet blomstrade teorier om hur länder utvecklades linjärt över tiden mot allt högre former och ideal. På ungefär samma sätt existerar idag teorier om hur länderna successivt mognar in i olika stadier där såväl konflikternas orsaker som former utvecklas. Länder i Västeuropa befinner sig till exempel i en postindustriell fas där territorier är mindre intressanta som orsak till konflikter och väpnat våld mindre intressant som medel.

De moderna orsakerna till konflikter finns snarare på det ekonomiska området och ett exempel på moderna medel är informationsoperationer av olika slag. Men det finns åtminstone två problem med den här typen av teorier när det gäller våra förberedelser för konflikt. Först och främst kan vi råka i konflikt med länder eller aktörer som inte befinner sig på samma utvecklingsnivå helt enkelt. Där är anledningen till konflikt och de medel som används inte desamma som våra. Det uppstår en typ av asymmetrisk konflikt. När det gäller medel finns ingen enkel hackordning som att till exempel det mest moderna också är bäst. Möter vi konventionella vapen med krigföring på informationsnivå kommer vi förmodligen att förlora. Det andra problemet är utvecklingen som inte alltid är linjär utan kan, regrediera, det vill säga återgå till ett tidigare stadium. Ett exempel på detta är konflikterna på Balkan under 1990-talet. Vi kan uppenbarligen inte utgå från att framtidens konflikter kommer att bedrivas på ett "civiliserat" sätt. Inte ens i Europa.

Nya typer av konflikter och situationer där våld används tycks komma mycket överraskande. Men i en analys av olika konfliktmönster går det ofta att spåra en utveckling som härstammar ganska långt tillbaka i tiden. Händelserna i USA den 11 september har till exempel sina rötter i en terrorism som kan spåras åtminstone ett decennium tillbaka. Terrorismen i allmänhet har funnits under ett sekel. Därmed inte sagt att det var möjligt att förutse den exakta tidpunkten eller de medel som terroristerna använde. Men att nu försöka urskilja eventuella nya aktörer och medel är således en viktig uppgift för att skapa en god uppfattning om framtiden.

Sammanfattningsvis bör vi förbereda oss på ett vitt spektrum av framtida konflikter. Vi kan egentligen bara utesluta sådant som är tekniskt omöjligt under den aktuella perioden eller som beroende på mycket stabila politiska strukturer får anses vara omöjligt.

Modernisering av försvaret

Försvarsmakter kritiserar ofta för att vara konservativa och föga förändringsbenägna. Kritiken är ofta berättigad. Men det finns dock anledning, i ett tidevarv då tron på att ny teknik skall lösa alla problem ("technological fixes"), att varna för en övertro på just nya tekniska lösningar. Väpnade konflikter är mer komplicerade och det är inte alls säkert att den part som förfogar över den senaste tekniken alltid vinner. Det går inte att lita på oprövad (i meningen oprövad i ett verkligt krig) teknik. En successiv förnyelse där en blandning av gammalt och nytt ingår är nog det bästa sättet att modernisera. För viktiga system, som till exempel ledningssystem, måste det också finnas äldre typer att tillgå om det moderna systemet av något skäl inte fungerar.

Framtidsbedömningar

Tekniska och ekonomiska bedömningar spelar ofta en viktig roll vid bedömning av framtiden på försvars-

och säkerhetspolitiska områden. Rätt så. Bedömningar på de här områdena är ofta uppdaterade i rimlig utsträckning i försvarsdebatten.

Vad som däremot ofta inte alls är uppdaterat i debatten är mer allmänna värderingar och bedömningar angående våra kapacitetsbehov med mera. Ofta förekommer då argument kring försvarsindustri, personalsystem, anpassningsförmåga med mera som var relevanta på 40- och 50-talet.

Därför efterlyses mer konsistens och konsekvens i försvarsdebatten. Ofta betonas betydelsen av säkerhetspolitiska organisationer som FN, EU och Nato. Att tillhöra den ena eller andra organisationen tillmäts ofta stor betydelse. Frågorna är säkerligen viktiga men dock bör i sammanhanget noteras att EU och Nato har genomfört få operationer och är relativt oprövade. Hur de kommer att fungera efter de stundande och väsentliga utvidgningarna är inte heller lätt att veta.

Som ett komplement till diskussionerna om organisationernas utvidgning bör också strukturella problem som kan orsaka konflikter i Europa och närområdet studeras ingående.

Förebyggande åtgärder

Det är enkelt att inse och förstå att förebyggande åtgärder som är lyckade också är lönsamma. Det finns dock ett antal problem för att få dem till stånd.

Antalet konflikter som potentiellt kan få en allvarlig utveckling är stort. Hur prioriterar man mellan dessa när det gäller olika typer av åtgärder? När det en gång är bestämt är det ofta inte helt lätt att välja medel. Särskilt om valet består av tvingande medel av olika slag. Då uppstår alltid kritik mot att just dessa medel används i stället för mjukare. Uppenbarligen bör mer göras på det förebyggande området men det gäller också att inse svårigheterna.

Rustningskontroll och nedrustning är viktigt och särskilt gäller det massförstörelsevapen. Sett till resultatet går det att konstatera att dagens metoder, åtminstone som enda medel, har nått vägs ände. Mer tvingande åtgärder såsom preemptiva attacker är nödvändigt som komplement under vissa omständigheter.

Det finns naturligtvis ett politiskt och moraliskt dilemma i allmänhet med förebyggande åtgärder och särskilt gäller det tvingande åtgärder. I det allmänna rättsmedvetandet finns normalt en föreställning om att ingen skall dömas innan ett brott har begåtts. Men om förebyggande åtgärder ska ha någon verklig effekt bör de sättas in redan innan brott har begåtts eller en rättsprocess har ägt rum (till exempel brott mot mänskliga rättigheter eller en rustningskontrollöverenskommelse).

Den svenska säkerhetspolitiken

Målet för den svenska säkerhetspolitiken anges i den nya doktrinen: "Sveriges säkerhetspolitik syftar till att bevara fred och självständighet för vårt land, bidra till stabilitet och säkerhet i vårt närområde, samt stärka internationell fred och säkerhet".

Det finns en kontinuitet när det gäller övergripande mål. Det nya är kontexten (det kalla krigets slut, internationaliseringen, EU-medlemskapet).

Vilka är då uppgifterna för det svenska försvaret? I debatten brukar man skilja på två synsätt: hotstyrning och uppgiftstyrning (eller förmågestyrning). Hotstyrning innebär att försvarets uppgifter genereras även politiskt vald delmängd av hot som kan riktas mot Sverige. Hoten konkretiseras i form av säkerhetspolitiska scenarier och exemplifierande angrepp.

Uppgiftstyrning i sin tur innebär att politiska beslut om vad försvaret skall ha för kapacitet på några valda ambitionsnivåer fattas. Generiska fall (fall konstruerade utan att utgå från någon viss aktörs vilja och resurs) kan utnyttjas. Uppgiftstyrning har blivit mer omhuldad sedan det kalla krigets slut, då också mer omedelbara hot försvann. Ett problem med det uppgiftstyrda försvaret är att finna en god grund för ett politiskt ställningstagande vid valet av kapacitet och ambitionsnivå. Behöver vi över huvudtaget en ubåtskapacitet? På vilken nivå skall vårt luftförsvar befinna sig?

USA har i sitt senaste försvarspolitiska dokument (QDR från hösten 2001) presenterat uppdragsstyrning som har sin grund i riskgardering. Det innebär en annan form av uppdragsstyrning än den många i Sverige hävdar. Det centrala består av att bedöma risker i form av potentiella hot utan att bestämt peka ut en aktör. Sådana hot vill man kunna försvara sig mot. Det är ett rimligt och logiskt resonemang även i Sverige. Vad kan från rent tekniska och räckviddsmässiga utgångspunkter vara av intresse att försvara oss emot? En sådan analys i form av olika scenarier och utvecklingar borde utgöra en bättre grund för politiska beslut om behovet av kapaciteter. Bättre grund än den nuvarande bedömningen som saknar tydlig redovisning av underlaget.

Tidsmässig avvägning

Under senare år har intresset för försvarets effekt i närtid varit låg. Fokus har i stället legat på att bygga upp kapaciteter på lång sikt och lägga ner förband som inte behövs i framtiden. Dock finns det viktiga uppgifter i närtid och dessa får inte försummas. Större intresse måste knytas till de förband som behövs för att lösa de kommande årens uppgifter. Att ha god beredskap, personal och materiel som behöver övas för sina uppgifter.

För framtiden (tioårsperspektiv eller ännu längre) måste optioner skapas för olika valda kapaciteter. Det är inte lämpligt att inrikta sig på en struktur år tio. Osäkerheten om uppgifter, kostnader med mera blir för stor för att det skall vara en god ide och skapa en avvägd struktur i det här tidsperspektivet (avvägd mot vad dessutom?). Däremot behövs en tydlig inriktning av operativa förband som skall vara användbara under tiden närmast efter ett försvarsbeslut (tre-fem år).

I den osäkerhet beträffande uppgifter som föreligger är anpassningsförmåga synnerligen viktig. Möjligheten att skapa en sådan på olika områden (personal, materiel) och i olika tidsperspektiv måste utnyttjas. Olika åtgärder för att under den närliggande planeringsperioden (tre-fem år) skapa handlingsfrihet bör redovisas.

Territoriell integritet

Vi måste ha förmågan att övervaka vårt territorium. Kapaciteten måste vara av flera slag eftersom kränkningar kan komma från olika aktörer med olika plattformar.

I närtid (de närmaste åren) behöver vi främst kunna försvara oss mot angrepp från luften och cyberrymden. Och genom luften är det inte enbart flygplan utan också olika typer av robotar och obemannade farkoster (ballistiska missiler, kryssningsmissiler, UAV) som kan komma. Vi behöver också en begränsad förmåga (mätt i antal förband medan kvaliteten måste vara hög) för att försvara oss mot angrepp över hav och på land. Icke-konventionella vapen kan komma att användas mot oss.

Av säkerhetspolitiska och tekniska skäl kan försvarsuppgifterna förändras och/eller utvidgas på kortare eller längre sikt. För att en nödvändig anpassning skall lyckas måste tiderna för att genomföra förändringar reduceras avsevärt (allt från politiskt beslut till anskaffning av materiel).

Internationella operationer

Sverige skall kunna ställa upp tillsammans med andra länder i olika internationella operationer.

- Geografiska områden:
Europa: Fred och stabilitet är inte givet.
Väpnade konflikter kan uppstå på andra ställen än Balkan. Europa är viktigast för oss.
Europas närområde: Såväl Nordafrika som Mellersta Östern är områden med stor konfliktpotential. I flera avseenden är de viktiga för oss. Asien och Afrika söder om Sahara.
- Aktörer:
Stater.
Grupperingar inom stater.
Övriga icke-statliga aktörer såsom terrorister.
- Typ av konflikt:
Allt från high-tech konflikter till mer gammaldags typ. Svenska bidrag till olika "coalitions of the willing" kan vara av olika slag. Viktigt är att vi uppfattas som lojala medlemmar som ger uppskattade bidrag. Bidrag kan dessutom ge oss ett inflytande vid de operationer som genomförs.
- Kriterier för val av förband som vi bidrar med:
Förband som vi ändå behöver för vårt nationella försvar. Det finns flera fördelar med den här typen. Det blir billigare. Vi kan öva/utveckla förband. Vi kan särskilt erbjuda förband som vi anser vara särskilt viktiga för vårt försvar eller som bedöms vara efterfrågade.
Problemet med ovanstående kan vara att vi erbjuder ungefär samma typ av förband som de flesta andra. Ett alternativ eller komplement kan vara att söka förbandstyper som täcker allvarliga brister i olika tänkbara funktioner. Till exempel för elektronisk störning, underrättelseverksamhet eller vissa typer av specialförband.
- Krishantering
Kriser kan vara av många slag. Det är viktigt att den krishantering som sker inom försvarsbudgetens ram ägnas åt kriser som anses vara allvarliga för riket. Annars kommer försvarsbudgeten i stället snabbt att ägnas åt snöröjning i centrala Stockholm, familjerådgivning, översvämningar i Fyrisån med mera.

EU och Nato

Ett eventuellt svenskt Nato-medlemskap lyfts ofta upp som en avgörande vägvalsfråga. Den är

emellertid inte alls lika viktig i dag som under det kalla kriget. Nato har förändrats sedan det kalla krigets slut. Vår säkerhetspolitiska situation har förändrats. Medlemskapet i EU har inneburit förändringar i säkerhetspolitiken. Det är svårt att se att ett svenskt medlemskap också i Nato skulle innebära någon större förändring när det gäller inriktning och omfattning av vårt svenska försvar.

Sverige behöver under alla omständigheter ett allsidigt försvar som förmår att skapa en plattform för internationella optioner. Detta gäller även sedan de Baltiska länderna har gått med i Nato och även om vi gör detsamma. Nato gör normalt anspråk på att länder skall lämna ett substantiellt bidrag. För de baltiska länderna kommer troligen Nato:s övriga medlemmar att ha ett visst överseende på den punkten.

Självfallet är frågan om ett svenskt Natomedlemskap inte betydelselöst. Några kommentarer till de argument som anförs i Natodebatten:

Inflytande

Det har anförts att vi skulle kunna ha större inflytande på Nato om vi stod utanför. Ett argument som förefaller märkligt och inte överensstämmer med diskussionerna i samband med det svenska medlemskapet i EU. Rimligtvis får vi som medlem större möjligheter att påverka Natos inriktning och beslut. Nato kommer under överskådlig tid vara den tunga organisationen i vår del av världen när det gäller militär kapacitet. Inflytande kan därför vara viktigt.

Artikel 5

Argumentet skulle vara att vi kan tvingas ställa upp och försvara Natoländer vare sig vi vill eller ej. För det första kan man konstatera att artikel 5 ej är tvingande. För det andra har utrikesministern konstaterat att vi inte kan vara passiva om något EU -land anfalls ("svårt att föreställa sig att Sverige skulle förklara sig neutralt i händelse av ett angrepp på något av de länder som är, eller inom kort kommer bli, medlemmar i unionen"). Skillnaden mellan EU- och Nato-medlemskap skall inte överdrivas.

Kärnvapen

Vissa Nato-länder har kärnvapen. Att vara med i en militärallians som innehar kärnvapen kan anses vara emot Sveriges traditionella politik om nedrustning/avrustning på kärnvapenområdet. Ett motargument kan framföras. Det hot som vi har svårast att möta är just kärnvapenanvändning mot Sverige. Nato-medlemskap skulle ha en avskräckande effekt för sådan användning (åtminstone mot statliga aktörer).

Vår historia

Vår historia har stor betydelse för attityden till alliansmedlemskap. Förutsättningar ändras dock och även om politiken som tidigare har förts har tjänat oss väl måste den ständigt omprövas i en föränderlig värld.

Jan Foghelin är chef för FOI:s avdelning för försvarsanalys.

Att ha och inte ha

För att klara av de uppgifter som försvaret kan ställas inom de närmaste åren behövs en liten men stark kärna. Det är svårt att planera för det osannolika och det är då försvaret behövs. Vid sidan av kärnan kan man skapa olika handlingsmöjligheter som blir grunder att bygga vidare på.