

Fig 2: Fällning från flygplan av IR-facklor, där dessas momentant större strålningsintensitet drar till sig avfyrad flentlig IR-robot.

# TELEKTRIGFÖRING

DEL **2**

**Stör-  
& motmedel  
från mark  
hav och luft**

☆☆ I FLYGVAPENNYTT nr 3/79 behandlades de vanligaste förekommande störformerna i första hand mot pulsradar. Dessa motmedel resulterade i att man från konstruktörshåll försökte hitta på nya radartyper eller signalbehandlingsmetoder. Denna utveckling pågår fortfarande och har resulterat i konstruktioner som t ex monopuls- och pulsdopplerradar, hoppfrekvensradar samt spanings- och följeenheter av "icke-radar"-typ. Man förser också olika enheter med störskyddskretsar (på engelska ECCM – Electronic Counter Counter Measure), som kan väljas efter behov. En del av de tidigare behandlade störformerna kan således på detta sätt elimineras eller fås att bli mindre verksamma. Det skulle här föra för långt att i detalj gå igenom alla olika konstruktioner och deras effekt mot olika störformer. Man kan emellertid konstatera, att störskydd inte är gratis. Konstruktionerna blir dyrare och mer komplicerade och användandet av störskydd sätter oftast ner någon ursprungligen bra parameter, t ex räckvidd eller noggrannhet. ☆ I denna den andra "motmedelsartikeln" visar författaren, byrådirektör BO FRÖSSLING (FMV), på några störformer som ligger utanför radarområdet eller är av något mindre traditionell typ. ☆ Avsnitt tre publiceras i nr 2/80. ☆☆☆

# ... men ökade störinsatser medför även egna telekonflikter



Fig 1: Exempel på (fransk) störsändare mot kommunikation.

**Kommunikationsstörning.** — För ledning av t ex jaktflyg behövs någon form av samband mellan radarstation/ledningscentral och flygplan. Om nu radarstationen på något sätt kan undgå störning, blir denna förbindelse ett viktigt störmål. Även kommunikationsstörning kan förekomma i såväl maskerade som vilseledande form.

Den *maskerade* störformen består, som i radarfallet, huvudsakligen av krafigt brus — med eller utan tonmoduleringar. Moduleringarna kan justeras till typ, frekvens och sammansättning för att vara så effektiv som möjligt. Avsikten med denna typ av störning är givetvis att dränka så mycket av den nyttiga signalen som möjligt. Beroende på störobjektet kan signalen (som tidigare) vara smal- eller bredbandig. — (Fig 1.)

Den *vilseledande* kommunikationsstörningen består huvudsakligen i falska meddelanden av olika slag. I t ex jaktstridsledning med tal kan en fientlig sändare gå in på samma frekvens och ge falska kommandon om nya kurser, farter, mål m m. En förutsättning för att detta skall lyckas är att röst- och sändningsljuden i övrigt är så lika originalet som möjligt, annars kan föraren lätt genomskåda det hela.

Ett sätt att komma förbi detta är att spela in trafiken under en längre tid före och sedan åter sända ut lämpliga delar vid rätt tidpunkt.

● ● När det gäller digital överföring, dvs pulser som kodats på speciellt sätt, kan en sändare gå in och sända extrapulser av samma typ och därvid göra meddelandet obegripligt eller helt blockera mottagaren. Det senare beror på att meddelandet normalt innehåller en mängd extrabitar som måste vara på rätt plats för att det skall accepteras av mottagaren — om inte anses meddelandet vara falskt. — Detta sätt att störa en dataöverföring är ett mellanting mellan maskerade och vilseledande typ.

Det finns givetvis flera sätt att försöka minska störningens inverkan. T ex genom komprimerande snabbsändningar, starkt riktade sändningar, hög effekt, korta överföringsavstånd med relästationer osv. Till alla dessa sändningsvarianter finns det också skraddarsydda störmetoder, som mer eller mindre framgångsrikt förmår störa förbindelsen.

Störsändaren kan placeras på marken i fordon eller vagn. Men den kan givetvis också bäras av en flygburen plattform, t ex en helikopter. Den markbaserade utrustningen

kräver ofta större uteffekter. Men den kan i gengäld utföra mer krävande och effektiva motmedelsinsatser genom större tillgång på operatörer.

## IR-motmedel.

— Motmedel i den här gruppen är framför allt avsedda för att störa jakt- eller attackrobotar med IR-målsökare. IR-målsökaren på en robot är en passiv enhet, som riktar in sig mot objekt som är varma och som avviker i temperatur mot omgivningen. I flygfallet är det i första hand motorutlopp och området närmast detta. Förbättrade kylta IR-målsökare kan också ta uppvärmda skrovdetaljer såsom vingframkanter och radomer eller också motorinstallationer på fartyg eller markfordon. IR-motmedel är i huvudsak av vilseledande typ men även andra typer har diskuterats.

Det vanligaste IR-motmedlet på flygplan i dag är den *vilseledande IR-facklan*. Den består av en brinnsats (ganska lik en fyrverkeripjäs), som under en kort stund ger högre värmestrålning än motorn. Facklorna fälls kontinuerligt då föraren befarar att en robot med IR-målsökare har skjutsits eller kan skjutas mot honom. En IR-målsökare som låst på motorutloppet tenderar då i stället ▶

att följa den ännu varmare IR-facklan, som faller ner mot jorden. När facklan sedan (efter ett antal sekunder) slocknar är det svårt eller omöjligt för roboten att åter låsa på flygplanet. IR-facklorna är relativt små – ca 20 cm långa och 5 cm i diameter. På mindre attackflygplan placeras de i speciella kapslar medan större flygplan kan ha ett invändigt förråd. (Fig 2.)

● ● De maskerade IR-motmedlen är ännu inte operativa, men försök pågår och en del teorier har beskrivits. Den aktiva metoden skulle kunna gå ut på användning av en sk FAE-laddning (fuel-air-explosives). Det är i princip ett moln av bränsle som släpps ut bakom flygplanet. När det nått tillräcklig storlek och kommit en bit ifrån flygplanet antänds det, varvid flygmotorn helt döljs av det brinnande molnet.

En passiv metod skulle vara att släppa ut någon typ av ämne eller partiklar som reflekterade och spred ut värmestrålningen till ett diffust moln bakom flygplanet. Denna senare metod är ännu bara beskriven i teorin.

IR-facklor används också av marinen och kan skjutas upp från fartyg med hjälp av raketer. Som tidigare visats kan dessa också blandas med remsraketer.

Även de tidigare beskrivna skenmålen för marinen förses ibland med IR-källor, som där ska simulera motorinstallation och rökgasutsläpp. Detta för att ytterligare försvåra för en attackpilot att särskilja riktiga och falska mål.

En annan metod att försöka minska risken för träff med IR-styrda robotar är kylning och skärmning av varma utloppsdelar. Relativt goda resultat har med denna metod uppnåtts hos helikoptrar, som annars är sårbara för tex små lv-robotar med IR-målsökare.

**E**ngångsstörsändare. – Detta är en relativt ny teknik som blev mer känd först i och med Vietnam-kriget. De kallas på engelska "expendable jammers" och är avsedda att fällas i stort antal från flygplan. Själva sändaren är relativt liten (ca 1 dm<sup>3</sup>) med en antenn i form av band eller trådar som fälls ut vid fällningen. Uteffekten och livslängden är givetvis mycket begränsade. Detta kompenseras genom att de fälls mycket nära störobjektet och att de kan programmeras att starta på olika tidpunkter. Störsändarna är troligen huvudsakligen av typ maskerade brus och kan

användas mot såväl radarstationer som radioförbindelser. – (Fig 3.)

Störsändare av den här typen kommer troligen att få en stor betydelse i framtiden. De kommer att bli allt mindre, effektivare och "smartare". Kanske kan de komma att skickas in i stridsområdet med hjälp av kanon eller granatkastare likaväl som med någon raket eller robot.

**RPV-störsändare.** – Bruket av RPV-plattformar (Remotly Piloted Vehicels), dvs fjärrstyrda eller programmerade små förarlösa flygplan, är ännu bara i sin linda. Än så länge diskuteras främst deras användning som spaningsplattform, men de passar också utmärkt som bärare av motmedel. I dessa RPV-plattformar kan givetvis samtliga av de tidigare diskuterade motmedelstyperna medföras. Det är emellertid troligast att RPV i första hand kommer att användas som bärare av kommuni-

kationsstörare och små maskerade brusstörsändare. En av fördelarna med RPV är att de kan sändas in i ett område där nedskjutningsrisken är stor men där störinsatsen blir mycket effektiv. Sedan kan den ligga där tills den blir nerskjuten eller dess aktionstid är slut, då den ersätts med en ny. (Fig 4.) RPV behöver inte vara ett avancerat "modellflygplan". Det finns också små helikopterliknande plattformar, som är förankrade med en kabel i t ex ett speciellt fordon. Om dessa utrustas med en störsändare mot samband och skickas upp i trädtopphöjd eller högre, erhålls en betydligt större effektivitet än med marksändare.

**S**ignalspaning/varnare. – För att en insats med aktiva störsändare skall vara effek-

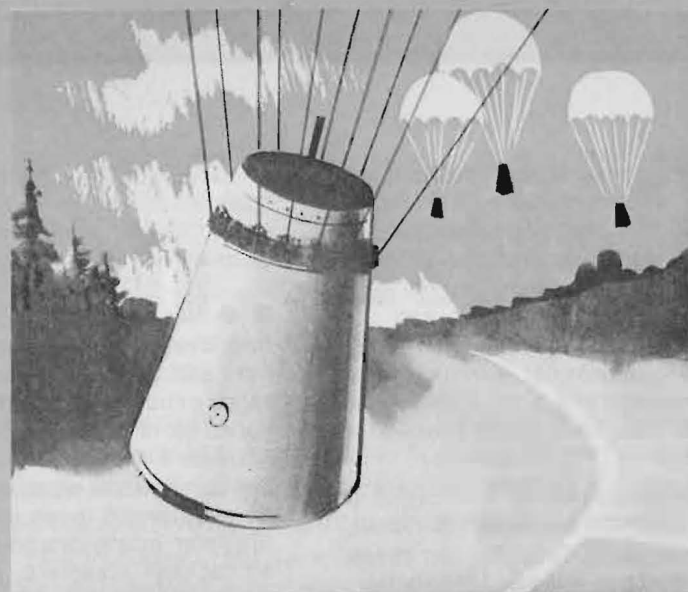


Fig 3: Engångsstörsändare. Halvledarkomponenter och integrerade kretsar har gynnat massinsats av ungefär knytnävstora störsändare, som fälls från luften.



Fig 4: RPV av denna typ (E-systems E-75) kan vara en aktuell plattform för motmedelsinsats. E-75 – som kallas LCEHV/Low Cost Expendable Harassment Vehicle – skall kunna ligga/sväva omkring över ett målområde upp till ca 6 tim med en last av ca 14 kg.

tiv (eller ens möjlig) behöver man känna till den signal som skall störras ut. Man måste också kontrollera med jämna mellanrum om t ex den radar man tänker störa ligger kvar på den tidigare frekvensen. Har radarn (som ett störskydd) flyttat sig i frekvens, måste störutrustningen följa efter. Detta skall helst ske automatiskt, ev med viss övervakning. Den här funktionen sköts i vissa fall av den etablerade signalspaningen. Där har man ständig kontroll på olika frekvenser hos motståndaren och kan därigenom inrikta viss del av störinsatserna. Modernare störsändare har förmågan att själva kontrollera att störobjektets frekvens inte ändrar sig. Om så skulle ske, flyttar den sig efter så långt som dess eget frekvensområde tillåter. Detta tillgår förenklat så, att störsändaren gör små uppehåll i sändningen (normalt

1–10 ggr/sek) och kontrollerar störobjektet. Finns radarn inte kvar, börjar störsändaren svepa över hela frekvensområdet tills den åter hittar radarn och stör sedan på den nya frekvensen.

I de flesta flygplan finns i dag en enklare variant som kallas radarvarnare. Det är ju inte ett motmedel i traditionell bemärkelse, men utrustningen integreras mer och mer i den totala bilden av motmedel/störskydd.

● ● Den äldsta och enklaste varianten av varnare har en liten antenn riktad bakåt. Den är kopplad till en mottagare som täcker i stort sett hela radarbandet. Om flygplanet anfalls bakifrån av ett annat flygplan som använder sin radar, kommer en del av radarstrålningen att tas emot av varnaren. Det resulterar i att föraren får en varningssignal, t ex att

en ton hörs i hörlurarna. Tonens höjd och periodicitet är beroende på den bestrålade radarns prf (pulsreplikationsfrekvens) och avsökningsmönster. Föraren kan därigenom få en viss uppfattning om radarn befinner sig i spaningsmod eller i följemod samt kanske också vilken typ det är.

I och med att anfall numer är möjliga från alla riktningar (inte bara bakifrån), har antalet varnare måst utökas. Ett flygplan har i dag vanligen 4–6 fasta antenner eller ett fästjämförande antennsystem som täcker varvet runt. — (Fig 5.)

Hos föraren har tonvarningen kompletterats med en lamptabla som visar strålningsriktningen i t ex 90°- eller 60°-sektorer eller, vid fästjämförande system, ett litet 'scope' med en elektronisk visare som anger "exakt" riktning. Med hjälp av denna information kan föraren vidta motåtgärder i form av undanmanövrar och/eller igångsättande av motmedel för egenskydd, t ex remsbuntar eller störsändare.

● ● I och med utvecklingen av mikrodatorer och halvledarminnen har man i de modernaste varnarsystemen byggt in ett "hotbibliotek". Man har lagrat information om de strålningskällor som flygplanet kan tänkas möta. När sedan en signal tas emot av varnaren, jämförs den med biblioteket och namnet på radarn eller flygplanet presenteras för föraren. Tillsammans med det ovan nämnda riktningsscopet kan föraren få en bra bild av var olika flygplan/strålare ligger runt omkring honom. De parametrar som används för att särskilja olika objekt är framför allt bär- och pulsfrekvens samt avsökning.

Genom att jämföra signalnivån mellan de olika signalerna (ev kompletterat med uppgifter från biblioteket) kan också ett relativt avståndförhållande presenteras. Det sker i radiell-led på scopet. (Fig 6.)

De större bomb- och attackflygplanen samt signalspanings- och motmedelsflygplanen har ännu bättre varnarsystem, där gränsen till ren signalspaning blir flytande. Man har där tillgång till betydligt större datorer och informationen presenteras mycket detaljerat på speciella TV-skärmar.

En utveckling av motmedelssidan blir sannolikt att den kopplas ihop och styrs av varnare/hotbibliotek, så att en selektiv och optimal störinsats automatiskt kan göras för varje för flygplanet fientligt objekt.

● I och med tillkomsten av IR-spännare och robotar med IR-målsökare har behov uppkommit att kunna

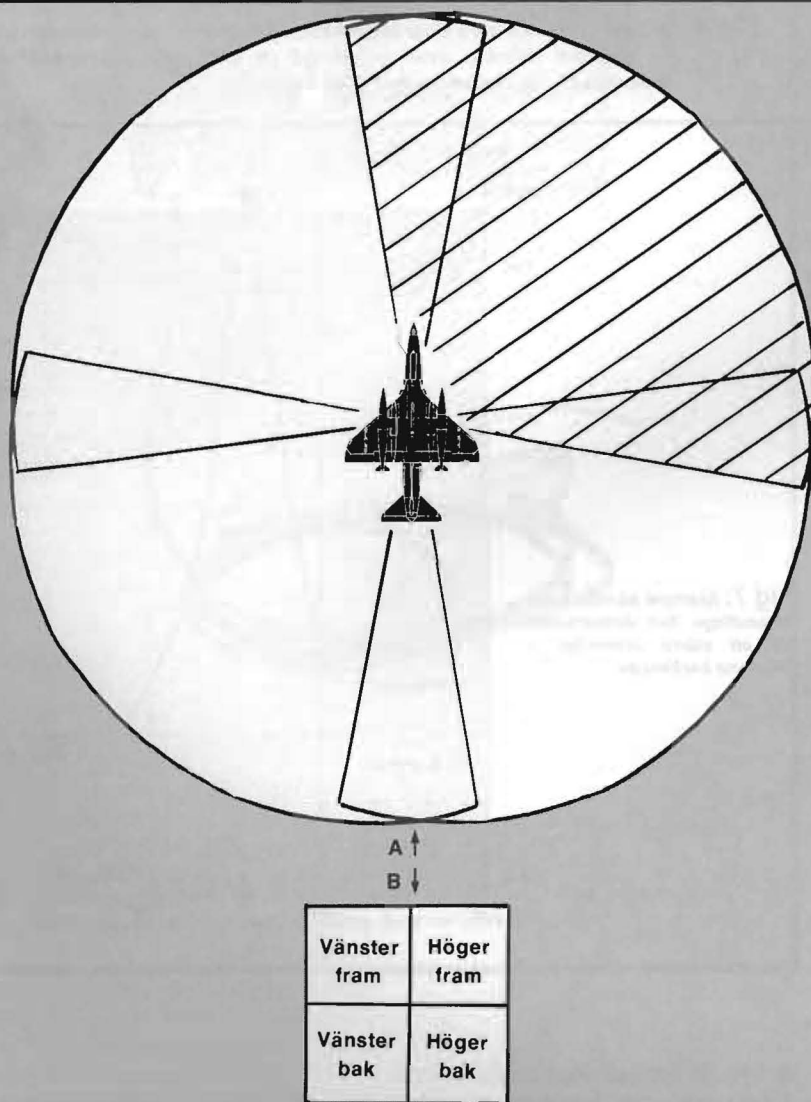


Fig 5: A) Exempel på radarvarnare hos fpl. Varnaren ger information i 4 sektorer — vardera något större än 90° för att ge överlappning. Sektorn 'Höger fram' är streckad. — B) Under ses möjlig presentationsform med lampor som lyser då signal tas emot. Skulle målet ligga t ex rakt bakom fpl, då lyser såväl lampan 'Vänster bak' som lampan 'Höger bak'.

detektera ett anfall på annat sätt än genom radarvarnare. Det gäller att kunna känna av IR-strålningen från t ex en robots raketmotor. Sådana varnare kallas robotskottvarnare. Försök härmed pågår på flera håll i världen. Det är dock osäkert om något fullt utvecklat system ännu är operativt.

**R**adarkamouflage. — I denna och efterföljande punkt behandlas två metoder som inte är motmedel i traditionell mening, men som ändå syftar till att minska eller förhindra användning av just radar. Som tidigare nämnts har praktiskt taget alla objekt egenskapen att reflektera radarstrålning. Man säger, att ett mål har en viss ekvivalent radarmålyta och den mäts i m<sup>2</sup>. Ett stort mål (t ex en kryssare) kan ha målytan 10.000 m<sup>2</sup>, medan ett litet mål (t ex ett ensamt flygplan av Draken-typ) ca 2 m<sup>2</sup>. Målytan varierar också kraftigt med aspektvinkeln, dvs om man ser t ex flygplanet framifrån eller från sidan. Eftersom en radars räckvidd är direkt proportionell mot fjärde roten ur den ekvivalenta radarmålytan (dvs en halvering av målytan ger ca 16 proc minskning av räckvidden),

● En ny teknik, som man börjat experimentera med, är att klä vissa kritiska delar av flygplanet med ett speciellt *radardämpande material*. Detta skikt, eller radarkamouflage, är ganska tjockt och dessutom känsligt för vind- och vattenerosion. Det gör att det inte kan appliceras överallt som en färg utan måste helst ingå i konstruktionen redan från början. Man kan säga att ersättningen av vissa metallkonstruktioner i t ex roder med andra av kol- och borfibrer inbakat i epoxi är ett led i denna utveckling, även om huvudsyftet här har varit att spara vikt. Ett modernt flygplan kan i dag innehålla ca 20 proc epoxi-material. Utvecklingen är i stigande. — Vad man främst försöker dämpa är den diffusa strålningen från luftintag och förarkabin men också den kraftiga reflexen från den framåtriktade radarn samt ev robotars antenner. Man är också i första hand intresserad av att dämpa reflexerna i framifrånsektorn, dvs ut till ca 60° från nosen räknat. Enligt teorierna skall målytan kunna minska från ca 5 m<sup>2</sup> till 0,5–1 m<sup>2</sup>. Räckvidden hos en radar skulle därigenom kunna minska till ungefär hälften. — (Fig 7.)



Fig 6: Modern radarvarnare visar information på ett litet instrument (scope) — förutom riktning även pulsängd (N eller W), pulsrepetitionsfrekvens (0–9) och våglängd (E, G, I eller J).

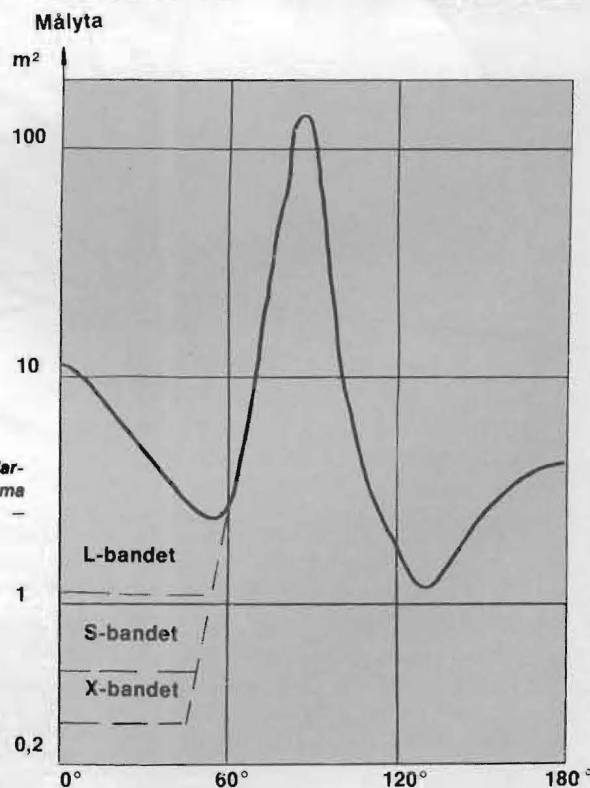


Fig 7: Exempel på vad radarkamouflage kan åstadkomma för ett större attack-fpl. — (Värderna beräknade.)

● ● Förekomsten av radarkamouflage hos olika moderna flygplan är omgärdad med stor sekretess och inga egentliga uppgifter om mängd, placering eller effektivitet finns tillgängliga. — Det är emeller-

tid troligt, att den närmaste generationen avancerade attackflygplan till en del kommer att ha ett visst radarkamouflage och att det i framtiden allt mer blir en standardutrustning.



**Fig 8:** Liten radarvarnare (typ AN/PSS-10) avsedd för att bäras av soldater som skydd mot radarsökning över stridsfält.

**S**ignalsökande robotar. — Denna typ är en vanlig attackrobot försedd med en speciell målsökare som känner av den ut-

sända radarsignalen. Ett i sig aktivt vapen är ju egentligen inte något motmedel. Men den kan ändå tas med, eftersom den är speciellt tillverkad för att slå ut radarstationer eller ev andra viktiga sändare.

Målsökarna är i princip en signalspaningsmottagare som avstäms för den radar man vill bekämpa. Målsökaren känner sedan av riktningen till antennen och uppdateras varje gång som radarn sveper över roboten. Till skillnad från andra robotar får den här allt noggrannare målinformation ju närmare den kommer, varför träffsannolikheten blir mycket stor – om inte motåtgärder sätts in. Den enklaste och effektivaste motåtgärden är att stänga av stationen. Därvid har motståndaren i praktiken uppnått samma syfte som vid de andra störmetoderna, nämligen att ingen användbar bild produceras av radarn.

Det finns andra sätt att försöka undvika bekämpning av signalsökande robotar, t ex flera altemnerande stationer eller extra sändare i närheten. Dessa metoder ställer emellertid relativt stora krav på samordning. Och blotta vetskapen om att motståndaren förfogar över signalsökande robotar komplicerar och fördyrar radarmaterielen och dess användning.

**S**ammanfattning. — I dessa två artiklar har gjorts försök att ge en bild av de väsentligaste bitarna i motmedelskomplexet. Det finns mer komplicerade typer av tex störsändare. Man har på radar- och sambandssidan tagit fram störskyddsmetoder eller andra sändningstyper som i vissa fall neutraliserar en del motmedel. Den ständiga kampen mellan medel och motmedel fortgår allt intensivare och till allt högre kostnader för båda sidor. Man strävar på medelssidan att utföra spaning eller målföljning med flera olika sensorer samtidigt, s k *multisensorteknik*. Man kan tänka sig kombinationer av radar + IR, aktiv + passiv radar, IR + optik m m, m m. Allt detta för att säkerställa funktionen om någon störning skulle vara igång. Detta har givetvis till följd att motmedelssidan nu är i färd med att konstruera sammansatta motmedel för dessa multisensorer. Det är svårt att säga vilken sida som har försprånget i dag, men sannolikt har motmedelssidan det något lättare att åstadkomma för sig bra resultat.

*Som slutsats kan man emellertid säga, att något som kallas för ostörd miljö knappast kommer att existera i en framtida konflikt. Inte ens om den skulle komma i dag.* ■