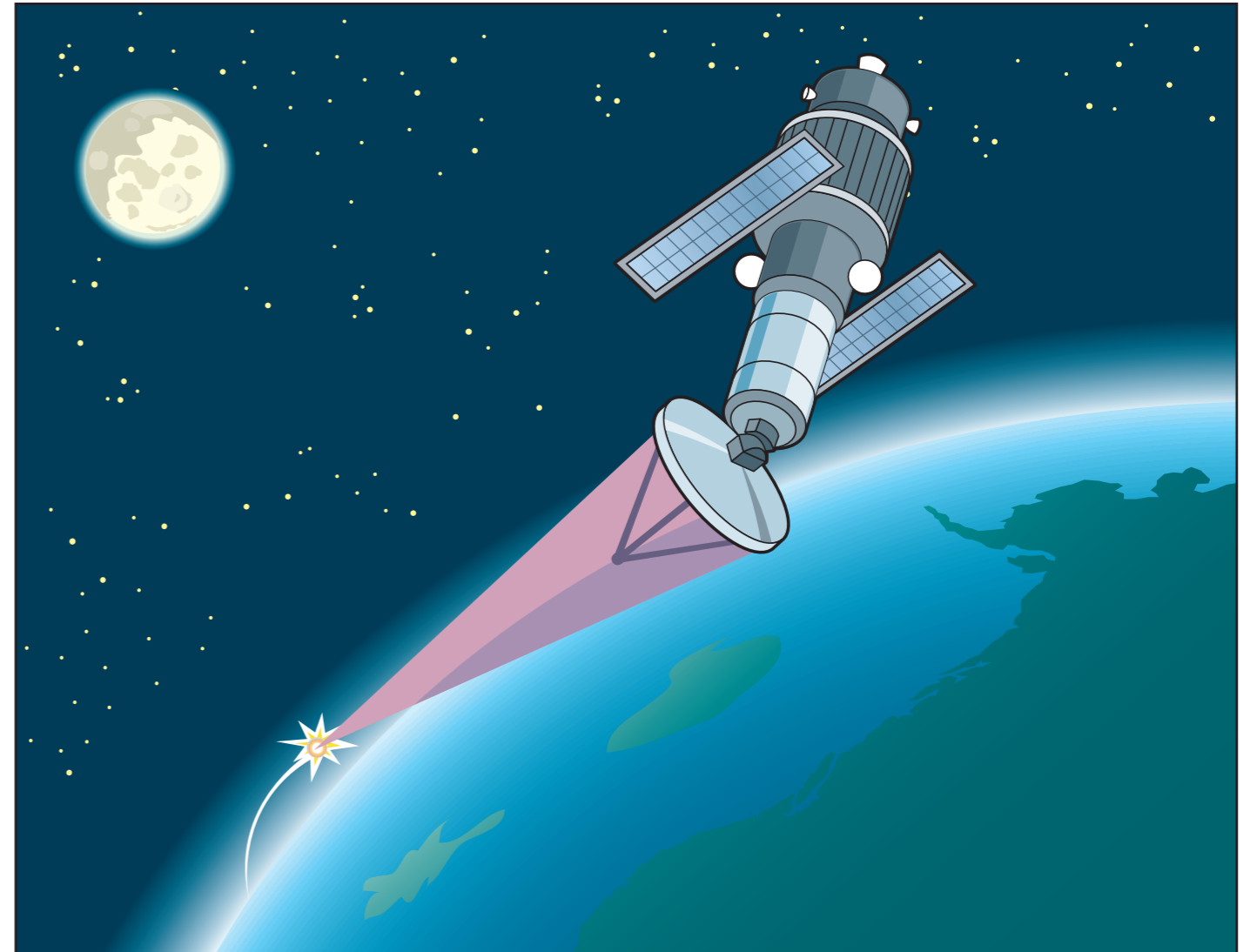


EVA BERNHARDSDOTTER, LISA ROSENQVIST  
OCH CHRISTER ANDERSSON



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Eva Bernhardsdotter, Lisa Rosenqvist  
och Christer Andersson

# Att bemöta ASAT-hotet

Förutsättningar för Försvarmakten med ryndlägesbild

Titel	Att bemöta ASAT-hotet
Title	Approach to the ASAT-threat
Rapportnr/Report no	FOI-R--3294--SE
Rapporttyp/ Report Type	Användarrapport
Sidor/Pages	25 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2011
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Projektnr/Project no	E20681
Godkänd av/Approved by	Nils Olsson

**FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut**

**FOI, Swedish Defence Research Agency**

Avdelningen för Försvars- och  
säkerhetssystem

164 90 Stockholm

SE-164 90 Stockholm

**Omslagsbild:** En illustration över hur en laserkanon i rymden kan verka mot andra satelliter. Illustration av Martin Ek.

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden

## Sammanfattning

I denna rapport beskrivs kortfattat hotet från antisatellitvapen (ASAT-vapen). Denna typ av vapen inkluderar dels vapen såsom ballistiska robotar och satelliter, dels vapen som nyttjar laser och mikrovågor. Andra hot mot satelliter inkluderar störning av satellitsignalen, cyberattacker och fysiska attacker mot markstationer.

Rymdsystem utgör en del av vår kritiska infrastruktur och det är därför av stor vikt att infrastrukturen i rymden skyddas. Olika tillvägagångssätt för att skydda rymdsystem presenteras i rapporten. Fokus ligger på att skapa en rymdlägesbild som förutom att övervaka föremål i rymden vilka kan skada egna satelliter även utgör ett verktyg för att upptäcka och avskräcka från attacker mot rymdsystem samt för verifikation av avtal. Möjligheten att använda den svenska satellitduon Prisma härvidlag som teknikdemonstrator beskrivs också i rapporten.

Slutligen diskuteras hur Sverige och Försvarmakten, i jämförelse med USA och Europa, kan förhålla sig till ASAT-hotet och till säkerställandet av en fungerande infrastruktur i rymden.

Nyckelord: ASAT, rymd, rymdlägesbild, rymdsystem

## Summary

In this report the threat from anti-satellite, or ASAT, capabilities is briefly described. ASAT weapons include kinetic weapons such as ballistic missiles or other satellites as well as directed energy weapons in the form of lasers and microwaves. Further antagonistic threats to satellites include intentional interference with the satellite signal through electronic jamming or spoofing, cyber attacks and physical attacks on ground stations.

Space systems constitute a part of our critical infrastructures and securing this infrastructure in space is of vital importance. A host of approaches to secure the infrastructure in space is further described, with special emphasis on space situational awareness (SSA). Apart from the vital task of monitoring space debris, SSA capabilities can be used to detect ASAT attacks, to determine the intention of an attack, to verify compliance to treaties and also to deter attacks on space systems. The potential application of the Swedish satellite mission Prisma in the context of SSA, mainly verification, is also presented in the report.

Finally, the Swedish approach (as compared to the US and European approaches) to the ASAT threat and to secure the infrastructure in space is discussed.

Keywords: ASAT, space, space situational awareness, space systems

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar</b>	<b>6</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>8</b>
<b>2 Begreppet ASAT</b>	<b>9</b>
2.1 Flera sätt att påverka satelliter.....	9
2.1.1 Överföring av massa.....	9
2.1.2 Riktad strålning .....	10
2.1.3 Kärnvapen mot satelliter .....	11
2.1.4 Störning av kommunikationslänkar.....	11
2.1.5 Residuala förmågor.....	11
<b>3 Exempel på ASAT-förmågor idag</b>	<b>13</b>
3.1 Kinetisk attack.....	13
3.2 Riktad strålning .....	14
3.3 Hot mot satellitlänken.....	15
<b>4 Försvar mot ASAT-attacker</b>	<b>16</b>
4.1 Regler och förtroende .....	16
4.2 Skydd och motmedel .....	17
4.3 Rymdlägesbild.....	17
4.3.1 Introduktion .....	17
4.3.2 Rymdlägesbild och dess dubbla användningsområden .....	18
4.3.3 Rymdlägesbild och dess uppgift .....	18
<b>5 Verifikation i omloppsbanan</b>	<b>19</b>
5.1.1 Ökat internationellt intresse .....	19
5.1.2 Förtroendeskapande åtgärder och verifikationsåtgärder.....	19
5.1.3 Verifiering i omloppsbanan - exemplet Prisma .....	19
<b>6 Hur skall ASAT-hotet bemötas?</b>	<b>21</b>
6.1 Förhållningssätt i USA och Europa .....	21
6.2 Sveriges position och förutsättningar.....	21
6.3 Slutsatser och rekommendationer .....	22
<b>Referenser</b>	<b>24</b>

## Förkortningar

ADR	Active Debris Removal
AFF	Autonomous Formation Flying
ALMV	Air-Launched Miniature Vehicle
ALTB	Airborne Laser Test Bed
ASAT	AntiSATellite
BMD	Ballistic Missile Defense
COPUOS	Committee on Peaceful Uses of Outer Space
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DRDO	Defense Research and Development Organisation
EDA	European Defence Agency
ESA	European Space Agency
EU	Europeiska Unionen
ESP	European Space Policy
FN	Förenta Nationerna
FOI	Totalförsvarets Forskningsinstitut
GPS	Global Positioning System
HPM	High Power Microwave
ILRS	International Laser Ranging Service
IMINT	Image Intelligence
ITU	International Telecommunication Union
JSpOC	Joint Space Operation Center
KEASAT	Kinetic Energy ASAT
MIRACL	Mid-Infrared Advanced Chemical Laser
MiTeX	Microsatellite Technology Experiment
NSSS	National Security Space Strategy
OST	Outer Space Treaty
PAROS	Prevention of an Arms Race in Outer Space
PPWT	Prevention of Placement of Weapons in Outer Space Treaty
PTBT	Partial Test Ban Treaty
RSP	Recognised Space Picture
SIGINT	Signals Intelligence
SM-3	Standard Missile-3
SSA	Space Situational Awareness
SSC	Swedish Space Corporation
SST	Space Surveillance and Tracking

TCBM      Transparency and Confidence Building Measures  
UNOOSA    United Nations Office of Outer Space Affairs  
VBS        Vision Based Sensor



# 1 Inledning

Nyttjandet av rymdtjänster bidrar till den ekonomiska och sociala utvecklingen i samhället och drivs av nationella och ekonomiska intressen. Rymden har alltid varit föremål för militärt intresse. Information från satelliter används för att åstadkomma nationell och global säkerhet. Men rymdsystem är sårbara. I rymden finns en ständig hotbild mot dessa vilka förutom solstormar, asteroider och rymdskrot även inkluderar antagonistiska hot i form av antisatellitvapen. Användning av vapen mot satelliter är inget nytt påfund utan har en historia som sträcker sig 50 år tillbaka i tiden. Inte heller är den tekniska förmågan begränsad till USA och Ryssland. Frågan om antisatellitvapen aktualiserades än mer i samband med förstörandet av en kinesisk satellit med en ballistisk robot 2007.

Rymdsystem är en del av vår kritiska infrastruktur och bör därför skyddas. Hur en aktör förhåller sig till hotbilden i rymden varierar beroende på tekniska och politiska förutsättningar. En nation kan välja att enbart delta i diplomatiska förhandlingar gällande avtal som reglerar nyttjandet av rymden, alternativt gå hela vägen och utveckla antisatellitvapen för att avskräcka från attacker på och försvara de egna rymdsystemen.

I kapitel 2 i denna rapport ges en översiktlig beskrivning av begreppet ASAT (*AntiSATellite*) och begreppet residuala förmågor. I kapitel 3 ges några exempel på existerande ASAT-förmågor. Kapitel 4 tar upp olika metoder för att skydda infrastrukturen i rymden, speciellt mot antagonistiska hot. I kapitel 5 illustreras hur en svensk resurs, Prisma, kan exemplifiera några av dessa metoder. I det sista kapitlet diskuteras hur dels andra aktörer förhåller sig till den antagonistiska hotbilden i rymden, dels Sveriges förutsättningar, samt några avslutande rekommendationer.

## 2 Begreppet ASAT

Termen ASAT står för *AntiSATellite* och betecknar generellt förmågor och system som kan användas mot satelliter med syftet att förstöra eller skada dessa. Många typer av vapen och rymdrelaterade system idag har ASAT-förmågor trots att de är avsedda för andra mål och andra funktioner. En satellit och dess funktioner kan skadas permanent eller temporärt. ASAT-system kan vara mark-, luft-, havs- eller rymdbaserade, vara förstörande eller icke-förstörande och kan verka på olika sätt.

### 2.1 Flera sätt att påverka satelliter

Verkansmässigt talar man huvudsakligen om två former genom vilka satelliten kan påverkas, nämligen materieöverföring och riktad energi.

#### 2.1.1 Överföring av massa

Den första verkansformen innebär att massa överförs från vapensystemet till målet. Härvidlag talar man om materievapen (*mass-to-target weapon*) vilka inkluderar såväl konventionella vapen med vanliga sprängämnen som vapen vilka verkar enbart genom sin rörelseenergi.

Sovjetunionen utförde flera tester med en så kallad rymdmina under 1970-talet. Detta ASAT-system, på ryska kallat *Istrebitel Sputnik* eller stridssatellit, verkade genom att en konventionell sprängladdning inuti en interceptorsatellit utlöstes i låg bana nära målsatelliten. Interceptorsatelliten, som var förprogrammerad med målsatellitens banparametrar, placerades i omloppsbana och utförde en serie manövrar för att genskjuta målsatelliten. Detta skedde normalt efter några få banvarv varpå interceptorsatelliten sprängde sig själv tillsammans med målet.

ASAT-system som verkar genom sin rörelseenergi benämns ofta *Kinetic Energy ASAT*, eller KE-ASAT, och nyttjar den höga fart de har när de träffar målet. Exempel på sådana system är ballistiska robotar vilka kan riktas direkt mot satelliten, så kallad *direct ascent ASAT*, eller läggs i samma omloppsbana som satelliten, så kallad *co-orbital ASAT*. För den senare varianten krävs mer energi: dels skall roboten nå målets omloppsbana, dels skall den placeras i omloppsbana med målet. Därtill måste den relativa hastigheten mellan roboten och målsatelliten vara betydande för att den skall vara användbar som KE-ASAT, om inte så är fallet måste den utrustas med någon form av sprängladdning såsom systemet *Istrebitel Sputnik*. Alternativt läggs stridssatelliten i samma bana som målsatelliten men med motsatt riktning.

I det amerikanska ASAT-programmet ALMV (*Air-Launched Miniature Vehicle*) lyckades man 1985 slå ut den amerikanska satelliten P-78 *Solwind* på 525 km höjd med en flygburen robot. Detta *direct ascent* ASAT-system bestod av en tvåstegsraket och en manövrerande stridsdel (*Miniature Vehicle*) med en infraröd målsökare och verkade genom att slå ut målet med sin rörelseenergi. Roboten avfyrades från ett flygplan av typen F-15 Eagle (se Figur 1).



Figur 1 En ASAT-robot skjuts från ett F-15 Eagle flygplan under ett test 1985. Källa: Amerikanska flygvapnet.

Det kanske mest kända exemplet på användning av ett *direct ascent* ASAT-system är utslagningen 2007 av den kinesiska satelliten Fengyun-1C i låg bana på en höjd av 865 km med en kinesisk medeldistansrobot.

En annan variant på en vapenplattform utöver robotar är satelliter i omloppsbana, förutsatt att satelliten kan manövrera mot målet och att den relativa hastigheten vid träff inte är för liten. De ödesdigra konsekvenserna av en kollision mellan två satelliter i rymden manifesterades 2009 då satelliterna Cosmos 2251 och Iridium 33 oavsiktligt kolliderade i låg bana. Liksom vid utslagningen av den kinesiska satelliten i fallet ovan producerades vid kollisionen ett omfattande moln av skrot.

### 2.1.2 Riktad strålning

Den andra formen av verkan innebär strålning av energi (elektromagnetisk strålning) från vapnet till målet och man talar därför om strålvapen (*directed-energy weapons* eller *beam weapons*). Strålvapen inkluderar framförallt laservapen och HPM-vapen där HPM står för *High Power Microwave*. Med strålvapen når strålen målet snabbt (då strålningen färdas med ljusets hastighet), dock måste målet vara i siktlinjen.

En laser kan åstadkomma skada på en satellit i varierande grad beroende på laserns effekt. Härvidlag kan en laserstråle åstadkomma alltifrån temporära skador på satellitens sensorer, såsom tillfällig bländning, till permanenta skador som exempelvis förstörande av elektronikkomponenter genom upphettning.

Avancerad teknologi krävs för att bygga lasersystem kapabla att orsaka allvarliga skador på satellitplattformen; framförallt krävs hög-energisystem med stora speglar som fokuserar strålen och adaptiv optik för att reducera atmosfärs effekter (för markbaserad laser).<sup>1</sup> För att blända en satellitsensor så att den tillfälligt dränks i ljus, och hindras från att ta bilder, krävs inte ett hög-energisystem utan här ligger utmaningen i att få laserstrålen i sensors siktlinje. Medan en rymdbaserad laser fortfarande innebär stora tekniska utmaningar är markbaserade lasersystem redan en verklighet, dock kan de senare endast bekämpa satelliter när dessa passerar ovanför.

---

<sup>1</sup> David Wright, Laura Grego och Lisbeth Gronlund, *The Physics of Space Security* (Cambridge MA: American Academy of Arts and Sciences, 2005)

Högenergetiska mikrovågor<sup>2</sup> kan störa (till exempel starta om omborddatorer) eller permanent skada satellitens elektronikkomponenter. Mikrovågorna kan ta sig in via satellitens antenn i en så kallad *front-door attack*, förutsatt att antennen är mottaglig för de våglängder mikrovågorna har och att attacken sker i antennens sändningsriktning. I en *back-door attack* tar sig mikrovågorna in på annat håll, exempelvis genom en skarv i satellitens hölje.

### 2.1.3 Kärnvapen mot satelliter

Effekten av en kärnexplosion i rymden kan inte jämföras med den man får med materievapen. För att få en förstörande effekt måste ett *direct ascent* ASAT-system ha en hög träffnoggrannhet, dvs den måste träffa satelliten. Ett ASAT-system med konventionell sprängladdning uppnår en förstörande effekt inom en viss verkansradie vilket sänker kraven på noggrannheten. Ett kärnvapen har en högre verkansradie och vapenverkan fås på två sätt, dels slås elektroniken ut på de satelliter som befinner sig i siktlinjen<sup>3</sup> från kärnexplosionen av röntgenstrålningen, dels skadas passerande satelliter av den resulterande ökningen av elektriskt laddade partiklar.

I början på 1960-talet utförde USA ett kärnvapenprov på en höjd av 325 km kallad *Starfish Prime* som producerade en stark elektromagnetisk puls vilken i sin tur skapade ett artificiellt strålningsbälte. Under de efterföljande månaderna upphörde sju satelliter i låg bana att fungera som en följd av detta.<sup>4</sup> Erfarenheten var att ett kärnvapenbestyckat ASAT-vapen inte bara förstörde den satellit vapnet var riktat mot. Det hade potentialen att även förstöra andra satelliter i låga banor, såväl *egna* som motståndarens.

### 2.1.4 Störning av kommunikationslänkar

Tillgången till en satellit sker genom kommunikationslänken (radiofrekvenssignaler) som överför data mellan satelliten och markstationen. Kommunikationslänken mellan en satellit och markstationen kan störas på flera sätt. I rymden kan satellitantennen blockeras så att kontakten med markstationen bryts. En satellits kommunikationslänk kan även påverkas utan att direkt angripa själva rymdsegmentet, till exempel genom attacker mot markstationen, såväl fysiska som cyberattacker. Med hjälp av störsändare på marken kan man också dränka den verkliga signalen mellan satelliten och markstationen (*jamming*) eller skicka en falsk signal som av mottagarantennen uppfattas som äkta (*spoofing*). Under 2009 och 2010 blockerades signaler från den franska satellitoperatören Eutelsat satellitnätverk av en okänd källa i Iran. Såväl ITU (*International Telecommunication Union*) som EUs utrikesministrar uppmanade Iran, som också är medlem i ITU, att stoppa störningarna.<sup>5</sup>

### 2.1.5 Residuala förmågor

Ballistiska robotar, missilförsvarssystem<sup>6</sup>, satelliter och laseranläggningar, så kallade SLR (*Satellite Laser Ranging*), är alla exempel på system med residuala ASAT-förmågor. Dessa system kan alltså ha ytterligare förmågor utöver den de är ursprungligen designade för.

<sup>2</sup> Mikrovågor har kortare våglängd än radiovågor men har längre våglängder än synligt ljus.

<sup>3</sup> Med siktlinjen menas att de satelliter som ”ser” pulsen påverkas, inte att kärnvapnet är riktat mot någon satellit.

<sup>4</sup> Wilmot N. Hess. *The effects of high altitude explosions*, NASA Technical Note TN D-2402 (Washington:NASA, sept 1964).

<sup>5</sup> Stephanie Nebehay. ”U.N. tells Iran to end Eutelsat satellite jamming.” *Reuters*, (26 mars 2010), <http://www.reuters.com/article/2010/03/26/us-iran-jamming-itu-idUSTRE62P21G20100326>, (kontrollerad 111004).

<sup>6</sup> Orden robot och missil används för att beskriva samma sak. I denna rapport används dock genomgående uttrycken ballistiska *robotar* och *missil*försvar.

Ballistiska robotar och missilförsvarssystem är typiska exempel på system med residual ASAT-förmåga. Medeldistansrobotar kan konverteras till antisatellitvapen av formen *direct ascent* ASAT vilka kan nå mål i låg bana (såsom gjordes med den kinesiska satelliten FengYun 1C). Med tillgång till medelräckviddiga robotsystem och förmågan att spåra och följa objekt i rymden, samt tillräcklig teknisk utvecklingsförmåga, är det möjligt för en aktör att slå ut satelliter. Den amerikanska flottans missilförsvarssystem Aegis BMD (*Ballistic Missile Defense*) avfyrade 2008 en modifierad robot av typen SM-3 (*Standard Missile 3*) mot den egna satelliten NROL-21 på ca 240 km höjd.<sup>7</sup>

SLR är en teknik för att, bland annat, bestämma banparametrar för föremål i rymden med hög noggrannhet. Markstationer som använder laser för avståndsinmätning kan tänkas ha en residual ASAT-förmåga i den meningen att lasern kan riktas mot sensorn på en överpasserande bildspaningssatellit för att tillfälligt blända denna. Som en del av det internationella nätverket av SLR-stationer ILRS<sup>8</sup> (*International Laser Ranging Service*) finns det ett antal stationer i Kina. Pentagon bekräftade 2006 att en amerikansk satellit hade blivit belyst av en laser medan den passerade över Kina, dock utan större skada. Huruvida detta var ett led i att bara testa förmågan att spåra satelliter eller ett faktiskt test av ett ASAT-vapen från kinesisk sida är oklart.

Satelliter kan sägas ha residual ASAT-förmåga givet de rätta tekniska förutsättningarna. En satellit i egenskap av ett vapen måste ha förmågan att förflytta sig till målet (en annan satellit), vilket kan innebära att ta sig från en bana till en annan, och att närma sig målet. Manövrar som innebär att man närmar sig och möter ett annat föremål kallas för *rendezvous*manövrar. För dessa manövrar krävs förutom raketmotorer och en tillräcklig mängd drivmedel även sensorer och sofistikerade navigationsalgoritmer.

En satellit kan närma sig andra satelliter för att visuellt inspektera dessa i syfte att underhålla och reparera dem. Inspektionssatelliter kan också tänkas ha rollen som instrument för att verifiera rymdävtal. Rendezvousmanövrar och dockning i omloppsbana sker redan idag (exempelvis med internationella rymdstationen). I framtiden kan man tänka sig att sådana operationer används för tankning av satelliter i omloppsbana och för borttagning av rymdskrot (*Active Debris Removal*, ADR). I en kontrollerad *deorbit*-manöver dockar en satellit med en inaktiv (ej längre fungerande) satellit och tar denna till en lägre omloppsbana med syftet att låta den inaktiva satelliten (rymdskrot) brinna upp i atmosfären. Dock kan den residuala ASAT-förmågan hos en satellit även manifesteras genom följande:

- otillåten inspektion av en målsatellit, till exempel ta bilder på denna med en ombordkamera,
- störning av en målsatellits funktion, till exempel lägga sig framför (skugga) satellitens sensorer,
- kollision med en målsatellit, allt ifrån att nudda den till att slå sönder den och
- dockning med en målsatellit med efterföljande detonation med sprängmedel.

---

<sup>7</sup> Victoria Samson. "CDI Analysis: Shooting Down USA-193," (World Security Institute, 27 februari 2008), <http://www.worldsecurityinstitute.org/showarticle.cfm?id=265>, (kontrollerad 111124).

<sup>8</sup> Se <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/> (Kontrollerad 2011-09-23).

### 3 Exempel på ASAT-förmågor idag

Det finns flera exempel på ASAT-förmågor och forskningsprogram med fokus på ASAT, vissa mer realistiska än andra.<sup>9</sup> Huvuddelen av dessa återfinns i USA och forna Sovjetunionen. Den antagonistiska hotbilden för infrastrukturen i rymden innebär antagonistiska hot som syftar till att vilseleda, störa, degradera eller förstöra satelliter i omloppsbana. Nedan ges en kort översikt av den existerande antagonistiska hotbilden vilken omfattar såväl faktiska förmågor som intentioner. Beskrivningen av hotbilden gör inte anspråk på att vara uttömmande utan belyser endast ett antal exempel.

#### 3.1 Kinetisk attack

Ballistiska robotar och missilförsvar utgör onekligen det största hotet mot rymdsegmentet vad gäller en kinetisk attack. Spridningen av robotteknologi har medfört att många aktörer idag besitter denna teknologi. Trots internationella regimer, lagstiftning och sanktioner fortskrider utvecklingen av ballistiska robotar i vissa länder som exempelvis Iran och Nordkorea. Missilförsvar är inte heller längre en tillgång förunnat endast stormakter - andra globala aktörer satsar också på utveckling av eller anskaffning av teknologi för missilförsvar.

USA har sedan 1960-talet haft ett flertal dedikerade ASAT-program. Den senaste demonstrationen av ASAT-förmåga skedde dock med en mjukvarumodifierad robot (*Standard Missile-3*) som är en del av det havsbaserade missilförsvaret *Aegis Ballistic Missile Defense*, se Figur 2 nedan. Det amerikanska BMD-systemet är designat som en försvarssköld, såväl markbaserad som havsbaserad, mot robotar av alla typer av räckvidder och besitter residual ASAT-förmåga.



Figur 2 Uppskjutningen av en SM-3 robot från fartyget USS Lake Erie 20 februari 2008. Roboten slog ut satelliten NROL-21, också kallad USA-193. Källa: Amerikanska flottan.

<sup>9</sup> För en djupare diskussion kring rymdvapen och rustningskontroll hänvisas till Eva Bernhardsdotter och Lars Höstbeck, *Rymden som arbetsplats eller slagfält? FOI-R--3295--E* (Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, december 2011).

Sovjetunionen, liksom USA, har en rik historia gällande utveckling och test av ASAT-system. I princip alla idag aktiva ryska militära rymdprogram har sitt ursprung i den sovjetiska eran och täcker allt från robotförvarning, signal- och bildspaning, kommunikation och navigation. Det finns idag inga bevis för att Ryssland innehar dedikerade ASAT-vapen, dock är Ryssland en kärnvapenstat med omfattande strategiska kärnvapenförmågor, robotprogram och inte minst missilförsvar.

Utveckling och test av system för missilförsvar pågår också i Kina. Kina demonstrerade redan 2007 ASAT-förmåga med utslagningen av den egna vädersatelliten *FengYun-1C*, troligen med en modifierad version av medeldistansroboten *Dong Feng -21*.

Indien har under en längre tid satsat på utvecklingen av ett eget missilförsvar och ASAT-förmåga kan utgöra en teknologidemonstration för missilförsvarssystemet.<sup>10</sup> År 2010 gick generaldirektören för DRDO (*Defense Research and Development Organisation*) i Indien ut med ett officiellt uttalande om att Indien har påbörjat utvecklingen av en stridsdel och en laser (som skall rikta stridsdelen mot målet) inom missilförsvarsprogrammet, vilka tillsammans skall användas för att förstöra satelliter.<sup>11</sup>

Ytterligare ett element i hotbilden är den potentiella ASAT-förmågan hos satelliter som har förmåga att manövrera mot andra objekt i omloppsbanan. Utvecklingen av denna förmåga går hand i hand med utvecklingen av satellitteknologi inom teknikområden som ADR, dockning i rymden och formationsflygning, såväl civila som militära program.

I USA har det funnits en rad program för utveckling och test av satelliter som gör rendezvous-manövrar i omloppsbanan. Ett exempel på USAs förmåga illustreras med MiTEx-programmet sponsrat av DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). MiTEx står för *Microsatellite Technology Experiment* och syftar till att inspektera satelliter i geostationär bana. Pentagon bekräftade 2009 att två MiTEx-satelliter utförde inspektion av den felande satelliten DSP-23, en satellit i geostationär bana för robotförvarning, som ingår i *Defense Support Program*.<sup>12</sup>

Under 2010 uppmärksammades två demonstrationer av satelliters rendezvousförmåga i rymden. Det första var den svenska satellitduon Prisma's framgångsrika demonstration av rendezvousmanövrar mellan de två satelliterna Mango och Tango. Manövrarna var del av en civil teknikdemonstration för formationsflygning och hela satellituppdraget har utförts med stor transparens.<sup>13</sup> Den andra händelsen utfördes av Kina men skedde inte med samma öppenhet vilket föranleder misstänksamhet. Satellitpositionsdata från amerikanska militären pekar på att två kinesiska satelliter tidvis befann sig nära varandra och på möjligheten att de två satelliterna faktiskt kom i fysisk kontakt med varandra. Inget officiellt uttalande om händelsen gjordes från kinesiskt håll.<sup>14</sup>

## 3.2 Riktad strålning

En del av det amerikanska missilförsvaret är den flygburna lasern ALTB (*Airborne Laser Test Bed*). Systemet som syftar till att upptäcka och förstöra ballistiska robotar i startfasen testades framgångsrikt i februari 2010 där en ballistisk robot sköts ner över Stilla Havet.<sup>15</sup> Ett annat exempel på amerikanskt strålningsvapen är det markbaserade lasersystemet MIRACL (*Mid-Infrared Advanced Chemical Laser*). Systemet testades 1997 och visade

<sup>10</sup> Victoria Samson. "India's missile defence/anti-satellite nexus," (The Space Review, 10 maj 2010), <http://www.thespaceview.com/article/1621/1>, (kontrollerad 111125).

<sup>11</sup> Peter B. de Selding. "India Developing Anti-Satellite Spacecraft," (Space.com, 11 januari 2010), <http://www.space.com/news/india-antisatellite-plans-100111.html>, (kontrollerad 111124).

<sup>12</sup> "Spy satellites turn their gaze onto each other," *New Scientist*, 24 januari 2009 (kontrollerad 12 oktober 2011)

<sup>13</sup> För en diskussion kring Prisma och rustningskontroll hänvisas till Eva Bernhardsdotter, *PRISMA och rustningskontroll, FOI Memo 3521*. (Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011).

<sup>14</sup> Stephen Clark. "China remains silent on satellite rendezvous," (Spaceflight Now, 8 september 2010), <http://spaceflightnow.com/news/n1009/08china/>, (kontrollerad 111124).

<sup>15</sup> Elaine Wilson. "Agency to Test Airborne Laser," (American Forces Press Service, 17 augusti 2010), <http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=60469>, (kontrollerad 111124).

att det är möjligt att en laser med relativt låg effekt kan blända, och därmed tillfälligt störa, en satellit med optiska sensorer.<sup>16</sup>

Ett flertal länder förutom USA har högenergetiska lasersystem för att förstöra ballistiska robotar som en del av missilförsvar och luftvärn, samt lågenergetiska lasersystem som spårar satelliter.

Amerikanska studier av kinesisk militär litteratur framhåller att Kina föreber sig för ett krig i rymden, mot framförallt USA. I Kinas militära rymdstrategi nämns olika typer av vapen och vapenprogram. Dessa inkluderar förutom kinetiska ASAT-vapen även HPM- och laservapen. Programmet *Assassin's Mace* beskriver en samling teknologier för till exempel motoperationer i rymden vilka skall ge en fördel till en underlägsen militärmakt i konflikt med en överlägsen motståndare.<sup>17</sup> Med motoperationer i rymden avses det amerikanska flygvapnets begrepp *counterspace operations*. Dessa är defensiva och offensiva metoder och sätt med vilka man kan uppnå överlägsenhet i rymden, exempelvis att få en förbättrad rymdlägesbild eller att förstöra en motståndares rymdförmågor.

### 3.3 Hot mot satellitlänken

Telekrig (militär verksamhet som utnyttjar det elektromagnetiska spektrumet för att bland annat bekämpa, störa, förvansa eller utnyttja motpartens information) är idag en realitet vid krigföring. Signaler från satelliter som mål för telekrig utgör inget undantag. Förmågor för att blockera eller dränka satellitsignaler finns i många länder bland andra Kina, Iran, Irak och Nordkorea. Störning av signaler från satellitnavigeringssystem kan åstadkommas med relativt enkel teknologi, enkla GPS-störare kan konstrueras med ritningar från Internet och enklare elektronikkomponenter. Med mer sofistikerad teknologi kan man skicka en falsk signal som uppfattas som äkta av mottagaren. Hotbilden mot satellitsignaler omfattar även attacker mot markstationen, dock behövs inte dedikerade ASAT-vapen för att utföra sådana attacker.

---

<sup>16</sup> Teresa Hitchens. "Space Wars: Coming to the sky near you," *Scientific American*, vol. 298, nr.3 (mars 2008).

<sup>17</sup> Ashley J. Tellis. "China's Military Space Strategy," *Survival* 49, nr 3 (2007).



## 4 Försvar mot ASAT-attacker

Rymdsystem utgör viktiga instrument för att uppnå nationell och global säkerhet. Men rymdsystem är även en del av den kritiska infrastrukturen och bör därför skyddas. Infrastrukturen i rymden kan skyddas mot antagonistiska hot med en rad metoder, allt ifrån passiva medel som regler och riktlinjer till utveckling och användning av egna offensiva motmedel som ASAT-vapen.

### 4.1 Regler och förtroende

Det existerar idag såväl ett internationellt regelverk som riktlinjer för nyttjandet av rymden. Inom FN-systemet finns framtaget resolutioner, principer, riktlinjer och avtal varav vissa refererar till användningen av vapen i rymden. I COPUOS riktlinjer för minskningen av rymdskrot (*Space Debris Mitigation Guidelines*) finns en uppmaning om att avstå från att avsiktligt förstöra satelliter.<sup>18</sup>

Till skillnad från FNs resolutioner, principer och riktlinjer är de konventioner som antas i generalförsamlingen bindande för de stater som undertecknat och ratificerat dem. Den internationella lagstiftningen avseende rymdfrågor finns samlad i de fem rymdkonventionerna<sup>19</sup>. Den första konventionen *Outer Space Treaty* (OST) utgör grunden för det legala ramverket gällande rymden på vilken de fyra övriga konventionerna vilar. Med OST förbinder sig fördragslutande parter att inte utplacera massförstörelsevapen i rymden (i omloppsbanan) och att visa ansvarstagande vid utförandet av rymdaktiviteter.

Ett förslag till ett nytt avtal utöver rymdkonventionerna vilket förbjuder placering av vapen (alla typer) i rymden (*Prevention of Placement of Weapons in Outer Space Treaty*<sup>20</sup>) har presenterats av Ryssland i Nedrustningskonferensen. Rustningskontroll i rymden eller PAROS (*Prevention of an Arms Race in Outer Space*) är en av sju punkter på agendan i Nedrustningskonferensen. Förutom de specifikt rymdrelaterade konventionerna är även avtalet *Partial Test Ban Treaty* (PTBT) tillämplbart på nyttjandet av rymden då det bland annat förbjuder kärnvapenprov i atmosfären och i yttre rymden. Den existerande lagstiftningen innehåller således inte något legalt bindande förbud mot utveckling, test och nyttjande av ASAT-vapen (massförstörelsevapen undantagna) i och mot rymden. Notera att lagstiftningen inte heller förbjuder exempelvis kärnvapen i del av bana, så kallad *fractional orbit*.

Genom förtroendeskapande åtgärder (*Transparency and Confidence Building Measures*, TCBM) försäkrar man potentiella motståndare om att ens avsikter inte är fientliga för att minska risken för dels misstolkning, dels oavsiktlig eskalering av fientliga handlingar. Exempel på TCBM i rymdsammanhang är ett lands föranmälan om uppskjutningar av satelliter och robotar. Offentliggörande av nationella riktlinjer för rymdverksamhet och anslutning till internationella avtal utgör också förtroendeskapande åtgärder. EU har tagit initiativ till en uppförandekod för rymden (*Code of Conduct for Outer Space Activities*).<sup>21</sup> Förslaget är en sammanställning av kvalitativa riktlinjer och saknar både förbud och verifikationsmetoder.

<sup>18</sup> COPUOS (Committee on Peaceful Uses of Outer Space) riktlinjer finns tillgängliga på [http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st\\_space\\_49E.pdf](http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf), (kontrollerad 111024).

<sup>19</sup> Se UNOOSA United Nations Treaties and Principles on Outer Space and related General Assembly resolutions, <http://www.unoosa.org/oosa/en/SpaceLaw/treaties.html>, (kontrollerad 111125).

<sup>20</sup> *Treaty on the Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space, the Threat or Use of Force Against Outer Space Objects*, CD/1839. (Genève: Conference on Disarmament, 29 februari 2008).

<sup>21</sup> En fullständig beskrivning av koden finns i Lars Høstbeck. *EUs uppförandekod för rymden*, FOI-R--3171--SE. (Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011).

## 4.2 Skydd och motmedel

Lagar och riktlinjer kan bidra till att avskräcka från attacker på rymdsystem. För att uppnå uthållighet och återhämtning vid attacker kan systemen skyddas passivt. Passivt skydd av de egna rymdsystemen kan åstadkommas med olika metoder<sup>22</sup>, såväl fysiska som elektroniska i form av bland annat:

- utveckling av strålningstolerant elektronik för att motstå en kärnvapenattack
- datakryptering för att motstå attacker på kommunikationslänken
- störskydd för GPS-signaler
- mekaniska skydd på sensorer för att förhindra bländning med laser
- redundans i rymdsystem (vilket redan är praxis vid design av satelliter som dubbla uppsättningar av ombordkomponenter)
- konstellation av satelliter vilken behåller prestanda även om en satellit slås ut
- skydd av markstationer för att skydda satellitsignalen.

Utveckling av egna offensiva ASAT-förmågor är det mest drastiska steget för att försvara och säkerställa nyttjandet av de egna rymdsystemen. Offensiva motmedel tjänar två syften dels som avskräckning, dels som ett medel för att svara på attacker. En avgörande förutsättning för att skydda infrastrukturen i rymden är dock förmågan till en korrekt lägesbild, se nedan.

## 4.3 Rymdlägesbild

### 4.3.1 Introduktion

*Space Situational Awareness (SSA)*, eller en så kallad rymdlägesbild, är i grunden ett militärt instrument för att förhindra attacker från och via rymden. Under senare år, och mot bakgrund av den allt mer exploaterade rymden, har SSA byggts ut och används idag även för civila ändamål. Till exempel för att förhindra att satelliter kolliderar med rymdskrot; att förvarna om solstormsutbrott i syfte att avvärja utslagning av elkraftsnät; eller för att spåra större asteroider som skulle kunna kollidera med jorden.

Förmågan att med precision mäta in satelliters och andra objekts banposition samt hastighet för att kunna uppskatta deras position vid en given tidpunkt har förfinats sedan de första satelliterna skickades upp. Tekniken brukar benämnas rymdövervakning eller på engelska *Space Surveillance*. De första sensorer som stormakterna använde för kontroll av rymden låg i princip helt under militär kontroll. Huvuduppgiften för dessa radarsensorer var ursprungligen att förvarna inför en kommande kärnvapenattack, och inte primärt för att spåra satelliter även om principen är den samma. Uppgiften att förvarna brukar benämnas *Missile Early Warning*.

Både USA och Sovjet har tagit fram olika typer av markbaserade radarkedjor för att få en viss tid av förvarning inför en annalkande kärnvapenattack. När även andra rymdförmågor utvecklades, såsom satellitbaserad spaning och kommunikation, förstärktes behoven för att skapa en mer komplett bevakning av vilken verksamhet och vilka system som fanns i rymden. Detta innebar att även sensorer i form av markbundna optiska teleskop började användas för att komplettera radarsensorerna. Efter hand bestod den dagliga operativa uppgiften för dessa system därför av att upptäcka, spåra och katalogisera såväl satelliter som andra objekt i omlopp, dvs att upprätthålla en aktuell rymdlägesbild.

<sup>22</sup> Nina-Louisa Remuss: "Space and Internal Security – Developing a Concept for the Use of Space Assets to Assure a Secure Europe", ESPI Report 20, September 2009.

### 4.3.2 Rymdlägesbild och dess dubbla användningsområden

Ett system för rymdlägesbild ger beslutsfattare nödvändig information för att skydda rymdinfrastruktur mot exempelvis angrepp eller rymdskrot, men också för att hitta sårbarheter och få ett informationsöverblick över en motståndares rymdförmåga. Med begreppet *Space Surveillance and Tracking* (SST) avses en lägesbild för alla objekt i omloppsbanor kring jorden. Inom SST ingår upptäckt och spårning av dessa objekt, samt förvarning för kollisioner. Objekten i fråga kan vara allt från ASAT, andra typer av aktiva satelliter till artificiellt eller naturligt rymdskrot.

Inom ramen för den specifikt militära delen av SSA brukar en speciell rymdlägesbild etableras som kallas *Recognised Space Picture* (RSP). RSP-funktionen levererar information om rymdobjekt på samma sätt som för en civil del, men har därtill även en förmåga som ibland benämns *Imaging*. Denna del fokuserar framför allt på att karakterisera och identifiera rymdobjekten genom att i detalj studera dess uppbyggnad och verksamhet i omloppsbanan. RSP-funktioner är vanligen en del av en bredare underrättelsefunktion.

### 4.3.3 Rymdlägesbild och dess uppgift

En militär ledningsstruktur som innehåller en SSA/RSP-funktion är normalt avsedd att ge statsledningen samt regionala befälhavare en resurs för förbättrad uppfattning av globala och specifika hot från och via rymden, samt förmåga att bemöta dessa hot så snabbt som möjligt.

Rent allmänt kan en rymdlägesbild sägas ge stöd för följande:

**Avskräckning;** Speciellt stormakternas kapacitet på SSA-området ger dem ett verktyg för att åstadkomma en mer eller mindre direkt respons på en motståndares angrepp mot eller via rymden.

**Skydd;** Vitala intressen såväl i rymden som på marken kan ges ett förbättrat skydd från angrepp, eller från krockar och andra olyckshändelser, genom att omloppsbanor för satelliter och andra objekt kan förutses. På samma sätt ger kunskap om satelliters position och kapacitet en möjlighet till motåtgärder mot underrättelseinhämtning.

**Underrättelser;** Bevakningen av andra maktens system, aktiviteter och förmåga på rymdområdet är en viktig pusselbit i analysen av deras generella militära kapacitet, doktriner och operativa taktik.

**Planerings/beslutsunderlag;** Alla större militära operationer genomförs idag med hjälp av resurser som stöds av satellitbaserade förmågor. Det gäller såväl tidiga förberedelser som direkt taktiskt stöd under operationer. Utan en detaljerad rymdlägesbild är detta stöd inte möjligt.

**Transparens;** SSA ger det internationella samfundet en möjlighet till kontroll och uppföljning av den verksamhet som sker i omloppsbanan. Ett aggressivt eller olämpligt uppträdande kan synas och bedömas i efterhand. Med andra ord är SSA också ett möjligt instrument för verifikation av internationella avtal och regler.

Rymdlägesbild eller SSA är således *en avgörande komponent* både i ett ASAT-system och för skyddet mot ASAT.

## 5 Verifikation i omloppsbanan

### 5.1.1 Ökat internationellt intresse

Hur konflikter i rymden kan förhindras, och hur förtroendeskapande åtgärder eller andra uppförandekoder ska kunna etableras, har länge varit en fråga för det internationella samfundet. Överläggningarna om dessa kontrollåtgärder i rymden förs bland annat i FN och på ett flertal olika nivåer inom organisationen. Under senare tid har betydelsen av dessa FN-organ ökat i och med att president Obamas nya strategi på rymdområdet fastställdes förra året. I strategin understryks i högre grad än tidigare internationellt samarbete för att på ett hållbart sätt bevara rymddomänen. Vi kan därför förvänta oss fler utspel om åtgärder i rymden för att skapa förtroende, uppförandekoder och rustningskontroll på FN-arenan.

### 5.1.2 Förtroendeskapande åtgärder och verifikationsåtgärder

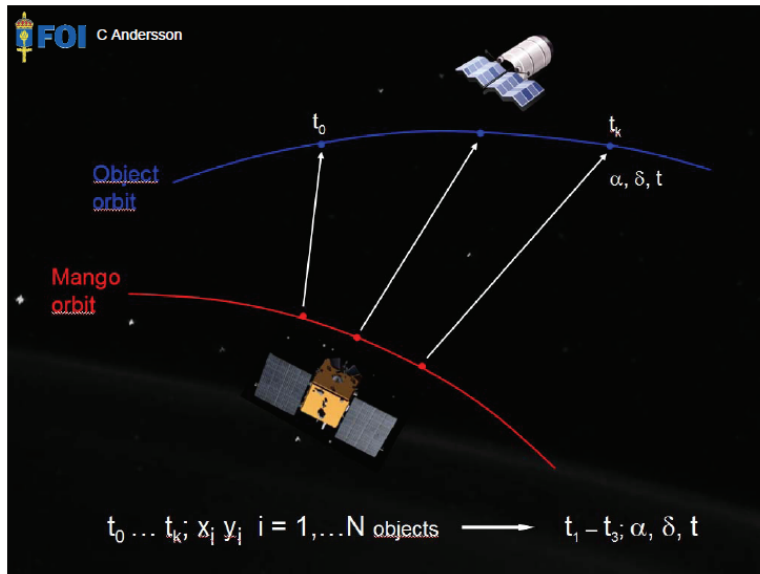
Internationella förtroendeskapande åtgärder i form av konventioner, lagar, uppförandekoder eller andra förhållningsregler måste existera inom givna och allmänt accepterade ramar. Ramar som normalt sett har både politisk/juridiska och tekniska aspekter. En avgörande faktor för acceptansen av alla typer av kontrollregimer är att den verksamhet som skall kontrolleras går att verifiera på ett tillförlitligt och transparent sätt. Verifikationen sker vanligen med hjälp av någon typ av tekniska hjälpmedel och ofta i internationell regi. I kärnvapensammanhang är till exempel de seismiska och andra sensornät som övervakar provsprängningsavtalen en viktig komponent. Sveriges roll och bidrag till dessa övervakningsnät har varit av stor internationell betydelse.

På motsvarande sätt som för provsprängningsavtalen skulle Sverige, i och med kunskapsnivån hos svensk rymdindustri, kunna visa på möjligheterna för hur förtroendeskapande åtgärder kan ske även i rymden. Den svenska satellit-duon Prisma är ett teknologiexperiment som syftar till att demonstrera olika sensorer och deras användning vid autonom formationsflygning (AFF). Exempel på försök som redan genomförts är de så kallade *rendezvous*flygningarna där Prismas huvudenhet Mango självständigt närmar sig ett annat objekt i rymden. *Rendezvous*flygningar kräver bland annat någon form av målsökningsförmåga. En förmåga som också skulle vara nödvändig vid inspektionsuppdrag av satelliter. Prisma har därmed förändrat synsättet på hur avancerade dessa manövrer är genom att visa att även en mindre nation idag har teknologin.

### 5.1.3 Verifiering i omloppsbanan - exemplet Prisma

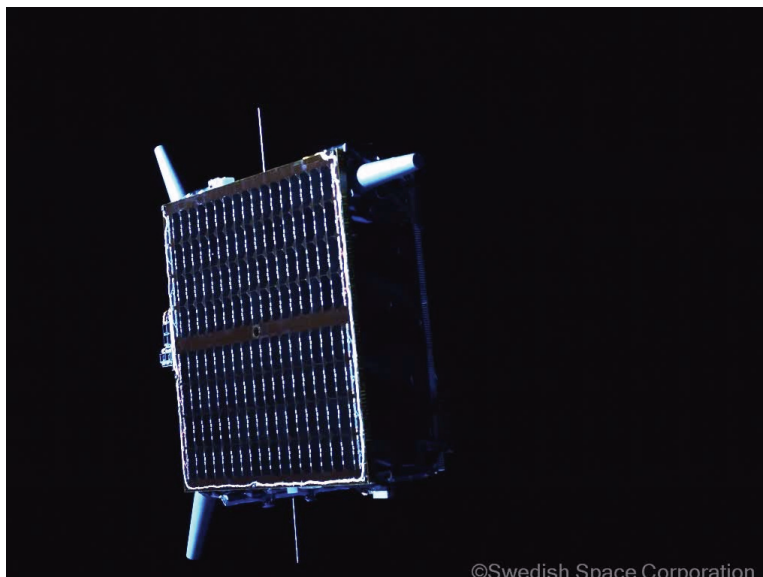
Kapaciteten hos Prisma-systemets autonomt friflygande enhet Mango skulle exempelvis göra det möjligt att demonstrera två olika typer av verifieringsförsök, dels inmätning av banparametrarna hos intressanta rymdobjekt för att analysera och verifiera eventuella banförändringar, dels närgående inspektioner för att utröna objektets funktion och status.

Förbipasserande objekt kan detekteras och dess banelement mätas in med hjälp av satellitens stjärnkamera eller andra bildsensorer. Objektens banor kan därefter jämföras mot en referens katalog för identifiering och vidare analys. Principerna för inmätningen visas i figur 3 nedan.



Figur 3 Principerna för inmätningen av rymdobjekts banparametrar i omloppsbana. I detta fall visas hur Mangos bildsensor VBS mäter in rörelsen av ett okänt föremål. Copyright och med tillstånd av SSC/OHB Sweden AB.

För att verifiera en satellits funktion kan man förutom att analysera dess bana även utgå från det faktum att ”form följer funktion”. Det vill säga att en satellits utseende nära nog avspeglar dess funktion. Till detta kommer att satelliter är slutna tekniska system som måste generera sin egen energi, bli av med sitt överflöd av värme och andra restprodukter, samt är i behov av att kommunicera med sin omvärld. Med andra ord är det sannolikt omöjligt att helt dölja ett rymdobjekts funktion vid en granskning tillräckligt nära objektet med hjälp av en inspektionssatellit bestyckad med olika typer av mätsensorer. Ett exempel på de avstånd som går att uppnå idag ses nedan i Figur 4.



Figur 4 En extrem närbild av ett rymdobjekt taget av en satellit i omloppsbana. I detta fall har satelliten Mango fotograferat satelliten Tango på ca 2 meters avstånd. Copyright och med tillstånd av SSC/OHB Sweden AB.

## 6 Hur skall ASAT-hotet bemötas?

### 6.1 Förhållningssätt i USA och Europa

Förhållningssättet till den strategiska rymdmiljön och hotet från ASAT-förmågor skiljer sig åt mellan olika aktörer. USAs nya strategi för rymd och säkerhet *National Security Space Strategy* (NSSS)<sup>23</sup> innehåller riktlinjer för hur USA avser nyttja rymden som en strategisk resurs under de kommande 10 åren genom att specificera mål och förhållningssätt för rymdaktiviteter och hur dessa kopplas till nationell säkerhet. NSSS beskriver tre trender som idag präglar rymden, av vilken en är att rymden kan ses som omtvistad (*contested*) i och med bland annat utvecklingen av antisatellitvapen. Diplomati, internationellt samarbete och rymdlägesbild utgör en del av ansträngningarna för att förhindra aggression mot de nationella rymdsystemen, samtidigt som rätten till självförsvar vidhålls vid eventuella attacker mot dessa.<sup>24</sup>

Inom Europa saknas en liknande strategi.<sup>25</sup> I den europeiska rymdpolicyn *European Space Policy* (ESP) framgår att infrastrukturen i rymden måste skyddas, dock lämnas frågan om antagonistiska hot därhän. Ur *Towards a Space Strategy for the European Union that Benefits its Citizen*<sup>26</sup> från april 2011 kan man läsa följande:

*“Space infrastructure is critical infrastructure... . . . . . Such infrastructure is at risk of damage or destruction by natural phenomena, such as solar radiation and asteroids, and by other spacecraft and their debris. It is also under threat from electromagnetic interference, be it intentional or otherwise.”*

Vidare framhålls i ESP betydelsen av en europeisk rymdlägesbildförmåga<sup>27</sup>. Den europeiska försvarsbyrån (EDA) antyder i *Long-term Vision Report* från 2006 ett framtida behov av offensiva motmedelsförmågor i rymden:<sup>28</sup>

*“Therefore, future capabilities may also effectively incorporate such nonkinetic capabilities as computer network attack, electromagnetic or directed-energy, offensive counterspace, military deception and psychological operations”.*

### 6.2 Sveriges position och förutsättningar

Sverige som aktör i rymden har visat prov på öppenhet och ansvarstagande, som till exempel vid den senaste svenska Prisma-missionen. Vidare är Sverige engagerat i internationella fora, såsom FN, gällande lagstiftning och reglering av rymden. Sverige har särskilt inom EU deltagit aktivt i framtagandet av en uppförandekod för rymden. Likaså har Sverige ratificerat fyra av de fem rymdkonventionerna. Ur ett svenskt perspektiv har det inte känts aktuellt att ratificera den femte konventionen (*Moon Agreement*). Tillika har

<sup>23</sup> NSSS finns tillgänglig på

[http://www.defense.gov/home/features/2011/0111\\_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary\\_Jan2011.pdf](http://www.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf) (Kontrollerad 111125).

<sup>24</sup> För kommentarer kring NSSS se Eva Bernhardsdotter och John Rydqvist. *FOI kommenterar USAs Space Posture Review*, *FOI Memo 3631*. (Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011).

<sup>25</sup> För en fördjupad diskussion kring Europas förhållningssätt till antagonistiska hot mot rymdsystem se Lars Höstbeck och Eva Bernhardsdotter, *A European approach to the new strategic space environment*, ESPI Perspectives, publiceras i februari 2012.

<sup>26</sup> *Towards a Space Strategy for the European Union that Benefits its Citizen*, Com (2011) 152. Finns på [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/files/policy/comm\\_native\\_com\\_2011\\_0152\\_6\\_communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/files/policy/comm_native_com_2011_0152_6_communication_en.pdf). (Kontrollerad 111025).

<sup>27</sup> För en beskrivning av de ansträngningar som pågår i Europa avseende rymdlägesbild se Christer Andersson, Lisa Rosenqvist, Eva Bernhardsdotter och Maths Persson. *SSA-Behöver Sverige en rymdlägesbild?*, *FOI-R--3087--SE*. (Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011).

<sup>28</sup> *An initial long term vision for European defence capability and capacity needs*, Adopted by EDA Steering Committee October 2006. [http://www.eda.europa.eu/Libraries/Documents/Long-Term\\_Vision\\_Report.sflb.ashx](http://www.eda.europa.eu/Libraries/Documents/Long-Term_Vision_Report.sflb.ashx). (Kontrollerad 110905).

Sverige kompetens inom passivt skydd av satellitsignaler, som exempelvis störskydd av GPS-signaler. Då Sveriges officiella ståndpunkt innebär ett förbud mot utveckling, test, utplacering och användning av rymdbaserade förstörande och icke-förstörande ASAT-vapen, är utvecklingen av offensiva motmedel utesluten.

Sverige såsom en högteknologisk nation har också alla förutsättningar för att delta i ett samarbete kring rymdlägesbild med sin väl utvecklade rymdindustri. Dessutom besitter Sverige en unik kompetens inom autonom formationsflygning med Prisma som möjliggör demonstrationer av såväl förtroendeskapande åtgärder i rymden samt verifiering i omloppsbanan.

ESA:s förberedande utvecklingsprogram för rymdövervakning syftar till att stödja Europas oberoende tillgång och nyttjande av rymden genom att tillhandahålla aktuell och korrekt information, data och tjänster beträffande rymdmiljön. Sverige är ett av få europeiska länder som valt att inte delta i detta program.<sup>29</sup> Som nämnts ovan är detta en essentiell förutsättning för att skydda infrastrukturen i rymden och på marken.

### 6.3 Slutsatser och rekommendationer

Antalet aktörer i rymden ökar och utveckling av ASAT-förmågor sker dels i form av dedikerade ASAT-vapen, dels i form av residuala förmågor. Den existerande lagstiftningen avseende rymden förbjuder inte explicit placering eller nyttjande av ASAT-vapen (massförstörelsevapen undantaget). Rymden kan bli en arena där politiska motsättningar manifesteras. Rymdaktörer har olika förutsättningar och motiv för att skydda infrastrukturen i rymden mot ASAT-hotet.

Sverige som rymdaktör bör även fortsatt bidra till ett ökat skydd mot rymdinfrastruktur och mot antagonistiska hot genom att delta i internationella fora för riktlinjer och regler av nyttjandet av rymden.

Vidare kan Sverige som rymdaktör visa på ett fortsatt ansvarstagande för att minska den globala hotbilden genom att delta i det europeiska rymdlägesbildsarbetet. En förmåga till en aktuell rymdlägesbild har ovan konstaterats vara en avgörande komponent både i ett ASAT-system och för skyddet mot ASAT genom att vara

- ett verktyg för avskräckning,
- ett skydd mot angrepp eller krockar samt motåtgärd till underrättelseinhämtning genom kunskap om rymdobjektens omloppsbanor,
- ett planerings- och beslutsverktyg samt
- ett instrument för verifikation av internationella avtal och regler.

Tillgången till en aktuell rymdlägesbild kan också vara avgörande för att ge den svenska Försvarsmakten ett nödvändigt informationsöverläge avseende andra makters underrättelseinhämtning och ledningskapacitet. Speciellt på grund av det allt mer intensiva bruket av satellitbaserade resurser under konflikter. Att ha kontroll på andras och egna rymdobjekt kommer i framtiden att bli utslagsgivande för alla beslut om militära operationer, internationella insatser inklusive skyddet av eget territorium. Tillgången till aktuell information om objekt i rymden samt kunskapen och verktygen att förädla den informationen, till exempel genom överflygningsanalyser, innebär att vi har förmågan att ta egna beslut för att skydda känslig militär verksamhet och strategisk infrastruktur på marken och i rymden.

Rymdlägesbild är således ett kraftfullt verktyg för att upprätthålla ett informationsöverläge, men också ett sätt att åstadkomma ett hållbart nyttjande av rymden genom att kontrollera den ökande risken för krockar med rymdskrot.

---

<sup>29</sup> Andersson et al, op. cit.

Förutom att delta i den europeiska utvecklingen på SSA-området bör man samtidigt starta arbetet med att bygga upp kunskap och praktiska färdigheter för att kunna operera en grundläggande svensk SSA-kapacitet. Dessutom skulle den svenska satellitduon Prisma kunna nyttjas för att bygga upp kunskap kring verifikation i rymden genom att undersöka potentialen att i omloppsbanan utföra banelementmätningar.

En satsning på rymdlägesbildsområdet bör ses som en del i en långsiktig satsning på rymddomänen. Försvarens allt större nyttjande av rymdtjänster så som telekommunikation och underrättelser är bakgrunden mot vilket detta utvecklingsarbete borde utformas.



# Referenser

## Rapporter

Hess, Wilmot N. The effects of high altitude explosions, NASA Technical Note TN D-2402. Washington:NASA, september 1964.

Bernhardsdotter, Eva och John Rydqvist. *FOI kommenterar USAs Space Posture Review*, FOI MEMO 3631. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011.

Bernhardsdotter, Eva och Lars Höstbeck. *Rymden som arbetsplats eller slagfält?*, FOI-R--3295--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, december 2011.

Andersson, Christer, Lisa Rosenqvist, Eva Bernhardsdotter och Maths Persson. *SSA- Behöver Sverige en rymdlägesbild?*, FOI-R--3087--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, februari 2011.

Bernhardsdotter, Eva. *PRISMA och rustningskontroll*, FOI MEMO 3521. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, 2011.

Höstbeck, Lars. *EUs uppförandekod för rymden. Arbete i EU 2007-2010*, FOI-R--3171--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut, februari 2011.

Remuss, Nina-Louisa. "Space and Internal Security – Developing a Concept for the Use of Space Assets to Assure a Secure Europe", ESPI Report 20, September 2009.

Wright, David, Laura Grego och Lisbeth Gronlund. *The Physics of Space Security: A Reference Manual*. Cambridge MA: American Academy of Arts and Sciences, 2005.

## Artiklar

Clark, Stephen. "China remains silent on satellite rendezvous." *Spaceflight Now*, 8 september 2010. <http://spaceflightnow.com/news/n1009/08china/>, kontrollerad 111124.

de Selding, Peter B. "India Developing Anti-Satellite Spacecraft." *Space.com*, 11 januari 2010. <http://www.space.com/news/india-antisatellite-plans-100111.html>, kontrollerad 110227.

Höstbeck, Lars och Eva Bernhardsdotter. "A European approach to the new strategic space environment". *ESPI Perspectives*, utkommer i februari 2012.

Nebehay, Stephanie. "U.N. tells Iran to end Eutelsat satellite jamming," *Reuters*, 26 mars 2010. <http://www.reuters.com/article/2010/03/26/us-iran-jamming-itu-idUSTRE62P21G20100326>, kontrollerad 111004.

Samson, Victoria. "India's missile defence/anti-satellite nexus." *The Space Review*, 10 maj 2010. <http://www.thespacereview.com/article/1621/1>, kontrollerad 110226.

Samson, Victoria. "CDI Analysis: Shooting Down USA-193." *World Security Institute*, 27 februari 2008. <http://www.worldsecurityinstitute.org/showarticle.cfm?id=265>, kontrollerad 111124.

"Spy satellites turn their gaze onto each other." *New Scientist*, 24 januari 2009, kontrollerad 111012.

Wilson, Elaine. "Agency to Test Airborne Laser." *American Forces Press Service*, 17 augusti 2010. <http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=60469>, kontrollerad 110227.

Hitchens, Theresa. "Space Wars: Coming to the sky near you." *Scientific American* 298, nr.3, (mars 2008).

Tellis, Ashley J. "China's Military Space Strategy." *Survival* 49, nr. 3 (2007): 41-72.

## Internet

**International Laser Ranging Service Home Page:** <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/>. kontrolleraad 110923.

## Officiella dokument

*An initial long term vision for European defence capability and capacity needs*, Adopted by EDA Steering Committee October 2006.

[http://www.eda.europa.eu/Libraries/Documents/Long-Term\\_Vision\\_Report.sflb.ashx](http://www.eda.europa.eu/Libraries/Documents/Long-Term_Vision_Report.sflb.ashx). kontrolleraad 110905.

*Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, [http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st\\_space\\_49E.pdf](http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf). kontrolleraad 111024.

*United Nations Treaties and Principles on Outer Space and related General Assembly resolutions*, <http://www.unoosa.org/oosa/en/SpaceLaw/treaties.html>. kontrolleraad 110227.

*U.S. National Security Space Strategy – Unclassified Summary*. Washington, DC. US Department of Defense, januari 2011.

[http://www.defense.gov/home/features/2011/0111\\_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary\\_Jan2011.pdf](http://www.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf). kontrolleraad 110207.

*Towards a Space Strategy for the European Union that Benefits its Citizen*, Com (2011) 152. [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/files/policy/comm\\_native\\_com\\_2011\\_0152\\_6\\_communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/files/policy/comm_native_com_2011_0152_6_communication_en.pdf). kontrolleraad 111025.

*Treaty on the Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space, the Threat or Use of Force Against Outer Space Objects, CD/1839*. Genève: Conference on Disarmament, 29 februari 2008.