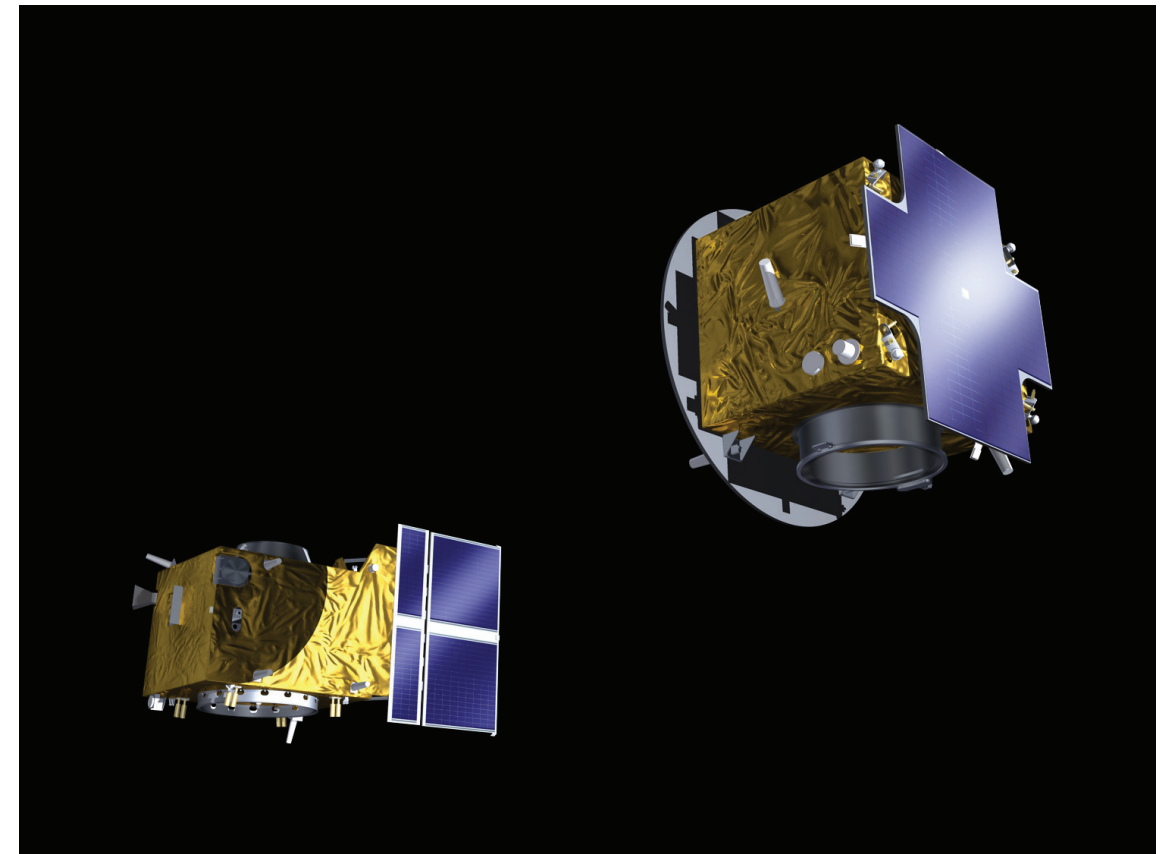




Aspekter på On-Orbit Servicing

EVA BERNHARDSDOTTER



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.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se

FOI-R--3640--SE
ISSN 1650-1942

Februari 2013

Eva Bernhardsdotter

Aspekter på On-Orbit Servicing

Bild/Cover: (Satellitduon Proba-3 Källa: ESA – P. Carril)

Titel	Aspekter på On-Orbit Servicing
Title	Aspects on On-Orbit Servicing
Rapportnr/Report no	FOI-R--3640--SE
Månad/Month	Februari
Utgivningsår/Year	2013
Antal sidor/Pages	44 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Utrikesdepartementet
FoT område	
Forskningsområde	
Projektnr/Project no	A290191
Godkänd av/Approved by	Torgny Carlsson
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem

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

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

On-orbit servicing, eller underhåll i bana, är ett prioriterat område inom såväl civila som militära rymdprogram och för kommersiella rymdaktörer. Med on-orbit servicing följer ett flertal implikationer gällande exempelvis reglering, tolkning av lagstiftning, ansvarskyldighet och säkerhetspolitik. I det här fallet har teknologin bakom on-orbit servicing gått om diplomatin och rymdlagstiftningen då det är oklart hur sådana aktiviteter i rymden skall hanteras. Av särskilt intresse är kopplingen mellan teknologins residuala förmåga som antisatellitvapen och rustningskontroll i rymden. I denna rapport ges en beskrivning av dels konceptet on-orbit servicing, dels olika relevanta aspekter på sådana typer av aktiviteter. Vidare ges i rapporten ett sammandrag från konferensen om on-orbit servicing som anordnades av den amerikanska försvarsmyndigheten DARPA 2012.

Nyckelord: rymd, on-orbit servicing, rymdrätt, satellit, rustningskontroll, antisatellitvapen, underhåll i bana

Summary

On-orbit servicing represents a capability driven by government agencies as well as commercial actors in space. The capability to service satellites in orbit carries implications when it comes to regulation, space law, liability and national security concerns. It seems that the technology that enables on-orbit servicing has outpaced diplomacy and space law as the way to manage these activities in space is obscure. In particular, the residual capability as an antisatellite weapon renders on-orbit servicing technology a subject matter for arms control in space. The purpose of this report is to describe the features of on-orbit servicing and to outline the various aspects of this. In addition, an account of the DARPA conference on on-orbit servicing in 2012 is provided.

Keywords: space, on-orbit servicing, space law, satellite, arms control, antisatellite weapon

Förkortningar

ABM	Anti-Ballistic Missile
ADR	Active Debris Removal
ASAT	AntiSATellite
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DART	Demonstration of Autonomous Rendezvous Technologies
DEOS	DEutsche Orbitale Servicing mission
DLR	Deutsches zentrum für Luft- und Raumfahrt
DoD	Department of Defense
EEAS	European External Action Service (EU:s utrikestjänst)
EU	Europeiska Unionen
FN	Förenta Nationerna
GEO	Geostationary Earth Orbit
HPL	Hosted PayLoads
IGA	Space Station InterGovernmental Agreement
ISS	International Space Station
ITU	International Telecommunication Union
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
LEO	Low Earth Orbit
MiTEx	Microsatellite Technology Experiment
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NSSS	National Security Space Strategy

NGO	Non-Governmental Organization
OOS	On-Orbit Servicing
PPWT	Prevention of Placement of Weapons in outer space Treaty
SALT	Strategic Arms Limitation Treaty
SDA	Space Data Association
SSA	Space Situational Awareness (Rymdlägesbild)
SWF	Secure World Foundation
SÖ	Sveriges Överenskommelser med främmande makter (Sveriges Internationella Överenskommelser sedan 1991)
UN	United Nations
UNGA	United Nations General Assembly
XSS	eXperimental Satellite Series

Innehållsförteckning

1	Inledning	11
2	Bakgrund till OOS	12
2.1	En sårbar industri	12
2.2	Monolitisk arkitektur försvårar	13
2.3	En rymdindustri stadd i förändring	13
3	Beskrivning av OOS	15
3.1	Exempel på OOS-funktioner	15
3.1.1	Manövrar i rymden	16
3.1.2	Borttagning av rymdskrot	16
3.2	Ett svenskt exempel på OOS	17
4	Aspekter på OOS	19
4.1	Tekniska aspekter	19
4.2	Rättsliga aspekter på OOS	19
4.2.1	Vad är ett rymdföremål?	20
4.2.2	Vem får påverka ett rymdföremål?	21
4.2.3	Vem betalar?	21
4.3	Säkerhetspolitiska aspekter på OOS	22
4.3.1	Servicesatellit eller antisatellitvapen?	22
4.3.2	OOS och rustningskontroll	24
5	DARPAS konferens om OOS	29
5.1	Pågående OOS-program	29
5.1.1	Phoenix – amerikansk återvinning i rymden	30
5.1.2	ViviSat – kommersiellt underhåll av satellitflottan i GEO	31
5.1.3	DEOS – tysk teknikdemonstration av OOS i rymden	31
5.2	Rättsliga och policyaspekter på OOS	31
5.3	Operativa aspekter på OOS	32
5.4	OOS och internationell säkerhet	33

5.5	Workshop om OOS	33
	Källförteckning	36
	Bilaga 1 Konferensagenda	39
	Bilaga 2 FOI-presentation	41

1 Inledning

On-Orbit Servicing (OOS) eller underhåll av satelliter/föremål i omloppsbana är en växande trend inom rymdindustrin. Trots att konceptet i sig inte är något nytt finns det idag drivkrafter för att öka flexibiliteten inom såväl design som drift av satelliter. Då det finns ett ökat beroende av satellittjänster och det saknas en underhållsindustri för satelliter är det därför av intresse att kunna underhålla satelliter på plats i bana och därmed förlänga livstiden på dessa.

Den 25 juni stod DARPA¹ (*Defense Advanced Research Projects Agency*) tillsammans med SWF (*Secure World Foundation*) värd för en öppen konferens under namnet ”*Fostering Sustainable Satellite Servicing*”. Konferensen hölls på DARPAs huvudkvarter i Arlington, USA med fokus på OOS. Syftet med konferensen var att få igång en internationell dialog kring olika utmaningar (rättsliga, tekniska och politiska), vilka kan försvåra denna typ av satellitoperationer. En utmaning är det faktum att teknologin för OOS även kan möjliggöra vapenverkan i rymden, varför OOS har en gemensam beröringspunkt med rustningskontroll i rymden.

Syftet med denna rapport är dels att beskriva OOS och att belysa de olika tekniska, rättsliga och säkerhetspolitiska aspekterna, dels att avrapportera från konferensen. Fokus ligger på de olika aspekterna av OOS och kopplingen till rustningskontroll i rymden. Rapporten är i huvudsak av deskriptiv natur och baseras på såväl litteraturstudier som konferensdeltagande.

Bakgrunden till OOS tas upp i kapitel 2 medan det i kapitel 3 ges en teknisk beskrivning av vad OOS innebär samt relaterad terminologi. I kapitel 4 beskrivs de olika aspekterna av OOS. Kapitel 5 är en avrapportering av DARPAs konferens inklusive den efterföljande workshopen om OOS.

¹ DARPA är en försvarsmyndighet under Department of Defense (DoD) som etablerades 1958 och som bedriver forskning och teknikutveckling. DARPA <http://www.darpa.mil/>, (kontrollerad 2013-01-15).

2 Bakgrund till OOS

2.1 En sårbar industri

Efter uppskjutningen av ett rymdsystem, exempelvis en satellit, i omloppsbana blir detta system svåråtkomligt och därmed sårbart, något som ställer stora krav på utformningen av såväl uppdraget som designen av själva satelliten. Förutom riskerna associerade med rymdväder och rymdskrot föreligger även en risk för att satelliten slutar fungera eller att bränslet² tar slut. Vissa problem kan hanteras via kommunikationslänken från markstationen, men mekaniska fel som uppstår innan systemet har fullgjort sin livslängd går inte att åtgärda från marken. För såväl militära som civila ändamål används ofta satelliter i geostationär bana (GEO³) för snabb kommunikation över långa avstånd. I synnerhet finns det ett stort militärt behov av kontinuerlig kommunikation, vilket även medför att tillgången till intakta satelliter i GEO blir en fråga om såväl nationell säkerhet som kommersiell efterfrågan.

Satelliter är komplexa system som saknar rutiner för underhåll och uppgradering. Bil- och flygplansindustrin präglas, liksom rymdindustrin, av höga säkerhets- och tillförlitlighetskrav, med den skillnaden att det saknas en underhållsindustri för satelliter. Med andra ord, en satellit är bara användbar tills det första komplicerade felet inträffar. Drivkrafterna bakom satellitdesignen har därför varit redundans, höga krav på driftsäkerhet, lång livstid och hög prestanda. Satellitindustrin har därmed också karakteriserats av långa ledtider för anskaffning av väl beprövad teknologi och höga kostnader. För att belysa problemet i ett vidare perspektiv kan nämnas att en satellit på runt 1 ton kan kosta i storleksordningen miljarder kr (inklusive uppskjutning) och kan ta flera år att bygga. Ett skräckexempel på de ekonomiska konsekvenserna av en satellit som slutar fungera är Orion 3-satelliten som sköts upp 1999. Satelliten, som kostade över 200 miljoner dollar (inklusive uppskjutning), hamnade i fel bana vilket ledde till att 265 miljoner dollar föll ut från försäkringen. Dessutom skulle satelliten ha genererat 43 miljoner dollar i intäkter per år under livslängden på 15 år, vilket innebar en förlust på totalt 645 miljoner dollar.⁴

² Vissa satelliter är utrustade med små styrraketer vilka använder olika typer av drivmedel (eng. propellants). Kemiskt drivmedel består av bränsle (eng. fuel) och oxidator (som får bränslet att brinna). I denna rapport används dock genomgående termen bränsle i stället för drivmedel för enkelhetens skull.

³ GEO – Geostationary Earth Orbit. Cirkulär bana på ca 36 000 km höjd över jorden.

⁴ NASA Project Report. "On-Orbit satellite Servicing Study", oktober 2010.
http://ssco.gsfc.nasa.gov/images/NASA_Satellite%20Servicing_Project_Report_0511.pdf,
 (kontrollerad 2013-01-15).

2.2 Monolitisk arkitektur försvårar

De traditionella satellitsystemen i GEO plågas av höga kostnader, förseningar och krav på prestanda som ett resultat av den monolitiska arkitekturen på systemen.⁵ Med monolitisk satellitstruktur menas en enda stor satellit som har alla förutsättningar för att klara uppdraget under hela livstiden. Detta ställer onekligen krav på designen så att satelliten måste vara tillförlitlig och inte gå sönder under livstiden (exempelvis 15 år), ha alla sensorer som behövs för uppdraget samt bränsle som räcker hela uppdraget. Satellitteknologin är därmed fixerad och satelliten är därmed inte underhållsbar (*serviceable*). I och med långa designprocesser och livstider för satelliterna blir också en del av satellitteknologin föråldrad, i synnerhet datorsystem.

Det finns flera fall där monolitiska satelliter i GEO har upphört att fungera av olika orsaker och har resulterat i en total förlust, såväl teknisk som ekonomisk. Ett exempel är satelliten Eutelsat W5 som sköts upp i slutet på december 2008 och som blev ur funktion en månad senare på grund av ett fel i kraftförsörjningssystemet.⁶ Satelliten är sedan dess oanvändbar och driver ”vind för våg” i banan.

2.3 En rymdindustri stadd i förändring

I och med konceptet *responsive space*, pådrivet av amerikanska militären, kan satellitindustrin vara stadd i förändring. *Responsive space* är tänkt att möta behoven från *US Strategic Command* och utveckla rymdförmågor med hög beredskap till stridskrafterna inom en snäv tidsram. En trend som har kommit på senare år är övergången från stora, dyra satelliter till små satelliter (under 1000 kg), något som har ändrat på rymdekonomin då de senare tillverkas i stor skala till låga priser men med hög kvalitet. I och med låga produktionskostnader och snabb tillverkning är små satelliter lämpliga för *responsive space*. Förutom snabb utveckling av rymdsystem skall även dessa skjutas upp snabbt och billigt med mindre bärarketer. Fokus inom *responsive space* ligger alltså på en ökad beredskap av militära rymdtjänster genom snabb konstruktion och driftsättning av satelliter och sensorer. Med satelliter i form av konstellationer istället för monolitiska system kan olika sensorer komplettera varandra. I och med snabb uppskjutning av satelliter på begäran blir man också mindre känslig för misslyckanden såsom förlust av en satellit då man snabbt kan ersätta denna.

⁵ Gregory A. Orndorff och Bruce F. Zink. “A Constellation Architecture for National Security Space Systems,” John’s Hopkins APL Technical Digest, vol. 29, nr. 3 (2010).

⁶ Wenfu Xu, Bin Liang, Bing Li och Yangsheng Xu. ”A universal on-orbit servicing system used in the geostationary orbit,” Advances in Space Research, vol. 48 (2011).

En annan reaktion mot rådande paradigmen inom satellitindustrin och en möjliggörande teknologi för *responsive space* är OOS för att öka flexibiliteten inom design och drift av satelliter. Förmågan till beredskap kräver möjligheten att omfördela rymdförmågor till områden där dessa behövs. Genom att exempelvis ”tanka” satelliter i GEO kan livslängden förlängas och dessa kan exempelvis förflyttas till andra positioner i banan. OOS-teknologier har varit under utveckling i flera år, bland annat i samband med underhåll av rymdstationerna ISS och Mir⁷. Teknologi för underhåll i rymden har också redan demonstrerats exempelvis genom satellituppdraget Orbital Express vilket genomfördes av DARPA. Ett ypperligt och välkänt exempel på OOS är de reparationer som astronauter har utfört på rymdteleskopet Hubble.⁸ Dock används inte astronauter generellt för OOS med tanke på de flera hundra system som finns i omloppsbana och kostnadsaspekten.



Figur 1 Astronauten Michael Good uppgraderar Hubble-teleskopet. Källa: NASA

⁷ ISS – International Space Station och Mir, ryskt ord som betyder fred.

⁸ Team Hubble: Servicing Missions på http://hubblesite.org/the_telescope/team_hubble/servicing_missions.php, (kontrollerad 2013-01-15).

3 Beskrivning av OOS

Med OOS menas underhåll av rymdsystem på plats i omloppsbanan i syfte att förbättra rymdbaserade förmågor. Detta kan inkludera sammansättning av stora system i rymden som rymdstationer, borttagning av rymdskrot, tankning av satelliter och reparationer av existerande rymdsystem.

3.1 Exempel på OOS-funktioner

Inom begreppet OOS är det behjälpligt att använda sig av viss terminologi.⁹ Underhåll av en ”klientsatellit” (*client*) utförs med hjälp av en ”servicesatellit” (*servicer*) i omloppsbanan och kan innebära förflyttning, manipulering och observation av klientsatelliten.

Exempel på olika funktioner inom OOS beskrivs enligt nedan.¹⁰

- *Relocate*: ändra en satellits bana, det vill säga flytta på satelliter av olika skäl, exempelvis till en slutparkering, som en del av en taktisk manöver eller för att rädda en irrande satellit.
- *Repurpose*: återanvändning av satelliter (eller delar av satelliter) för att bygga nya system.
- *Restore*: återställning av en satellit genom att exempelvis tanka en satellit med nytt bränsle för att förlänga livstiden eller reparera eller byta ut trasiga komponenter.
- *Augment*: förstärka en satellits förmåga exempelvis genom uppgradering av komponenter och sensorer.
- *Inspect*: inspektion av en satellit för bedömning av skador eller för karakterisering av satelliten.
- *Assemble*: ihopsättning av större system i rymden som exempelvis internationella rymdstationen.

Hur OOS bedrivs beror på vad det är för typ av underhåll som krävs, tidskritiska aspekter, bana, typ av satellit och typ av operatör.¹¹

⁹ Terminologin som används inom OOS varierar och därför kan andra definitioner är de som finns i denna rapport förekomma. Ibland används även uttrycken *chaser* och *target* för att beskriva en service- respektive klientsatellit.

¹⁰ Andrew M. Long, Matthew G. Richards och Daniel E. Hastings. “On-Orbit Servicing: A New value Proposition for Satellite Design and Operation,” *Journal of Spacecraft and Rockets*, vol. 44, nr. 4 (jul-aug 2007).

¹¹ Joerg Kreisel. “On-Orbit Servicing of Satellites: Its Potential Market & Impact,” (7th ESA Workshop on Advanced Space technologies for Robotics and Automation, 19-21 nov, 2002)

3.1.1 Manövrar i rymden

Ytterligare terminologi som är relevant i samband med OOS beskrivs här. För att kunna genomföra ovanstående OOS-funktioner krävs att satelliter utför manövrar i rymden. En *rendezvous*-manöver innebär att två objekt i rymden möts i samma bana på nära (synligt) avstånd ifrån varandra. Med en *proximity*-manöver, som kommer efter en *rendezvous*-manöver, kommer två rymdföremål riktigt nära varandra (exempelvis < 1 km) varvid inspektion, reparation och övervakning blir möjliga. Dockning (*docking*) av två rymdobjekt innebär att dessa kommer i fysisk kontakt med varandra vilket möjliggör exempelvis tankning. De tekniska förutsättningarna för en satellit att manövrera är först och främst ett framdrivningssystem och dessutom lämpliga sensorer för att detektera och följa klientsatelliten.

När en satellit genom manöver närmar sig ett annat föremål i bana behöver den information som gör att den kan navigera säkert mot föremålet (jämför med tanken på blinda bilförare i trafiken). Härvidlag talar man ofta om *cooperative* och *non-cooperative objects*. Ett föremål som är *non-cooperative* kan inte förmedla någon typ av information om sin position relativt den manövrerande satelliten. Exempel på sådana föremål kan vara trasiga satelliter, rymdskrot och främmande satelliter. Ett föremål som är *cooperative* å andra sidan kan exempelvis stå i radiokontakt med den manövrerande satelliten, eller marken, och kan därmed förmedla information om sin position. Alternativt kan ett *cooperative object* ha olika visuella igenkänningstecken (optiska retro-reflektorer) med hjälp av vilka den manövrerande satelliten kan bestämma den relativa positionen. USA och forna Sovjet har utfört runt 200 rendezvous och dockningsmanövrar med rymdfarkoster sedan 1960-talet. I USA och Kina pågår sedan en tid tillbaka utveckling av olika metoder för att navigera mot *non-cooperative* föremål.¹² Det amerikanska flygvapnet har i XSS-projekt (*eXperimental Satellite Series*) utvecklat och testat en serie mikrosatelliter med kapacitet att inspektera, underhålla och ompositionera egna militära satelliter.¹³

3.1.2 Borttagning av rymdskrot

Den risk som rymdskrot idag utgör mot vår infrastruktur i rymden börjar bli allmänt erkänd. Kollisioner mellan rymdföremål i bana medför explosionsartade öknings av rymdskrot. Härvidlag diskuteras aktiv borttagning av rymdskrot, också kallat *Active Debris Removal* (ADR). *Deorbiting* är ett begrepp som ofta används i samband med rymdskrotsproblemet. En *deorbit*-manöver innebär att satelliten tas ur sin bana och flyttas till en annan bana. För satelliter i låga banor

¹² Jiang Gang-wu, Jiang Ting och Wang Jing. "A framework of relative navigation system for non-cooperative target using dual-CCD," The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII, del B3b. (Beijing 2008).

¹³ Bert Chapman. *Space Warfare and Defense* (Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, 2008).

(LEO¹⁴) innebär detta att satelliten förflyttas till en ännu lägre bana (lägre altitud) vid uppdragets slut med målet att inom en viss tidsperiod brinna upp i atmosfären. Härvidlag löser man problemet med rymdskrot då satelliten förstörs naturligt. Det finns idag förslag på flera teknologier och metoder med vilka rymdskrotsföremål skulle kunna förmås att återinträda i atmosfären och brinna upp. För satelliter i GEO förflyttas en uttjänt satellit till en bana utanför GEO-bältet, det vill säga till en ännu högre altitud. Denna bana för slutparkering av GEO-satelliter kallas passande nog *graveyard orbit*. I båda fallen söker man undvika att ej längre operativa satelliter kolliderar med andra aktiva satelliter. Förutsättningen för att en satellit själv skall kunna genomföra en *deorbit*-manöver är att satelliten är utrustad med någon form av *deorbit*-system (såsom ett framdrivningssystem med tillräcklig mängd bränsle kvar). Borttagning av rymdskrot, inklusive uttjänta satelliter, kan också ske med hjälp av en servicesatellit, varvid OOS-funktioner tillämpas. En servicesatellit kan då genomföra en *rendezvous*-manöver med en klientsatellit (ett rymdskrotsföremål), docka med denna och sedan förflytta sig själv och klientsatelliten till en lägre bana varpå de två föremålen separerar.

3.2 Ett svenskt exempel på OOS

Sverige har bedrivit rymdverksamhet under ett antal decennier och har flera nationella satelliter. Det svenska satellituppdraget Prisma har utvecklats av Rymdbolaget¹⁵ och har finansierats av Rymdstyrelsen, i samarbete med rymdorganisationerna i Frankrike och Tyskland. Prisma drivs numera av OHB-Sweden i och med försäljningen av rymddivisionen på Rymdbolaget till det tyska företaget OHB.

Prisma, som består av två små satelliter, Mango och Tango, är en lyckad teknikdemonstrator för formationsflygning där flera rymdsystem ”flyger i formation” och kommunicerar sinsemellan. Teknologin för formationsflygning är av nytta för forskningsuppdrag i rymden vilka kräver ett koordinerat nätverk av sensorer för att kunna genomföra mätningar och för inspektionsuppdrag där man behöver inspektera samt underhålla satelliter i omloppsbanan.

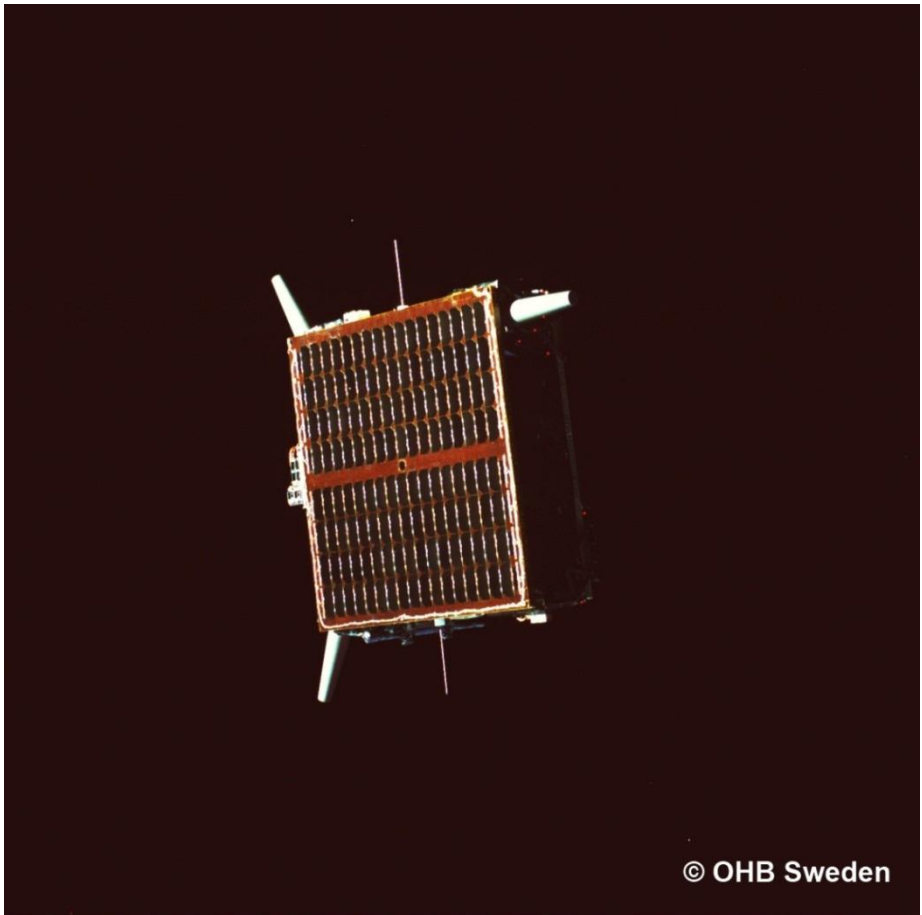
Prisma-satelliterna sköts upp 2010 i låg bana och genomför fortfarande experiment. Satelliten Mango har genomfört en rad manövrar i förhållande till satelliten Tango, inklusive *rendezvous*- och *proximity*-manövrar där satelliterna har kommit inte mindre än 2 meter nära varandra.¹⁶ Härvidlag utgör i viss

¹⁴ LEO - Low Earth Orbit. Banor på ca 160 – 2000 km höjd.

¹⁵ Rymdbolaget heter numera Swedish Space Corporation.

¹⁶ För en beskrivning av manövern se <http://www.lsespace.com/prox-gps-1.aspx> (kontrollerad 2013-02-11).

mening denna satellitduo en slags konstellation bestående av servicesatellit och klientsatellit.



Figur 2 Satelliten Mango närmar sig satelliten Tango, som här syns på bara några meters avstånd. Copyright: OHB-Sweden

4 Aspekter på OOS

Många OOS-aktiviteter syftar till att få ett hållbart och säkert nyttjande av rymdsystemen. Härvidlag kan man förlänga livslängden på klientsatelliten, ta bort rymdskrot, förhindra kollisioner och återvinna rymdsystem. Detta är av intresse för såväl kommersiella som civila och militära satellitoperatörer.

De olika aspekterna av OOS bör ses mot bakgrund av hur rymden nyttjas idag. Det amerikanska strategidokumentet för rymden (*National Security Space Strategy*)¹⁷ beskriver de tre trender, sammanfattat som ”de tre C:na”, som präglar rymden. Den första trenden är trängsel (*congested*) vilket har sin grund i dels att fler aktörer nyttjar rymden, dels ackumuleringen av rymdskrot. Den andra trenden är att rymden kan ses som omtvistad (*contested*) i och med utvecklingen av antisatellitvapen och andra typer av förmågor som kan användas för att negativt påverka rymdsystem. Den tredje trenden är att konkurrensen i rymdsektorn har ökat (*competitive*) ur ett amerikanskt perspektiv. I och med de tre C:na medför OOS såväl tekniska, rättsliga som politiska konsekvenser. NASA¹⁸ identifierar OOS som en kritisk förmåga dels för att bibehålla sin ledande position som rymdnation, dels av strategiska skäl.¹⁹

4.1 Tekniska aspekter

Den tekniska beskrivningen av OOS har redan avhandlats i föregående kapitel så de tekniska konsekvenserna och riskerna berörs här endast i korthet. När två satelliter kommer nära varandra finns det risk för exempelvis radiostörningar vilket kan påverka kommunikationslänken med marken. Vidare kan framdrivningssystemet på den manövrerande satelliten orsaka vad som på engelska kallas *plume impingement*, vilket innebär att avgaser från satellitens styrraketer påverkar satelliterna, exempelvis genom kontaminering eller upphettning. Det kan också finnas risk för att en av satelliterna blockerar synfältet för exempelvis bildsensorer på den andra satelliten. Slutligen föreligger det även en risk för kollision mellan satelliterna.

4.2 Rättsliga aspekter på OOS

Det finns en rad olika aspekter på OOS-aktiviteter ur juridisk synvinkel: rymdlagstiftning, bärgning, ansvarsskyldighet och försäkring för att nämna

¹⁷ NSSS - National Security Space Strategy finns på http://www.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf, (kontrollerad 2012-11-29).

¹⁸ NASA står för National Aeronautics and Space Administration

¹⁹ NASA Project Report. op.cit.

några. Med rymdverksamhet, och inte minst för OOS-aktiviteter, följer både rättsliga och finansiella risker. Anta följande scenario där part A, med hjälp av en servicesatellit, skall flytta en klientsatellit (eller en bit rymskrot) tillhörande part B, till en annan bana. Under OOS-aktiviteterna kan följande händelser inträffa: part A råkar förstöra klientsatelliten tillhörande part B, servicesatelliten tillhörande part A går sönder, part A råkar förstöra en helt annan satellit tillhörande en tredje part C, och slutligen part A lyckas inte flytta klientsatelliten. Minimering av riskfaktorer vid OOS kan hanteras genom internationell rymdlagstiftning men även genom avtal mellan olika parter samt genom rymdförsäkringar. Hur dessa situationer skall hanteras är i dagsläget dock inte solklart.

4.2.1 Vad är ett rymdföremål?

Rymdrättens Magna Charta, rymdfördraget²⁰ från 1967 (SÖ 1967:7) lägger grunden för hur aktiviteter i rymden skall regleras. Fördraget, som hastigt sammanställdes med anledning av landningen av den amerikanska Luna IX på månen 1966, är delvis en vagt formulerad text med inkonsekvent terminologi.²¹ Mycket har hänt sedan detta fördrag skrevs. Rymskrot i synnerhet har blivit ett stort problem vid nyttjandet av rymden, varför OOS-aktiviteter som borttagning av rymskrot är högaktuella. Fördraget innehåller varken definition av yttre rymden eller föremål i yttre rymden, och föga förvånande nämns ej heller rymskrot. Det finns överlag ingen omnämning eller definition av rymskrot i den existerande rymdlagstiftningen och därmed finns heller ingen distinktion, i juridisk mening, mellan en fungerande satellit och en bit skrot i rymden.²² I artikel 9 i fördraget stadgas att fördragsslutande parter skall utforska rymden på ett sådant sätt att skadlig kontaminering undviks – det är dock oklart om rymskrot kan ingå i denna formulering eller om den syftar på radioaktiv eller biologisk kontaminering. Likaledes saknas det i rymdrätten procedurer för hur ett övergivet föremål i rymden skall deklareras och riktlinjer för bärning, till skillnad mot hur till exempel internationell maritim lagstiftning reglerar bärning.

²⁰ *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty)*, antagen genom UNGA resolution 2222 (XXI), i kraft sedan 10 oktober 1967.

²¹ Anna-Karin Bergman. *Trender inom Rymdrätten* Examensarbete i folkrätt (Lund: Lunds Universitet, 2002).

²² I FNs riktlinjer för minimering av rymskrot (*Space Debris Mitigation Guidelines*) definieras rymskrot som "... all man-made objects, including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering the atmosphere, that are non-functional."

4.2.2 Vem får påverka ett rymdföremål?

Såväl rymdfördraget som ansvarskonventionen²³ från 1972 (SÖ 1976:35) stipulerar att det är den utsändande staten (eller staterna) som kontrollerar och ansvarar för det i rymden uppsända föremålet. Rymdföremålet ligger således under nationell lagstiftning. Därav följer att det bara är den utsändande staten som har rätt att föra bort eller manipulera ”sitt” föremål i rymden. Om någon annan än den utsändande staten skall påverka ett rymdföremål krävs det därför tillstånd från den utsändande staten att göra detta. Härvidlag finns det två problem: dels existerar inga procedurer för att erhålla sådana tillstånd, dels är inte alltid den utsändande staten känd för rymdföremålet i fråga – i synnerhet för rymdskrot.²⁴

Registreringskonventionen²⁵ från 1976 (SÖ 1976:43) föreskriver att en utsändande stat skall registerföra rymdföremål dels i ett nationellt register, dels hos FN (*UN Registry of Space Objects*). Vidare stipulerar registreringskonventionen att viss grundläggande information om rymdföremålet skall läggas in i registret, som exempelvis banparametrar. Trots att konventionen innehåller en mekanism för att meddela FN om förändrad status (till exempel bana) på ett rymdföremål finns det i konventionen inget konkret krav på en utsändande stat att meddela detta, inklusive en situation där ett föremål har ändrat bana eller gått sönder. Härvidlag finns det ett stort antal föremål i rymden vars ursprung inte går att spåra (och därmed är utsändande stat okänd).²⁶

4.2.3 Vem betalar?

Den internationella rymdrätten omfattar inte föreskrifter gällande rymdskrot och OOS-aktiviteter. Inte heller är de aktuella traktaten (som i huvudsak bygger på statlig rymdverksamhet) anpassade för kommersiella rymdaktiviteter vilka kan utövas av såväl icke-statliga organisationer (exempelvis Intelsat) som privata företag. Rymdfördraget och ansvarskonventionen reglerar ersättningsansvar för skador som orsakas av ett rymdföremål. Ansvarskonventionen tilldelar ansvaret till utsändande stater som har absolut ansvar för skador. Därför kan endast ansvariga stater som tillika är utsändande stater bli ersättningskyldiga.

²³ *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, antagen genom UNGA resolution 2777 (XXVI), i kraft sedan 1 september 1972.

²⁴ Brian C. Weeden. “Overview of the legal and policy challenges of orbital debris removal IAC-10.A6.4.4,” (International Astronautical Congress, 27 sept – 1 oktober 2010, Prag).

²⁵ *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*, antagen genom UNGA resolution 3235 (XXIX), i kraft sedan 15 september 1976.

²⁶ Den amerikanska militären följer över 20 000 föremål i omloppsbana och upprätthåller en objektdatabas med rymdföremål vilka kan spåras till en specifik uppskjutning och därmed utsändande stat. Se http://www.stratcom.mil/factsheets/USSTRATCOM_Space_Control_and_Space_Surveillance/, (kontrollerad 2013-01-08).

Härvidlag skulle det kunna bli problematiskt om det uppstår skador då en tredje part utför OOS, exempelvis för att ta bort rymdskrot.

Immaterialrättsliga frågor bör också beaktas vid OOS-aktiviteter. Inspektion och karakterisering av rymdföremål av tredje part kan avslöja teknisk information om föremålet (satellit eller raketsteg) som är skyddat under patent.²⁷ Ansvarsskyldighet, prestanda och immaterialrätt kan regleras i ett avtal mellan olika parter som ingår i OOS-aktiviteterna. Privat industri, framförallt inom telekommunikationsområdet, använder sig också av rymdförsäkringar, vilka är skraddarsydda för uppdraget och omfattar såväl egendomsförsäkring som skadeersättningsförsäkring för tredje part.²⁸

4.3 Säkerhetspolitiska aspekter på OOS

Satelliter och de tjänster de medför har sedan rymdålderns början använts som ett säkerhets- och försvarspolitiskt instrument. Infrastrukturen i rymden är därför en viktig nationell tillgång för många stater och inblandning av andra aktörer i denna infrastruktur kan uppfattas som ett hot mot den nationella säkerheten. Teknologin bakom OOS är behäftad med stämpeln *dual-use* vilket innebär att produkter baserade på denna teknologi kan ha dubbla användningsområden och kan ha såväl militära som civila användare. Många satellitsystem idag levererar data till såväl civila myndigheter som militären, ett exempel är det italienska jordobservationsprogrammet COSMO SkyMed. Dessutom är OOS-teknologi behäftad med uttrycket *residual-use* vilket innebär att system baserade på sådan teknologi kan ha ytterligare (residuala) förmågor utöver dem de ursprungligen är designade för. Ett klassiskt exempel på system med residual förmåga är missilförsvarssystem vilka, förutom att försvara mot inkommande missiler, även kan användas för att förstöra satelliter i omloppsbana, något som både Kina och USA har demonstrerat på senare tid. Slutligen kan en servicesatellit som används för OOS-aktiviteter även utgöra något som på engelska kallas *Weapon of Opportunity*, det vill säga ett föremål som vid ett visst tillfälle fördelaktigt kan nyttjas som ett vapen.

4.3.1 Servicesatellit eller antisatellitvapen?

I och med kontexten *dual-use* medför användningen av OOS-teknologi konsekvenser. OOS förutsätter servicesatelliter som i bana kan manövrera för att kunna underhålla klientsatelliter eller för att ta bort rymdskrot. Sådana manövrar förutsätter teknologi hos servicesatelliten för att kunna målsöka, närma sig mot och docka med en klientsatellit i bana. Det krävs styrraketer på satelliten,

²⁷ Brian C. Weeden. op.cit.

²⁸ Anna-Karin Bergman. op.cit.

tillräcklig mängd bränsle, lämpliga sensorer och sofistikerade navigations-algoritmer. Givet de rätta tekniska förutsättningarna hos en servicesatellit möjliggörs därför en användning av servicesatelliten som ett slags primitivt antisatellitvapen, eller ASAT²⁹-vapen, vilket ofta nämns i den internationella diskursen om kapprustning i rymden. ASAT-vapen är benämningen på sådana vapen som har satelliter och satelliters funktion som mål. En typ av ASAT-vapen är exempelvis satelliter med en förmåga att störa eller kollidera med andra satelliter. Exempel på aktiviteter som skulle kunna genomföras med OOS-teknologi är:

- otillåten inspektion av andra satelliter, till exempel ta bilder på denna med en kamera,
- störning av annan satellits funktion, exempelvis genom att lägga sig framför (skugga) satellitens sensorer eller störa radiosignalen från satelliten,
- avsiktlig kollision med annan satellit, allt ifrån att nudda den till att slå sönder den och
- dockning med en målsatellit med efterföljande detonation med sprängmedel.

Det kan argumenteras att när en satellit (antingen styrd från marken eller autonomt) kan manövrera mot och närma sig en annan satellit som inte har en liknande förmåga så föreligger en potential att satelliten kan användas som ett ASAT-vapen. Ett exempel på en oavsiktlig kollision i samband med OOS är incidenten år 2005 med NASAs satellituppdrag DART (*Demonstration of Autonomous Rendezvous Technologies*). Under uppdraget kolliderade servicesatelliten oväntat med klientsatelliten och knuffade denna till en högre bana, lyckligtvis förblev båda satelliterna intakta.³⁰

Termen ”mikrosatelliter” eller små satelliter används ofta i detta sammanhang, se följande citat nedan.

”Small antisatellite weapons, or microsatellites, could be lofted into the same orbits as their targets...”³¹

“This may eventually permit launch of “parasitic” microsatellites, i.e., small craft that track and follow other satellites; this technology could prove useful for

²⁹ ASAT är akronym för Anti SATellite

³⁰ DART mission http://www.nasa.gov/mission_pages/dart/main/index.html, (kontrollerad 2013-01-10).

³¹ Theresa Hitchens, mars 2008, Space wars – Coming to the Sky near You, Scientific American, vol 298, sid 67-73.

*ASAT missions if the microsatellite were able to maneuver close enough to the target satellite to disrupt or destroy it.*³²

*“Once in orbit, micro- and nano-satellites are extremely difficult to detect and track, lending them splendidly to co-orbital anti-satellite missions.”*³³

Benämningen ”mikro” i begreppet mikrosatelliter refererar till satellitens vikt (50 - 100 kg) men det är inte nödvändigtvis bara denna egenskap i sig som gör satelliten till ett potentiellt ASAT-vapen. Det är satellitens förmåga att kunna målsöka, manövrera mot och komma nära en annan satellit som möjliggör en användning av satelliten som ett vapen. Oaktat det faktum att termen mikrosatellit ibland används något slarvigt i diskussionerna kring ASAT-vapen är det värt att betona att vilken satellit som helst (vilken viktklass som helst) med rätt förmåga kan utgöra ett potentiellt ASAT-vapen. Små satelliter är däremot, på basis av sin ringa storlek, svårare att upptäcka och har tillämpningar som dels försvarsmekanismer (exempelvis kluster av små satelliter som försvarar en större satellit), dels som antisatellitvapen. Mikrosatelliter skulle kunna användas som rymdminor (*space mines*) vilka lägger sig nära ett mål och detonerar. Konceptet är på intet sätt nytt. Under 1970-talet utförde Sovjetunionen flera tester med en slags interceptorsatellit (*Istrebitel Sputnik*)³⁴ som verkade genom att en konventionell sprängladdning inuti en sådan utlöstes i närheten av målsatelliten. I USA har det funnits en rad militära program för utveckling och test av satelliter som gör *rendezvous*-manövrar i omloppsbana. Utöver det redan nämnda XSS-projektet finns MiTeX- programmet sponsrat av DARPA. 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.³⁵

4.3.2 OOS och rustningskontroll

OOS blir i detta avseende relevant i den internationella diskursen om rustningskontroll i rymden. Flera element kan utkristalliseras i sammanhanget: definitionen av antisatellitvapen, transparens och verifikation.

³² Laura Grego, april 2003, Short History of US and Soviet ASAT programs, Union of Concerned Scientists. http://www.ucsusa.org/assets/documents/nwgs/asat_history.pdf, (kontrollerad 2013-01-15)

³³ Ashley J. Tellis, 2007, China's Military Space Strategy, Survival, vol 49, sid 41-72.

³⁴ Vladimir Dvorkin. "Space Weapons Programs," i *Outer Space – Weapons, Diplomacy and Security*, red. Alexej Arbatov och Vladimir Dvorkin, (Washington: Carnegie Endowment for International Peace, 2010).

³⁵ "Spy satellites turn their gaze onto each other," *New Scientist*, 24 januari 2009.

4.3.2.1 Definitioner av vapen

Rymdfördraget förbjuder inte alla typer av vapen i rymden, i synnerhet i omloppsbana runt jorden. I artikel 4 stadgas att massförstörelsevapen ej får placeras i omloppsbana eller på himlakroppar samt att det är förbjudet att överhuvudtaget testa vapen på himlakroppar. Således finns det inga föreskrifter vad gäller ASAT-vapen i rymdfördraget.

I SALT-avtalen (*Strategic Arms Limitation Treaty*) fanns det dels, i SALT I³⁶, ett förbud mot att använda ASAT-vapen mot just de satelliter som användes för att verifiera själva avtalet (*National Technical Means of Verification*), dels, i SALT II³⁷, ett förbud mot *fractional orbital missiles*, med vilka kärnvapen kunde placeras i bana och tas ner innan ett varv runt jorden fullföljts.

Avtalsförslaget PPWT (*Prevention of Placement of Weapons in outer space Treaty*), som officiellt presenterades i Nedrustningskonferensen 2008 av Ryssland, syftar till att förbjuda utplacering och användning av vapen i rymden. I utkastet till PPWT definieras ett vapen i rymden som ett föremål som specifikt har designats eller modifierats för att åstadkomma skada:

"...the term "weapons in outer space" means any device placed in outer space, based on any physical principle, which has been specially produced or converted to destroy, damage or disrupt the normal functioning of objects in outer space.."
38

Frågan är: hur skall en satellit, designad för OOS och med potentialen att förstöra andra satelliter, bedömas utifrån definitionen i PPWT? Och hur skall intentionen verifieras?

4.3.2.2 Förtroende och transparens

Det andra elementet har med förtroende och transparens att göra och skall ses mot bakgrund av de tre C:na som präglar nyttjandet av rymden idag (*congested, contested och competitive*). Antalet aktörer i rymden ökar. Exemplet med de svenska Prismasatelliterna visar också att den tekniska förmågan att genomföra OOS-aktiviteter inte enbart är förbehållet stormakterna. Den militära användningen av rymden är inte längre förunnad enbart supermakterna och satelliter används av flera aktörer för nationell säkerhet, bland annat för missilvarning, militär kommunikation, bild- och signalspaning samt noggrann positionering. Med en flotta av sådana satelliter i rymden kan olika OOS-

³⁶ *Interim Agreement Between the USA and the USSR on Certain Measures with Respect to the Limitation of Strategic Offensive Arms (SALT I Agreement)*, i kraft sedan 3 oktober 1972.

³⁷ *Treaty Between the United States of America and the Union of Soviet Socialist Republics on the Limitation of Strategic Offensive Arms*, underskrivet av båda parter 1979 men ej ratificerat av USA.

³⁸ *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).

aktiviteter därmed väcka misstänksamhet. En så kallad *proximity*-manöver kan misstolkas som försök att genskjuta en satellit eller inspektera denna för militära ändamål. OOS-aktiviteter som utförs i hemlighet och/eller unilateralt kan på sikt också skapa misstro.

Program för utveckling av OOS-teknologi och OOS-metoder, inklusive borttagning av rymdskrot, i synnerhet hemliga sådana, kan misstolkas som vapenprogram och väcka misstänksamhet. Det svenska Prismauppdraget har präglats av öppenhet och transparens både under utvecklingen av programmet och under uppdraget³⁹, något som kan ses som en förtroendeskapande åtgärd från Sveriges sida.

Som kontrast kan nämnas de *rendezvous*-manövrar vilka utfördes av de två kinesiska satelliterna SJ-6F och SJ-12 i låg bana 2010.⁴⁰ 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. Dessa två satelliter ingår i minisatellitserien *Shi Jian* för teknologidemonstration och forskning. Kina kommenterade inte officiellt dessa manövrar vilket har föranlett frågan om dessa aktiviteter är en del av landets ambitioner att utveckla nya ASAT-förmågor eller helt enkelt är en del av utvecklingen av det nationella rymdprogrammet.⁴¹ Kinas tystnad kring dessa *rendezvous*-manövrar väcker misstänksamhet i USA där man hänvisar till den första principen i den nya nationella rymdpolicyn från 2010:

*”It is the shared interest of all nations to act responsibly in space to help prevent mishaps, misperceptions, and mistrust.”*⁴²

Kinas aktiviteter i rymden bevakas noga av USA och det tidigare kinesiska ASAT-testet 2007 i låg bana samt moderinseringen av Kinas försvar utgör orosmoln för USA. Det finns misstankar om att Kina nu även kan nå mål i högre banor, något som delvis skulle kunna åstadkommas med OOS-förmåga.⁴³

Ytterligare en bidragande faktor till misstänksamheten är det faktum att inte alla rymdaktörer har tillgång till rymdövervakningsförmågor och därför inte kan övervaka vad som händer i rymden. Små satelliter som genomför *proximity*-manövrar är speciellt svåra att upptäcka, vilket underminerar förtroendet. USA

³⁹ Dåvarande Rymdbolaget och nuvarande OHB-Sweden har löpande under projektets gång lagt ut information på hemsidan, se <http://www.ohb-sweden.se/prisma>, (kontrollerad 2013-01-15).

⁴⁰ Rachel Courtland, “Two Chinese satellites rendezvous in orbit,” *New Scientist*, 31 augusti 2010.

⁴¹ Stephen Clark, “China remains silent on satellite rendezvous,” (Spaceflight Now, 8 september 2010), <http://spaceflightnow.com/news/n1009/08china/>, (kontrollerad 2013-01-14).

⁴² US National Space Policy http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf, (kontrollerad 2013-01-14).

⁴³ Andrea Shalal-Esa, “China’s space activities raising U.S. satellite security concerns,” (Reuters, 14 januari 2013), <http://www.reuters.com/article/2013/01/14/us-china-usa-satellites-idUSBRE90D08620130114>, (kontrollerad 2013-01-14).

besitter förmågan att övervaka (delar av) rymden och kan därmed verifiera användningen av ASAT-vapen, dock finns det ingen aktör idag som har en komplett lägesbild⁴⁴ av rymden.

4.3.2.3 Verifikation

I och med att de teknologier som möjliggör OOS-operationer är desamma som för ett potentiellt ASAT-vapen föreligger det en risk för missförstånd och misstänksamhet. Hur verifierar man att teknologin för antisatellitvapen ej utvecklas under täckmantel och sedan används i fel syfte? En analog är problematiken med den teknologi som ligger bakom ballistiska missiler och bäraraketer, något som uttrycks i Haagkoden mot spridning av ballistiska missiler:

"To exercise the necessary vigilance in the consideration of assistance to Space Launch Vehicle programmes in any other country so as to prevent contributing to delivery systems for weapons of mass destruction, considering that such programmes may be used to conceal Ballistic Missile programmes".⁴⁵

Verifikation av vapen i rymden har ansetts vara komplicerat och svårt att implementera, och inget verifikationsprotokoll ingår i PPWT-förslaget. Verifikation kan fylla en viktig roll dels för att bedöma om en satellit har upphört att fungera på grund av naturliga (rymdväder) eller andra skäl (vapenverkan), dels för att endast få av många rymdaktörer har tillgång till en rymdlägesbild.

Verifikation av ASAT-vapen baserade på OOS-teknologi, det vill säga manövrerande satelliter som används som vapen, innebär en utmaning just med tanke på deras karaktär med dubbla användningsområden och residuala förmågor. Att inspektera och verifiera sådana typer av vapen är nästintill omöjligt under såväl utvecklingsfasen som vid uppskjutningen i rymden. Varken inspektioner av produkten i laboratoriet eller *on-site* inspektioner av nyttolasterna på uppskjutningsplatserna ger entydig information om en satellit kan klassas som ett ASAT-vapen. Med andra ord, **potentialen** för en satellit med OOS-teknologi att verka som ett vapen kan bestämmas, dock inte **intentionen**. För denna typ av ASAT-vapen återstår möjligheten att verifiera själva användningen av vapnet.

Metoder för att verifiera användningen av ett dylikt ASAT-vapen i omloppsbana inkluderar både rymdövervakning för att få en rymdlägesbild och inspektion i bana, det senare möjliggörs med just OOS-teknologi. Rymdlägesbild kan beskrivas som en överblickande lägesbild av hoten mot infrastrukturen i rymden såsom rymdväder, rymdstenar och rymdskrot, samt även en lägesbild av själva rymdsystemen (satelliter, rymdstationer). Övervakning av rymden utförs dels från marken med radaranläggningar och optiska teleskop, dels med

⁴⁴ Rymdlägesbild är den svenska benämningen på Space Situational Awareness – SSA.

⁴⁵ Hague Code of Conduct against Ballistic Missile Proliferation <http://www.hcoc.at/#>, (kontrollerad 2013-01-08).

rymdbaserade sensorer. Rymdlägesbild är idag en nödvändighet för nyttjandet av rymdsystem, samtidigt är det också en förutsättning för användning av vapen i rymden.

Inspektion i bana innebär att inspektionssatelliter manövrerar nära andra satelliter i bana för att verifiera efterlevnaden av ett avtal. Inspektionssatelliter är en form av rymdbaserade sensorer och utgör därför en delmängd av rymdövervakning. Denna verifieringsmetod förutsätter OOS-förmåga och det säger sig självt att sådana metoder bör ske multilateralt för att undvika misstro och missförstånd. Sådana koncept har redan föreslagits, varav ett kallas PAXAT-A. Detta koncept ingick i en studie genomförd av det kanadensiska utrikesdepartementet under 1986 och innebar ett multinationellt satellitsystem för att inspektera andra satelliter i bana. Syftet var att verifiera efterlevnaden av fördraget om fredligt nyttjande av rymden.⁴⁶

⁴⁶ Lars B. Wallin et al. Multinationell verifikationssatellit? – En förstudie, FOA C 10312-9.3. (Stockholm: Försvarets forskningsanstalt, september 1988).

5 DARPAS konferens om OOS

Det finns olika aspekter på OOS, vilka har beskrivits ovan och det är mot dessa som DARPA:s initiativ till konferensen skall ses. Deltagarna på konferensen ”*Fostering Sustainable Satellite Servicing*” inkluderade representanter från satellitindustrin, statliga aktörer (exempelvis *Departments of Defense and State*, NASA, JAXA⁴⁷, DLR⁴⁸), NGOer⁴⁹ samt akademiska representanter. Internationella deltagare kom från Sverige, Kanada, Australien, Japan, Tyskland. Flera internationella aktörer hade blivit inbjudna, exempelvis från Kina, men många kunde ej delta av olika skäl. Konferensen åtföljdes nästa dag av en workshop till vilken ett fåtal deltagare var inbjudna för att diskutera den första dagens ämnen. Agendan för konferensen återfinns i Bilaga 1.

Konferensen inleddes med ett tal av Bill Mackey från Kanadas ambassad. Kanada stöder strategier och åtgärder vilka bidrar till ett långsiktigt hållbart nyttjande av rymden och stöder kommersialiseringen av underhållsaktiviteter i bana. Ett exempel är CANADARM, en mekanisk arm som användes för att flytta nyttolaster på den numera pensionerade rymdfärjan. Mackey betonade vidare att Kanada är, och konsekvent har varit, emot en ”vapenisering⁵⁰” av rymden. Mackeys tal följdes av DARPA:s verkställande direktör, Kaigham Gabriel, som berättade att anledningen till att DARPA finansierade OOS är för att utvidga ett hållbart nyttjande av rymden och för att förebygga strategiska överraskningar. Dock, påpekade Gabriel, kan OOS medföra känsliga konsekvenser.

5.1 Pågående OOS-program

Efter inledningstalen presenterades en rad olika program inom OOS av organisationer från USA, Kanada, Tyskland och Japan. Nedan beskrivs några av programmen. Aktörer i Nordamerika som är involverade i OOS inkluderar NASA, DARPA, amerikanska flygvapnet, Ball Aerospace & Technologies Corporation, Boeing, MacDonald Dettwiler & Associates och Northrop Gruman, för att nämna några.

⁴⁷ JAXA står för Japan Aerospace Exploration Agency

⁴⁸ DLR är den tyska rymdorganisationen (Deutsches zentrum für Luft- und Raumfahrt).

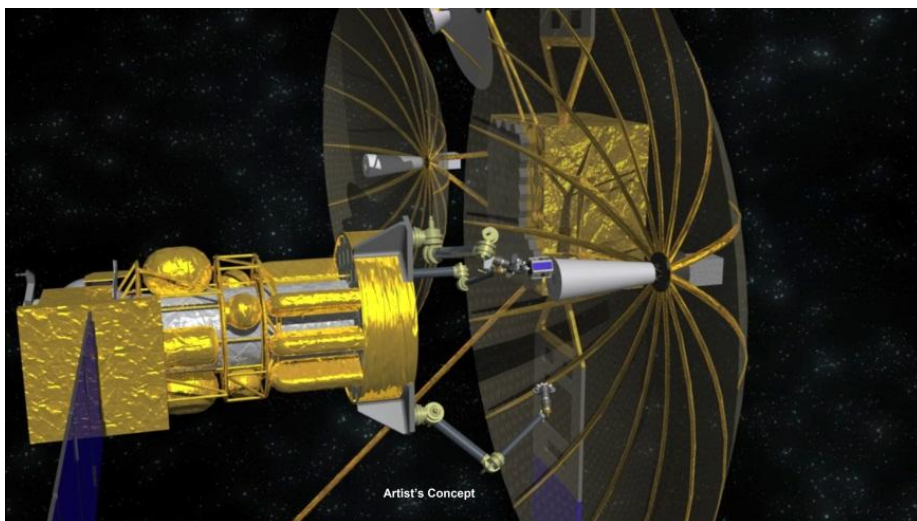
⁴⁹ NGO – Non Governmental Organisation

⁵⁰ Ordet vapenisering är ett påhittat ord och är fritt översatt från engelskans ”weaponization”. Med weaponization of space, menas utplacering och användning av vapen i rymden. Rymden ses idag som redan militariserad (militarized), dock används båda dessa termer i den internationella diskursen.

5.1.1 Phoenix – amerikansk återvinning i rymden

Ett av de pågående programmen är Phoenix vilket syftar till att utveckla och demonstrera teknologier för att återanvända delar av satelliter i geostationär bana, sådana satelliter som antingen är trasiga eller har nått slutet på sina livstider. När en satellit i GEO inte längre fungerar flyttas den till en bana längre bort från jorden (*graveyard orbit*) som en slags parkering, där den inte kan kollidera med andra fungerande satelliter. Dock har många av dessa överflödiga satelliter delar som fortfarande kan vara användbara, exempelvis antenner. Genom att återanvända dessa satellitdelar kan nya rymdsystem sättas ihop, *in situ*, till en lägre kostnad. En viktig förutsättning för detta är att satellitägaren sanktionerar bärgningen av komponenter.

Phoenix-programmet syftar till att återanvända komponenter från ej längre fungerande klientsatelliter i geostationär bana (alltså pensionerade satelliter i *graveyard orbit*) med ökad kostnadseffektivitet som följd. Med Phoenix söker man specifikt demonstrera en kontinuerlig och global kommunikationsförmåga för stridskrafterna genom att med avancerad robotik återvinna just radioantenner. För detta utvecklas en serie mycket små servicesatelliter, kallade "satlets" vilka skall skjutas upp tillsammans med kommersiella satelliter till geostationär bana. En separat servicesatellit, "tender" kommer också att placeras i geostationär bana för att tillsammans med *satlets* bilda en länkad servicestation i rymden. *Tender*-satelliten kommer att vara utrustad med en robotarm för att bland annat plocka bort antenner från klientsatelliterna. De återanvända antennerna kommer sedan användas med andra delar för att bygga nya kommunikationssatelliter på plats.



Figur 3 Phoenix Källa: DARPA

Demonstrationen av Phoenix-programmet är planerad till år 2016. Ett av DARPAs tidigare OOS-program, Orbital Express, presenterades av Boeing. Uppdraget, som slutfördes 2007, var en lyckad teknikdemonstration av OOS-teknologi där man bland annat lyckades föra över bränsle från en servicesatellit till en klientsatellit, det vill säga tankning av en satellit i bana.

5.1.2 ViviSat – kommersiellt underhåll av satellitflottan i GEO

Företaget ViviSat⁵¹ har utvecklat en servicesatellit (*Mission Extension Vehicle*) som kan docka med satelliter i GEO i syfte att förlänga livstiden på satelliter som ännu har fungerande nyttolaster men som har slut på bränsle. På så sätt kan vinsten för satellitoperatör maximeras.

5.1.3 DEOS – tysk teknikdemonstration av OOS i rymden

DEOS (*DEutsche Orbitale Servicing mission*) är en tysk teknikdemonstration av OOS vilken finansieras av tyska rymdorganisationen DLR. Målet med DEOS-programmet är att fånga in en klientsatellit (*non-cooperative*) som tumlar runt okontrollerat och att stabilisera denna. För att åstadkomma detta måste servicesatelliten gå igenom flera steg: lokalisering av klientsatelliten (banpositionen), igenkänning (med hjälp av lämpliga sensorer), *rendezvous*-manöver, dockning och *deorbit* (ta klientsatelliten till en annan bana). Två testsatelliter, en servicesatellit och en klientsatellit, kommer att skjutas upp i låg bana för demonstrationen av teknologin.

5.2 Rättsliga och policyaspekter på OOS

Den första panelen behandlade frågor som berör de rättsliga aspekterna av OOS.

Juridiska frågor i samband med så kallade *Hosted Payloads* (HPL) berördes. HPL innebär att en användare (kund) sätter en nyttolast på en kommersiell satellit vilken kontrolleras och ägs av en kommersiell satellitoperatör. I samband med OOS-aktiviteter på en sådan värdsatellit uppstår en rättslig problematik i kontraktet. Hur skall själva nyttolasten hanteras i samband med att värdsatelliten blir en klientsatellit som underhålls? Specifikt, hur regleras kontraktet mellan kunden som har nyttolasten och den som äger värdsatelliten, före, under och efter OOS-aktiviteterna? Ett exempel är regleringen av skadeståndsskyldighet i det fall OOS-aktiviteter orsakar skador på nyttolasten, härvidlag behövs ett kontrakt mellan HPL-kunden, den kommersiella satellitoperatören och den som äger och kontrollerar servicesatelliten.

⁵¹ Bildat av företagen U.S. Space LLC and ATK Aerospace Systems.

Rymden är en del av *global commons* till vilken det finns icke-exklusiva rättigheter att nyttja och utforska. OOS utgör ett nyttjande av rymden, men frågan är om det är accepterat och hur skall det regleras. Det finns härvidlag internationella rättsliga hinder för användningen av OOS-förmågor. Det argumenterades att rymdfördraget (*Outer Space Treaty*) drevs fram av rädslan för kärnvapen och att detta avtal, framförallt artikel 9 som handlar om aktiviteter i rymden, ännu är ofullständigt.

Teknologin för OOS är välutvecklad men det juridiska ramverket och procedurer för OOS har hamnat på efterkälken, bland annat problematiken kring det faktum att lagen stadgar att det är registerförande stat som utövar jurisdiktion och kontroll av föremål i rymden, inklusive rymdskrot. Några knäckfrågor gällande reglering av OOS är immaterialrättigheter, hemligstämplad information, skadeståndskyldighet, definitioner av rymdföremål och registerförande stat och så vidare. Hur OOS-teknologi uppfattas av andra stater, exempelvis ASAT-förmågor som i synnerhet ADR-system besitter, spelar en roll från strategiska och militära perspektiv. Det betonades att när en enskild nation genomför OOS är det viktigt med fokuserad diplomati och förtroendeskapande åtgärder.

Det varnades för instrument som uppförandekoder då efterlevnad av sådana frivilliga riktlinjer kan utvecklas till bindande internationell lag med tiden. Det uttrycktes en oro för hur man hanterar den situation i vilken man behöver bryta mot riktlinjerna (exempelvis handlar i självförsvar) och vilka implikationerna (för USA) skulle bli i så fall. Det påpekades även att rymdkodens riktlinjer inte nödvändigtvis behövde blir del av internationell lag om det inte låg i USAs intresse. Från satellitindustrin finns en vilja att etablera användbara fall och prejudikat för händelser i samband med OOS. Vikten av den politiska viljan betonades; ord går att ändra och utveckla. Det hänvisades också till ABM-avtalet⁵² där det fanns möjlighet för samtal på basis av ny utveckling i teknologin.

5.3 Operativa aspekter på OOS

Dagens andra panel fokuserade på operativa procedurer för OOS, driftsäkerhet och utbyte av data.

För kommersiella satellitoperatörer, som exempelvis Intelsat, med satellitflottor i geostationära banor lyder mottot: tid är pengar. Avkastning på investeringar kan realiseras genom förlängning av livstiden på satelliter i bana och andra typer av underhåll. Oavbruten service till klienter har därför högsta prioritet. OOS-förmågor som servicesatelliter måste befinna sig i bana och omedelbart kunna åtgärda problem. Förutom rättsliga aspekter måste det även finnas etablerade

⁵² *Treaty Between the USA and the USSR on the Limitation of Anti-Ballistic Missile Systems (ABM Treaty)*, i kraft 3 oktober 1972 till 13 juni 2002.

operativa procedurer för att åstadkomma hållbara och säkra OOS-aktiviteter. Olika sammanslutningar av industriella rymdaktörer, som SDA (*Space Data Association*), bidrar till att öka driftsäkerheten. Exempelvis sker inom SDA ett utbyte av data för rymdlägesbild för att minska risken för kollisioner i rymden. Rymdlägesbild är ett särskilt viktigt instrument för OOS och data finns även tillgängligt genom det amerikanska rymdövervakningsnätverket *Space Surveillance Network* som utgör en viktig del av *US Strategic Command*.

5.4 OOS och internationell säkerhet

Den tredje och sista panelen diskuterade OOS i kontexten internationell säkerhet och stabilitet.

Vad som helst som kan manövrera i rymden kan ses som ett potentiellt hot och varje OOS-aktivitet har implikationer för nationell säkerhet. OOS-förmågor och aktiviteter kan uppfattas på olika sätt, dock stämmer inte alltid uppfattningen överens med verkligheten. Uppfattningar leder till spekulationer som i sin tur leder till instabilitet. I detta avseende nämndes Kina som den stora elefanten i rummet.

Rymdkoden⁵³, på initiativ av EU, skulle kunna tillämpas på OOS i och med att den dels behandlar aktiviteter som manövrar i rymden, dels för att den är ett levande dokument som tar hänsyn till den teknologiska utvecklingen. Se Bilaga 2 för presentationen av författaren. Det framfördes kritik mot rymdkoden; å ena sidan för att den är tandlös och inte är bindande, å andra sidan för att den begränsar handlingsfriheten för en rymdaktör. Dessutom skulle koden tjäna på input från satellitindustrin, i synnerhet satellitoperatörer som dagligen hanterar satelliter i bana.

5.5 Workshop om OOS

Konferensen följdes av en workshop nästa dag till vilken färre deltagare var inbjudna och där diskussionen centrerades kring ämnena i gårdagens paneldebatter.

Avsaknaden av adekvat reglering och lagstiftning diskuterades för det fall där en ny satellit genom OOS konstrueras i rymden av reservdelar. Hur löser man då frågan om utsändande stat och registerförande stat? Det internationella avtalet för ISS nämndes som en förebild; detta avtal kan tjäna som prejudikat för OOS. ISS är ett exempel på ett internationellt samarbete mellan fem rymdorganisationer

⁵³ Koden finns tillgänglig på

http://www.consilium.europa.eu/media/1696642/12_06_05_coc_space_eu_revised_draft_working__document.pdf, (kontrollerad 2013-01-15).

(från USA, Europa, Japan, Ryssland och Kanada) och sattes ihop av olika enheter på plats i omloppsbanan. Rättigheter och skyldigheter för rymdstationen regleras genom avtalet *Space Station Intergovernmental Agreement* (IGA) vilket skrevs under 1998 av fjorton stater. Ytterligare samförståndsavtal (*Memoranda of Understanding*) togs fram mellan rymdorganisationerna och bilaterala underavtal (*Implementing Arrangements*) på lägre nivåer. Bärning av gods i rymden för återvinning utgör också ett problem, särskilt om godset kan härledas till en satellit eller en uppskjutning. Rymdfördraget reglerar ej bärning och med tanke på risken med *reverse engineering*⁵⁴ kan bärning av vrakdelar i rymden bli en känslig fråga.

DARPA har ett intresse av att investera i teknologi som har dubbla användningsområden och residuala förmågor. OOS ses om en viktig förmåga för att behålla ett övertag i framtiden. Det påpekades igen att OOS, i synnerhet, borttagning av rymdskrot eller ADR, är känsligt då det kan ge intrycket av att det används som täckmantel för att placera vapen i rymden. Det är också svårt att särskilja satelliter som är några kilometer från varandra i bana och få aktörer har tillgång till en god rymdlägesbild som möjliggör detta. Satellitoperatörer har en bra lägesbild över sina egna satelliter. ADR är ett område där internationellt samarbete och riktlinjer är nödvändigt.

Rymdkoden och dess relevans diskuterades återigen. En uppförandekod som är "smärtsamt" acceptabel för de flesta kanske inte medför något mervärde till ett säkert och hållbart nyttjande av rymden. Några av de kritiska punkterna summeras nedan.

- Vad är mervärdet av rymdkoden om åtagandena är frivilliga?
- Hur hanteras frågan om självförsvar?
- Alla har inte blivit inkluderade i processen.
- Rymdkoden saknar referens till principerna för fjärranalys och månavtalet, vilket skrivs under av allt fler.
- Vad är EU:s bakomliggande motiv med koden?
- Det finns ordval i kodtexten med rättsliga implikationer (*legal language*).

Andra alternativ nämndes som exempelvis ett avtal för reglering av ASAT-tester, ratificering av existerande ramverk av alla stater och rymdkoden som en FN-resolution. Frågorna om processen, syftet och innehåll i koden är i högsta grad

⁵⁴ Med begreppet *reverse engineering* menas att man genom att ta isär och analysera en produkt får reda på hur denna fungerar i syfte att kopiera och framställa en liknande produkt. Metoden används av försvarsmakter för att kopiera andra maktens teknologi men även av kommersiella företag.

legitima och behöver diskuteras i detalj för att vinna gehör för koden. Utrikestjänstens⁵⁵ planerade *outreach*-aktiviteter och multilaterala expertmöten är tänkta att just sprida information och främja diskussion om koden.

⁵⁵ EU:s utrikestjänst, EEAS – European External Action Service

Källförteckning

Bergman, Anna-Karin. *Trender inom Rymdrätten* Examensarbete i folkrätt, Lund: Lunds Universitet, 2002.

Chapman, Bert. *Space Warfare and Defense*. Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, 2008.

Clark, Stephen. "China remains silent on satellite rendezvous," (Spaceflight Now, 8 september 2010), <http://spaceflightnow.com/news/n1009/08china/>, kontrollerad 2013-01-14.

Courtland, Rachel. "Two Chinese satellites rendezvous in orbit," *New Scientist*, 31 augusti 2010.

Dvorkin, Vladimir. "Space Weapons Programs," i *Outer Space – Weapons, Diplomacy and Security*, red. Alexej Arbatov och Vladimir Dvorkin. Washington: Carnegie Endowment for International Peace, 2010.

Gang-wu, Jiang., Ting, Jiang. och Jing, Wang. "A framework of relative navigation system for non-cooperative target using dual-CCD," *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII, del B3b. (Beijing 2008).

Grego, Laura. "A history of US and Soviet ASAT Programs," Union of Concerned Scientists, 1 april, 2003.
http://www.ucsusa.org/assets/documents/nwgs/asat_history.pdf, kontrollerad 2013-01-15.

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

Kreisel, Joerg. "On-Orbit Servicing of Satellites (OOS): Its Potential Market & Impact," 7th ESA Workshop on Advanced Space technologies for Robotics and Automation 'ASTRA 2002', Noordwijk, 19-21 nov, 2002.

Long, Andrew M., Richards, Matthew G. and Hastings, Daniel E. "On-Orbit Servicing: A New value Proposition for Satellite Design and Operation," *Journal of Spacecraft and Rockets*, vol. 44, nr. 4 (jul-aug 2007).

NASA Project Report. "On-Orbit satellite Servicing Study", oktober 2010.
http://ssco.gsfc.nasa.gov/images/NASA_Satellite%20Servicing_Project_Report_0511.pdf, kontrollerad 2013-01-15.

Orndorff, Gregory A. och Zink, Bruce F. "A Constellation Architecture for National Security Space Systems," *John's Hopkins APL Technical Digest*, vol. 29, nr. 3 (2010).

Shalal-Esa, Andrea. "China's space activities raising U.S. satellite security concerns," (Reuters, 14 januari 2013),
<http://www.reuters.com/article/2013/01/14/us-china-usa-satellites-idUSBRE90D08620130114> , kontrollerad 2013-01-14.

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

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

Wallin, Lars B et al. *Multinationell verifikationssatellit? – En förstudie*, FOA C 10312-9.3. Stockholm: Försvarets forskningsanstalt, september 1988.

Weeden, Brian C. "Overview of the legal and policy challenges of orbital debris removal." IAC-10.A6.4.4, International Astronautical Congress, Prag, 27 sept – 1 oktober 2010.

Xu, Wenfu., Liang, Bin., Li, Bing. och Xu, Yangsheng. "A universal on-orbit servicing system used in the geostationary orbit," *Advances in Space Research*, vol. 48 (2011).

Internethemsidor

DARPA: <http://www.darpa.mil/> kontrollerad 2013-01-15.

Team Hubble: Servicing Missions:

http://hubblesite.org/the_telescope/team_hubble/servicing_missions.php,
kontrollerad 2013-01-15.

<http://www.lsespace.com/prox-gps-1.aspx>, kontrollerad 2012-11-29.

DART mission http://www.nasa.gov/mission_pages/dart/main/index.html,
kontrollerad 2013-01-10.

OHB-Sweden: <http://www.ohb-sweden.se/prisma>, kontrollerad 2013-01-15.

U.S. STRATCOM:

http://www.stratcom.mil/factsheets/USSTRATCOM_Space_Control_and_Space_Surveillance/, kontrollerad 2013-01-08.

Officiella Dokument

Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, 2010.

Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects
Adopted by the General Assembly in its resolution 2777 (XXVI) of 29 November 1971.

Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space Adopted by the General Assembly in its resolution 3235 (XXIX) of 12 November 1974.

Hague Code of Conduct against Ballistic Missile Proliferation, 2002.

Interim Agreement Between the USA and the USSR on Certain Measures with Respect to the Limitation of Strategic Offensive Arms, 1972.

National Space Policy of the United States of America. Washington, DC: President of the United States, 2010.

Revised Draft International Code Of Conduct for Outer Space Activities. European Union, 5 juni 2012.

Treaty Between the United States of America and the Union of Soviet Socialist Republics on the Limitation of Strategic Offensive Arms, 1979.

Treaty Between the USA and the USSR on the Limitation of Anti-Ballistic Missile Systems, 1972.

Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies Adopted by the General Assembly in its resolution 2222 (XXI) of 19 December 1966.

Treaty on the Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space and the Threat or Use of Force Against Outer Space Objects, CD/1839. Genève: Nedrustningskonferensen, 2008.

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

Bilaga 1 Konferensagenda

Nedan visas agendan för konferensen ”*Fostering Sustainable Satellite Servicing Conference*” den 25 juni 2012 på DARPA:s högkvarter i Arlington, USA.

Welcome and Overview

David Barnhart, DARPA Program Manager, Tactical Technology Office

Bill Mackey, Space Affairs Counselor, Canadian Space Agency,
Canadian Embassy

KEYNOTE ADDRESS: Importance for the future of space activities

Kaigham (Ken) J. Gabriel, DARPA Acting Director

Sampling of Activities and Projects

Moderator: Victoria Samson, Secure World Foundation

David Barnhart, DARPA (Phoenix)

Bryan McGuirk, ViviSat (GEO Vivisat)

Dan King, MDA (SIS)

Juergen Drescher, DLR (DEOS)

Manny Leinz, Boeing (Orbital Express)

Ben Reed, NASA (Satellite Servicing Capabilities Office)

Mitsushige Oda, JAXA, (ETS-VII)

Session 1 - Policy and Legal Issues

Goal: Identification of key policy, legal or regulatory impediments to technology transition

Moderator: Scott Pace, Professor of Practice of International Affairs and
Director Space Policy Institute, George Washington University

Duncan Blake, Royal Australian Air Force

Joanne Gabrynowicz, Professor, University of Mississippi School of Law
and Director National Center for Remote Sensing, Air and Space Law
Center

Ram Jakhu, Professor, McGill University, Faculty of Law

Phil Meek, retired Air Force Space Command General Counsel

Session 2 - Information Sharing, Operational Considerations and Safety

Goal: How to develop data connectivity to develop sustainable servicing

Moderator: Brian Weeden, Secure World Foundation

Dan King, MDA (Space Missions)

Bryan Benedict, Intelsat General (Space Data Association)

Tim Rush, AON (Space Insurance)

Sarah Factor, Office of the Secretary of Defense for Space Policy

Myron Diftler, NASA-JSC (Robotic Operations)

Session 3 - International Security and Stability

Goal: How to maintain stability through multi-national activities in space.

Moderator: Bruce MacDonald, Senior Director, US Institute of Peace

Eva Bernhardsdotter, Researcher, Swedish Defense Research Agency

Joan Johnson-Freese, Professor, Naval War College

Jim Fergusson, Professor, Department of Political Studies, University of Manitoba and Director for Centre for Defence and Security Studies

1700 **Conclusions**

Highlights, significant questions and areas for continued discussion

David Barnhart, DARPA

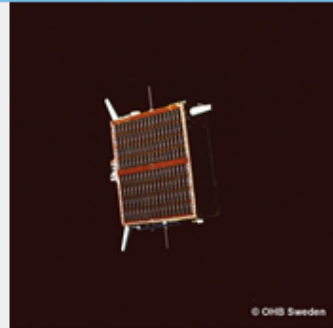
Bilaga 2 FOI-presentation

Nedan visas presentationen och anförandet som gavs av författaren på konferensen.



Space operations

- Space operations part of the use of space but space is congested, competitive and contested (US NSSS)
- In-orbit manoeuvres have technical and political implications
- Transparency key to security in space
 - Shijian missions
 - Prisma mission



PRISMA formation flying mission. Satellite Tango rendezvous with satellite Mango. Credit: OHB Sweden



Space operations play a vital role in the exploration and use of space. On-orbit servicing activities such as inspection, rendezvous and docking may provide more flexibility in the design of today's monolithic GEO satellites. However, as is so aptly pointed out in the US National Security Space Strategy space today is congested, contested and competitive. There are many actors vying for a place in space and the orbits are getting crowded. Therefore, space operations, including on-orbit servicing, have technical and political implications.

Space operations may carry the risk of radio interference, plume impingement, the shadowing of sensors and the risk of physical collision. There are various political implications since space is part of the global commons lacking traffic regulations, and maneuvers in space may rouse suspicion. Transparency is the key to security and stability in space, and two missions in 2010 exemplify this. According to orbital data the two Chinese satellites Shi Jian 06 and Shi Jian 12 may have been performing rendezvous maneuvers, although no information was provided by the satellite operators and authorities in China, causing a wave of suspicion. During the same period the Swedish satellite-duo Prisma commenced its formation flying experiment, a mission that was heavily promoted internationally before and during the mission.

Regulating space operations

- Legal and political instruments to regulate space ops
- Outer Space Treaty
- ITU Radio Regulations
- UN Space Debris Mitigation Guidelines
- Prevention of an Arms Race in Outer Space



The United Nations Office at Vienna, home for the UN Office for Outer Space Affairs. Photo: E. Bernhardsdotter



There is a need today for binding and non-binding instruments to regulate space operations. We have the Outer Space Treaty, a legally binding treaty from 1967 that says that states shall carry out their activities in outer space in accordance with international law and the UN charter, and that they shall bear the responsibility for their activities in outer space. The radio regulations of the International telecommunication Union govern the use of telecommunications and are binding upon all members of the ITU. The ITU world radio conference in 2012 agreed on some changes in the satellite regulations, for example better control by ITU of spacecraft movements in orbit.

The space debris mitigation guidelines, adopted by the UN committee on the peaceful uses of outer space, and endorsed by UN general assembly in 2007, includes guidelines on space debris mitigation applicable to all mission phases, for example the relocation of GEO satellites at end of life to a graveyard orbit. And in the conference of disarmament, prevention of an arms race in space is a point on the agenda, with a proposal for prevention of the placement of weapons in space treaty.

International Code of Conduct for Outer Space Activities - draft

- Overarching political declaration encompassing all space activities
- Comprehensive approach addressing security and sustainability
- Dynamic allowing evolution based on technology development
- Includes measures on space operations



Inside the building for the Council of the European Union in Brussels where the code of conduct has been drafted. Copyright: Council of the European Union



The draft international code of conduct for outer space activities is an initiative by the EU. A revised version of the draft, which was adopted by the European council in 2012, was internationally presented in Vienna a couple of weeks ago. The draft code is an overarching non-binding declaration that encompasses all types of space activities and addresses military, civilian and commercial actors. The code entails a comprehensive approach to security and sustainability in the use of space. It addresses the growing use of space, the urgent problem with space debris and hence the importance of the sustainable use of space.

Moreover, it recognizes that space capabilities are essential to achieve not only national but international security and it encourages transparency and confidence building measures such as the sharing of information. Furthermore, the code promotes a dynamic implementation process whereby the text of the code can be evolved during the biennial meetings based on the development in technology and it contains a chapter on measures for space operations.

While the text in the code may echo the contents in the existing regulatory framework, the code represents pragmatic guidelines that are overarching and in line with today's trends and developments in technology. The code, which in itself is a TCBM, may encourage states and organizations to behave responsibly when conducting space operations, be they military, civilian or commercial.

