

SANDRA LINDSTRÖM



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.

Sandra Lindström

Tio år av rymdfrågor i FoT-verksamheten

2001-2011

Titel	Tio år av rymdfrågor i FoT-verksamheten
Title	Ten years of space within Research and Technology
Rapportnr/Report no	FOI-R--3283--SE
Rapporttyp/ Report Type	
Sidor/Pages	42 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2011
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Projektnr/Project no	E211924
Godkänd av/Approved by	Matts Gustavsson
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem	
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Omslagsbild: De första två av fyra Galileo IOV, *In-Orbit Validation*, satelliter, de sköts upp den 21 Oktober 2011. Credits: ESA - P. Carril

Sammanfattning

Under tio år (2001-2011) så har FOI bedrivit verksamhet inom rymdområdet, en verksamhet som till sin största del har varit finansierad via FoT-medel. Syftet med underlaget i detta dokument är att genomlys FOIs avrapporterade FoT-verksamhet inom rymdområdet i syfte att uppdatera obsoleta resultat och att undvika dubbelt arbete i den pågående rymdstudien (2011-2012) som Försvarsmakten leder. FOIs arbete inom FoT-verksamheten är nära sammanlänkad med ett antal Försvarsmaktsstudier och andra utredningar ledda av Försvarsmakten samt verksamhet för Utrikesdepartementet, därför beskrivs även annan verksamhet för att sammanhanget skall vara tydligare.

Sammantaget har arbetet under de senaste tio åren resulterat i ett antal publikationer, seminarier etc. Det här dokumentet är ett försök till att sammanfatta de viktigaste delarna och även att återigen värdera de rekommendationer som har getts under årens gång.

Det som återkommer som en röd tråd i arbetet under dessa år är två saker: kompetens och långsiktighet. Det behövs fortfarande en kunskapsuppbyggnad inom försvarsmyndigheterna för rymdfrågorna, både på bredden och på djupet, fler bör beröras och insatser för specialistkunskaper bör inledas. Det behövs fler engagerade medarbetare med kunskap för att kunna värdera rymdprojekt, det behövs kunskap om nyttjandet av satellittjänster, det behövs kunskaper om trender och framtid inom rymdteknik samt forskning, därtill behövs en starkare kunskap kring hotbilden i relation till rymdsystem och andra aktörer. Det saknas framförallt en långsiktighet vad gäller rymdfrågor, för att kunna handskas med frågor som ofta uppstår här och nu behövs det långsiktiga förberedelser och planer. En vision, strategi eller doktrin för rymdfrågorna som besvarar dagens och framtidens frågeställningar är viktig för ett effektivare arbete.

Allt som allt så bedömer FOI att resultaten från våra studier fortfarande är högst aktuella.

Nyckelord: rymd, FoT, rymdstrategi

Summary

The Swedish Defence Research Agency (FOI) has been active in the space field for the last ten years (2001-2011), an activity that mainly has been funded through the R & T funds from the Swedish Armed Forces. The purpose of this paper is to analyze the reported results from the R & T activities in order to update obsolete results and avoid duplication in the current space study (2011-2012) lead by the Swedish Armed Forces. The work done in the R & T activities are closely linked with a number of studies completed by the Swedish Armed Forces and work done for Ministry of Foreign Affairs, therefore, this paper also describes other activities to make the context clearer.

Overall, the work during the last ten years resulted in a number of publications. This document is an attempt to summarize the most important results, and also to re-evaluate the recommendations that have been given over the years.

Two things have been stated repeatedly during these years: capacity and long-term thinking. There is still a need for knowledge-building within the Swedish defence authorities in regard of space issues, more people should be involved and efforts for specialist knowledge should be initiated.

We need more dedicated employees with expertise to evaluate space missions, there is a need for knowledge about the use of satellite services, there is a need for knowledge of trends and future in space technology and research, in particular, there is a need for a stronger knowledge of the threats in relation to space systems and other players. There is still a gap in long-term thinking in terms of space issues, to be able to deal with issues arising here and now there is a need for preparation and plans well in advance. A vision, strategy or doctrine for space issues, answering today's questions are important for an efficient work.

All in all, FOI believes that the results presented are still highly relevant.

Keywords: space, research and technology, space strategy

Innehållsförteckning

1	Varför Rymd i FoT-verksamheten?	7
1.1	Utgivna publikationer	9
2	Rymdverksamhet parallell med FoT-satsningen	11
3	Resultat från FoT-satsningen på Rymd	13
3.1	Elementa om satelliter	13
3.1.1	Satellitbanor	14
3.2	Nyttoaspekter	16
3.3	Satellittjänster.....	17
3.3.1	Satellitbilder och signalinformation	18
3.3.2	Kommunikation	21
3.3.3	Tidsbestämning, lokalisering och navigering.....	22
3.4	Rymdstrategi	22
3.4.1	SR78	23
3.4.2	Ytterligare fördjupning i FoT-uppdraget	24
3.4.3	SR79	25
3.5	Omvärldsbevakning och analys	26
3.5.1	Aktörer på rymdarenan	26
3.6	SSA och rymdväder	29
4	Exempel på kunskapsstöd	33
5	FOIs rekommendationer för rymd	37
6	Publikationer	39
6.1	Publikationer av FOI	39
6.1.1	Rapporter ur R- och RH-serien	39
6.1.2	Rapporter ur S-serien	40
6.1.3	FOI Memo	40
6.1.4	FOIs OM-nummer	42
6.2	Publikationer av Försvarsmakten.....	42

1 Varför Rymd i FoT-verksamheten?

FOA (1945-2000) var verksam inom rymdområdet allt sedan den första satelliten Sputnik-1 sköts upp 1957. Verksamheten har bland annat inbegripit beräkningar av satellitbanor, bildbehandling av satellitdata, studier av utnyttjande av satelliter vid verifikation av avtal och studier av hot mot satellitkommunikation. Vid FFA (1940-2000) startade den rymdrelaterade verksamheten 1967 och sedan dess utfördes det bland annat vindtunnelprov av farkoster eller delar av farkoster, utredning av en olyckshändelse med rymdflygplanet X-15, problemlösning kring vibrationer i raketer och deltagande i olika projekt relaterade till rymdfarkoster.

Den 1 januari 2001 slogs FOA och FFA samman till FOI. Trots att FOI (FOA och FFA) hade varit verksamt inom rymdområdet under nästan ett halvt sekel så bestod FOIs kunder på området i huvudsak av Utrikesdepartementet, svensk och utländsk industri samt ESA, *European Space Agency*. Stödet till Försvarsmakten utfördes i korta och få studier under denna tidsperiod. Sammanfattningsvis fanns det ingen sammanhängande verksamhet för rymdfrågorna hos FOI på uppdrag av Försvarsmakten i början på 2000-talet.

Under våren 2001 bedrev FOI en förstudie inom de så kallade strategiska forskningskärnorna under rubriken *Rymd och Försvar*¹ i syfte att inventera vilka frågeställningar och funktioner inom rymdområdet som var relevanta för Försvarsmakten.

Studien visade att rymdbaserade system kunde vara till nytta för Försvarsmakten på flera olika punkter. Det föreslogs att den snabbaste vägen var att köpa tjänster från kommersiella aktörer som en början på ett engagemang i rymdfrågor. För ett engagemang på längre sikt föreslogs att Försvarsmakten borde ta fram en militär rymdstrategi. Studien identifierade därefter tre områden av särskilt intresse för militära tillämpningar:

1. Satellitrelaterade funktioner som fjärranalys, förvarning om anfall med ballistiska missiler, kommunikation, navigering, NBC-indikering, signalspaning och strategisk respektive taktisk spaning.
2. Bekämpning av satelliter dvs. ett antal olika hot som antingen kan riktas mot satelliten eller dess kommunikation med markstationen som t.ex. ASAT, antisatellitsystem. Kunskaper om dessa hot bedömdes som viktiga för att kunna värdera hotet mot satellitsystemen och därmed kunna bedöma riskerna med att binda upp svenska militära behov till nyttjande av satelliter.
3. Modifiering av jonosfären, det fanns redan då ett antal militärt intressanta tillämpningar kopplade till en förmåga att modifiera jonosfären med hjälp av sändare på marken, exempelvis utveckling av långräckviddig radar med kontinuerlig täckning. Det bedömdes finnas ett behov av grundläggande forskning på området för att skapa förmåga att värdera möjligheterna, speciellt forskning kring militära tillämpningar på området.

Det föreslogs att en process för kunskapsuppbyggnad kring militära tillämpningar av rymdteknik skulle tas fram inom Försvarsmakten, FMV och FOI mot bakgrund av den förväntade nyttan av rymdrelaterade system och andra nationers engagemang i rymdfrågor.

Det föreslogs också mot bakgrund av Försvarsmaktens behov att en militär strategi avseende rymdfrågor borde tas fram där samverkan med civila och kommersiella intressen beaktades.

¹ Lars Höstbeck (ed.). (2001). *Rymd och Försvar*, Stockholm, FOI. FOI-R--0188--SE.

Specifika studieområden identifierades till:

- Hur rymdbaserade system kan användas vid internationella operationer för att stödja svenska förband samt hur interoperabiliteten kan ökas genom kunskap om och tillgång till koalitionspartners rymdbaserade system.
- Forskning och studier på tekniksidan avseende grundläggande förutsättningar och realiserbarhet respektive taktisk nytta av jonosfärsmodifierande system.
- Genomförbarhetsstudie avseende en militär satellit i syfte att värdera huruvida det är realistiskt att Sverige tar fram egna satelliter för militärt bruk eller inte.
- Att ta fram en militär rymdstrategi utifrån Försvarmaktens behov av att nyttja rymden där även frågan om hur tillgång till kapacitet för uppskjutning av satelliter bör studeras.

Det belystes att det som sannolikt tillför Försvarmakten mest i termer av funktionalitet som inte kan köpas från kommersiella aktörer vore en signalspaningssatellit.

Resultatet av arbetet i förstudien som avrapporterades i september 2001 väckte ett intresse från Försvarmakten som resulterade i att Försvarmakten för första gången satsade på långsiktig forskning för rymdfrågorna. Ett treårigt FoT-projekt *Rymdtillämpningar för NBF* startades upp 2003 där FOI skulle:

- Ta ett helhetsgrepp på frågor kring rymd, säkerhet och försvar
- Avdramatisera hur försvarsfamiljen uppfattade begreppet rymd
- Bygga upp en övergripande kunskap inom rymdområdet och utgöra ett expertstöd till Försvarmakten inom området.

Satsningen på långsiktig forskning har sedan dess fortsatt i formen av FoT-projekten:

Integration och planering för rymdsystem (2006-2008) och *Rymdrelaterad försvarsforskning* (2009-2011), planeringen för det kommande *MilRymd, Militära rymdförmågor* (2012-2014) pågår i skrivande stund (hösten 2011). Dessa satsningar har lagt grunden till att FOI idag har en för Sverige unik kompetens kring militära rymdfrågor som i någon mån kan delas upp i följande delområden:

- Grundläggande elementa om rymden och satelliter för militära behov
- Nyttan av rymdsystem och -tjänster, speciellt för försvar och säkerhet
- Hot och sårbarhet från och mot rymden/satelliter
- Utvecklingsmöjligheter för Försvarmakten inom rymdområdet
- Strategi, policy och doktrin - tankar, rekommendationer och riktlinjer kring rymdfrågor för Försvarmakten nu och i framtiden
- Omvärldsbevakning och -analys av olika aktörer, deras förmåga samt dess påverkan på Försvarmakten
- Trender och framtid - ny teknik, aktörers agerande i en framtid samt nya koncept

Bredden på arbetet är stor men däremot har avkall gjorts på grundläggande forskning med praktiska tester, prov och försök på grund av de begränsade medel som har avsatts varje år för rymdfrågorna, i princip har forskningen bedrivits på mellan en och två heltidstjänster per år.

Syftet med underlaget i detta dokument är att genomlysa FOIs avrapporterade FoT-verksamhet inom Rymdområdet i syfte att uppdatera obsoleta resultat och undvika dubbelt arbete i den pågående rymdstudien (2011-2012) som Försvarmakten leder. Underlaget syftar också till att förenkla framtida framtagningar av spelkort till OP-studier och Perspektivplaneringen. Dokumentet inriktas mot att identifiera rymdtjänster och vilka tekniska lösningar som möjliggör dessa. Vidare ska genomförd forskning kring dual-use

och *pooling and sharing* belysas. Underlaget skall ge en god översikt över teknik, förmågor och tjänster samt exempel på hur dessa delas mellan olika säkerhetspolitiska aktörer, främst inom EU.

1.1 Utgivna publikationer

Under de senaste åtta åren, 2003 till 2010, har FOI levererat totalt 59 alster om rymdfrågor åt Försvarsmakten. Om man tittar på användningsområdena för dessa så utgörs 20 av reserapporter från olika konferenser, 16 av publikationer med kunskapshöjande innehåll, 15 av beslutsunderlag, tre stycken är rena avrapporteringar av typen lägesrapport, tre är konferensbidrag och två är trendanalyser.

Detta betyder att FOI med råge har levererat en publikation som berör rymdfrågor varannan månad under åtta år. Av dessa utgörs en stor del av reserapporter, närmare bestämt så har FOI levererat en reserapport var femte månad under åtta års tid.

Publikationerna kan även delas in i ämnesområden, en grov indelning tillåter fyra ämnesområden: rymdstrategi, rymdprogram, rymdväder och rustningskontroll. En sådan grov indelning innebär att det blir vissa överlappningar men i stort så är rymdstrategi ett brett begrepp som inbegriper rekommendationer för Försvarsmakten vad gäller övergripande rymdfrågor nu och i framtiden. Rymdprogram är helt enkelt dokument som beskriver satellitsystem, rymdprogram eller koncept som är av intresse för Försvarsmakten nu och i framtiden. Under rymdväder sorteras det arbete som är utfört kring rymdvädrets effekter på Försvarsmaktens system och rekommendationer kring uppbyggnaden av en rymdvädertjänst. I begreppet rustningskontroll ingår sådana publikationer som rör ett hållbart nyttjande i rymden som t.ex. förhindrande av rymdvapen, förtroendeskapande åtgärder i rymden, rymdskrot och olika rymdlagar.

Av de 59 publikationerna sorteras 31 in i kategorin rymdstrategi, 13 sorteras in i rymdprogram, 11 sorteras in i rymdväder och fyra hör till rustningskontrollskategorin.

Utöver dessa 59 rapporter har FOI publicerat ytterligare 17 rapporter åt Utrikesdepartementet, dessa berör också rymdfrågor men med en inriktning mot rustningskontroll i rymden; man bör dock inte bortse från synergieffekterna som kommer av att dessa verksamheter sker parallellt med varandra. Dessa publikationer återfinns därför också i listan över FOIs publikationer sist i rapporten.

Det är en stor mängd kunskap som har kondenserats i dessa rapporter. Detta underlag ger därför endast en övergripande bild av forskningen inom FoT-verksamheten med inslag av vissa fördjupningar. För en fullständig förståelse i vissa frågor hänvisas läsaren till FOIs publikationer som listas i sista avsnittet.

2 Rymdverksamhet parallell med FoT-satsningen

FOIs förstudie, beskriven tidigare, blev inte bara ett incitament till satsningen på rymd i FoT-programmet utan Försvarmakten startade även upp en studie vid halvårsskiftet 2002 med målsättningen att ta fram ett förslag till en rymdpolicy för Försvarmakten. I studien deltog, utöver Försvarmakten, FOI, FRA, FMV och representanter från svensk rymdindustri. Studien avrapporterades² i december 2003 och följande förslag till en rymdpolicy lades fram:

”Strävan skall vara att på sikt kunna nyttja rymdbaserade system på strategisk, operativ och taktisk nivå. Inledningsvis bör kompetens inom Försvarmakten byggas upp genom att systematiskt nyttja och implementera stöd från rymd-baserade tjänster på strategisk och operativ nivå.

Detta innebär att Försvarmakten i första hand skall satsa på rymdsystem för kommunikation och optisk spaning med hög upplösning. I ett andra steg bör dessa system kompletteras med system för avbildning med syntetisk aperturradar (SAR). Försvarmakten föreslås öka ambitionen att utnyttja FM Satkom till att utöver dagens tjänster, även förmedla lägesbilder till och från staber och förband. Vidare föreslås att sensorinformation från viktiga plattformar, där inte dagens radiosystem medger tillräcklig bandbredd, nyttjar FM Satkom för att föra in information i nätverken.

Härvid bör inriktningen vara att under kommande period genomföra metod- och teknikförsök inom Ledsyst M och T med ett antal mark, sjö och flygplattformar liksom för operativa lednings- och underhållsförband.

För att säkra tillgång till data bör Sverige långsiktigt sträva efter ägande av system. På kort sikt föreslås detta realiseras genom nationellt deläggandeavtal i av någon annan nation ägt optisk satellitspaningssystem. En sådan strategi kan tillförsäkra Försvarmakten tillgång till rymdbaserade tjänster samtidigt som utvecklingskostnaderna kan delas med andra intressenter och på ett naturligt sätt få in interoperabiliteten i strukturen. På några års sikt bör ett SAR-satellitsystem integreras i strukturen och när Försvarmakten byggt upp en nationell kompetens på att nyttja rymdbaserade system kan frågan om egna helägda system prövas mot delägarskapet. Det föreslås en fortsatt utredning av nyttan och behovet av satellitbaserad signalspaning.

Det föreslås att underlag till ställningstagande om egen nationell telekommunikationssatellit utarbetas med erfarenheter som uppnås från den föreslagna utvecklingen av FM Satkom som genomförs inom Ledsyst M och T. Beslutsunderlag utarbetas inom ramen för perspektivplanestudier för kommande försvarsbeslut. Studien rekommenderar att Sverige och Försvarmakten deltar i arbetet med gemensamma operativa krav på rymdsystem som delar av LOI länderna genomför. Ett svenskt syfte med att delta kan vara att skapa interoperabilitet, former för gemensamt nyttjande i multinationella rymdsatsningar.”

² (2003) *Slutrapport Studie rymdrelaterades system*, Stockholm, Försvarmakten (HKV). HKV 21 120:77902.

Förslaget byggdes upp på följande grundstenar:

- Satsning på kunskap och kompetens
- Prioritering mellan olika rymdtjänster
- Testverksamhet
- Olika nivåer av engagemang
- Åtgärder för vägen fram på kort och lång sikt

Även då erfarenheterna och kunskapen var gryende när förslaget lades fram så med åtta år på nacken kan vi nu blicka tillbaka och inse att detta fortfarande i stort är en aktuell formulerad inriktning för Försvarsmakten.

3 Resultat från FoT-satsningen på Rymd

I följande avsnitt görs ett försök till att presentera de viktigaste resultaten från de tre FoT-projekten mellan 2003 och 2011. För att förstå rymdens möjligheter och förutsättningarna för att nyttja rymdtjänster så beskrivs inledningsvis grundläggande elementa och nyttoaspekterna av rymden samt rymdtjänster. Sedan följer en beskrivning av arbetet som skett inom ämnet rymdstrategi och hur detta är sammanflätat med de två särskilda utredningarna om rymden. Efter detta beskrivs arbetet inom omvärldsbevakning och -analys samt vilka trender som förutspås inom rymdområdet. Sammanställningen avslutas med en redogörelse för vikten av en rymdlägesbild (SSA).

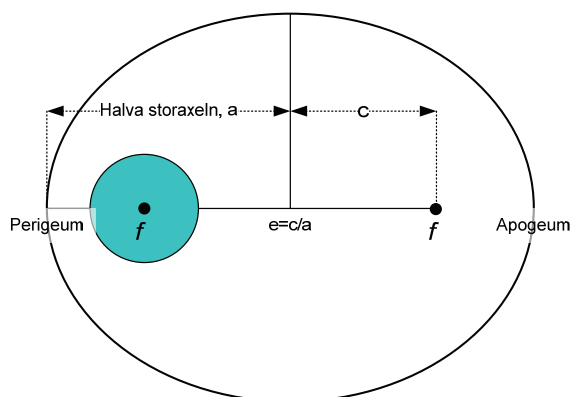
3.1 Elementa om satelliter

Ett sätt att definiera rymden är att påstå att den börjar på den höjd över jorden dit ballonger och flygplan inte kan nå, ca 40 km höjd. Ett annat sätt vore att påstå att rymden börjar där det är möjligt att placera en satellit i omloppsbana, ca 160 km över jordytan. Båda dessa avstånd är små jämfört med jordens radie på ungefär 6 300 km. Den delen av rymden som idag är intressant för olika tillämpningar slutar i princip vid höjden för den geostationära omloppsbanan på 35 800 km höjd, även om det finns satelliter på längre avstånd. För att ge ett perspektiv på hur liten del av rymden vi idag intresserar oss för kan nämnas att avståndet till månen är ungefär 380 000 km och avståndet till solen ca 150 miljoner kilometer.

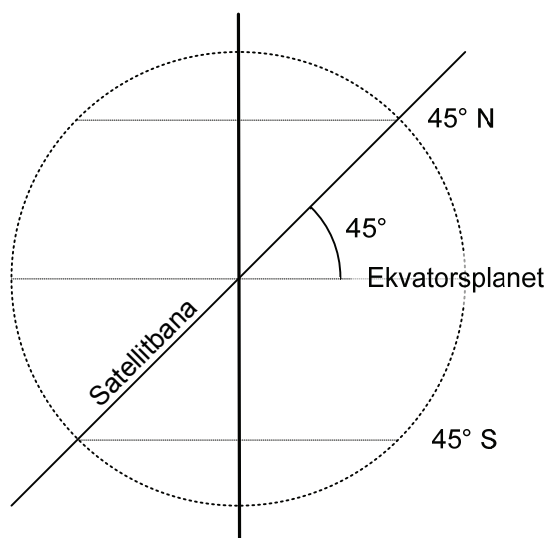
En satellit placeras i omloppsbana genom att skjutas upp till önskad höjd för att därefter ges hög fart i banans riktning. Satelliten kommer sedan att falla av tyngdkraften mot jorden medan farten framåt gör att satelliten går in i omloppsbana runt jorden istället för att träffa jordytan. Detta innebär bland annat att det för varje höjd finns precis en fart som ger en stabil bana. Saktar satelliten ner kommer den att närma sig jorden för att till slut störta och brinna upp i atmosfären.

En satellitbana är alltid elliptisk (cirkeln är ett specialfall av en ellips). Lägsta höjden (perigeum) och högsta höjden (apogeum) beskriver hur nära respektive hur lång bort satelliten kan vara. Formen på ellipsen beskrivs av dess excentricitet, e . En cirkel har $e=0$, se Figur 1.

Satellitbanan ligger alltid på ett plan som passerar genom jordens tyngdpunkt. Detta plan skär ekvatorn i en väl definierad vinkel. Denna vinkel kallas satellitens inklinations och beskriver också hur långt norr/söder över jordytan som satelliten når. En inklinations på 90° innebär att satelliten passerar över polerna, 0° innebär att den alltid går över ekvatorn, se Figur 2.



Figur 1. Varje satellitbana är en ellips med jorden i en av brännpunkterna (f).



Figur 2. En satellitbana med inklinationen 45 grader lutar 45 grader mot ekvatorsplanet och den passerar som högst jordytan på 45 grader nord respektive syd.

3.1.1 Satellitbanor

LEO – Low Earth Orbit

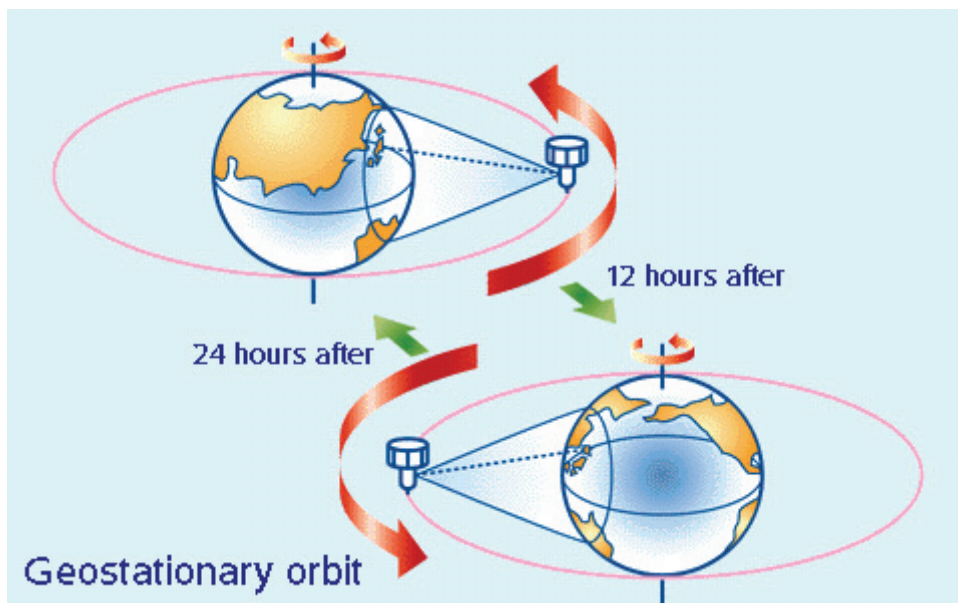
Låga banor innebär banor från ca 160 km höjd upp till ca 1000 km höjd. Den undre gränsen sätts av att atmosfären längre ner bromsar satelliten så mycket att det inte går att hålla en stabil bana. Den övre gränsen sätts av van Allens strålningsbälten som är en fara för elektroniken i satelliterna. LEO-banor kan i princip ha vilken inklination som helst. En typisk omloppstid för en satellit i LEO är 90 minuter. Dessa banor används för till exempel spaningssatelliter.

MEO – Medium Earth Orbit

Medelhöga banor som ligger någonstans emellan LEO (se ovan) och GEO (se nedan). De viktigaste MEO är antagligen NAVSTAR/GPS-banorna på ca 20 200 km höjd. Det europeiska navigeringssystemet GALILEOs satelliter planeras ligga på ungefär samma höjd. Dessa banor har valts därför att satelliter på denna höjd är "semisynkrona", dvs. rör sig ett varv runt jorden på tolv timmar, eller två varv på ett dygn.

GEO – Geostationary Orbit

Den geostationära banan är en speciell bana placerad parallellt med ekvatorn, dvs. med inklination noll grader, och som har egenskapen att satelliterna rör sig lika fort som jorden roterar. Detta innebär att satelliter i GEO upplevs stå stilla relativt jorden, se Figur 3. Avståndet till den geostationära banan är 35 800 km och positionen för en satellit i den geostationära banan anges som dess longitud, dvs. hur många grader öster eller väster om Greenwichmeridianen som satelliten är placerad.



Figur 3. Den geostationära banan, copyright the National Space Agency of Japan (NASDA).

HEO (1) – Highly Elliptical Orbit

Samlingsnamn för banor med stora värden på excentriciteten, e , dvs. banor med relativt lågt perigeum samt ett apogeum utanför den geostationära banan. Banan används för vissa forskningssatelliter och för vissa kommunikationssatelliter. En särskild typ av kraftigt excentrisk bana är de så kallade Molniyabanorna (se nedan).

HEO (2) – High Earth orbit

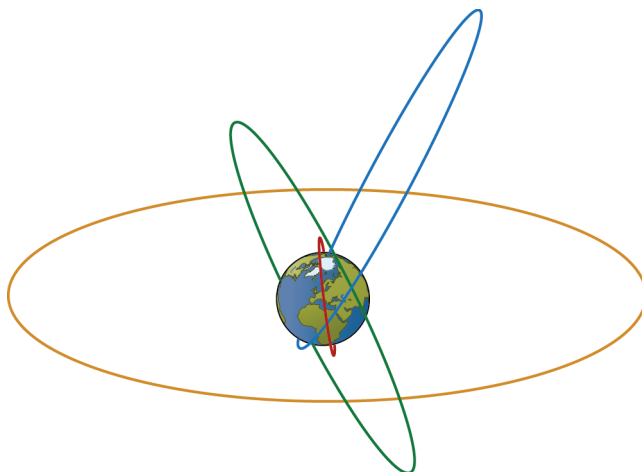
Etiketten HEO används ibland även för att beskriva extremt höga banor, vilket skall tolkas som banor med åtminstone apogeum utanför den geostationära banan. Highly Elliptic Orbits kan ses som en delmängd av High Earth Orbits. En särskild HEO är den på ca 117 000 km höjd som har den egenskapen att en satellit gör ett varv runt jorden på 48 timmar.

Molniyabanor

Namnet Molniyabanor avser en specifik typ av kraftigt elliptiska banor med en omloppstid på ungefär 12 timmar. Bantypen har fått sitt namn efter en serie sovjetiska kommunikationssatelliter från 1960-talet som kallades Molniya och använde dessa banor. Fysikens lagar innebär att en satellit i en elliptisk bana kommer att röra sig mycket snabbare nära jorden än långt bort. Genom att skapa en elliptisk bana med perigeum på ca 1500 km höjd och apogeum utanför GEO-banan på ca 40 000 km höjd fås en satellit som snabbt rundar jorden för att sedan befinna sig länge inom syhåll för de områden som ligger under banans högsta punkt. Genom att placera perigeum över ena polen och apogeum över den andra kan man med flera satelliter i Molniyabanor skapa ett kommunikationssystem med konstant täckning för höga latituder där man inte kan få kontakt med satelliter i den geostationära banan.

Polära banor

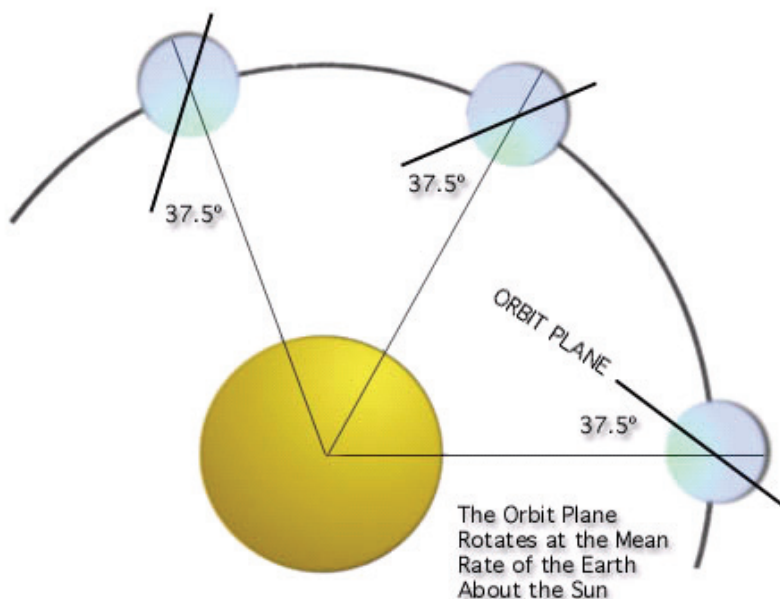
Detta är banor med 90° inklination och som alltså passerar över polerna. Om en satellit ligger i en polär LEO-bana med en omloppstid på ca 90 minuter medan jorden roterar under den kommer satelliten för varje varv den gör att passera nya punkter på jordytan. Polära satelliter har därmed potentialen att läggas i banor så att de inom en viss tid har passerat varje punkt på jorden minst en gång. Se Figur 4 för en illustration över olika satellitbanor.



Figur 4. De olika typerna av satellitbanor kring jorden, GEO-banan (orange), MEO-banan (grön), Molniya-banan (blå) och LEO-bana (rött).

Solsynkrona banor

En speciell variant av polär bana med en inklinations på 98° , dvs. 8° från en "sann" polär bana. De solsynkrona banorna har egenskapen att banplanet vrider sig så att satelliten passerar en punkt på jorden samma tid varje dag oavsett årstid. Detta underlättar bildanalys eftersom förändringar i ljus och skugga på marken från en dag till en annan då avspeglar förändringar på marken och inte förändringar i ljusförhållanden på grund av solen.



Figur 5. Den solsynkrona banan, copyright NASA.

3.2 Nyttoaspekter

Behovet av att i krig behärska den höga terrängen har alltid funnits och kan sammanfattas i tre punkter: bättre överblick, större taktisk nytta och försvårat tillträde för motståndaren. Idag nyttjas satelliter i exakt samma syfte och framförallt för att de erbjuder global täckning. Satelliter ser längre än något annat system och ger bättre förvarning. Avspanningskapaciteten är hög dvs. det går att övervaka stora områden på kort tid. Till den

globala täckningsförmågan hör också förmågan att med satellit kunna kommunicera med hög dataakt över stora avstånd.

För att med rymdsystem nyttja den höga terrängen används satelliter som ger bättre och snabbare överblick med olika sensorer för avbildning, radar, signalspaning och förvarning om missilattacker. Taktisk nytta skapas genom rymdsystem som ger tillgång till kommunikationstjänster och navigeringstjänster (tid och position). Allt sammantaget, inklusive det faktum att satelliter är svåra att upptäcka och slå ut (i jämförelse med luftburna system), gör att rymdsystem erbjuder en möjlighet till taktiskt övertag.

Värdet av rymden som den högsta terrängen bedöms fortsätta att öka i takt med rymdsystemens förbättrade kapacitet och sjunkande kostnader. Ett annat unikum är att satelliter befinner sig ovanför lufrummet och därmed finns det inte några territoriella begränsningar utan det är helt fritt att välja spaningsområde utan att kränka ett annat lands territoriella gränser, riskera egen personal och materiel, eller att skapa diplomatiska komplikationer. Den stränga miljö som råder i rymden medför att en satellit behöver anpassas för extrema förhållanden, däremot behöver en satellit inte klimatanpassas beroende på vilket land den skall operera i till skillnad mot andra militära system. Samma satellitsensor kan användas för att samla in information globalt med många olika klimatvariationer utan att påverkas av dessa påfrestningar.

Satellitsystem är dessutom även uthålliga i tid och är operativa dygnet runt, samt är normalt sett designade för att vara mekaniskt underhållsfria under hela sin livslängd. Livslängden varierar vanligtvis mellan fem och femton år beroende på tillämpning.

Sammanfattningsvis bidrar satellitsystem till unika förmågor som kompletterar andra system på grund av:

- Global täckning – ser längre och ger snabbare förvarning
- Avspaning av stora områden/ytor på kort tid
- Möjlighet till snabb kommunikation över stora avstånd
- Svåra att upptäcka och svåra att slå ut
- Inga territoriella begränsningar
- Kontinuerlig avspaning

3.3 Satellittjänster

Det finns ett antal olika militära förmågor man kan få tillgång till genom att nyttja olika rymdbaserade system. Satelliter bidrar idag till militära förmågor genom följande tjänster och funktioner:

- Bildalstrande underrättelse
- Signalspaningsunderrättelse
- Jordobservation, dvs. insamling av data om miljö, naturkatastrofer, infrastrukturella förändringar, oceanografi, atmosfären, etc.
- Navigering, positionering, och tidssynkronisering
- Meteorologi
- Förvarning
- Kommunikation

Satellitsystem delas vanligen in i sju olika typer av system: avbildande satelliter, signalinhämtande satelliter, fjärranalyssatelliter, navigeringssatelliter, vädersatelliter, förvarningssatelliter och kommunikationssatelliter.

Ett annat sätt att dela in satellitsystem är utifrån ägare, det finns statliga och kommersiella aktörer som äger och driver satelliter. Den statliga aktören kan i sin tur vara militär eller civil, dessa satelliter nyttjas i egensyfte. Civila aktörer är generellt intresserade av satelliter med forskningsändamål medan satelliter för signalspaning och förvarning endast nyttjas för militära intressen. Den kommersiella aktören säljer tjänster från sina satelliter och har ett rent vinstintresse i satelliterna. Nära nog vem som helst kan köpa tjänsterna från de kommersiella aktörerna och därmed få tillgång till vissa begränsade förmågor, t.ex. satellitbilder.

3.3.1 Satellitbilder och signalinformation

Med avbildande satelliter fås antingen optiska bilder, radarbilder eller IR-bilder beroende på vilken sensor som sätts på satelliten. Med hjälp av signalinhämtande satelliter samlas det in teknisk signalinformation (TES) eller så avlyssnas kommunikationslinjer (KOS). Informationen från dessa typer av satelliter kan sedan nyttjas för en uppsjö av produkter och tjänster som t.ex:

- Kartor, som i sin tur kan delas in ett antal underkategorier, t.ex.:
 - Översiktskartor (konfliktområdet i relation till omvärlden)
 - Kartor över konfliktområdet
 - Kartor över insatsområdet (del av konfliktområdet)
 - Terränghöjdsmodeller
 - Kartriktiga 3D-bilder
 - Länkning av digitala bilder till kartobjekt som en del i ett underrättelsebibliotek
- Miljöbilder, för information om t.ex:
 - Terrängförhållanden
 - Vegetationsförhållanden
 - Infrastruktur
- Bilder över stora områden men med lägre upplösning
- Högupplösta bilder men över mindre områden
- Informationsdatabaser dvs. en databank med text- och bildbaserad information om vissa intressanta områden
- Simuleringsmöjlighet i 3D
- Vidareförädlade underrättelser
- Bilddatabank och signalbibliotek

Dessa produkter bidrar till ett antal militära förmågor, exempel på dessa är:

- En uppfattning om normalbilden (och avvikelser ifrån denna) inom domänerna Mark och Sjö
- Lägesbilder vid vissa tidpunkter som bland annat kan användas för planering av insatser eller vid beslut rörande insatser och av insättande av vapeninsats
- Situationsanalys som vid utvärdering av vapeninsats
- Genomförande av hotanalyser
- Områdesövervakning och objektanalys som:

- Klassificering av rörliga föremål (upplösning 1 m)
- Identifiering av rörliga föremål (upplösning < 1 m)
- Urskiljning av militära objekt från civila
- Bestämning av fordons, vapensystems och personals stridsvärde
- Observation och klassificering av verksamhet
- Övervakning av Sveriges territorium och omgivning
- Välja ut och prioritera mål

Det finns olika metoder för bildanskaffning, följande är de huvudsakliga:

- Köpa bilder från kommersiella, antingen:
 - redan registrerade och arkiverade bilder
 - eller beställa programmering för att kunna köpa nytagna bilder över ett visst område
- Prenumerera på bilder över ett visst område från kommersiella aktörer
- Köpa prioriterad tillgång till satellitbilder från kommersiella aktörer, antingen:
 - prioriterad programmeringsrätt av registreringar inom ett visst område
 - prioriterad tillgång till viss del av kapaciteten, t.ex. vissa banspår, viss andel eller liknande
 - ensamrätt till alla bilder inom ett visst område
- Vara delägare eller via andra typer av samarbeten med villkor liknande de för de kommersiella tjänsterna ovan
- Äga en egen avbildande satellit

Metoderna kan även kombineras på olika sätt beroende på ägarens krav och användarens behov samt krav. Kommersiella bilder levereras idag (december 2011) från sju olika kommersiella satellitoperatörer, varav tre aktörer är europeiska, de övriga är från Israel, Kanada och USA, se Tabell 1³. Av 17 tillgängliga satelliter är det 11 satelliter som inte har uppnått beräknad livstid.

Militära avbildande spaningssatelliter ägs idag av några nationer i Europa, Indien, Israel, Japan, Kina, Ryssland och USA. De europeiska systemen utgörs av Helios, SAR-Lupe och COSMO-Skymed. Helios är ett samarbete mellan Frankrike, Italien, Belgien, Spanien och Grekland. SAR-Lupe ägs av Tyskland och COSMO-Skymed ägs av Italien. För att ta del av bilder från en annans nations militärt dedikerade spaningssatelliter krävs, om möjligt, någon form av samarbetsavtal.

Till detta finns det ett antal länder som äger avbildande satellitsystem för statligt nyttjande, satelliterna har varierande grad av upplösning och teknisk mognad. De europeiska länderna är England (Topsat och UK-DMC/BNSCSat-1) och Spanien (Deimos 1). De övriga länderna är: Algeriet, Egypten, Förenade Arabemiraten, Indien, Indonesien, Japan, Kina, Malaysia, Nigeria, Saudiarabien, Singapore, Sydafrika, Pakistan, Taiwan, Thailand, Turkiet, Tyskland och Ukraina. I vissa fall sker försäljning av bilder från statliga ägare men då sker oftast försäljningen mellan stat till stat.

³ Här listas bara kommersiella satellitoperatörer, det är inte helt ovanligt att länder med statligt ägda satelliter säljer sina bilder men då sker oftast försäljningen mellan stat till stat.

Tabell 1 Kommersiella satellitoperatörer som levererar satellitbilder till försäljning på den kommersiella marknaden.

Operatör	Land	Satellit	Uppskjutning	Livstid ⁴
DigitalGlobe Corporation	USA	Worldview 1	2007	7.25 år
DigitalGlobe Corporation	USA	Quickbird 2	2001	10 år*
DigitalGlobe Corporation	USA	Worldview 2	2009	okänt
GeoEye	USA	GeoEye-1 (Orbview 5)	2008	7+ år
GeoEye	USA	Ikonos-2	1999	7 år*
German Aerospace Center (DLR)/Infoterra	Germany	TerraSAR-X 1	2007	5 år
ImageSat International, NV/Ministry of Defense	Israel	EROS B1	2006	10 år
ImageSat International, NV/Ministry of Defense	Israel	EROS A1	2000	6 år*
Radarsat International	Canada	Radarsat-2	2007	7 år
Radarsat International	Canada	Radarsat-1	1995	5 år*
RapidEye AG	Germany	RapidEye-1 (RapidEye-C)	2008	7 år
RapidEye AG	Germany	RapidEye-2 (RapidEye A)	2008	7 år
RapidEye AG	Germany	RapidEye-3 (RapidEye D)	2008	7 år
RapidEye AG	Germany	RapidEye-4 (RapidEye E)	2008	7 år
RapidEye AG	Germany	RapidEye-5 (RapidEye B)	2008	7 år
Spot Image	France/Belgium/Sweden	Spot 4	1998	5 år*
Spot Image	France/Belgium/Sweden	Spot 5	2002	5 år*

Vad gäller signalinhämtande satellitsystem så finns det idag inga kommersiella sådana och därmed går det heller inte att köpa den informationen⁵. Det är heller inte vanligt att det öppnar sig möjligheter till samarbeten kring sådana system, det franska CERES-systemet är det första exemplet på där samarbeten med andra länder har eftersökts för militärt signalspanande system. Detta innebär oftast att den enda möjligheten till att införskaffa information från ett signalspaningssystem är att äga ett eget. Idag är det Ryssland, USA och med största sannolikhet Kina, som äger militära signalspaningssatelliter, Frankrike har ett eget satellitsystem uppe, ESSAIM, som de nyttjar men systemet är i första hand en demonstrator för kommande skarpa system CERES. Detsamma gäller för satelliter som

⁴ Förväntad livstid, varav de som är märkta med * lever på övertid.

⁵ Norges satellit AISSat-1, med syfte att övervaka den maritima trafiken via AIS, kan komma att bli ett undantag. FFI Facts, "AISSat-1 Norway's first observation satellite", kontrollerad 2011-12-01
http://www.ffi.no/no/Publikasjoner/Documents/AISSAT-1_Norways%20first%20observation%20satellite.pdf

nyttjas för förvarning, endast USA och Ryssland äger sådana system och de är strikt militära.

3.3.2 Kommunikation

Kommunikationssatelliter överför information från och till platser som befinner sig på stora avstånd från varandra, informationen överförs ibland helt oberoende av marknät, de tjänster som kan fås ur en kommunikationssatellit innefattar:

- Tal via satellittelefoner dvs. röstbaserad kommunikation mellan två individer
- Överföring av korta meddelanden vilket endast kräver överföring av små datamängder
- Överföring av bilder, film-/video-, kartor och databaser vilket kräver överföring av stora datamängder
- Videokonferens, vilket innefattar överföring av både ljud och bild.

Några exempel på militära förmågor som erhålls med hjälp av satellitkommunikation:

- Att kunna föra över information mellan Sverige och insatsland
- Att snabbt kunna överföra informationsförändringar mellan kompanistab/plutonchef och förband
- Överföring av realtidssensordata
- Att via satellit nyttja e-post och chat-funktioner
- Administrativ, taktisk och operativ sambandslänk till och från enheter
- Överföring av digitala foton från mark, sjö och luft till t.ex. staben

Det finns ett antal kommersiella aktörer världen över som säljer tjänster via sina kommunikationssatelliter, de europeiska kommersiella aktörerna är etablerade i England, Frankrike, Grekland, Luxemburg⁶, Nederländerna, Norge och Spanien. Den största europeiska kommersiella aktören (benämns som multinationell) är Eutelsat⁷, *European Telecommunications Satellite Consortium*.

De europeiska militära kommunikationssatelliterna ägs av England (Skynet), Frankrike (Syracuse), Italien (Sicral), Tyskland (COMSATBw) och Spanien (Spainsat och XTAR-EUR).

⁶ Företaget SES, *Societe Europienne des Satellites*, Astra har köpt upp, de från början svenska, Sirius-satelliterna. Under våren 2010 sålde svenska SSC de sista 10 procenten av SES Sirius till SES Astra. I samma veva bytte man namn på satelliten Sirius 4 till Astra 4A. Business Wire, "SES ASTRA Takes Full Ownership Of SES SIRIUS", kontrollerad 2011-11-29
<http://www.businesswire.com/news/home/20100305005249/en/SES-ASTRA-Takes-Full-Ownership-SES-SIRIUS>

⁷ Eutelsat, "Leading satellite operator for broadcast, broadband, and data services", kontrollerad 2011-11-29
<http://www.eutelsat.com/home/index.html>

3.3.3 Tidsbestämning, lokalisering och navigering

Med hjälp av navigeringssatelliter erbjuds tjänster som tidsbestämning, lokalisering och navigering, för en militär användare uppnås förmågan till:

- Positionsbestämning, som t.ex:
 - Positioner på olika objekt inklusive rörliga föremål
 - Lägesbild med positioner för egna enheter, så kallad BFT, *Blue Force Tracking*
 - Positionsbestämda digitala foton
- Navigering i okänd terräng
- Tidssynkronisering i och positionsbestämning för vapensystem

Kina (Compass och Beidou), Ryssland (Glonass och Parus) och USA (Navstar GPS) har fullt operativa satellitnavigeringssystem. Japan har även skickat upp en av planerade tre navigeringssatelliter (QZS-1). Europa har under oktober månad 2011 skjutit upp de två första av sina 30 satelliter som kommer att utgöra Galileo, systemet beräknas vara fullt operativt år 2020.

Informationen om olika satellitsystem och aktörer i detta avsnitt baseras på UCSs, *Union of Concerned Scientists*, senast uppdaterade satellitdatabas⁸ (inkluderar operativa satelliter i bana runt jorden tom den 31 augusti 2011). För en fördjupning i ämnet hänvisas läsaren till FOI-rapporterna *Elementa om rymdteknik - Satelliter, spaning och kommunikation*⁹, *FOI orienterar OM Rymden - nytta och teknik*¹⁰, *Rymdsystem för internationella insatser*¹¹ och *Rymdtjänster för insatser utomlands - krav och demonstrationer*¹².

3.4 Rymdstrategi

En av de första rapporterna som skrevs i FoT-projektet för rymdfrågor och som publicerades 2004 var *Strategy for Space*¹³. Arbetet var en fördjupad analys av förslaget till rymdpolicy som presenterades i Försvarmaktens rymdstudie, beskriven tidigare. I rapporten presenterades fem möjliga rymdstrategier för Försvarmakten:

1. Nollalternativet – ej strukturerat och ad-hoc-drivet
2. Nationell satsning med kommersiell inriktning – säkrad tillgång till kommersiella rymdtjänster
3. Nationell satsning med internationellt samarbete och samägande
4. Nationell satsning - vi behåller vår alliansfrihet och äger hela kedjan från uppskjutning till bearbetning och utvärdering av satellitdata
5. Multinationell satsning inom heltäckande samarbetsorganisation

⁸ Union of concerned scientists, "UCS Satellite Database", kontrollerad 2011-11-29, http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html

⁹ Ulf Ekblad. (2005). *Elementa om rymdteknik*, Stockholm, FOI. FOI-R--1594--SE.

¹⁰ Jan Lindh, Göran Bergström mfl. (2005). *FOI orienterar OM Rymden - nytta och teknik nr 4*, Stockholm, FOI. ISBN 91-7056-120-6.

¹¹ Marie Andersson, Ulf Ekblad. (2003). *Rymdsystem för internationella insatser*, Stockholm, FOI FOI-R--1077--SE

¹² Sandra Lindström, Ulf Ekblad. (2005) *Rymdtjänster för insatser utomlands – krav och demonstrationer*, Stockholm, FOI FOI-R--1736 --SE

¹³ Lars Höstbeck, Mike Winnerstig, Mattias Waldenvik. (2004). *Strategy for Space*, Stockholm, FOI FOI-R--1264--SE.

Nollalternativet - Varje svensk intressent/aktör uppfyller sina egna behov på den marknad som står till buds. Ingen nationell samordning eller överordnade nationella mål eftersträvas och det tas inga gemensamma nationella initiativ för att öka den svenska förmågan genom internationella samarbeten. Detta var det rådande alternativet när rapporten skrevs 2004.

Nationell satsning med kommersiell inriktning - Sverige formulerar en nationell policy avseende rymdtjänster och formulerar såväl civila som militära mål för nyttjande av rymden. Mål och policy formuleras så att kommersiella system förutsätts kunna uppfylla de krav som ställs. Syftet med strategin är att uppnå mer rationell upphandling och ett bättre nyttjande, och därmed lägre kostnader, jämfört med om varje nationell aktör agerar självständigt. Funktionaliteten och ambitionsnivån för varje aktör står i proportion till satsade medel.

Nationell satsning med internationellt samarbete och samägande – Sverige samordnar nationellt en policy avseende rymdtjänster och formulerar såväl civila som militära mål för nyttjande av rymden. Tillgång till system säkras genom deltagande i multi- eller bilateralt internationellt samarbete och delägande i system. Detta begränsas till att dela utvecklings- och driftkostnader och inkluderar inte säkerhetspolitiskt samarbete. Det internationella samarbetet kan förväntas leda till effektivare nyttjande av resurser och viss ny förmåga, dock med begränsningar i volym och inflytande.

Nationell satsning och alliansfrihet med egna system - Sverige samordnar nationellt policy avseende rymdtjänster och formulerar såväl civila som militära mål för nyttjande av rymden. Tillgång till system säkras genom nationellt ägda svenska system som ger kontroll över hela kedjan från konstruktion av satelliter, via uppskjutning, till nedtagning och analys av data. Genom tillgång till egna system ges möjlighet till samarbete på bi- eller multilateral basis vad gäller utbyte av data och tjänster.

Multinationell satsning inom heltäckande samarbetsorganisation - Mål och behov samordnas internationellt genom en heltäckande samarbetsorganisation. En sådan organisation har sannolikt både civila och militära mål, dvs går utöver dagens ESA men ligger inom de tankar som finns på framtida europeiska försvarssamarbeten. Svenska aktörer får tillgång till den samlade förmågan hos de system som hanteras av organisationen men till ”priset av” att delta i en militär samarbetsorganisation.

3.4.1 SR78

Strax efter att FOI-rapporten publicerades, dvs. under hösten 2004, fick Försvarsmakten i uppgift av Regeringen att, kortfattat uttryckt, utreda behovet av internationellt samarbete på rymdområdet och behov av svenska rymdsatsningar. Uppdraget var en så kallad *särskild redovisning* i Försvarsmaktens regleringsbrev för 2005, den så kallade SR78¹⁴. Resultatet av detta blev Försvarsmaktens första uttalade ståndpunkt vad gäller satellitbaserad spaning. Försvarsmakten förordade i redovisningen följande handlingsväg för att inrikta och prioritera svenska satsningar inom rymdområdet:

”Nationell satsning med internationell samverkan och egna system

Sverige formulerar en nationell strategi avseende rymdtjänster. Tillgång till integritetskritiska funktioner tryggas genom ägande av svenska nationella system. Dessa system nyttjas som svenskt bidrag i bi- eller multilaterala samarbeten. Genom dessa samarbeten och genom nyttjande av kommersiella tjänster säkerställs tillgången till volymmässigt stora, men icke integritetskritiska tjänster.”

Den förordade handlingsvägen är en kombination av två av de fem rymdstrategierna som presenterades ovan, nämligen *Nationell satsning med kommersiell inriktning* och *Nationell*

¹⁴ Resultatet redovisades i dokumentet: SR78 Internationell samverkan inom rymdområdet; BU06/SR del II, s. 27--46, HKV beteckning 23 383:67555, 2005-05-03.

satsning med internationellt samarbete och samägande. Försvarmakten visade med detta att det fanns en vilja till en uttalad rymdstrategi som skulle överge det rådande läget såsom beskrivet som *Nollalternativet*.

Sammanfattningsvis så uttrycktes det att bildalstrande rymdtjänster är en nationell angelägenhet som bör hanteras enligt en myndighetsövergripande strategi. Tillgången på integritetskritiska förmågor, det vill säga IMINT-kapacitet, bör säkras med ett eget svenskt bildalstrande system. Sverige bör utvärdera och eventuellt delta i några av de multinationella samarbeten som initieras i Europa. Det egna systemet kan därvid utgöra Sveriges bidrag i dessa samarbeten samt att Försvarmakten bör fortsatt använda kommersiella bildalstrande tjänster som komplement till eventuella samarbeten och egna system.

I kombination med detta så redovisades även en kostnadsuppskattning för en svensk demonstrator för satellitspaning.

3.4.2 Ytterligare fördjupning i FoT-uppdraget

Efter att SR78 hade redovisats fortsatte FOI att djupare analysera de olika alternativen för en svensk rymdstrategi som hade presenterats i rapporten *Strategy for space*, beskriven ovan. De olika strategiernas lämplighet bedömdes mot sju kriterier som togs fram tillsammans med Försvarmakten: *Tillgänglighet, Inriktningsmöjlighet, Nära-realtidskapacitet, Integritet, Prioritet, Volym och Variation*. I avrapporteringen *Rymdstrategi för Försvar och Säkerhet*¹⁵ som även tog hänsyn till SR78 sammanfattades följande:

Den av Försvarmakten föreslagna strategin innebär en kombination av i huvudsak två komponenter, egen satsning och samarbete inom EU, kompletterat med kommersiella tjänster. Ur ett nationellt perspektiv bör det kommersiella inslaget förtydligas genom en tydlig tredje komponent som bygger på kommersiellt upphandlade tjänster. Den kommersiella komponenten krävs dels för att säkerställa möjligheten att vid tillfälliga toppar köpa in tjänster i erforderliga volymer, dels för att erbjuda en stor variation på rymdtjänster som efterfrågas i små volymer. Det första motivet, stora tillfälliga volymer, avser framförallt satellitkommunikation, medan det andra motivet, stor variation, syftar till att hjälpa mindre aktörer över ”tröskeln” för att nyttja rymdtjänster och motivera dem att delta i det nationella samarbetet.

Det föreslogs vidare att en nationell strategi skulle kunna formuleras enligt:

”Nationell satsning med samverkan och egna system, kompletterad med kommersiella tjänster

Sverige formulerar en nationell strategi avseende rymdtjänster. Tillgång till integritetskritiska funktioner tryggas genom ägande av svenska, nationella system. Dessa system nyttjas som svenskt bidrag i bi- eller multilaterala samarbeten. Genom dessa samarbeten säkerställs tillgången till volymsmässigt stora, men icke integritetskritiska tjänster.

För att säkra en stor variation på rymdtjänster och möjlighet att möta tillfälliga toppar i efterfrågan kompletteras de egna och samägda systemen med kommersiellt upphandlade tjänster.”

Arbetet kan därmed sägas utgöra ytterligare ett underlag som bekräftade den förordade handlingsvägen i SR78 plus att det innehöll förtydligandet om kommersiella tjänster.

¹⁵ Lars Høstbeck, Maria Oredsson. (2005). *Rymdstrategi för försvar och säkerhet*, Stockholm, FOI. FOI-R--1772--SE.

3.4.3 SR79

Som en naturlig fortsättning på SR78 fick Försvarmakten ytterligare en uppgift av regeringen i form av ett nytt särskilt uppdrag under våren 2006, den så kallade SR79¹⁶. Uppgiften bestod i korthet i att redovisa förutsättningarna för att utveckla en nationell svensk övervakningssatellit.

I rapporten redovisas följande sammanfattning:

”En nationell svensk övervakningssatellit skulle kunna ge tillgång till integritetskritisk information i rätt tid, för såväl militära insatser nationellt och internationellt som för olika typer av krishanteringsinsatser.

...

En utveckling av egna nationella resurser bör inriktas mot att komplettera eventuella kommande europeiska eller bilaterala samarbetssystem. Genom Försvarmaktens ökade internationella ambition skulle en svensk satellit ur Försvarmaktens synpunkt vara intressant om utvecklingen kan starta redan under 2006 för att den skall kunna vara operativ 2010-2011.

...

Det enskilt viktigaste kravet på en nationell övervakningssatellit, inklusive marksegmentet, är förmågan att leverera *rätt information vid rätt tillfälle*.

...

Fyra alternativa designförslag har studerats. Det är Försvarmaktens uppfattning att en flexibel lösning, med en hög upplösning av ca 1 m, en stor stråkbredd samt möjlighet till samtidig nedlänk och bildtagning, skulle uppfylla de behov från militära och civila myndigheter som har analyserats. Kostnaderna för en sådan lösning skulle, om beslut fattas om anskaffning, belasta statskassan med ca 150 Mkr per år i de fem år som satelliten beräknas vara operativ. Därtill kommer nyetableringen av ett användarsegment samt driftskostnader för detta, bedömda till ca 30 Mkr per år.

Försvarmakten har ingen planering för anskaffning av en nationell satellitresurs och en sådan utgör heller inte en prioriterad ambitionshöjning.”

Behovet fanns där men tyvärr inte förutsättningarna. I och med den sista meningen ovan så stannade arbetet med en rymdstrategi av. Likväl som när detta arbete utfördes för fem år sedan som idag så står Sverige och Försvarmakten fortfarande, av olika anledningar, och stampar i stort sett vid nollalternativet. Det är dock värt att påpeka att nollalternativet aldrig aktivt har pekats ut som en vald rymdstrategi men det är de facto det rådande alternativet även idag år 2011.

Som ett exempel på konsekvenserna av det rådande nollalternativet så följer här en beskrivning av hur tillgången till satellitbilder i stort ser ut för Försvarmakten. Satellitbilder tillgodoses idag i huvudsak genom kommersiella tjänster, visst underlag¹⁷ fås även från EUSC, EUs satellitcentrum. Försvarmakten har i princip ingen särställning i förhållande till andra kunder vid inköp av bilddata, inte ens vid kris. Det kan i värsta fall ta veckor från bildbeställning till leverans av nytagna bilder. Andra kunder som köper tillfällig exklusiv rätt till data kan tyvärr bidra till att blockera Försvarmaktens behov.

¹⁶ Resultatet redovisades i dokumentet: Försvarmaktens särskilda redovisning 79 - Nationell svensk övervakningssatellit, SR79, HKV beteckning 21 837:67155, 2006-04-28.

¹⁷ Det är värt att notera att EUSC i princip är hänvisade till samma kommersiella bilder som Försvarmakten (förutom att EUSC numera har tillgång till Heliosbilder) så underlaget från EUSC kommer i stort från samma bildmaterial.

Storvolymsskunder har prioriterad service vilket även kan fördröja leveranser till Försvarsmakten. Försvarsmakten, precis som andra kunder, påverkas även av särskilda restriktioner av reducerad upplösning över vissa områden. Det finns heller ingen garanterad service dygnet runt, leverantörer hade till och med sommarstängt under Georgien-krisen.

Sammanfattningsvis, precis som med den föreslagna policyn i rymdstudien från 2003, så är strategin titulerad *Nationell satsning med samverkan och egna system, kompletterad med kommersiella tjänster* fortfarande en aktuell inriktning för Försvarsmakten.

3.5 Omvärldsbevakning och analys

En grund i FoT-projektet under alla år har varit omvärldsbevakning och -analys där huvudsyftet har varit och är att:

- Följa den snabba utvecklingen på rymdområdet
- Kunna tillgodose Försvarsmaktens kunskapsbehov för framtida rymdförmågor
- Bibehålla breda frågeställningar kring rymd, försvar och säkerhet

Följa den snabba utvecklingen på rymdområdet

Kina och Indien är exempel på nya stora rymdmakter som har trätt fram med långa kliv de sista åren, samtidigt börjar även mindre länder anamma rymdtekniken såsom Algeriet, Iran, Nigeria, Sydkorea och Thailand. I Europa integreras de civila och militära tillämpningarna av rymdtekniken allt mer till så kallade dual-use lösningar¹⁸. Tekniskt sett har miniatyriseringen av delsystem nu slagit igenom på bred front. Detta innebär att rymdtekniken blir allt billigare och allt lättare åtkomlig även för mindre länder. Sammanfattningsvis präglas rymdområdet i hög grad av en mycket snabb säkerhetspolitisk och teknisk utveckling.

Kunna tillgodose Försvarsmaktens kunskapsbehov för framtida rymdförmågor

Verksamheten i det pågående FoT-projektet syftar till att tillgodose Försvarsmaktens behov av kunskap och beslutsunderlag avseende Försvarsmaktens framtida förmågor relaterade till rymdtjänster och rymdsystem. FOI strävar därför efter att bygga upp och utgöra en kunskapsbas för Försvarsmakten där en långsiktig projektverksamhet är en förutsättning för att denna kunskap kan bevaras och utvecklas.

Bibehålla breda frågeställningar kring rymd, försvar och säkerhet

Då budgetramen för projektverksamheten är relativt liten faller det sig naturligt att frågeställningarna blir övergripande på området. Kärnkompetensen kan beskrivas som:

- Systemkännedom och en förståelse för helheten i rymdrelaterade sammanhang
- Förståelse för rymdfrågors implikation på säkerhetspolitiska och politiska sammanhang
- Kunskap om nyttjandet av rymdtjänster och rymdsystem samt dess relevans för militär förmågutveckling.

3.5.1 Aktörer på rymdarenan

Utvecklingen av den militära förmågan hos en nation i relation till rymdarenan kan delas in i tre trappsteg. De tre stegen avspeglar en nations tekniska ”know-how” och dess militära doktrin. Det första trappsteget innebär att en nation nyttjar rymdsystem och rymdtjänster för att stödja och förstärka redan existerande militära förmågor för

¹⁸ Dual-use syftar här på att systemet delas mellan civila och militära användare, det är alltså inte produkter som har dubbla användningsområden.

operationer på jorden (Mark, Sjö och Luft). Ett exempel på detta är nyttjandet av GPS för att orientera sig i okänd terräng som ett komplement till kartor eller tröghetsnavigering.

Steg nummer två innebär att en nation nyttjar rymdbaserade system för att skapa nya militära förmågor för operationer på jorden som annars inte skulle vara möjliga. Ett exempel på detta är långräckviddig precisionsbekämpning med GPS-styrda kryssningsmissiler. Detta trappsteg innebär en risk för den nation som tar detta kliv då man samtidigt skapar sig ett beroende av rymdsystemen.

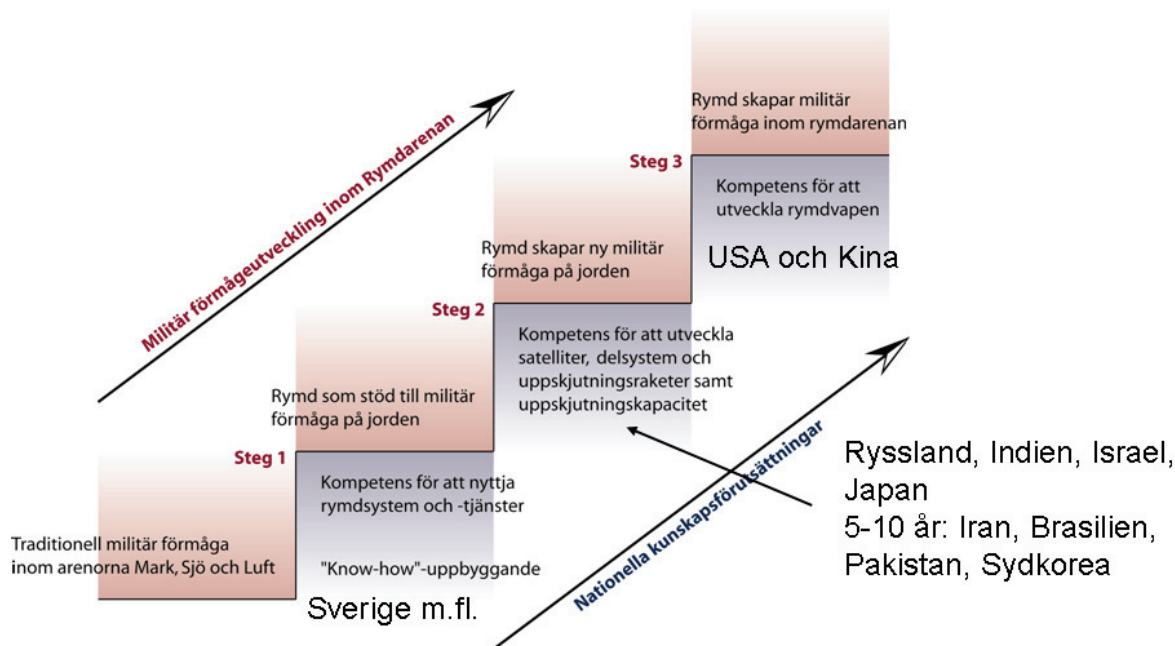
Det tredje och sista trappsteget innebär att den militära förmågan utökas från begränsade operationer på jorden till att också innefatta militär förmåga för operationer i rymden. Detta skulle innebära att vapen placeras ut i rymden för att verka mot mål i rymden eller på marken. Ett exempel på detta skulle kunna vara ett rymdbaserat vapen som slår ut en eller flera GPS-satelliter vilket i sin tur skulle påverka de militära förmågorna beskrivna i steg ett och två ovan.

Ett lands förutsättningar för att avancera sin militära förmåga inom rymdarenan baseras på dess rymdtekniska kompetens, resurser och självklart på dess vilja och ambitioner. Länder med rymdteknisk kompetens kan delas in i fyra grupper:

- länder som besitter nationell kompetens för att utveckla uppskjutningsraketer och har uppskjutningskapacitet
- länder som besitter nationell kompetens att utveckla satelliter och delsystem
- länder som besitter nationell kompetens att använda rymdsystem och rymdtjänster och där satelliter utgör en del av samhällets infrastruktur
- länder som inte har tillräcklig teknisk kompetens för att nå upp till grupp tre, men aktivt arbetar för att förbättra den nationella kunskapsnivån på området – s.k. ”know-how”-uppbyggande länder.

Det är naturligt att ett land startar med en fokusering på ”know-how” genom att t.ex. påbörja långsiktiga nationella rymdforskningsprogram eller skapa förutsättningar för tekniköverföring från andra länder. Men för att ta sig upp på det första steget i en förmågeutveckling där rymden nyttjas som stöd till militär förmåga på jorden krävs även kunskap om och förståelse för hur rymdtjänster och dess tillämpningar kan nyttjas. Steg två innebär att rymden nyttjas för att skapa nya militära förmågor på jorden. Eftersom detta skapar ett beroende av rymdsystemen i sig kräver detta att ett land har full kontroll och därmed måste ha kunskap i både utveckling av satelliter, av uppskjutningsraketer och ha en nationell uppskjutningskapacitet. Att ta ett tredje steg, dvs. att med hjälp av rymdsystem skapa militär förmåga i rymden, skulle kräva, förutom en rymdteknisk kompetens, en nationell kompetens för att utveckla rymdvapen.

Figur 6 illustrerar de tre utvecklingsstegen i militär förmåga inom rymdarenan och vilken nationell kompetens som förutsätts för att kunna ta dessa steg.



Figur 6. En bild över hur den militära förmågeutvecklingen inom rymdarenan ser ut för en nation, texten ovanför trappstegen beskriver förmåga medan texten under trappstegen beskriver de kunskaper som förutsätts för att en nation skall kunna placera sig på förmågetrappan.

De två länder som både har alla kunskapsförutsättningar och även har visat sig ha ambitioner för att placera sig på steg tre i den militära förmågeutvecklingen inom rymdarenan är USA och Kina.

Indien, Israel, Japan och Ryssland har alla förutsättningar för att placera sig på steg två i den militära förmågeutvecklingen inom rymdarenan. De har kapacitet för att utveckla militära satelliter, uppskjutningsraketer och har en nationell uppskjutningsförmåga. Inom fem till tio år bedöms även Brasilien, Iran, Pakistan och Sydkorea ha alla förutsättningar för att placera sig på steg två.

För att placera sig på steg ett i den militära förmågeutvecklingen inom rymdarenan krävs en nationell kompetens för att använda rymdsystem och rymdtjänster. Satelliter och dess användning bör även utgöra en del av samhällets infrastruktur. Sverige tillsammans med ett flertal länder har denna kapacitet och de förutsättningar som krävs för att befinna sig på steg ett.

I och med Sveriges inträde i den Europeiska säkerhetsstrukturen har kraven ökat på att Sverige och Försvarsmakten deltar gemensamt med andra länder i internationella militära operationer. Dessa operationer skiljer sig drastiskt från tidigare FN-uppdrag både avseende nya geografiska områden, kortare planeringshorisonter och skärpta hotbilder. Rymdtekniken har allmänt sett det senaste årtiondet spridits snabbt till allt fler aktörer. Både mindre utvecklade länder och icke-statliga grupperingar använder idag regelbundet olika rymdtjänster med delvis militär förmåga. Många av dessa länder har dessutom ambitionen att skapa en egen oberoende rymdkapacitet. Ofta sker denna utveckling med hjälp av andra mer mogna rymdländer. Sannolikt kommer därför rymdtekniken att bli än mer åtkomlig för militärt bruk i framtiden.

De hotbilder som de olika rymdförmågorna skapar gentemot Försvarsmakten i framför allt internationella operationer är mångfacetterad. Hotbilden kan exempelvis bestå av en mer intensiv underrättelsebevakning, en förbättrad lägesbild av svensk trupp med en mer detaljerad målangivning och en förstärkt ledningsfunktion hos motståndaren. Sammantaget så kan motståndaren med sin rymdförmåga skapa ett informationsöverslag i förhållande till kapaciteten hos svenska förband. Dessa hotbilder leder i sin tur till ett behov av motmedel och förmågor hos Försvarsmakten som i ett först steg kan hanteras med kunskap om de rymdbaserade tjänsterna. Det effektivaste sättet att minska hotbilden

från en motståndare som anammat rymdtekniken är att själv skapa ett informationsöverläge. Exempelvis om motståndaren börjar använda satellittelefoni för att höja sin ledningsförmåga blir en satsning på svensk signalspaning desto mer informativ. Läs gärna mer i FOI-rapporterna *Militärt nyttjande av rymden i ett 10-20 års perspektiv*¹⁹ och *Rymdteknologins spridning - En ny utmaning för Sverige och Försvarsmakten?*²⁰.

De rekommendationer som FOI gav 2009 är fortfarande aktuella:

- Försvarsmakten bör erkänna den nya hotbilden som ett problem, agera för att möta hotet som uppkommer från rymdförmågorna, och därigenom skydda svenska intressen och svensk trupp.
- Ett första steg för att Försvarsmakten skall kunna agera och säkra informationsöverläget vore att bygga upp mer kunskap och erfarenheter avseende de nya rymdtjänsterna.
- Genom att exempelvis starta en doktrinutveckling, skaffa erfarenheter från andra länder och utbilda Försvarsmaktens personal avseende hotbilden från rymdsystem skulle ett stort steg tas.
- Kunskapsuppbyggnaden skulle också kunna ske på längre sikt genom att, inom ramen för det EU-gemensamma projektet Space Situational Awareness (SSA), skapa en svensk förmåga på rymdlägesområdet.

3.6 SSA och rymdväder

Tidigare i år (2011) publicerade FOI en rapport med titeln *SSA – Behöver Sverige en rymdlägesbild?*²¹. Arbetet med rapporten kan ses som en fördjupning inom både omvärldsanalys och rymdstrategi samt är högst aktuell just nu, här följer en sammanfattning av arbetet.

SSA, *Space Situational Awareness*, eller en så kallad *rymdlägesbild* ses som en del av en större lägesbild där SSA kompletteras av en omvärldsanalys som omfattar förmågor att driva verksamhet i rymden. För en militär konsument av SSA är det den större lägesbilden man eftersträvar då det är av vikt att inte endast veta var en satellit befinner sig utan även vilka nyttolaster den innehar och vad de har för specifika förmågor.

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-konceptet 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 utslagningen av elkraftsnät; eller för att spåra större asteroider som skulle kunna kollidera med jorden.

SSA-konceptet har förändrats till att bli en global angelägenhet om hur världens rymdnationer i samarbete skulle kunna skydda den gemensamma och ändliga naturresurs som satellitbanorna de facto är. Denna intention är dessutom tydligt uttalad i USA:s nya rymdpolicy där transparens och förtroendeskapande åtgärder framhålls för att lösa detta problem. I och med insikten om rymdinfrastrukturens avgörande betydelse för hela samhället har också EU, med stöd av ett stort antal medlemsländer, inom ramen för *European Space Agency* startat ett studiearbete som sannolikt kommer att bli nästa viktiga europeiska satsning på rymdområdet – en oberoende rymdlägesbild.

¹⁹ Lindström och Andersson. (2009). *Militärt nyttjande av rymden i ett 10-20 års perspektiv - ForMA-rapport*, Stockholm, FOI. FOI-R 2834--SE.

²⁰ Christer Andersson, John Rydqvist. (2009). *Rymdteknologins spridning En ny utmaning för Sverige och Försvarsmakten?*, Stockholm, FOI. FOI-R--2873--SE.

²¹ Christer Andersson, Lisa Rosenqvist, Eva Bernhardsdotter, Maths Persson. (2010). *SSA - Behöver Sverige en rymdlägesbild?*, Stockholm, FOI. FOI-R--3087--SE.

Sverige har i princip endast visat intresse för dessa frågor via de samtal om rymdfrågor som sker i FN-sammanhang. Inget svenskt officiellt initiativ har ännu tagits för att följa SSA hos exempelvis *European Space Agency* eller *European Defence Agency*.

Frågan om Sverige behöver en rymdlägesbild har många aspekter. Ett eventuellt svenskt deltagande i det internationella arbetet med att förbättra det gemensamma förhållningssättet i rymden, och att samtidigt utveckla de organisatoriska och tekniska verktyg detta kräver i form av ett europeiskt *Space Situational Awareness* (SSA) är en komplex fråga. En svensk rymdlägesbild berör såväl utrikes- och säkerhetspolitiken som försvarspolitiken, frågan är också i högsta grad ett forskningsärende, och innehåller dessutom känsliga spörsmål om sekretess och underrättelseförmågor.

Med andra ord är SSA en relevant fråga för en rad myndigheter som alla har något olika ambitioner på rymdområdet. Å andra sidan förtjänar inte detta ämne att hamna i ett svenskt beslutsvakuum, då SSA sannolikt kommer att bli nästa viktiga europeiska satsning på rymdområdet. Och därtill ett gemensamt internationellt samarbete som är i samklang med intentionerna hos den nya amerikanska rymdstrategin. Om svenska myndigheter skulle engagera sig i det internationella arbetet med att skapa en uthållig rymdmiljö, och om Sverige skulle bygga upp en egen nationell kapacitet på SSA-området kan detta ge oss många fördelar:

- Sverige skulle visa ett politiskt engagemang, och kunna påverka utvecklingen, i en viktig miljöfråga som blir allt mer internationellt uppmärksammat. Ett hållbart utnyttjande av den ändliga resurs som rymden nära jorden är kräver mellanstatlig samverkan och förhandlingar av en typ som Sverige har stor erfarenhet av.
- Svenska myndigheter, forskningsinstitut och företag skulle kunna ta del av det omfattande EU-arbetet runt ett europeiskt SSA som nu har startats av bland annat ESA. Svenska forskare och ingenjörer kan på ett kreativt sätt, tillsammans med en rad organisationer runt om i Europa, bidra till de vetenskapliga och tekniska utmaningar som detta arbete kommer att kräva.
- Sveriges aktiva deltagande i att upprätthålla en korrekt objektdatabas för SSA skulle minska hotet mot vår rymdinfrastruktur och annan känslig infrastruktur samt ge försvarsmyndigheterna ett informationsöverslag mot satellitbaserad informationsinhämtning. Att bygga upp en grundläggande kompetens och kapacitet på SSA-området är i längden ekonomiskt lönsamt och stärker samtidigt säkerheten för både våra medborgare och svensk utlandsstationerad trupp.

Om Sverige i motsats till de flesta andra EU-länder inte skulle engagera sig i arbetet med att utveckla ett gemensamt europeiskt SSA, så är det inte helt orimligt att jämföra detta beslut med att Sverige inte skulle delta i de internationella förhandlingarna om åtgärder mot de globala klimatförändringarna och att Sverige samtidigt skulle avstå från att ansluta sig till det europeiska samarbetet kring flygets trafikledning.

De aktiviteter som Sverige till dags dato har genomfört avseende rymdlägesbild och SSA är få och splittrade. Samtidigt har inte heller någon myndighet tagit tydlig ställning eller angett någon inriktning i frågan. De fortsatta satsningar för Sverige som FOI föreslår är därför fokuserat mot tre generella områden:

1. ökad information och höjd kunskapsnivå för att lyfta medvetenheten om både de risker och de möjligheter som rymdmiljön innebär för samhället i stort samt för enskilda individer och organisationer,
2. ökad samverkan mellan relevanta myndigheter för att inventera svenska styrkor och möjligheter samt för att prioritera ambitionerna inför ett eventuellt engagemang i den gemensamma europeiska rymdlägesbild,
3. fortsatt omvärldsanalys och kunskapsuppbyggnad inom vissa fokusområden för att följa den internationella utvecklingen på SSA-området, och samtidigt starta

arbetet med att skapa en minimal men grundläggande svensk SSA-kapacitet som senare skulle kunna utvecklas och anpassas till det europeiska SSA-arbetet.

Frågan om en svensk rymdlägesbild har många aspekter. De civila och företagsmässiga behoven och synpunkterna på tjänsterna från ett SSA, de militära förmågekraven och sekretessbehoven på en svensk rymdlägesbild, eller frågan om ett eventuellt svenskt politiskt deltagande i det internationella arbetet med att utveckla ett gemensamt förhållningssätt i rymden har dock alla en gemensam aspekt. Nämligen det grundläggande behovet av kunskap om rymdobjekts och rymdvädrets uppträdande i rymden, samt behovet av att kunna bearbeta och analysera information om dessa fenomen. Oavsett vilken inriktning Sverige tar avseende en svensk rymdlägesbild krävs det därför att denna grundläggande kunskap byggs upp på nationell nivå.

FOI föreslår därför följande konkreta aktiviteter inom ramen för satsningsområde 3 ovan:

- Fortsätt och intensifiera det internationella deltagandet på FN- och EU-nivå genom att låta FOI bistå Regeringskansliet och relevanta myndigheter med information och expertstöd. Exempelvis skulle FOI kunna stödja Rymdstyrelsen och PTS med en studie om vad de framtida kraven på en internationell CoC kan innebära för svensk rymdlagstiftning.
- Utöka de svenska myndigheternas kontaktnät inom det internationella SSA-arbetet. Exempelvis borde försvarsmyndigheterna delta i EDA:s diskussioner om SSA, och i den ”strukturerade dialogen” inom ESA:s *Users Representatives Group* (URG).
- Ge relevanta myndigheter mandat att undersöka hur, och i vilken form, Sverige skulle kunna få tillgång till SSA-information av högre kvalitet än den öppet tillgängliga. Exempelvis borde Sverige starta bi- eller multilaterala förhandlingar med USA och EDA/ESA för att försäkra sig om bästa tänkbara kvalitet på SSA-informationen i framtiden. Naturligtvis skulle ett svenskt deltagande i ESA:s *Core element Program* underlätta dessa diskussioner.
- Starta arbetet med att bygga upp kunskap och praktiska färdigheter för att kunna operera en minimal men grundläggande SSA-kapacitet i Sverige. Initiera samtidigt en strategi för att lägga fast ambitionen att Sverige bör utveckla en oberoende analyskapacitet för SSA. Exempelvis skulle FOI kunna fortsätta det initiala arbete som redan utförts med analyser av rymdobjekt under 2010.
- Inventera vilka nationella resurser som redan idag finns i Sverige i form av existerande anläggningar, kunskapscentra och SSA-liknande utvecklingsprogram. Exempelvis borde denna grupp av villiga ”SSA-entusiaster” kunna samverka med myndigheterna för att utarbeta prioriteringar och uppslag inför internationella förhandlingar. Den svenska delen av EISCAT skulle exempelvis kunna utgöra en del i dessa diskussioner.

Läs gärna mer i rapporten: *SSA – Behöver Sverige en rymdlägesbild?* Mer information om rymdväder återfinns i bland annat följande rapporter: *Scenariobaserad operativ värdering av rymdvädereffekter Trådlös kommunikation och GPS*²², *En rymdvädertjänst åt Försvarsmakten - Ett förslag till utformning*²³ samt *Rymdväder – effekter på militära och civila system*²⁴.

²² Björn Johansson, Börje Asp. (2009). *Scenariobaserad operativ värdering av rymdvädereffekter Trådlös kommunikation och GPS*, Stockholm, FOI. FOI-RH--0934--SE.

²³ Sandra Lindström. (2008). *En rymdvädertjänst åt Försvarsmakten - Ett förslag till utformning*, Stockholm, FOI. FOI-R--2569--SE.

²⁴ Sandra Lindström, Mattias Waldenvik. (2004). *Rymdväder – effekter på militära och civila system*, Stockholm, FOI. FOI-R--1464--SE.

4 Exempel på kunskapsstöd

FoT-uppdraget syftar i förlängningen till att kunna stödja Försvarsmakten i olika rymdrelaterade frågor som uppstår, speciellt på en strategisk nivå. För att realisera detta baseras uppdraget på grundkompetens dvs. att bygga upp och bibehålla en grundkompetens kring rymd, säkerhet och försvar. Uppdraget innehåller inte inslag av grundforskning men precis som med forskning skall arbetet inriktas framåt i tiden, alltifrån fem till femton år framåt. Den verksamhet som är beskriven i ovan avsnitt kan sägs tillhöra denna grundkompetensdel. Ett av fler exempel på där FOI istället har utgjort ett stöd i mer direkta här och nu frågor är ärendet ”MUSIS”.

Kortfattat så uppstod det, i Europa, nationella behov av militära spaningssatelliter på 90-talet. Frankrike utvecklade Helios och senare Pleiades (optisk). Tyskland utvecklade SAR-Lupe och Italien Cosmo-SkyMED (radar). Länderna fann att samarbete dem emellan gav mervärde till de egna systemen och de började byta tjänster med varandra. Efter hand anslöt sig Spanien, Belgien och Grekland till samarbetet på olika sätt. Länderna tog tillsammans fram vad de kom att kalla BOC, *Besoins Opérationnels Communs*, gemensamma operativa krav, för samarbetet kring denna första generations och kommande system. (BOC nämns även tidigare i den föreslagna rymdpolicyn.) MUSIS, *MUltifunctional Space Imaging System*, är ländernas andra generations system som beräknas vara operativt mellan 2015 och 2030. Under 2009 blev MUSIS ett EDA-projekt och det blev då i princip tillämpligt för alla EU-länder att delta i MUSIS-samarbetet.

FOI har varit med och stöttat arbetet kring ett svenskt intresse av att delta i samarbetet. För tre år sedan (2008) gjordes även en fördjupning kring detta i rapporten *MUSIS i ett svenskt perspektiv*²⁵. De rekommendationer som gavs då gäller fortfarande och fyller ut rymdstrategikostymen ytterligare. Följande är utdrag och sammanfattning ur nämnd rapport.

Det är av stort värde för Sverige, såväl säkerhetspolitiskt som industriellt, om Försvarsmakten deltar mer aktivt i de diskussioner som förs i Europa avseende satellitbaserad spaning. Detta deltagande borde inriktas dels mot de enskilda länderna, dels mot de multinationella organisationer som hanterar frågan. Syftet skulle kunna vara att ta fram en mer detaljerad uppfattning om hur de olika initiativen ser ut, dess fördelar, nackdelar och möjligheter för svenska intressen. Ett första steg skulle vara att överväga en anslutning²⁶ till BOC, vilket är ett villkor för att delta i MUSIS-samarbetet, och därmed ett deltagande i de inledande designstudierna för MUSIS.

Det svenska försvaret har ett krav från Regeringen på att med mycket kort varsel kunna sätta in förband på den internationella arenan. Inte minst inom ramen för EU:s Gemensamma Utrikes- och Säkerhetspolitik (GUSP eller på engelska CFSP) deltar Sverige aktivt i krishanteringsarbetet. Försvarsmakten satte därför upp en snabbinsatsstyrka, NBG, till EU:s förfogande våren 2008. Debatten under hösten 2008 efter händelserna i Georgien har dessutom ytterligare förstärkt behovsbilden av ett snabbt agerande och en gedigen egen svensk omvärldsuppfattning. Dessa behov ställer sammantaget stora krav på tillgängligheten av aktuellt planeringsunderlag, relevanta och tillförlitliga underrättelser som stöd till personal i insatsområdet, samt ett fungerande och bredbandigt samband.

Förutom att bistå med underlag inför beslut om svenska insatser måste underrättelse-tjänsterna därtill ha kapacitet att förse statsmakterna med den information som behövs för

²⁵ Christer Andersson, John Rydqvist. (2008). *MUSIS i ett svenskt perspektiv*, Stockholm. FOI. FOI-R--2667--SE.

²⁶ Sverige accepterade kraven som är beskrivna i BOC-dokumentet den 4 april 2011. FMV. (2011). *Swedish request to receive the "Besoins Opérationnels Communs pour un système global européen par satellites (à des fins de défense et de sécurité)" (BOC) document*. FMV Document ID 10FMV4336-7:1.

att göra egna bedömningar i säkerhetspolitiska frågor och för att kritiskt kunna analysera andra aktörers motiv och agerande.

Generellt sett är rymdsystem effektiva tekniska verktyg för att uppfylla dessa behov, då de medger icke-kränkande kartläggning av presumtiva insatsområden, och möjligheter till global sambandstäckning. Specifikt ger bildalstrande rymdsystem, av typen MUSIS, snabb tillgång till information om känsliga eller otillgängliga områden.

Sverige har inte på samma sätt som exempelvis Frankrike och Storbritannien en nationellt övergripande strategi eller en departementsövergripande myndighetsstruktur för att hantera rymdfrågor inom den civil-militära säkerhetssektorn. Visserligen förekommer informella diskussioner mellan Försvarsmakten, FMV, FOI och Rymdstyrelsen i vissa frågor. Däremot existerar inga formella beslutande eller rådgivande organ som enkelt kan hantera externa initiativ liknande MUSIS. Det innebär också att rymdfrågor ofta behandlas som enskilda ärenden utan sammanhang vare sig funktionellt eller organisatoriskt.

Sveriges och Försvarsmaktens värdering av ett initiativ som MUSIS borde vara en balanserad granskning av flera faktorer. I första hand borde möjligheterna att ansluta sig till, eller i väsentlig grad kunna påverka, den säkerhets- och försvarspolitiska inriktning som driver förslaget studeras. Naturligtvis borde utsikterna att erhålla en förbättrad fotospaningsförmåga som är anpassad till svenska krav och förhållanden också analyseras. Och på samma sätt bör de industriella förutsättningarna och vinsterna utvärderas. Den utökade spaningsförmågan och den industriella kunskapsuppbyggnaden skall sedan i sin tur prioriteras mot liknande spaningsinitiativ, mot signalspaning, mot alternativlösningar, mot andra försvarsmaktskrav, och slutligen anpassas till de finansiella realiteterna.

Framför allt rekommenderas i SR78 att Sverige skapar en nationell strategi och en helhetssyn. Det är inte optimalt att utveckla system i de fyra tillämpningsområdena (underrättelser, militär och civil användning, samt kommersiellt nyttjande) parallellt och oberoende. Synergieffekterna är stora mellan de civila och militära delarna, och ett litet land som Sverige kräver av ekonomiska skäl samordning. Detta synsätt återkommer även i Näringsdepartementets Flyg- och rymdstrategi, och är en bärande idé i det utvecklingsarbete som sker i Europa idag.

En utvärdering som resulterar i ett beslut att inte delta i MUSIS borde kräva en konsekvensanalys för att ange alternativa inriktningar. Förslagsvis bör deltagare i denna analys komma från ett brett spektrum av myndigheter. Denna utvärdering är dessutom mycket svår att genomföra på ett vederhäftigt sätt utan ett svenskt deltagande i åtminstone de inledande studierna av MUSIS.

Vid ett nej till MUSIS bekräftar Sverige definitivt att man tagit steget från att ha varit en första rangens spelare i rymdsammanhang till att anta en mer underordnad roll i Europa. Under 80- och början av 90-talet deltog Sverige i samtliga multinationella europeiska fjärranalysprojekt (Spot, Pleiades och Vegetation). Ett avsteg från denna linje, och att inte delta i den rådande trenden att öka säkerhetssatsningarna på rymdområdet, innebär att industrin i andra europeiska länder får ytterligare ett övertag över svensk rymdindustri.

Den politiska signal som Sverige ger vid ett nej till ytterligare ett europeiskt satellitinitiativ med säkerhetsinriktning är avgörande för svensk bildunderrättelseinhämtning för lång tid framöver. Att inte delta aktivt i den gryende europeiska uppbyggnaden av ett satellitbaserat spaningssystem indikerar vilken väg Sverige vill ta på lång sikt.

Dual-use har blivit en hörnsten i det europeiska arbetet med säkerhetsrelaterad utveckling i rymden men har blivit ett problem i Sverige. I Europa används dual-use som en möjlig hävstång för att minimera kostnader och skapa synergivinster. I Sverige blir dual-use ett myndighetsövergripande problem om vem som bör ta beslut och vem som bör stå för kostnader. I SR78 rekommenderades därför att Sverige skapar en nationell strategi och en helhetssyn på dessa frågor.

Synergieffekterna är ofta stora mellan civila och militära delar i rymdsystemen, och ett litet land som Sverige kräver av ekonomiska skäl samordning. Detta synsätt återkommer i

Näringsdepartementets Flyg- och rymdstrategi, och är en bärande idé i det utvecklingsarbete som sker i Europa idag. Möjligheterna med dual-use kan sammanfattas som att utvecklings-, produktions- och ägarkostnader kan minskas för den enskilda användaren genom att kombinationen av både civil och militär nytta öppnar för fler potentiella finansörer och därmed lägre kostnader för alla inblandade aktörer. Villkoren för detta är då givetvis att man verkligen kan nyttja samma kunskap, teknologi eller system. Ju mer individuella anpassningar som krävs för att nyttja ett system eller teknologi, desto mindre dual-use är det.

För att civila och militära aktörer nationellt skall kunna samutnyttja ett system såsom MUSIS krävs nya och kanske innovativa strukturer för samarbete. För svenskt vidkommande kan det också behövas ny lagstiftning då det idag finns inskränkningar i Försvarmaktens möjligheter att stödja civila myndigheter i olika situationer. Det viktiga för Sverige är dock att börja arbeta integrerat och betrakta rymdfrågor, och specifikt satellitbaserad spaning, som om detta berörde både säkerhetspolitik och näringspolitik. Ett beslut om engagemang i ett system som MUSIS borde tas mot bakgrund av vad som är bra för nationen Sverige, inte ett enskilt budgetområde.

Om Sverige skall engagera sig i ett nytt europeiskt satellitprojekt med en säkerhetskomponent enligt förslaget för MUSIS är naturligtvis ett politiskt avgörande som har konsekvenser för svensk försvars- och rymdverksamhet lång tid framöver. Detta avgörande borde bygga på ett samlat nationellt beslutsunderlag, det borde ta hänsyn till både säkerhetspolitiska och näringspolitiska aspekter, det borde bygga på den strategi Försvarmakten har framfört i sina särskilda redovisningar för området, och slutligen borde beslutet motiveras för att klargöra den fortsatta svenska inriktningen.

De två särskilda redovisningarna (SR78 och SR79) har visat på en tänkbar strategi gentemot Europa och vilka konkreta krav Sverige kan ställa i dessa förhandlingar. Inte minst mot bakgrund av de begränsningar som de kommersiella leverantörerna erbjuder idag skulle ett komplement i form av MUSIS vara starkt förmågehöjande för Försvarmakten och andra krismyndigheter.

FOI föreslog vidare i nämnd rapport att en svensk handlingsplan tas fram som förslagsvis innehåller nedanstående komponenter. Ambitionen bör vara att på kort sikt agera i MUSIS-frågan, och på längre sikt ta tillvara de möjligheter rymdområde erbjuder svenskt försvar och näringsliv. Följande aktiviteter föreslogs där huvudsakligen Försvarmakten är ansvarig och sammanhållande men med stöd av övriga försvarsmyndigheter:

Agera avseende MUSIS och skapa en säkerhetsstrategi

Bilda en nationell samordningsfunktion för nyttjande av rymden. Det kan göras genom ett utökat uppdrag till Rymdstyrelsen eller genom att skapa en annan central funktion. En sådan funktion skall ha både civila och militära element och specifikt få i uppdrag att hantera dual-use frågor. Ett initialt viktigt arbete för denna funktion skall vara att agera i MUSIS-frågan och att ta fram en nationell säkerhetsstrategi för rymdområdet.

Anslut Sverige till BOC och diskutera med EDA

Samordna det svenska agerandet i Bryssel avseende rymdfrågor på säkerhetsområdet inom EU, ESA, EDA med flera, och höj ambitionen avseende svensk vilja att påverka och delta. Manifestera den svenska politiska viljan till samarbete genom att underteckna BOC och ett eventuellt LoI avseende MUSIS samt genom att inleda sonderande diskussioner med EDA.

Delta i MUSIS arbetsgrupper

Studera och kvantifiera effekterna av de olika handlingsalternativen avseende MUSIS. Ett sådant arbete bör vara förutsättningslöst och inte begränsas till de perspektiv som nämns ovan. Arbetet bör bedrivas

tvärsektoriellt och utgå från den information som erhålls från det aktiva studiearbete som svenska myndigheter bedriver inom MUSIS.

Skapa en arena för dialog

Uppdra åt berörda myndigheter att samla in och sammanställa befintlig information om MUSIS, GMES med flera spanings- och fjärranalyssystem samt skapa en arena för dialog, omvärldsanalys och informationsutbyte, både mellan berörda myndigheter och mellan myndigheter och industri.

*Inventera möjliga samarbetsprojekt**

Inventera kontinuerligt närliggande rymdverksamhet och projekt inom ESA, EDA eller bilateralt som kan ge liknande värdeskapande effekter som MUSIS. Exempel är ESA:s arbete kring rymdlägesbild och marksegment, olika europeiska projekt kring SIGINT och satellitkommunikation, samt olika nationella satellitprojekt utanför MUSIS som skulle kunna vara öppna för svenskt samarbete.

Skapa ett rymd- och säkerhetsforum

Öka ambitionen inom FoU och höj kompetensen i Sverige genom att skapa ett nationellt forum för att initiera rymdforskning och utveckling på säkerhetsområdet. Utvecklingsarbetet kan inriktas mot operativa dual-use-frågor, och underlätta medverkan i EU:s forskningsprojekt. Såväl näringsliv, myndigheter som forskningsorgan skall kunna delta. Samtidigt bör initiativ tas för att öka utbytet mellan svenska forskare och europeiska forskningsorgan och institut inom området rymd och säkerhet.

*Några exempel på möjliga samarbetsprojekt som bör utvärderas i ett större perspektiv och mot bakgrund av Försvarmaktens vilja och ambitioner är:

- ESAs *Space Situational Awareness Preparatory Programme* (SSA-PP)
- EDAs *Project Team Space Situational Awareness* (PT SSA) program
- EDAs *Project Team Satcom* (PT Satcom)
- EDAs eventuella andra rymdrelaterade projekt inom det så kallade CapTech-arbetet
- Olika forskningssamarbeten mellan MUSIS-länderna

I vissa av dessa projekt finns det redan representation från Försvarmakten eller FOI, samordning och informationsutbyte mellan representanterna skulle kunna förbättras för att stärka kompetensuppbyggnaden på myndigheterna samt förstärka avsikter och ambitioner i förhållande till Försvarmaktens intressen nu och i framtiden. Det bedrivs i vissa fall samarbetsprojekt inom grupperna mellan vissa länder som också bör utvärderas.

5 FOIs rekommendationer för rymd

Det som återkommer som en röd tråd i arbetet under dessa år är två saker: kompetens och långsiktighet.

Det behövs fortfarande en kunskapsuppbyggnad inom försvarsmyndigheterna för rymdfrågorna, både på bredden och på djupet, fler bör beröras och insatser för specialistkunskaper bör inledas. Det behövs fler engagerade medarbetare med kunskap för att kunna värdera rymdprojekt, det behövs kunskap om nyttjandet av satellittjänster, det behövs kunskaper om trender och framtid inom rymdteknik samt forskning, framförallt behövs en starkare kunskap kring hotbilden i relation till rymdsystem och andra aktörer.

Det saknas fortfarande en långsiktighet vad gäller rymdfrågor, för att kunna handskas med frågor som uppstår här och nu behövs det förberedelser och planer långt i förväg. En vision, strategi eller doktrin för rymdfrågorna som besvarar följande frågeställningar är viktig för ett effektivare arbete:

- Vilka satsningar på rymdfrågor skall göras?
- Vilka prioriteringar bör göras?
- Hur skall Försvarsmakten förhålla sig till olika samarbetsförfrågningar?
- Hur kan Försvarsmakten på bästa sätt engagera sig i pågående strategiskt viktiga samarbeten?
- Hur säkerställs att det finns kompetent personal för ovanstående frågor?
- Vilken enhet bör ansvara och företräda rymdområdet?

Sammantaget har arbetet under de senaste tio åren resulterat i ett antal publikationer, se även listan på publikationer i nästa avsnitt. Det här dokumentet är ett försök till att sammanfatta de viktigaste bitarna och även att återigen värdera de rekommendationer som har getts under årens gång.

Allt som allt så bedömer FOI att resultaten från våra studier fortfarande är högst aktuella.

6 Publikationer

6.1 Publikationer av FOI

6.1.1 Rapporter ur R- och RH-serien

R-rapporter är FOI:s publikationsserie för öppna rapporter och RH-rapporter är FOI:s publikationsserie för hemliga rapporter. Båda serierna är en vanlig skriftlig dokumentation till uppdragsgivare.

Christer Andersson, Lisa Rosenqvist, Eva Bernhardsdotter, Maths Persson. (2010). *SSA - Behöver Sverige en rymdlägesbild?*, Stockholm, FOI. FOI-R--3087--SE.

Christer Andersson, John Rydqvist. (2009). *Rymdteknologins spridning En ny utmaning för Sverige och Försvarsmakten?*, Stockholm, FOI. FOI-R--2873--SE.

Christer Andersson, John Rydqvist. (2008). *MUSIS i ett svenskt perspektiv*, Stockholm, FOI. FOI-R--2667--SE.

Marie Andersson. (2004). *Satellitspaning vid SamMarin -03*, Stockholm, FOI. FOI-R--1274--SE.

Marie Andersson, Ulf Ekblad. (2003). *Rymdsystem för internationella insatser*, Stockholm, FOI. FOI-R--1077--SE.

Eva Bernhardsdotter, Lars Høstbeck. (2011). *Rymden - arbetsplats eller slagfält?*, Stockholm, FOI. FOI-R--3295--SE. (trycks i december)

Eva Bernhardsdotter, Lisa Rosenqvist, Christer Andersson. (2011). *Att bemöta ASAT-hotet - Förutsättningar för Försvarsmakten med rymdlägesbild*, Stockholm, FOI. FOI-R--3294--SE (trycks i december)

Ulf Ekblad. (2005). *Elementa om rymdteknik*, Stockholm, FOI. FOI-R--1594--SE.

Eskil Engnér, Lars Høstbeck, Mike Winnerstig. (2004). *Militarisering av rymden*, Stockholm, FOI. FOI-R--1217--SE.

Lars Høstbeck. (2011). *EU:s uppförandekod för rymden Arbetet i EU 2007-2010*, Stockholm, FOI. FOI-R--3171--SE.

Lars Høstbeck,. (2010). *Rymd och rustningskontroll - PAROS i Nedrustningskonferensen*, Stockholm, FOI. FOI-R--3039--SE.

Lars Høstbeck. (2008). *Kärnkraft i rymden Användning av reaktorer och radioaktiva ämnen som kraftkällor i satelliter och rymdsonder*, Stockholm, FOI. FOI-R--2603--SE.

Lars Høstbeck. (2006). *Säkerhetsarkitektur för rymden - UNIDIRs konferens 2006*, Stockholm, FOI. FOI-R--2072--SE.

Lars Høstbeck, Maria Oredsson. (2005). *Rymdstrategi för försvar och säkerhet*, Stockholm, FOI. FOI-R--1772--SE.

Lars Høstbeck, Mike Winnerstig, Mattias Waldenvik. (2004). *Strategy for Space*, Stockholm, FOI. FOI-R--1264--SE.

Lars Høstbeck (ed.). (2001). *Rymd och Försvar*, Stockholm, FOI. FOI-R--0188--SE.

Björn Johansson, Börje Asp. (2009). *Scenariobaserad operativ värdering av rymdvädereffekter Trådlös kommunikation och GPS*, Stockholm, FOI. FOI-RH--0934--SE.

Sandra Lindström. (2010). *Metod och förutsättningar för omvärldsbevakning och -analys*, Stockholm, FOI. FOI-R--3088--SE.

- Sandra Lindström, Eva Bernhardsdotter. (2010). *Delrapport Omvärldsbevakning och -analys - Militära rymdfrågor*, Stockholm, FOI. FOI-R--3007--SE.
- Sandra Lindström och Christer Andersson. (2009). *Militärt nyttjande av rymden i ett 10-20 års perspektiv - ForMA-rapport*, Stockholm, FOI. FOI-R 2834--SE.
- Sandra Lindström. (2008). *En rymdvärdertjänst åt Försvarsmakten - Ett förslag till utformning*, Stockholm, FOI. FOI-R--2569--SE.
- Sandra Lindström, Ulf Ekblad. (2005). *Rymdtjänster för insatser utomlands – krav och demonstrationer*, Stockholm, FOI. FOI-R--1736 --SE.
- Sandra Lindström, Ulf Ekblad. (2005). *Rymdtillämpningar för NBF - Slutrapport*, Stockholm, FOI. FOI-R--1770--SE.
- Sandra Lindström, Mattias Waldenvik. (2004). *Rymdväder – effekter på militära och civila system*, Stockholm, FOI. FOI-R--1464--SE.
- Sandra Lindström. (2003). *Rymdverksamhet vid FOI*, Stockholm, FOI. FOI-R--0867--SE.
- John Rydqvist, Kerstin Castenfors, Lars Höstbeck. (2008). *Informationsinhämtning och satellitbilder i den svenska krisledningsorganisationen*, Stockholm, FOI. FOI-R--2391--SE.
- John Rydqvist, Lars Höstbeck. (2007). *Fotospaning med satelliter: organisation, funktion och behovsanalys*, Stockholm, FOI. FOI-R--2159--SE.
- Mattias Waldenvik. (2005). *Jonosfärmodifiering*, Stockholm, FOI. FOI-R--1629--SE.

6.1.2 Rapporter ur S-serien

Rapporter i S-serien är vetenskapligt, tekniskt eller annat skriftligt material som framtagits inom FOI eller av FOI:s forskare men som har publicerats av annan utgivare, ett typexempel är konferensbidrag.

- Lars Höstbeck. (2007). *Small Nation's View of TCBMs for Space Security*, Stockholm, FOI. FOI-S--2693--SE.
- Lars Höstbeck. (2007). *Swedish Military Space Policy*, Stockholm, FOI. FOI-S--2694--SE.
- Lars Höstbeck. (2003). *Rymdsystem för det nätverksbaserade försvaret – Något för Sverige?*, Stockholm, FOI. FOI-S--0864--SE.

6.1.3 FOI Memo

- Börje Andersson, Tomas Boman, Gunnar Eriksson. (2011). *Tekniska analyser avseende satellitbaserad spaningsförmåga*, Stockholm, FOI. FOI Memo H949.
- Christer Andersson, Börje Andersson, Daniel Henriksson, Patrik Hedström. (2011). *Stöd vid utveckling av satellitbaserad spaningsförmåga - Sammanfattning, erfarenheter och rekommendationer*, Stockholm, FOI. FOI Memo H950.
- Christer Andersson, Lisa Rosenqvist, Mattias Waldenvik. (2010). *Delrapport SSA, Space Situational Awareness*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3175.
- Christer Andersson. (2009). *Rekommendationer avseende uppstarten av projektet*, Stockholm, FOI. FOI Memo H650.
- Christer Andersson. (2009). *Avrapportering avseende SWG och övrigt stöd under 2009*, Stockholm, FOI. FOI Memo H0695.
- Christer Andersson. (2008). *Rekommendationer med anledning av arkitekturfasen hos projektet*, Stockholm, FOI. FOI Memo H649.

- Marie Andersson. (2006). *Reserapport från Military Satellites 6-7 juli 2006*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1903.
- Marie Andersson. (2005). *Sammanställning av satellitsystemet Orbview*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1521.
- Göran Bergström, Marie Andersson. (2006). *Planeringsstöd för rymdsystem och för det flexibla insatsförsvaret*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1808.
- Eva Bernhardsdotter. (2011). *PRISMA och rustningskontroll*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3521.
- Eva Bernhardsdotter. (2011). *Reserapport från konferensen Military Satellites 2011 i London*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3665.
- Eva Bernhardsdotter. (2011). *Status på säkerhet i rymden Arbetet i Space Security Working Group, Montreal, 2011*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3576.
- Eva Bernhardsdotter, John Rydqvist. (2011). *FOI kommenterar USAs Space Posture Review*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3631.
- Eva Bernhardsdotter. (2010). *Samarbetsanda i Obamas rymdpolicy*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3245.
- Eva Bernhardsdotter. (2010). *Reserapport från konferensen Military Satellites 2010 i London*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3255.
- Eva Bernhardsdotter, Lars Höstbeck. (2010). *Reserapport från "The continuing story of Europe and space security" i Bryssel 4-5 oktober 2010*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3432.
- Ulf Ekblad. (2005). *Reserapport från konferensen Military Space: Questions in Europe*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1339.
- Ulf Ekblad. (2004). *Reserapport från ESA-EU Seminar 2004: Theory and Applications of Knowledge-driven Image Information Mining, with focus on Earth Observation*, Stockholm, FOI. FOI Memo 936.
- Daniel Faria. (2011). *Reserapport från seminariet: Space Situational Awareness*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3727.
- Lars Höstbeck. (2011). *Rustningskontroll i Cyberrymden*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3678.
- Lars Höstbeck, Eva Bernhardsdotter. (2011). *UNIDIR Space Security Conference 2011: Building on the Past, Stepping towards the Future*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3679.
- Lars Höstbeck. (2010). *UNIDIRs Space Security Conference 2010: From Foundations to Negotiations*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3167.
- Lars Höstbeck. (2008). *Reserapport från Improving our vision II: Building Transparency and co-operation*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2492.
- Lars Höstbeck. (2008). *Rustningskontroll i rymden - historia och nuläge*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2493.
- Lars Höstbeck. (2008). *EU:s konferens om säkerhet i rymden*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2681.
- Lars Höstbeck. (2007). *GMES och säkerhetsdimensionen*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2040.
- Lars Höstbeck. (2006). *Rymdstyrelsens rymdrådslag 25-26 januari 2006*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1663.
- Lars Höstbeck. (2006). *Rapport från "PAROS-veckan" 8-15 juni 2006*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1788.

- Lars Höstbeck. (2005). *Reserapport från Military Satellites, London, juli 2004*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1261.
- Lars Höstbeck. (2005). *Reserapport från Strategic Space, Omaha, oktober 2004*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1262.
- Lars Höstbeck. (2003). *Reserapport från Rymdforum 2003 i Kiruna*, Stockholm FOI. FOI Memo 03-1366:2.
- Sandra Lindström. (2011). *Avrapportering av projektet Rymdrelaterad försvarsforskning i samband med resultatseminarium 2011*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3755. (trycks i december)
- Sandra Lindström, Lars Höstbeck. (2008). *Reserapport från Military Space: Questions in Europe 2007*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2187.
- Sandra Lindström, John Rydqvist. (2008). *Reserapport från MilSpace 2008*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2494.
- Sandra Lindström, Mattias Waldenvik. (2008) *Behov och verktyg för rymdväderprognoser*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2264.
- Sandra Lindström. (2008). *Reserapport från Space Weather Workshop 2008*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2620.
- Sandra Lindström. (2007). *Reserapport från Space Weather Enterprise Forum 4-5 april 2007*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2042.
- Sandra Lindström, Lars Höstbeck. (2007). *Reserapport från rymdforum 2007*, Stockholm, FOI. FOI Memo 2186.
- Sandra Lindström, Mattias Waldenvik. (2006). *Prognosmetoder för rymdväder*, Stockholm, FOI. FOI Memo 1851.
- Sandra Lindström. (2004). *Reserapport - Space Weather Week*, Stockholm, FOI. FOI Memo 893.
- Lisa Rosenqvist. (2010). *Reserapport från konferensen "Near Space Security"*, Stockholm, FOI. FOI Memo 3169.
- Mike Winnerstig. (2003). *The Impact of Space upon Military Operations*, Stockholm, FOI. FOI Memo 03-1366:3.

6.1.4 FOIs OM-nummer

- Jan Lindh, Göran Bergström mfl. (2005). *FOI orienterar OM Rymden - nytta och teknik nr 4*, Stockholm, FOI. ISBN 91-7056-120-6.

6.2 Publikationer av Försvarsmakten

- (2006). *Försvarsmaktens särskilda redovisning 79 - Nationell svensk övervakningssatellit*, SR79, HKV beteckning 21 837:67155, 2006-04-28.
- (2005). *SR78 Internationell samverkan inom rymdområdet*; BU06/SR del II, s. 27--46, HKV beteckning 23 383:67555, 2005-05-03.
- (2003). *Slutrapport Studie rymdrelaterades system*, Stockholm, Försvarsmakten (HKV). HKV 21 120:77902.