



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 och Christer Andersson

Militärt nyttjande av rymden i ett 10-20 års perspektiv

FoRMA-rapport

Omslagsbild

Illustration av konceptet för *Spaceport America* som skall byggas i New Mexico. Courtesy of *Spaceport America Conceptual Images URS/Foster + Partners*. <http://www.spaceportamerica.com/news/photo-gallery.html> (2009-10-16)

Titel Militärt nyttjande av rymden i ett 10-20 års perspektiv

Title Military use of space in a 10-20 years perspective

Rapportnr/Report no FOI-R--2834--SE

Rapporttyp
Report Type Användarrapport

Månad/Month November

Utgivningsår/Year 2009

Antal sidor/Pages 47 p

ISSN ISSN 1650-1942

Kund/Customer Försvarsmakten

Kompetenskloss 19 Flygteknik, rymd och robotar

Extra kompetenskloss

Projektnr/Project no E11102

Godkänd av/Approved by Maria Lignell Jakobsson

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut

FOI, Swedish Defence Research Agency

Avdelningen för Försvarsanalys

164 90 Stockholm

SE-164 90 Stockholm

Sammanfattning

Denna sammanställning för FoRMA har som syfte att klarlägga rymdens framtida strategiska roll. Arbetet pekar speciellt på vilka konsekvenser några viktiga aktörers nyttjande av rymden kommer att få för internationell säkerhet i ett 10-20 års perspektiv. Fokus har legat på att beskriva aktörernas militära förmåga och ambitioner inom rymdarenan. De industriella och teknologiska aspekterna har därför tonats ned.

I rapporten beskrivs trender inom rymdarenan på följande områden: internationell utveckling, rymdsystemens integrering i militära system och civil-militärt samarbete. En kort översikt ges av vilka militära förmågor som rymdsystem erbjuder idag. Rapporten avslutas sedan med en redogörelse i kvantitativa termer av dagens rymdaktörer och deras ambitioner de kommande åren.

Sammanfattningsvis förutspår författarna att rymdarenan och dess system kommer att få en allt mer betydande roll för allt fler försvarsmakter i världen. Teknikutvecklingen under de senaste decennierna medför att systemen har blivit mindre och billigare. Samtidigt har kunskapen om hur satelliter utvecklas och dess användning spridits till allt fler händer. Rymdteknologin har gått från att vara ett stormaktsmonopol till att ge militär förmåga även för utvecklingsländer.

I rapporten visualiseras den militära förmågeutvecklingen på rymdarenan förenklat med en ”utvecklingstrappa” i tre steg. Speciellt under 2000-talet har den internationella spridningen av rymdteknologin skett mycket snabbt. Detta innebär att en rad länder (Brasilien, Indien, Iran, Pakistan, Sydkorea) nu har avancerat flera steg i utvecklingen och skapat egen militär förmåga baserat på rymdtekniken. Sverige har teknologiskt och industriellt sett varit en avancerad rymdnation sedan 20 år tillbaka. Den svenska militära förmågeutvecklingen på detta område har dock utvecklats mycket långsamt och ligger fortfarande långt ner i ”trappan”.

Inom ett tjugooårsperspektiv - om inte Sverige och Försvarsmakten agerar målinriktat och fokuserat inom rymdarenan - bedömer författarna att denna

obalans i militär förmåga kommer att öka mellan Sverige och andra internationellt aktiva länder. Ett av de områden som bedöms som speciellt expansivt inom den närmsta femårsperioden är förmågan till global underrättelseinhämtning. Obalansen kommer sannolikt att öka samtidigt som fler och troligen mer konfliktbenägna länder tar ytterligare ”trappsteg” i den militära förmågeutvecklingen på rymdområdet. I och med våra internationella insatser, civila såväl som militära, kommer därmed hotbilden för Försvarsmakten och svenska medborgare att öka.

Nyckelord: rymd, satelliter, förmågor, ambitioner, rymdaktörer, trender, spaning, satellitkommunikation

Summary

This report is intended to clarify the future strategic role of space. The work draws particular attention to the impact on the use of space and on international security in a 10-20 years perspective for some key players. The focus has been on describing military capabilities and ambitions in the space arena. Thus, industrial and technological aspects have been toned down.

The report describes trends in the space arena in the following areas: international development, integration of space capabilities in military systems as well as civilian-military cooperation. A brief overview is given of the military capabilities that space systems offer today. The report then ends with a description in quantitative terms of today's space operators and their ambitions in the coming years.

In conclusion, the authors predict that the space arena and its systems will have an increasingly significant role in an increasing number of armed forces in the world. Developments in technology over the past few decades have been causing space systems to become smaller and cheaper. Meanwhile, the knowledge of how satellites are developed and its use is broadening to more countries. Space technology has gone from being a monopoly for super-powers to providing military capability also for developing countries.

Military capabilities in the space arena is visualised in the report by a development in three steps. Especially in the 2000s, the international proliferation of space technology has been very rapid. This means that a number of countries (Brazil, India, Iran, Pakistan, South Korea) now are advancing several steps in its development and they have created their own military capabilities based on space technology. Sweden has been technologically and industrially speaking an advanced space-nation some 20 years ago. The Swedish military capabilities in the space arena have however developed very slowly and are still far down the development "stair".

Within 20 years - if Sweden and the Swedish Armed Forces do not act focused in the space arena - the authors consider that this imbalance in military capabilities

will grow between Sweden and other internationally active countries. One of the areas that are deemed especially expansive in the next five years is the ability for a global intelligence gathering. The imbalance is likely to increase while more and probably more conflict-oriented countries are taking additional "steps" in the military capabilities in space. With our international operations, both civilian and military, threats to the Swedish Armed Forces and the Swedish citizens are the likely to increase.

Keywords: space, satellites, capability, ambitions, space actors, trends, reconnaissance, satellite communication

Innehållsförteckning

Förord	10
1 Trender och deras sammanhang	11
1.1 Internationell utveckling och internationella samarbeten	11
1.1.1 Stormakterna och nya kommande huvudaktörer	11
1.1.2 EU/ESA som en ny global säkerhetspolitisk aktör i rymdsammanhang	13
1.1.3 Proliferation av rymdteknik	14
1.2 Rymdsystem och dess integration i militära system	15
1.2.1 Rymdsystemens utformning	16
1.2.2 Miniaturisering och <i>Plug-and-Play</i>	17
1.2.3 Satellitkluster och formationsflygning	18
1.2.4 Militära rymdstrategier	18
1.3 Civil-militärt samarbete och <i>dual-use</i>	18
1.3.1 Gränsöverskridande och komplicerade hot	19
1.3.2 ESDP och GMES	19
2 Rymden som unik terräng	21
3 Militära rymdförmågor	23
3.1 Underrättelse, övervakning och spaning	23
3.2 Positionering och tidssynkronisering	25
3.3 Meteorologi	27
3.4 Förvarning	27
3.5 Kommunikation	28
3.6 Rymdvapen och missiler	29
3.7 Rymdtransport	30
4 Rymdaktörer	32
4.1 Rymdkapacitet och militär förmåga	32
4.2 Aktörer och deras förmågor	34
4.2.1 Obital uppskjutningskapacitet	34

4.2.2	Suborbital uppskjutningsförmåga	35
4.2.3	Satellitoperatörer.....	36
4.2.4	Statistik över rymdaktörer med operativa satelliter.....	37
4.2.5	Aktörers kunskapsnivå och förmåga.....	41
5	Sverige och dess kommande tänkbara position	44
	Referenser	46
	Rapporter.....	46
	Internetlänkar.....	46

Förord

Föreliggande rapport är ett resultat av 2009 års arbete inom FoRMA/Omvärldsanalys. FoRMA är ett projekt som stöder Försvarsmaktens långsiktiga planering med metoder och analyser. Inom omvärldsanalysen studeras möjliga trender inom tre övergripande ämneskategorier: tema, aktörer och regioner. Rymden tillhör kategorin tema.

Syftet med rapporten är att beskriva möjliga trender, inte att göra förutsägelser. Rapporten kommer inom perspektivstudierna att utgöra grund för framtagning av scenarier. Dessutom kommer den att vara en del av den omvärldsanalys som beskrivs i de årligt utkommande PerP-rapporterna.

Åke Wiss

Projektledare

1 Trender och deras sammanhang

Detta avsnitt sätter in den senaste utveckling på rymdområdet i sitt sammanhang, och beskriver på vilket sätt rymdsystemen får en alltmer betydande roll för den militära förmågan hos olika aktörer. Avsnittet är indelat i de tre huvudtrender som författarna anser bäst avspeglar utvecklingen de nästkommande 10 åren; den internationella nyordningen, integrationen av rymdsystemen i militära system, samt det civil-militära samarbetet.

1.1 Internationell utveckling och internationella samarbeten

Historiskt sett har de militära rymdsystemen utvecklats och drivits fram av stormakterna utan något samarbete eller någon större insyn av andra aktörer. Utvecklingen har från början präglats av stor sekretess och bedrevs under kalla kriget som en tävlan om militär förmåga mellan USA och Sovjetunionen. Den så kallade "rymdkapplöpningen" startade redan i och med andra världskrigets slut och de ansträngningar som då gjordes från de båda stormakternas för att tillskansa sig den tyska raketteknologin.

I dag är situationen en helt annan även om stormakterna fortsatt dominerar. Stormakterna är trots allt inte längre ensamma om att ha tillgång till väsentliga delar av rymdteknologin, utan dessa kunskaper sprids till allt mindre länder och allt fler aktörer. Flera av dessa länder har dessutom mer eller mindre uttalade ambitioner på kärnvapenområdet. Kopplingen mellan vissa förmågor på rymd- och på kärnvapenområdet har varit, och är fortfarande, stark för vissa länder.

En parallell utvecklingstendens är att Europas multinationella aktörer, i form av ESA och EU-kommissionen, på senare år har tagit flera väsentliga steg för att samordna och öka de europeiska nationella satsningarna på säkerhetsområdet. Ett begrepp som ofta nämns i dessa sammanhang är *dual-use*, dvs att teknologi och kapacitet som utvecklas antingen för civilt eller militärt bruk kan och även bör användas inom båda områdena. Ett exempel på denna breddning av användningen av satellitsystem är det civila GMES, *Global Monitoring for Environment and Security*, som sannolikt kommer att användas även för kommande insatser i Europeisk försvars- och säkerhetspolitik.

1.1.1 Stormakterna och nya kommande huvudaktörer

Fram till kalla krigets slut dominerade USA och Sovjetunionen fullständigt på det militära rymdområdet. Dessa länder utvecklade rymdsystem som omfattade samtliga delar av rymdområdet: förvarningssystem, kommunikationssystem, spanings- och underrättelsesystem, navigationssystem samt satellitbaserade

meteorologisystem. Vid slutet av 2007 hade USA och Ryssland/Sovjetunionen skjutit upp totalt ca 3000 militära satelliter i jämförelse med under 100 militära satelliter för samtliga övriga länder.

Idag är USA fortfarande i en klass för sig vad gäller militär användning av rymden. Detta gäller vid alla tänkbara jämförelser mellan andra länder, vare sig finansiellt, teknologiskt, industriellt eller avseende operativ kapacitet. De ekonomiska satsningarna på militära rymdprojekt bedöms¹ vara ca 28 Miljarder amerikanska dollar per år vilket innebär att 105 militära satelliter med olika förmågor används idag. USA är idag helt ledande i alla rymdsammanhang och har sedan kalla krigets slut distanserat sig från Ryssland/Sovjetunionen på de flesta områden. Detta skedde speciellt under den ryska stagnationen i mitten av 90-talet då flera delar av de ryska rymdsystem helt enkelt förföll. Ett typexempel på detta är det ryska navigeringssystemet GLONASS. I och med ökningen av råvarupriserna och den därpå följande ekonomiska uppgången under 2000-talet har emellertid de ryska ambitionerna och investeringarna ökat betydligt på bland annat rymdområdet. Idag bedöms Ryssland ha 54 militärt dedikerade satelliter i bana.

De två aktörerna, USA och Ryssland, kommer sannolikt fortsatt att vara de två dominerande spelarna på rymdområdet under överskådlig tid framöver. Skillnaden från tidigare är dock att deras monopol på teknologin nu är över och att allt fler länder skaffar sig någon form av kapacitet på området.

Kina och Indien har under 90- och 2000-talet vuxit upp som två nya och stora spelare på rymdområdet. Båda länderna har en ekonomi och teknologisk bas som gör det möjligt för dem att investera inom hela rymdområdet. De har idag ambitionen att bygga upp en egen självständig förmåga innefattande allt från uppskjutningskapacitet till att få upp människor i rymden. Utvecklingen hos dessa båda länder är lite av en repris i miniformat av rymdkapplöpningen mellan USA och Sovjetunionen då de politiska och nationella argumenten, inklusive tävlingsmomentet, är drivkrafter i satsningen. Förhållandet mellan de två ländernas civila och militära rymdinvestering är relativt diffust redovisat. I den officiella retoriken framhålls de fredliga motiven – forskning, miljöaspekter, hushållning av naturresurser, ökad kommunikation i samhället, etc. Å andra sidan är militärmakten (PLA) i Kina djupt involverad även i de flesta civilt inriktade rymdprojekten. På samma sätt är rågången till underrättelsesidan i Indien inte heller speciellt tydlig inom exempelvis de civilt kontrollerade fjärranalyssatelliterna.

Om inte den ekonomiska utvecklingen i Kina och Indien minskar radikalt kan man därför förvänta sig att de båda länderna fortsätter sin satsning för att åstadkomma en oberoende kapacitet inom de flesta rymdsegment.

¹ Space Security 2008, spacesecurity.org

Förutom de ekonomiskt stora länderna som Kina och Indien ökar viljan att skaffa begränsad militär rymdförmåga även i ett antal teknologiskt betydande länder såsom Israel, Japan, Sydkorea och Taiwan. Ofta har dessa relativt nya rymdländer en generellt sett avancerad teknologisk bas att utgå ifrån som underlättar utvecklingen av rymdteknologier. Det innebär att de med enbart ett begränsat stöd från något annat land snabbt kan utveckla sin egen kapacitet inom några väsentliga områden. Vanligen utvecklar dessa länder i första hand system för att få en oberoende satellitbaserad spaningsförmåga. Önskan om att förbättra den egna spaningsförmågan är i dessa fall ofta kopplad till en regional konflikt. Typexempel på detta fenomen är Israel – Arabvärlden, Japan – Nordkorea, Sydkorea – Nordkorea, och Taiwan – Kina. För Japans del har förändringen manifesterats i en ny rymdlag (2009) som inkluderar militära ambitioner i rymdprogrammet och som etablerat ett så kallat *Strategic Space Headquarter*.

Detta mönster av ökad teknologispredning bedöms kunna upprepas flera gånger även inom nästa 10-års period. Inte minst i Sydostasien och i några afrikanska länder finns redan nu en tendens till repris av rymdkapplöpningsfenomenet bland annat på grund av regionernas ekonomiska tillväxt.

1.1.2 EU/ESA som en ny global säkerhetspolitisk aktör i rymdsammanhang

Officiellt och traditionellt sett har *European Space Agency* (ESA) enbart hanterat civila rymdfrågor. Forskning, teknologi och industriell utveckling har från början varit grunderna för ESAs arbete. Detta återspeglas bland annat i Sverige genom att Rymdstyrelsen, som är officiell svensk representant i ESAs organ, är underordnat Närings- och Utbildningsdepartementet. Detta har också manifesterats tydligt i ESAs traktat som nämner att ESA enbart ska utveckla rymdsystem för fredligt bruk ”*peaceful purposes only*”. I och med samarbetet, och senare under 2000-talet den nya rollfördelningen, med EU-kommissionen har ESA anammats en mer vidsynt tolkning av sitt traktat. Med endast fredligt bruk menas numera² att användningen ska vara till försvar av demokratin, fred och mänskliga rättigheter. Tolkningen har gått från *non-military* till *non-aggressive* bruk av rymdförmågan. Med andra ord kan ESA numera engageras även i projekt med säkerhetskomponenter såsom GMES, *Global Monitoring for Environment and Security*, och Galileo. Från att tidigare ha varit i det närmaste bannlysta nämns nu militära användare och operationer inom Europeisk Försvars- och säkerhetspolitik (ESDP) som självklara användare av exempelvis satellitdata. Detta har även inneburit att *dual-use*, sekretess- och säkerhetsfrågor har kommit upp på agendan i Europa.

² Författarnas tolkning

För EU och Kommissionen är rymdtjänster inte ett mål i sig, utan ett verktyg för att garantera europeiska medborgares säkerhet samt för att öka konkurrenskraften hos europeiskt näringsliv. Samtidigt som ESA har vidgat sitt mandat mot säkerhetsrelaterade frågor har Kommissionen därför tagit på sig en allt större roll som policyorgan för rymdfrågor. Det innebär troligen att ESA framöver blir mer av en operativ teknikutvecklande EU-myndighet, eller en så kallad förmågehöjare till ett Europa med globala säkerhetsambitioner. Kommissionen har, till skillnad mot många mindre europeiska nationer såsom Sverige, insett potentialen hos rymdteknologin för att kunna sätta kraft bakom diplomati och sin ”*soft-power*”. Man har under de senaste åren agerat för att integrera nationella projekt (såsom MUSIS) för att minska europeiskt dubbelarbete, samtidigt som man finansierat omfattande FoU-projekt och rena rymdtjänster (såsom Galileo).

Framöver bedöms därför integrationen mellan Kommissionen och ESA, och även med EDA, att än mer förstärkas, speciellt om Lissabonfördraget godkänns. Sannolikt kommer flera av ESAs rymdtjänster att i framtiden nyttjas operativt än mer av såväl nationella militära organ som inom ramen för ESDP-operationer.

1.1.3 Proliferation av rymdteknik

Drivkrafterna för att nationer ska genomföra de relativt stora satsningarna för att skapa en egen oberoende förmåga på rymdområdet är ofta en blandning av nationell stolthet, säkerhetsbehov och olika tillväxtmotiv. Oavsett om vi studerar demokratier eller så kallade ”*rogue states*” finns till del alla dessa komponenter med som drivkrafter, även om prioriteringarna blir något annorlunda - åtminstone i den officiella retoriken. När det gäller ”*rogue states*” blir rymdteknologin dessutom ett mycket påtagligt sätt att projicera makt och är ibland ett spelkort i påtryckningarna mot andra stater och vid internationella förhandlingar. I några fall är dessutom förmågeökningen med hjälp av rymdteknologin direkt kopplat till ländernas kärnvapenambitioner genom att raketekniken kan erbjuda effektiva vapenbärare och satelliter kan bidra till noggranna målangivelser för stridspetsarna (i detta fall med hjälp av teknik såsom bildbaserad spaning och satellitpositionering).

Iran och Nordkorea är två aktuella exempel på hur kunskapen av rymdteknologin har byggts upp via ”särskilda” kanaler. I båda dessa fall är rymdteknologin i första hand ett politiskt verktyg, men om satsningen fortsätter och teknologin förfinas kan den naturligtvis även bli en militär förmågehöjare och i värsta fall inbegripa en kärnvapenkomponent. Att rymdtekniken har anammats av allt fler länder de senaste åren beror framför allt på två faktorer: spridningen av kunskap på området samt de allt lägre kostnaderna för att utveckla och få upp satelliter i omloppsbana.

Spridningen av rymdteknologin förväntas öka under nästkommande tioårs period, där Irans lyckade uppskjutning av sin egenbyggda satellit Omid den 2

februari 2009 får betraktas som en mycket viktig indikator på vad som kan komma framöver.

Se även tabellen nedan som visar teknikspridningen avseende avbildande satelliter.

Tabell 1 Antal existerande respektive planerade jordobservations-/spaningssatelliter. Traditionella stater inkluderar USA/NASA, ESA, Frankrike/CNES, Indien/ISRO, Japan/JAXA, Ryssland, Israel, Kina. Nya rymdstater inkluderar bl a Algeriet, Chile, Iran, Nigeria, Turkiet, Sydafrika, Sydkorea, Malaysia, Singapore, Indonesien, Egypten.

Antal bildalstrande satelliter		
Aktör/År	1997–2006	2007–2016
Traditionella stater	53	54
Nya rymdstater	10	53
Kommersiella aktörer	5	29

1.2 Rymdsystem och dess integration i militära system

I diskussionen ovan om spridningen av rymdteknologin gjordes en distinktion mellan teknologins politiska och militära betydelse. Bedömningen är att mellanstatliga konflikter med *rymd* i någon form som en avgörande komponent i de politiska utspelen kommer att bli fler. Bakgrunden är att teknologin dels sprids till allt fler stater, dels sprids till mindre demokratiska regimer. I detta sammanhang är den militära effekten och nyttan hos systemen egentligen av underordnad betydelse i jämförelse med den politiska betydelsen vilket är till fördel för ”*rogue states*”. Exempelvis är den politiska signaleffekten av Irans uppskjutning av Omid lika stor oavsett om satelliten tekniskt sett gav den förmåga som avsetts eller ej.

Parallellt med att teknologin sprids så förfinas och förbättras den militära användningen av rymdtekniken. Utvecklingen sker både i form av förbättrad ny teknik och som en anpassning av de militära strategierna till den nya domänen *rymd*. Ett intressant exempel är *US Air Force Research Laboratory* (AFRL) och deras satsning på så kallade TacSat. Dessa ”taktiska” experimentella satelliter har tagits fram för att tillgodose snabbt uppkomna behov hos befälhavare på taktisk-operativ nivå.

Spaningssystemen hos de stora rymdnationerna har således gått från att vara en strategisk nationell underrättelseresurs för höga beslutsfattare till att även bli en taktisk informationsresurs i ett nätverk för befälhavare i fält.

1.2.1 Rymdsystemens utformning

Kunskapen om hur hela satellitsystem inkluderande dess subsystem fungerar, samt hur de kan utvecklas och byggas sprids nu till allt flera stater. En drivande faktor i denna kunskapsspridning har varit möjligheten att dela utvecklingskostnaderna på fler satelliter, eller med andra ord att sälja teknologin till andra länder. Ett intressant exempel på detta är teknologiöverföringen under 2000-talet från först Israel till Sydkorea och därefter från Sydkorea till Förenade Arabemiraten. Förenade Arabemiraten skickade upp sin första fjärranalyssatellit kallad DubaiSat-1 den 29 juli 2009.

I många fall ingår samtliga subsystem för satelliternas drift och kontroll vid den första teknologiöverföringen. Det innebär att förutom själva satelliten byggs även ländernas markbaserade infrastrukturer upp för att kunna hantera framtida satelliter. Normalt ingår därför ett paket med alla eller några av följande delar i teknologiöverföringen:

- Satelliten med dess subsystem: plattform och sensorer/kommunikationsutrustning
- Marksystem för drift och kontroll av satellitens bana och allmänna funktioner
- Marksystem för att operera satelliten och dess instrument samt för att optimera systemets användning
- Kommunikationssystem för att kommunicera med satelliten i dess bana samt för att distribuera satellitens data
- Utrustning för bearbetning, lagring och vidareförädling av satellitens data.

Den stora stötestenen för att skapa en helt autonom kapacitet hos de flesta av dessa nya och kommande rymdnationer är själva uppskjutningen av satelliterna. Förmågan att få satelliter i omloppsbana är ännu idag endast ett fåtal länder och organisationer förunnat (se avsnitt 4.2). Just av den anledningen är Irans lyckade uppskjutning av en satellit i år ett betydelsefullt trendbrott som bör följas noggrant. Generellt sett har dessutom tendensen efter kalla krigets slut varit att nya kommersiella uppskjutningstjänster har bildats. Inte minst har den avancerade missilteknologin från Sovjetunionens ICBM-system exploaterats av halvstatliga ryska företag i olika konstellationer med företag från väst.

Konkurrenssituationen och överetableringen i kombination med småskalighet och ny teknik innebär möjligen att priset på uppskjutningstjänsterna kan komma att minska framöver.

Byggandet av satelliter, och rymdsystem över huvud taget, har under lång tid varit ett tidsödande manuellt hantverk utfört av högt utbildad personal och dominerat av omfattande dokumentationsarbete. Resultatet av detta har blivit att utvecklingen av större satellitsystem ofta tar upp till 5 – 10 år. Dessa tidsplaner blir dessutom ofta försenade. Projektens budget överskrider regelbundet, och den omfattande dokumentationen blir bokstavligt talat tyngre än själva satelliten. Efter flera misslyckade strategiska satellitspanings-projekt i USA pågår därför nu en intensiv debatt om hur byggandet av rymdsystem ska kunna effektiviseras. Förutom de kontrakts- och managementmässiga åtgärder som föreslås är teknikutvecklingen en väsentlig faktor. Här brukar ofta miniatyrisering, *plug-and-play*, och satellitkluster nämnas som tänkbara lösningar.

1.2.2 Miniaturisering och *Plug-and-Play*

Den enskilt viktigaste faktorn för att minska kostnaderna hos rymdsystem i omloppsbana är att minska den totala vikten. Med mindre massa att få upp i omlopp reduceras uppskjutningskostnaden per satellit väsentligt - inte minst om flera mindre satelliter kan skjutas upp samtidigt med samma raket. Av denna anledning sker idag ett omfattande utvecklingsarbete med att anpassa och miniaturisera alla delsystem ombord. Att minimera vikten hos de primära delsystemen, exempelvis sensorer eller andra nyttolaster, i en satellit ger projekten en positiv ”vikthävstång”. Om primärsystemen minskar till utrymme och vikt krävs bland annat mindre kraft till deras drift. Detta i sin tur minimerar stödsystemens storlek och vikt, exempelvis solpaneler och batterier. Om flera stödsystem minskar på ett avgörande sätt kan en mindre plattform användas som slutligen kan innebära att en helt ny och mindre raket kan nyttjas. De grundläggande teknologier runt miniaturiseringen tillhör forskningsfronten och tas fram i framför allt utvecklingsländerna. Sverige med vissa mindre och specialiserade rymdföretag såsom AAC Microtec och Omnisys Instruments tillhör de länder där tekniken kommit längst.

En annan anledning till att kostnaderna för rymdsystem hittills är så pass höga beror på att varje satellit ofta utvecklas från grunden. Varje ny satellit är till stor del unik och mycket få färdiga eller standardiserade delar används. Situationen kan till del jämföras med hur bilar byggdes före konceptet med T-Forden och introduktionen av det löpande bandet. Idag finns det dock ambitioner hos de större satellitkonstruktörerna för att förenkla och snabba upp utvecklingstiderna dels genom att standardisera delsystemen, och dels genom att förenkla integrationen av dessa system genom så kallad *plug-and-play* teknik. Ett extremt exempel på standardiseringssträvanden är de så kallade CubeSat-satelliterna, som har en standardiserad volym på en liter och som inte väger mer än ett kilogram.

Miniatyrisering och förbättrad integrationsteknik förväntas successivt införas i branschen under nästkommande 10-års period vilket sannolikt kommer att minska kostnaden även för mer avancerade satelliter.

1.2.3 Satellitkluster och formationsflygning

En ny trend för att öka kapaciteten hos rymdsystemen, och samtidigt behålla fördelarna med miniatyriseringen, är förmågan att flyga flera samverkande satelliter i någon typ av formation eller som ett så kallat kluster. Genom att ha flera satelliter i olika banor kan mindre instrument eller sensorer spridas ut över ett större område och därigenom få samma effekt som ett större instrument i en enda satellit. Alternativt innebär utspridningen av satelliterna att fenomenen/objekten kan studeras från olika håll eller med högre frekvens. Ur militär synvinkel innebär dessutom klusterformationerna att systemen blir mer robusta och svårare att slå ut. Viss teknik innebär att avstånd och position mellan satelliterna måste mätas kontinuerligt och med hög noggrannhet, samtidigt som stora mängder information behöver flyta mellan satelliterna. Ett militärt exempel på ett satellitkluster är de fyra satelliterna i den franska signalspaningsdemonstratorn ESSAIM.

1.2.4 Militära rymdstrategier

Idag är det i princip enbart stormakterna som har heltäckande strategier för hur rymdteknologin överförs i militära doktriner såväl som i praktiskt bruk. USA är i detta fall helt ledande med en strategi som även avspeglar hur man agerar i exempelvis diplomatiska sammanhang. I och med den nya Obama-administrationen kan vi förvänta oss en viss förändring i tonfallet av dessa strategier, men troligen inga större förändringar av dess konkreta tillämpning. Vissa andra västerländska länder med relativt stor kapacitet på rymdområdet såsom Frankrike, Storbritannien och Australien har också doktrinära skrivningar om hur man avser tillämpa sin kapacitet på rymdområdet. I och med att allt fler inser hur djupt rymdteknologin kommer att påverka de grundläggande elementen i militära strategier kommer dock även mindre demokratiska regimer att intressera sig för teknikens möjligheter. Ett litet men tidigt exempel på detta var Saddams (misslyckade) försök att under andra Irak-kriget störa ut GPS-signalen för att förhindra alliansens precisionsbombningar.

1.3 Civil-militärt samarbete och *dual-use*

Traditionellt sett har nära nog all rymdteknologi sitt ursprung i teknikutveckling från behoven av strategiska underrättelser eller militärkapacitet. Under senare år har emellertid utvecklingen på den civila sidan delvis hunnit ifatt även några av de mest avancerade militära systemen, samtidigt som det blir allt dyrare att

ytterligare öka den militära kapaciteten. I dag har exempelvis de bästa kommersiella spaningssystemen samma markupplösning som var möjlig i militära system för ca 10 år sedan. Därtill kommer att många civila tillämpningar i stort sett har samma funktionella kravbild på rymdsystemen som de militära tillämpningarna. Behoven av kommunikation och aktuell kartinformation vid humanitära räddningsoperationer efter tsunamis eller jordbävningar är ungefär den samma som vid militära internationella insatser. De senaste fem årens trend har därför varit att samarbetsinitiativen stadigt ökar inom ramen för vad som brukar omnämnas *dual-use*. Det senaste exemplet är ambitionerna hos Kommissionen att integrera det europeiska spaningssystemet MUSIS med säkerhetsdelen i GMES. Det finns också tecken på att samma tankegångar börjar gry i USA.

1.3.1 Gränsöverskridande och komplicerade hot

En annan bidragande orsak till det ökande civil-militära samarbetet på rymdområdet är att hotbilden idag har blivit allt mer komplex och gränsöverskridande. Kärnvapenmakternas tidigare förhållandevis okomplicerade och statiska arbete med att upprätthålla förmågan hos den egna kärnvapenarsenalen och samtidigt bevaka motsidans kärnvapenstyrkor har drastiskt förändrats. De attacker som genomförs idag av terroristgrupper är ett globalt och jämförelsevis svårupptäckt fenomen som direkt drabbar även civila medborgare och hela det demokratiska samhället.

Ett resultat av detta är troligen att delar av den militära rymdteknologin gradvis kommer att föras in i en gråzon av polis- och säkerhetsarbete. Användningen av USAs satellitbaserade spaningsförmåga för *Homeland Security* under Katrina-katastrofen och CIA's nyinrättade *Center of Climate Change and National Security* är bara två exempel på denna trend.

1.3.2 ESDP och GMES

I Europa har rågången mellan civil och militär teknikutveckling på rymdområdet varit tydlig fram till idag. Detta har manifesterats genom hur olika traktat i europeiska organisationer har utformats, men framför allt som ett resultat av den förda europapolitiken. ESA sattes exempelvis upp som en civil rymdorganisation med syfte att enbart arbeta med fredliga frågor. Under 2000-talet har säkerhetspolitiken i Europa allt mer integrerats och omformats till att numera ha nya och gemensamma ambitioner inom ramen för ESDP. Dessa ambitioner medför i sin förlängning att mycket konkreta säkerhetsmässiga behov uppstår för insatt europeisk trupp. Behov som till del bäst kan lösas med rymdteknologi, men där kapaciteten antingen finns oåtkomlig hos enskilda medlemsländer eller är civilt inriktad som hos GMES. Lösningen för Kommissionen och Rådet har hittills varit att gradvis öka den säkerhetspolitiska aspekten av rymdteknologin.

För att ge några exempel: Kommissionen, ESA och EDA samarbetar i allt fler projekt, MUSIS har gått från ett nationellt underrättelseprojekt till att bli ett EDA-projekt, Kommissionens FoU-program FP7 innehåller idag omfattande säkerhetsdelar och kommer sannolikt att under 2010 att utökas med rent militär forskning.

2 Rymden som unik terräng

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. Avspaningskapaciteten 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 datahastighet över stora avstånd.

För att med rymdsystem nyttja den höga terrängen skapas därför 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, 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 från många olika länder med lika många klimatvariationer utan att påverkas av dessa påfrestningar.

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

Rymden är idag, bredvid mark, sjö och luft, en ny viktig strategisk miljö. Därför är rymd från och med 2009 en ny arena inom Försvarsmaktens tjugoåriga perspektivplanering.

Det som gör rymden till en unik ”terräng” kan därmed sammanfattas i följande punkter:

- Satelliter ger global täckning
- Satelliter är svåra att upptäcka och bekämpa

- Satelliter har inga territoriella begränsningar
- Satelliter befinner sig i en enhetlig miljö oberoende av geografisk plats
- Satelliter designas för att vara underhållsfria

3 Militära rymdförmågor

Det här avsnittet beskriver vilken typ av militära förmågor en nation kan få tillgång till genom att nyttja olika rymdbaserade system. Satelliter bidrar idag till militära förmågor genom följande tjänster och funktioner:

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

Det är inte möjligt att skapa ett enhetligt satellitsystem som tillhandahåller alla dessa tjänster. Därför krävs minst sju olika typer av rymdsystem: avbildande satelliter, signalinhämtande satelliter, fjärranalyssatelliter, navigeringssatelliter, vädersatelliter, förvarningssatelliter och kommunikationssatelliter. Idag kan en nation köpa kommersiella tjänster och då få tillgång till vissa begränsade förmågor. Dock är de signalspanande systemen och förvarningssystemen förbehållna vissa länder med militära satelliter dedikerade för detta syfte.

3.1 Underrättelse, övervakning och spaning

Det finns tre typer av övervaknings- och spaningssatelliter:

- Satelliter med optiska sensorer, såväl i det synliga våglängdsområdet som i det infraröda, för bildunderrättelser. De finns i två varianter: svart/vita (pankromatiska) och färg (multispektrala)
- Satelliter med radaravbildning, speciellt syntetisk aperturradar, SAR
- Satelliter för signalspaning, allt ifrån teknisk signalinformation (TES) till kommunikationsavlyssning (KOS)

Skillnaden mellan övervakningssatelliter och spaningssatelliter kan väl främst sägas vara upplösningen och användningsområde. Övervakningssatelliter har generellt en sämre upplösning (10 - 1 meter) men med större intresseområde på grund av att dessa satelliter används för övervakning av katastrofområden, övervakning av jordbruk, planering av nya städer dvs de nyttjas för hitta

förändringar i normalbilden. Spaningssatelliter har högre upplösning (1 - 0,1 meter) och används för att aktivt inhämta information om nya händelser eller objekt.

De militära spaningssatelliterna har generellt sett bäst upplösning, ner till en decimeter i optisk upplösning, men det finns även amerikanska kommersiella leverantörer som har utvecklat satelliter med väldigt hög upplösning. Amerikansk lagstiftning begränsar dessa företags möjlighet att sälja vissa bilder. Företagen får exempelvis inte sälja bilder till en annan stat i den högsta möjliga upplösningen. Bilderna måste "försämrats" först.

Idag finns inga civila signalspaningssatelliter, utan det är underrättelseorganisationer i bland annat USA, Ryssland och Frankrike som opererar signalspaningssatelliter.

Information från övervaknings- och spaningssatelliter är ett viktigt element till underrättelser. Icke kränkande underrättelseinsamling över en annan nations territorium är endast möjligt med satellitspaning.

Användningsområden för satelliter med mycket högupplösande optiska sensorer är t.ex. detektion av enstaka fordon, flygplan, byggnader eller folksamlingar samt olika typer av kartering, framställning av detaljerade höjdmodeller m.m.

Satelliter med hyperspektrala sensorer, d.v.s. optiska sensorer som tar bilder i många våglängdsband kan användas för t.ex. detektion av kamouflage och bestämning av ytors material, dvs. den kemiska sammansättningen hos föremålet. En viktig användning av satellitspaning är möjligheten att erhålla stereobilder för bland annat framställning av höjdmodeller. Höjdinformation är viktig i många militära sammanhang, såsom t.ex. för att hitta bästa frisiktpunkten i ett område, för att hitta störskyddade områden och för att upprätta kommunikationsnät. Med digitala terrängmodeller kan t ex datorsimuleringar av räddningsoperationer genomföras. Terrängmodeller som används i kryssningsrobotar och flyg är andra användningsområden.

Satelliter med syntetisk aperturradar (SAR) kan användas för att detektera olja och fartyg på vatten, och för att kartera översvämningar och havsis. Mindre detaljerade markklassningar och detektion av vägar och skogs fria områden i skogsområden kan också göras. Vid till exempel katastrofer i form av jordbävningar är användbarheten av SAR-satelliter mycket stor.

En satellit med infraröd-sensor dvs. med ett termiska band kan användas för bland annat detektion av bränder eller flyktingars lägereldar.

En fördel med satellitkartering är att man kan få en mer aktuell kartbild av terrängen än vad vanliga kartor ger. Exempel på detta är snöförhållanden, vårflod, nya kalhyggen, nya skogsvägar, nya artefakter tex. broar, liksom förändringar av kraftledning, vägar och järnvägar.

Snabba och kortlivade förändringar i normalbilden upptäcks i regel inte med hjälp av satellitbilder. Därför är det vanskligt att förlita sig enbart på satellitspaning för upptäckten av mindre operationer. Antalet satelliter som behövs för att med ett visst tidsintervall kunna observera ett visst område ökar med minskande tidsintervall. Kortfattat kan det konstateras att på svenska breddgrader kan en och samma satellit (med optisk sensor) i bästa fall observera ett och samma område en gång per dygn. För SAR-satelliter dubblas observationsfrekvensen eftersom dessa även kan göra registreringar under nattpassager. De civila satelliternas passager är inte jämnt utspridda på dygnet utan dessa har valts att ske huvudsakligen under förmiddagen för att minimera moln i bilden. Satellitspaning kan med fördel användas för att rikta in och fokusera annan spaning eller inhämtning av information.

3.2 Positionering och tidssynkronisering

Ett satellitbaserat navigeringssystem består av mellan 20 och 30 satelliter i cirkulära banor på höjder omkring 20 000 km. De fyra stora systemen är Rysslands GLONASS *GLOBAL Navigation Satellite System*, USAs GPS *Global Positioning System*, EUs Galileo och Kinas Beidou/Compass³.

Ett satellitnavigeringssystem kan nyttjas för ett antal olika militära tillämpningar bland annat följande:

- Navigering som komplement till kartor eller där kartor saknas - allt ifrån handhållna navigeringsenheter till enheter som är integrerade i bilar, lastbilar, fartyg, flyg etc.
- Tidsöverföring och -synkronisering, nyttjas tex. i precisionsvapen
- För användning i geografiska informationssystem, tex. för att beräkna zoner kring eller längs geografiska objekt såsom vägar och stränder, eller att beräkna lämpliga transportvägar etc.
- *Blue Force Tracking*, för att bestämma positionen på sina egna eller fredliga enheter

Det är viktigt att komma ihåg att förmågan att kunna erbjuda satellitnavigeringstjänster såsom USA gör via GPS-systemet även ger förmågan att kunna neka tillgång till tjänsten. Satellitoperatören har alltid möjlighet att degradera eller eliminera satellitnavigeringstjänsterna över vissa bestämda territorium eller under en viss bestämt tid.

³ http://scpn.stanford.edu/pnt/PNT08/Presentations/8_Cao-Jing-Luo_PNT_2008.pdf (uppslagsdatum 2009-07-17)

GPS-systemet består idag av 31 operativa satelliter, systemet kräver 24 satelliter för att vara fullt operativt så det finns även ett antal reservsatelliter, och är det enda satellitnavigeringssystemet som idag går att nyttja av gemene man. Ryssland har rustat upp sitt GLONASS-system med 20 nya satelliter under de senaste sex åren och det kommer också att vara fullt operativt när antalet uppgår till 24 satelliter, vilket uppges vara målet under 2009. Ryssland har även ett militärt satellitnavigeringssystem, Parus, som är dedikerat till ryska marinen och som, för första gången, blev fullt operativt 2007 med sex satelliter. EU har hittills skickat upp två testsatelliter för sitt system Galileo. Det är beräknat att skjuta upp de fyra första operativa satelliterna under 2010 och alla 27 satelliter plus tre reservsatelliter beräknas vara uppe till 2013. Galileo, till skillnad mot GPS, är i första hand dedikerat för civil användning. Kinas Compass-system utvecklas för att Kina vill ha tillgång till ett oberoende nationellt satellitnavigeringssystem. Kina har hittills⁴ skjutit upp två satelliter i Compass-serien och räknar med att kunna täcka in hela Kina och dess närområden 2010-2011. Global täckning beräknas till 2020.

Ett antal olika faktorer kan degradera noggrannheten i positionsbestämningen för dessa system. T.ex. kan satellitnavigeringssignalen dämpas beroende på jonosfärens egenskaper som i sin tur påverkas av solens aktivitet (rymdväder). På en plats på jorden utan terränghinder, och på inte alltför höga latituder, räcker det bra med ett fullt fungerande GPS-system. Däremot när det finns terränghinder, som det ofta finns t.ex. i stadsmiljö, samt på höga latituder, som t.ex. i Sverige, är inte GPS-systemet tillräckligt i många tillämpningar.

Dessa problem kan lösas på ett antal sätt men den mest kända metoden är att använda differentiell satellitnavigering. Där används en fix mottagare med en känd position som referens till mätningarna. Genom att man vet satellitens och den fixa mottagarens exakta position så kan man beräkna tiden det tar för signalen att ta sig från satelliten till den fixa mottagaren. Om den beräknade tiden skiljer sig från den uppmätta tiden så kan man översätta denna skillnad till störningar som signalen utsätts för när den passerar jonosfären. Med denna information kan man sedan justera den uppmätta positionen. Metoden baseras på att man befinner sig inom räckhåll för den fixa mätstationen och den positionsnoggrannhet som kan uppnås uppgår till ett par till ett antal meter beroende på vilket system som nyttjas.

Ett annat sätt är att använda mottagare som nyttjar två positioneringssignaler vid två olika frekvenser, då behövs inte differentiell satellitnavigering. De två signalerna kommer att dämpas olika mycket av atmosfären på grund av frekvensskillnaden. Om man skickar signalerna vid samma tidpunkt och mäter upp tidsskillnaden mellan de mottagna signalerna så kan man även här modellera jonosfärens egenskaper. Med denna teknik kan man öka positionsnoggrannheten

⁴ <http://www.asmmag.com/news/compass-due-next-year> (uppslagsdatum 2009-07-17)

till att bli bättre än en till två meter - denna metod kommer att vara standard för Galileo. Med mottagare som kan ta emot signaler från både GPS och Galileo får man mycket bättre möjligheter till en bra positionsbestämning.

En annan lösning som kan ge en positionsnoggrannhet på ner till ett antal decimeter är teknik som kallas TCAR, *Three Carrier Ambiguity Resolution*. Där elimineras felaktigheter genom att man tittar på signalen och hur mycket den har påverkats i passagen genom atmosfären. Fassettnader i signalen kan mätas upp till en bråkdel av signalens våglängd vilket motsvarar ca 20 centimeter. Idag klarar inte handhållna mottagare av att utföra de beräkningar som krävs för TCAR.

3.3 Meteorologi

Satellitbilder är idag en naturlig del av väderprognosen, vädersatelliter har använts sedan 1960-talet. Idag används satelliterna för molnklassificering och de ger även viktig indata i form av temperatur, fuktighet och vindar till väderprognossystemet. Man har noterat signifikanta förbättringar av prognoserna och mätningar av antalet utnyttjade observationer visar att användandet av satellitdata har växt exponentiellt de senaste åren. Sammantaget har detta lett till att bättre underlag, vad gäller vädret, kan lämnas till olika typer av militära operationer. Framför allt har väderinformationen till planering på lite längre sikt 3-7 dygn blivit bättre. Det är främst data från de amerikanska och europeiska satelliterna som SMHI och Försvarsmakten förlitar sig på.

3.4 Förvarning

Den ballistiska roboten är den viktigaste bäraren för de strategiska kärnvapnen. En viktig förmåga är därmed att ha tillgång till system för förvarning av ett missilangfall från motståndaren. Tiden det tar för en strategisk interkontinental ballistisk robot (ICBM) att gå från ryskt territorium till USA (eller det omvända) är ca 30 min. När det gäller kortdistansrobotar, taktiska robotar och SLBM, *Submarine-Launched Ballistic Missile*, med en räckvidd på upp till ca 3000 km, kan tiden vara så kort som några minuter för de mest korträckviddiga systemen. Den tillgängliga tiden för att skydda landets ledning och för att fyra av de egna robotarna är därmed mycket begränsad. För att få tillräcklig förvarning och för att kunna vidta skyddsåtgärder när det gäller kortdistansrobotar måste dessa upptäckas redan vid uppskjutningstillfället, dvs. i startfasen. Det bästa alternativ som står till buds är då övervakning från rymden med satelliter, så kallade förvarningssatelliter. Syftet med förvarningssatelliter är i första hand att:

- varna för ett angfall med ballistiska robotar
- uppskatta uppskjutningsplatsens läge för att kunna identifiera angriparen

- beräkna nedslagsplats för eventuella försvarsåtgärder

Det är endast USA och Ryssland som har operativa förvarningssatelliter idag. Som ett svar på Nordkoreas missiluppskjutning i april 2009 planerar även Japan, enligt officiella källor⁵, att skicka upp en rent militär förvarningssatellit till 2013⁶.

Förvarningssatelliterna är konstruerade för detektion av uppskjutning av strategiska interkontinentala robotar. Satelliterna detekterar värmestrålningen från de varma förbränningsgaserna under uppskjutningsfasen med detektorer för infrarött ljus.

3.5 Kommunikation

Kommunikationssatelliter har som syfte att överföra eller vidarebefordra information eller data från en sändande part till en mottagande part. Satellitkommunikation är lämpligt att använda i områden utan fungerande jordbaserade kommunikationssystem. De utgör också ett lämpligt medel för distribution av information till ett stort antal mottagare, så kallad broadcasting. Broadcasting från satelliter är av militärt intresse för överföring av stora datamängder, som tex. bilder, kartor, lägesinformation m.m. Det kan också vara av intresse att brett sända information för att dölja mottagarens identitet. Vapensystem kan tex. få inriktningsdata från spaningssensorer via kommunikationssatelliter. Kommunikationen går då i huvudsak från sensorerna, men man kan också tänka sig att kommandon sänds ut till sensorerna, liksom att det också kan finnas behov av att styra vissa sensorer på avstånd. Det är emellertid inte säkert att satellitkommunikation alltid kan användas i markfall. Terränghinder utgör en begränsande faktor eftersom det behövs i princip fri sikt till satelliten på de frekvenser som används.

Satellitkommunikation kan även användas för kommunikation till och från flygplan. Den kan användas för förmedling av förvarningsinformation till operationsnivån. Data från spaningsflyg, UAV:er, *Unmanned Aerial Vehicle*, och andra flygande sensorer behöver förmedlas till berörd personal på marken. För att snabbt få ner spaningsbilder från de flygande sensorerna måste dessa överföras med radiolänk. UAV:er med lång räckvidd och lång uthållighet kan spana långt bortom radiohorisonten och då kommer satellitkommunikation väl till pass.

Satellitkommunikation kan med fördel användas för kommunikation till och från fartyg, eftersom de ofta opererar inom områden bortom radiohorisonten.

⁵ <http://www.satnews.com/cgi-bin/story.cgi?number=2080983030> (publiceringsdatum 2009-04-30)

⁶ http://www.spacewar.com/reports/Japan_To_Launch_Military_Purpose_Satellites_999.html (publiceringsdatum 2009-05-01)

Satellitkommunikation har stor överföringskapacitet, vilket behövs för överföring av data vid havsövervakning.

Det är ett tiotal länder som idag äger operativa militära kommunikationssatelliter.

3.6 Rymdvapen och missiler

Anti-satellitvapen började utvecklas på 1950-talet och det första försöket med en antisatellitrobot genomfördes av USA 1959. Såväl USA som Sovjet utvecklade olika typer av anti-satellitvapen, men de togs i operativ drift i mycket begränsad omfattning under några år på 1960-talet och början av 70-talet. Ett exempel är det amerikanska Nike Zeus som var ett kärnvapenbestyckat ASAT-system i drift mellan ungefär 1965 och 1975.

Anti-satellitvapen kan verkansmässigt basera sig på kinetisk energi eller på elektromagnetisk strålning. Robotar som verkar med kinetisk energi kan förses med en verkansdel bestående av utfällbara stänger och styrs så att de får en direkträff med satelliten. Strålvapen, företrädesvis högenergilaser, kan baseras på marken, på flygplan eller i rymden. Även kärnvapen verkar igenom elektromagnetisk strålning, där värmestrålningen dominerar på korta avstånd och den elektromagnetiska pulsen (EMP) på längre avstånd.

En satellit som skjuts sönder i sin omloppsbana störtar inte till marken utan satelliten, eventuellt uppdelad i flera delar, fortsätter att kretsas runt jorden som rymdskräp. Tankarna på att placera vapen i rymden föddes tidigt. Detta skulle både vara vapen mot mål i rymden, såsom satelliter och missiler, och mot mål på marken. Strävan har dock hittills varit att hålla rymden fri från vapen.

USA och Kina har nyligen demonstrerat bevis på förmågan att skjuta ned satelliter i bana. Kina utförde ett ASAT-missiltest i januari 2007. Det var en inaktiv kinesisk vädersatellit, FY-1C i Fengyun-serien, som sköts ner. USA sköt ner en av sina egna satelliter NROL-21/USA-193 i februari 2008. De två största skillnaderna mellan testerna är höjden där satelliterna träffades och den information som USA respektive Kina förmedlade om respektive händelse:

- Kina genomförde sitt prov på ca 800 km höjd helt utan information i förväg. Två år efter Kinas ASAT-test konstateras det⁷ att skrotet som bildades nu uppgår till mer än 25 % av alla katalogiserade objekt i LEO, *Low Earth Orbit*, ”skrotmolnet” täcker nu fullständigt hela jordens yta om man tittar utifrån. Endast 2 % av det bildade skrotet har återinträtt i atmosfären och resten beräknas finnas kvar i mer än hundra år.

⁷ NASA, *Orbital Debris Quarterly News*, volym 13, utgåva 1, januari 2009.
<http://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/newsletter/pdfs/ODQNv13i1.pdf>

- USA, däremot, informerade i förväg om sin avsikt, och angav ett skäl: att förhindra en stor mängd fruset hydrazin (giftigt) att nå marken. Nedskjutningen skedde på 247 km höjd och enligt officiella källor⁸ finns det idag endast en skrotdel kvar i bana från satelliten, katalogiserad som 2006-057GH.

De båda händelserna har därmed helt olika inverkan på säkerheten i rymden.

För rymdvapen mot markmål har det diskuterats möjligheten att använda olika former av gravitationsvapen, dvs. vapen vars verkan kommer ur den hastighet de får när de faller från hög höjd. Dessa har populärt kallats *Rods from god* och skulle vara tungmetallstavar några meter långa och några decimeter i diameter. Ett alternativ till dessa är någon form av konventionella precisionsvapen i en återinträdeskapsel. Även tanken på högenergilaser från rymden mot marken har funnits, men det är tveksamt om tillräcklig energi kan åstadkommas i rymden och om laserstrålens effekt inte degraderas för mycket av atmosfärsstörningarna.

3.7 Rymdtransport

Suborbitala bemannade flygningar och hypersoniska rymdplan är inte långt bort och skulle innebära ett helt nytt sätt att snabbt transportera trupper och materiel. Det skulle ge en förmåga att placera trupper på vilken plats som helst på jorden under två timmar eller utföra en vapenattack på under 60 minuter, även kallat ”omedelbart globalt anfall” (*Prompt Global Strike*). Den 7 maj i år lyckades USA i samarbete med Australien skjuta upp sin första hypersoniska farkost⁹, projektet benämns HIFiRE, *Hypersonic International Flight Research Experimentation*. Projektet ska undersöka hypersonisk teknologi dvs. studera system som går med upp till fem gånger ljudets hastighet och teknologins tillämpning på ”scramjet”-motorer. Målet är att stödja den nya Boeing X-51, en ”scramjet”-demonstrator, och framtida förmåga till *Prompt Global Strike*.

Rymdturism, har redan utförts, än så länge bara av Space Adventures¹⁰ som har utfört orbitala bemannade flygningar till internationella rymdstationen, ISS. De kommer att utöka med två *spaceports* i Förenade arabemiraten och i Singapore för att underlätta för suborbitala flygningar. Virgin Galactic¹¹ aspirerar på att erbjuda de första privata suborbitala flygningarna med en *Spaceport* i Kiruna.

⁸ <http://www.planet4589.org/jsr.html> (publicerat 2009-07-16)

⁹ <http://www.dailylegaph.com.au/news/woomera-hosts-first-hifire-hypersonic-test-flight/story-e6frewsr-1225715365056> (publicerad 2009-05-24)

¹⁰ <http://www.spaceadventures.com/index.cfm> (uppslagsdatum 2009-07-17)

¹¹ <http://www.virgingalactic.com/flash.html?language=english> (uppslagsdatum 2009-07-17)

Andra företag som snart kommer att erbjuda samma tjänst är bland annat XCOR Aerospace¹² (2010) och RocketPlane Global¹³.

¹² http://www.xcor.com/press-releases/2008/08-03-26_Lynx_suborbital_vehicle.html (uppslagsdatum 2009-07-17)

¹³ <http://www.rocketplane.global.com/> (uppslagsdatum 2009-07-17)

4 Rymdaktörer

Det här avsnittet ger en översikt över aktörer inom rymdarenan, vilken kapacitet de har, vilka förutsättningar detta skapar och vilken förmåga det innebär idag och framöver.

4.1 Rymdkapacitet och militär förmåga

Utvecklingen av den militära förmågan hos en nation i relation till rymdarenan kan delas in i tre trappsteg. De tre stegen speglar nationens 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 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.

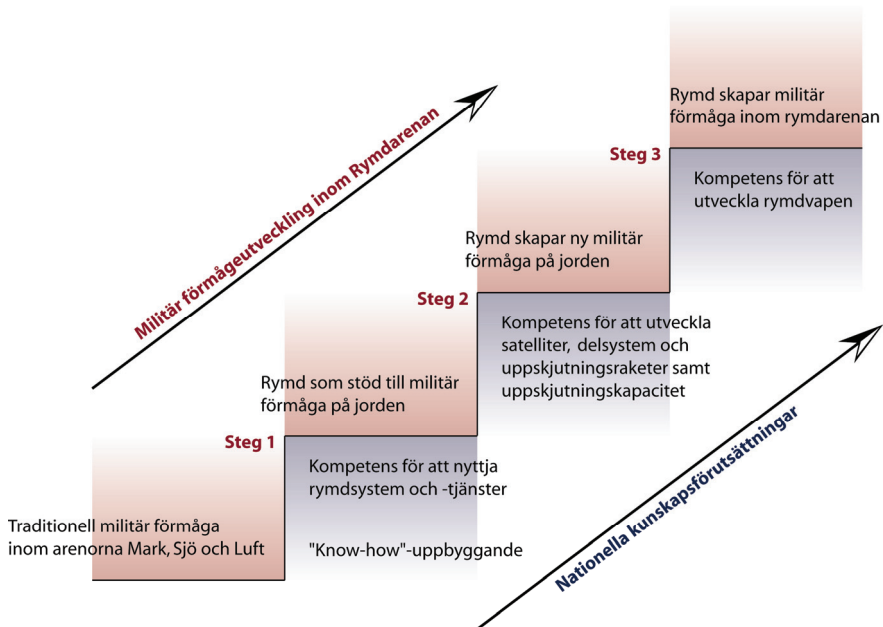
Steg nummer två innebär att en nation nyttjar rymdbaserade system för att skapa *nya* militära förmågor för operationer på jorden som annars inte skulle vara möjliga. Ett exempel på detta är långräckviddig precisionsbekämpning med GPS-styrda kryssningsmissiler. Detta trappsteg innebär en risk för den 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 att begränsas till 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 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 1 illustrerar de tre utvecklingsstegen i militär förmåga inom rymdarenan och vilken nationell kompetens som förutsätts för att kunna ta dessa steg.



Figur 1 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.

4.2 Aktörer och deras förmågor

För att identifiera vilka länder som är rymdaktörer och på vilken kunskapsnivå de ligger analyseras i detta avsnitt ett lands uppskjutningskapacitet och huruvida de är satellitoperatörer eller inte, detta illustreras översiktligt i Figur 2. De länder som har en uppskjutningskapacitet kan delas in i tre nivåer. Nivå ett 1) är de länder som har kapacitet för att skjuta upp bemannade rymdfarkoster. Nivå två 2) innebär en kapacitet för att skjuta upp satelliter i omloppsbana runt jorden. Nivå tre 3) innebär en kapacitet för att skjuta upp raketer i suborbital bana, t.ex. interkontinentala ballistiska missiler eller sondraketer. Med suborbital menas en bana där ett objekt når ut i rymden men inte ges så hög fart längs jordytan att det fullgör ett varv runt jorden. Istället gör jordens gravitation att objektet ”faller” tillbaka mot jorden i en vid båge. I nivå 4) illustreras de rymdaktörer som är operatörer av satelliter dvs. som nyttjar egna satelliter.

4.2.1 Orbital uppskjutningskapacitet

USA, Ryssland och Kina är hittills de enda länder som själva har skjutit upp bemannade rymdfarkoster. Utöver dessa tre länder har även Indien, Iran, Israel och Japan en nationell uppskjutningskapacitet för orbitala banor. ESA, *European Space Agency*, är en internationell organisation som finansieras av europeiska medlemsstater med en uppskjutningsplats, Kourou, på Franska Guinea, denna nyttjas även flitigt av franska staten som från början tog med sig uppskjutningsplatsen när ESA-samarbetet inleddes. *SeaLaunch*¹⁴ är ett rent kommersiellt multinationellt företag med uppskjutningskapacitet som ägs av industri i USA, Ryssland, Ukraina och Norge. Norges bidrag i samarbetet är uppskjutningsplattformen, Odyssey, som är belägen i Stilla havet. Ukraina utvecklar uppskjutningsraketen för *SeaLaunch* men bara för första och andra raketsteget. Ukraina har även utvecklat en egen nationell uppskjutningsraket för uppskjutning från land men de saknar en egen uppskjutningsplats. Ryssland utvecklar tredje raketsteget för *SeaLaunch*s uppskjutningsraket. Amerikanska bolag äger den största delen av företaget, ca 40 %, och ansvarar för systemintegrering mellan nyttolast och raket.

Fyra länder ligger på gränsen till orbital uppskjutningsförmåga; Australien, Brasilien, Pakistan och Sydkorea. En enda lyckad orbital uppskjutning har skett från Australiens uppskjutningsplats, Woomera, men det var UK som sköt upp satelliten Prospero X-3 med en brittisk bärarraket år 1971. I övrigt har Australien endast varit involverade i suborbitala uppskjutningar, bland annat så har *Australian Space Research Institute* ett pågående sondraketsprogram. De tre länderna, Brasilien, Pakistan och Sydkorea, ligger på gränsen av ett annat skäl, de har idag nationell kapacitet för suborbital uppskjutning men de har officiellt

¹⁴ <http://www.boeing.com/special/sea-launch/> (uppslagsdatum 2009-07-15)

redovisat planer och intentioner för att skapa sig orbital uppskjutningsförmåga. Alla tre länder är i utvecklingsfasen för nationella bäraraketer som skall kunna placera egenutvecklade satelliter i bana. Troligtvis kommer satellituppskjutningen att ske 2012 för Brasilien men för Pakistan är det fortfarande oklart vid vilken tidpunkt detta kommer att ske. Sydkorea planerar att skjuta upp sin nya bäraraket redan i juli i år (2009).

4.2.2 Suborbital uppskjutningsförmåga

Förutom ovan nämnda länder har 14 länder och NATO en förmåga till suborbital uppskjutning. I figuren markeras dessa i svart och i grått i fält nummer 3), dvs de som har haft uppskjutningsaktivitet efter år 2000 respektive de som har haft uppskjutningsaktivitet innan år 2000 (gråfärgade i figuren). Att ett land inte har varit aktivt på ca tio år eller mer betyder inte att landet inte längre har en förmåga till suborbital uppskjutning men däremot är troligtvis inte intresset och viljan för detta så stort i dagsläget eller i en nära framtid. De länder som inte har haft aktivitet efter år 2000 är Argentina, Grekland, Spanien, Tyskland och UK. Argentina sköt förvisso upp en sondraket i samarbete med Brasilien under 2007 men det skedde på brasiliansk mark och sondraketen var också brasiliansk. Grekland har en uppskjutningsplats, NAMFI, på Kreta men den ägs och drivs inom ett NATO-samarbete mellan länderna: Grekland, Tyskland, Belgien och Nederländerna. Den första och senaste lyckade uppskjutningen vid NAMFI var ett test av en anti-ballistisk missil i oktober 2007. Tyskland utför idag inga suborbitala uppskjutningar utanför NATO-samarbetet.

De länder med suborbital uppskjutningskapacitet och som även påvisat denna förmåga under de senaste tio åren är Frankrike, Indonesien, Italien, Nordkorea, Norge, Saudiarabien, Sverige, Syrien och Taiwan.

Tre länder som idag är satellitoperatörer men som har planer på *bemannade* suborbitala uppskjutningar är Förenade Arabemiraten, Kanada och Singapore. Förenade Arabemiraten och Singapore kommer att tillsammans med det privata företaget *Space Adventures*¹⁵ bygga så kallade *spaceports* (jfr *airports*) för suborbitala bemannade flygningar, troligtvis inom fem års horisont (författarnas bedömning). Kanada har fått ett liknande förslag från företaget *PlanetSpace* men planerna är idag oklara. Sverige har redan etablerat en *Spaceport* i Kiruna¹⁶ och de första suborbitala flygningarna kommer att erbjudas 2012 tillsammans med det amerikanska företaget *Virgin Galactic*¹⁷.

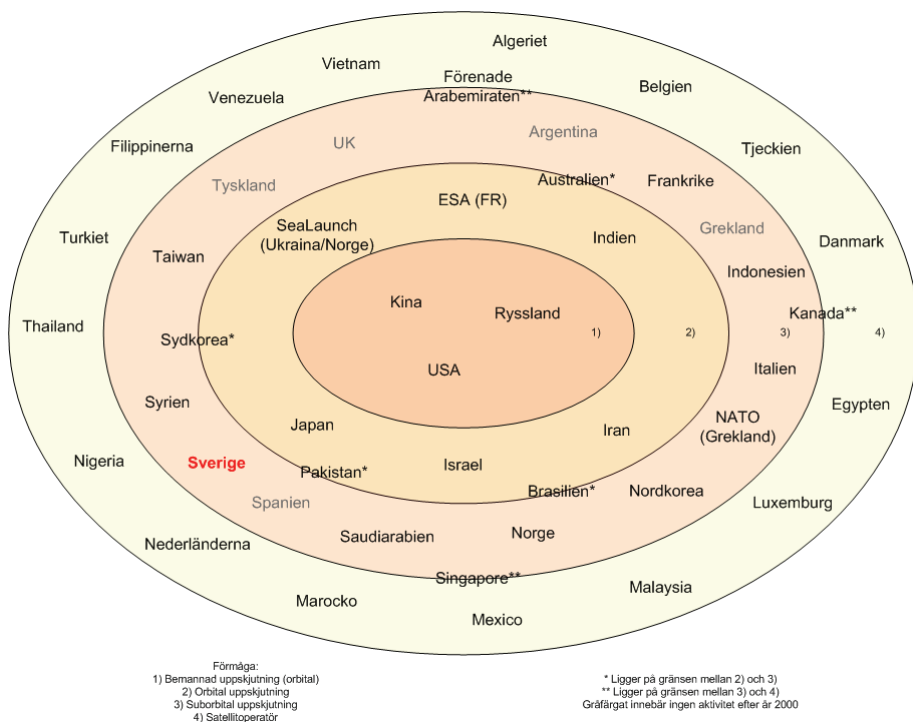
¹⁵ http://www.spaceadventures.com/index.cfm?fuseaction=suborbital.Our_Space_Ports (uppslagsdatum 2009-07-14)

¹⁶ <http://www.ssc.se/?id=9500> (uppslagsdatum 2009-07-17)

¹⁷ <http://www.virgingalactic.com/flash.html> (uppslagsdatum 2009-07-17)

4.2.3 Satellitoperatörer

Alla länder som har nämnts ovan och som befinner sig i något av fälten 1), 2) och 3) i Figur 2 är även satellitoperatörer förutom två länder: Syrien och Nordkorea. Utöver dessa så finns det sexton länder till som är satellitoperatörer men som saknar uppskjutningskapacitet: Algeriet, Belgien, Danmark, Egypten, Filippinerna, Luxemburg, Malaysia, Marocko, Mexico, Nederländerna, Nigeria, Thailand, Tjeckien, Turkiet, Venezuela och Vietnam. Belgien äger ingen egen satellit men är med i två multinationella satellitsamarbeten och är därmed delägare av Spot (2, 4 och 5) och Helios-2. Marocko är också endast delägare i en satellit med Tyskland men annars avses här med satellitoperatör att ett land äger och nyttjar minst en operativ satellit. Det innebär dock inte alltid att nationen i fråga har kapacitet för att utveckla egna satelliter.

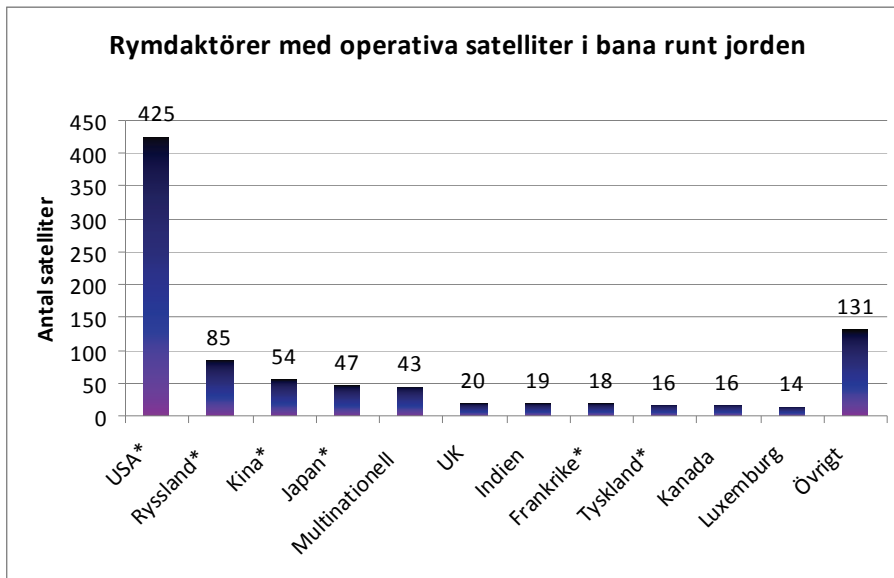


Figur 2 En översikt i fyra nivåer över de länder som antingen har uppskjutningsförmåga eller är satellitoperatörer.

4.2.4 Statistik över rymdaktörer med operativa satelliter

Den 1 april 2009¹⁸ befann sig totalt 888 operativa satelliter i bana runt jorden. Tabell 2 nedan visar de tio största satellitoperatörerna. USA leder stort med 425 operativa satelliter i bana. Därefter kommer Ryssland med 85 satelliter. På en nästan delad tredje plats kommer Kina och Japan med 54 respektive 47 satelliter.

Tabell 2 En översikt över de tio länder som äger flest operativa satelliter i bana kring jorden. Siffrorna är baserade på information som sträcker sig fram till 1 april 2009.



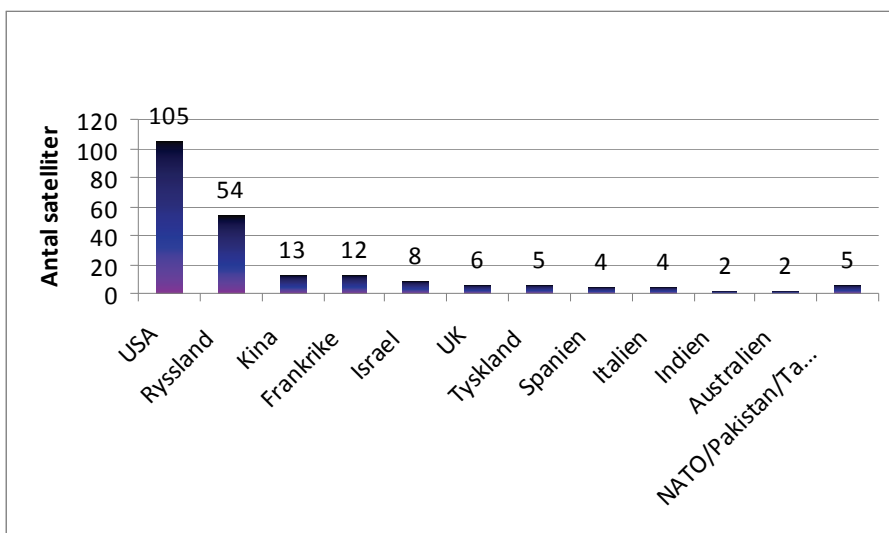
Multinationell innebär att det är fyra länder eller fler som tillsammans är ägare och operatör av satelliterna det kan även vara internationella organisationer som består av minst fyra länder såsom t.ex. EUMETSAT, *European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites*, (ESA räknas inte som multinationell utan de har 15 medlemsländer som står för 12 operativa satelliter). Multinationella operatörer står för totalt 43 operativa satelliter. På sjätte och sjunde plats befinner sig UK och Indien med nästan lika många satelliter, 20 respektive 19. På åttonde plats ligger Frankrike med 18 satelliter. På delad nionde plats ligger Tyskland och Kanada med vardera 16 satelliter och på tionde plats ligger Luxemburg med 14 satelliter. De övriga satellitoperatörerna har

¹⁸ Statistiken bygger på UCSs, *Union of Concerned Scientists*, sammanställning som är daterad den 10 april 2009 men som bygger på uppskjutningar fram till 1 april 2009. Databasen presenterar endast operativa satelliter i bana runt jorden dvs. rymdsonder som skickas ut i solsystemet till månen, solen etc är inte medräknade.

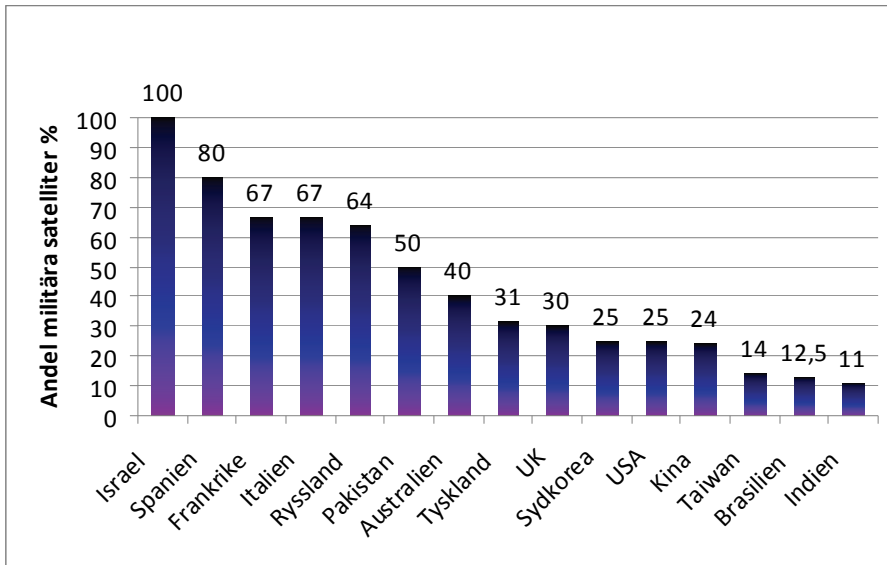
tillsammans 131 satelliter. Siffrorna inkluderar eventuella samarbeten så de länder som följs åt av en * äger inte alla satelliter själva men de är alltid huvudoperatörer och samarbetena är bara ett fåtal. Som ett exempel så räknas här Helios-satelliterna som franska.

I Tabell 3 presenteras alla länder som har en operativ *militär* satellit i bana 1 april 2009. En satellit räknas här som militär även om det är ett samarbete mellan militära användare och civila, kommersiella eller statliga användare. Vid en jämförelse av Tabell 2 och Tabell 3 ser man att Japan, Kanada och Luxemburg är länder som ligger i topp tio i antal operativa satelliter men ingen av dessa länder äger en militär satellit i omloppsbana. Japan har inte *officiellt* några militära satelliter men däremot har de fyra operativa spaningssatelliter avsedda för underrättelse. Israel, Spanien och Italien ligger inte i topp tio i antal operativa satelliter men däremot är de i topp tio när det gäller militära operativa satelliter. Det är inte överraskande att USA, Ryssland och Kina har flest operativa militära satelliter. Sista stapeln i Tabell 3 består av de fem länderna Pakistan, Taiwan, Sydkorea, Brasilien och NATO med vardera en operativ militär satellit.

Tabell 3 översikt över alla länder som äger militära operativa satelliter i bana kring jorden. Siffrorna är baserade på information som sträcker sig fram till 1 april 2009.



Tabell 4 En översikt över andelen militära satelliter i förhållande till totala antalet satelliter som ett land äger. Siffrorna är baserade på information som sträcker sig fram till 1 april 2009.

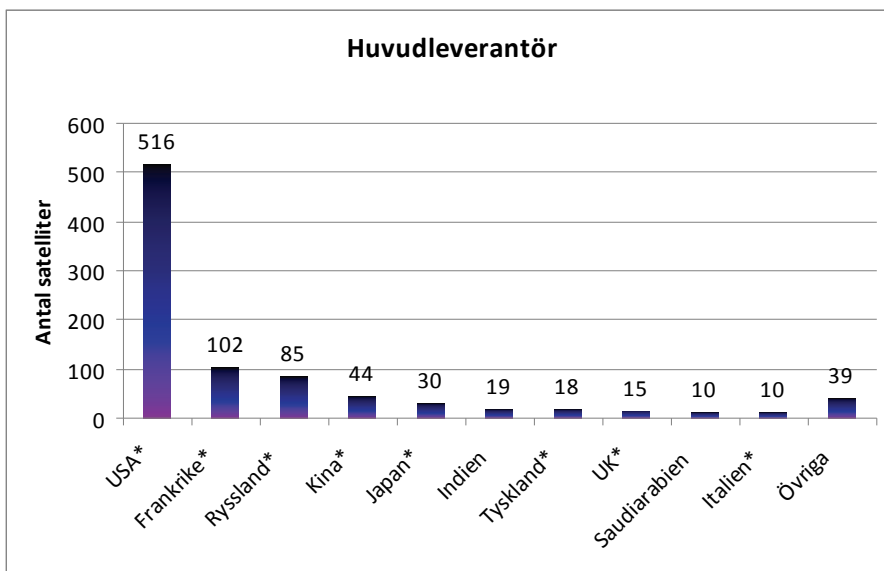


Tabell 4 visar istället *andelen* militära satelliter av totala antalet operativa satelliter som ett land har. Alla operativa satelliter som Israel äger har militär anknytning. Av Spaniens satelliter är fyra av totalt fem militära. Frankrike, Italien och Ryssland har alla fler militära satelliter än icke-militära operativa satelliter, de opererar 67 % respektive 67 % och 64 % militära satelliter. Pakistan har skjutit upp två satelliter varav en var militär. Av de satelliter som USA och Kina opererar är endast 25 % respektive 24 % militära.

I Tabell 5 presenteras de länder som har varit huvudleverantör av de satelliter som just nu är operativa, det är inte alla satellitoperatörer som har kapacitet att utveckla egna satelliter utan satelliter köps ibland av andra nationer eller kommersiella företag såsom SSTL, *Surrey Satellite Technology Limited*. Länder som åtföljs av en * har inte utvecklat alla satelliter på egen hand utan en del har gjorts i samarbete med andra länder. USA leder stort igen med 516 levererade satelliter, Frankrike och Ryssland ligger på andra och tredje plats med 102 respektive 85 levererade satelliter. På fjärde plats kommer Kina med 44 satelliter. Japan ligger på femte plats med 30 levererade satelliter medan Indien och Tyskland kommer därefter med 19 respektive 18 st. Indien är det hittills enda nämnda land som bara har utvecklat satelliter på egen hand. UK ligger på åttonde plats med 15 levererade satelliter medan Saudiarabien och Italien delar nionde plats med 10 levererade satelliter var, Saudiarabien har också tillverkat alla satelliter på egen hand. Övriga länder står för 39 leveranser, dessa är Ukraina (1),

Turkiet (1), Sverige* (1), Spanien (1), Sydkorea* (1), Pakistan (1), Nederländerna (1), Israel (8), internationella leverantörer (9), Egypten*(1), Danmark (2), Tjeckien (1), Kanada* (7), Brasilien (1) och Argentina (3). Sydkorea har i samarbete med företaget EADS Astrium lyckats utveckla en nationell satellit. Egypten har med hjälp av experter från Ukraina även de lyckats utveckla och skicka upp en nationell satellit. Ukraina har utvecklat egna satelliter men är för närvarande inte en satellitoperatör, de har dock offentligt¹⁹ meddelat att de ska utveckla och skjuta upp en nationell kommunikationssatellit till 2011. Ett intressant tillägg till detta är Irans egenutvecklade satellit som sköts upp i februari 2009 men som ca två månader senare togs ur bruk och därför inte finns med i statistiken.

Tabell 5 En översikt över de tio länder som har varit huvudleverantör vid utvecklingen av alla operativa satelliter som befann sig i bana runt jorden den 1 april 2009.



Vid en jämförelse mellan Tabell 2 och Tabell 5 inses att det är USA och Frankrike som står för flest leveranser till en annan nation, de har levererat ett 90-tal satelliter vardera. Kina och Japan har levererat mellan ett 10-tal satelliter vardera.

¹⁹<http://www.nkau.gov.ua/nsau/newsnsau.nsf/HronolE/5A60864FAD1BB7E8C22575970033A380?OpenDocument&Lang=E> (uppslagsdatum 2009-07-15)

4.2.5 Aktörers kunskapsnivå och förmåga

Här följer en sammanfattning av vilken kunskapsnivå de olika rymdaktörerna befinner sig på och därmed var någonstans i "trestegs"-utvecklingen de skulle kunna placera sig, se Figur 1.

Steg 3 - Rymd skapar militär förmåga inom rymdarenan

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.

Steg 2 - Rymd skapar ny militär förmåga på jorden

Ryssland, Indien, Israel och Japan 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.

Fem europeiska länder: Frankrike, Tyskland, UK, Italien och Spanien har också samma förutsättningar för steg två förutom att de inte har en nationell uppskjutningsförmåga. Dessa länder måste förlita sig på uppskjutningskapacitet genom ESA och här har självklart Frankrike en fördel eftersom uppskjutningsplatsen befinner sig på fransk mark.

Inom fem till tio år bedöms även Iran, Brasilien, Pakistan och Sydkorea ha alla förutsättningar för att placera sig på steg två.

Steg 1 - Rymd som stöd till militär förmåga på jorden

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. De länder som har denna kapacitet och därför har de förutsättningar som krävs för att befinna sig på steg 1 bedöms vara följande: Saudiarabien, Kanada, Argentina, Danmark, Ukraina, Turkiet, Tjeckien, Nederländerna, Sverige och Egypten. Gemensamt för dessa länder är även att de har utvecklat och opererar nationella satelliter, förutom Egypten som samarbetade med Ukraina. Tre länder som opererar *militära* satelliter som är utvecklade av en annan stat, men som också har förutsättningar för förmågan i steg 1 är Australien, Taiwan och Belgien. En tredje grupp av nationer som står på steg 1 är de som opererar egna icke-militära satelliter som har utvecklats av andra stater och dessa är: Luxemburg, Thailand, Indonesien, Malaysia, Mexico, Förenade Arabemiraten, Norge och Grekland.

"Know-how"-uppbyggande länder

De länder som inte har tillräcklig teknisk kompetens för att placera sig på steg 1 men som ändå aktivt arbetar för att förbättra den nationella kunskapsnivån på

området är Filippinerna, Nigeria, Vietnam, Venezuela, Algeriet, Marocko och Singapore. Gemensamt för dessa länder är att de opererar sin allra första satellit i bana, helt utvecklade av en annan stat eller kommersiellt företag. Marocko och Singapore är dock endast delägare i deras satelliter tillsammans med Tyskland respektive Taiwan.

Filippinerna fick upp sin USA-byggda kommersiella kommunikationssatellit, Agila-2, redan 1997. De planerar²⁰ nu preliminärt för en efterföljare tillsammans med ett asiatiskt företag, Protostar. Uppskjutningen beräknas till 2012.

Nigeria fick hjälp av SSTL att utveckla sin statliga mikrosatellit för jordobservation som sattes i bana 2003. Nigeria har efter detta uttalat planer, enligt offentliga källor, för två nya satelliter, en för satellitkommunikation och en konstellation för högupplösande avbildning. Den första av dessa att skickas upp blir NigeriaSat-2 och beräknas till 2010²¹.

Vietnam fick upp sin statliga kommunikationssatellit, VinaSat-1, med hjälp av USA i april 2008. Vietnam har sedan officiellt²² redogjort för sina planer tom år 2020, under 2008-2010 skall de bland annat studera uppskjutningsteknik och planen är att bygga ett rymdcenter i Hoa Lac där de skall skicka upp sin första egenutvecklade satellit för jordobservation, VNREDSat-1, redan 2012.

Venezuela fick hjälp av Kina med att få upp sin statliga kommunikationssatellit i oktober 2008. Enligt officiella²³ källor är den beräknade uppskjutningstiden för nästa projekt 2013, då för en spaningssatellit. Ryssland har enligt uppgift²⁴ förhandlat med Venezuela och även Kuba om en eventuell tillgång till det ryska navigeringssystemet GLONASS. En närstående publicerad²⁵ och förbluffande nyhet är Rysslands förslag till att hjälpa Kuba att bygga ett rymdcenter, det för ofrivilligt tankarna tillbaka till den så kallade Kubakrisen 1962.

Algeriet fick hjälp av SSTL med att utveckla deras statliga jordobservationssatellit, Alsat-1, som sköts upp 2002. Algeriet har därefter skrivit en överenskommelse²⁶ med EADS Astrium om två nya optiska jordobservationssatelliter i serien Alsat-2 som beräknas skjutas upp i mitten på 2009.

Marocko fick upp en statlig teknologidemonstrator, Maroc Tubsat, tillsammans med Tyskland 2001. Marocko har idag inga kända planer på fler satelliter.

²⁰ http://www.viasatellite.com/interviews/Philip-Father-CEO-ProtoStar_25753_p3.html (uppslagsdatum 2009-07-14)

²¹ <http://www.nasrda.net/> (uppslagsdatum 2009-07-14)

²² http://www.aprsaf.org/data/aprsaf15_data/Plenary/day4/CR_Vietnam.pdf (uppslagsdatum 2009-07-14)

²³ <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/7697130.stm> (uppslagsdatum 2009-07-14)

²⁴ <http://www.amerisurv.com/content/view/5427/2> (uppslagsdatum 2009-07-14)

²⁵ <http://www.reuters.com/article/scienceNews/idUSLH47851920080917> (uppslagsdatum 2009-07-14)

²⁶ http://directory.eoportal.org/get_announce.php?an_id=14250 (uppslagsdatum 2009-07-14)

Singapore i samarbete med Taiwan skickade upp en kommersiell kommunikationssatellit, ST-1, 1998 som utvecklades av franska Astrium. Förutom planerna för Singapore *spaceport* är Singapore snart redo att skjuta upp sin första nationella satellit. Det är en teknologidemonstrator som beräknas skjutas upp under senare delen av 2009²⁷.

Ett helt nytt land i rymdsammanhang är Kazakstan, de har tillsammans med EADS Astrium skrivit en överenskommelse²⁸ som innebär att Kazakstan kommer att beställa två jordobservationssatelliter från EADS Astrium, Kazakstan kommer även få hjälp med att bygga ett satellitcenter samt kommer att påbörja ett kunskapsöverföringsprogram från EADS Astrium till Kazakstan.

²⁷ http://directory.eoportal.org/get_announce.php?an_id=8557 (uppslagsdatum 2009-07-14)

²⁸ <http://www.astrium.eads.net/en/press-center/press-releases/2009/astrium-signs-strategic-partnership-agreement-with-kazakhstan> (uppslagsdatum 2009-07-14)

5 Sverige och dess kommande tänkbara position

Nationella satsningar på satelliter och övriga rymdsystem är ett av flera verktyg en stat kan ha till sitt förfogande för att uppnå olika politiska målsättningar. Utgångspunkten som beskrevs i FOI-rapporten *Strategy for Space*, som publicerades 2004, var att om Sverige skall nyttja rymdsystem mer konsekvent för nationella behov, och *specifikt* för säkerhetsrelaterade och militära behov, behövs "tillträde till rymden". För att skapa förutsättningar för ett sådant tillträde krävs en nationell strategi för att uppnå ett brett engagemang i rymdfrågor och systemutveckling. Dessa tankar vidareutvecklades i Försvarsmaktsutredningen SR78²⁹ i maj 2005 och analyserades sedan vidare av FOI i FOI-rapporten *Rymdstrategi för försvar och säkerhet* som publicerades i november 2005. Arbetet mynnade ut i 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.

Denna strategiska inriktning bedöms fortfarande vara aktuell för Sverige och för Försvarsmakten.

Länder som Brasilien, Indien, Iran, Pakistan och Sydkorea har under relativt kort tid avancerat flera steg i den beskrivna "utvecklingstrappan" ovan och skapat sig en egen militär förmåga baserat på rymdtekniken. Sverige har teknologiskt och industriellt sett varit en avancerad rymdnation sedan 20 år tillbaka. Den svenska militära förmågeutvecklingen på detta område har dock utvecklats mycket långsamt och ligger fortfarande långt ner i "trappan".

Inom ett tjugooårsperspektiv - om inte Sverige och Försvarsmakten agerar målinriktat och fokuserat inom rymdarenan - bedömer författarna att denna obalans i militär förmåga kommer att öka mellan Sverige och andra

²⁹ Försvarsmakten (2005) SR78 *Särskild redovisning rörande rymdområdet*, Regleringsbrev för 2005, 2004-12-22, Fö2004/411/Mil, mfl, (HKV 23 383:67555)

internationellt aktiva länder. Ett av de områden som bedöms som speciellt expansivt inom den närmsta femårsperioden är förmågan till global underrättelseinhämtning. Obalansen kommer sannolikt att öka samtidigt som fler och troligen mer konfliktbenägna länder tar ytterligare ”trappsteg” i den militära förmågeutvecklingen på rymdområdet. I och med våra internationella insatser, civila såväl som militära, kommer därmed hotbilden för Försvarsmakten och svenska medborgare att öka.

Referenser

Rapporter

Diamond, J (ed.). 2009. *The Space Report 2009*, Colorado Springs, Space Foundations. ISBN-13: 978-0-9789993-2-2 / ISBN-10: 0-9789993-2-0

Engnér, E. (2005). *Satellituppskjutningar 2000-2002*, Stockholm, FOI, FOI-D--0208--SE.

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

Lindh, Bergström mfl. (2005). *FOI orienterar om Rymden - nytta och teknik*, nummer 4. ISBN 91-7056-120-6.

Engnér, Höstbeck och Winnerstig. (2004). *Militarisering av rymden*, Stockholm, FOI, FOI-R--1217--SE.

Höstbeck, Waldenvik och Winnerstig. (2004). *Strategy for Space*, Stockholm, FOI, FOI-R--1264--SE.

Internetlänkar

Orbital Pegasus, <http://www.orbital.com/SpaceLaunch/Pegasus>

SeaLaunch, <http://www.boeing.com/special/sea-launch/index.html>

Spacex, <http://www.spacex.com>

UNOOSA, <http://www.unoosa.org/oosa/osoindex.html>

Korea Aerospace Research Institute, <http://www.kari.re.kr/english>

Spaceport Singapore, <http://www.spaceportsingapore.com>

Encyclopedia Astronautica, <http://www.astronautix.com/sites/index.htm>

Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rocket_launch_sites

Jonathan's space report, <http://www.planet4589.org>

ESA Portal, <http://www.esa.int/esaCP/index.html>

Secure World Foundation,
http://www.secureworldfoundation.org/index.php?id=142&page=Ukraine_Launch

Moscow Defense Brief, <http://mdb.cast.ru/mdb/4-2001/mas/usp>

Australian Space Research Institute, <http://www.asri.org.au/web/node>

NATO Missile Firing Installation, <http://www.namfi.gr/main.html>

Space Adventures, <http://www.spaceadventures.com>