



Omvärldsanalys RYMD 2017

Med fokus på försvar och säkerhet

Sandra Lindström (red.), Daniel Faria,
Kristofer Hallgren och Juuko Alozious

Sandra Lindström (red.), Daniel Faria,
Kristofer Hallgren och Juuko Alozious

Omvärldsanalys RYMD 2017

Med fokus på försvar och säkerhet

Titel	Omvärldsanalys RYMD 2017
Title	Global space trends 2017
Rapportnr/Report no	FOI-R--4517--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2017
Antal sidor/Pages	109
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	2. CBRN-frågor och icke-spridning
FoT-område	Sensorer och signaturanpassning
Projektnr/Project no	E60833
Godkänd av/Approved by	Johan Söderström
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem
Exportkontroll	

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

FOI bedriver omvärldsbevakning och -analys inom rymdområdet med fokus på försvars- och säkerhetsfrågor. Verksamheten har pågått sen 2003 och utförs på uppdrag av Försvarsmakten i den långsiktiga FoT-verksamheten (Forskning och Teknikutveckling). Omvärldsbevakningen och -analysen som bedrivs är en förutsättning för att förstå hur rymdområdet påverkar militär förmågeutveckling och nationell säkerhet, både ur ett nationellt perspektiv och för att bedöma andra staters kapacitet och förmåga. Syftet med denna rapport är därför att ge en översikt av rymdområdets globala utveckling, framförallt de senaste tre åren, och vilka trender vi kan utläsa framöver genom att studera hur omvärlden agerar inom området. Vi sätter sedan detta i ett svenskt sammanhang och lyfter fram utmaningarna ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv. De utmaningar som vi har identifierat är kring organisation och ansvar, behovet av en svensk försvars- och säkerhetsstrategi för rymdfrågor, förstärkt försvarsforskning och teknikutveckling inom rymdområdet, hur Sverige ska hantera EU:s rymdstrategi, riskerna med omvärldens kapacitetshöjning inom rymdområdet, den ökade hotretoriken i rymden, balansen mellan effekt och sårbarhet samt möjligheterna med små satelliter i försvarsforskning och teknikutveckling.

Nyckelord: omvärldsanalys, omvärldsbevakning, rymd, trender, ekonomi, statistik, möjligheter, hot.

Summary

FOI is conducting analysis of space trends focusing on defence and security issues. The research within this area has been ongoing since 2003 on behalf of the Swedish Armed Forces as a part of the long-term RTD activities (Research and Technology Development). This work is essential for understanding how the space area affects military capability development and national security issues, both for national needs as well as for understanding other actors. The purpose of this report is therefore to give an overview of the developments within the space arena, during the past three years, and the future trends. The developments are discussed in a Swedish context and highlight the issues related to defence and security. The identified challenges concern: organisation and governance; the need for a Swedish defence and security strategy for space issues; reinforced defence research and technology developments within the space area; how Sweden should act on the EU space strategy; managing the risks of increased capacity building in other countries; the increased threat of conflicts in space; the balance between the usefulness of space and dependence of space; and the possibilities offered by small satellites in the area of defence research and technology development.

Keywords: space, trends, economy, statistics, opportunities, threats.

Innehåll

Förkortningar	7
1 Inledning	8
2 Aktuell omvärldsutveckling inom rymdområdet	10
2.1 Implementeringen av EU:s rymdstrategi	10
2.2 Kapacitetshöjning och modernisering hos Ryssland och Kina	10
2.3 En eskalerande hotretorik i rymden	11
2.4 Rymdpolicyförändringar i USA	12
2.5 Trender	12
3 Aktuella processer i Sverige	17
3.1 Sammanfattning	21
4 SWOT-analys	22
4.1 Styrkor	22
4.2 Svagheter	22
4.3 Möjligheter	23
4.4 Hot	24
5 Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige	25
5.1 Organisation och ansvar	25
5.2 Behovet av en svensk försvars- och säkerhetsstrategi.....	26
5.3 Förstärkt försvarsforskning och teknikutveckling inom rymdområdet	27
5.4 Vad vill Sverige med EU:s rymdstrategi?	27
5.5 Informationsöverläge eller –underläge	27
5.6 Konflikter och rustningskontroll i rymden	28
5.7 Balans mellan effekt och sårbarhet	28
5.8 Svenska små satelliter för försvar och säkerhet	29

6	Statistik	30
6.1	Global rymdekonomi	30
6.2	En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar.....	35
6.3	Satellit typer och -banor	47
6.4	Sammanfattning	52
7	Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram	54
7.1	Rymdstrategi och -policyutveckling.....	55
7.2	Rysslands statliga rymdbudget	61
7.3	GLONASS – ett representativt exempel över rysk rymdpolitik	67
7.4	Framtida utmaningar för ryska rymdprogrammet	72
8	Fristående rymdartiklar	75
8.1	Försvarsekonomi rymd.....	76
8.2	USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation	87
8.3	Europeiska kommissionens rymdstrategi	98
8.4	Pseudosatelliter - en ny omstörtande teknik.....	103

Förkortningar

DoD, Departement of Defense
EDA, European Defence Agency
ESA, European Space Agency
FAA, Federal Aviation Administration
FHS, Försvarshögskolan
FMV, Försvarets materielverk
FN, Förenta Nationerna
FoT, Forskning och Teknikutveckling
FoU, Forskning och Utveckling
GEO, Geostationary Orbit
GLONASS, Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GPS, Global Positioning System
IRF, Institutet för Rymdfysik
ISS, International Space Station
MDA, Missile Defense Agency
MoU, Memorandum of Understanding
NGA, National Geospatial Intelligence Agency
NRO, National Reconnaissance Office
OSINT, Open Source Intelligence
OSS, Oberoende staters samvälde
PNT, Positioning, navigation and timing
RUB, Ryska rubel
SAR, Synthetic Aperture Radar
SST, Space Surveillance and Tracking
SWOT, Strength Weakness Opportunity Threat
UoH, Universitet och Högskola
USD, Amerikansk dollar
WTO, World Trade Organization

1 Inledning

FOI bedriver omvärldsbevakning och -analys inom rymdområdet med fokus på försvars- och säkerhetsfrågor. Verksamheten har pågått sen 2003 och utförs på uppdrag av Försvarsmakten i den långsiktiga FoT-verksamheten (Forskning och Teknikutveckling). Eftersom verksamheten bedrivs i treåriga uppdrag så är avsikten att i slutet av varje treårsperiod publicera en sammanfattande rapport över rymdområdet. För tre år sedan publicerades FOI-rapporten¹ *Omvärldsanalys RYMD 2014* och den här rapporten utgör den andra rapporten i en tänkt serie av kommande rapporter.

Omvärldsbevakningen och -analysen som bedrivs är en förutsättning för att förstå hur rymdområdet påverkar militär förmågeutveckling och nationell säkerhet, både ur ett nationellt perspektiv och för att bedöma andra staters kapacitet och förmåga. Syftet med denna rapport är därför att ge en översikt av rymdområdets utveckling, framförallt de senaste tre åren, och vilka trender vi kan utläsa genom att studera hur omvärlden agerar inom området. Vi sätter sedan detta i ett svenskt sammanhang och lyfter fram utmaningarna ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv.

På senare år har FOI även kunnat lämna underlag om rymdområdets utveckling i ett antal externa processer tack vare den verksamhet som bedrivs, exempelvis som underlag till Regeringskansliet och Försvarsmaktens olika processer.

Den avgränsning som vi gör i vårt arbete och i vår analys i den här rapporten är att vi endast hanterar rymdfrågor som är relevanta för försvar och säkerhet. Vi måste fortfarande följa civil rymdverksamhet och kommersiella projekt då de kan vara intressanta för försvar och säkerhet men avgränsningen görs vid områden som endast är av civilt intresse och ändamål, exempelvis utforskning av solsystemet. Detta avspeglas naturligtvis i den här rapporten, exempelvis kan det vara så att det som vi har identifierat som en svaghet ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv inte nödvändigtvis skulle ha identifierats som en svaghet ur ett annat perspektiv. Vi har valt att beröra frågor för både försvar och säkerhet därför att de är så nära förknippade och för att sammanhanget riskerar att gå förlorat om vi bara fokuserar på försvarsaspekter. Vi har även valt att beröra frågor på flera olika nivåer dvs. utgångspunkten har varit Sveriges försvar och säkerhet vilket innebär att vi berör sådant som hanteras av såväl regeringen och departement som myndigheter.

¹ Sandra Lindström (red.), (2014). *Omvärldsanalys RYMD 2014* Trender, möjligheter och hot för militär förmågeutveckling, Stockholm, FOI- R--3985--SE.

I vår analys av omvärldsutvecklingen och vad det innebär i ett svenskt perspektiv har vi valt att använda oss av en enkel SWOT²-analys. Det innebär att vi genom att studera omvärlden och trenderna har identifierat styrkor, svagheter, möjligheter och hot. Vi har även i vissa fall i övergripande ordalag lämnat rekommendationer på hur Sverige kan utveckla styrkorna, ta till vara på möjligheterna samt hur Sverige kan hantera svagheter och hot.

Omvärldsbevakningen sker uteslutande med hjälp av öppna källor, så kallad OSINT, *Open Source Intelligence*, med andra ord offentligt tillgänglig information. Det kan handla om konferensdeltagande, resor och möten med relevanta aktörer, samt genom att studera media och andra typer av publikationer. Genom att använda oss av öppna källor kan vi sprida informationen och vår analys vidare till berörda aktörer i Sverige och på så sätt höja den allmänna kunskapsnivån om frågorna. All statistik som presenteras i rapporten skall användas med försiktighet vad gäller absoluta siffror, det vi i första hand vill illustrera är vilka trender man kan utläsa.

Den här rapporten består i huvudsak av två delar, först en analys av omvärlden och konsekvenser för Sveriges försvars- och säkerhetsfrågor som återfinns i avsnitt 2 till 6, sen en del med fristående artiklar i olika relevanta ämnen som återfinns i avsnitt 7 till 8. De fristående artiklarna skall ses som fördjupningar och kan läsas helt fristående från första delen av rapporten.

Del 1: i avsnitt 2 *Aktuell omvärldsutveckling inom rymdområdet* beskrivs hur omvärlden agerar inom rymdområdet och vilka trender vi kan utläsa, i avsnitt 3 *Aktuella processer i Sverige* beskrivs relevanta processer för rymdfrågorna i Sverige, i avsnitt 4 *SWOT-analys* presenteras vår analys av styrkor, svagheter, möjligheter och hot, i avsnitt 5 *Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige* redovisas viktiga utmaningar ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv, samt i avsnitt 6 *Statistik* presenteras statistik över rymdområdet.

Del 2: i avsnitt 7 *Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram* görs en fördjupning av Rysslands rymdprogram och i avsnitt 8 *Fristående rymdartiklar* följer fyra kortare fördjupningsartiklar om rymdområdets utveckling i USA, global försvarsekonomi relaterat till rymd, EU:s rymdstrategi och till sist en artikel om pseudosatelliter.

² SWOT, *Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats*, på svenska: styrkor, svagheter, möjligheter och hot.

2 Aktuell omvärldsutveckling inom rymdområdet

För att bättre förstå rymdområdet och dess utveckling finns det ett antal aktuella faktorer man bör känna till som kan få konsekvenser för svenska försvars- och säkerhetsfrågor. Här beskrivs dessa översiktligt medan eventuella konsekvenser tas upp i avsnittet 5 *Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige*. Slutsatserna och bedömningarna i hela detta avsnitt är till stora delar baserade på avsnitt 6 *Statistik*. Omvärldsfaktorerna är följande:

- Implementeringen av EU:s rymdstrategi
- Kapacitetshöjning och modernisering hos Ryssland och Kina
- En eskalerande hotretorik i rymden
- Rymdpolicyförändringar i USA

2.1 Implementeringen av EU:s rymdstrategi

Den 26:e oktober 2016 presenterade kommissionen förslaget om en europeisk rymdstrategi *Space Strategy for Europe*.³ Enligt strategin fokuserar man på bland annat rymdindustrin, europeisk autonomi när det gäller tillgång till rymden samt att öka synergieffekterna mellan den civila och säkerhetsrelaterade sektorn, samt hoppas därmed på att fortsätta stärka Europas position som en global rymdaktör. Strategin nämner också ett antal utmaningar för den europeiska rymdsektorn. Däribland rymdskrotsproblematiken, negativa effekter från rymdväder samt ett ökat cyberhot mot rymdsystem. Något som fortfarande är oklart är hur EU:s rymdstrategi ska kopplas samman med försvarsfrågor och hur den diskussionen skall föras. Däremot är det högst sannolikt att den diskussionen kommer att påbörjas i närtid. En fördjupning i ämnet görs i avsnitt 8.3 *Europeiska kommissionens rymdstrategi*.

2.2 Kapacitetshöjning och modernisering hos Ryssland och Kina

Både Ryssland och Kina har fört en stark utvecklingsstrategi under 2000-talet och framförallt under de senaste tio åren. Ryssland har steg för steg moderniserat

³ Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions - Space Strategy for Europe, COM(2016) 705 final, 2016-10-26.

sin satellitflotta, framförallt satelliterna för underrättelse, övervakning och spaning⁴. De har numera ett fullt operativt satellitnavigationssystem, GLONASS, i paritet med GPS, deras uppskjutningsindustri har varit framgångsrik och de har haft en tydlig strategi med en ökande budget för varje år samt en president som har prioriterat rymdverksamheten. Sen 2014 har rymdverksamheten i Ryssland påverkats negativt av ett antal faktorer: sänkta oljepriser, sanktioner, svag valuta och problem med korruption. Kina har på samma sätt som Ryssland ökat sina investeringar varje år och har gått om Ryssland i antal operativa satelliter, det förefaller också som att investeringarna numera är högre än Rysslands i och med problemen i Ryssland sen 2014. Båda nationerna har även visat en teknisk mognad i och med sina manövrerande⁵ satellitsystem. Utvecklingen och moderniseringen hos både Ryssland och Kina har gått fort, så pass att USA numera offentligt uttrycker en rädsla av att bli omsprungna inom fem år. Läs mer om Rysslands rymdprogram i avsnitt 7 *Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram* och om USA:s satsningar i avsnittet 8.2 *USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation*.

2.3 En eskalerande hotretorik i rymden

Ryssland och Kinas manövrerande satellitsystem har både visat på en teknisk mognad men också rört upp en oro internationellt. USA konstaterar att deras beroende av rymdsystem är stort och att en motståndare med allra största sannolikhet kommer att attackera deras rymdarkitektur vid en konflikt. USA:s reaktion på detta är att till varje pris kunna försvara och skydda sina rymdsystem. I och med denna utveckling ser vi en eskalering av hotretorik i rymden, vi pratar inte längre om en militarisering av rymden utan en vapenisering⁶ av rymden som i värsta fall kan leda till att rymden blir den nya arenan för kris, konflikt och krigföring. Rymden har alltid varit ett område där ingen vill se en eskalerande konflikt, framförallt på grund av att det kan sluta med att det blir så mycket rymdskrot i banorna runt jorden att inget land längre kan använda sig av satelliter i något sammanhang. Här uppstår ett så kallat försvarsdilemma, med andra ord ett motsatsförhållande mellan nationellt försvar och nationell säkerhet. Om situationen blir så allvarlig att satellitbanorna inte längre kan användas på grund av en konflikt i rymden så kommer det i allra högsta grad påverka alla länder globalt och vår kapacitet att stärka säkerheten i landet på många olika nivåer i

⁴ ISR, *Intelligence Surveillance and Reconnaissance*, på svenska SÖR, Spaning, Övervakning och Rekognosering.

⁵ Här avses förflyttningar av satelliter som inte tillhör normala banjusteringar utan som genomförs för att manövrera närmare andra satelliter, i de fall dessa manövreringar utförs utan att man meddelar omvärlden om syftet så uppstår misstankar om att det handlar om fientliga avsikter.

⁶ På engelska *weaponisation*.

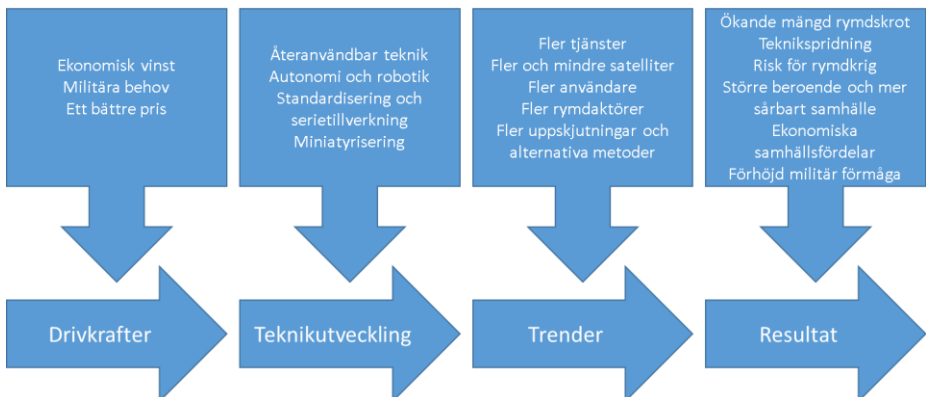
samhället. Den enda lösningen på den här situationen är att försöka förebygga den med diplomati och internationellt regelverk.

2.4 Rymdpolicyförändringar i USA

Investeringarna i USA:s totala rymdverksamhet har minskat de senaste tio åren, området har fått stå tillbaka på grund av ett fokus i USA på kriget mot terrorn. Trots detta är USA den stat som idag investerar överlägset mest i rymdverksamhet i förhållande till något annat land. Många röster i USA har dock uttryckt sin oro över att USA ändå hamnar efter, och med anledning av Rysslands och Kinas snabba utveckling verkar det nu hända en hel del saker i USA för att vända den negativa trenden. Framförallt har president Donald Trump visat att området nu ska prioriteras genom införandet av ett rymdråd i vita huset och en del förändringar har lagts fram som lagförslag. Amerikanska flygvapnet har också påbörjat en mer offensiv verksamhet för att kunna försvara sig i rymden. Framförallt har USA på allvar tagit tag i frågan om beroendet av ryska raketmotorer. Läs mer om den aktuella utvecklingen i USA i avsnitt 8.2 *USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation.*

2.5 Trender

I det här avsnittet berörs trender inom rymdområdet som framförallt bedöms som viktiga i ett försvars- och säkerhetsperspektiv. Illustrationen i Figur 1 är ett försök att förklara drivkrafter, teknikutveckling, trender och vad detta resulterar i.



Figur 1 Översiktlig beskrivning av rymdområdets drivkrafter, teknikutveckling, trender och resultat, framförallt ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv.

2.5.1 Drivkrafter

Drivkrafterna för den globala rymdverksamheten är i huvudsak tre: ekonomisk vinst, militära krav och behov samt ett bättre pris. Det går säkert att argumentera för andra drivkrafter men det är dessa tre som i huvudsak har gett upphov till teknikutvecklingen och trenderna som vi har identifierat som viktiga ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv. Med ekonomisk vinst avses det som driver den kommersiella rymdsektorn. Om den kommersiella rymdverksamheten inte var lönsam skulle den inte fortsätta utvecklas. Militära behov och krav har alltid drivit på utvecklingen inom rymdområdet både för att rymdsystem förstärker och kompletterar militär förmåga och för att de även tillför helt ny militär förmåga. För enkelhetens skull räknar vi in underrättelse- och säkerhetsområdet hit även då de oftast uppges som separata från det militära området. Ett bättre pris avser användarna, att köpa rymdtjänster eller att ta steget till att bli en rymdaktör måste vara kostnadseffektivt dvs. kostnaden måste vara acceptabel i förhållande till effekten man får ut av satellittjänsten eller -systemet. Att sänka kostnaden i alla olika skeenden av rymdverksamhet har generellt alltid varit en drivkraft men har framförallt blivit aktuellt i och med mindre satellitsystem och nya metoder för uppskjutning.

2.5.2 Teknikutveckling

Drivkrafterna ovan har resulterat i en intressant teknikutveckling inom rymdområdet, vi har valt att kategorisera dem enligt följande: återanvändbar teknik, autonomi och robotik, standardisering och serietillverkning, samt miniatyrisering. Återanvändbar teknik avser i första hand återanvändbara bärraketer som redan är en realitet men även tankarna på att framöver kunna byta ut komponenter eller nyttolaster på satelliter i bana runt jorden för att förlänga satellitens livstid. Detta är också sammanlänkat med autonomi och robotik vilket i första hand avser den teknik som krävs för att kunna manövrera satelliter i bana för att laga eller uppgradera andra satelliter, det avser också att kunna manövrera fram till andra satelliter i spaningssyfte och även i syfte att förstöra andra satelliters funktion. Det är också något som krävs för att kunna flyga en konstellation av satelliter i formation⁷, en teknik som redan demonstrerats exempelvis av Sverige⁸. Standardisering och serietillverkning avser olika initiativ till att utveckla standardkomponenter och standardmetoder i satellitutvecklingskedjan, både för att lättare kunna serietillverka satelliter och för att uppnå

⁷ Att använda en konstellation av satelliter har olika syften, det ger bättre täckning över jordytan, hela satellitsystemet blir inte lika sårbart, om de flygs i nära formation finns det möjligheter att distribuera ut olika funktioner på de enskilda satelliterna så att man exempelvis får en större sensor, osv.

⁸ Teknikdemonstratorn Prisma, 2016-09-23, <http://www.snsb.se/sv/Sverige-i-rymden/Svenska-satelliter/Robotsatelliterna-Prisma/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

snabbare utvecklingstid, från behov till färdig satellit, vilket också ökar möjligheten till att använda satelliter taktiskt. Detta är också något som redan finns implementerat, framförallt avseende så kallade CubeSats⁹. Det byggs för närvarande stora fabriker för att kunna serietillverka små satelliter för framtida stora kommersiella konstellationer. Miniaturisering är den teknik som används för att göra satelliter, delsystem och komponenter på satelliter mindre. Den utvecklingen har också bidragit till de så kallade CubeSats som idag används i stor utsträckning för många olika tillämpningar.

2.5.3 Trender

Som en följd av drivkrafterna och teknikutvecklingen som beskrivs ovan ser vi ett antal trender, som också är tydligt mätbara över tid, se avsnitt 6 *Statistik*. Trenderna är följande: ökande utbud av tjänster, fler och mindre satelliter, fler användare av rymdtjänster, fler rymdaktörer, fler uppskjutningar och fler alternativa metoder för uppskjutning. Att den kommersiella sektorn stadigt ökar är ett tydligt tecken på att satellittjänsterna utvecklas och efterfrågas mer och mer i samhället, detta avser både civil och militär användning. Det skickas upp fler och fler satelliter, både för att satelliterna blir mindre och billigare samt för att fler aktörer ger sig in i området. Satelliterna blir som sagt mindre och mindre och tekniken pressas hela tiden så långt det går för att uppnå maximal kostnadseffekt. I och med att tjänsterna och tillämpningarna blir fler blir det även fler användare, fler tjänster skapar även konkurrens vilket pressar priserna vilket gör det ännu mer tillgängligt för gemene man att nyttja olika satellittjänster. I och med att tekniken blir billigare och mer lättillgänglig ser vi även nya rymdaktörer varje år, både statliga och privata. Till sist och som en naturlig följd av ovanstående blir det fler och fler uppskjutningar, vi ser också fler olika alternativ till att placera ut satelliter i bana, speciellt anpassat för små satelliter och för att korta ner tiden mellan uppstått behov och levererad satellittjänst. Allt för att pressa priserna, vinna tid och uppnå bättre effekt.

2.5.4 Resultat av pågående trender

Drivkrafterna, tillsammans med teknikutvecklingen och de identifierade trenderna resulterar ironiskt nog i såväl positiva samhällseffekter som i risker för samhället. Effekterna vi har identifierat är framförallt de som är relevanta ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv:

- Ökande mängd rymdskrot

⁹ CubeSats är små satelliter som byggs upp av en eller flera kuber med storleken 10x10x10 centimeter, se What are SmallSats and CubeSats?, 2015-02-26, <https://www.nasa.gov/content/what-are-smallsats-and-cubesats> (uppslagsdatum 2017-12-06).

- Risk för rymdkrig
- Teknikspridning
- Större beroende och ett mer sårbart samhälle
- Ekonomiska samhällsfördelar
- Förhöjd militär förmåga och säkrare samhällen

Frågan om vilka konsekvenser det får för svenska försvars- och säkerhetsfrågor tas upp i avsnittet *4 SWOT-analys* och *5 Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige*.

Utmaningen med den ökande mängden rymdskrot är ett internationellt och globalt problem och kan på så sätt liknas med klimatfrågan. Situationen kommer troligtvis att förvärras framöver i och med planerna på enorma kommersiella satellitkonstellationer. Bara den senaste utvecklingen med alla små satelliter som redan har skjutits upp kan möjligtvis skapa problem. Det är framförallt ett problem eftersom nuvarande regelverk framförallt fokuserar på stater och inte på den kommersiella sektorn. Eftersom den kommersiella sektorn sannolikt kommer ha fler operativa satelliter än den statliga inom fem år måste regelverken troligen anpassas för att hantera de ökande kraven som kommer ställas på statlig kontroll och uppföljning av kommersiell rymdverksamhet.

Risken för en eskalerande konflikt i rymden är i dagsläget inte helt obefintlig. En eskalerande konflikt kan få samma katastrofala utgång som rymdskrotsproblemet men drivkraften är av annan karaktär och svårare att hantera. Att hantera frågan i FN har visat sig vara komplicerat och tidsödande samtidigt som utvecklingen i rymden delvis går i fel riktning. Ryssland, Kina och även USA har demonstrerat prov på att både skjuta ner satelliter och att kunna manövrera runt i rymden och spionera på andra satelliter.

Spridning av såväl kunskap som satellitteknik och bärraketeknik har nått alla kontinenter. Nya stater har tagit hjälp av etablerade rymdnationer eller den kommersiella sektorn för att bygga upp egen kunskap och färdighet. I och med utvecklingen av små billiga satelliter är det även möjligt för universitet och högskolor samt även privatpersoner att införskaffa tillräckligt med information för att utveckla en satellit. På samma sätt är det såklart möjligt för terrorister och likasinnade att göra samma sak.

Antalet satellittjänster och applikationer växer snabbt. Idag använder alla delar av samhället satellittjänster, allt fler myndigheter, kommuner, landsting, företag och privatpersoner gör sig mer och mer beroende av dessa tjänster, civilt som militärt. Fördelarna är många: samhället blir effektivare, Sverige sparar tid och pengar, vi får ett säkrare samhälle och vi får förbättrad militär förmåga med hjälp av dessa tjänster. Det blir också roligare och vår vardag som privatpersoner underlättas. Rymdstyrelsen har sammanställt tre publikationer som på ett bra sätt

tar upp exempel på hur det svenska samhället dagligen använder satellitkommunikation¹⁰, satellitnavigation¹¹ och satellitbilder¹². Den andra sidan av myntet är dock inte lika rolig, för det är uppenbart att Sverige också blir mer sårbart med ett ökande beroende av dessa tjänster, speciellt när vi inte själva äger satelliterna utan endast köper tjänster på kommersiell basis.

¹⁰ Alltid uppkopplad – satellitkommunikation gör det möjligt, 2016, Rymdstyrelsen.

¹¹ Navigera i vardagen – satelliterna visar vägen i samhället, 2015, Rymdstyrelsen.

¹² Med blicken mot jorden – satellitbilder för samhällsnytta och forskning, 2013, Rymdstyrelsen.

3 Aktuella processer i Sverige

Omvärldsanalysen i tidigare avsnitt beskriver var rymdområdet befinner sig just nu och en grov inriktning på var området är på väg, utifrån detta kan vi också identifiera de möjligheter och de risker som uppstår i och med den utvecklingen, vilket utvecklas vidare i avsnitt 4 *SWOT-analys*. En så kallad invärldsanalys innebär istället att vi studerar Sverige och belyser sådant som är relevant för rymdområdet på hemmaplan, eftersom det påverkar hur Sverige kan agera med omvärlden. Det finns ett antal olika arbeten och processer som är speciellt relevanta i sammanhanget rymd för försvar och säkerhet:¹³

- Försvarsstrukturutredningen
- Rymdutredningen
- Uppdrag om små satelliter från Esrange
- Försvarsmaktens rymdstrategi (remissutgåva)
- Regeringsbeslut om totalförsvarsplanering
- Budgetpropositionen
- Forskningspropositionen
- Försvarsforskningsutredningen
- Försvarsberedningen

I Försvarsstrukturutredningen 2011¹⁴ gjordes bedömningen att det finns en uppenbar risk att satsningarna på FoU (Forskning och Utveckling) inom försvarsområdet ligger på en oönskad låg, nära kritisk eller underkritisk, nivå, särskilt för vissa framtida centrala områden som exempelvis rymden.

År 2015 utkom Rymdutredningen¹⁵ med ett förslag till en svensk rymdstrategi. För att svensk rymdverksamhet skall kunna bedrivas utifrån medvetna och väl-analyserade beslut anser FOI att det är av största vikt att Sverige antar en svensk sammanhållen och långsiktig rymdstrategi.¹⁶ Målsättningen med den föreslagna strategin var att svensk rymdverksamhet ska bidra till tillväxt och ökad sysselsättning. Detta avspeglar det traditionella sättet att bedriva rymdverksamhet i

¹³ Alla relevanta arbeten och processer är säkerligen inte identifierade men detta ger ändå en bra bild över hur frågorna hanteras i Sverige.

¹⁴ Forskning och utveckling samt försvarslogistik – i det reformerade försvaret, Betänkande av Försvarsstrukturutredningen, Stockholm, 2011, SOU 2011:36.

¹⁵ En rymdstrategi för nytta och tillväxt – Betänkande av Rymdutredningen, Stockholm 2015, SOU 2015:75, ISBN 978-91-38-24339-8.

¹⁶ Remissvar gällande betänkandet En rymdstrategi för nytta och tillväxt (SOU 2015:75), 2016-01-26, FOI-2015-1860.

Sverige där drivkrafterna är civil rymdforskning och industriutveckling. Kopplingen till försvars- och säkerhetsfrågor görs genom att lyfta fram behovet av ökad civil-militär samverkan. Som en följd av Rymdutredningen pågår det just nu (hösten 2017) ett arbete på regeringskansliet kring en svensk nationell rymdstrategi.

Som ett resultat av Rymdutredningen har Rymdstyrelsen i samverkan med Rymdbolaget fått i uppdrag att undersöka om det finns affärsmässiga förutsättningar att i framtiden skicka upp små satelliter från Esrange. I uppdraget ingår att beakta möjligheter och begränsningar rörande Sveriges utrikes- och säkerhetspolitik samt totalförsvaret.^{17, 18}

Hösten 2015 skickade Försvarsmakten ut en rymdstrategi på remiss¹⁹ som skulle gälla för perioden 2015-2025. I den föreslagna strategin uppges det att den ska ligga till grund för att resursekonomiskt kunna erhålla önskad effekt från rymdbaserade system. Den behandlar både operativt nyttjande av rymdbaserade tjänster samt forskning och teknikutveckling. Framförallt presenterar den Försvarsmaktens prioriteringar inom rymdområdet. Strategin har inte fastställts eller publicerats efter remissrundan.

Den 10 december 2015 tog regeringen ett beslut om återupptagen totalförvarsplanering. Totalförsvaret är den verksamhet som behövs för att förbereda Sverige för krig. Totalförsvaret består av ett militärt försvar och ett civilt försvar. Det militära försvaret upprätthålls och utvecklas av Försvarsmakten med hjälp av stödmyndigheter. Det civila försvaret består av den verksamhet som krävs för att samhället ska kunna hantera situationer då beredskapen höjs. De som har ansvar för den verksamheten är statliga myndigheter, kommuner, landsting, privata företag och frivilligorganisationer.²⁰ Totalförsvaret kommer med högsta sannolikhet att använda sig av satellittjänster på många olika sätt.

I Budgetpropositionen 2017²¹ under utgiftsområde 16 *Utbildning och universitetsforskning/9 Politikens inriktning/9.5.3 Rymdforskning och rymdverksamhet* lyfts det fram att rymdverksamhet idag är av strategisk betydelse för samhället. Det står särskilt att:

¹⁷ Uppdrag till Rymdstyrelsen om små satelliter från Esrange, 2017-09-21, <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/09/uppdrag-till-rymdstyrelsen-om-sma-satelliter-fran-esrange/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹⁸ Regeringsbeslut III:3 Regleringsbrev för budgetåret 2017 avseende Rymdstyrelsen, 2017-09-21, U2017/03743/F.

¹⁹ Remiss avseende Försvarsmaktens rymdstrategi, 2015-09-11.

²⁰ Totalförsvaret – igår, idag och imorgon, 2017-06-01, <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/forsvarsberedningen/seminarium-totalforsvaret--igar-idag-och-imorgon/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

²¹ Regeringens proposition 2016/17:1 Budgetpropositionen för 2017 Förslag till statens budget för 2017, finansplan och skattefrågor, Stockholm, 2016-09-14.

”De senaste årens försämrade omvärldssituation har aktualiserat behovet av att även hantera de utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska aspekterna inom rymdverksamheten. Utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska aspekter bör därför i ökad utsträckning beaktas av samtliga aktörer. Likaledes måste den säkerhetspolitiska utvecklingen i Europa i stort, och i Sveriges närområde i synnerhet, tas i beaktande vid samarbeten inom rymdområdet. Regeringen föreslår därför en satsning på rymdforskning och rymdverksamhet.

För att stärka rymdforskning och rymdverksamhet beräknar regeringen att Rymdstyrelsens forskningsanslag bör öka med totalt 40 miljoner kronor 2018 och 2019.

Regeringen beräknar därför att Rymdstyrelsens forskningsanslag bör öka med 25 miljoner kronor 2018 och att anslaget bör öka med ytterligare 15 miljoner kronor 2019 för detta ändamål.”

Under 10 Budgetförslag/10.3.4 3:4 Rymdforskning och rymdverksamhet beskrivs ändamålet med anslaget:

”Anslaget får användas för utgifter för stöd till forskning och utveckling inklusive industriutvecklingsprojekt och fjärranalys inom nationella och internationella samarbeten. Anslaget får även användas för utgifter för information om rymdforskning och rymdverksamhet. Anslaget får användas för utgifter för statsbidrag för verksamhet vid Esrange...”

Motiveringen med utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska aspekter har inte fått genomslag av konkret karaktär i anslaget 3:4, då ändamålet med anslaget inte har ändrats i jämförelse med föregående år. Motiveringen återfinns inte heller i Rymdstyrelsens regleringsbrev.²² Under avsnittet *Regeringens överväganden* hänvisas det sedan till Forskningspropositionen 2016.²³ Forskningspropositionen presenterar regeringens syn på forskningspolitikens inriktning i ett tioårigt perspektiv. Samma motivering som ovan upprepas i Forskningspropositionen 2016. Det är tydligt att satsningarna framöver kanaliseras via Utbildningsdepartementet, det är därmed inte uppenbart hur aspekterna av utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska inom rymdverksamheten kommer att hanteras.

²² Detta är också Rymdstyrelsens uppfattning, enligt e-postkorrespondens mellan FOI och Rymdstyrelsen, 2017-11-28.

²³ Regeringens proposition 2016/17:50 Kunskap i samverkan – för samhällets utmaningar och stärkt konkurrenskraft, Stockholm, 2016-11-24.

I Budgetpropositionen 2018²⁴ används samma motivering som året innan och ändamålet är detsamma. Det finns ett särskilt avsnitt om att regeringen uppmärksammar utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska aspekter genom att de under 2016 har påbörjat ett arbete i syfte att stärka regeringens styrning för att öka medvetenheten om dessa aspekter av verksamheten hos statliga aktörer med rymdrelaterad verksamhet. Det är inte uppenbart varför gränsen dras vid *statliga* aktörer med rymdrelaterad verksamhet.

I Försvarsforskningsutredningen från 2016²⁵ tas det upp att Försvarsmakten har fört fram behov av nya eller utökade satsningar inom bland annat området rymdrelaterade förmågor. Detta konkretiseras i utredningen genom exempel på framtida forskningsområden: robusthetshöjande teknik för satellitkommunikation, metoder och utrustning för egen signalspaning mot, och störning av, satellitkommunikation samt utveckling av egen satellitbaserad signalspaningsförmåga och satsningar för att säkerställa användningen av robusta navigerings- och positioneringstjänster för befintliga och nya plattformar. Till detta följer en fotnot för att belysa att frågorna även hanteras i andra sammanhang:

”Utredningen noterar att regeringen i budgetpropositionen för 2017 framhåller att den försämrade omvärldssituationen aktualiserar behovet av att beakta utrikes- försvars- och säkerhetspolitiska aspekter i rymdverksamheten och att regeringen därför föreslår ökning av Rymdstyrelsens forskningsanslag med 40 miljoner kronor årligen.”

I början på 2017 startade arbetet med Försvarsberedningen. Senast den 14 maj 2019 ska beredningen lämna en försvars- och säkerhetspolitisk rapport till regeringen. Rapporten kommer att vara ett viktigt underlag inför nästa försvarsbeslut 2020. Försvarsberedningen hanterar exempelvis den fortsatta inriktningen för totalförsvaret och en bedömning av den säkerhetspolitiska utvecklingen.²⁶ Försvarsmakten och FOI har fått i uppgift av Försvarsdepartementet att lämna ett underlag som beskriver den försvars- och säkerhetspolitiska utvecklingen. I FOI:s underlag²⁷ så beskrivs bland annat rymdområdets utveckling och konsekvenser för Sverige, som är desamma som de som presenteras i den här rapporten.

²⁴ Regeringens proposition 2017/18:1 Budgetpropositionen för 2018 Förslag till statens budget för 2018, finansplan och skattefrågor, Stockholm, 2017-09-14.

²⁵ Forskning och utveckling på försvarsområdet, Betänkande av Försvarsforskningsutredningen, Stockholm 2016, SOU 2016:90.

²⁶ Försvarsminister Peter Hultqvist återstartar Försvarsberedningen, 2017-01-09, <http://www.regeringen.se/artiklar/2017/01/forsvarsminister-peter-hultqvist-aterstartar-forsvarsberedningen/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

²⁷ FOI:s underlag inför nästa försvarspolitiska inriktningsbeslut, 2017-02-23, FOI-2016-1544:2.

3.1 Sammanfattning

Det är tydligt att det numera finns en ökad medvetenhet om de utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska aspekterna inom rymdområdet i Sverige. Frågorna är aktuella och förs fram i flera politiska processer. Det är inte lika uppenbart vilka konkreta frågor som ingår i dessa aspekter och hur de ska hanteras framöver. Vi hoppas att analysen i avsnitt 5 *Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige* kan utgöra ett stöd i identifieringen av frågorna, både hos Regeringskansliet och hos berörda myndigheter.

4 SWOT-analys

Hittills har vi beskrivit hur omvärlden agerar inom rymdområdet med fokus på försvars- och säkerhetsfrågor, detta ger upphov till ett antal utmaningar och ibland är det mer eller mindre uppenbart hur dessa utmaningar kan hanteras. Vi har även berört viktiga processer i Sverige som påverkar vår förmåga att bemöta dessa utmaningar. I detta avsnitt konkretiserar vi detta genom att göra en enkel SWOT²⁸-analys. Det innebär att vi gör ett första försök till att identifiera styrkor, svagheter, möjligheter och hot, baserat på både omvärlds- och invärldsanalysen ovan. Vi gör inte anspråk på att detta är en fullständig identifiering utan det är baserat på det arbete som bedrivs på FOI. Det finns ingen värdering utförd i form av prioriteringar. Man bör även ha i åtanke att exempelvis en identifierad svaghet ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv inte nödvändigtvis är en svaghet ur ett annat perspektiv.

4.1 Styrkor

- Sverige har stor kunskap och erfarenhet hos rymdindustrin för att utveckla delsystem till satelliter och bärarketer, samt även hela satellitsystem.
- Sverige har internationellt erkänd akademisk forskning inom rymdområdet.
- Sverige har ett säkrare samhälle och förstärker militär förmåga via nyttjandet av satellittjänster.
- Sverige är engagerat i internationella forum för att säkerställa att rymdens säkerhetsarkitektur förblir tillgänglig framöver. Sverige försöker även påverka reglering mot vapenutplacering och upprustning i rymden.
- Sveriges geografiska läge ger en rad fördelar i rymdsammanhang som kan nyttjas i internationella samarbeten, exempelvis kan vi övervaka och kommunicera med majoriteten av de satelliter som går i polära banor.

4.2 Svagheter

- Sverige är sårbart i och med ett beroende av rymdtjänster både för samhällsfunktioner och säkerhets- samt försvarssystem.

²⁸ SWOT, *Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats*, på svenska: styrkor, svagheter, möjligheter och hot.

- I Sverige hanteras rymdfrågor främst utifrån ett forsknings- och näringspolitiskt perspektiv. Kunskapen om försvars- och säkerhetsaspekter inom rymdområdet är begränsad på politisk nivå men även hos flera berörda myndigheter. Beslut om svensk rymdverksamhet på politisk nivå har begränsad koppling till försvars- och säkerhetsaspekter.
- Sverige har sålt ut de tre största aktörerna inom rymdområdet till utlandet, Rymdbolaget-OHB, Volvo Aero-GKN, Saab Ericsson Space-RUAG Space.
- Sverige har begränsad operationell rymdlägesbild.
- Rymdverksamhet i Sverige skall, enligt regelverk, bedrivas transparent och med förtroendeskapande åtgärder. Medvetenheten om detta är låg.
- De svenska statliga satelliterna används endast för civil forskning.

4.3 Möjligheter

- Teknikutvecklingen (exempelvis miniatyrisering) leder till billigare satellitsystem som skulle kunna nyttjas för både försvars- och säkerhetsfrågor i Sverige, inte bara operativt utan även för en förstärkt FoU.
- Fler kommersiella tjänster med bättre kvalitet blir tillgängliga, exempelvis bättre upplösning, mer bandbredd etc. vilket kan nyttjas inom svenska försvars- och säkerhetssektorn.
- En egen nationell förmåga till uppskjutning av små satelliter från Esrange ger större möjligheter för Sverige att skicka upp satelliter utan ett beroende av och framförallt utan insyn av andra länder.
- EU:s rymdstrategi kommer ligga till grund för kommande diskussioner om hur EU:s satellitsystem kan användas för försvar och säkerhet, det är även troligt med diskussioner om eventuella europeiska militära satellitsystem, här har Sverige en möjlighet att ställa krav och få tillgång till en eventuell stärkt militär kapacitet.
- Risker och möjligheter kopplade till försvar och säkerhet i Sverige skulle på ett mer systematiskt sätt kunna både driva och långsiktigt inrikta svensk rymdverksamhet och internationella rymdsamarbeten.
- Det finns möjligheter med att koordinera och förstärka försvarsforskningen inom rymdområdet, både genom breddning och genom fördjupning. Det finns även möjligheter till att stärka samverkan mellan civil och militär rymdforskning där så är lämpligt.
- Det finns förutsättningar i Sverige för att bygga upp en akademisk kunskap via civil-militär samverkan kring rymdskrotsproblematiken.

- Sverige har förutsättningar i form av kunskap och resurser (myndigheter och infrastruktur) för att bygga upp en nationell rymdlägesbild.

4.4 Hot

- USA, Ryssland och Kina har ökat sin hotretorik och påbörjat ASAT-program samt även testat ASAT-förmåga i rymden. Detta har redan bidragit till mer rymdskrot och en begynnande upprustning i rymden. Detta kan bidra till att rymden kan komma att bli nästa konfliktområde.
- Ökande mängd rymdskrot, både på grund av ASAT-tester men även på grund av en ökad rymdaktivitet med fler aktörer (teknik- och kunskaps-spridning) i rymden och fler satelliter. Även teknikutvecklingen i form av miniatyrisering har lett till fler satelliter i bana.
- Andra aktörer ökar sin militära förmåga med hjälp av satellittjänster, både via egna system men även via kommersiella tjänster. Detta kan även gälla mindre grupper som rebell- och terroristgrupper. Hot mot svensk säkerhet ökar därmed.
- Tillgången till rymden säkras genom fler självständiga nationella bäraketprogram, Iran och Nordkorea har numera uppskjutningskapacitet. Pakistan och Turkiet har pågående program under utveckling. Samma teknik som används för att skjuta upp satelliter kan även användas för att skjuta upp ballistiska robotar.
- Ryssland och Kina är världens näst största rymdaktörer och de satsar starkt på att utveckla sina militära förmågor med hjälp av satellitsystem och -tjänster vilket ger dem ett informationsöverläge.
- De stora planerade kommersiella satellitkonstellationerna kan komma att realiseras inom en tioårsperiod, det kommer påverka utmaningarna med ökande rymdskrot och även hur frekvensallokering ska hanteras.
- Snabb kommersialisering, inom tio år kommer den privata sektorn äga fler satelliter i bana runt jorden än de stora rymdnationerna. Detta kommer att påverka riktlinjer och avtal som nu tas fram mellan stater i större sammanhang som inom FN, EU och NATO.
- Satelliter kan ha dubbla användningsområden vilket skapar en osäkerhet om vad satelliterna används till, bedömningar av andra staters förmåga kan bli felaktig.

5 Diskussion och slutsatser - utmaningar för Sverige

Här sammanfattas de utmaningarna som vi har identifierat baserat på SWOT-analysen ovan, både genom att studera varje punkt för sig men även genom att göra en korskoppling dem emellan. Utmaningarna nedan beskrivs med följande frågeställningar som grund:

- Hur ska Sverige agera för att bibehålla och förbättra styrkor?
- Hur ska Sverige agera för att minimera eller eliminera svagheter?
- Hur ska Sverige agera för att ta tillvara på möjligheter?
- Hur ska Sverige agera för att förebygga och neutralisera riskerna och hoten?

Det som följer presenteras inte i någon särskild ordning utan representerar i stort sådant som berör svenskt försvar och nationell säkerhet relaterat till rymd-området.

5.1 Organisation och ansvar

Rymdverksamhet bedrivs globalt i fyra olika sektorer: den civila, den kommersiella, den militära och underrättelsesektorn. Drivkrafterna för svensk rymdverksamhet har historiskt varit civil rymdforskning och kommersiella intressen dvs. industriutveckling. Idag har Sverige därför en konkurrenskraftig rymdindustri med lång erfarenhet och en internationellt etablerad rymdforskningsverksamhet. Sverige har inte historiskt bedrivit rymdverksamhet i någon större utsträckning i de andra två sektorerna avseende forskning, utveckling eller operativ rymdförmåga. Däremot finns det en erfarenhet av att som användare nyttja satellittjänster. I och med att omvärldens agerande avseende rymdfrågor förändras och ger upphov till ett antal möjligheter och hot har det uppstått ett antal utmaningar som därför är svåra att hantera ur ett svenskt perspektiv. De är svåra att hantera därför att kunskapen om och förståelsen för utmaningarna är begränsad hos de flesta berörda aktörer. Det är positivt att det på senare år finns en ökad medvetenhet för frågorna, detta ger framförallt bättre förutsättningar i arbetet framöver. Att kunskapen är begränsad följer av att det inte historiskt har bedrivits någon större verksamhet eller forskning och utveckling relaterat till detta annat än på en övergripande nivå. Det kompliceras ytterligare av att många av utmaningarna kräver samarbete och samverkan över olika gränser, exempelvis mellan civila och militära myndigheter samt mellan olika departement. Detta gör det också svårare att se helheten som behövs för att kunna göra prioriteringar. Ett sätt att hantera frågorna framöver skulle kunna vara

genom att skapa en referensgrupp eller liknande med representanter från alla berörda departement och myndigheter som kan stötta olika relevanta processer med beslutsunderlag, till exempelvis inför forskningspropositionen, budgetpropositionen, Försvarsberedningen, framtagandet av en rymdstrategi osv. Referensgruppen skulle även kunna användas som stöd för att identifiera vilka frågor som är aktuella att hanteras på både kort och lång sikt.

5.2 Behovet av en svensk försvars- och säkerhetsstrategi

I Rymdutredningen tar man försiktigt upp försvars- och säkerhetsaspekterna inom rymdområdet. Det är positivt eftersom det är första gången dessa aspekter berörs offentligt i ett politiskt sammanhang i Sverige. Problemet är att frågan inte reds ut ordentligt. Betänkandet kommer en bit på vägen och föreslår en ökad civil-militär samverkan. Betänkandets förslag till en svensk sammanhållen rymdstrategi saknar dock drivkrafter och målsättningar relaterat till militär förmågeutveckling och nationell säkerhet. Förslaget är skrivet med civila och kommersiella drivkrafter och målsättningar. Detta är framförallt problematiskt om betänkandet används för att utforma en svensk sammanhållen rymdstrategi eftersom betänkandet saknar väsentliga delar om försvarsfrågor och samhällets säkerhet. Den nationella rymdstrategin skulle tydligare än vad som framkommit i utredningens förslag kunna koppla an till alla fyra sektorer genom att staka ut hur Sverige kan bibehålla och utveckla befintliga styrkor i sin rymdverksamhet, samt föreslå hur försvars- och säkerhetspolitiska aspekter av utvecklingen i högre grad ska kunna beaktas som komplement till och förstärka närings- och utbildningsaspekterna samt tvärtom. En svensk sammanhållen rymdstrategi skulle exempelvis kunna hantera de utmaningar som identifieras i den här rapporten. Vi menar därför att det behövs en övergripande försvars- och säkerhetsstrategi för rymdområdet i Sverige, i denna kan det finnas inriktningar, prioriteringar, målsättningar och ansvar för alla berörda totalförsvarsmyndigheter. Den skulle kunna inkludera alla relevanta operativa myndigheters behov, kopplingar till materielförsörjning, regelverk och tillstånd, exportfrågor, utbildningsbehov samt inriktning på forskning och teknikutveckling inom försvars- och säkerhetsområdet. Notera att vi inte avser en försvarsmaktsstrategi utan en strategi som spänner över alla verksamheter med bäring på försvars- och säkerhetsfrågor. Strategin kan antingen vara fristående som ett komplement till en civil rymdstrategi eller utformas som en del av en sammanhållen svensk rymdstrategi tillsammans med de civila och kommersiella bitarna.²⁹

²⁹ Lindström och Rydqvist, (2017). Särtryck ur strategisk utblick 7 - Behovet av en svensk försvars- och säkerhetsstrategi för rymden, FOI, Stockholm. FOI Memo 6176.

5.3 Förstärkt försvarsforskning och teknikutveckling inom rymdområdet

Den omvärldsbevakning och –analys inom rymdområdet som bedrivs inom Försvarsmaktens FoT-verksamhet är en förutsättning för att förstå och bedöma omvärldens utveckling och påverkan på Sverige och Försvarsmakten. Det finns stora möjligheter med att både koordinera och förstärka försvars- och säkerhetsforskningen inom rymdområdet, både genom breddning och genom fördjupning. Inte minst för att bättre förstå riskerna och möjligheterna inom området, exempelvis för att kunna ta väl avvägda beslut inför eventuella internationella rymdsamarbeten, inför riskbedömningar och hot mot Sverige samt för egna svenska militära rymdsatsningar. Förslag finns konkretiserade i Försvarsforskningsutredningen. Det finns även möjligheter till att stärka samverkan mellan civil och militär rymdforskning samt teknikutveckling där så är lämpligt. Försvarsmaktens rymdstrategi skulle kunna ge en bra inriktning för den fortsatta försvarsforskningen inom rymdområdet.

5.4 Vad vill Sverige med EU:s rymdstrategi?

Som medlemsland måste Sverige förhålla sig till EU:s rymdstrategi och vi kan välja att antingen avvakta och låta de stora rymdaktörerna styra och inrikta eller så kan vi välja att påverka policyutvecklingen utifrån de behov och kravställningar Sverige har, både avseende försvars- och säkerhetsfrågor. Men det förutsätter också att vi har identifierat våra behov och krav. Det finns en möjlighet att proaktivt ta ställning i olika frågor så vi står beredda när diskussionerna påbörjas i Bryssel. Det handlar exempelvis om bedömningar och ställningstaganden om och hur vi kan använda EU:s civila satelliter för totalförsvaret eller om EU bör utveckla militära satellitprogram, om EU skall sträva efter att vara en rymdmakt som påverkar den globala rymdsektorn, samt om EU skall vara oberoende andra stater för tillgång till rymden. Framförallt handlar det om att se till att vi får ut det vi behöver av medlemskapet och att vi identifierar på vilket sätt Sverige kan bidra på ett bra sätt som är i linje med vår egen övergripande strategi.

5.5 Informationsöverläge eller –underläge

Den kapacitetshöjning och modernisering av satellitsystem som har skett under de senaste tio åren hos Ryssland och Kina, samt även hos andra aktörer, innebär framförallt att de har ett starkare informationsöverläge. Ryssland har tillgång till såväl högupplösta satellitbilder och signalspaningsinformation över Sverige som förvarningssystem för ballistiska robotar. Riskerna med detta bör framförallt tas med i svensk försvarsplanering då det i allra högsta grad påverkar allt ifrån

strategiska planer till soldaters uppträdande på marken. Ett sätt till att försöka kontrollera situationen är att bygga upp förmågan till att övervaka rymden dvs. att ha koll på vilka satelliter som flyger över svenskt territorium och vilken kapacitet och förmåga de tillför hos en eventuell motståndare. Detta görs idag bland annat inom Försvarsmaktens FoT-verksamhet. Det skulle vara till nytta att bygga upp en djupare teknisk kunskap om olika satellitsystem och om vad de tillför för militär förmåga hos motståndare i olika scenarier.

5.6 Konflikter och rustningskontroll i rymden

Den eskalerande hotretoriken som förs, framförallt mellan USA och Ryssland samt Kina, påverkar inte bara svenskt försvar utan även svensk säkerhet. Skulle en konflikt i rymden uppstå skulle det kunna resultera i en katastrofal mängd rymdskrot. I värsta fall går det att likna vid naturkatastrof, fast i rymden och skapad av människan. Tillgången till rymdbaserade tjänster skulle i så fall med största sannolikhet påverkas negativt, fördyras och i vissa fall helt utebli. Förutom rymdskrotsproblematiken skulle en konflikt som startar i rymden vara både oförutsägbar och svårhanterad. Det saknas exempelvis i många avseenden transparens (se avsnitt ovan om rymdlägesbild) och regelverken är otydliga såväl som oprövade. Det är också så att många av de mekanismer som dämpar konflikter på marken inte är lika effektiva i rymden. Konflikter med ursprung i rymden riskerar därmed att sprida sig till marken. Ett konfliktscenario är inte längre osannolikt och den pågående eskaleringen måste motverkas genom diplomatiska kanaler, stärkta internationella regelverk och förtroendeskapande åtgärder i rymden. Med tanke på omfattningen och konsekvenserna av ökande rymdskrot vore det också lämpligt att på nationell nivå bygga upp kunskap kring rymdskrotsproblematiken.

5.7 Balans mellan effekt och sårbarhet

Sverige har ett säkrare samhälle och ett effektivare försvar via nyttjandet av rymdtjänster. Med fler tjänster blir samhället och försvaret mer beroende av satellittjänster. Med beroendet följer även ett mer sårbart samhälle och försvar. De risker och sårbarheter som finns bör identifieras och så långt det går åtgärdas eller elimineras med syfte att skapa en balans mellan den effekten man vill uppnå och hur sårbar man kan vara. Det kan handla om att ha reservplaner och -system eller att överhuvudtaget inte förlita sig på kommersiella satellittjänster i en kris-situation eller vid förhöjd beredskap och krig. Detta bör särskilt koppla till uppbyggnaden av totalförsvaret.

5.8 Svenska små satelliter för försvar och säkerhet

Sverige kan bygga satelliter, vi kommer eventuellt inom en snar framtid kunna skjuta upp små satelliter från Sverige, tekniken blir billigare för varje år. Detta ökar möjligheten till många olika försvars- och säkerhetstillämpningar som skulle kunna undersökas närmare med små satelliter. Några exempel är olika sensorer, telekrigstillämpningar, rymdlägesbild, kommunikation, artificiell intelligens, cyberhot och så vidare. Det vore därför fördelaktigt att genomföra en förstudie kring att använda små satelliter i forskningssyfte för försvars- och säkerhetstillämpningar. Det som är nackdelen framöver är att vi har sålt ut svenskt industrikunnande till utlandet, de tre stora aktörerna (Rymdbolaget-OHB, Volvo Aero-GKN, Saab Ericsson Space-RUAG Space) har numera utländska ägare. Detta kan komma att bli ett problem om vi hamnar i ett läge där exempelvis försvarssekretess ska hanteras.

6 Statistik

I det här avsnittet presenteras statistik som ligger till grund för analysen och slutsatserna i föregående avsnitt.

6.1 Global rymdekonomi

Det är en närmast omöjlig uppgift att göra en helt korrekt bedömning av hela världens rymdekonomi. En uppskattning över tid, och i detta fall under flera år, ger emellertid en indikation på inriktning av trender, både vad gäller den globala kommersiella rymdsektorn som den statliga.

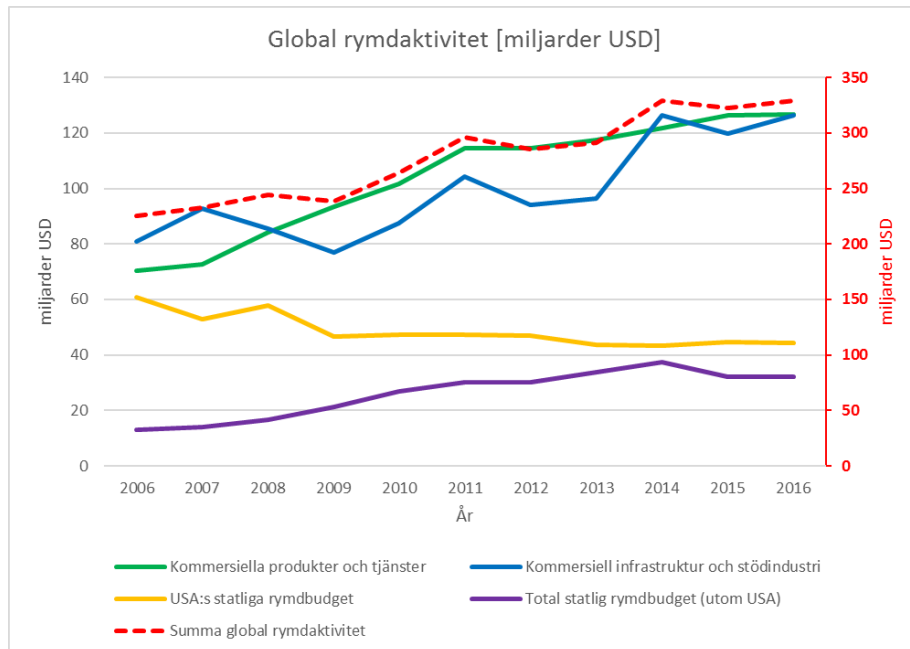
Den icke vinstdrivande organisationen The Space Foundation i USA står bakom skriften *The Space Report* som har getts ut under de senaste 12 åren (2006-2017). I denna skrift publiceras en sammanställning av den globala rymdekonomin. De använder i sin tur ett antal olika källor, såväl andra icke vinstdrivande organisationer (exempelvis Eurospace) och organisationer som företräder industrin (exempelvis SIA, Satellite Industry Association) som information från statliga rymdorganisationer (exempelvis årsrapporter).

I Figur 2 på den högra axeln i rött och den streckade linjen i rött ses utvecklingen av den totala rymdekonomin mellan 2006 och 2016, baserat på information från *The Space Report*. Om utvecklingen framöver följer samma linjära trendlinje som under dessa tio år kommer den globala rymdekonomin i princip ha dubblerats inom fem år sen 2006. I figuren så är den totala siffran för global rymdekonomi uppdelad på fyra olika poster och dessa skall avläsas på den vänstra axeln i figuren:

1. Kommersiella produkter och tjänster (grön linje). Hit hör produkter och tjänster som går att köpa på en öppen marknad: satellit-tv/radio, satellit-kommunikation (för tal/video/dataöverföring), jordobservation (satellitbilder) och satellitnavigationstjänster.
2. Kommersiell infrastruktur och stödindustri (blå linje). Den här delen avser istället allt som härrör från utveckling av satelliter och bärarketer, uppskjutning av satelliter och drift av satelliter, enkelt förklarat kostnader relaterat till den hårdvara som är kopplat till både mark- och rymdsegmentet. Till denna del hör även försäkringar.
3. USA:s statliga rymdbudget (gul linje). Avser både den civila och den militära statliga rymdverksamheten i USA.
4. Global statlig rymdbudget, utom USA, (lila linje). Avser både den civila och den militära statliga rymdverksamheten i alla andra rymdaktiva

länder, förutom USA:s del. Här ingår även de europeiska satsningarna inom EU, ESA³⁰ och EUMETSAT³¹.

5. Trenden för dessa fyra delar beskrivs djupare i följande avsnitt.



Figur 2 Utvecklingen av den globala rymdekonomin under tio år (2006-2016) i miljarder USD. Total global rymdaktivitet på höger axel (röd). På vänster axel: kommersiella produkter och tjänster (grön), kommersiell infrastruktur och stödindustri (blå), USA:s statliga rymdbudget (gul), samt total statlig rymdbudget exkl. USA (lila). Källa *The Space Report*³².

6.1.1 Global kommersiell rymdekonomi

Det är framförallt den kommersiella sektorn som utgör den största delen av den globala rymdekonomin. Denna sektor växer snabbt och en liknande tillväxt framöver som under de senaste tio åren är högst sannolik. Tillväxten kan till största del härledas till försäljning av markbaserad utrustning och tillhörande tjänster för satellit-tv/radio, satellitkommunikation och framförallt

³⁰ ESA, European Space Agency.

³¹ EUMETSAT, European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites.

³² The Space Report Online The Authoritative Guide to Global Space Activity, <https://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

satellitnavigation, exempelvis satellitnavigationsmottagare. Intäkterna från kommersiella uppskjutningar är låga i förhållande till ovanstående, under 2016 utgjorde de inte ens 2 % av delsektorn *kommersiell infrastruktur och stödindustri* (punkt 2 ovan). Den snabbaste utvecklingen pågår i delsektorn *kommersiella produkter och tjänster*, redan i år, 2017, kommer den ekonomiska nivån troligen ha dubblats i jämförelse med nivån 2006. Vad gäller delsektorn *kommersiell infrastruktur och stödindustri* kommer det troligen att ta ytterligare fem till tio år för en dubbling av ekonomin, med antagandet att utvecklingen fortsätter i samma takt. Om de olika planerade stora kommersiella konstellationerna för satellitkommunikation och-internet realiserar är det möjligt att trenden för hela kommersiella sektorn ökar mer än linjärt. Även om de kommersiella uppskjutningarna kommer att öka framöver så är det tveksamt om de kommer att ha någon signifikant påverkan på totala ekonomiska trenden för sektorn.

På tio år (2006-2016) har den kommersiella sektorn (dvs. både punkt 1 och 2 ovan) ökat i förhållande till den statliga sektorn (punkt 3 och 4 ovan), det exakta förhållandet är svårt att uttala sig om i och med att det finns osäkerheter i USA:s satsningar på de militära delarna, detta kommenteras i nästa avsnitt, men oavsett detta ses en relativ ökning av den kommersiella sektorn gentemot den statliga.

6.1.2 USA:s statliga rymdekonomi

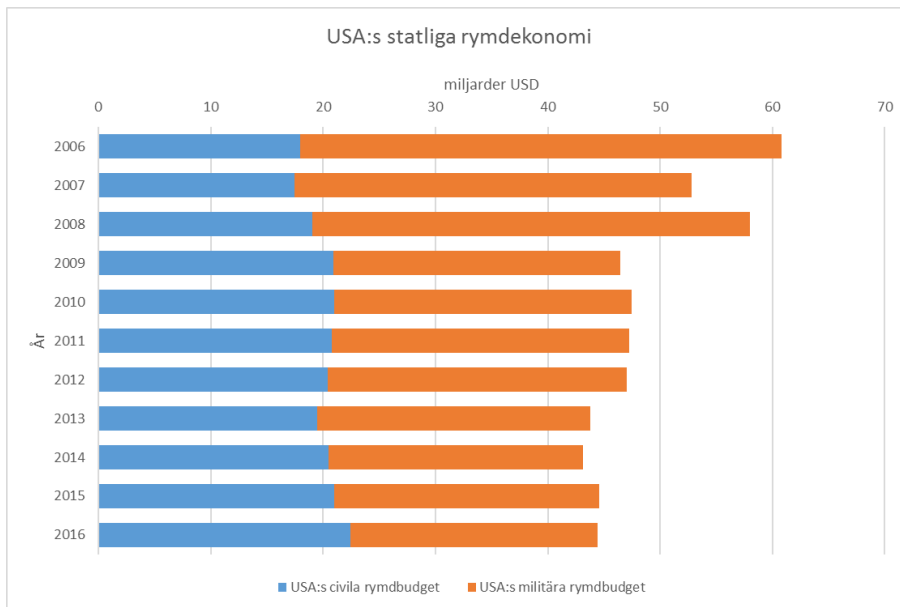
USA är det land som investerar betydligt mer i rymdverksamhet än något annat land. Enligt Figur 2 utgör USA:s investeringar (gul linje) fortfarande mer än summan av vad alla andra länder (lila linje) tillsammans investerar i statlig rymdverksamhet.

Figur 3 illustrerar förändringen i USA:s statliga rymdekonomi under dessa tio år (2006-2016). Den civila satsningen har succesivt ökat, närmare bestämt med totalt ca 5 miljarder USD. Detta motsvarar runt 5 miljarder SEK per år vilket är en betydande summa. Däremot har den militära satsningen, enligt dessa uppgifter, reducerats betydligt, till nästan hälften på tio år. Förhållandet mellan civil och militär satsning under 2006 var respektive ca 30 % och 70 %. Tio år senare så är förhållandet ca 50/50. Det finns dock skäl att misstro siffrorna om USA:s militära satsning, dessa redovisas nämligen uppdelat i separata poster till och med år 2008 på:

- Försvarsdepartementet (DoD)
- Missile Defence Agency (MDA)
- National Reconnaissance Office (NRO)
- National Geospatial-Intelligence Agency (NGA).

Men från och med 2009 upphörde denna redovisning och det enda som redovisas är en summa för DoD och då uppges det även att NRO och NGA är en del av den

uppskattade siffran (MDA nämns inte alls längre). Den uppskattade siffran är också betydligt lägre än innan. Detta lämnar oss med två alternativ. Antingen är siffrorna för 2006-2008 felaktiga och för högt skattade i förhållande till 2009. Alternativt så uppges en missvisande siffra mellan 2009 och 2016 som då helt enkelt saknar uppgifter för NRO och NGA och endast redovisar den för DoD. Det troligaste är att uppskattningen mellan 2006-2008 är den felaktiga, det stärks av att studera siffrorna för relationen mellan civila och militära satelliter, se Figur 13 i kommande avsnitt. Det man trots detta kan utläsa av siffrorna är en negativ trend för de statliga militära satsningarna mellan 2009 och 2016 på totalt ca 3,5 miljarder USD. Detta motsvarar ca 5 miljarder SEK per år, vilket i princip är samma som man har ökat den civila satsningen med. Den negativa trenden för den militära rymdbudgeten kommer troligtvis att brytas framöver i och med president Donald Trumps engagemang för rymdfrågorna. Mer om det finns att läsa om i kommande avsnitt 8.2 *USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation.*

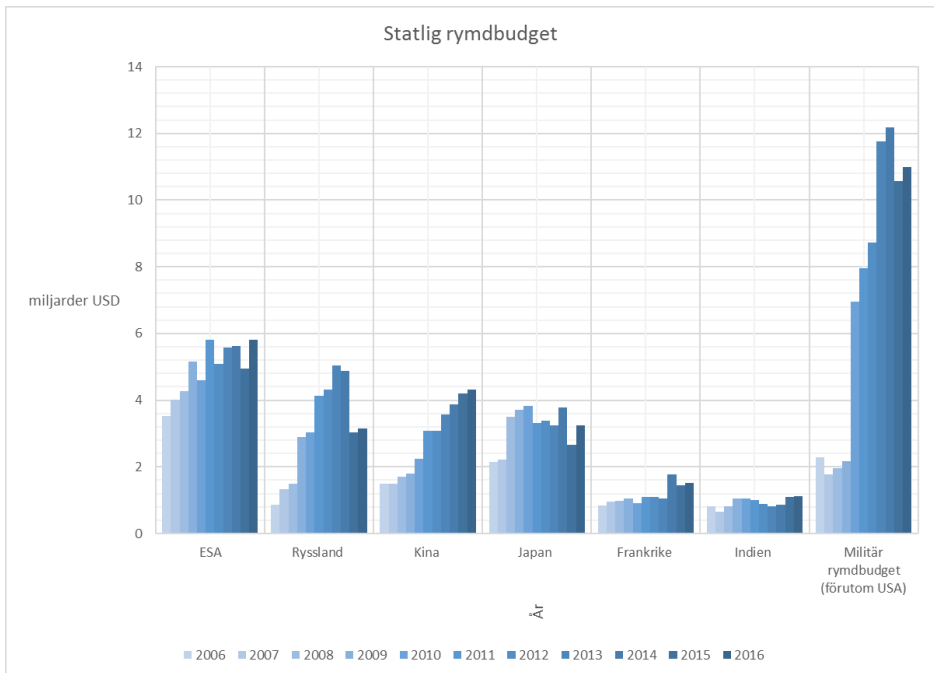


Figur 3 Förändringen i USA:s statliga rymdekonomi mellan 2006 och 2016. USA:s civila rymdbudget i blått och USA:s militära rymdbudget i orange, källa *The Space Report*³³.

³³ The Space Report Online The Authoritative Guide to Global Space Activity, <https://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

6.1.3 Andra länders statliga rymdekonomi

Vad gäller summan av andra länders statliga rymdbudgetar så har den stadigt ökat. Den har mer än dubblats på dessa tio år, både för att fler länder har valt att satsa på statliga rymdprogram och för att redan etablerade länder har ökat sina investeringar under tidsperioden, se även lila linje i Figur 2. Med antagandet att amerikanska satsningar åtminstone stabiliseras på samma nivå framöver och att ökningen för de andra länderna följer en linjär trendlinje så är det troligt att alla andra länders sammanlagda satsning kommer att överstiga USA:s investeringar om ca tre till fem år.



Figur 4 Förändringen av den statliga rymdbudgeten hos de största rymdaktörerna mellan 2006 och 2016, plus den bedömda militära rymdbudgeten hos alla rymdstater förutom USA, källa *The Space Report*³⁴ och Roskosmos årsrapport 2016³⁵.

I Figur 4 illustreras nivån på den statliga rymdbudgeten mellan 2006 till 2016 hos de största rymdaktörerna: Ryssland, Kina, Japan, Frankrike och Indien. Även ESA visas samt den bedömda sammanlagda militära rymdbudgeten i alla länder

³⁴ The Space Report Online The Authoritative Guide to Global Space Activity, <https://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

³⁵ Roskosmos, <https://www.roskosmos.ru/22444/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

förutom USA. Det anmärkningsvärda är framförallt Rysslands³⁶ och Kinas ökade investeringar under de senaste tio åren. Ryssland ökade sin budget med mer än 500 % fram till och med 2014, sen har budgeten dock sänkts för 2015-2016. Läs mer om Rysslands rymdprogram under avsnitt 7 *Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram*. Kinas ökning är stadig och ligger närmare 300 %. ESA har ökat budgeten med ca 165 % och Japan, Frankrike och Indien har i princip legat på en jämn nivå i relation till Ryssland och Kina. Notera att detta presenteras konverterat till amerikanska dollar, ryska rubeln var exempelvis väldigt svag i förhållande till amerikanska dollar under 2015-2016³⁷.

6.1.4 Militär rymdekonomi

Det är svårt att uttala sig om den framtida utvecklingen för andra länders militära rymdsatsningar. För det första är bedömningen av andra länders militära rymdsatsning svår att uppskatta då detta ofta inte är offentliga uppgifter. För det andra kommer bedömningen att bero på vilka länder man tar hänsyn till och vilka länder som kan komma att tillföras till siffrorna framöver. De stora rymd-aktörerna: Ryssland, Kina, Japan, Frankrike, Indien, Tyskland, Kanada och Storbritannien finns med i siffrorna för statlig rymdekonomi från och med 2006. Länder som har tillkommit i underlaget, framförallt från och med 2009, är Sydkorea, Brasilien, Spanien och Israel. Det framgår dock inte exakt vilka av dessa länder som finns med i uppskattningen av den militära rymdbudgeten. Det som är tydligt är att trenden för militär rymdekonomi är positiv, se högra delen i Figur 4. Enligt *The Space Report*³⁴ uppskattas det att den sammanlagda militära rymdbudgeten utgjorde ca 10-20 % av den totala statliga satsningen hos alla länder (exkl. USA) mellan 2006 och 2009. Under 2016 uppskattas den militära rymdbudgeten utgöra närmare 35 %. Denna ökning beror möjligen på att fler länder har börjat investera i militära rymdprogram men sannolikt på en ökande militär användning av rymden hos etablerade rymdnationer. En fördjupning av försvarsekonomin inom rymdsektorn ges i artikeln 8.1 *Försvarsekonomi rymd*.

6.2 En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar

Utvecklingen inom rymdområdet går snabbt och det finns i dag få samhällssektorer som inte är beroende av rymdinfrastruktur och tillhörande tjänster.

³⁶ Bedömningen av Rysslands investeringar skiljer sig från källan *The Space Report* avseende 2015 och 2016, dessa siffror är istället hämtade ur Roskosmos årsrapport då de bedöms mer korrekt.

³⁷ XE valutagrafer: RUB till USD,

<http://www.xe.com/sv/currencycharts/?from=RUB&to=USD&view=10Y> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Några av alla tillämpningar är kommunikation, navigation och positionering, forskning, jordobservationer samt säkerhet. I den senare kategorin ingår bland annat övervakning av naturkatastrofer, oljeutsläpp, föroreningar, flyktingströmmar samt militär underrättelseinhämtning. Över hela världen bidrar rymdbaserad teknologi till ekonomisk-, social- och kulturell utveckling.

I det här avsnittet presenteras en sammanställning av statistisk data med fokus på satelliter och satellituppskjutningar. Syftet är att illustrera både omfattning och generella trender inom rymdområdet. Informationen som presenteras ska ses som en uppdatering och vidareutveckling av motsvarande kapitel i den tidigare rapporten *Omvärldsanalys Rymd 2014*³⁸.

Underlaget till analysen är till största del hämtat från FOI:s interna satellitdatabas, som i sin tur till stor del bygger på öppen data från en rad olika källor³⁹. Tillförlitligheten i källorna bedöms som tillräckligt goda för att ge en översiktlig bild och framförallt för att utläsa trender, det kan dock förekomma vissa osäkerheter vad gäller information på individuell satellitnivå. Detta gäller speciellt statistik för aktiva satelliter där förändringarna kan gå snabbt och uppgifterna variera från månad till månad. Siffrorna bör därför användas med viss försiktighet.

6.2.1 Satellituppskjutningar – ett historiskt perspektiv

Den 4:e oktober 1957 sköt dåvarande Sovjetunionen upp Sputnik-1 vilket blev den första satelliten i omloppsbana runt jorden. Uppskjutningen markerade bokstavligen startskotten på en resa som skulle komma att förändra världen. Sputnik-1 följdes kort därefter av ytterligare en rysk satellit, Sputnik-2, och inom ett år hade både USA och Ryssland var för sig skjutit upp ytterligare en handfull satelliter runt jorden. Sedan rymdfartens start för 60 år sedan har 5300 uppskjutningar ägt rum och sammanlagt har de lyft upp mer än 7800 satelliter till olika banor runt eller bortanför jorden.

I Figur 6 visas antalet uppskjutningar per år från och med 1957 fram till november 2017 (blå staplar). Redan tio år efter den första uppskjutningen nåddes en nivå med i snitt över 100 uppskjutningar per år, en nivå som höll i sig mer eller mindre konstant fram tills slutet på kalla kriget i början på 90-talet. Att kalla kriget och kapprustning mellan stormakterna var en starkt bidragande faktor till antalet uppskjutningar under nästan fyra decennier blir tydligt om man tittar närmare på vilken typ av satelliter som sköts upp. Med start i början på 60-talet

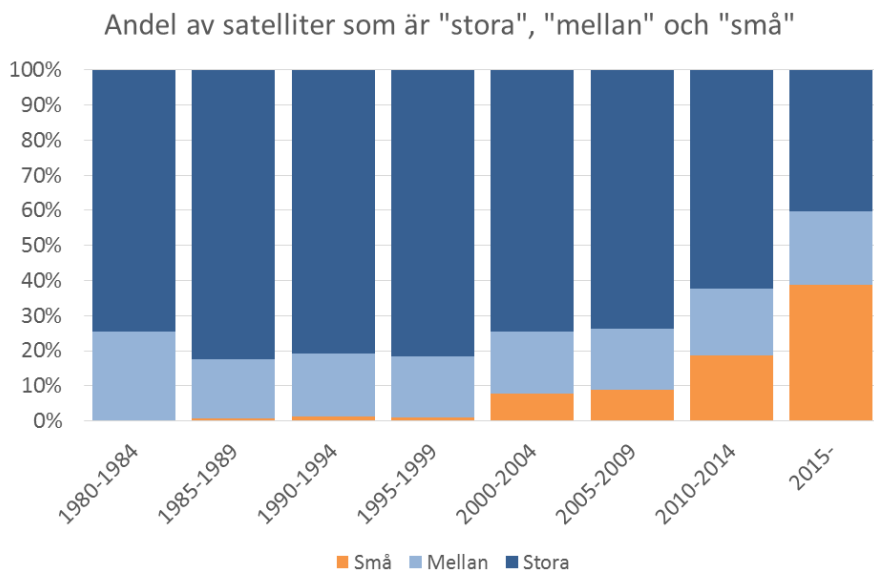
³⁸ Sandra Lindström (red.), (2014). *Omvärldsanalys RYMD 2014* Trender, möjligheter och hot för militär förmågeutveckling, FOI, Stockholm, FOI-R--3985--SE.

³⁹ Exempelvis, JSPOCs satellitkatalog, Jonathan's Launchlog, <http://planet4589.org/space/log/launch.html>, (uppslagsdatum 2017-12-06) och Union of Concerned Scientists, http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/solutions/space-weapons/ucs-satellite-database.html (uppslagsdatum 2017-01-01).

började Sovjetunionen skicka upp optiska spaningssatelliter i stor skala. Den vanligaste typen gick under namnet *Zenit* och under närmare 25 år skickades fler än 500 *Zenit*-satelliter upp. Detta motsvarar en uppskjutningstakt på mellan 20 och 30 satelliter per år, eller i snitt en spaningssatellit varannan vecka. På motsvarande vis sköt USA upp fotospaningssatelliter under namnet *Corona*, om än inte i lika stora volymer.

Efter kalla kriget har uppskjutningstakten varit betydligt lägre. Under 2000-talets början gjordes endast omkring 50 uppskjutningar per år. En tydlig trend över det senaste årtiondet är dock att antalet uppskjutningar återigen ökar för att i dag ligga på en nivå något över 80 årliga uppskjutningar.

Hur utvecklingen kommer se ut framöver är svårt att spekulera kring, men ett antal faktorer talar för att ökningen kommer fortsätta. Dels ökar antalet länder som nyttjar rymden (se nedan) vilket med största sannolikhet kommer att öka efterfrågan på satellituppskjutningar. Dels pågår en snabb kommersialisering av uppskjutningssegmentet. Fram tills nyligen har uppskjutning av satelliter varit förbehållet statliga aktörer men trenden går mot fler kommersiella aktörer och begrepp som *Launch-on-demand* vilket kan förväntas pressa kostnaderna för en uppskjutning och därmed öka antalet uppskjutningar.



Figur 5 Relativa fördelningen av satelliter baserat på storlek. Figuren visar tydligt att andelen små satelliter (till exempel så kallade Cube- och NanoSats) har ökat under de senaste decennierna.

En annan tydlig trend som pågått under en tid är att varje uppskjutning i snitt lyfter upp fler satelliter. I rymdålderns barndom sköts satelliter typiskt upp en och en, medan det på senare tid snarare är regel än undantag att varje uppskjutning innehåller flera satelliter, se orange linje i Figur 6. En signifikant ökning i antalet satelliter per uppskjutning kan ses från och med ca 2012 för att under de senaste två åren stiga mycket kraftigt. Denna trend sammanfaller med att små satelliter (exempelvis så kallade Cube- och NanoSats) blivit populära och att dessa oftare skjuts upp i stora grupper. I Figur 5 visas hur den relativa fördelningen mellan stora och små satelliter utvecklats över de senaste fyra decennierna.⁴⁰ Notera att detta inte nödvändigtvis betyder att mängden stora eller mellanstora satelliter minskar.

Sammantaget kan man förvänta sig att antalet uppskjutningar kommer fortsätta stiga och att antalet satelliter per uppskjutning också möjligen kommer öka eller förbli på den nivå vi ser idag.

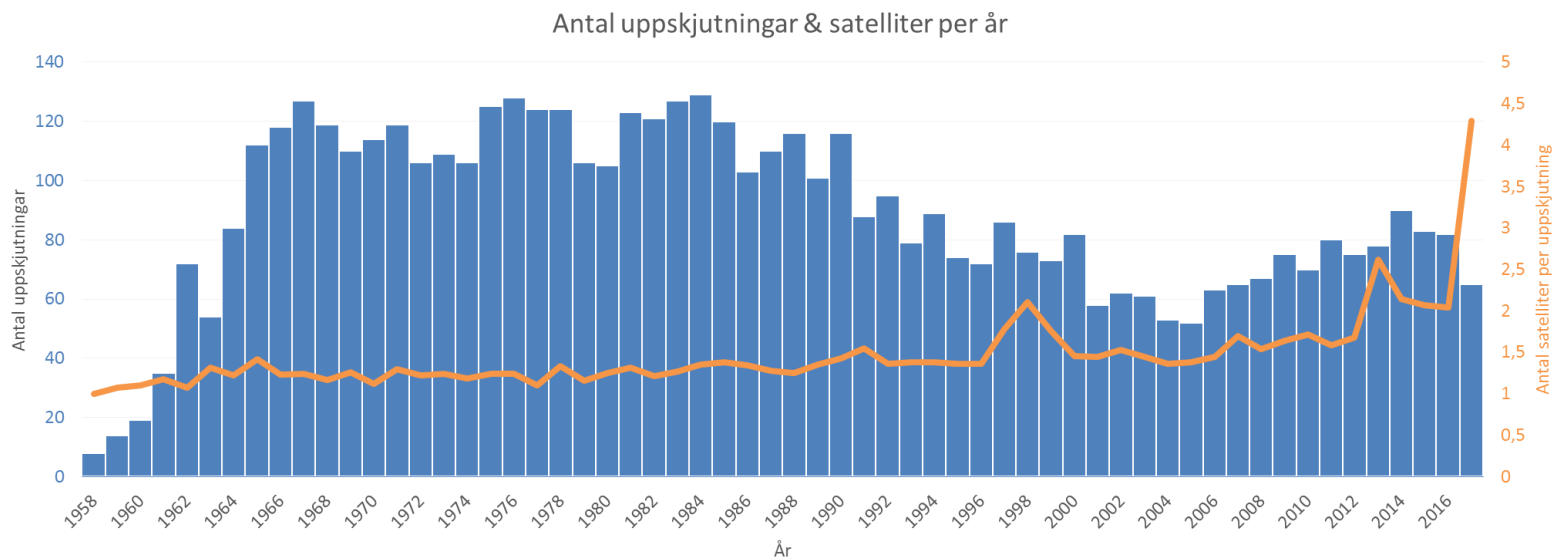
6.2.2 Uppskjutningskapacitet

Det är inte alla länder som har egen kapacitet att skjuta upp satelliter i omloppsbana runt jorden. Idag räknar man med att elva länder har förmågan att skjuta upp satelliter, se Figur 7. Ordnade efter första uppskjutning är dessa: Ryssland, USA, Frankrike, Japan, Kina, Indien, Israel, Ukraina, Iran, Nordkorea och, det senaste tillskottet, Sydkorea.

Sydkorea genomförde sin första uppskjutning under 2013 med raketen KSLV-1. Första steget i denna raket är delvis byggt i Ryssland men vidareutvecklat av Sydkorea. Vissa bedömer således att Sydkorea ännu inte nått en fullt oberoende uppskjutningskapacitet. Sydkorea har dock påbörjat utvecklingen av nästa generations raket, KSLV-2, och i den ersätts det ryska raketsteget med ett eget tillverkat sådant. Ambitionen är att första uppskjutningen med KSLV-2 kommer ske inom fem år.

Storbritannien hade en egen uppskjutningskapacitet i slutet på 60-talet och början på 70-talet med bland annat raketerna *Black Knight* och *Blue Streaker*, den senare med ursprung i det ballistiska robotprogrammet, men har sedan dess avvecklat sin kapacitet.

⁴⁰ Som mått på satellitstorlek har vi använt den av JSpOC angivna radarmålytan (RCS; *Radar Cross Section*) för respektive satellit. Trots att RCS inte alltid motsvarar verklig storlek ger det en ungefärlig bild av utvecklingen.

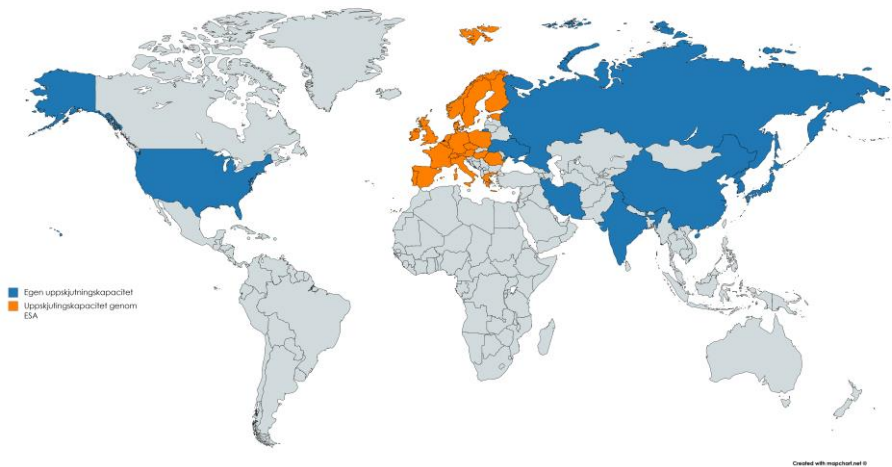


Figur 6 Totala antalet uppskjutningar per år (blå staplar) och antalet satelliter per uppskjutning (orange linje).

Nya Zeeland är en ny spelare på uppskjutningskartan genom det privata företaget *Rocket Lab* och dess raket *Electron*. I skrivande stund har de första uppskjutningsförsöken genomförts från den privata anläggningen på Mahiahavön och bedömningen är att Nya Zeeland inom kort kan komma att betraktas som ett land med egen uppskjutningskapacitet av småsatelliter.

Utöver länderna ovan har flera länder pågående program för att skaffa sig egen uppskjutningskapacitet. Bland dessa hittar vi Brasilien som redan genomfört ett antal misslyckade uppskjutningsförsök. Andra exempel på länder med mer eller mindre framskridna planer på egen uppskjutningskapacitet är Turkiet, Indonesien, Pakistan och Argentina.

Flera länder undersöker också möjligheterna att genomföra uppskjutningar från sina egna territorier, men genom att nyttja raketer som utvecklats av redan etablerade uppskjutningsländer. Till denna kategori hör Sverige med eventuella framtida satellituppskjutningar från Esrange.

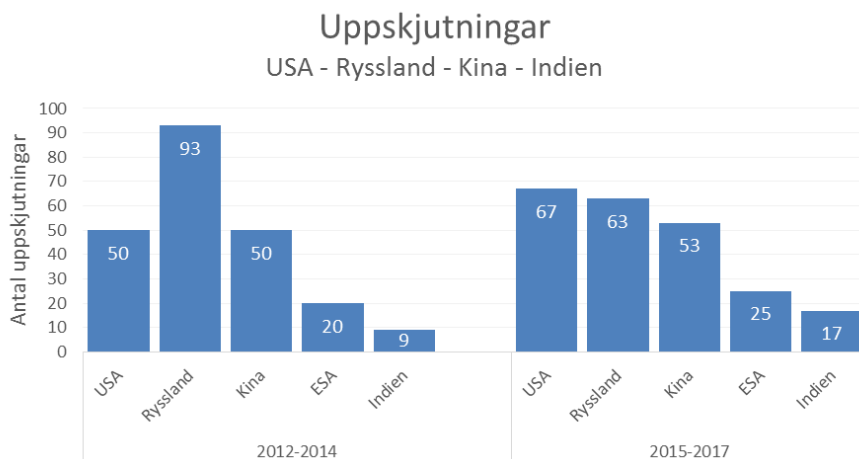


Figur 7 Länder som har egen uppskjutningskapacitet av satelliter (blått) samt länder med uppskjutningskapacitet via den europeiska organisationen ESA (European Space Agency; orange).

Figur 8 visar en jämförelse av antalet uppskjutningar för de dominerande uppskjutningsaktörerna: USA, Ryssland, Kina, Indien samt ESA (European Space Agency). I figuren är antalet uppskjutningar uppdelade i två perioder, 2012-2014 (vänster) och 2015-november 2017 (höger) i syfte att visa utvecklingen under de senaste åren. Observera att staplarna inte visar vilket land som satelliterna tillhör

utan endast från vilket land uppskjutningen sker eller med andra ord vilken nations bäraket som har använts.⁴¹

Totalt under perioden 2012-2014 genomfördes 222 uppskjutningar. Ryssland var det land som under perioden tveklöst genomförde flest uppskjutningar med totalt 93 stycken. Detta var nästan dubbelt så många som USA och Kina som under samma period genomförde 50 uppskjutningar vardera. Majoriteten av de ryska uppskjutningarna sker från den ryska anläggningen i Baikonur, Kazakstan, och den vanligast förekommande rakettypen är den så kallade *Soyuz*-raketen. Av de totalt 20 europeiska uppskjutningarna från Kourou i Franska Guyana är det framförallt raketen *Ariane 5* som används. 17 av uppskjutningarna genomfördes med *Ariane*-raketer och tre med den mindre *Vega*-raketen. Sedan en tid tillbaka finns även möjligheten att skjuta *Soyuz* från Kourou.



Figur 8 Jämförelse av antalet uppskjutningar för ett antal nyckelnationer under perioderna 2010-2014 och 2015-2017.

Under de senaste tre åren, 2015-2017, genomfördes ungefär lika många uppskjutningar totalt, 225 stycken, men fördelningen mellan länderna har ändrats signifikant. Ryssland dominerar inte längre antalet uppskjutningar, se vidare i avsnitt 7 *Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram*. Istället genomför USA, Ryssland och Kina numera lika många årliga uppskjutningar, ca 20 stycken eller totalt 50-60 uppskjutningar under perioden. Tittar man närmare på individuella år blir trenden ännu tydligare. Antalet ryska uppskjutningar under de tre senaste åren har varit 27, 19 och 17 stycken. Man ska dock komma ihåg att underlaget är relativt litet och variationer

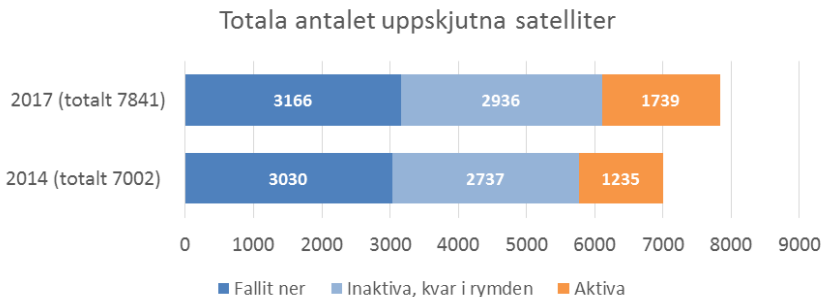
⁴¹ Svenska satellitsystemet Prisma sköts t.ex. upp med en rysk bäraket, Dnepr, från Yasny, Ryssland.

kan därmed förekomma från år till år. De närmaste åren får utvisa om Rysslands dominans vad gäller antalet uppskjutningar håller på att brytas.

Slutligen kan man också notera att Indien signifikant ökat sin mängd uppskjutningar under perioden från 9 till totalt 17 stycken, en utveckling som illustrerar de stora satsningarna landet gör på rymdområdet.

6.2.3 Rymdnationer

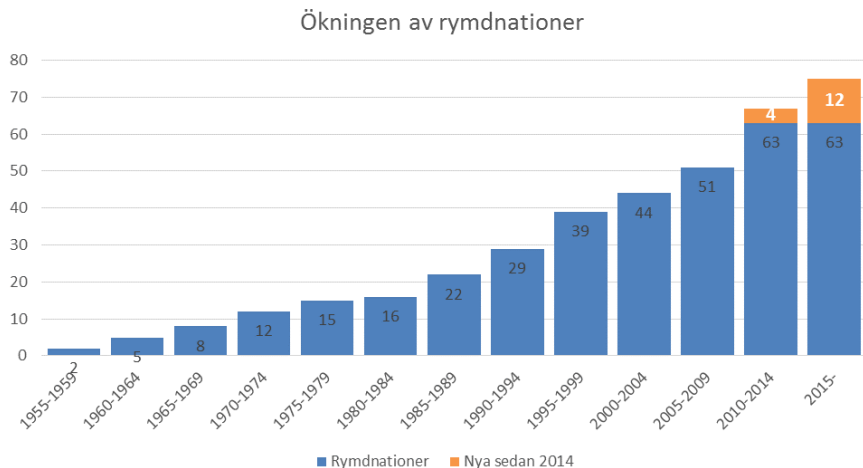
Sedan den första uppskjutningen av Sputnik-1 har det fram tills idag skjutits upp fler än 7800 satelliter, varav majoriteten har placerats i omloppsbana runt jorden.⁴² Av dessa har drygt 3200 fallit tillbaka ner på jorden eller brunnit upp i atmosfären. Kvar i rymden finns därmed nästan 4700 satelliter varav knappt 1500 är aktiva och resterande knappt 3200 är inaktiva och får betraktas som rymdskrot, dvs. de är inte längre funktionella men fortsätter snurra runt i sina banor utan att kunna kontrolleras. I Figur 9 visas en jämförelse av antal uppskjutna och kvarvarande satelliter idag (övre stapel) och för tre år sedan (nedre stapel). Sedan 2014 har det alltså skjutits upp ytterligare ca 840 satelliter, varav majoriteten är kvar i omloppsbana runt jorden.



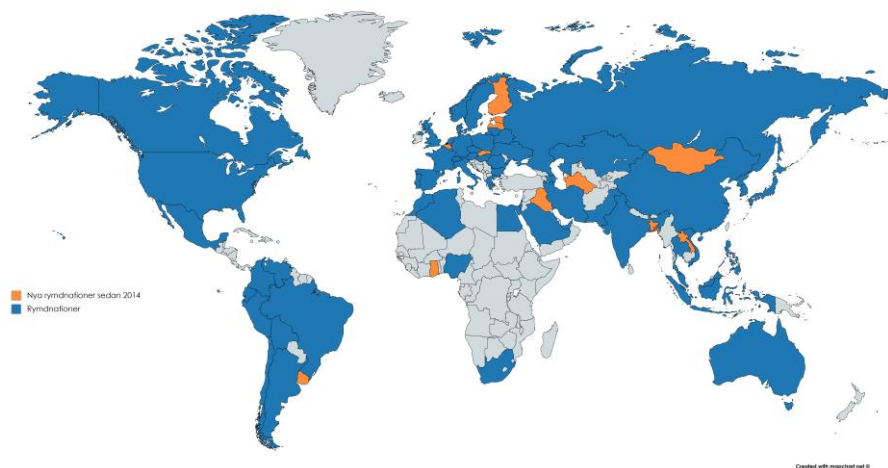
Figur 9 Antalet uppskjutna satelliter 2017 (övre stapel) och 2014 (nedre stapel), antalet satelliter som återinträtt i jordatmosfären, antalet satelliter som är kvar i omloppsbana men inte funktionella samt operativa satelliter i bana runt jorden.

Liksom antalet uppskjutningar och länder med egen uppskjutningskapacitet har antalet rymdnationer, dvs. länder med egna satelliter, oavbrutet vuxit med i snitt mer än ett nytt land per år sedan 1957. Figur 10 visar den kumulativa utvecklingen av antalet rymdnationer i femårsintervall från 1957 fram till i dag. Den orangea delen av staplarna visar antalet nya rymdnationer sedan den förra rapporten, *Omvärldsanalys Rymd 2014*.

⁴² Undantaget är exempelvis vissa forskningssatelliter som placerats i omloppsbana runt andra himlakroppar i solsystemet.



Figur 10 Den kumulativa ökningen av antalet rymdnationer, dvs. länder som har eller har haft satelliter i rymden, fördelat på femårsintervall. Antalet nya rymdnationer sedan 2014 är markerade med orange stapel och uppgår idag till 12 länder.



Figur 11 Rymdnationer, dvs. länder som har eller har haft satelliter i rymden. Blå länder är de som fick sin första satellit tidigare än 2013 (63 länder), medan orangea länder är de som tillkommit sedan 2014 (12 länder). Totalt 75 länder har eller har haft en egen satellit.

I Figur 11 (karta) presenteras samma data, som i Figur 10, fast geografiskt. I dag kan 75 nationer räkna sig som rymdnationer och antalet fortsätter att växa allt eftersom nyttan med rymden tydliggörs. De blåmarkerade länderna är de som fick sin första satellit tidigare än 2013 medan de 12 orangefärgade länderna är de

som tillkommit sedan 2014: Uruguay, Ghana, Belgien, Slovakien, Lettland, Litauen, Finland, Irak, Turkmenistan, Mongoliet, Bangladesh och Laos. I det här sammanhanget är det viktigt att komma ihåg att det inte alltid är självklart att definiera när ett land fått sin första satellit. Exempelvis utvecklas satelliter allt oftare gemensamt mellan flera länder och beroende på hur man väljer att se på sådana samarbeten kan listan på rymdnationer se olika ut. Syftet här är i första hand att påvisa den övergripande trenden.

I den föregående analysrapporten, *Omvärldsanalys Rymd 2014*, konstaterades att majoriteten av de då nytilkomna rymdnationernas satelliter var av typen CubeSats (eller andra typer av småsatelliter⁴³). Den trenden består då flera av de senaste tillkomna rymdnationerna också använder småsatelliter. Exempelvis är både Lettlands (*Venta 1*), Litauens (*LituanicaSAT-1* och *LitSat-1*) och Slovariens (*skCUBE*) satelliter av den typen. Det finns givetvis undantag. Ett exempel på motsatsen är Laos första satellit (*LAOSat 1*) som är en fullstor kommunikations-satellit med kommersiella syften. Denna uppmärksammades i FOI:s nyhetsbrev, *Rymd för Försvar och Säkerhet, Omvärldsbevakning nr 1 – 2016*.⁴⁴

Afrika är fortsatt den kontinent där flest länder saknar egna satelliter. Endast Egypten, Sydafrika, Marocko, Algeriet, Nigeria och numera Ghana utgör undantag. Flera afrikanska länder visar dock ett växande intresse för rymden och ser satsningar på rymdteknik som tillväxt- och välfärdsskapande. Afrikanska unionen antog den 31 januari 2016 en afrikansk rymdpolicy där rymdforskning och rymdteknologi uppges ha en central roll för samhällsekonomin utveckling i Afrika. Även detta uppmärksammades i FOI:s nyhetsbrev ovan.

6.2.4 Antal satelliter per land

Att studera antal satelliter per land eller förändringen av antalet satelliter över tid kan ge en indikation på hur aktivt ett visst land satsar på sitt rymdsegment. Precis som vid definitionen av nya rymdnationer i stycket ovan kan det emellertid i många fall vara svårt att avgöra vilket eller vilka länder som en viss satellit tillhör. I de fall då ett satellitprojekt bedöms utgöra ett samarbete mellan flera länder kan satelliten därför ha flera länder som ägare. Exempelvis anses satelliterna *Spot* ägas av Frankrike, Belgien och Sverige gemensamt. *Spot* är ett kommersiellt system av jordobservationssatelliter där, förutom Frankrike, både Sverige och Belgien varit inblandade med bland annat finansiering. En satellit kan därför komma att räknas flera gånger när statistiken bryts ner på nationsnivå.

⁴³ Satelliter brukar delas in i olika kategorier beroende på storlek och vikt, se exempelvis What are SmallSats and CubeSats?, 2015-02-26, <https://www.nasa.gov/content/what-are-smallsats-and-cubesats> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁴⁴ Rymd för Försvar och Säkerhet – Omvärldsbevakning, FOI-2014-934, <https://www.foi.se/var-kunskap/cbrn-fragor-och-icke-spridning/rymd--och-missilfragor/rymd-for-forsvar-och-sakerhet.html> (2017-12-06).

Det officiella satellitregistret som FN upprätthåller sedan lång tid tillbaka innehåller (nästan) alla satelliter och tillhörande uppskjutningsland.⁴⁵ Det kan vara frestande att använda det registret för denna typ av statistik, men uppskjutningsland skall inte förväxlas med satellitens ägare. Exempelvis kan en satellit byta ägare om den säljs när den redan befinner sig i rymden. Uppskjutningslandet förblir emellertid detsamma. FN:s register tillåter heller inte att flera länder står som ägare för en och samma satellit. Samtliga Spot-satelliter är exempelvis registrerade på Frankrike i FN-registret.

Statistiken som presenteras i det här avsnittet är endast tänkt att ge en översiktlig bild av antalet satelliter per land trots att det finns vissa tveksamheter vad gäller informationen på individuell satellitnivå. Vi har valt att använda flera olika källor (se inledning av kapitlet) för att definiera vilket land en satellit tillhör. Siffrorna bör användas med viss försiktighet.

Figur 12 visar en uppdelning av aktiva satelliter per land för de tio största rymdaktörerna. För varje land är satelliterna uppdelade på militära och civila satelliter. Det bör noteras att en sådan klassning ofta kommer vara subjektiv då satelliter i många fall har dubbla användningsområden, dvs. de kan användas både militärt och civilt. Olika länder väljer dessutom olika strategier för hur de klassar sina satelliter och vilken myndighet i landet som kontrollerar dem. Uppdelningen i figuren ger emellertid en god uppfattning om de relativa storleksförhållandena mellan det civila och militära segmentet och mellan antalet satelliter för respektive land.

Figuren visar att de tre stora rymdaktörerna USA, Ryssland och Kina tillsammans äger ca två tredjedelar av alla operativa satelliter. Beaktar man bara militära satelliter blir dominansen än större då de tre stora aktörerna tillsammans äger ca 80 procent av alla aktiva militära satelliter.

Japan är en av de nationer som har flest aktiva satelliter och dess rymdprogram har traditionellt sett endast varit civilt. Under 2017 fick Japan sin första militära kommunikationssatellit, Kirameki 2.

Kategorin *ESA/Multinationella* innehåller förutom ESA:s nästan 40 forsknings-satelliter även de europeiska *Galileo*-satelliterna (se nedan) och organisationen *EUTELSAT*:s ca 35 kommunikationssatelliter.⁴⁶

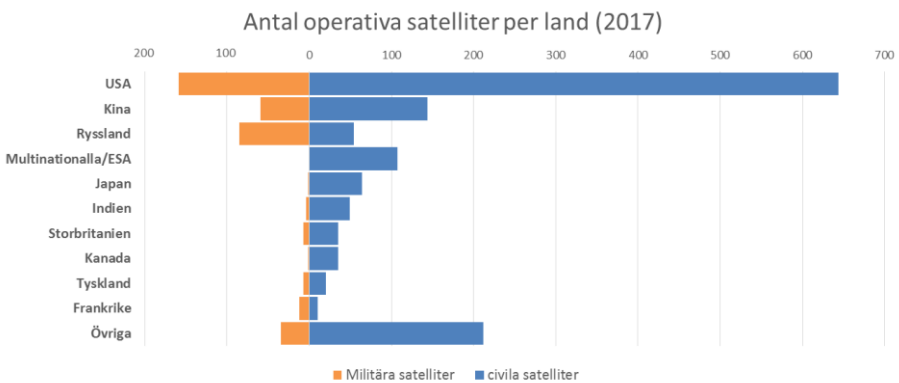
Kategorin *Övriga* innehåller resterande ca 65 länder med aktiva satelliter i rymden. De flesta av dessa länder har bara en eller som mest ett par satelliter.

⁴⁵ I enlighet med FN:s generalförsamlings resolution 1721b (xvi) förväntas nationer rapportera in grundläggande information för varje satellituppskjutning till FN:s *Committee On the Peaceful Uses of Outer Space* (COPUOS). Informationen görs tillgänglig i ett satellitregister där bland annat ansvarig uppskjutande nation kan utläsas.

⁴⁶ European Telecommunications Satellite Consortium (EUTELSAT) är ett mellanstatligt konsortium för satellitkommunikation.

Den militära delen i denna kategori domineras av Israel och Italien. Tio av Israels totalt elva satelliter i databasen klassas som militära. Italien har totalt sex militära satelliter varav fyra stycken är de SAR-utrustade satelliterna *COSMO-SkyMed*. Ytterligare ett tiotal länder har en eller ett par militära satelliter, däribland Sydkorea, Brasilien, Chile och Australien.

Sammantaget kan man konstatera att fördelningen av satelliter inte är jämn. Två tredjedelar av alla satelliter tillhör USA, Ryssland och Kina och nästan 80 procent tillhör de tio största aktörerna. Förhållandet var ungefär detsamma för tre år sedan, så trots att det tillkommit fler rymdnationer och aktörer dominerar de största aktörerna fortfarande när det gäller antal satelliter.



Figur 12 Antal aktiva satelliter per land uppdelade på militära (orange) och civila (blå) satelliter. Kategorin *Övriga* innehåller samtliga länder som inte presenteras separat.

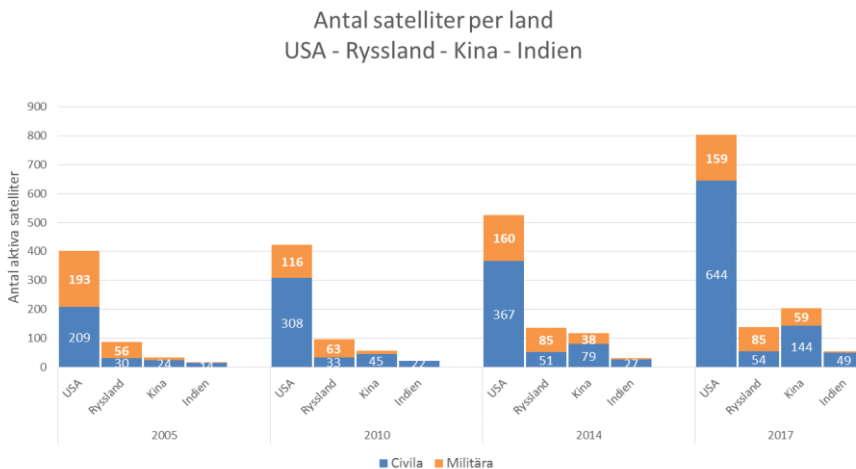
6.2.5 De stora rymdnationerna

Under den senaste tioårsperioden har Kina tagit stora steg framåt med sitt rymdprogram, både militärt och civilt. Detta illustreras av en kraftig ökning av antalet satelliter under perioden. Denna utveckling konstaterades redan för tre år sedan, men är nu ännu tydligare. Figur 13 visar en jämförelse mellan antal satelliter för några av de största rymdnationerna USA, Ryssland, Kina och Indien, under åren 2005, 2010, 2014 och 2017.

Under perioden har Kina mer än femfaldigat sitt satellitinnehav, från drygt 30 till drygt 200 satelliter. Viss försiktighet bör iakttas när man jämför denna typ av data över tid då många satelliter är designade med korta livslängder, dvs. antalet satelliter kan fluktuera på korta tidsskalor. I fallet Kina är det dock en signifikant ökning. I dag bör man i många avseenden betrakta Kinas och Rysslands rymdprogram som i paritet med varandra och de båda länderna som de två näst största rymdaktörerna.

Även USA har ökat kraftigt i antal satelliter. Det är dock värt att notera att ökningen till största del har skett på den civila sidan och beror till stor del på en kraftig ökning av småsatelliter på den kommersiella sidan. Exempelvis har företaget PlanetLab ensam nästan 200 CubeSats. För tio år sedan var förhållandet mellan civila och militära satelliter ca 50/50, medan det idag är en mycket större andel civila satelliter.

Figur 13 inkluderar också Indien. Indiens rymdprogram har liksom det kinesiska utvecklats starkt under de senaste tio åren. Antalet satelliter har också ökat markant, Indien fortsätter också att utveckla sitt eget regionala satellit-navigationsystem, *IRNSS*, och har pågående program för återanvändbara uppskjutningsraketer (se FOI:s nyhetsbrev *Rymd för Försvar och Säkerhet, Omvärldsbevakning, nr 3 - 2016*).⁴⁴ Indien har på allvar stigit fram som en av världens mest framträdande rymdnationer.



Figur 13 Antal aktiva satelliter för länderna USA, Ryssland, Kina och Indien uppdelat på åren: 2005, 2010, 2014 samt 2017. Staplarna visar både antalet civila (blå) och militära (orange) satelliter.

6.3 Satellittyper och -banor

Som konstaterades i inledningen av det här kapitlet fyller satelliter en rad olika funktioner och de kan därmed delas in i olika kategorier beroende på vilken uppgift de har. Exempelvis kan man dela in satelliter i kommunikationssatelliter, jordobservationssatelliter (inom det militära ibland benämnt SÖR, Spaning, Övervakning och Rekognosering), forskningssatelliter, navigationssatelliter, osv.

Man kan också välja att dela in satelliter i civila och militära. De senare kan givetvis i många fall ha samma funktioner som deras civila motsvarigheter och

som nämnts ovan är det snarare regel än undantag att satelliter används av både civila och militära aktörer. Man pratar då om att de har dubbla användningsområden.

På samma sätt kan det vara vanskligt att dela in satelliter i olika kategorier baserat på uppgift. En och samma satellit kan användas för flera olika uppgifter. Exempelvis kan en jordobservationssatellit användas som forskningssatellit och en kommunikationssatellit kan också bära med sig instrument för jordobservationer.

Beroende på vilken uppgift en satellit har placeras de normalt i olika typer av satellitbanor. Alla banor är inte lämpliga för alla typer av uppgifter. Det är därför viktigt att ha en grundläggande förståelse för olika satellitbanor och dess egenskaper. Innan vi går vidare följer därför en kort introduktion till satellitbanor.

6.3.1 Kort introduktion till satellitbanor

Satellitbanor delas traditionellt in i några olika typer beroende på höjden över marken, se Figur 14:

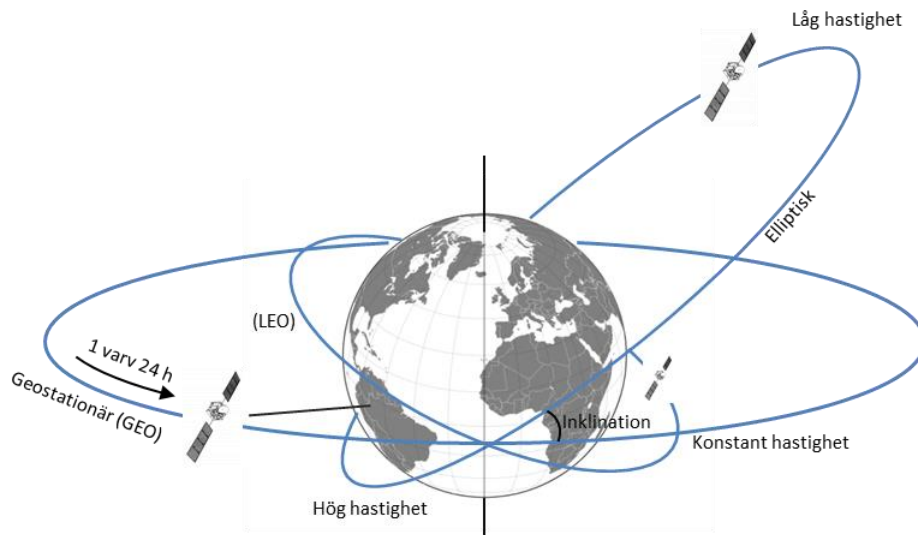
- LEO, *Low Earth Orbit*, för satelliter på låga höjder (ca 200 – 2 000 km över marken)
- MEO, *Medium Earth Orbit*, för medelhöga höjder (2 000 – 36 000 km)
- GEO, *Geostationary Orbit*, för den geostationära banan vid ca 36 000 km över ekvatorn.
- HEO, *Highly Elliptical Orbit*, extremt elliptiska banor som t.ex. Molnjobanan vars höjd över marken varierar mellan 500 km och 40 000 km.

Hastigheten för satelliter bestäms av dess banhöjd på så sätt att om hastigheten inte är tillräckligt hög för en viss höjd kommer satelliten ramla ner på jorden. Allmänt gäller att vid *lägre* banhöjder har satelliter en *högre* hastighet. I LEO är hastigheten för en satellit typiskt över 25 000 km/h och omloppstiden mellan 90 och 120 minuter, medan en satellit i MEO kan ha en omloppstid på flera timmar och en hastighet på 10 000 km/h.

Vid precis ett avstånd, 35 786 km, är hastigheten sådan att omloppstiden blir exakt 24 timmar. Om en sådan bana placeras rakt över jordens ekvator kommer satelliten alltid att befinna sig på samma plats över jordytan och förefalla vara stationär sett från jorden. Denna typ av bana kallas därför geostationär (GEO).

Fördelarna med att placera satelliter i GEO är bland annat att de är just stationära. Detta är speciellt fördelaktigt för kommunikations- och TV-satelliter eftersom man då kan rikta en fix antenn mot dem istället för att följa en satellit

som rör sig över himlen. En satellit i en geostationär bana kan tack vare den höga höjden också täcka in nästan halva jordklotet. Tre geostationära satelliter, jämnt fördelade runt ekvatorn, kan då användas för global kommunikation till nästan hela jorden. De områden som täcks dåligt från GEO är polarområdena. En annan nackdel är det långa avståndet till jorden, nästan 40 000 km, vilket medför att det inte är lämpligt att placera spaningssatelliter i GEO även om undantag finns främst när det gäller signalspaning.



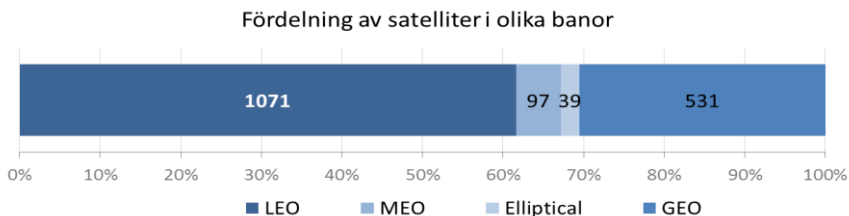
Figur 14 Schematisk bild över olika typer av satellitbanor. I låga banor är satellitens hastighet hög. På höga banor är hastigheten lägre. I den geostationära banan är hastigheten precis sådan att ett varv runt Jorden tar 24 timmar, dvs. satelliten kommer alltid befinna sig över samma plats på marken. Notera att avstånden i figuren inte är skalenliga.

LEO är istället det naturliga valet för jordobservationssatelliter, inklusive militära spaningssatelliter. Ju närmare jordytan satelliten befinner sig desto högre upplösning kan den få. Nackdelen med spaningssatelliter i LEO är de extremt höga hastigheterna. En LEO-satellit i de lägsta banorna (250 - 400 km) spenderar bara några minuter, om ens det, över en och samma plats på jorden. För att få en någorlunda kontinuerlig täckning av ett område behövs ett stort antal satelliter eller att man flyttar upp satelliten i högre banor.

Navigationssatelliter, så som GPS-systemet, är ett exempel på kompromiss då man ofta väljer att placera dessa i höga MEO. Signalstyrkan blir relativt låg pga. de långa avstånden (upp till ca 20 000 km), men man kan med relativt få satelliter (ett 30-tal) få global täckning med flera synliga satelliter åt gången från alla platser på jordytan.

Alla satellitbanor är inte cirkulära, dvs. har konstant banhöjd. En satellitbana kan också vara elliptisk, se Figur 14. I en sådan bana rör sig satelliten snabbt när den är som närmast jorden och långsamt när den är som längst bort. I vissa extrema elliptiska banor, så kallade *Molnijabanor*, varierar satellitens banhöjd mellan några hundra kilometer till över 40 000 km. Detta medför att satelliten kommer tillbringa den mesta tiden i den högre delen av banan där hastigheten är som lägst. Om banan väljs på rätt sätt kan satelliten placeras på en hög latitud motsvarande Norden när den är som längst bort och man får en satellit som nästan uppför sig som en geostationär satellit, fast på hög latitud istället för över ekvatorn.

Figur 15 visar hur de aktiva satelliterna i bana runt jorden är fördelade på de olika bantyperna. Drygt 60 procent av alla satelliter ligger i LEO-banor, ca 30 procent i GEO och resterande 10 procent antingen i MEO eller i elliptiska banor.



Figur 15 Fördelning av satelliter på de olika bantyperna: LEO, MEO, Elliptiska och GEO.

6.3.2 Satellitkategorier

Figur 16 visar en uppdelning av alla aktiva satelliter baserat på om de är civila eller militära samt vilken kategori de tillhör. Det vänstra diagrammet visar uppdelningen mellan civila- och militära satelliter (blått respektive orange), samt en nedbrytning av de civila satelliterna i olika kategorier. Det högra diagrammet visar motsvarande nedbrytning för de militära satelliterna. Man kan konstatera att de militära satelliterna (enligt den här uppdelningen) utgör drygt en femtedel av alla satelliter, vilket motsvarar ca 366 stycken.

6.3.2.1 Civila satelliter

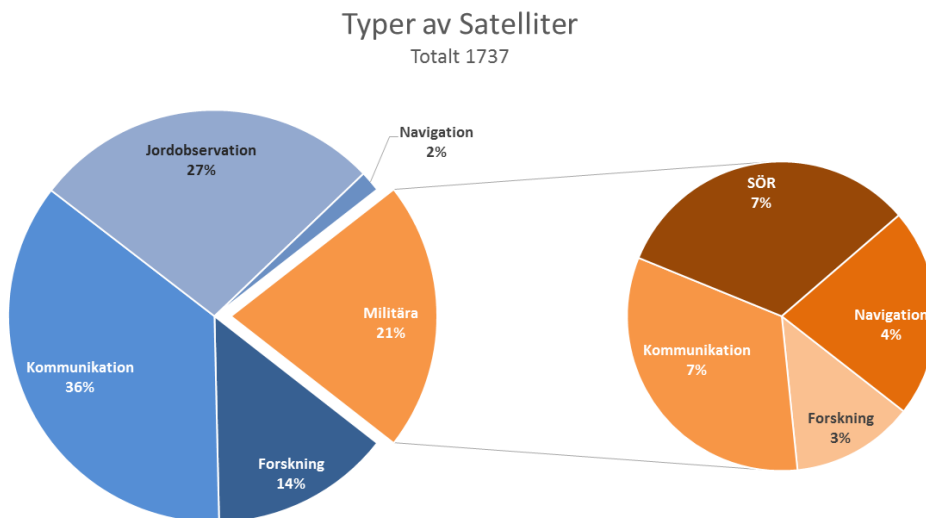
Den största kategorin bland de 1371 civila satelliterna är kommunikations-satelliter (drygt 600) och huvudparten av dessa återfinns i GEO. Av de kommunikationssatelliter som inte ligger i GEO dominerar tre olika kommersiella satellitkonstellationer: Iridium (ca 80 satelliter), Globalstar (43 satelliter) samt ORBCOMM (ca 40 satelliter). Iridiums och ORBCOMMs satelliter ligger typiskt på en höjd av drygt 800 km över jorden, medan Globalstars satelliter ligger på nästan det dubbla avståndet, 1400 km.

Generellt gäller att förutom de civila kommunikationssatelliterna som ligger i GEO så ligger övriga civila satelliter i LEO-banor.

Den näst största kategorin, *Jordobservation*, innehåller ca 475 satelliter. 190 av dessa tillhör PlanetLabs, men här återfinns även ESA:s Sentinel-satelliter. Generellt är detta en kategori som växer mycket snabbt.

I den tredje största civila kategorin, *Forskning*, ingår förutom rena forsknings-satelliter även teknikdemonstratorer. Till skillnad från andra satellittyper ligger forskningssatelliter i alla olika typer av banor, inklusive banor runt andra himlakroppar.

Det är värt att notera att det på den civila sidan finns väldigt få satelliter i kategorin *Navigation*, mindre än en procent. Skälet till detta är att de flesta navigeringssystem är militära även om de givetvis även används civilt. Detta gäller exempelvis det amerikanska *GPS*-systemet och det motsvarande ryska *GLONASS*-systemet. Undantaget är europeiska *Galileo*. I dagsläget finns 18 *Galileo*-satelliter i bana och det är dessa tillsammans med ett par indiska satelliter, *IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System)*, som utgör den civila navigeringskategorin. När *Galileo*-systemet är fullt utbyggt kommer det ensamt utgöra det första civila navigeringssystemet med global täckning och en satellitkonstellation på ca 24 aktiva satelliter.



Figur 16 Aktiva satelliter fördelade på civila och militära, samt uppdelade i kategorier. Det högra diagrammet utgör en nedbrytning av den militära andelen i det vänstra diagrammet och alla procentsatser relaterar till det totala antalet aktiva satelliter (1737 satelliter).

6.3.2.2 Militära satelliter

På den militära sidan är *Kommunikation* och *SÖR* de två största kategorierna med drygt 100 satelliter i respektive kategori. Som påpekats ovan bör man vara försiktig när man tolkar dessa siffror. I kategorin militära kommunikations-satelliter förekommer exempelvis väldigt få amerikanska satelliter. Detta beror inte på att USA:s militär inte använder satellitkommunikation, tvärt om, i stället används flera av de amerikanska civila kommunikationssatelliterna även militärt.

På samma sätt som för de civila satelliterna ligger den övervägande delen av de militära kommunikationssatelliterna i GEO, men det finns även system i LEO och HEO (*Highly Elliptical Orbit*). Ryssland har traditionellt nyttjat Molnija-banor för militära kommunikations- och signalspaningssatelliter. Ett exempel är *Meridian*-systemet, ett ryskt militärt kommunikationssystem med för närvarande fyra satelliter i Molnijabana.

I kategorin SÖR ingår alla bildalstrande optiska och radarbaserade spanings-satelliter samt signalspaningssatelliter. Som konstaterades ovan ligger de bildalstrande spaningssatelliterna typiskt i låga LEO-banor medan signal-spaningssatelliter återfinns i både LEO och GEO, beroende på uppgift.

Liksom för kommunikationssatelliter är det vanskligt att kategorisera framförallt optiska spaningssatelliter som antingen militära eller civila. I vissa fall kan det vara tydligt, men ofta är det oklart om ett system används primärt av militära eller civila användare. Ett sådant exempel är de kinesiska *Yaogan*-satelliterna, i dag finns det totalt 36 aktiva *Yaogan* jämfört med 16 för tre år sedan. Från officiellt kinesiskt håll uppges dessa vara civila med användningsområden inom bland annat naturvård, jordbruks- och katastrofövervakning. Det bedöms dock att *Yaogan*-satelliterna även har tydliga militära användningsområden vilket återigen exemplifierar svårigheterna med dubbla användningsområden.

Nästa stora kategori bland de militära satelliterna är *Navigation* vilket inkluderar de tre dominerande navigeringssystemen: amerikanska *GPS*, med totalt 31 aktiva satelliter, och ryska *GLONASS*, med 27 aktiva satelliter samt kinesiska *BeiDou* (även känt som *Compass*) med 22 aktiva satelliter. *GPS*- och *GLONASS*-konstellationerna är placerade i MEO-banor på en banhöjd om ca 20 000 km medan *BeiDou* har komponenter i både MEO och GEO.

6.4 Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan man konstatera att rymdverksamheten fortsätter att växa och att det i många avseenden sker i en ökande takt. Antalet uppskjutningar blir fler från år till år och antalet satelliter ökar. Idag använder alla länder satellit-baserade tjänster på ett eller annat sätt, men antalet länder som väljer att utveckla och drifta egna satelliter växer också. 75 länder är i dag rymdnationer och tolv av dessa har tillkommit sedan 2014. Vårt grannland Finland är ett av dem. Ett skäl

till den ökande rymdverksamheten kan hittas i den snabba teknikutvecklingen och introduktionen av småsatelliter. Idag utgör de en betydande del av alla satelliter i bana runt jorden.

För 50 år sedan dominerades rymden av de två supermakterna USA och Sovjetunionen. Även om USA fortfarande har en ledande position så finns det idag ett antal länder med allomfattande rymdprogram, hög uppskjutningskapacitet och stor närvaro i rymden baserat på antalet satelliter. Läs en mer utförlig analys av trenderna i avsnittet 2.5 *Trender*.

7 Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram

Författare: Sandra Lindström

Vi har valt ut Rysslands rymdprogram som fokusområde i den här rapporten och därför följer i detta avsnitt en särskild redovisning av nuvarande och framtida utmaningar för Rysslands rymdprogram. Avsnittet går att läsa som en helt fristående text och ger en fördjupad bild av Ryssland för den intresserade.

Ryssland är världens näst största rymdnation efter USA, och försvarar fortfarande starkt den positionen. I den omvärldsanalys som FOI bedriver på rymdområdet är bedömningen att Ryssland har genomfört en nysatsning på rymdfrågor under 2000-talet, där de har utökat och moderniserat både sin militära och civila satellitflotta. Syftet med arbetet i denna rapport har varit att verifiera detta och identifiera vad det är för drivkrafter som ligger bakom satsningen samt vilka utmaningar Ryssland står inför. I följande text berörs exempelvis hur det statliga rymdprogrammet har påverkats av sanktionerna till följd av Ukrainakrisen⁴⁷, de sänkta oljepriserna, den omfattande korruptionen men även betydelsen av nationell prestige. Ryssland analyseras vidare som rymdaktör genom att titta närmare på inriktningen av Rysslands statliga rymdprogram och ekonomin som är kopplat till detta. Utifrån dessa parametrar går det att få en rimlig inblick i nuläget och hur framtiden kan komma att se ut för de kommande ryska satsningarna på rymdområdet.

Rysslands ledning hoppas på att omorganisationen av Roskosmos, den ryska rymdflygstyrelsen, skall bidra till en effektivare rymdindustri med minskad korruption samt förbättrade kvalitet. Det ryska rymdprogrammet har starkt stöd hos president Vladimir Putin och framhålls som politiskt viktigt samt anförts som prioriterat för ryska statens välfärd och säkerhet. Vår bedömning är att högprioriterade rymdprogram som satellitnavigeringssystemet GLONASS och den nya kosmodromen Vostotjnyj kommer att fortsätta utvecklas, dock med reducerad hastighet. Inte minst på grund av den militära betydelsen dessa program har. På grund av sanktionerna och de idag frostiga relationerna med EU och USA så kommer Ryssland troligtvis att söka sig till fler rymdsamarbeten med Kina. Ett land som för övrigt utmanar Ryssland som världens näst största rymdnation.

⁴⁷ Läs gärna mer om effekterna av Rysslands aggression mot Ukraina i FOI-rapporten *A rude awakening Ramifications of Russian Aggression Towards Ukraine*, FOI-R--3892--SE.

Analysen fokuserar på det civila statliga rymdprogrammet. Det ger ändå en viss uppfattning om utvecklingstrenden för de militära delarna, även då dessa inte kvantifieras i siffror i denna rapport. Eftersom rymdsystem har dubbla användningsområden, dvs. att de kan nyttjas för både civila och militära syften, så går det inte heller att helt särskilja dem.

Det är generellt svårt att hitta information om det ryska rymdprogrammet. I princip finns inget beskrivet om det militära rymdprogrammet på ryska internet-sidor eller i öppen rysk litteratur. Den information som går att finna om det civila rymdprogrammet är framförallt på ryska. Roskosmos har publicerat viss information på engelska, däremot finns det en hel del mer information på den ryska sidan. Större delen av den informationen som presenteras här är därför fritt översatt av författaren från ryska till svenska. Citat är översatt av författaren från ryska till engelska när källan har varit rysk, om källan är på engelska har det valts att presentera citatet enligt källan, d.v.s. på engelska.

7.1 Rymdstrategi och -policyutveckling

Följande avsnitt tar upp innehållet i det ryska statliga civila rymdprogrammet under 2000-talet.

7.1.1 Nystart på ryska rymdprogrammet 2006-2015

Under 2003 tog ryska regeringen ett beslut om en nystart på det ryska statliga rymdprogrammet. Det bestämdes också att Roskosmos skulle ta ansvar för detta tillsammans med ett antal departement, myndigheter och organisationer. Roskosmos publicerade under 2005 en offentlig och översatt version av huvud-dragen i det ryska statliga rymdprogrammet för 2006-2015.⁴⁸ Dokumentet beskriver i korthet:

- vad man vill uppnå med programmet,
- en grov tidsplan med vad man konkret ska ha uppnått vid en viss tidpunkt,
- finansiering för programmet,
- utmaningar som programmet skall lösa,
- aktiviteter för att lösa utmaningarna

⁴⁸ Major provisions of the Russian Federal Space Program for 2006-2015 (Special complete edition of the Russian Federal Space Program for Roscosmos web-site), approved by Resolution № 635 of the Government of the Russian Federation of Oct. 22, 2005, <http://www.infoespacial.com/wp-content/uploads/Major-provisions-of-the-Russian-Federal-Space-Program-for-2006-2015.pdf> (uppslagsdatum 2017-12-06).

- och en beskrivning av vad programmet förväntas resultera i.

Målet med programmet uppgavs vara att uppfylla det ökade behovet av rymdteknologi och rymdtjänster hos staten och de ryska medborgarna. Detta skulle man uppnå genom att öka och förbättra effekten av nyttjandet av rymden och på så sätt närmare uppnå Rysslands övergripande nationella mål inom områden som ekonomi, samhälle, vetenskap, kultur med mera, men framförallt för rysk säkerhet. Ett annat sätt skulle vara att förbättra det internationella samarbetet inom rymdområdet, till exempel genom att uppfylla åtaganden utomlands. Det tredje sättet skulle vara att slå samman och utveckla den ryska potentialen inom rymdområdet för att ligga i nivå med utvecklingen i andra länder, även för att säkerställa garanterad tillgång till rymden samt väsentlig närvaro i rymden.

Rymdprogrammet knöts hårt till landets strategiskt politiska mål och uttalades vara en viktig komponent för att uppnå dessa. Rymdprogrammet skulle bidra till att uppnå en förbättring av medborgares livskvalitet, en stabil ekonomisk tillväxt, skapa potential för utveckling samt att öka nivån på den nationella säkerheten. Utforskning av rymden och forskning, även kring månen och andra rymdobjekt hade högsta nationella prioritet. Det bör noteras att GLONASS-programmet och överhuvudtaget allt kring PNT-tjänster (position, navigation och tids-synkronisering) inte var en del av rymdprogrammet utan utgjordes av ett eget statligt program parallellt med detta, som också leddes av Roskosmos. Det ansågs vidare att utvecklingen av rymdsystem skulle främja att uppnå målet att dubbla Rysslands bruttonationalprodukt på tio år. Framförallt genom att förbättra konkurrenskraften för ryska rymdsystem och -tjänster på världsmarknaden. Detta ansågs särskilt viktigt då Ryssland avsåg att gå med i världshandelsorganisationen WTO, vilket Ryssland slutligen gjorde under 2012⁴⁹.

Det konstaterades vidare att satsningarna på rymdområdet var det som skulle kunna minska gapet mellan Ryssland och de mest utvecklade länderna i världen. Till exempel hade trenden i antalet satelliter i bana för Ryssland minskat under de sista tio åren samtidigt som trenden i antalet satelliter i bana ökade för andra länder. Det fanns ett behov att utöka den ryska satellitflottan med ett antal olika system, det gjordes kopplingar till att det då fanns begränsade möjligheter till utveckling av nya material och bioläkemedel då det inte utfördes tillräckligt med experiment i rymden.

Det uttrycktes en oro över att giftigt drivmedel i bärraketer troligtvis skulle komma att bli förbjudet och att kostnaden för ryska uppskjutningar skulle komma att bli jämförbara med andra länders uppskjutningar vilket hotade den ryska positionen som världsledande på marknaden.

⁴⁹ WTO membership rises to 157 with the entry of Russia and Vanuatu, 2012-08-22, https://www.wto.org/english/news_e/pres12_e/pr671_e.htm (uppslagsdatum 2017-12-06).

Framförallt insågs det att om Ryssland fortsatte ha en svag närvaro i rymden så skulle det få oundvikliga konsekvenser för internationella åtaganden framförallt i relationer med OSS⁵⁰ (oberoende staters samvälde, på engelska CIS), samt med Europa, Indien, Kina och USA. Detta skulle i sin tur få negativ effekt på rysk nationell prestige.

För att uppnå målen och undvika negativa konsekvenser avsågs det att genomföra ett antal aktiviteter inom fyra olika områden:

1. Vetenskaplig forskning och utvecklingsaktiviteter inom 11 delområden:
 - kommunikation, jordövervakning, grundläggande rymd-forskning (bl.a. utforskning av andra planeter), KOSPAS-SARSAT ett internationellt *search-and-rescue* system, bemannade rymdfärder, rymdteknologi för mikrogravitation och bioteknologi, bärraketer och även utveckling av en ny uppskjutningsplats, uppgradering av äldre uppskjutningsplatser, utveckling av marksegment, ny teknik och nya material, samt långsiktiga systemstudier.
2. Anskaffning av rymdprodukter som satelliter, bärraketer, övre steg etc.
3. Underhåll av markbaserad infrastruktur, till exempel vid Bajkonur.
4. Ombildning och modernisering av industrin för anpassning till tidens teknologiutveckling som till exempel nanoteknologi etc.

Det förutsattes att programmet, vid 2015 års slut, bland annat skulle ha resulterat i en färdigutvecklad ny bärraket, Angara, som då skulle använda miljövänligt drivmedel. Det förutsågs också att uppskjutningsplatsen för Angara skulle vara färdigställd. Det uppskattades att den ekonomiska effekten av rymdprogrammet mellan 2006-2015 skulle hamna på en nivå av totalt 500 miljarder ryska rubel (RUB). Budgeten för det statliga rymdprogrammet under samma period var på 305 miljarder RUB plus en budgetpost utanför detta på ca 182 miljarder RUB. Nu när man tittar tillbaka så spenderades nästan den summan enbart under de första fem åren av rymdprogrammet (2006-2010). När programmet granskades i slutet på 2009 identifierades redan då en ökning av budgeten på 225 %, den nya budgeten låg då på ca 685 miljarder RUB istället för på 305 miljarder RUB.⁵¹

⁵⁰ Förbund av stater som tidigare var republiker i Sovjetunionen.

⁵¹ Report on the results of the audit of target and efficient use of federal budget funds allocated in 2006-2008 and the past period of 2009 to implement the federal space program of Russia for 2006-2015. I Russia Space programs and exploration handbook, 175-202, Ibp USA, 2014, ISBN 1-4330-4209-6.

7.1.2 Inriktning eller strategi för 2013-2020

De uppsatta målen i programmet 2006-2015 visade sig vara för höga att uppnå och under 2013 presenterade Roskosmos märkligt nog ett nytt inriktningsdokument⁵² för Rysslands rymdaktiviteter från 2013 till 2020. Det har i vissa fall tolkats som att detta skulle vara Rysslands rymdstrategi som skulle komplettera rymdprogrammet. Det anmärkningsvärda var att detta dokument överlappade det tidigare tioåriga rymdprogrammet med två år. Vissa spekulerar i att detta var ett sätt att så att säga gömma den bristfälliga måluppfyllelsen i rymdprogrammet och istället skjuta detta på framtiden. Syftet för rymdprogrammet i den nya inriktningen var i princip densamma som tidigare, att garantera nationell tillgång till rymden och säkerställa nödvändig närvaro i rymden för den vetenskapliga och socioekonomiska utvecklingen. Samt även att bibehålla den ledande positionen för bemannade rymdfärder och för att kunna genomföra internationella åtaganden. För att uppnå fastställda mål räknade man upp följande åtgärder, vilket i sig visade på att man inte hade kommit så långt som man hade önskat när man skrev det första programmet 2005:

- Utveckling och underhåll av den ryska satellitflottan, även den internationella rymdstationen (ISS).
- Modernisering av kosmodromerna Plesetsk och Bajkonur, samt utveckling av Rysslands nya kosmodrom Vostotjnyj.
- Utveckling av avancerade bärraketer och modernisering av existerande bärraketer.
- Skapa förutsättningar för vetenskapligt och tekniskt arbete för att utveckla avancerad raket- och rymdteknologi.
- Åstadkomma internationellt samarbete kring användningen av rymden för fredliga syften.
- Skapa förutsättningar för tillväxt av ryska rymdbaserade tjänster.

I dokumentet uppgavs att budgeten för den nya perioden (2013-2020) var 1800 miljarder RUB dvs. ca 225 miljarder RUB per år i snitt.

En skillnad mot föregående programbeskrivning var att denna innehöll en prioritering av rymdaktiviteterna, i denna nämndes också GLONASS, även då man mest refererade till det parallella statliga GLONASS-programmet. Högst på prioriteringslistan låg *garanterad tillgång till rymden från ryskt territorium*, det är också det enda stället man refererar till nationella försvars- och säkerhets-

⁵² Inriktningsdokumentet finns bara publicerat på ryska så innehållet och titeln är fritt översatt av författaren. Dokumentet tillhandahölls av svenska ambassaden i Moskva. State program space activities of the Russian Federation in 2013 - 2020, approved by the Decree of the Government, The Russian Federation, April 15, 2014, No. 306.

behov⁵³. Längst ner på prioriteringslistan låg en ökad export av ryska rymdprodukter och -tjänster. I övrigt är inriktningen väldigt snarlik den tidigare inriktningen. Även i denna hade man konkreta mål för vad programmet skulle resultera i, till exempel anges det hur många satelliter den ryska satellitflottan ska bestå av och specifika positionsupplösningskrav på GLONASS vid 2015 och 2020, läs mer om detta i avsnittet 7.3 *GLONASS – ett representativt exempel över rysk rymdpolitik*.

7.1.3 Det framtida ryska rymdprogrammet 2016-2025

Som väntat beslutade ryska regeringen om ett nytt statligt rymdprogram för 2016-2025 den 23 mars 2016. Det första programmet löpte från 2006 till 2015 så beslutet kom sent och det fanns inte någon officiell information om innehållet förrän efter sommaren 2016. Den information som finns tillgänglig i nuläget är ett kort sammandrag på Roskosmos hemsida⁵⁴ på ryska. Det bör noteras att programmet har varit uppe för diskussion⁵⁵ kring prioriteringar med president Vladimir Putin så sent som i november 2015.

Syftet med programmet uppges vara att:

- Upprätthålla den konstellation av satelliter som krävs.
- Säkerställa de tjänster som behövs för en socioekonomisk utveckling.
- Utveckling av vetenskap och internationellt samarbete.
- Att kunna skydda befolkningen och territoriet från naturkatastrofer och andra kriser.
- Implementation av det bemannade rymdprogrammet.
- Utveckling av bäraraketer.
- Etablerandet av en vetenskaplig och teknisk bas för avancerade rymd-system.

Programmet är uppdelat i två faser, den första fasen mellan 2016 och 2020, den andra fasen mellan 2021 och 2025. Innehållsmässigt består programmet av ett antal långsiktiga mål, sedan beskrivs huvuddelarna av vad man vill uppnå inom respektive område: kommunikation, fjärranalys, grundläggande rymdforskning,

⁵³ Alla officiellt publicerade ryska dokument kring det statliga rymdprogrammet saknar avsiktligt information om de militära behoven och systemen.

⁵⁴ The main provisions of the Federal Space Program 2016-2025, Russian Federal Space Program for 2016 - 2025 years was approved by the RF Government on March 23, 2016 № 230, <http://www.roscosmos.ru/22347/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁵⁵ Meeting on space activity priorities, 2015-11-12, <http://en.kremlin.ru/events/president/news/50676> (uppslagsdatum 2017-12-06).

bemannade rymdfärder och avancerad teknologi. Det avslutas med att man räknar upp ett antal principer för rymdprogrammet och prioriteringar för rymd-aktiviteter. I stort sett är ambitionerna desamma som i tidigare års program. GLONASS-programmet behandlas fortfarande som ett separat program och finns inte med i dokumentet. Det finns några delar som är nya, till exempel vill man lösa kommunikationsbehovet över Arktis, man ska minska beroendet av utlands-ägd fjärranalysdata med fler egna satelliter, samt det skall byggas ett antal satelliter för utforskning av månen, mars och andra planeter i solsystemet. En av principerna som nämns är att succesivt byta ut importerade elektronik-komponenter mot inhemsk teknik, en naturlig konsekvens av sanktionerna. Som sagt så avslutas programdeklarationen med tre prioriteringar, vilka är följande:

1. Först prioriteras alla aktiviteter som kan härledas till att *säkerställa en fortsatt säker tillgång till rymden*, här nämns särskilt att detta bland annat är för försvars- och säkerhetsbehov.
2. I andra hand kommer alla aktiviteter som har att göra med utvecklingen av bäraketer och rymdteknologi som är av vetenskapligt intresse.
3. I tredje hand kommer de aktiviteter som är relaterade till implementationen av bemannad rymdfärd, samt säkerställandet av en vetenskaplig och teknisk grund för att kunna genomföra internationella samarbetsprojekt.

Prioriteringarna visar tydligt att det framöver är nationell prestige och nationell kontroll över hela utvecklingskedjan, från elektronikutveckling till utplacering av satelliter i bana, som är viktigast för president Putin framför exempelvis internationellt samarbete.



Figur 17 Faciliteter över hela världen som stödjer drift och ledning av ISS. Flaggorna representerar alla länder som är med i samarbetet, däribland Sverige, källa NASA.

Det är värt att notera att stödet till internationella rymdstationen (ISS) planeras fram till och med 2024, efter det så tänker man satsa på att utforska månen med målsättningen att skicka människor till månen 2030. Den internationella rymdstationen (ISS) är ett samarbete mellan USA, Ryssland, Kanada, Japan, ESA och ett antal europeiska länder, däribland Sverige, se Figur 17. På grund av att samarbetet mellan dessa länder har fungerat så bra, trots politiska motsättningar, har det till och med varit nominerat till Nobels fredspris. Sen 2012 har exempelvis USA varit beroende av Ryssland för att få upp amerikanska astronauter till ISS. Efter Rysslands annektering av Krim beordrades NASA att avsluta all officiell kontakt med Ryssland men samarbetet kring ISS var undantaget.⁵⁶ Samarbetet mellan USA och Ryssland har därefter fortsatt kring ISS vilket verkligen visar styrkan i detta projekt trots de politiska konflikterna länderna emellan. Samarbetet mellan USA och Ryssland i yttre rymden verkar sannolikt fortsätta då NASA och Roskosmos signerade ett avtal den 27 september i år (2017) kring ett nytt projekt kallat *Deep space gateway* vilket handlar om att utveckla en rymdstation runt månen.⁵⁷

7.2 Rysslands statliga rymdbudget

Den ryska civila statliga rymdbudgeten har ökat stadigt under 2000-talet. I Figur 18 ses utvecklingen av den ryska statliga rymdbudgeten från 2005 till 2016 i miljarder ryska rubel (RUB). Siffrorna är hämtade från *The Space Report*⁵⁸ som tas fram av *The Space Foundation*, en icke vinstdrivande amerikansk organisation. Det är svårt att bedöma hur korrekta uppgifterna är så det rekommenderas att inte lägga så stor vikt vid de absoluta siffrorna utan använda dem mer för att utläsa en trend. Siffrorna för 2015 och 2016 är hämtade ur Roskosmos årsrapport för 2015⁵⁹ och siffran för 2017 är hämtad från TASS⁶⁰, budgeten för 2016 och 2017 är därför en prognos. Notera att budgeten inte är lika positiv uttryckt i amerikanska dollar, se Figur 4. I budgeten ligger bland annat såväl det statliga rymdprogrammet och utvecklingen av uppskjutningsplatsen Vostotjnyj som GLONASS-programmet. Generellt så avspeglas den tidigare redovisade höjda ambitionsökningen i siffrorna.

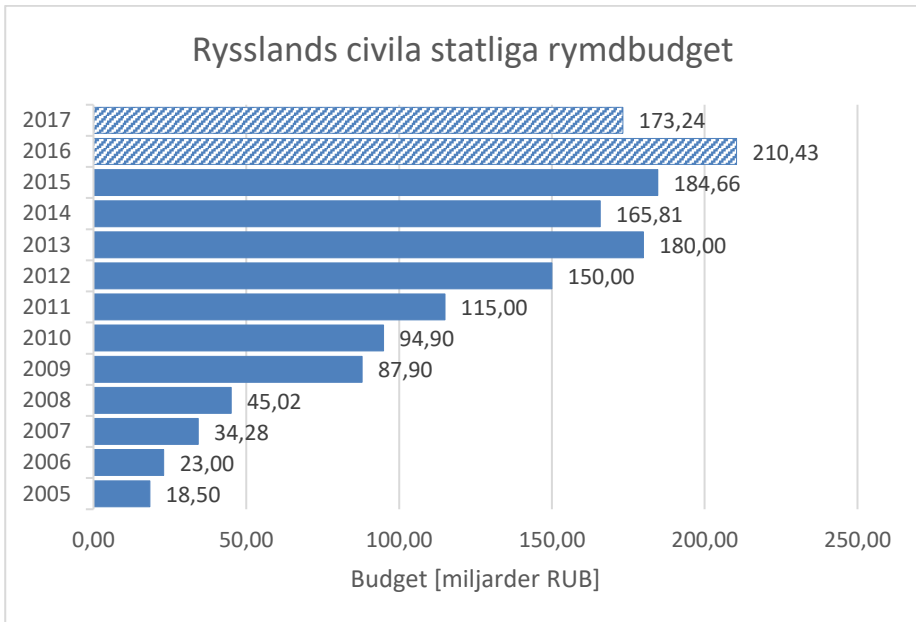
⁵⁶ US-Russia cooperation in space: One area not affected by sanctions, 2015-07-28, <http://www.russia-direct.org/us-russia-cooperation-space-one-area-hasnt-been-affected-sanctions> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁵⁷ NASA, Roscosmos Sign Joint Statement on Researching, Exploring Deep Space, 2017-09-27, <https://www.nasa.gov/feature/nasa-roskosmos-sign-joint-statement-on-researching-exploring-deep-space> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁵⁸ The Space Report Online, <http://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁵⁹ Roskosmos årsrapport för 2015 (på ryska), <http://www.roscosmos.ru/22444/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁶⁰ Russia to spend \$2.8 bln on space program in 2017 — draft, 2016-10-12, <http://tass.com/science/906069> (uppslagsdatum 2017-12-06).



Figur 18 Utvecklingen av den ryska civila statliga rymsbudgeten under de senaste tio åren. Siffran för 2016 och 2017 är en prognos och därav linjerade i figuren.

Ökningen 2007 och 2008 berodde sannolikt till stor del på att man i princip dubblade budgeten för GLONASS-programmet och kompletterade systemet med 12 satelliter. Eftersom planen då var att ha global täckning med 24 satelliter till 2009.

Budgeten ökade dramatiskt år 2009, nästan fördubblades från föregående år. President Dimitrij Medvedev hade då fem politiska prioriteringar på sin agenda och rymdteknologi kom på tredje plats efter energifrågan och kärnteknologi.⁶¹ Planen var att öka de orbitala uppskjutningarna med 50 % i en ambition att bli världsledande på marknaden. Roskosmos påbörjade även investeringar i det nya uppskjutningscentret på rysk mark, Vostotjnyj. Dåvarande premiärministern Vladimir Putin benämnde då projektet som ett av Rysslands största och mest ambitiösa projekt i rysk modern tid och påtalade också hur uppskjutningsplatsen skulle ge Ryssland oberoende tillgång till rymden, även för bemannade rymdfärder.⁶² En del av budgeten under 2009 lades även på utveckling av den nya

⁶¹ From the opening words of the Russian President Dmitry Medvedev at a meeting, The Commission for Modernisation and Technological Development of Russia's Economy, 2009-06-18, Moscow, "Kaspersky Lab".

⁶² Russian Prime Minister Vladimir Putin, at the plenary session of the conference of the regional branch of "United Russia", Far Eastern Federal District, on the topic "Strategy of socio-economic development of the Far East until 2020, The program for 2010-2012, 2010-12-06.

bäraraketen Angara. I satsningen fanns också stödet till den internationella rymdstationen, då den amerikanska rymdskytteln planerades att läggas ner under 2010. I det statliga programmet ingick även utvecklingen av GLONASS mot ett fullt operativt system. Investeringarna under 2010 följde ungefär samma mönster som under 2009. I slutet på 2010 förlorades dock tre GLONASS-satelliter direkt efter uppskjutning.

Under 2011 skedde ytterligare en större ökning av budgeten för det statliga rymdprogrammet, rymdbudgeten utgjordes nu av mer än 1 % av hela Rysslands statliga budget. Nästan 42 % av rymdbudgeten lades på programmet för bemannade rymdfärder. Bygget av Vostotjnyj påbörjades och planerades vara i drift 2015, man förutsåg då att det projektet skulle kosta runt totalt 250 miljarder RUB (8,4 miljarder USD)⁶³. Den nya uppskjutningsplatsen är främst tänkt att frigöra Ryssland från kontraktet med Kazakstan om nyttjandet av Bajkonur. Hyran som Ryssland betalar Kazakstan motsvarar runt 3,7 miljarder RUB per år.⁶⁴ Trots några bakslag med några förlorade satelliter var ambitionerna höga och Roskosmos deklarerade att de tänkte öka antalet jordobservationssatelliter i bana från fem till 20 stycken, de tänkte öka antalet GLONASS-satelliter från 24 till 30 stycken, samt öka kommunikationssatelliterna (inklusive så kallade *search-and-rescue*-satelliter) från 26 till 48 stycken. Ryssland påbörjade även, vid den här tidpunkten, funderingarna på framtida bemannade rymdfärder längre ut än den internationella rymdstationen. I oktober 2011 hade Ryssland, för första gången på femton år (sen 1996), äntligen global täckning med GLONASS (med 24 satelliter), även då det var två år senare än planerat. Följande månad meddelades det att det hade avsatts ca 330 miljarder RUB för vidareutvecklingen av GLONASS-programmet för de kommande tio åren fram till och med 2020. Det motsvarade mer än tre gånger så mycket som investeringarna hade kostat staten de senaste tio åren (från 2001-2011), vilket var ca 98,7 miljarder RUB.⁶⁵

Under 2012 ökades rymdbudgeten rejält och Rysslands premiärminister meddelade att de avsåg att satsa runt 2100 miljarder RUB på det statliga rymdprogrammet mellan 2013-2020, med andra ord i snitt ca 300 miljarder RUB per år, vilket skulle innebära en fördubbling mot satsningen 2012 som då låg på 150 miljarder RUB. Ambitionen var hög och Ryssland avsåg att behålla sin position

⁶³ Russia will allocate about 250 billion rubles (\$8.4 billion) to build the Vostochny space center in Far East, the head of the country's space agency Roscosmos said on Thursday, 2011-08-11, <http://sputniknews.com/science/20110811/165701405.html> (uppslagsdatum 2017-12-06)

⁶⁴ Russia builds an Eastern route into space, 2012-11-15, http://in.rbth.com/articles/2012/11/15/russia_builds_an_eastern_route_into_space_19067 (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁶⁵ Launch of GLONASS sat interrupts string of Russia's space failures, 2011-11-29, <http://tass.ru/en/opinions/762722> (uppslagsdatum 2017-12-06).

som ledande global rymdmakt. Premiärministern Dimitrij Medvedev menade att planen med rymdprogrammet var att uppnå tre fundamental mål:⁶⁶

“Ensuring that Russia maintains its position as a leading global space power, supporting its defense capability, and boosting its overall economic and social development”

Som planerat ökades rymdbudgeten avsevärt under 2013, ökningen från 2012 motsvarade 30 miljarder RUB och den totala budgeten uppgick nu till 180 miljarder RUB för 2013. President Vladimir Putin uttalade sig om storslagna planer för rymdprogrammet när han besökte Blagoveshchensk:

*"It is obvious that in the twenty-first century, Russia must maintain status as a leading space power... Therefore, the development of our space capabilities will continue to be one of the priorities of state policy. Attention to this area will increase."*⁶⁷

Samma år påbörjades dock omstruktureringen av Roskosmos till följd av en rad problem med tillförlitligheten i bärraketprogrammet. Det påannonserades också att kostnadsökningen för utvecklingen av Vostotjnyj på 11,1 miljarder RUB⁶⁸ kombinerat med budgetnedskärningar på 5 % på den posten troligtvis skulle leda till förseningar i färdigställandet av den nya uppskjutningsplatsen. Till detta förlorades ytterligare tre GLONASS-satelliter på grund av att en Proton-M-raket exploderade vid uppskjutning. De stora budgetposterna och därmed nyckelprogrammen inom de närmsta åren uppgavs vara GLONASS, uppskjutningsplatsen Vostotjnyj och bärraketen Angara.

Under 2014 sänktes budgeten med 15 miljarder RUB till ca 166 miljarder RUB. Den första sänkningen på många år. Året innehöll en stor omorganisation av ryska statliga rymdprogrammet och till detta så tillkom de politiska spänningarna mellan Ryssland och Ukraina vilket resulterade i ansträngda relationer och sanktioner mot Ryssland. Sanktionerna innebar bland annat att kritiska strålningsskyddade elektronikkomponenter för nästa generations GLONASS-satelliter (K2) inte längre levereras till Ryssland.⁶⁹ Detta gjorde att man fick fortsätta producera GLONASS-K1 istället. Planen var att istället skjuta upp

⁶⁶ Russia to Spend \$70 Billion on Space Program in 2013–2020, 2012, <http://www.americaspace.com/?p=29114> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁶⁷ Russian President Vladimir Putin, Meeting on the prospects of development of the space industry, 2013-04-12, Blagoveshchensk. Från ryska Roskosmos, <http://www.roscosmos.ru/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁶⁸ Duma MPs want to increase budget funding of Vostochny spaceport, 2013-10-29, <http://tass.ru/en/russia/704505> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁶⁹ Sanctions Delay Russia's GLONASS-K2 Program, 2014-12-17, <http://gpsworld.com/sanctions-delay-russias-qlonass-k2-program/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

första GLONASS-K2 under 2018⁷⁰, med andra ord med fyra års förskjutning. Roskosmos rapporterade även en nedgång med 13 % i intäkter för den ryska rymdindustrin. Detta till trots så testades den nya bärraketen Angara med lyckade resultat. Ryska presidenten Vladimir Putin visade stort intresse av att färdigställa den nya kosmodromen Vostotjnyj, bärraketen Angaras planerade hemvist. Han gav därför ett löfte om en budget på ytterligare 50 miljarder RUB för att färdigställa Vostotjnyj för att vara i drift till 2015, för att genomföra bemannade rymdfärder från och med 2018 och för att genomföra uppskjutningar med Angara från och med 2020. Ryssland hade då redan spenderat 100 miljarder RUB på Vostotjnyj mellan 2011-2014. Putin utsåg ställföreträdande premiärminister Dmitrij Rogozin som personligt ansvarig för att driva detta i hamn. Trots att budgeten sänktes från 2013 till 2014 så var ryska statssekreteraren och tillika ställföreträdande chef för Roskosmos positiv och menade att budgeten skulle öka till 202 miljarder RUB (6,15 miljarder USD)⁷¹ under 2015.

I slutet på 2015 påannonserade Roskosmos att budgeten för det statliga rymdprogrammet var reducerad till ca 1500 miljarder RUB för den kommande tioårsperioden 2016-2025 med andra ord i snitt ca 150 miljarder RUB per år vilket är en avsevärd sänkning från 2015 (185 miljarder RUB) och man hamnar på en budget motsvarande vad man hade under 2012. I början på året hade man påannonserat en budget på 3400 miljarder RUB sen sänktes den till 2000 miljarder RUB och nu är nivån reducerad mer än 50 % till 1500 miljarder RUB.⁷²

Anledningen till reduceringen är framförallt kombinationen av de låga oljepriserna och sanktionerna mot Ryssland till en följd av Krimkrisen. Konsekvenserna av detta är svårt att uttala sig om i nuläget, speciellt som Roskosmos prognos för 2016 var ca 210 miljarder RUB. Detta är troligtvis anledningen till varför månplanerna nu ligger så långt utanför tidsplanen för rymdprogrammet.

Nedgången i Rysslands rymdekonomi sen 2014 går att illustrera genom att titta på antal uppskjutningar från Ryssland. I Figur 8 ser vi att Ryssland genomförde 93 uppskjutningar mellan 2012-2014 och mellan 2015-2017 har antalet gått ner till 63 uppskjutningar. Vi kan också se en förändring i antalet satelliter, i Figur 12 ser vi att antalet aktiva satelliter hos Ryssland ökade mellan 2005 och 2014 från totalt 86 till 136 satelliter i bana runt jorden. Tre år senare, under 2017, ligger de kvar på 137 aktiva satelliter.

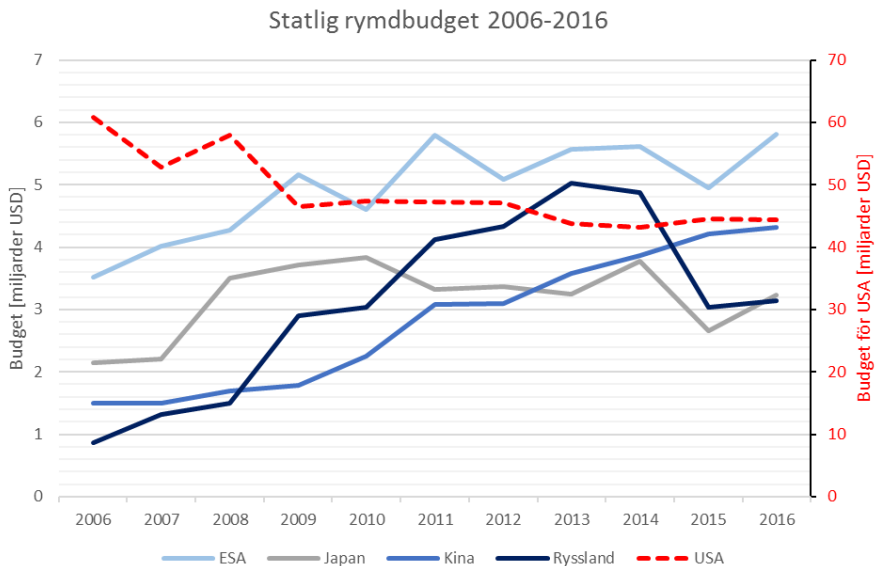
⁷⁰ First Launch of GLONASS-K2 Satellite Planned for 2018, 2015-04-02, <http://gpsworld.com/first-launch-of-glonass-k2-satellite-planned-for-2018/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷¹ Funding of space activities of the Russian Federation in 2015 will increase, 2013-11-21, <http://ria.ru/space/20131121/978648404.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷² Roscosmos 10-Year Budget Cut For Third Time, 2015-12-01, <http://www.themoscowtimes.com/opinion/business/article/roscosmos-10-year-budget-cut-for-third-time/551337.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

7.2.1 Ryymbudget i jämförelse med andra stora ryymbdaktörer

För att få en känsla för utvecklingen av den ryska statliga ryymbudgeten bör man jämföra den med andra stora ryymbdaktörer. Observera att det endast är den civila delen som jämförs här. USA har en ryymbudget som är runt tio gånger större än de övriga stora aktörerna: ESA (den europeiska ryymbdorganisationen), Japan, Kina och Ryssland. I Figur 19 illustreras därför USA med den röda streckade linjen och axeln till höger, de hade en statlig ryymbudget på ca 45 miljarder USD under 2016. Budgeten för de andra aktörerna skall utläsas från den vänstra axeln. Under 2016 låg ryymbudgeten för ESA på ca 5,8 miljarder USD, för Ryssland på ca 3,1 miljarder USD, för Kina på ca 4,3 miljarder USD och för Japan på ca 3,2 miljarder USD. Siffrorna är även här hämtade ur *The Space Report*. Precis som tidigare är det svårt att bedöma exaktheten i uppgifterna utan det är trenderna och förhållandena sinsemellan som bör noteras.



Figur 19 Jämförelse mellan USA och övriga länders ryymbudget, källa *The Space Report*.⁵⁸

Att ESA har näst störst ryymbudget är kanske inte så förvånande eftersom det är en budget som hela Europa bidrar till, även Sverige. Ryssland har tidigare uttryckt sig i termer av att de är stolta över att ha ett ryymbdprogram jämfört med ESAs nivå, vilket de nästan uppnådde 2013-2014. Som figuren visar så hade Japan ett stort försprång mot Ryssland under början av 2000-talet, det var inte förrän 2011 som Ryssland tog igen det. Det verkar även som att Japans ryymbudget har varit hyfsat stabil sedan dess vilket ytterligare har ökat gapet mellan

dessa aktörer. Kina har satsat hårt på att komma ikapp Ryssland och har i princip legat hack i häl med utvecklingen sen 2008 då Rysslands satsningar blev större än Kinas. Om vi kan lita på siffrorna för 2015-2016 för Ryssland så har Kina kommit ikapp. Oavsett har Kina en stark utvecklingstrend och utmanar därmed Ryssland om platsen som andra stora rymdnationen i världen. Samtidigt bör det noteras att USA:s neddragning av sin rymdbudget från och med 2008 är ungefär lika stor som de andra ländernas budget sammantaget.

Ytterligare ett exempel som illustrerar utvecklingen hos de stora rymdaktörerna visas i Figur 13 i avsnitt 6 *Statistik*. Där ses antalet operativa satelliter som de stora rymdaktörerna har haft under senare år, här ingår både civila (blå) och militära (orangea) satelliter. Observera nu att budgeten som presenterades i Figur 19 ovan bara är för den civila rymdverksamheten och motsvarar därmed de civila satelliterna (blå). USA har betydligt fler satelliter än något annat land, lite mer än en femtedel av USA:s satelliter är militära. Ryssland har ökat antalet i både civila och militära satelliter och förhållandet är ca 40 % civila satelliter och 60 % militära satelliter. Antalet satelliter hos Kina har ökat betydligt och de har idag fler satelliter uppe än vad Ryssland har. De har tredubblat sitt satellitnehav på bara fem år, nästan en tredjedel av dessa satelliter är militära. Japan har också ökat sin satellitflotta men inte i så stor omfattning, utåt sett så uppger Japan att alla deras statliga satelliter är civila. ESA har ökat sitt satellitnehav betydligt under de senaste fem åren, där det framförallt är GALILEO-satelliterna som har bidragit till detta.

En förenklad ansats är att förhållandet mellan budget och antalet satelliter är någorlunda proportionellt. Med andra ord är det sannolikt att Rysslands militära rymdprogram nästan är mer än dubbelt så stort som den civila rymdbudgeten, här bör man också väga in att militära satelliter ofta är dyrare än civila satelliter.

7.3 GLONASS – ett representativt exempel över rysk rymdpolitik

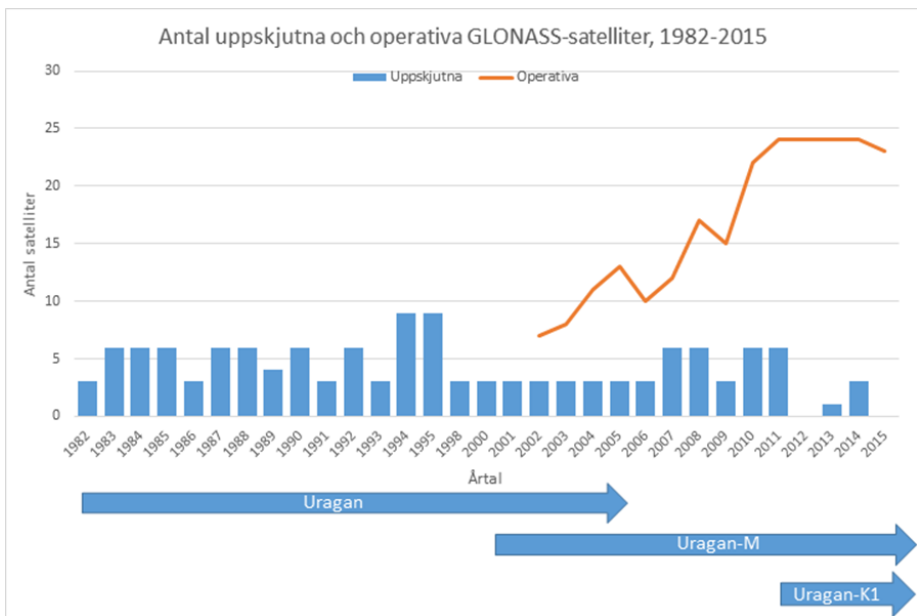
GLONASS-programmet startades upp redan 1976, de första testerna genomfördes 1982 och den första operativa satelliten i systemet sköts upp 1993, systemet som sådant var fullt operativt först 1996. Programmet låg då i princip parallellt med amerikanska GPS-programmet med avseende på operationell funktionalitet.

Upplösningen av Sovjetunionen och den ekonomiska kris som sedan efterföljde ledde till att programmet blev underfinansierat och systemet försämrades så pass på sex år att det endast bestod av sju operationella satelliter vid 2002, se Figur 20, den globala tillgängligheten till GLONASS var då nere på 18 %. De tidiga GLONASS-satelliterna hade en kort livslängd på ca tre år vilket också bidrog till att systemet degraderades så snabbt. Under 2003 initierade därför Vladimir Putin

ett program för att återuppliva och modernisera GLONASS. Den enorma satsningen visade tydligt på Rysslands ambition att återigen vara oberoende av andra nationer för en så kritisk förmåga som position, navigation och tids-synkronisering, både för ryska civila men framförallt militära tillämpningar.

I maj 2007 undertecknade ryska presidenten Vladimir Putin ett beslut om att erbjuda GLONASS-tjänsterna gratis för kunder världen över, precis på samma sätt som GPS finns tillgängligt:

*"Access to civilian navigation signals of GLONASS global navigation satellite system is provided to Russian and foreign consumers free of charge and without restrictions."*⁷³



Figur 20 Antalet GLONASS-satelliter som har skjutits upp varje år sen start av programmet som blå staplar. Röda linjen visar antalet operativa satelliter i konstellationen från 2002 till 2015 under december månad respektive. Pilarna visar vilken typ av satellitsystem som användes under tidsperioden. Källa FOI, IAC PNT⁷⁴ och Gunter's Space Page⁷⁵.

⁷³ Presidential Decree, dated May 17 2007 N 638, "On the use of the GLONASS global navigation satellite system for socio-economic development of the Russian Federation". Från ryska Roskosmos, <http://www.roscosmos.ru/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷⁴ Information and Analysis Center for Positioning, Navigation and Timing, <https://www.glonass-iac.ru/en/index.php> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷⁵ Gunter's Space Page, 2016-11-22, <http://space.skyrocket.de/index.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Planen var då att ha 18 satelliter uppe vid slutet av 2007 och ett fullt globalt system med 24 satelliter till 2009. Observera att det är tillräckligt med 18 satelliter i GLONASS för att ryska militära och civila användare skall ha full täckning över ryskt territorium. Att utöka systemet till 24 satelliter är därför i första hand för att kunna verka militärt på en global arena och även för att det är ett maktmedel. Från rysk sida finns även ambitionen att integrera GLONASS-signalen med GPS och Galileo. Hur detta ska ske är dock ovisst. Putin har i ett uttalande sagt att:

*"We will ensure the compatibility and complimentary use of the Russian Glonass system with the American GPS, and later with the European Galileo systems."*⁷⁶

Under 2008 meddelade Roskosmos att planen var att ha 30 satelliter uppe senast 2011.⁷⁷ President Putin deklarerade samtidigt att GLONASS var den viktigaste komponenten i hela ryska rymdprogrammet.⁷⁸

Programmet rullade på under 2009 och i slutet på året lyckades man uppfylla full täckning över ryskt territorium, dock två år senare än ursprunglig plan. Ryssland införde även en lag om navigation där det framgår att ryska presidenten skall bestämma huvudinriktningen på statsmaktens policy kring navigation.⁷⁹ Men Ryssland var dock fortfarande långt ifrån den ursprungliga planen med ett globalt system och under 2010 drabbades programmet av en katastrof då tre GLONASS-satelliter förlorades vid en uppskjutning.

I oktober 2011 uppnådde Ryssland ändå global täckning med GLONASS med 24 satelliter i bana, dock två år senare än planerat och med sex färre satelliter än ursprungligen beslutat. Roskosmos rapporterade att GLONASS nu var jämförbart med amerikanska GPS vad gällde noggrannhet, tillgänglighet och effektivitet. Noggrannheten uppgavs ha en standardavvikelse på 5,6 meter, vilket var betydligt bättre än 35-50 meter som var noggrannheten under 2006. Roskosmos fick även i uppgift att marknadsföra GLONASS internationellt och deltog därmed bland annat i femton olika forum och konferenser. För att ytterligare förbättra noggrannheten planerades det att utöka margsegmentet med

⁷⁶ Putin makes Glonass navigation system free for customers, 2007-05-18, <http://sputniknews.com/science/20070518/65725503.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷⁷ Russia to put 3 Glonass satellites into orbit December 25, 2008-11-20, <http://sputniknews.com/science/20081120/118428028.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷⁸ Vladimir Putin, the President of the Russian Federation, 2008-12-25, enligt <https://www.roskosmos.ru/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁷⁹ Federal Law of the Russian Federation of February 14, 2009 N 22-FZ, "On Navigation Activity", Adopted by the State Duma on January 30, 2009, Approved by the Federation Council February 4, 2009.

ytterligare 40 stationer både i Ryssland men även utomlands. Målet var att uppnå en noggrannhet i decimeter och till och med i centimeter.⁸⁰

Under 2013 drabbades Ryssland av ytterligare en förlust av tre GLONASS-satelliter vid uppskjutning. Detta åtföljdes av sanktioner mot Ryssland under 2014 vilket försenade tillverkningen av de nya uppgraderade K2-satelliterna.

Trots de drastiska budgetnedskränkningarna i det statliga ryska rymdprogrammet under början på 2016 så verkar Ryssland ändå hålla fanan högt vad gäller prioriteringarna för GLONASS-programmet. Den första mars 2016 gick ISS (*Information Satellite Systems*) Reshetnev ut med nyheten om att de hade blivit tilldelade ett kontrakt av Roskosmos på elva nya GLONASS-satelliter, varav nio är av typen K1 och två av den nya typen K2. Några av dessa K1-satelliter planeras att skjutas upp redan 2018. Planen är sedan att påbörja en massproduktion av K2 under 2019-2020.⁸¹ Förseningen av K2 kommer då att uppskattningsvis vara fem till sex år på grund av sanktionerna och med det svårigheten för Ryssland att få tag på elektronikkomponenter till satelliterna.

7.3.1 Samarbeten internationellt kring GLONASS

Media har flitigt rapporterat om Rysslands intentioner till att stärka relationer med andra länder och GLONASS-programmet har nyttjats som Rysslands starka kort i diskussioner och förhandlingar. Ett antal länder har nämnts som framtida potentiella partners, framförallt nämns utveckling och utplacering av marksegment för GLONASS hos de olika länderna, dock är det ibland otydligt om det är ambitioner eller om det redan pågår diskussioner med dessa länder samt hur långt diskussionerna har gått. Med markstation avses här i de flesta fall stationer som övervakar och korregerar GLONASS-signalerna för att uppnå bättre noggrannhet i systemet. De länder som under 2000-talet har nämnts som samlarbetspartners i media är bland annat: Armenien, Australien, Brasilien, Fiji, Indonesien, Indien, Iran, Israel, Kazakstan, Kina, Kuba, Mexiko, Nicaragua, Spanien, Sverige, Sydafrika, Sydkorea, Ukraina, USA, Vietnam och Vitryssland.

Ryssland och USA initierade ett samarbete 2004 med det huvudsakliga målet att möjliggöra interoperabilitet mellan GPS- och GLONASS-systemet, exempelvis genom kompatibilitet mellan nyttjade radiofrekvenser. Efter Rysslands annektering av Krim lades samarbetet på is i april 2014⁸² och det förefaller inte som att samarbetet kommer återupptas i närtid.

⁸⁰ Maintain, develop and use of the GLONASS system in the 2012 – 2020 years, <http://www.federspace.ru/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸¹ ISS Reshetnev to build 11 new GLONASS-K satellites, 2016-03-01, <http://gpsworld.com/iss-reshetnev-to-build-11-new-glonass-k-satellites/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸² International Cooperation - Russia, <http://www.gps.gov/policy/cooperation/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Ryssland och Ukraina hade tidigt⁸³ ett avtal kring GLONASS-programmet, efter Krim valde dock Ryssland att avsluta de flesta rymdsamarbetena med Ukraina, det är dock oklart om GLONASS-samarbetet avslutades i och med detta. Likaså nämndes Sverige redan så tidigt som 2011 som en eventuell strategisk partner efter ett möte mellan premiärminister Vladimir Putin och statsminister Fredrik Reinfeldt⁸⁴. Faktum är att Lantmäteriets stödsystem för satellitpositionering SWEPOS var först med att erbjuda realtidspositionering för både GPS och GLONASS och gör så fortfarande.⁸⁵

Ryska IAC PNT, *Information and Analysis Center for Positioning, Navigation and Timing*, etablerades redan 1995 och stödjer Roskosmos med hanteringen av GLONASS-programmet. IAC PNT har en hemsida där de bland annat presenterar status på GLONASS-satelliterna, däremot finns det knapphändig information om markstationerna och var de befinner sig. Idag bedöms det finnas markstationer för GLONASS på Antarktisk⁸⁶, i Brasilien, som har tre till fyra stationer⁸⁷, två stationer färdigställs 2016 i Nicaragua⁸⁸, samt dialog pågår med Kina.

Ryssland och Indien skrev ett avtal (MoU) i oktober 2016 avseende utplacering av mätstationer för GLONASS och det Indiska systemet NavIC. Det verkar även som att Indonesien och Sydkorea har godkänt utplacering av ryska mätstationer på deras territorium. Under 2016 har det även konsulterats med Kuba, Fiji, Mexiko, Vietnam, Sydkorea och Iran om ryska mätstationer för GLONASS.⁸⁹

Ryssland och Kina satsar stort på ett samarbete, speciellt kring satellitnavigation. De har satt upp en gemensam kommitté för viktiga strategiska samarbetsprojekt inom satellitnavigation, de har även signerat ett bilateralt avtal (MoU) kring satellitnavigation, vilket Kina rapporterade om senast i juni 2016 under FN:s rymdkommitteemöte⁹⁰. Det har rapporterats om att de planerar att sätta upp en

⁸³ Ukraine-Russia Space Cooperation: GLONASS, 2010-05-27, <https://rescommunis.wordpress.com/2010/05/27/ukraine-russia-space-cooperation-glonass/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁴ Prime Minister Vladimir Putin, Talks with the Prime Minister of Sweden Fredrik Reinfeldt, 2011-04-27, enligt <https://www.roskosmos.ru/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁵ SWEPOS - Historik, <https://swepos.lantmateriet.se/swepos/dethararswepos/historik.aspx> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁶ Russia Eager to Set Up Glonass Monitoring Stations in 36 Countries, 2014-04-23, <http://www.themoscowtimes.com/business/article/russia-eager-to-set-up-glonass-monitoring-stations-in-36-countries/498822.html> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁷ Russia, Brazil Sign Contract for Glonass Ground Measuring Station, 2015-09-16, <http://sputniknews.com/science/20150916/1027084802.html#ixzz4BleLATmL> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁸ COMENZARAN A INSTALAR GLONASS EN NICARAGUA, 2016-02-08, <http://www.informepastran.com/index.php/2016/02/08/comenzaran-a-instalar-glonass-en-nicaragua/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁸⁹ Årsrapport 2016 för Roskosmos, 2017-06-26.

⁹⁰ The Progress of BeiDou Navigation Satellite System, 59th session of COPUOS, 2016-09-06.

gemensam produktionsfabrik av bland annat satellitnavigationsmottagare. Det sägs även att samarbetet innefattar en harmonisering av standarder relaterade till satellitnavigation. Kina kommer även att leverera den teknologi som Ryssland behöver för de nya GLONASS-satelliterna, samma teknologi som USA har slutat leverera till Ryssland sen sanktionerna infördes. Ryssland kommer i sin tur skjuta upp kinesiska Beidou-satelliter. Det rapporteras även om att det kommer sättas upp stationer för övervakning och signalkorrektion i varandras länder för både GLONASS och det kinesiska Beidou.^{91, 92, 93}

7.3.2 Sammanfattning av GLONASS-programmet

Utvecklingen av GLONASS-programmet, med dess framgångar och bakslag, är representativt för hur Ryssland har bedrivit sin rymdpolitik under 2000-talet. Det är tydligt att GLONASS-programmet är ett verktyg för Ryssland att både påverka och motverka USA:s inflytande utomlands vad gäller PNT-tjänster. Programmet är självfallet även en viktig komponent för Ryssland att uppnå både ett oberoende, framförallt från USA, och en överlägsenhet internationellt som global rymdmakt. Drivkraften är både prestige och maktåtertagande inom rymdområdet. Det största hindret för Ryssland att uppnå sina mål är för tillfället en ansträngd ekonomi kombinerat med en centralt styrd, korrupt och tung byråkrati, samt fortfarande ett visst beroende av utländsk teknologi. Trots detta bedrivs programmet målmedvetet och med en tydlig handlingsplan, med starkt politiskt stöd av presidenten. Ryssland kommer med stor säkerhet att nå sina uppsatta mål dock senare än planerat.

7.4 Framtida utmaningar för ryska rymdprogrammet

Premiärministern Dimitrij Medvedev presenterade Rysslands ambitioner på rymdområdet på ett möte⁹⁴ i oktober 2016. Ett uttalande som med eftertryck visar att Ryssland eftersträvar att även framöver bli betraktad som en stormakt på rymdområdet:

⁹¹ Russian space agency preparing to locate GLONASS stations in China, 2014-06-24, http://sputniknews.com/voiceofrussia/news/2014_06_24/Russian-space-agency-preparing-to-locate-GLONASS-stations-in-China-7734/ (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁹² China's Beidou and Russia's GLONASS to harmonize standards, 2014-09-22, <http://www.ewdn.com/2014/09/22/chinas-beidou-and-russias-ghlonass-to-harmonize-standards/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

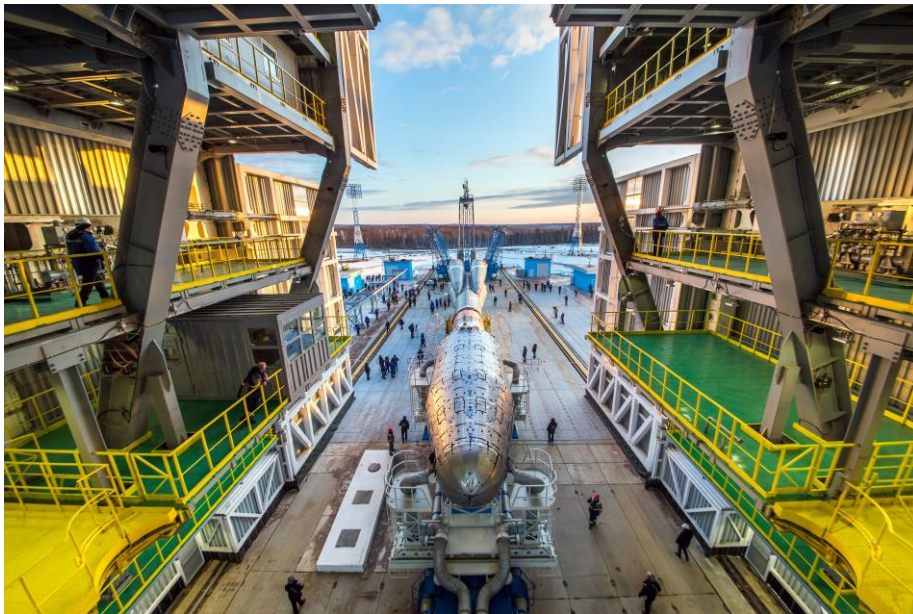
⁹³ Dream team: Russia's GLONASS & China's BeiDou to make satnav system parts together, 2015-10-12, <https://www.rt.com/news/318359-ghlonass-beidou-navigation-satellite/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

⁹⁴ Medvedev: Russia must do everything to keep its status of space power, 2016-10-19, <http://tass.com/science/907460> (uppslagsdatum 2017-12-06).

"Russia values it's status of a space power and must do everything possible to keep it.

This [the Vostochny spaceport construction] is, indeed, large-scale and complex work rather than simply the construction site of the most complex engineering hi-tech facility. For understandable reasons, this is a guarantee that Russia will keep the status of a leading space power in the coming years.

We appreciate this status and would like to do everything to ensure that our country keeps this status."



Figur 21 Förberedelser inför första uppskjutningen på Vostotjnyj som genomfördes i april 2016, källa Marina Lystseva/Roskosmos.

Den sänkta rymdbudgeten är en realitet som är en konsekvens av det sänkta oljepriset. Detta innebär i sin tur att flera av planerna i det nya rymdprogrammet förskjuts framåt i tiden, framförallt planerna med att sätta en man på månen som nu ligger långt fram, 2030. Ryssland uppnådde dock en viktig målsättning i april 2016, då den första uppskjutningen från Vostotjnyj genomfördes med bäraraketen

Soyuz-2.1a, se Figur 21.⁹⁵ Detta visar att trots motgångar så ser Ryssland till att uppnå sina målsättningar och visioner. Man väljer inte att avbryta utan skjuter istället målsättningarna på framtiden för att på så sätt bibehålla sin position som världens näst största rymdnation.

Det ryska rymdprogrammet har också starkt stöd hos president Putin och framhålls som politiskt viktigt och prioriterat för ryska statens välfärd och säkerhet. Å andra sidan, på grund av sanktionerna och de idag frostiga relationerna med EU och USA kommer Ryssland troligtvis att söka sig till andra rymdsamarbeten med exempelvis Kina. Ryssland kommer även, som tidigare nämnts, behöva bygga upp industriell kapacitet för att producera inhemska kritiska elektronikkomponenter till sina rymdsystem. Detta är något som det har funnits en särskild budgetpost för i Roskosmos budget sedan 2008.

Huruvida Kinas rymdprogram kommer gå om det ryska återstår att se under de kommande åren, det är inte helt osannolikt eftersom den ryska budgeten ser ut att plana ut de kommande tio åren medan Kinas budget, åtminstone historiskt sett, följer en stadig kurva uppåt. Att Kina numera har fler operativa satelliter i bana än vad Ryssland har är ytterligare ett exempel på denna trend.

I det arbetet som har utförts för denna rapport har inte det ryska militära satellitprogrammet analyserats. Å andra sidan bör man ha i åtanke att rymdsystem ofta har dubbla användningsområden, varför inriktning och omfattning på ett civilt program till del kan avspegla även en nations militära ambitioner. GLONASS är exempelvis ett civilt program, som självklart kommer att börja nyttjas för militära tillämpningar när det anses tillräckligt moget och tillförlitligt. Även den nya uppskjutningsplatsen Vostotjnyj kommer självfallet att nyttjas för uppskjutning av ryska militära satelliter. Det bör också noteras att det finns en särskilt avsatt budget för att överföra kunskap och teknik mellan rymd- och försvarsindustrin. Ytterligare en annan budgetpost tillägnas så kallade prioriterade innovativa projekt inom raket- och rymdindustrin, vilket med största sannolikhet kommer att bidra till Rysslands militära missilutveckling.

⁹⁵ First launch from Russia's new cosmodrome declared a success, <https://spaceflightnow.com/2016/04/28/first-launch-from-russias-new-cosmodrome-declared-a-success/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

8 Fristående rymdartiklar

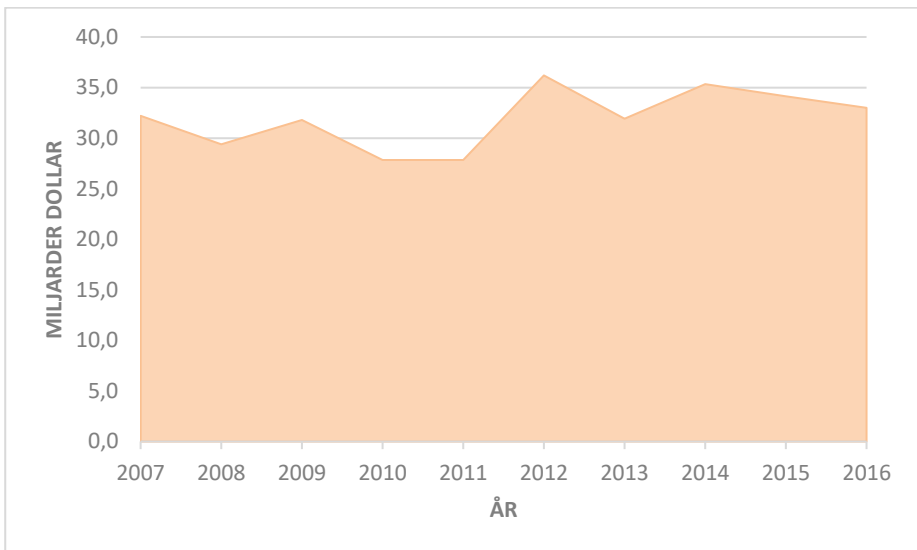
I följande avsnitt presenteras kortare fristående artiklar skrivna av olika författare. De kan alltså läsas separat från varandra och är egentligen kortare fördjupningar i olika ämnen som hittills har tagits upp i rapporten. Vi har valt ut följande artiklar:

- Försvarsekonomi rymd, författare Juuko Alozious
- USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation, författare Sandra Lindström
- Europeiska kommissionens rymdstrategi, författare Kristofer Hallgren
- Pseudosatelliter - en ny omstörtande teknik, författare Kristofer Hallgren

8.1 Försvarsekonomi rymd

Författare: Juuko Alozious

I avsnitt 6.1 *Global rymdekonomi* redovisas den globala rymdekonomin samt en översikt av den totala militära satsningen på rymdverksamhet. I detta avsnitt läggs närmare fokus på militärt relaterade rymdutgifter. Endast ett fåtal länder har studerats, styrt av tillgången till öppet data. Enligt uppgift är det USA som satsar mest och de stod för 67 procent av globala rymdförsvarsutgifter under 2016. Ryssland kommer på andra plats medan Kinas rymdförsvarsutgifter har ökat successivt för varje år. Frankrike satsar mest i Europa.



Figur 22 Globala rymdförsvarsutgifter mellan 2007 – 2016.^{96, 97}

⁹⁶ Yearbook on Space Policy 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 och 2014, <https://www.espi.or.at/Books/2010-07-11-09-38-36> (uppslagsdatum 2017-12-06).

The Space Report 2016 - The Authoritative Guide to Global Space Activity, <https://www.spacefoundation.org/media/news-briefs/purchase-space-report-2016-now> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Space Policies, Issues and Trends in 2014-2015, report 54, november 2015, European Space Policy Institute (ESPI, ISSN: 2076-6688).

⁹⁷ På grund av oförenlig källhänvisning kan inte data rapporteras i samma fastpris eller växelkurs.

8.1.1 Globala rymdförsvarsutgifter

De globala rymdutgifterna kopplat till den militära verksamheten har inte förändrats avsevärt under perioden 2007 - 2016, se Figur 22. Utgifterna har under större delen av perioden varit kring 30 till 35 miljarder USD.

Globala rymdförsvarsutgifter under 2016 var enligt *The Space Report* 33 miljarder USD, vilket är en minskning från 34,1 miljarder USD under 2015. År 2012 hade den största satsningen på 36,2 miljarder USD medan 2011 hade den minsta satsningen på 27,9 miljarder USD.

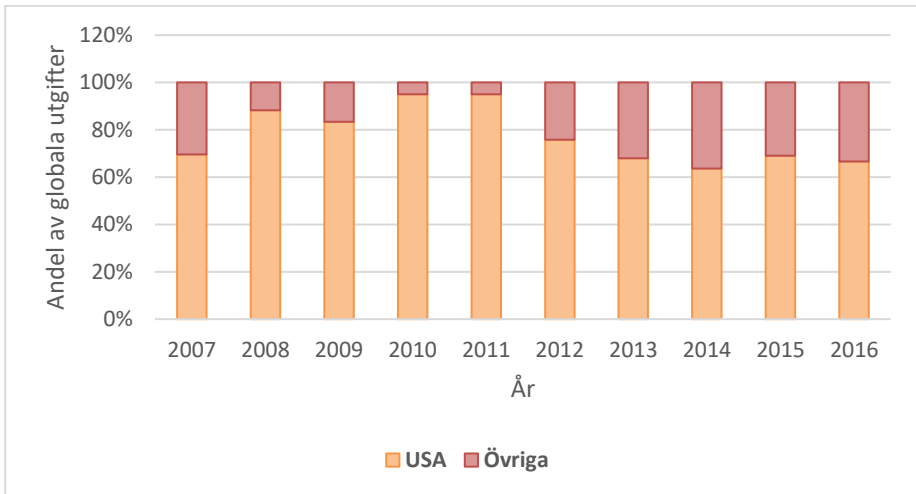
Tabell 1 Globala rymdförsvarsutgifter i miljarder USD.⁹⁶

År	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enligt The Space Report	32,2	29,4	31,8	34,0	27,9	36,2	31,9	35,3	34,1	33,0
Enligt Euroconsult				32,5	31,6	31,7	28,0	24,5		22,9

Tabell 1 visar data på globala rymdförsvarsutgifter producerat av *The Space Report* och Euroconsult vilka är de främsta källorna för rymdförsvarsutgifter. Data i tabellen visar skillnader på rapportering från dessa två källor. Euroconsults rapportering för 2016 var exempelvis 22,9 miljarder USD medan *The Space Report* angav 33 miljarder USD för samma år. Skillnaden i rapporteringen beror delvis på tillgänglig information vid publiceringen men också på vilka rymdprogram som definieras under rymdförsvarssatsningar.⁹⁸

Liksom för militärutgifter är USA den ledande aktören gällande rymdförsvarsutgifter, se Figur 23. Under 2016 stod USA för 67 procent av de globala rymdförsvarsutgifterna och övriga länder stod gemensamt för resterande 33 procent. Mellan 2007 och 2016 har fördelning däremot varierat avsevärt. Under 2011 stod exempelvis USA för cirka 95 procent av de globala rymdförsvarsutgifterna.

⁹⁸ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., Lahcen, A. 2015. Yearbook on Space Policy 2014. The Governance of Space. European Space Policy Institute.



Figur 23 Fördelningen av globala rymdförsvarsutgifter mellan USA och övriga länder.⁹⁶

8.1.2 Landanalyser

8.1.2.1 USA

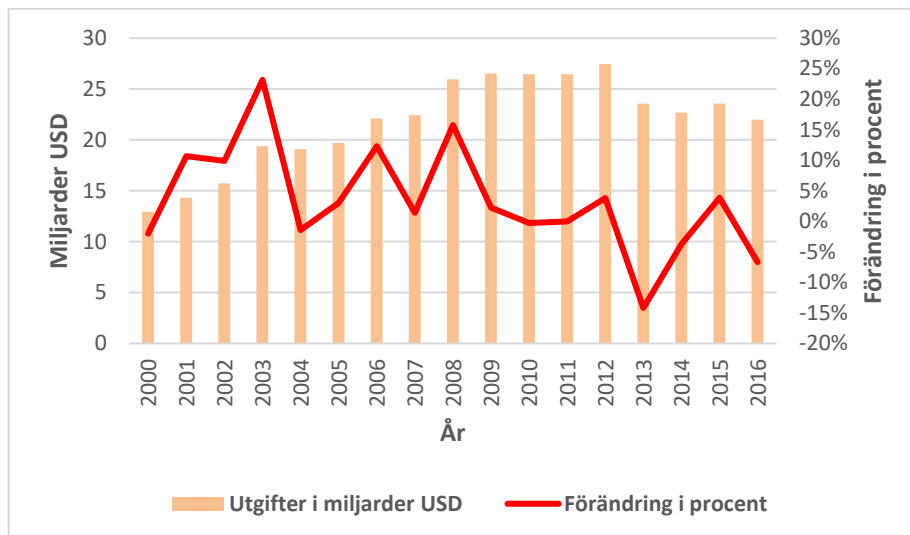
USA:s totala rymbudget för 2016 var 44,4 miljarder USD. Av dessa gick 22 miljarder USD eller 50 procent av den totala rymbudgeten till den nationella säkerhetsanvändningen under försvarsdepartementet (DoD).⁹⁹

Under 2015 var *Evolved Expendable Launch Vehicle* (EELV) det största icke sekretessklassade rymdprogrammet under DoD. EELV tilldelades 1,66 miljarder USD av vilket 226 miljoner var för utveckling av ett nytt raketframdrivnings-system.¹⁰⁰

Global Positioning System (GPS) är det nästa största rymdprogrammet under DoD och tilldelades 839,7 miljoner USD under 2015. Flygvapnet utvecklar för närvarande en tredje generation av GPS-satelliter som förväntas att ge mer precisa navigationssignaler och också vara mer motståndskraftiga mot störningar än nuvarande generationer av GPS-satelliterna. Dessa satelliter förväntas att bli färdiga under 2017.¹⁰⁰

⁹⁹ The Space Report 2017 - The Authoritative Guide to Global Space Activity, 2017, The Space Foundation.

¹⁰⁰ The Space Report 2016 – The Authoritative Guide to Global Space Activity, 2016, The Space Foundation.



Figur 24 USA:s rymdförvarsutgifter 2000 - 2016.¹⁰¹

De tre största militära satellitprogrammen: *Mobile User*, *Advanced Extremely High Frequency* och *Wideband Global SATCOM* kostade tillsammans 1,02 miljarder USD under 2015.¹⁰⁰

Enligt Figur 24 är 2008 – 2012 den period USA genomförde stora satsningar. Under den perioden var USA:s rymdförvarssatsningar över 25 miljarder USD per år. Efter 2012 skedde stora minskningar i budgeten och som konsekvens blev några rymdprogram övergivna eller försenade medan andra program blev prioriterade för att snabbt kunna ha nya förmågor tillgängliga.¹⁰²

Under 2017 begärde U.S. Missile Defence Agency (MDA) 7,5 miljarder USD jämfört med 8,3 miljarder 2016.¹⁰³ Budgeten för MDA har minskat under senaste åren vilket är en reflektion av övergripande förändringar i landets rymdförvarsutgifter, att prioritera nya förmågor.¹⁰⁴

Trots stora minskningar efter 2012 är USA fortfarande den uppenbara ledande aktören.

¹⁰¹ Data för perioden 2000 – 2006 är från NASA: Aeronautics and Space Report of the President Fiscal year 2016 activities. Data för perioden 2007 – 2016 är från The Space Report Online, <https://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹⁰² The Space Report 2014 - The Authoritative Guide to Global Space Activity. Space Foundation.

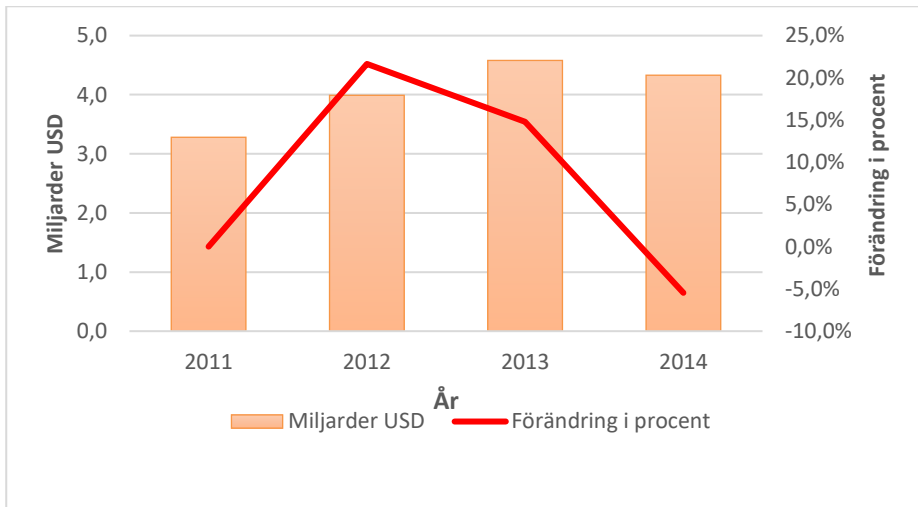
¹⁰³ Al-Ekabi, C. 2016. Space Policies, Issues and Trends in 2015 – 2016, European Space Policy Institute, september 2016.

¹⁰⁴ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., Lahcen, A. 2015. Yearbook on Space Policy 2014. The Governance of Space, European Space Policy Institute.

8.1.2.2 Ryssland

Ryssland är den näst största rymdaktören efter USA. Landets militära rymdsatsning, som inkluderar program med dubbelanvändning, uppskattas vara lika stor som den civila delen.^{104, 105}

Rysslands rymdutgifter kopplat till den militära verksamheten har i genomsnitt varit 4 miljarder USD under perioden 2011 – 2014. Figur 25 visar en uppgång i Rysslands rymdförsvarsutgifter från 2011 till 2013 och en minskning under 2014.



Figur 25 Rysslands rymdförsvarsutgifter 2011 – 2014.⁹⁶

År 2013 beställde landets försvarsmakt fem optiska övervakningssatelliter med hög upplösning värda cirka 2,2 miljarder USD.¹⁰⁶

Landets rymdsatsning har påverkats av ekonomiska problem som landet genomgår.¹⁰⁰ Det är däremot oklart i vilken utsträckning den militära rymdsatsningen kan ha påverkats. Trots de ekonomiska bekymren har Ryssland fortsatt att prioritera satsningen på sitt försvar. På grund av en svag tillväxt i ekonomin har försvarsutgifterna höjts genom att försvarsbudgetens andel av landets BNP har ökat.

¹⁰⁵ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., Lahcen, A. 2013. Yearbook on Space Policy 2010/2011. The Forward Look, European Space Policy Institute.

¹⁰⁶ Al-Ekabi, C. 2014. Space Policies, Issues and Trends in 2012–2014, European Space Policy institute.

År 2011 bildade Ryssland Aerospace Defence Forces (ADF) med mål att övervaka landets luftrum och övervaka rymdföremål ovanför dess territorium.¹⁰⁷ År 2015 slogs ADF och flygvapnet samman under gemensamt befäl. I kampen mot Daesh i Syrien använde Ryssland, bara fram till november 2015, tio spanings-satelliter. ADF:s del i anfallet mot Daesh intensifierades efter bombningen av det ryska passagerarflygplanet i oktober 2015.¹⁰⁸

8.1.2.3 Kina

Kina har gjort stora framsteg och tillsammans med USA och Ryssland har de förmåga att skicka människor till rymden.¹⁰⁹

Militären spelar en nyckelroll i Kinas rymdprogram då landets rymdambitioner är kopplade till Folkets befrielsearmé (PLA). Alla Kinas rymdanläggningar bemannas och drivs av PLA. För bemannade rymdaktiviteter sker all utveckling och planering under direkt kontroll av militären och politbyrån.¹⁰⁹

Det finns inte officiellt publicerat data om Kinas rymdsatsningar. Tabell 2 visar Euroconsults uppskattningar av Kinas rymdförsvarsutgifter som jämförs med en uppskattning som följer en metod beskriven nedan.

Utgångspunkten för det skattade datat är att med hänsyn till Kinas framsteg och dess många rymdprogram kan det antas, i likhet med andra rymdnationer, att en andel av landets nationella inkomst (BNP) ägnas åt rymdaktiviteter.

Förutom USA och Ryssland som satsar betydligt mer på rymden uppskattas det att övriga rymdnationer (inklusive Kina) ägnar i genomsnitt 0,038 procent av deras BNP på rymdaktiviteter.¹⁰⁰

Vidare uppskattas det att Kinas rymdbudget fördelas på 58 procent för civila rymdaktiviteter och på 42 procent för militära rymdaktiviteter.¹¹⁰ Med hjälp av den informationen och BNP-data från Internationella valutafonden (IMF) visar Figur 26 Kinas skattade rymdförsvarsutgifter för perioden 2006 - 2016.¹¹¹ Tabell 2 visar att skattade data och data från Euroconsult är ganska jämförbara.

¹⁰⁷ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., Lahcen, A. 2015. Yearbook on Space Policy 2014, European Space Policy Institute.

¹⁰⁸ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., Lahcen, A. 2017. Yearbook on Space Policy 2015 Access to Space and the Evolution of Space Activities, European Space Policy Institute.

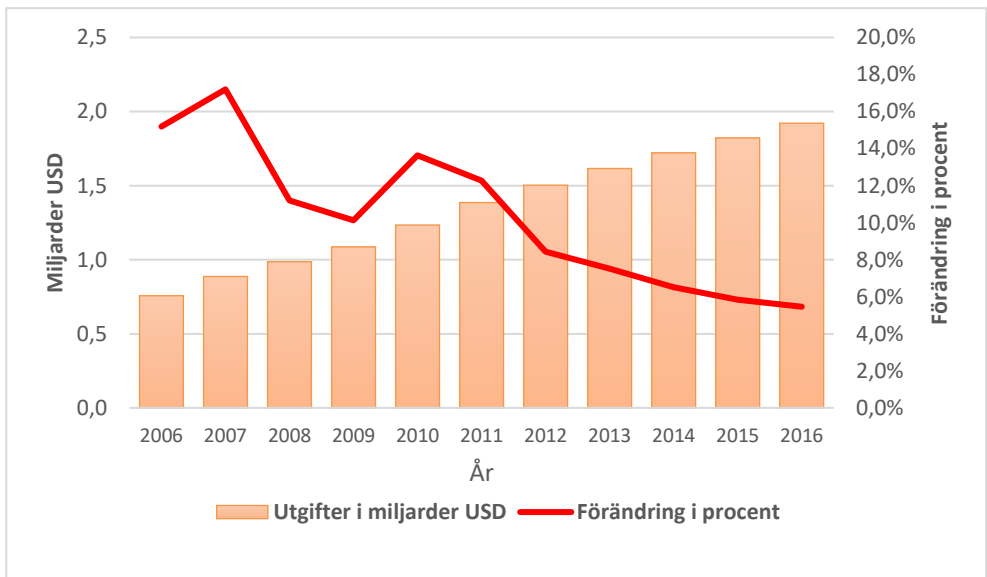
¹⁰⁹ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., & Lahcen, A. (Eds.). 2015. Yearbook on Space Policy 2011/2012 Space in Times of Financial Crisis.

¹¹⁰ Alberti, S. 2015. When China Goes to the Moon, European Space Policy Institute.

¹¹¹ BNP-data som har använts har hämtats från IMF Economic Outlook (2016). World Economic Outlook. Datat är i 2016 fastpris och växelkurs.

Tabell 2 Estimat av Kinas rymdförsvarsutgifter i miljarder USD.⁹⁶

År	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enligt metoden	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8
Enligt Euroconsult	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9



Figur 26 Kinas skattade rymdförsvarsutgifter.

Enligt Figur 26 har Kinas rymdförsvarsutgifter ökat successivt sedan 2006. I jämförelse med USA och Ryssland så har förändringen i procent från år till år hela tiden varit positiv. Den uppskattade satsningen under 2016 var nästan 2 miljarder USD, jämfört med cirka 0,8 miljarder USD under 2006. Den utvecklingen är jämförbar med utvecklingen i landets försvarsutgifter. Kinas försvarsutgifter har ökat successivt genom åren även om landets försvarsutgifters andel av BNP har varit konstant på cirka 2 procent.¹¹² Detta pekar på att Kinas försvarssatsning och landets rymdförmågor har gynnats av landets stora

¹¹² SIPRI (2017). Military Expenditure Database.

ekonomiska tillväxt under de senaste åren. Skattningen ser rimlig ut men försvåras i brist på öppna källor om Kinas rymdsatsningar.

8.1.2.4 Europa

De främsta rymdnationerna i Europa satsar även på militärt relaterade rymd-aktiviteter.¹¹³ Tabell 3 visar att Europas rymdförsvarsutgifter inte har förändrats avsevärt under perioden 2007 - 2014. Under 2014 var satsningen 1,2 miljarder USD jämfört med 1,5 miljarder USD under 2007.

Tabell 3 Europas rymdförsvarsutgifter 2007 – 2014 i miljarder USD.⁹⁶

År	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enligt Euroconsult	1,5	1,1	0,8	1,2	1,2	1,0	1,1	1,2

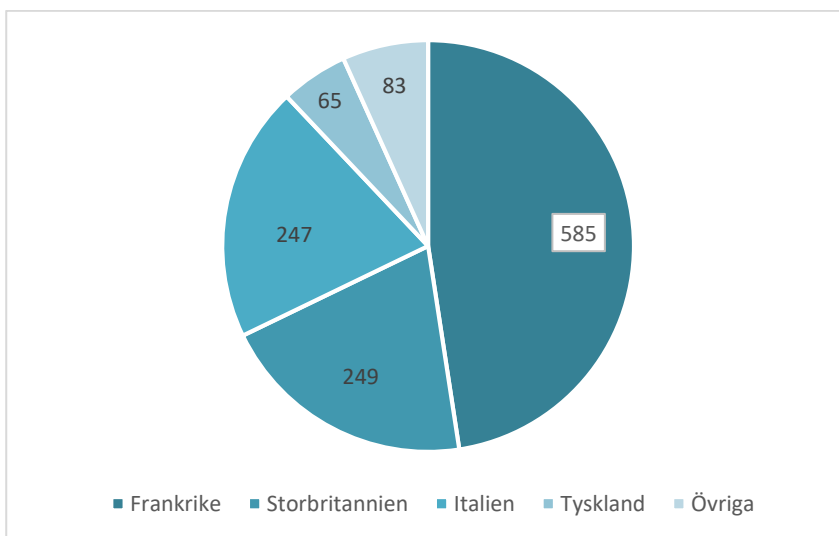
Frankrike, Storbritannien, Italien och Tyskland är de ledande aktörerna i Europa. Frankrike satsar mest och stod för mer än vad de övriga tre länderna spenderade tillsammans under 2014.

Frankrikes rymdförsvarssatsning för 2014 uppskattas vara 585 miljoner USD. Rymdbudgeten för Centre National d'Études Spatiales (CNES), Frankrikes rymdbyrå, finansieras genom två finansiella program. Program 191 som täcker både det civila och det militära rymdprogrammet och finansieras genom landets försvarsdepartement samt Program 193 som täcker det civila rymdprogrammet och finansieras genom forskningsministeriet.¹⁰²

Storbritanniens rymdförsvarssatsning för 2014 var cirka 249 miljoner USD. Av detta ägnades 93 procent åt militära kommunikationssatelliter.¹¹³ Tabell 4 visar att landets satsningar i princip har legat på samma nivå mellan 2011 – 2014.

Italiens rymdförsvarssatsning under 2014 var 247 miljoner USD och ökade med 30 procent från föregående år. Satsningen under 2014 användes delvis för anskaffning av rymdrelaterade förmågor från kommersiella operatörer för säkerhet, försvar och kommersiella ändamål.¹¹³

¹¹³ Al-Ekabi, C., Baranes, B., Hulsroj, P., & Lahcen, A. (Eds.). 2015. Yearbook on Space Policy 2014: The Governance of Space.



Figur 27 Fördelning av Europas rymdförsvarsutgifter under 2014 i miljoner USD.¹¹³

Tysklands budget på 65 miljoner USD under 2014 kan bero på dubbelanvändning av rymdteknologi vilket innebär att det kan dölja sig ytterligare finansiering inom andra större budgetposter. En betydligt större siffra har exempelvis rapporterats parallellt på cirka 546 miljoner USD under 2014.¹¹³ Att dessa siffror står i strid med varandra bevisar komplexiteten i bedömning av vilken del av rymdutgifterna som kan klassas som rymdförsvarsutgifter med tanke på den generella dubbelanvändningsformen av rymdprogram.

Tabell 4 Rymdförsvarsutgifter 2011 – 2014 i miljoner USD.¹¹⁴

År	2011	2012	2013	2014
Frankrike	743	558	492	585
Storbritannien	235	239	239	249
Italien	90	100	190	247
Tyskland	69	63	219	65

Under 2013 skrev tyska försvarsanskaffningsbyrån ett kontrakt värt 1,1 miljarder USD med det tyska företaget OHB AG för tillverkning av tre SAR-spanings-

¹¹⁴ Al-Ekabi.C.2014. Space Policies, Issues and Trends in 2012–2014, European Space Policy Institute.

satelliter med mål att skickas upp under 2019. De är tänkta att ersätta SAR-Lupe systemet som används idag.¹⁰² Detta kan möjligtvis ge en förklaring till landets satsning på 219 miljoner USD under 2013 som är mycket större jämfört med 63 och 65 miljoner USD under 2012 respektive 2014.

8.1.2.5 Japan

Under 2008 ändrade Japan sin grundlag för att tillåta militärt engagemang i rymden.¹¹⁴ Naturkatastrofer och pågående geopolitiska spänningar i Japans när-område har påverkat landets inställning från enbart fredliga rymdaktiviteter till att också ta ställning till rymdaktiviteter kopplat till säkerhet och försvar.¹¹⁵ Under 2014 uppskattas Japans rymdförsvarsutgifter vara 842 miljoner USD jämfört med 1,3 miljarder USD under 2013.¹⁰² För 2011 uppskattas rymdförsvarsutgifterna vara 1,2 miljarder USD och 1,04 miljarder USD för 2012. Dessa siffror inkluderar även dubbelanvändning.¹¹⁴ Stora delar av Japans rymdförsvarsatsningar är avsedda för försvar mot missiler.¹⁰²

8.1.2.6 Israel

Största delen av Israels rymdprogram är för militärt bruk.¹¹⁶ Landets försvarsdepartement är en nyckelkund hos *Spacecom*, en satellitkommunikationsleverantör, medan landets försvarsmakt använder en grupp militära spanings-satelliter så kallade *Ofeq*.¹⁰²

Landets rymdförsvarsatsning finansieras med cirka 80 miljoner USD årligen jämfört med den civila satsningen som under 2010 uppskattades vara 10 miljoner USD.¹¹⁶

8.1.3 Sammanfattning rymdförsvarsutgifter

Även om det existerar uppskattningar för rymdförsvarsutgifter för ett fåtal länder är det svårt att avgöra vilken del av utgifterna som är direkt avsedd för militär användning. Detta för att många länder inte alltid skiljer på militära och civila rymdprogram, bland annat för att vissa program har dubbla användningsområden.¹⁰² På grund av dubbla användningsområden hos rymdprogram är det därför svårt att specificera den militära och civila delen av länders rymdutgifter. Ett exempel som kan lyftas fram är samarbetet mellan den europeiska försvarsbyrån (EDA) och den europeiska rymdorganisationen (ESA). Samarbetet mellan EDA och ESA är bland annat avsett för att minska kostnader. Givet att det finns tillgänglig data kräver den formen av multinationella samarbeten en mycket

¹¹⁵ Al-Ekabi.C. 2016. Space Policies, Issues and Trends in 2014 – 2015, European Space Policy Institute.

¹¹⁶ The Space Report 2011 – The Authoritative Guide to Global Space Activity, 2011, The Space Foundation, ISBN-13: 978-0-9789993-4-6.

noggrann genomgång av budgetar. Detta för att exempelvis undvika dubbelräkning mellan nationella rymdutgifter för den civila och militära verksamheten, och multinationella initiativ under övervakning av exempelvis ESA.¹¹⁶

En annan svårighet är att mycket av informationen som är kopplat till den militära verksamheten inte är offentlig. Sådana exempel är rymdprogram eller rymdaktiviteter kopplade till den nationella säkerheten och underrättelseverksamheter. Uppskattningar kan på så sätt enbart baseras på öppna källor vilket gör det problematiskt att ge en fullständig bild av rymdförsvarsutgifter.^{102, 116}

8.2 USA trappar upp sina ambitioner i rymden - förändringar i policy och organisation

Författare: Sandra Lindström

USA är den största rymdnationen, med det menar vi att de har överlägset flest satelliter uppe runt jorden och de investerar mest i sin statliga rymdverksamhet i jämförelse med något annat land. Detta innebär dock inte att USA är ledande inom alla olika rymdsektorer. Utvecklingen av det statliga rymdprogrammet har under 2000-talet följt en negativ trend. Under 2005 utgjorde de statliga investeringarna i USA 29 % av den totala globala rymdbudgeten, nästan tio år senare (2016) stod USA endast för runt 13 % av den globala rymdbudgeten. Denna sänkning är en kombinerad effekt av USA har reducerat sina investeringar över åren såväl som att den kommersiella sektorn har ökat (från 64 % till 77 % av total global budget) som att andra staters statliga investeringar har ökat (från 6 % till 10 % av total global budget). Man ska dock ha i åtanke att USA fortfarande investerar betydligt mer i förhållande till något annat land, det är fortfarande så att USA investerar mer än summan av vad alla andra stater tillsammans investerar i statlig rymdverksamhet.¹¹⁷

En anledning till varför rymdverksamheten har fått stå tillbaka under 2000-talet i USA är framförallt kriget mot terrorn som USA startade efter den 11 september 2001. Detta i kombination med att både nya rymdstater och redan etablerade rymdstater istället har investerat mer i sin rymdverksamhet har lett till ett antal konsekvenser för USA i dagsläget.

Framförallt har Ryssland och Kina haft en positiv trend i sina investeringar under 2000-talet. Ryssland har tagit ett krafttag kring sin rymdverksamhet vilket har resulterat i modernare satellitflottor, en framgångsrik uppskjutningsindustri, ett fullt operativt satellitnavigeringssystem (GLONASS) med en president som under lång tid har prioriterat rymdverksamheten, sen 2014 är inte utvecklingen lika positiv på grund av ett antal olika anledningar, läs mer om det i avsnitt 7 *Fokusområde: Ryssland som rymdmakt - utmaningar i Rysslands rymdprogram*. Under de senaste tio åren har Kina i princip investerat lika mycket i sin rymdverksamhet som Ryssland har investerat i sin. Detta är framförallt märkbart på så sätt att Kina numera har fler operativa satelliter än Ryssland. Det största hotet mot USA är dock teknikutvecklingen som har lett till att både Ryssland och Kina har satelliter som kan manövrera fram till andra satelliter vilket kan användas i syfte att höja förmågan till krigföring i rymden. Under 2000-talet har också ryska kommersiella uppskjutningar kommit att bli ledande på marknaden (åtminstone fram till och med 2014) och USA befinner sig i ett läge där de är beroende av

¹¹⁷ The Space Report Online, <https://www.thespacereport.org/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

ryska raketmotorer. Det är därför förväntat att vi nu ser ett antal åtgärder i USA för att hantera dessa utmaningar. I denna artikel berörs några av dem.

8.2.1 Återupprättande av det nationella rymdrådet i vita huset

Det var länge oklart hur president Donald Trump tänkte hantera rymdfrågorna sen han tog över presidentskapet. Men sen några månader tillbaka har det nu börjat bli tydligare att den nya presidenten inte bara kommer förvalta USA:s starka position inom rymdområdet utan kommer att satsa en hel del på att USA åter igen ska vara en ledande och oberoende aktör i rymden. I juni i år (2017) återinförde¹¹⁸ president Donald Trump det nationella rymdrådet (på engelska *the National Space Council*) i vita huset. Rådet leds av vice presidenten Mike Pence och rådets första möte hölls den 5 oktober i Washington, man hade då bjudit in ett antal aktörer från såväl civil och kommersiell som militär sektor för att hålla anföranden. Rymdrådet har inte varit aktivt på 25 år sen tiden under president George H.W. Bush (1989-1993). Det finns därför många förhoppningar om att rådet på ett bättre sätt ska integrera alla sektorer inom rymdområdet. Syftet med rådet är att det skall stödja och råda president Donald Trump kring nationell rymdpolicy och -strategi. Rådets arbetsuppgifter är att granska amerikanska regeringens rymdpolicy, utveckla en strategi för nationella rymdaktiviteter, utveckla rekommendationer för presidenten kring rymdpolicy samt övervaka och koordinera implementeringen av presidentens (nya) nationella rymdpolicy. Rådet¹¹⁹ utgörs framförallt av ministrar och andra regeringstjänstemän, de kommer också sätta upp en stödjande användargrupp bestående av den privata sektorn och andra icke-statliga intressen. Presidenten Donald Trump har själv sagt att tillkännagivandet av rymdrådet skickar en tydlig signal till världen att de åter-upprättar USA:s stolta arv av ledarskap i rymden och att utforskningen av

¹¹⁸ Presidential Executive Order on Reviving the National Space Council, 2017-06-30, <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/06/30/presidential-executive-order-reviving-national-space-council> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹¹⁹ Rådet utgörs av följande medlemmar: 1. Vice presidenten; 2. Utrikesministern (The Secretary of State); 3. Försvarsministern (The Secretary of Defense); 4. Handelsministern (The Secretary of Commerce); 5. Transportministern (The Secretary of Transportation); 6. Inrikesäkerhetsministern (The Secretary of Homeland Security); 7. Generaldirektören för underrättelsegemenskapen (The Director of National Intelligence); 8. Generaldirektören för förvaltnings- och budgetbyrån (The Director of the Office of Management and Budget); 9. Presidentens nationella säkerhetsrådgivare (The Assistant to the President for National Security Affairs); 10. Chefen för NASA (The Administrator of the National Aeronautics and Space Administration); 11. Departementschefen för vetenskaps- och teknologipolitik (The Director of the Office of Science and Technology Policy); 12. Presidentens rådgivare kring inrikesäkerhet och kontraterrorism (The Assistant to the President for Homeland Security and Counterterrorism); 13. Försvarschefen (The Chairman of the Joint Chiefs of Staff); 14. Eventuellt andra representanter för relevanta departement och myndigheter.

rymden inte bara är väsentligt för deras nations roll utan också för deras ekonomi och för deras framstående nations säkerhet:

*“sends a clear signal to the world that we are restoring America’s proud legacy of leadership in space,” and “space exploration is not only essential to our character as a nation, but also our economy and our great nation’s security.”*¹²⁰

Dagen innan rådets första möte publicerade rådets ordförande, Pence, en artikel i *The Wall Street Journal*.¹²¹ Han konstaterade där att USA inte längre är ledande inom rymdområdet och att de fortfarande har ett stort beroende av Ryssland vad gäller raketmotorer samt i att få upp sina astronauter till internationella rymdstationen, ISS. Vidare uttryckte han sin oro över Rysslands och Kinas pågående anti-satellitprogram i syfte att påverka USA:s militära förmåga (i alla arenor) samt oron över att de två aktörerna alltmer överväger attacker mot amerikanska satellitsystem som en del i deras framtida krigsföringsdoktrin. För att ta itu med dessa utmaningar och hot har därför president Donald Trump tillsatt det nationella rymdrådet. Han har därför även gett dem i uppgift att i närtid se över den nuvarande amerikanska rymdpolicyn¹²², den som även kallas Obamas rymdpolicy, från 2010. Två tydliga mål som Pence också presenterade i artikeln är att USA inte bara ska fortsätta sin närvaro med astronauter i låg bana utan att de ska åka tillbaka till månen för att sedan kunna ta sig vidare till mars. Det andra målet handlar om att återta ledarskapet i rymden, han avslutade med orden:

“Under President Trump, America will lead in space again.”

Rymdrådets första möte, som varade i två och en halv timme, finns även tillgängligt på youtube i sin helhet.¹²³ Det är storslagna planer som presenteras och det återstår att se om administrationen kommer att stödja dessa uttalanden med det nödvändiga statliga kapitalet som krävs för att lyckas med att uppnå målsättningarna. Liknande löften gavs nämligen även under Obamas ledning 2010 vilka aldrig förverkligades.

¹²⁰ Trump reestablishes national space council, 2017-07-27, <https://spacepolicyonline.com/news/trump-reestablishes-national-space-council/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹²¹ America Will Return to the Moon—and Go Beyond, 2017-10-04, <https://www.wsj.com/articles/america-will-return-to-the-moonand-go-beyond-1507158341> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹²² National Space Policy of the United States of America, 2010-06-28, <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/fact-sheet-national-space-policy> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹²³ Vice President Pence Hosts National Space Council, 2017-10-05, https://www.youtube.com/watch?v=4_izFqcZ67U (uppslagsdatum 2017-12-06).

8.2.2 Förändringar inom flygvapnet

General John E. Hyten, nuvarande befälhavare (*commander*), för USA:s strategiska kommando (USSTRATCOM), tidigare befälhavare för flygvapnets rymdenhet (*Air Force Space Command*) mellan 2014 och 2016, har arbetat aktivt under senare år för att stärka USA:s militära närvaro i rymden. Han har även erfarenhet som senior ingenjör inom de militära anti-satellit-vapensystem-programmen. Han har bland annat utvecklat en rymdvision (*Space Enterprise Vision*) och även gett ut ett vitpapper¹²⁴ om hur de bör utveckla deras rymdstyrka (*Space Mission Force*). Han har sedan spenderat det senaste året med att sprida budskapet om dessa initiativ vilket har varit påtagligt på amerikanska konferenser och i media. Både visionen och rymdstyrkan är delar av ett tänkt ramverk (*Space Warfighting Construct*), se Figur 28, som behövs för att möta den nya tidens hot. Andra delar som ingår i ramverket är operativa koncept (CONOPS), en motståndskraftig arkitektur, en agil verksamhet som snabbt kan anpassa sig och samarbeten med allierade samt den kommersiella sektorn.



Figur 28 Flygvapnets ramverk *Space Warfighting Construct*, credit US AFSPC.

Amerikanska flygvapnets nya rymdvision, *Space Enterprise Vision*, lanserades den 12 april 2016.¹²⁵ Visionen är ett resultat av en studie där man tittade på hur

¹²⁴ General J.E., Hyten. (2016). Space Mission Force Developing Space Warfighters for Tomorrow (white paper), 2016-06-29.

¹²⁵ Hyten announces Space Enterprise Vision, 2016-04-13, <http://www.af.mil/News/Article-Display/Article/719941/hyten-announces-space-enterprise-vision/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

man kan göra USA:s säkerhetsarkitektur i rymden mer motståndskraftig. Situationen i rymden är inte längre som den historiskt har varit utan nu utmanas USA av många andra aktörer i rymden. De amerikanska militära satellitsystemen har traditionellt designats utan de nuvarande hoten och riskerna i åtanke, designfokus har istället legat på att satelliterna rent funktionellt ska hålla länge över tid.

Visionen tar därför upp det ökade hotet mot de amerikanska rymdsystemen och hur amerikanska flygvapnet ska kunna försvara sina satelliter mot dessa hot. I första hand hur avskräckningsförmågan mot störningar och attacker kan intensifieras men om detta fallerar hur försvarsförmågan kan förbättras för både egna och allierades rymdsystem. Visionen är att den framtida säkerhetsarkitekturen i rymden ska kunna upprätthålla USA:s förmåga att leverera kritiska rymdtjänster i alla faser av och oberoende av en konflikt. Förenklat kan man sammanfatta det med att man vill förbättra uthålligheten genom att driva hela säkerhetsarkitekturen som *en* verksamhet i motsats till att driva varje satellitsystem som oberoende plattformar. Hyten menar att detta kommer att vara kritiskt för att få rymdsystem att överleva och leverera effekt i den alltmer utmanande rymdmiljön.

Visionen introducerar ett nytt koncept som de kallar *resilience capacity* vilket är ett mått på hur bra man kan svara på olika hot och hur snabbt man kan bemöta framtida hot samt samtidigt fortsätta kunna leverera samma rymdtjänster. Med andra ord hur motståndskraftigt/uthålligt ett system är. Detta skall ersätta det traditionella måttet *functional availability*.

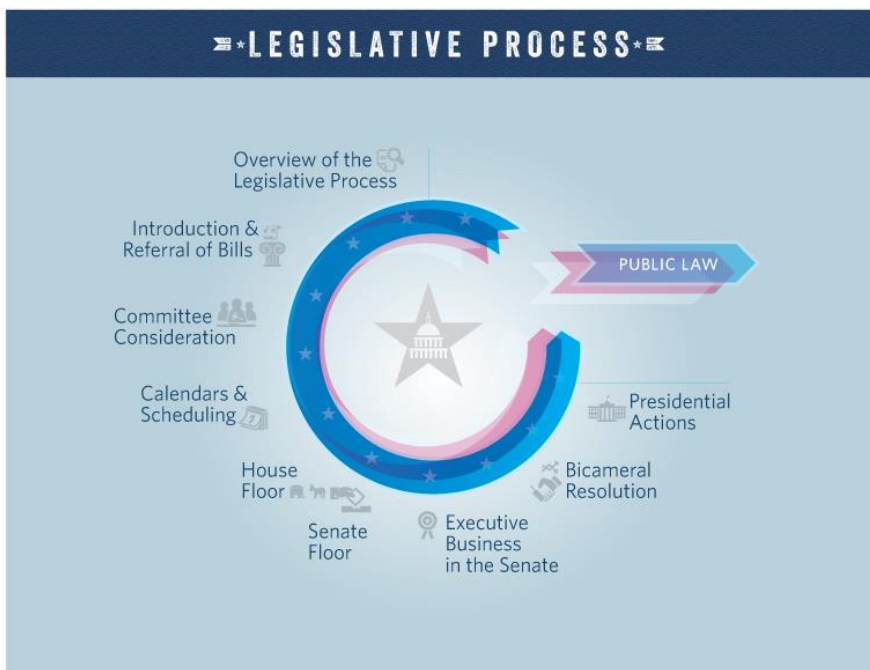
Exempel på hur detta ska uppnås är mindre och billigare satelliter med kortare livslängd men som är snabbt utbytbara samt olika sätt att distribuera ett system på flera satelliter i en konstellation för att göra det mindre sårbart. Man pratar även om att föra in mer responsiva system dvs. kortare utvecklings- och uppskjutningstider för att ersätta system som har fallerat.

I vitpaperet beskriver Hyten på samma sätt hur potentiella motståndare har identifierat att rymden bidrar till stora fördelar för amerikanska militära styrkor, och trots att det finns ett globalt motstånd mot att militarisera rymden så uppvisar dessa aktörer system i syfte att förneka amerikanskt nyttjande av rymden vid en eventuell konflikt. Han menar vidare att det därför är naturligt för USA att försvara sin rätt till att använda rymden. Med det sagt så konstaterar han sedan att flygvapnets rymdenhet inte har den utbildning och erfarenhet som behövs för att möta och vinna över dagens nya hot. Han menar att de som ansvarar för driften av rymdsystemen idag är tränade för att bemöta rymdväder och rymdskrot men inte en mänsklig motståndare. Det som kommer att krävas för att vara förberedda är att förändra kulturen, bygga upp ny expertis och färdighet för att om nödvändigt kunna försvara amerikansk rymdarkitektur. Hytens avsikt är därför att implementera en så kallad rymdstyrka (*Space Mission Force*). Detta innebär exempelvis att anamma ny taktik, teknik och procedurer för att inte bara avskräcka aggressivt beteende i rymden utan också för att bekämpa det. Han

beskriver sedan hur denna rymdstyrka ska organiseras och betonar framförallt behovet av utbildning och övning med hjälp av olika scenarier och simuleringar.

8.2.3 En rymdkår - en sjätte försvarsgren i USA

För att ytterligare få perspektiv på hur rymdfrågorna verkligen är på agendan i USA just nu så bör man känna till att det i kongressen diskuteras huruvida USA ska föra in en sjätte försvarsgren i sin militära styrka, en så kallad rymdkår (*Space corps*) som organisatoriskt går att likna med deras marinkår (*Marine corps*). Senast USA förde in en ny försvarsgren var för 70 år sedan (1947) då flygvapnet etablerades.



Figur 29 En bild över hur lagar implementeras i USA, CC0 1.0 Universal.

I juni i år godkände representanthuset (*House*) ett lagförslag (FY18 NDAA¹²⁶) som innehöll etablerandet av en rymdkår med start senast 1 januari 2019. Lag-

¹²⁶ H.R.2810 - National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2018, <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/2810?q=%7B%22search%22%3A%5B%22FY18+NATIONAL+DEFENSE+authorization+bill%22%5D%7D&r=2> (uppslagsdatum 2017-12-06).

förslaget som senaten godkände i september innehöll dock stora förändringar och rymdkåren fanns då inte kvar. Lagförslaget hamnade i en process (*Resolving Differences/Bicameral Resolution*), se Figur 29, där både representanthuset och senaten måste komma fram till en gemensam kompromiss innan det kan läggas fram till presidenten.

USA:s väpnade styrkor utgörs idag av fem försvarsgrenar: armén, marinkåren, flottan, flygvapnet och kustbevakningen. Marinkåren är en del av flottan men lyder, precis som flottan, direkt under marinministern på marindepartementet. Marindepartementet lyder, tillsammans med de andra militärdepartementen (armé och flyg), under försvarsministern på försvarsdepartementet (DoD). På samma sätt är det tänkt att den föreslagna rymdkåren ska vara en del av flygvapnet men lyda, precis som flygvapnet, direkt under flygdepartementet, och med det bli en helt egen försvarsgren. Enligt förslaget skulle detta innebära att rymdkåren skulle få egen finansiering, egen anskaffning och personal specifikt utbildad för rymdfrågor. Rymdkåren skulle kontrollera de militära satelliterna, men inte underrättelsesatelliterna. Rymdkåren skulle heller inte övervaka militära robotuppskjutningar.

Åsikterna om huruvida en rymdkår skulle lösa USA:s problem går uppenbart isär, därför organiserade CSIS, *Center for Strategic & International Studies*, ett seminarium¹²⁷ i september om just frågan hur de ska organisera de militära rymdfrågorna. Deborah Lee James, tidigare flygvapenminister (2013-2017), presenterade då sina tankar kring införandet av en rymdkår. Hon menade att de problem som ofta tas upp och som man försöker lösa med den föreslagna omorganisationen är:

- Att det inte finns tillräckligt med finansiering. Hon menar att det är en allmän uppfattning men att budgeten i realiteten har ökat på senare år.
- Att det behövs mer fokus på *warfighting* i rymden, hon menar dock att detta inte kommer att lösas med en organisationsförändring, här tror hon att vita husets nya rymdråd kommer göra mer nytta.
- Att det är för många människor involverade i Pentagon. Hon menar dock att det inte är detta som är ett problem utan att rymdfrågorna behöver prioriteras högre.
- Att upphandlingsprocessen är för krånglig och tar för lång tid men att inte heller detta kommer bli bättre med en omorganisation.

Deborah betonar istället att det som behövs är mer rymdkunnigt folk och att en omorganisation till och med kan förvärpa problemen. Det behövs folk som tänker

¹²⁷ How to Organize Military Space, 2017-09-06, <https://www.csis.org/events/how-organize-military-space> (uppslagsdatum 2017-12-06).

multidomän, med andra ord folk som tar hänsyn till fler domäner och inte bara agerar i sitt stuprör.

I motsats till Deborah presenterade Mike Rogers en mer positiv inställning till en omorganisation. Mike Rogers är ordförande i underkommittén för strategiska frågor (kärnvapen, missilförsvar etc.) i representanthuset och är en av de personer som har lagt fram lagförslaget om en rymdkår. Han menade att problemen grundar sig i följande:

- Organisationen idag är för fragmentiserad och det är nästan omöjligt att rita upp ett organisationsschema då ansvaret är oklart.
- Frågor som rör nationell säkerhet relaterat till rymd är inte tillräckligt prioriterat.
- Det tillhandahålls inte tillräckligt med finansiering för dessa frågor.
- De nationella rymdprogrammen behöver integreras på ett bättre sätt.

Hans lösning på dessa problem är att skapa en bättre och effektivare upphandlingsprocess, att se till att rymdresurser är prioriterade samt att de måste bli bättre på att lyfta (exempelvis befordra) människor med rymdkunnande. Han menade vidare att en rymdkår skulle kunna lösa mycket av detta, speciellt då ansvaret kommer att vara tydligt och all finansiering skulle gå via rymdkåren och inte via flygvapnet. Mike fortsatte sedan med att beskriva varför det är ett problem att rymdfrågorna hanteras av flygvapnet. Amerikanska flygvapnet har en viss kultur och de kommer alltid ha ett fokus på flyg, vilket innebär att det är där deras prioriteringar alltid kommer att ligga. I och med utvecklingen i Kina och Ryssland ser Mike att det är viktigt att rymdfrågorna hanteras av en organisation som bara hanterar rymdområdet. Han liknade situationen med när flygvapnet bröts loss från armén efter andra världskriget och blev mer än bara en kompletterande styrka till markstridskrafterna. Han påtalade även att det inte är ett bra karriärval att satsa på rymdfrågorna i flygvapnet vilket också måste hanteras.

Det verkar nu, enligt preliminär information, som att representanthuset och senaten har kommit fram till en kompromiss.¹²⁸ Lagförslaget kommer därför inte att innehålla införandet av en rymdkår, däremot kommer det att genomföras en hel del förändringar på både departementsnivå och i flygvapnet vad gäller rymdprogrammen.

¹²⁸ No Space Corps in Final FY2018 NDAA, 2017-11-08, https://spacepolicyonline.com/news/no-space-corps-in-final-fy2018-ndaa/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+Spacepolicyonline+%28SpacePolicyOnline+News%29 (uppslagsdatum 2017-12-06).

8.2.4 USA:s beroende av ryska raketmotorer

En av anledningarna till att vi ser policyförändringar i USA avseende rymd-området är därför att den ryska raketmotorn RD-180 fortfarande är en vital del i USA:s militära uppskjutningsförmåga. CSIS, *Center for Strategic and International Studies*, en icke vinstdrivande organisation i USA har i en rapport¹²⁹ beskrivit hur det kommer sig att USA befinner sig i denna situation och ger också sitt perspektiv på de utmaningar som USA har framför sig just nu för att ta sig ur detta beroende.

Sammanfattningsvis beskriver författarna att amerikanska försvarsdepartementet genomförde en studie under mitten på 90-talet som handlade om att modernisera USA:s militära uppskjutningsförmåga. Där rekommenderades det bland annat att USA skulle undersöka innovativa utländska teknologier och ingå samarbeten med industri där det ansågs lämpligt för att få ut maximal effekt för begränsad budget. Spänningarna mellan USA och Ryssland hade minskat vid den tiden på grund av upplösningen av Sovjetunionen. USA lättade därför även på policy och lagar för att kunna dra fördel av utländska teknologier. Som en följd av detta etablerades ett samarbete med rysk industri kring tillverkningen av raketmotorn RD-180, en motor som då var bäst på marknaden. En annan anledning var för att behålla de ryska raketforskarna sysselsatta för att förhindra spridningen av robot-teknologi till mindre lämpliga länder. Syftet var även att över tid skapa en produktion av RD-180 på amerikansk mark. Lockheed Martin rapporterade vid den tiden att samarbetet med den ryska industrin medförde att de sparade runt en miljard dollar och fem till sex års utvecklingskostnader.

Det amerikanska försvarsdepartementet kom att förlita sig på att det inhemska bärraket-programmet, EELV, *Evolved Expandable Launch Vehicle*, skulle komma att ha en stabil kommersiell marknad. Detta inträffade dock inte och under början av 2000-talet gjorde programmet stora ekonomiska förluster. Ett sätt att reducera kostnaderna var att ta bort planerna på en inhemsk amerikansk fabrik för RD-180 och istället satsa på att bygga upp ett lager av raketmotorerna. Ett annat sätt att reducera kostnaderna var att låta de två konkurrerande bärraket-programmen Boeing och Lockheed Martin slås ihop till ULA, *United Launch Alliance*. Trots att dessa åtgärder genomfördes så fortsatte ändå kostnaderna för EELV att öka.

Enligt rapporten av CSIS har användningen av RD-180 varit lyckad rent tekniskt och motorn har i princip fläckfritt rykte. Trots detta har det hela tiden varit problematiskt med ett amerikanskt militärt beroende av rysk teknologi för garanterad tillgång till rymden. Detta blev en än mer akut fråga under 2014 då Ryssland gick in i Krim i Ukraina, vilket fördömdes och sanktioner infördes mot

¹²⁹ Harrison, T, et al., Beyond the RD-180, mars 2017, Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/beyond-rd-180> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Ryssland. Frågan om huruvida användningen av RD-180 bröt mot sanktionerna diskuterades flitigt på hög nivå i USA. Trots att USA slutligen ansåg att de kunde fortsätta använda RD-180 för att detta inte bröt mot sanktionerna hade detta retat upp Ryssland tillräckligt för att ställa kravet att raketmotorerna nu endast fick användas för civil uppskjutning.

Att det amerikanska flygvapnet, under 2015, certifierade uppstickaren och kommersiella företaget SpaceX så att de kunde bjuda på nationella säkerhetsrelaterade satellituppskjutningar var därför inte särskilt förvånande. SpaceX vann anbudet i april 2016 av ett värde på 82,7 miljoner USD och även ett i mars 2017 värt 96,5 miljoner USD.

CSIS menar vidare att kravet i FY 2017 NDAA (*National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2017*) som handlar om att avsluta militär användning av RD-180 senast 2022 fortfarande är aktuellt. De menar också att amerikansk policy i fortsättningen avser att ha tillgång till två oberoende och konkurrerande bäraraketsprogram, såväl som för säkerhet/redundans ifall att ett av programmen stöter på tekniska problem som för kostnadsreduceringar i och med konkurrens. Det är då troligt att den kommersiella aktören SpaceX kommer att vara en av dessa. Det andra programmet måste se till att ha en bärraket utan beroendet av RD-180, det är dock fortfarande oklart hur detta skall uppnås och när detta kan realiseras.

Idag skjuter USA endast upp sina nationella säkerhetssatelliter med amerikanska bärraketer från amerikansk mark, det är därför speciellt värt att notera att det i FY 2017 NDAA även står att amerikanska försvarsdepartementet tillsammans med underrättelsetjänsten ska ta fram en plan för att använda uppskjutningsraketer hos allierade länder om det skulle bli nödvändigt. Där är sannolikt europeiska Arianespace mest intressant.

USA står inför många utmaningar vad gäller uppskjutningsförmåga och garanterad tillgång till rymden men i och med beslutet om att lämna RD-180 bakom sig så står de inför många möjligheter med att bygga upp ett robust oberoende nationellt bärraketprogram. Tills dess måste USA förlita sig på den kommersiella marknaden, nationellt såväl som internationellt när inte ULA kan tillhandahålla vad som krävs.

Den 5 oktober gick SMC/LE (Space and Missile Systems Center Launch Enterprise Directorate) ut med en anbudsinfordran¹³⁰ (RFP, *Request for Proposal*) för amerikanska flygvapnets nästa generations bärraketer. Det är tydligt i den att syftet är att bli oberoende av icke-allierades raketmotorer, att uppnå en hållbar konkurrens om uppskjutningstjänster för den nationella

¹³⁰ Evolved Expendable Launch Vehicle (EELV) Launch Service Agreement (LSA) Request for Proposals under Other Transaction (OT) Agreement, Space and Missile Systems Center Launch Enterprise Directorate (SMC/LE), 2017-10-05.

säkerhetsarkitekturen i rymden och för att bibehålla garanterad tillgång till rymden. Anbudsinfordran skall underlätta utvecklingen av minst tre bärraket-prototyper och målet är att få till stånd minst två parallella nationella kommersiella uppskjutningsprogram som uppfyller säkerhetskraven och där upphandlingarna skall starta redan 2020.

8.3 Europeiska kommissionens rymdstrategi

Författare: Kristofer Hallgren

I Europa finns ett stort antal olika överstatliga organisationer med anknytning till rymdområdet, exempelvis: EU, ESA, EUMETSAT, EU Satcen¹³¹, EDA mfl, vars medlemsländer är mer eller mindre överlappande. Det har inneburit en otydlighet i vilken organisation som har ledartröjan inom rymdområdet. Beroende på vad man vill göra med rymden har olika organisationer olika framträdande roller vilket har skapat en osäkerhet i var enskilda länder ska göra sina investeringar. Det har därför länge efterfrågats en gemensam strategi som tar ett helhetsgrepp på hur Europa, och dess olika organisationer, ska arbeta vidare med rymden.

I oktober 2016 presenterade EU sin strategi för hur man önskar att EU bättre ska ta tillvara de möjligheter rymden ger.¹³² Syftet med strategin uppges vara att presentera en övergripande strategisk vision för EU:s rymdaktiviteter samtidigt som man tillser koordination med ESA och aktiviteter på nationell nivå. Strategin lyckas inte lösa allt, men är ett steg på vägen. Den nya strategin förordar framförallt en bättre koordinering mellan de olika internationella organisationerna i Europa. Samarbetet mellan EU och ESA framhålls som en förutsättning för att uppnå målen som strategin sätter upp.

I syfte att förankra strategin på olika håll föregicks den av en bred remissrunda mot organisationer och företag samt en remissrunda där allmänheten fick lägga förslag på utkastet online.^{133, 134}

8.3.1 Strategins innehåll

Strategin inleder med att tala om det strategiska värdet av rymdförmågor i generella termer, men kanske framförallt ur ekonomisk synvinkel. Man talar om de stora summor som årligen investeras i rymdprojekt, hur många jobb rymdsektorn ger upphov till och hur sektorn kan växa ännu mer. Utifrån detta bygger man vidare argumentationen om vikten av en gemensam policy i syfte att ge fler jobb, högre tillväxt och ytterligare investeringar. Det är med andra ord med stor vikt på rymdens förmåga att skapa direkt ekonomiskt värde som strategin inleder

¹³¹ EU Satcen står för European Union Satellite Centre.

¹³² COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Space Strategy for Europe, 2016-10-26, Bryssel, COM(2016) 705 final.

¹³³ Position paper A SPACE STRATEGY FOR EUROPÉ Contribution of the European space industry, 2016, ASD Eurospace.

¹³⁴ SYNOPSIS REPORT ON THE CONSULTATION 'A SPACE STRATEGY FOR EUROPE', <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/19483/attachments/1/translations/en/renditions/native> (uppslagsdatum 2017-12-06).

med. En intressant notering man kan göra här är att om man jämför Europa med övriga världens rymdaktörer har EU:s medlemsländer en stor nackdel. Amerikansk, rysk och kinesisk industri kan ofta falla tillbaka på långsiktiga statliga investeringar inom respektive lands bemannade rymdprogram eller deras stora statliga militära investeringar, något som endast är en liten del av den europeiska rymbudgeten.

Man går därefter vidare med att identifiera ett antal fokusområden¹³⁵ som ska ligga till grund för EU:s satsningar inom rymdområdet framöver. Dessa fokusområden är beskrivna nedan. Varje fokusområde har ett par underrubriker och ofta följs varje underrubrik av ett antal åtgärder och så kallade *action items* som kommissionen ser framför sig ska ske för att uppnå vad fokusområdet strävar efter.

8.3.1.1 Optimera samhällsnyttan och den ekonomiska nyttan av rymdverksamhetens fördelar

Detta fokusområde syftar till att underlätta tillgången till data från olika rymd-system, i huvudsak Copernicus och Galileo, och stimulera utveckling och nya innovativa användningsområden (*downstream applications*). Utöver detta vill man vidareutveckla EU:s rymdprogram och öppna upp det för att bättre hantera framtida behov.

I vissa avseenden är strategin ovanligt konkret och man nämner exempelvis att ändrade regelverk är en möjlig väg framåt för att utöka Galileos användarbas. Som jämförelse kan nämnas att Ryssland har 25 % importskatt för all teknik, inklusive bilar med inbyggt positioneringssystem, som endast stödjer amerikanska GPS. Om stöd för ryska GLONASS finns inbyggt rabatteras skatten. Ännu striktare regler gäller för telefoner som förbjöds att säljas om de saknade stöd för GLONASS. Det är oklart om kommissionen ser liknande regler framför sig, eller om man kommer fokusera på morot istället för piska.

Man bör notera i detta sammanhang att strategin inte uppmärksammar försvars- och säkerhetsaspekten av att öka tillgängligheten av Copernicus- och Galileo-data. Det är endast ett fokus på att fler ska ha tillgång till data.

Viljan hos kommersiella krafter att investera i system som Galileo och Copernicus hänger ihop med förtroendet att tjänsterna finns kvar och utvecklas i framtiden. Kommissionen är därför tydlig med att bekräfta sitt fortsatta åtagande i Copernicus, Galileo och EGNOS, samt meddelar också att man ser framför sig att ytterligare utveckla dessa system. Kommissionen nämner som exempel utökade funktioner för prioriterade områden som klimat och säkerhet, i huvudsak riktat mot gränsövervakning.

¹³⁵ Regeringskansliet Faktapromemoria 2016/17:FPM31 Meddelande om en rymdstrategi för Europa, 2016-11-30.

8.3.1.2 Stärka den europeiska rymdindustrin

För att stärka den europeiska rymdindustrin är det framförallt samarbete och koordination som kommissionen förordar. Man föreslår bland annat ett gemensamt vägvalsarbete¹³⁶ i syfte att ge förslag på hur olika forskningsområden kan spridas och därmed minska mängden överlappande forskning inom EU. Ett sådant arbete skulle också vara behjälpligt med att identifiera kritiska sektorer som Europa kan behöva stärka i syfte att ha autonom tillgång till rymden, se nästa fokusområde. Kommissionen avser också att se över hur man främjar rymdindustrins konkurrenskraft globalt och insatser till stöd för forskning och utveckling (FoU) inom rymdområdet kan utökas.

8.3.1.3 Stärka Europas autonomi när det gäller tillgång till rymden

Detta fokusområde bygger på att man har identifierat det strategiska värdet av rymdförmågan ur civila, kommersiella, säkerhets- och försvarsrelaterade aspekter. Kommissionen anser därför att det är av stor vikt att Europa kan agera självständigt och utan beroende av tredje part för tillgång till rymdförmågor. En konkurrenskraftig och innovativ industri som kan leverera komponenter i hela kedjan är därför vital. Kommissionen anser också att det är av kritiskt värde att Europa har tillgång till en egen modern, flexibel och effektiv uppskjutningskapacitet. Förutom de initiativ som vissa medlemsländer och ESA tagit avser kommissionen att stödja uppskjutningsanläggningar och annan kritisk infrastruktur, exempelvis genom långsiktiga uppskjutningskontrakt. Detta innebär också kompletterande stöd till grundforskning, innovation och nya tillämpningar av rymdtjänster.

Kommissionen ser ett växande hot mot Europas rymdplattformar och annan kritisk infrastruktur. Hotet kommer inte bara från rymdskrot, utan även cyber-attacker och rymdväder. Detta hot kan inte motas av en enskild nation utan måste hanteras gemensamt inom EU. Kommissionen har sedan tidigare en satsning inom SST (rymdövervakning) området som man ska förstärka. Man vill därför också utreda om SST-ramverket kan utökas till att även hantera övriga hot.

Kommissionen ser en möjlighet att i samband med att utöka nyttjandet av Copernicus och Galileo för gräns- och marin övervakning även utforska hur man kan skapa synergier med obemannade farkoster. Eventuellt även med pseudo-satelliter, se avsnitt 8.4 *Pseudosatelliter - en ny omstörtande teknik*. Generellt finns det intresse för att skapa synergieffekter genom att koordinera civil och säkerhetsrelaterad rymdverksamhet, i huvudsak för att minska kostnader och skapa ett mer motståndskraftigt system.

¹³⁶ En process där man identifierar vägar framåt för att nå specifika mål, direktöversatt från engelskans *technology roadmap*.

8.3.1.4 Stärka Europas roll som en global aktör

De tre första fokusområdena kan anses vara av strategisk karaktär medan det fjärde fokusområdet snarare är av stödjande karaktär, det vill säga en förutsättning för att övriga ska kunna genomföras.

Med hjälp av handelspolitik och ekonomisk diplomati avser kommissionen jämna ut spelplanen för europeisk industri med avseende på marknadshinder, export-/importregler och aktivt försöka sälja europeisk teknik utanför EU.

Man ser också en möjlighet för Europa att stärka sitt varumärkeskapital genom att främja både ansvarsfullt beteende och en fredlig användning av rymden. Som en del i detta avser man samverka med internationella partners, men också genom aktivt arbete och föregångsmannaskap i multilaterala forum som FN.

8.3.2 Vägen framåt

EU:s rymdstrategi är ett ganska typiskt policydokument med stora penseldrag, uppblandat med ett par mer konkreta förslag. Även om mycket av åtgärdsförslagen borde vara självklarheter och många av de åtgärder som man beskriver ska ske på en så pass hög nivå att de endast är begränsat förpliktigande finns det ett värde i att de numera finns nedtecknade som en officiell inriktning.

Det talas mycket om att satsa på forskning och utveckling för att stärka det europeiska rymdområdet, framförallt att det ska ske koordinerat. Det finns givetvis en risk i att man kommer spendera mer tid att koordinera forskning än att faktiskt forska – men ur ett helhetsperspektiv skulle Europa tjäna på bättre samordnad forskning. Det råder dock en viss osäkerhet över hur dessa satsningar ska finansieras.

Då även ESA har en egen rymdstrategi är det nu två relativt koordinerade strategier inom rymdområdet som omfattar de flesta länder i Europa. De närmaste åren får utvisa om man kan få till stånd en övergripande koordineringsprocess för utförandet av strategierna som alla länder känner sig trygga med. ESA har sedan länge en policy att sprida industriinvesteringar till alla medlemsländer, EU har ingen sådan balanseringsfunktion utan bygger på en kostnadsbaserad upphandlingsprocess. De två olika ingångsportarna kan ge upphov till spänningar när olika projekt ska sjösättas.

Ett europeiskt samarbete om tillgång till säker satellitkommunikation har länge diskuterats på hög nivå, och det är en av de åtgärder som nämns i strategin som snabbt blivit verklighet. Kommissionen, EDA, ESA och European External Action Services (EEAS) har gått samman för att undersöka olika koncept för det

så kallade GOVSATCOM¹³⁷. Inledningsvis deltar Österrike, Belgien, Estland, Frankrike, Tyskland, Grekland, Italien, Litauen, Luxemburg, Norge, Polen, Portugal, Spanien, Sverige och Storbritannien.¹³⁸ Alla deltagande länder, förutom Sverige och Norge, deltar redan i ett annat EU-samarbete där man delar satellitkommunikationstjänster. Konceptförslagen som utarbetas inom ramen för samarbete går dock djupare än tidigare.

Europa har i över ett decennium pekat ut rymd och säkerhet som två tätt sammankopplade och prioriterade områden, men utan att fullt ut leva som man lärt. Det finns nu en förhoppning om att denna strategi som tydligt pekar på värdet av tillgång till rymden, tillsammans med ett par initiativ som startade under 2016 till sist skapar den kritiska massa av förståelse och officiellt stöd som krävs för att beslutsfattare och allmänhet i Europa ska ta till sig och förstå vad rymdbranchen länge menat med att rymden är av strategisk vikt för Europa.

¹³⁷GOVSATCOM, *Governmental Satellite Communications*, ligger mellan vanlig satkom (här definierat som öppen kommunikationskapacitet) och milsatkom som bygger på i huvudsak egna skyddade system. GOVSATCOM är med andra ord mer skyddat än vanlig satkom, men inte till samma nivå som milsatkom (och kanske framförallt till en lägre prislapp).

¹³⁸ Frankrike, Tyskland, Italien, Luxemburg, Spanien och Storbritannien har idag nationell satellitkommunikationskapacitet.

8.4 Pseudosatelliter - en ny omstörtande teknik

Författare: Kristofer Hallgren

Pseudosatelliter, ibland kallade HALE¹³⁹ eller kvasisatelliter, är en typ av flygande plattform som verkar på hög höjd. Det kan sägas vara en delmängd av HAPS¹⁴⁰ med den huvudsakliga skillnaden att de är soldrivna vilket gör att deras flygtid¹⁴¹ inte begränsas av medfört bränsle. Deras höga operationshöjd innebär att man inte tar hänsyn till reguljär flygtrafik, utom vid start och landning. De meteorologiska omständigheterna på den höjden är relativt stabila vilket gör att de kommer vara i stort sett helt autonoma. Sammantaget innebär detta att man räknar med långa operationstider för plattformarna. Detta gör att de i vissa avseenden kan användas som stationära satelliter, därav namnet pseudosatelliter. Plattformen utformas så att den kan nyttja befintlig infrastruktur för start och landning vilket gör den till ett lockande alternativ eller komplement till satelliter. I dagsläget ser man i huvudsak användningsområden inom kommunikation och övervakning.

Pseudosatelliter verkar huvudsakligen i den lägsta delen av området som ibland kallas *närrymden* (*near-space*), mellan 18 - 160 kilometer ovanför jordytan. Konceptet i sig är inte nytt utan man har funderat över möjligheten länge, redan 1983 testade NASA en första prototyp, NASA Pathfinder. Man kom då fram till att varken batteri- eller solcellsteknik var tillräckligt mogen. På 90-talet dammade man av konceptet igen och gjorde fler testflygningar. Tekniken har sedan långsamt förbättrats men det är inte förrän nu som solpaneler och batterier börjar bli så pass effektiva att man kan börja se praktisk och kommersiell möjlighet att uppnå de eftersträlvade långa operationstiderna.

Fokus i denna artikel ligger på pseudosatelliter då det är en relativt ny företeelse och då denna plattform har stor potential inom flera områden. Däremot kommer inte konventionella drönare av typen Global Hawk diskuteras även om de opererar på samma höjd. Den typen av plattform har dock en mycket kortare operationstid, se Tabell 5 i slutet av artikeln.

8.4.1 Hur mogen är tekniken?

För att uppnå ett operativt, autonomt system med lång operationstid har det krävts en hel del teknikutveckling. Ett antal av dessa tekniker har nu nått en tillräcklig mognad. Förutom effektiva solceller, som nämns ovan, gäller det exempelvis lättviktsmaterial, beslutssystem för autonomi med mera. Den sista

¹³⁹ High Altitude Long Endurance.

¹⁴⁰ Enligt ITU definieras HAPS (High Altitude Platform Station/Satellite) som "a station on an object at an altitude of 20 to 50 km and at a specified, nominal, fixed point relative to the Earth".

¹⁴¹ Härafter benämnt operationstid.

bromsklossen för att uppnå de riktigt långa operationstiderna man strävar efter är batteri-tekniken. Vissa tillverkare har gått runt detta problem genom att plattformens lyftkraft inte kommer från vingar utan av en ballong.

De flesta plattformarna under utveckling har nyligen genomfört eller kommer genomföra flygtester i närtid. Zephyr¹⁴² ¹⁴³ genomförde operativa koncepttester av den mindre varianten ”S” under 2017. Ett annat koncept är Project Loon som i alla avseenden är operativt och har använts minst två gånger under 2017 för att återupprätta kommunikationsnätverk som av olika anledningar inte längre fungerar. I maj 2017 testades konceptet med positivt utfall i Peru efter att över-svämningar slagit ut deras kommunikationsnät. Man sökte därför tillstånd från FAA för att även verka i Puerto Rico direkt efter orkanen Maria slog ut stora delar av kommunikationen på ön. Endast ett par dagar efter att tillstånd getts skickades de första ballongerna upp och nätet kunde sakta byggas upp igen.

8.4.2 Olika varianter av plattformar

I huvudsak finns det två varianter av pseudosatelliter, ballong eller flygande vinge. Ballonger får sin lyftkraft från ballongen och har därmed lägre behov av motorkraft. Av ballongvarianterna har Project Loon valt den enklaste vägen med en ballong som följer stratosfärens vindar. Ett annat koncept, Stratobus, är å andra sidan är snarare en högteknologisk zeppelinare som nyttjar motorer för att ligga över samma punkt hela tiden. Under dagen spjälkar man vatten till syre och väte som driver bränsleceller under natten.

De flygande vingarna är som det låter i stort sett en lång vinge, ju större vinge desto mer utrymme för solpaneler och kraft. Detta måste dock balanseras av de strukturella påfrestningar som vingen utsätts för under flygning och de flesta nuvarande modellerna har ett vingspann mellan 25 - 45 meter. Man har valt olika lösningar för att maximera operationstiden med dagens batteriteknik. Exempelvis har Zephyr valt att delvis glidflyga och tappa höjd under natten för att sedan stiga under dagen.

8.4.3 Fördelar med pseudosatelliter

En av de stora fördelarna med pseudosatelliter är att de är relativt billiga. Både jämfört med operativa drönare och satelliter. Jämför man med nuvarande operativa drönare så har pseudosatelliten inga bränslekostnader och beroende på

¹⁴² Airbus Wants to Replace Satellites With High-Flying Drones, <https://www.wired.com/2016/06/airbus-new-drones-actually-high-flying-pseudo-satellites/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹⁴³ A lighter, cheaper satellite, 2015-01-29, <https://cosmosmagazine.com/technology/lighter-cheaper-satellite> (uppslagsdatum 2017-12-06).

krav på kontinuerlig drift kan en pseudosatellit ersätta upp till 3 - 4 drönare.¹⁴⁴ Utöver detta så är personalbehovet också lägre då det är lång tid mellan service och klargöring för pseudosatelliterna.

Pseudosatelliter är billigare än de flesta satelliter, men på grund av begränsningar i lyftkraft bör jämförelsen i huvudsak göras mellan pseudosatelliter och småsatelliter. När det gäller tillgänglig nyttolast är det ingen större skillnad i vilken instrumentation som man kan använda, vare sig när det gäller massa eller kraft. Pseudosatelliterna har dock ett par fördelar. I och med den avsevärt lägre flyghöjden så kan en pseudosatellit leverera bättre upplösning i bilder än en satellit med identiskt instrument. Man har också lägre krav på kommunikationsutrustningen då plattformen är närmare markstationen. Höga krav på robust elektronik i rymden gör att styrelektroniken och vissa instrument ligger flera teknikgenerationer efter vad som används på marken. Detta problem är mindre för pseudosatelliter där man i stort sett kan nyttja standardkomponenter.

För satelliter är en av de stora kostnaderna och riskerna uppskjutningstillfället vilket pseudosatelliterna helt undviker. Utöver detta finns det idag inga möjligheter att ändra på dess funktioner efter uppskjutning. För en pseudosatellit kan man däremot relativt enkelt byta både nyttolast och styrelektronik mellan uppdragen vilket gör att plattformen kan växla mellan olika uppdrag och uppgaderas i takt med teknikutvecklingen.

Slutligen kommer pseudosatelliter helt ifrån problematiken med nedskrotning av rymden i och med att de landar efter varje genomfört uppdrag.

8.4.4 Vilka utmaningar finns kvar

Det kvarstår ett par stora utmaningar för att uppnå de operationstider olika tillverkare ser framför sig. På den tekniska sidan handlar det framförallt om batterikapacitet och effektivitet i solcellerna. Det innebär begränsningar i vilken typ av instrument som kan användas, och framförallt hur instrumenten kan användas nattetid då man flyger på batterikraft. Det finns också begränsningar inom vilka latituder och årstider som plattformarna kan verka i beroende på solens höjd över horisonten.

Frågan är också hur flygplansstrukturen som i huvudsak består av kolfiber reagerar under lång tid av de påfrestningar som höghöjdsflygningar innebär. Den längsta flygning som gjorts idag med en flygande vinge är ca två veckor, det vill säga inte ens hälften av de planerade operationstiderna. Plattformarna består ofta av en enda lång vinge på vilken man monterar solcellerna. Ju lättare struktur desto mer vikt kan användas av nyttolasten varför man försöker göra plattformen så lätt som möjligt. Det innebär också att de är känsliga för starka vindar som

¹⁴⁴ Lite beroende på operationstid och hur komplicerad service som behövs.

böjer hela strukturen och sliter på materialet. Ett sätt att lösa detta problem som föreslagits av en tysk startup, Alphalink, bygger på att man istället för en lång vinge istället nyttjar ett flertal mindre som kan agera autonomt och koppla ihop sig mellan vingspetsarna till en större plattform. Kopplingen skulle kunna göras flexibel vilket innebär att hela konstruktionen har större möjlighet att flexa när den utsätts för påfrestningar. I princip skulle också enstaka delflygplan kunna flyga ner på service efter hand det krävs.

Ett mer jordnära problem är att det idag är en oreglerad verksamhet. Berörda europeiska och amerikanska reglerande myndigheter har börjat titta på hur ett regelverk kan se ut och vilka risker som måste elimineras. Men mycket återstår att göra. Utöver detta kommer det förmodligen behövas tillstånd att flyga i andra länders luftrum vilket gör att det inte bara är en fråga för egna myndigheter. Plattformarnas huvudfokus är dock övervakning och kommunikationsnod varför de förmodligen till att börja med i huvudsak kommer användas över eget territorium för gränsövervakning och liknande. Kommersiella projekt som Project Loon och Aquila¹⁴⁵ vars huvuduppgift är att agera kommunikationsnod ansöker om tillstånd för att få operera i luftrummet varför denna fråga i första rundan förmodligen blir en icke-fråga.

8.4.5 Framtiden för pseudosatelliter

Ibland talas det om att en ny teknik behöver hitta sitt specifika tillämpningsområde för att slå genom. Så är inte nödvändigtvis fallet för pseudosatelliter, genom att vara så pass mycket enklare och billigare att driftsätta än en liten satellit är det kanske just detta segment som kommer att ge pseudosatelliterna en stabil marknadsgrund att stå på för vidare utveckling. Airbus som tillverkar Zephyr säljer exempelvis plattformen med motiv som: ”fyller förmågegapet mellan UAV och satellit”.

Även om plattformarna kommer vara billigare än satelliter så medför de väldigt höga utvecklingskostnader. Att det redan finns ett antal olika aktörer på marknaden som avser ha en operativ produkt tillgänglig inom ett par år talar för att det finns ett intresse och utrymme för pseudosatelliter.

Det finns redan idag ett ganska stort intresse för plattformarna, både statligt och kommersiellt. Storbritannien har beställt tre Zephyr som ska börja levereras i närtid och Frankrike har skjutit till statliga pengar för utvecklingen av Stratobus¹⁴⁶, se Figur 30. I USA har Lockheed Martin ett demonstratorkoncept

¹⁴⁵ The technology behind Aquila, 2016-07-21, <https://www.facebook.com/notes/mark-zuckerberg/the-technology-behind-aquila/10153916136506634/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

¹⁴⁶ Stratobus Gathers Momentum With Airstar Deal, 2017-06-20, <http://aviationweek.com/space/stratobus-gathers-momentum-airstar-deal> (uppslagsdatum 2017-12-06).

kallat HALE-D som testflögs 2011. Det kraschade dock och sedan dess verkar projektet ligga på is.



Figur 30 Illustration av Stratobus, CC BY-SA 4.0.

Ur ett kommersiellt perspektiv har Hispasat sagt att man ser större möjligheter med HAPS än med småsatellitkonstellationer och därför undersöker möjligheterna inför framtida investeringar. Vidare så har som bekant redan Projekt Loon använts operativt två gånger.

8.4.6 Pseudosatelliter - en omstörtande teknik

Pseudosatelliter skulle kunna vara en omstörtande¹⁴⁷ teknik som kraftigt påverkar rymdbranchen, kanske framförallt småsatelliter för kommunikation. Det relativt låga priset gör också tekniken väldigt intressant för många länder. Beroende på hur riktlinjer för hållbart nyttjande av rymden utvecklas framöver skulle även pseudosatelliterna kunna ta ytterligare marknad då man helt undviker nedskräpningsproblematiken och kostnader för att eliminera den.

Det är med andra ord inte omöjligt att pseudosatelliter övertar delar av småsatellitmarknaden. Framförallt som en följd av att det just nu är svårt att få tid för uppskjutning av sina småsatelliter. Det finns till och med de som påstår att småsatellitbranchen sakta blöder kapital och initiativ på grund av långa ledtider för

¹⁴⁷ På engelska *disruptive*.

att skjuta upp satelliter. Man måste däremot vara medveten om att precis lika lite som att småsatelliterna någonsin fullt ut kan ersätta stora satelliter kommer inte heller pseudosatelliter att fullt ut kunna ersätta småsatelliter. Plattformen har fördelar inom vissa områden, men inte alla. Det troligaste är att den blir ett viktigt komplement till vanliga satelliter och att man väljer plattform efter uppgift till skillnad från idag när det endast finns en typ av plattform för långsiktig och framförallt strategisk övervakning och kommunikationsförstärkning, dvs. satelliter.

Pseudosatelliter kan i stort sett leverera samma förmåga som småsatelliter, men billigare. Eftersom man kan återanvända plattformen och uppgradera mjuk och hårdvara efterhand så är det också en flexiblare lösning. Pseudosatelliter har också fördelar vad det gäller långsiktighet och hållbarhet (*sustainability*): relativt enkla starter, stora möjligheter att uppgradera och utveckla plattformen efter hand, inga bränslekostnader då de är soldrivna och ingen nedskräpning i rymden.

Om man bara har behov av att stärka kommunikation eller övervakning över ett begränsat område över en begränsad tid har plattformen stora fördelar gentemot vanliga satelliter, som täcker hela jorden, vare sig man vill eller ej. Exempel på uppgifter skulle då kunna vara övervakning av havsgräns såsom Östersjön, upp-
rätta kommunikationsnät efter katastrofer eller militära operationer. Har man däremot ett globalt behov över lång tid är förmodligen en eller flera satelliter lösningen.

Pseudosatelliter brottas med samma problem som alla andra nya tekniker, dess huvudsakliga verkansområde är ännu inte reglerat och det kan förmodligen ta ett tag till innan alla risker och utmaningar är fullt utredda.¹⁴⁸

¹⁴⁸ Pseudo satellite, potential disrupter, flies on sunlight, 2016-04-26, <http://articles.sae.org/14780/> (uppslagsdatum 2017-12-06).

Tabell 5 Jämförelse mellan olika plattformar.

Namn	Utvecklad av	Flyghöjd	Typ	Operationstid	Lastkapacitet	Kommentar	Status
Global Hawk ¹⁴⁹	USA (Northrup Grumman)	Max 20 km	Flygplan	Ca 36 timmar	Ca 8000 kg	Inte soldriven	Operativ
Zephyr (S/T)	Storbritannien (Airbus och QinetiQ)	16-22 km	Flygande vinge	>30 dagar	(S) 5 kg (T) 20 kg	Svårt att hitta exakt lastkapacitet Airbus ger istället förslag på möjliga nyttolaster	(S) Operativa försök 2017 (T) Operativ från 2020
Stratobus	Frankrike (Thales)	20 km	Ballong	5 år, med årlig service	250 kg	Under dagen spjälkas luft till väte och syre som driver bränsleceller under natten	Testflygning 2018
Project Loon	Titan Aerospace (Google)	18 km	Ballong	Beror på vind och uppdragstyp	N/A. Dedikerad för kommunikations-utrustning	Inte stationär utan följer vindarna runt jorden	Operativ
Aquila	Ascenta (UK) (Facebook)	18-27 km	Flygande vinge	90 dagar	N/A Dedikerad för kommunikations-utrustning	Inte fullt autonom	Flygtester pågår
Rainbow (T) ¹⁵⁰	Kina	20-30 km	Flygande vinge	Ca 45 dagar	Oklart	I huvudsak för civilt bruk	Första testflygning genomfördes maj 2017

¹⁴⁹ Global Hawk är med i tabellen för jämförelse. Den största skillnaden är operationstid och lastkapacitet.

¹⁵⁰ China Focus: Fly high: Chinese solar drone "Rainbow" reaches near space, 2017-06-13, http://news.xinhuanet.com/english/2017-06/13/c_136363018.htm (uppslagsdatum 2017-12-06).

