



Omvärldsanalys Rymd 2023

Fokus på försvar och säkerhet

Jonatan Westman (red.), Frank Guldstrand, Andreas Johlander,
Sandra Lindström, Linn Mattsson, Norea Normelli,
Ola Rasmusson, Niklas Wingborg och Anna Maria Wårlind

Jonatan Westman (red.), Frank Guldstrand,
Andreas Johlander, Sandra Lindström,
Linn Mattsson, Norea Normelli, Ola Rasmusson,
Niklas Wingborg och Anna Maria Wårlind

Omvärldsanalys Rymd 2023

Fokus på försvar och säkerhet

Titel	Omvärldsanalys Rymd 2023 – Fokus på försvar och säkerhet
Title	Global Space Trends 2023
Rapportnr/Report no	FOI-R--5516--SE
Månad/Month	November
Utgivningsår/Year	2023
Antal sidor/Pages	161
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Flygsystem och rymdfrågor
FoT-område	Rymdsystem
Projektnr/Project no	E85080
Godkänd av/Approved by	Lars Höstbeck
Ansvarig avdelning	Försvarsteknik

Bild/Cover: "Skynet" – en kompositbild som visar satellitpassager under 17 minuter över natthimlen i Montana, USA, 7:e augusti 2023. (Foto: Matt C. Jackson, Montana DarkStar Photography)

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

Rapporten syftar till att utgöra en nulägesbeskrivning av rymddomänen, dess utveckling under treårsperioden i Sverige och globalt, samt en analys av pågående trender för försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor genom att studera hur omvärlden agerar inom området.

Det pågår ett paradigmskifte där allt fler länder hanterar rymden som en operativ domän jämte mark-, sjö-, luft- och cyberdomänerna. Det innebär att flera länder anpassar sina militära strukturer och doktriner för att synliggöra att man arbetar med alltifrån att utbilda, träna och skapa bättre förutsättningar för att kunna bedriva militära operationer mot, genom och i rymden. Detta paradigmskifte är inte isolerat till rymddomänen utan det kommer påverka och få effekt i alla övriga operativa domäner. Stora statsaktörer har redan meddelat att angrepp på ländernas mest strategiskt viktiga rymdsystem kan ses som krigshandlingar och kan orsaka vedergällning även i andra domäner.

Rapporten beskriver bland annat denna fortsatta operationalisering, rustningskontroll, rymdsektorns kommersialisering, statistik över satelliter, utvecklingen hos de stora rymdaktörerna, avskräckningsteori i en rymdkontext samt skärningen mellan AI, juridik och rymd.

Rapporten belyser vidare vikten av att Sverige hanterar rymdverksamhet utifrån ett helhetsperspektiv, där intressen, behov och synergier mellan civil sektor, militär sektor, kommersiell sektor samt sektor för underrättelse och säkerhetsskydd beaktas.

Nyckelord: rymden, satellit, försvar, säkerhet, omvärldsanalys, trender, försvarspolitik, säkerhetspolitik, avskräckning, rymdteknik.

Summary

This triannual report provides an overview of the ongoing development within the space domain and covers global trends, technology, and policy.

A paradigm shift is underway where more and more countries declare space as an operational domain alongside ground, sea, air and cyber. This means that more countries adapt their military organizations and doctrines in order to better train and prepare for establishing a capability to conduct military operations against, via, and in space. This paradigm shift is not limited to the space domain but will affect all other operational domains. Large state actors have already declared that attacks against their strategically important space systems can be considered as an act of war and can be cause for retaliation in other domains.

The report describes this ongoing operationalization of the space domain, arms control, commercialization, statistics of satellites and launches, developments among the major space powers, deterrence theory in a space context and the intersection between AI, law and space.

The report also highlights the importance of Sweden managing space activities through a whole-of-government approach where interests, requirements and synergies for the civil, military, commercial and intelligence sectors are all taken into account.

Keywords: space, satellite, defense, security, trends, defense policy, security policy, deterrence, space technology.

Innehåll

Förkortningar	7
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Läsanvisning.....	10
1.3 Förutsättningar och avgränsning.....	10
1.4 Metodik	11
2 Global utveckling inom rymdområdet med fokus på försvar och säkerhet	13
2.1 Rymddomänens fortsatta operationalisering.....	13
2.2 Internationell utveckling inom rustningskontroll och normer för ansvarsfullt uppträdande i rymden	15
2.3 Rymdsystemens kommersialisering och dess inverkan på krigföring och global stabilitet	19
2.4 Rymdlägesbild – internationell utveckling och trender.....	28
2.5 Sammanfattning.....	35
3 Rymd för försvar och säkerhet i Sverige	37
3.1 Ett helhetsperspektiv på svensk rymdverksamhet och -politik .	37
3.2 Nationell utveckling inom rymdområdet	39
3.3 Perspektiv från svensk underrättelse- & säkerhetstjänst.....	42
3.4 Försvarsmaktens inriktning och satsningar på rymdområdet ...	43
3.5 Rymd inom civil sektor.....	46
4 En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar.....	49
4.1 Satellituppskjutningar – Historik och övergripande utveckling..	49
4.2 Satelliter	53
4.3 Uppskjutningskapacitet.....	64
4.4 Rymdnationer	67
4.5 De stora rymdnationerna	72
4.6 Sammanfattning.....	75
5 Utvecklingen hos de stora rymdaktörerna	77
5.1 USA.....	77

5.2	Ryssland	82
5.3	Kina.....	87
5.4	EU.....	90
6	Avskräckning i en rymdkontext.....	95
6.1	Inledning	95
6.2	Avskräckningsteori.....	95
6.3	Avskräckning i rymden.....	96
6.4	Jämförelse med kärnvapenavskräckning	99
6.5	Ett småstatsperspektiv.....	100
6.6	Sammanfattning.....	101
7	AI och rymd – juridiska utmaningar.....	103
7.1	Användningsområden för AI	103
7.2	Generella utmaningar	104
7.3	Juridiska utmaningar.....	105
7.4	Sammanfattning.....	111
8	Slutsatser och diskussion	113
8.1	Global utveckling och trender för försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor	113
8.2	Framtidsperspektiv	115
9	Referenser.....	117
Bilaga A - Arbetsmetodik omvärldsbevakning och omvärldsanalys		
		155
	Omvärldskarta	155
	Arbetsprocess	156
	Kunskapsuppbyggnad och -tillämpning	157
	Produkter och värdeskapande	158
Bilaga B - Databaskällor		161

Förkortningar

AI Artificiell intelligens

ASAT Antisatellit

CSpOC Combined Space Operations Center

DG DEFIS Directorate-General for Defence Industry and Space

DGO Doktrin för gemensamma operationer

DL Djupinlärning

EDA European Defence Agency

ESA European Space Agency

FMSI Försvarsmaktens strategiska inriktning

FN Förenta Nationerna

FoT Forskning och teknikutveckling

FoU Forskning och utveckling

GEO *Geostationary orbit*

GIS Geografiskt informationssystem

GLONASS *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*

GNSS *Global navigation satellite system*

GPS *Global Positioning System*

HEO *Highly elliptical orbit*

HPM *High power microwave*

HSIM *Hyper spectral imaging methods*

ISS *International Space Station*

LEO *Low earth orbit*

MEO *Medium earth orbit*

ML Maskininlärning

MSD Militärstrategisk doktrin

OOS *On-orbit servicing*

OSL Offentlighets- och sekretesslagen

PNT Positionering, navigering och tidssynkronisering

RPO *Rendezvous and proximity operations*

SAR Syntetisk aperturradar

SDA *Space domain awareness*

SPD *Space policy directives*

SpOC Space Operations Command

SSA *Space situational awareness*

SSC Swedish Space Corporation (svenska Rymdaktiebolaget)

SSN *Space Surveillance Network*

STM *Space traffic management*

SÖR Spaning och övervakning från rymden

1 Inledning

Det här är den fjärde utgåvan av rapporten Omvärldsanalys Rymd som sammanställs av FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) vart tredje år. Rapporten utgör en nulägesbeskrivning av rymddomänen, dess utveckling under treårsperioden i Sverige och globalt, samt en analys av pågående trender för försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor. Konsekvenser för militär förmågeutveckling och svensk säkerhet, tillsammans med en fördjupad beskrivning av utvecklingen i Sverige och slutsatser, utlämnas här och redovisas istället separat för uppdragsgivaren och andra utvalda mottagare i särskild ordning.

Det här kapitlet beskriver rapportens bakgrund och ger en läsanvisning, följt av förutsättningar och avgränsningar samt metodik.

1.1 Bakgrund

Rymdområdet är dynamiskt och förändras kontinuerligt. Vi är mitt uppe i ett paradigmskifte där flera länder numera betraktar rymden som en operativ domän, det innebär att flera länder anpassar sina militära strukturer och doktriner för att strukturera och formalisera sitt arbete med alltifrån att utbilda, träna och skapa förutsättningar för att kunna bedriva militära operationer mot, genom och i rymden.

FOI bedriver omvärldsbevakning och omvärldsanalys inom rymdområdet med fokus på försvars- och säkerhetsfrågor. Verksamheten har pågått sedan 2003 och utförs på uppdrag av Försvarsmakten i den långsiktiga FoT-verksamheten (forskning och teknikutveckling).¹ Verksamheten bedrivs i treåriga uppdrag och i slutet av varje treårsperiod publiceras en sammanfattande omvärldsanalys för rymdområdet. Det här är den fjärde rapporten i serien, de tidigare har publicerats 2014, 2017 och 2020. [1] [2] [3]

Arbetet som bedrivs är en förutsättning för att förstå och förutse hur rymdområdet påverkar och kommer att påverka militär förmågeutveckling och nationell säkerhet på både kort och lång sikt. Det ger även förutsättningar för att stödja Försvarsmakten i att identifiera framtida relevanta forskningsfrågor. Syftet med rapporten är därför att ge en översikt av rymdområdets utveckling, framförallt de senaste tre åren, och vilka trender som kan utläsas genom att studera hur omvärlden agerar inom området.

Arbetet innebär även att FOI kan stödja Försvarsmakten, Regeringskansliet och andra myndigheter med underlag och synpunkter avseende de försvars-,

¹ Försvarsmaktens samlingsbeställning för forskning och teknikutveckling inom Rymdsystem (FoT Rymd, AT.9221302).

säkerhets- och utrikespolitiska aspekterna på inriktningen av svensk rymdverksamhet och rymdpolitik. Detta avspeglas också i den här rapporten.

1.2 Läsanvisning

I grunden är rapportens kapitel skrivna för att i mesta möjliga mån kunna läsas fristående från varandra.

Rapporten inleds med kapitlet *Global utveckling inom rymdområdet med fokus på försvar och säkerhet* som beskriver de övergripande globala trenderna inom området. Sedan beskrivs motsvarande utveckling i Sverige i kapitlet *Rymd för försvar och säkerhet i Sverige*. Efter det följer ett kapitel med kvantitativ analys av satelliter och satellituppskjutningar samt förhållandet mellan olika rymdaktörer, se kapitlet *En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar*. Detta ligger även till grund för de trender som beskrivs i den inledande delen om global utveckling.

Sedan följer tre kapitel som är fristående fördjupningar. Dessa kapitel kan läsas helt fristående från övriga. Först följer en beskrivning av de dominerande rymdaktörerna, se kapitlet *Utvecklingen hos de stora rymdaktörerna*, och sedan följer två kapitel som beskriver mer specifika områden som av författarna bedöms vara högst relevanta i rymddomänens utveckling, *Avskräckning i en rymdkontext* samt *AI och rymd – juridiska utmaningar*.

Efter fördjupningarna avslutas rapporten med slutsatser utifrån observationer, utveckling och trender i omvärlden med koppling till försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor, se kapitlet *Slutsatser och diskussion*.

Korsreferenser förekommer genomgående då ett tema kan belysas från olika perspektiv och med annat djup på annan plats i rapporten. I slutet återfinns en samlad förteckning över all referenslitteratur, se *Referenser*, samt två bilagor. Första bilagan beskriver arbetsmetodiken för hur omvärldsbevakningen och omvärldsanalysen bedrivs i detta FoT-projekt. Metodiken är även grunden till rapportens utformning och till de slutsatser som presenteras i den här rapporten, se *Bilaga A - Arbetsmetodik*. Den andra bilagan beskriver de källor som hanteras i FOI:s databas och som används i den kvantitativa analysen, se *Bilaga B - Databaskällor*.

1.3 Förutsättningar och avgränsning

Insamling av information sker uteslutande från öppna källor, med andra ord offentligt tillgänglig information. Det kan handla om bevakning via konferensdeltagande och intervjuer med relevanta aktörer, samt genom att studera media och andra typer av publikationer. Genom att använda öppna källor kan informationen och analyser spridas till berörda aktörer i Sverige och på så sätt

höja den allmänna medvetenheten och kunskapsnivån om frågorna. All statistik som presenteras i rapporten skall användas med försiktighet vad gäller absoluta värden, avsikten är att illustrera vilka trender det går att identifiera.

Den avgränsning som görs i arbetet och i analysen i den här rapporten är att endast de rymdfrågor som är relevanta för försvar och säkerhet hanteras. Eftersom rymdområdet är ett område där civila och militära intressen överlappar går det inte att dra en tydlig skiljelinje mellan vad som är relevant och inte relevant ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv. Generellt avhandlas inte civil utforskning av solsystemet, däremot är bemannad rymdfart till månen och planeten Mars som del av den globala stormaktskonkurrensen högst relevant ur ett säkerhetspolitiskt perspektiv.

Rapporten berör både försvars- och säkerhetsaspekter eftersom båda perspektiven är viktiga för uppbyggnaden av ett totalförsvar, exempelvis sådant som hanteras av såväl Försvarsmakten, övriga försvars- och totalförsvarsmyndigheter, som regeringen och Regeringskansliet. Utgångspunkten är att belysa möjligheter och risker samt även hot och utmaningar för militär förmågeutveckling och nationell säkerhet. I sammanhanget bör det noteras att FOI:s uppdrag är begränsat i omfattning vilket innebär att den här rapporten är en återspeglning av prioriteringar som har gjorts under projektets gång. Samtidigt finns det även inslag från verksamhet som har bedrivits utanför detta FoT-projekt.

1.4 Metodik

Rapporten ger i första hand en sammanfattning av utvecklingen under de senaste tre åren och baseras därför på arbete som har genomförts mellan 2021 och 2023. Metodiken är därför en blandning av en sammanställning av tidigare analyser och resultat samt av analyser som är baserade på ny information. Kapitlet *Global utveckling inom rymdområdet med fokus på försvar och säkerhet* och kapitlet *Rymd för försvar och säkerhet i Sverige* är båda sammanfattningar av genomfört arbete under åren 2021–2023, både arbete utfört i detta FoT-projekt och även i andra projekt, utredningar och övriga typer av arbeten. Inhämtning av information har skett via olika medier, konferensdeltagande, samverkan och diskussioner med andra myndigheter, intervjuer samt medverkan av medarbetare på FOI med olika sakkompetenser. Kapitlet *Slutsatser och diskussion* ger en analys och sammanfattning av omvärldsanalysen utifrån ett totalförsvarsperspektiv. Kapitlet *En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar* tar avstamp från motsvarande kapitel i omvärldsanalysrapporten från 2020 [3] och kompletterar med data från de tre sista åren. Kapitlet utgör den kvantitativa analysen i rapporten och beskriver historisk utveckling med fokus på nuläge (2023). Informationen är baserad på en databas som FOI hanterar och kontinuerligt uppdaterar utifrån ett antal externa källor, se *Bilaga B - Databaskällor*.

Kapitlet *Utvecklingen hos de stora rymdaktörerna* är baserat på publikationer och nyhetsbrev som FOI har gett ut mellan 2021–2023 med en del kompletterande information. De två sista kapitlen *Avskräckning i en rymdkontext* och *AI och rymd – juridiska utmaningar* är resultatet av fristående fördjupningar som har genomförts inom ramen för projektet.

Granskningen av rapporten har utförts av experter från FOI:s enheter Asymmetriska hot, Beslutsstödsystem, Rymdsystem, samt Strategi och policy.

2 Global utveckling inom rymdområdet med fokus på försvar och säkerhet

Detta kapitel avser att belysa försvars- och säkerhetsaspekter på den globala utvecklingen inom rymdområdet. Sammanfattningsvis betraktas utvecklingen utifrån domänen som helhet, baserat på hur olika aktörer agerar och hur teknikutvecklingen bidrar till förhöjd förmågeutveckling. I detta kapitel belyses specifikt den fortsatta utvecklingen med militär operationalisering av rymddomänen, arbetet som förs på internationell nivå kring rustningskontroll och framtagande av normer, konsekvenserna av kommersialiseringen av stora delar av rymdverksamheten samt den internationella utvecklingen gällande området rymdlägesbild.

2.1 Rymddomänens fortsatta operationalisering

Rymden utgör idag en aktiv arena i krig, konflikt och kris.

Det pågår ett paradigmskifte där allt fler länder hanterar rymden som en operativ domän² jämte mark-, sjö-, luft- och cyberdomänerna. Därmed kan egna militära förmågor förstärkas med hjälp av rymdbaserade funktioner. Genom att anpassa sina militära strukturer och doktriner har flera länder skapat bättre förutsättningar för att kunna bedriva militära operationer mot, genom och i rymden. Men det innebär även ett större behov av att kunna försvara sin rymdinfrastruktur samt att förneka motståndaren att nyttja dennes rymdbaserade funktioner. Detta paradigmskifte är inte isolerat till rymddomänen utan det kommer påverka och få effekt i alla operativa domäner. [4]

Utvecklingen av rymddomänens militära dimension avspeglas även här hemma i Sverige. Försvarsmakten placerade 2021 det övergripande ansvaret för aktiviteter i rymddomänen hos flygvapenchefen. Flygstaben har också tillsatt en rymdchef och etablerar en rymdavdelning. [5] [6]

Den svenska operationaliseringen av rymddomänen sker inte i ett vakuum. Under perioden 2021–2023 har Storbritannien [7], Tyskland [8], Sydkorea [9], Australien [10], Kanada [11], Frankrike [12] och Spanien [13] genomfört organisatoriska förändringar för att förtydliga rymdens militära betydelse, genom antingen etablerande av rymdkommandon eller rymdstyrkor. Därutöver har Nato, efter att 2019 ha förklarat rymden som en militär operationsdomän, antagit ett

² Detta är skilt från begreppet *militarisering av rymden* som avser att nyttja rymden för militära syften, rymden har varit militariserad sedan den första satellituppskjutningen 1957. Ett annat begrepp är *vapenisering av rymden*, som avser att placera ut vapen i rymden.

strategiskt koncept 2022 som betonar rymddomänens betydelse för försvar och avskräckning. [14] EU har 2023 presenterat en gemensam rymdstrategi för säkerhet och försvar med ambitionen att stärka EU:s strategiska position och oberoende i rymddomänen, bättre skydda rymdtillgångar, försvara intressen, samt avskräcka från fientlig verksamhet i rymden. [15] Både Nato och EU tar också upp att attacker mot rymdsystem kan utlösa respektive organisations ömsesidiga försvarsgarantier³. [16] [17]

Både USA och Ryssland har också uttalat att angrepp på ländernas mest strategiskt viktiga rymdsystem – exempelvis för tidig förvarning eller styrning av kärnvapen – kommer ses som krigshandlingar, och potentiellt kan komma att besvaras med kärnvapen. [18] [19]

Det globala paradigmskiftet i synen på rymddomänen fick förnyad aktualitet genom två händelser under rapportperioden vilka exemplifierar både rymddomänens operationalisering och sammanvävningen med andra domäner. Den 15:e november 2021 genomförde Ryssland ett destruktivt test av ett markbaserat antisatellitvapen. Ryssland sköt då sönder en egen, äldre, satellit i låg jordbana och skapade över 1500 spårbara bitar rymdskrot i känsliga omloppsbanor. [20] Bland annat hotades den internationella rymdstationen att träffas av skrot, och både Västs astronauter samt de ryska kosmonauterna ombord tvingades initialt att söka skydd i transportkapslarna. [21] Den 24:e februari 2022, en timme före den fullskaliga invasionen av Ukraina inleddes, startade en cyberattack mot den kommersiella satellitkommunikationsoperatören Viasat, där tiotusentals europeiska användarmodem för en av deras tjänster gjordes permanent obrukbara genom ett cyberangrepp, något som slog ut styrningen av nästan 6000 tyska vindkraftverk. [22] [23] [24] Det framkom dock snart indikationer på att denna typ av Viasat-modem även användes inom den Ukrainska militären, som har bedömts som det primära målet. [22] [25]

Dessa händelser exemplifierar sammantaget ett stort antal övergripande trender: rymdens tilltagande operationalisering, rymddomänens sammanvävning med och påverkan på andra domäner, den fortsatta utvecklingen och aktiva användandet av rymdförnekande förmåga, avsaknaden av gemensamma beteendenormer, samt hur användningen av civila rymdsystem för militära ändamål kan medföra att dessa system angrips i kris, krig och konflikt. Flera av dessa ämnen berörs mer på djupet i övriga delar av kapitel 2.

³ Nato artikel 5 och EU artikel 42(7) TEU.

2.2 Internationell utveckling inom rustningskontroll och normer för ansvarsfullt uppträdande i rymden

Utforskning och nyttjande av rymden har ett särskilt värde för mänskligheten och rymden intar därför en särställning som global allmänning, vilket har reglerats i internationella överenskommelser på rymdområdet. Den primära överenskommelsen, Rymdfördraget, slår fast att rymden ska nyttjas för fredliga ändamål. Rymdverksamhet är till sin karaktär internationell och har visat prov på breda internationella samarbeten. Men det är viktigt att komma ihåg att stater agerar i rymden utifrån nationella intressen och att den ursprungliga rymdverksamheten var av militär karaktär och motiverades av utrikes-, försvars- och säkerhetspolitiska intressen.

Idag står vi efter en lång period av kommersiell expansion inom rymdsektorn i ett paradigmskifte som innebär att rymden i allt större utsträckning får betydelse som militär domän. Detta paradigmskifte innebär i sin tur att fler kommersiella aktörer blir involverade i utvecklingsprojekt som stödjer nationell militär närvaro i rymddomänen. En följd är att kommersiella aktörers verksamhet i tilltagande omfattning kommer att ses som legitima mål i händelse av en konflikt. Därtill finns det en problematik i att viss verksamhet som syftar till att användas för civila ändamål men som skulle kunna nyttjas också för militära ändamål utsätts för störningar baserat på en uppfattad hotbild.

I samtalen som förs inom FN för att motverka en kapprustning i rymden har det blivit tydligt att det inte går att enbart studera tekniska förutsättningar utan att ta hänsyn till hur tekniken används. Därför har frågan om hur stater, som besitter viss teknisk kapacitet för exempelvis antisatellitvapen, agerar med densamma tagits upp av väststaterna som ett komplement till traditionella perspektiv på rustningskontroll som framförallt Ryssland och Kina förespråkar, där förbud och teknisk kapacitet står i centrum. [26] [27] Inom ramen för detta *hur*-orienterade perspektiv är det viktigt att adressera beteenden och normutveckling som utgångspunkt för att på sikt kunna möjliggöra eventuella bindande överenskommelser av mer traditionell karaktär.

FN:s generalförsamling röstade i december 2021 igenom en resolution⁴ om att etablera en öppen arbetsgrupp med syfte att behandla frågan om att begränsa rymdrelaterade hot genom normer, regler och principer för ansvarsfullt uppträdande. Initiativet, som Storbritannien stod bakom, föregicks av en resolution⁵ som antogs med brett stöd i generalförsamlingen redan ett år tidigare.

⁴ A/RES/76/231.

⁵ A/RES/75/36.

Under tre inledande sessioner 2022–2023 möttes arbetsgruppen för att utifrån sitt mandat kartlägga gällande rätt, identifiera hot och eventuella åtgärder som skulle kunna betraktas som oansvariga och därutifrån lämna rekommendationer avseende normer och principer för ansvarsfullt uppträdande. [28] Arbetet avslutades hösten 2023 i antiklimax. Efter att förhandlingar ägt rum, till stor del under informella former den sista veckan av sammanträden under den fjärde sessionen, kunde gruppen ändå inte nå konsensus kring rekommendationer och ingen rapport kunde antas. [29] De diskussioner som har förts får ändå anses ha lett till en mer öppen och informerad debatt, samt ökad förståelse för det *hur*-orienterade perspektivet på rustningskontroll.

I slutet av 2023 inleds ett nytt arbete med fokus på ytterligare praktiska steg för att förhindra kapprustning i rymden. Initiativet att etablera en stängd expertarbetsgrupp lades fram av Ryssland i en resolution 2022. Arbetet som föreslås är strukturerat utifrån det ryska och kinesiska förslaget om en bindande överenskommelse för att förhindra utplacering av vapen i rymden. [28] Det rysk-kinesiska förslaget fokuserar på teknisk kapacitet och förmågebedömningar snarare än staters agerande och hur aktiviteter uppfattas av olika aktörer. I arbetsgruppen kommer experter från 24 länder, däribland Sverige, delta.

Uppbyggnaden av antisatellitteknologier (ofta benämnt ASAT) har fortlöpt sedan rymdfarten påbörjades och teknikdemonstrationer genomfördes redan under 1960-talet. Kapprustningen var en drivkraft under kalla kriget och har färgat utvecklingen av ASAT som maktmedel. När vi ser den geopolitiska konkurrensen mellan Ryssland, Kina och USA fortsätta och fortplanta sig i rymddomänen gör historien sig tydligt påmind. Sedan 60-talet har Ryssland satsat främst på utveckling av rymdbaserade kinetiska antisatellitvapen medan USA prioriterat utveckling av markbaserade kinetiska antisatellitvapen. Samtidigt som de båda staterna utvecklade sina tidiga ASAT-program pågick förhandlingar om att ingå en överenskommelse om att stoppa testerna, men dessa ledde inte fram till något avtal. [30]

Under det senaste dryga decenniet har även Ryssland utvecklat och testat markbaserad kinetisk antisatellitteknologi. Den 15 november 2021 genomförde Ryssland ett destruktivt test av ett markbaserat antisatellitvapen när man sköt sönder en egen uttjänt satellit. Testet fördömdes kraftfullt av många aktörer inom det internationella rymdsamfundet. Kina och Indien som själva genomfört destruktiva markbaserade tester under 2000-talet uttalade inte någon kritik, i kontrast till USA som också genomfört en likartad demonstration under 2000-talet, men som ändå använde de skarpaste ordalagen. Kritiken bestod framförallt i att testet uppfattades som okontrollerat och gav upphov till över 1500 spårbara skrotobjekt som kommer att passera genom högt belastade, värdefulla omloppsbanor innan de återinträder i atmosfären. [20] Detta kan jämföras med de senaste amerikanska och indiska demonstrationerna som gav upphov till 175 respektive 130 spårbara skrotobjekt. [31] Särskilt uppeendeväckande var att den

internationella rymdstationen med västländernas astronauter och ryska kosmonauter ombord kom under direkt hot i samband med explosionen och tvingades att söka skydd i sina transportkapslar. [21] Reaktionerna från omvärlden har visat att destruktiva antisatellitvapentester är lågt hängande frukt när det gäller politisk vilja att begränsa kapprustningen i rymden. Både säkerhetspolitiska och miljömässiga aspekter motiverar stater som vill kunna fortsätta bedriva rymdverksamhet och är beroende av att miljön inte destabiliseras på ett sätt som omöjliggör nationell verksamhet. [32] Ryssland har i sina uttalanden angående testet uttryckt att det är praxis bland stormakter i rymden och pekat på hur USA, Kina och Indien också utfört destruktiva tester. [33]

Sett utifrån aktuella händelser så sker det nu en intressant utveckling kring rustningskontroll, även med historiska mått mätt. Ensidiga åtaganden från stater, att upphöra med destruktiva markbaserade antisatellitvapentest, håller på att förändra synen på och normer kring skrotbildning som härstammar från vapentester i rymden. [34] USA deklarerade 2022, kort efter att Ryssland genomfört sitt test, att man kommer att avstå från destruktiva markbaserade antisatellitvapentester. USA följde också upp sitt åtagande med att lägga fram en FN-resolution⁶ som förespråkar att stater upphör med destruktiva markbaserade antisatellitvapentester. Ryssland menade att USA:s utfästelse var meningslös i och med att de redan testat sådana antisatellitvapen. Därtill menade Ryssland att USA:s motiv var att binda andra aktörer till åtaganden utan föregående multilaterala förhandlingar. [35] [36] I maj 2022 meddelade dock Kanada att man gjorde motsvarande åtagande som USA. [37] Även Sverige har gjort ett nationellt åtagande att avstå från de aktuella testerna och kungjorde det vid den öppna arbetsgruppen i Genève om att begränsa hot i rymden genom normer, regler och principer den 28 augusti 2023. Samtidigt kommunicerade också den europeiska utrikestjänsten att samtliga 27 EU-stater nu har gjort motsvarande åtaganden. I augusti 2023 var antalet stater som har gjort ensidiga nationella åtaganden att upphöra med destruktiva tester, likt USA, uppe i 35 stycken. [38]

Som en följd av den här utvecklingen kom också den öppna arbetsgruppen om att begränsa rymdrelaterade hot genom normer, regler och principer för ansvarsfullt uppträdande in i diskussioner om effekten som ensidiga åtaganden kan få på säkerhetsläget i rymden. När allt fler stater väljer att avstå från att genomföra destruktiva test kan ett sådant förhållningssätt på sikt etablera sig som norm, vilket minskar risken för relaterad skrotbildning. Etableringen av en sådan norm kan i sin tur också leda till att ytterligare principer och regler utvecklas kring staters destruktiva tester och på sikt skulle också sådana normer, regler och principer kunna leda till att bindande internationella överenskommelser mellan stater kan slutas, i just den frågan.

⁶ A/RES/77/41.

Samtidigt utvecklas också arbetet kring andra icke-bindande åtgärder som skapar transparens och kan verka förtroendebyggande. FN:s rymdkommitté som behandlar frågor om fredligt nyttjande av rymden under generalförsamlingens fjärde kommitté antog 2019 sina riktlinjer för långsiktigt hållbart nyttjande av rymden. Arbetsprocessen i sig har omnämnts som en förtroende- och transparensskapande åtgärd – utöver att riktlinjerna också innehåller konkreta förslag till åtgärder som också diskuterats inom expertarbetsgruppen för transparens- och förtroendebyggande åtgärder under generalförsamlingens första kommitté om nedrustning i Genève. Nationellt genomförande av sådana riktlinjer har en normerande verkan och det är därför av stor vikt att beakta dem i utformandet och genomförandet av nationell policy och lagstiftning liksom inom ramen för den konkreta rymdverksamhet som bedrivs av statliga och icke-statliga aktörer. Den svenska rymdlagsutredningen lägger vikt vid att riktlinjerna för långsiktigt hållbart nyttjande av rymden beaktas (se även kapitel 3.2.1).

Riktlinjerna ses som en milsten som markerar ett genombrott i den globala styrningen av rymdsektorn i och med att det var det första konkreta styrmedlet som förhandlats fram på årtionden (oaktat instrumentets icke-bindande karaktär). Arbetet inleddes 2010 men mandatet behövde förlängas vid ett flertal tillfällen för att medlemsstaterna skulle kunna nå en överenskommelse. [39] Ryssland var aktivt i arbetet med att ta fram riktlinjerna men lade i ett sent skede fram ett förslag till riktlinjer som hanterade säkerhetsaspekter kopplade till FN:s nedrustningskonferens. [40] [41] Det här förorsakade kritik från västländer som bottnade i att förslagen följde den ryska linjen i FN:s nedrustningskonferens för nära – de tangerade frågor rörande nationell säkerhet och nedrustning som alltså faller utanför rymdkommitténs mandat. En kompromiss ledde till att förslagen lämnades utanför riktlinjerna i det skedet eftersom konsensus saknades men en ny arbetsgrupp etablerades för att fortsätta följa genomförandet, förhandla om ytterligare riktlinjer och verka för kapacitetsuppbyggnad. [42]

Även idag genomsyras debatten om rustningskontroll i rymden av polemik. Oenigheten kring tekniska och rättsliga definitioner och begrepp som behandlar rymden som domän är stor. Inför kommande förhandlingar i expertarbetsgruppen om ytterligare praktiska åtgärder för att förhindra kapprustning i rymden råder oklarhet kring rättsläget avseende grundläggande begrepp så som ”rustning” respektive ”utplacering av vapen i rymden”. Det saknas även samsyn kring vad som ska anses utgöra hotfullt agerande, både i teknisk och i rättslig mening. Trots det är det under rådande förhållanden ändå positivt att stater engagerar sig i att förhandla om frågorna utifrån olika perspektiv och utgångspunkter. Resultatet av de här processerna bidrar trots magra formella resultat till en intensiv kunskapsuppbyggnad bland deltagande stater och med det till ökande insikter kring aktörers agerande i rymddomänen. En effekt av detta är att vi bättre kan förstå och förutse trender i den globala utvecklingen kring rustningskontroll i rymden.

2.3 Rymdsystemens kommersialisering och dess inverkan på krigföring och global stabilitet

Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina har av många forskare och analytiker kallats för ”det första kommersiella rymdkriget”. [43] [44] Man menar på att de kommersiella rymdaktörernas utökade roll särskiljer detta krig från Kuwaitkriget 1991, som ofta refereras till som ”det första rymdkriget”, där USA för första gången, på bred front, implementerade och nyttjade rymdsystem i sin krigföring [45] [46]. I fallet kring invasionen av Ukraina har kommersiella satelliter och rymdsystem lyfts både för den viktiga roll som de spelar för Ukrainas stridande styrkor men även i den ökade transparens satellitbilder medfört till nyhetsrapportering. Dagsfärska kommersiella satellitbilder synliggjorde rysk truppuppbbyggnad inför invasionen och kunde även användas för att bekräfta ryska krigsbrott i Butja. [47] [48] [49]

Rymdsystemen präglas allt mer av dessa dubbla användningsområden (*dual-use*) där system används till både militära och civila ändamål. Inte minst är detta sant för många av de tjänster som nu växer fram inom den kraftigt expanderande kommersiella rymdsektorn. [50] Vad som mer exakt åsyftas med beskrivningen av Ukrainakriget som det första kommersiella rymdkriget och hur det skiljer sig mot det första rymdkriget har inte tydliggjorts. Det sätt som de kommersiella aktörernas framväxt i rymden påverkat denna och framtida rymdkonflikter är vad följande kapitel avser redogöra för och analysera.

2.3.1 Det första rymdkrigets nyttjande av kommersiella system - 1991

I Kuwaitkriget 1991 användes för första gången hela Västs samlade rymdmakt i ett krig mot en annan stat. De förmågor som rymdsystemen bidrog med kan i huvudsak innefattas i tre områden: satellitkommunikation (satkom); positionering, navigering och tidssynkronisering (PNT); samt spaning och övervakning från rymden (SÖR). Dock var USA:s rymdsystem vid tiden inte helt utbyggda, optimerade eller integrerade med de stridande styrkorna. Exempelvis var GPS (*Global Positioning System*), det första globala navigationssatellitesystemet (*Global Navigation Satellite System*, GNSS), ännu inte helt färdigställt. Därför var den sex månader långa mobiliserings- och uppbyggnadsfasen *Desert Shield* viktig för att hinna göra nödvändiga justeringar. Det uppskattas att omkring 60 militära satelliter nyttjades under konflikten, utöver detta nyttjades även omkring 20 kommersiella satelliter. [45] [51] Sett till de stridande staternas rymdmakt var konflikten mycket ensidig då Iraks tillgång till rymdsystem var mycket begränsad.

2.3.1.1 Satellitkommunikation

Satellitkommunikation nyttjades redan i Kuwaitkriget som en viktig länk för militär ledning och samband för både armén och marinen. Vid krigets utbrott gjordes justeringar för att frigöra kapacitet till taktiskt nyttjande av satellitkommunikation, bland annat genom att nyttja fler satelliter samt att flytta satelliter till nya banor med bättre täckning över det aktuella området.

Trots att koalitionen frigjort egna resurser till satellitkommunikation krävdes kompletterande kapacitet från internationella kommersiella leverantörer som Intelsat och Inmarsat. Det uppskattas att 30 % av den amerikanska marinens rösttrafik gick genom kommersiell satellitkommunikation. [45] Även den brittiska marinen använde sig av brittiska Inmarsat, främst för att tala med handelsfartyg i syfte att upprätthålla FN-embargot mot Irak. För Inmarsat och Intelsat växte trafiken över gulfen med över 50 % mellan januari och mars 1991, bland annat på grund av behovet från media. Intelsat rapporterade att 65 tillfälliga TV- och kommunikationsmarkstationer var licensierade att sända från området. Detta medförde att det för första gången sändes rörliga bilder i realtid direkt från krigszonen. Denna realtidsrapportering oroade befälhavarna vid tiden då Iraks totalitära regim kunde ta del av den information som sändes och även påstås ha skjutit robotar baserat på information hämtat från TV-bilderna.

Irak hade i utgångsläget tillgång till ett antal civila/kommersiella system som Intelsat och Inmarsat samt en del i samarbetet Arabsat. Då den västliga koalitionen, vid krigets utbrott, snabbt slog ut de irakiska markstationerna fanns ingen praktisk möjlighet för Irak att använda dessa satellitkommunikationssystem. [45]

2.3.1.2 Positionering, navigering och tidssynkronisering

Koalitionsstyrkorna under Kuwaitkriget blev snabbt varse om den utmaning som positionering och navigering utgjorde i Kuwait och Iraks landmärkeslösa öknar. Den enorma potential som rymdbaserad PNT utgjorde blev med ens uppenbar. De första satelliterna i GPS-systemet sköts upp redan 1978 men systemet var vid krigets utbrott inte fullt operationellt. Systemets utformning bygger på 24 satelliter i sex olika banplan i medelhög jordomloppsbana (*Medium Earth Orbit, MEO*) och färdigställdes först 1995. [52] Vid mobiliseringsfasen (*Desert Shield*) fanns endast 13 satelliter i omloppsbana. Ytterligare en satellit sköts hastigt upp i omloppsbana i augusti 1990. Detta möjliggjorde två-dimensionell positionering i området upp till 22 timmar om dagen och full tredimensionell positionering 16 timmar per dag.

Totalt ska 12 000 personliga GPS-mottagare ha använts av koalitionsstyrkor, många inhandlade privat. [45] [52] De kommersiella mottagarna återfanns i helikoptrar och flygplan, som del av personalens överlevnadsutrustning. De

återfanns även på fartyg, landstigningsfarkoster, stridsfordon och i spaningsförband bland annat för att inrikta flyganfall och artilleri.

Många har ansett att GNSS och PNT utgjorde rymdsystemens största bidrag till den operativa krigföringsförmågan. [45] [52] [53] [54] Systemet gav koalitionsstyrkorna förmågan till att navigera genom öknen och utmanövrera, samt omringa, sin motståndare. Genom kombinationen av satellitkommunikation och PNT kunde förband kalla in precisionsanfall från bland annat artilleri, flyg och robotar. Irakierna å andra sidan hade begränsad tillgång till GNSS för PNT. Däremot installerades GPS-störsändare för att störa ut signalerna vid särskilt skyddsvärda områden såsom presidentpalatset. [52] Genom att kombinera PNT med spaning och övervakning från rymden förbättrades bestämmandet av irakiska positioner och verkansbedömning. [45]

2.3.1.3 Spaning och övervakning från rymden

Flera civila och kommersiella företag understödde spaningen från rymden, även kallat jordobservation, under kriget och det uppskattas att ca 30 militära och kommersiella spaningssatelliter användes. Det amerikanska försvarets system gjorde dessutom så att bilder tillgängliggjordes beslutsfattarna på amerikansk mark i nära-realtid. Frankrike hyllade USA:s statliga spaningssatelliter och deras roll i underrättelse-produktionen och uppmanade i EU till utveckling av egen förmåga till SÖR. [45] [51] Frankrike menade att denna förmåga utgjorde en avgörande skillnad till koalitionsstyrkornas seger och 1992, efter krigets slut, grundades sedan *Western European Union Satellite Centre*, sedermera känt som *SatCen*. [51] Från amerikanskt håll, å andra sidan, hyllades de kommersiella franska jordobservationssatelliterna SPOT och deras bidrag till krigsinsatsen. Denna erfarenhet kan ha varit en av orsakerna till att man i USA 1992 drev igenom lagförslaget *Land Remote Sensing Policy Act* som för första gången tillät privata företag att driva kommersiella jordobservationssatelliter. [55] [56]

Det amerikanska försvarsdepartementet betonade uttryckligen vikten av öppna civila och kommersiella leverantörer av jordobservation. Framförallt var dessa viktiga i storskalig övervakning som komplement till de högupplösta militära satelliterna. [45]

Det är osannolikt att Irak hade någon egentligen förmåga till SÖR annat än tillgång till internationella civila vädersatelliter. [45] Utöver detta hindrade sannolikt FN-embargot Irak från tillgång till satellitbilder från aktörer som sovjetiska Sojuzkarta. [51]

2.3.2 Nyttjandet av kommersiella rymdsystem i kriget i Ukraina – det kommersiella rymdkriget

De förändringar som skett sedan Kuwaitkriget, inte minst de senaste årens minskade uppskjutningskostnader, har medfört att det idag finns tusentals fler

satelliter i omloppsbana. De kommersiella aktörernas framväxt och deras förmåga till innovation och utveckling av teknik och metoder har effektiviserat rymdsystemen och deras tillgänglighet. Därför utgör systemen idag en viktig komponent i flera delar av staters krigföringsfråga. Detta innefattar utöver PNT både taktisk och strategisk informationsinhämtning och datadelning samt samband och ledning för förbanden på marken. Detta blev tydligt vid Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina den 24:e februari 2022.

2.3.2.1 Satellitkommunikation

Betydelsen som satellitkommunikation tillskrivs i krig kan exemplifieras med cyberangreppet mot den Ukrainska försvarsmaktens dåvarande leverantör av satellitkommunikation Viasat och deras geostationära satellit KA-SAT. Angreppet omedelbart vid invasionens utbrott riktades mot systemets marksegment och dess routrar. Över 40 000 av Viasats terminaler slogs ut av cyberangreppet och påverkade utöver den Ukrainska försvarsmakten även civil infrastruktur i Tyskland, Frankrike, Ungern, Grekland, Italien och Polen. Bland annat fränkopplades 5800 tyska vindturbiner. [57] [58]

Ukraina kunde med imponerande hastighet ersätta uppkopplingen till sina lednings- och sambandssystem med SpaceX satellitkommunikationskonstellation Starlink. Systemet, idag bestående av ca 4500 satelliter i låg jordbana, har visat sig vara robust och störningståligt med lättviktiga och lättinstallerade markterminaler. Systemet levererar i dagsläget en unik tjänst som inte motsvaras av någon annan aktör. När Ryssland alltmer inriktat sig mot att slå ut ukrainsk infrastruktur, som exempelvis mobilnätet, har uppkoppling ersatts med Starlink och på så sätt kunna hålla sjukhus uppkopplade. [59] Utöver detta har systemet använts för ukrainsk förmåga att slå på djupet mot Ryssland bland annat genom att installera det ombord på autonoma farkoster. [60] SpaceX meddelade i början av 2023 att denna form av användning inte var något de hade förutsett, och att man vidtagit åtgärder för att begränsa möjligheten att använda Starlink för offensiva militära operationer. [61] Starlink utsattes främst i början av invasionen också för olika typer av elektroniska attacker, som dock inte lyckades störa ut tjänsten. [62] I samband med ett ukrainskt robotanfall mot Sevastopol 2023 gick dock hela Starlinks uppkoppling ner under en period men det har inte framgått varför detta skedde. [63]

Även om Starlink står för den största volymen så har Ukraina av flera olika skäl, inte minst redundans och resiliens, på senare tid börjat använda andra leverantörer av satellituppkoppling som bredbandsterminaler från svenska Satcube som i sin tur kopplar upp sig mot Intelsats geostationära satelliter. [64]

2.3.2.2 Positionering, navigering och tidssynkronisering

Sedan utvecklingen av GPS har tjänsten integrerats i allt fler system. I de flesta kommersiella produkter med en kartfunktion, exempelvis mobiltelefoner, finns idag mottagare för alla de olika statliga GNSS-tjänsterna i form av ryska *GLONASS*, kinesiska *Beidou*, europeiska *Galileo* och amerikanska GPS. De kommersiella leverantörerna är än så länge fokuserade till mottagare och/eller i integrerade system. PNT utgör dock en tillväxtmarknad sett till rymdsegmentet och flera planer finns på kommersiella konstellationer av satelliter i låg jordbana som kan leverera PNT. [65]

Kommersiella signalspaningsdataleverantörer har visat på förekomsten av GPS-störning över Ukraina. [66] Allt fler sätt att motverka GPS har utvecklats och angriper länksegmenten med fokus på störning och vilseledning av GPS-signalen eller cyberattacker mot marksegmentet. [67] [68]

Den amerikanska militären är idag mycket beroende av GPS. Det har spekulerats i att samma förhållande inte verkar gälla för de ryska styrkorna. Bland annat använder ryska styrkor få precisionstyrda vapen i Ukrainakriget. Dock ska det påstådda ryska oberoendet kanske snarare ses som ett misslyckande av de ryska väpnade styrkorna att verka gemensamt över domänerna. [4] [66] [69]

2.3.2.3 Spaning och övervakning från rymden

Högupplöst, öppen och aktuell information via satelliter har spelat en stor roll i kriget och avslöjade tidigt den ryska mobiliseringen inför invasionen. Förmågan till spaning och övervakning från rymden har lyfts som en av de kritiska tjänsterna i kriget och används för att illustrera den pågående konflikten. Vid krigets utbrott skickade Ukrainas dåvarande vice premiärminister en önskan om tillgång till högupplösta satellitbilder till åtta kommersiella leverantörer. Den kraftiga expansionen av antalet kommersiella jordobservationssatelliter gör att det över Ukraina sker cirka 40 överflygningar per dygn. [69] Man lyfte specifikt önskan om tillgången till data inhämtad via syntetisk aperturradar (SAR). Detta då Ukraina ofta är molntäckt och att ryska truppförflyttningar skedde nattetid och för dessa två fallen kan optiska satelliter inte avbilda det som sker på marken. I tillägg till önskan om tillgång till egen data bad man också om att dessa förmågor och data inte skulle göras tillgängliga för ryska styrkor. [70]

Den ukrainska önskan hörsammandes av företag som *Planet* och *Maxar*. [46] Utöver detta levererade USA kommersiella data och underrättelseprodukter direkt till Ukraina. [71] [72] Även det europeiska satellitcentret SatCen vidareförmedlade sina produkter, baserade på till stor del europeiska kommersiella system. [73] I tillägg till de data som gjordes tillgängliga för Ukraina köptes även en SAR-satellit – finansierad genom *crowdfunding* – från den finska kommersiella aktören *ICEYE*. Ukrainas dåvarande försvarsminister

underströk värdet av egen rådighet över hur och när spaningsdata inhämtas, inte minst för att informationen snabbt ska komma till användning på slagfältet. [74]

Ryssland i sin tur besitter omfattande resurser till satellitbaserad spaning, [46] men har, enligt Nato, inte lyckats omsätta underrättelsecykeln snabbt nog vilket exemplifierats med att ryska styrkor har beskjutit områden först efter att deras tillänkta mål lämnat målområdet. [69] Den ryska paramilitära gruppen Wagner ska i november 2022 själva ha köpt två högupplösta Jilin-satelliter och tillhörande tjänster från ett kinesiskt bolag. Syftet ska delvis ha varit att stödja gruppens inblandning i Ukrainakriget men satelliterna påstås även ha använts i gruppens uppror, och marsch, mot Moskva 2023. Köpet har beskrivits som ytterligare ett tecken på den ryska statens tillkortakommande i rymddomänen. [75]

2.3.3 Kommersialiseringen av rymdsystem och dess roll i kriget – en kapprustning med dubbla användningsområden

Rymdsystemens tillskrivna dubbla användningsområde är idag större än någonsin. Satelliternas miniaturisering och minskade uppskjutningskostnader har drivit på en närmast exponentiell utveckling av antalet satelliter i låg jord-omloppsbana och en ökning av antalet kommersiella aktörer. [76] I det första rymdkriget i Kuwait (1991) uppskattades att ca 60 satelliter använts - i det kommersiella rymdkriget i Ukraina (2022) handlar det om tusentals satelliter, där en enda kommersiell aktör, SpaceX och Starlink-konstellationen, ensam står för en majoritet av satelliterna i omloppsbana.

Det första rymdkriget var en mycket ensidig konflikt sett till vilka rymdsystem parterna i konflikten hade att tillgå. Vid Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina är konflikten istället långt mer symmetrisk sett till systemen som de olika sidorna förfogar över. Ukraina bedöms dock ha större tillgång till kommersiella rymddata, de inbördes förhållande mellan de stridande parterna har beskrivits som en svag åldrande rysk rymdmakt mot en privat kommersiell ukrainsk rymdkoalition. [46]

Till skillnad från Kuwaitkriget, där en mobiliseringsfas tillät koalitionsstyrkorna att integrera och operationalisera sina rymdsystem, fick Ukraina mycket kort tid på sig att genomföra motsvarande utveckling vilket möjliggjordes helt, eller delvis, genom kommersiella aktörer, direkt eller via statliga aktörer. Satellitsystemens tjänster utgör en förmågeförstärkare där de kommersiella systemen idag är mycket kapabla och, i vissa avseende, bättre än sina militära motsvarigheter. De kommersiella rymdsystemen har visat att en aktör snabbt kan operationalisera rymddomänen som en stödjande domän till sin krigföring, något som förut varit förbehållit större rymdmakter. Genom en blandning av statliga samarbeten, kommersiella aktörer och anskaffning av kommersiella satellitplattformar har Ukraina lyckats bygga en taktisk förmåga till spaning och

övervakning från rymden och underlättat delningen av underrättelseinformation. [77] Dock utgör utveckling och drift av rymdsystem för GNSS ännu idag, i stort sett, en statlig sysselsättning och är, liksom då, en förutsättning för att bedriva manöverkrigföring och nyttjande av precisionsvapen.

De tre primära rymdtjänsterna, beskrivna ovan, skiljer sig åt sett till deras kommersialiseringsgrad. Satellitkommunikationssystem var då, liksom nu, den sektor där utvecklingen nått längst. Satellitkommunikationssektorns aktörer, framförallt SpaceX, levererar nu tjänster som vida överstiger det som statliga system kan erbjuda och de statliga aktörerna försöker idag komma ikapp genom utvecklingen av egna liknande system. [78] Detta system har visat sig vara mycket motståndskraftigt mot störningsförsök och cyberangrepp men har också vid flera tillfällen hotats med avstängning av Musk och SpaceX. [79] [80] Till en början stod företaget och dess ägare själv för kostnaden av den Ukrainska användningen. I juni 2023 blev det klart att amerikanska försvarsdepartementet tecknat ett avtal om systemets användning i Ukraina.[50]. Flera uppgifter finns om att systemet ska ha stängts av över geografiska områden (*geofencing*) vilket gjort att förband förlorat uppkoppling mitt under pågående strider och att sjödrönare tappat styrning när de närmat sig Krimhalvön och blivit verkanlösa. [60] [80] [81] [82]

Den kommersiella jordobservationssektorn är ett segment som vuxit markant sedan det första rymdkriget (1991) och vars tillkomst ändrat hur kriget Ukraina i framställs och tillgängliggörs via media. Systemet kompletterar också de statliga spaningssatelliterna och tillåter en förmågeanskaffning genom att antingen köpa tjänster, data eller plattformar. Trots den starka utvecklingen är sektorn finansiellt osäker och de största kunderna utgörs ännu av världens försvarsmakter. [83]

Inom PNT har kommersialiseringen hittills främst skett på mottagar- och tjänstesidan, inte så mycket sett till rymdsegmentet. Framväxten av kommersiella system för PNT tros på sikt minska GNSS-tjänstens störningskänslighet då satelliternas låga jordbana gör att signalen blir avsevärt starkare. Dessutom tros antalet satelliter bidra till ökad resiliens. [55] Systemens vikt för modern krigföring och deras dubbla användningsområden kan troligen driva på hotbilden mot de kommersiella satellitsystemsaktörerna varför alternativa navigeringstekniker, såsom exempelvis tröghetsnavigering, utforskas för att minska beroendet av GNSS.

Utöver PNT finns ytterligare en tillväxtmarknad bland de kommersiella rymdtjänsterna. Denna inkluderar inmätning och avbildning av rymdobjekt samt teknisk analys av rymddomänen för upprättandet av en rymdlägesbild. Till exempel har kommersiella jordobservationsaktörer börjat erbjuda tjänsten att avbilda satelliter i omloppsbanan. [84]

Det är tydligt att kommersiella rymdsystem förstärker en aktörs befintliga krigföringsförmåga förutsatt att systemen lyckosamt integreras med befintlig förmåga. Dock erhålls aldrig full rådighet över hur dessa system kan användas och man riskerar bli avstängd från tjänsten utan möjlighet att påverka detta. Användandet av kommersiella rymdsystem uppmuntras ändå hos många stater, mycket tack vare den snabba innovationstakten som den kommersiella sektorn bidrar med. USA:s kommersiella rymdsektor har i enlighet med detta lyfts som en kritisk del i framtida konflikter. Andra aktörer såsom Kina uppmuntrar aktivt utvecklingen av en egen kommersiell rymdsektor, något som Ryssland hittills har misslyckats med och som inte underlättats av sanktionerna.

2.3.3.1 Kriget i rymden

Kriget i Ukraina har tydliggjort hur cyberdomänen skär genom de övriga domänerna och rymddomänen specifikt. Ett eventuellt krig i rymddomänen kan därför troligen initieras eller föras delvis, eller möjligtvis helt, via cyberdomänen.

I det första rymdkriget (1991) fanns begränsade möjligheter till implementering av rymdförnekande teknologier annat än störning av GPS-signaler på fasta positioner. Sedan dess har antisatellitvapen utvecklats allt mer i och med den ökande operationaliseringen av rymden. Förutom tidigare nämnda cyberangrepp och GPS-signaler påstår sig Ryssland ha utplacerat det lastbilsburna laservapnet *Peresvet* som har förmågan att blanda optiska satelliter. [85] Det första kommersiella rymdkriget har därför rört sig allt mer mot en konflikt i rymden jämfört med det första rymdkriget.

I det kommersiella rymdkriget (2022) har Ryssland deklarerat, och visat, att de anser att kommersiella rymdsystem utgör legitima militära mål i konflikten. [86] Man har också uttalat att en cyberattack mot egna satelliter utgör en krigshandling. I Väst, främst USA, diskuteras flitigt skyddet som de kommersiella systemen skall omfattas av och i vilken utsträckning man kan erbjuda detta skydd och de förmågor som behövs för att uppnå detta samt avskräcka illasinnade aktörer, utan att åsamka skada mot egna system samt sin tillgång till rymden. [87] [88] [89]

2.3.3.2 Kommersiella rymdsystemens inverkan på medielandskapet och global transparens

Under det första rymdkriget visades för första gången realtidssänd TV-rapportering från kriget genom dåtidens tillgängliga satellitkommunikation. Det är idag, för alla, möjligt att realtidssända från kriget via smarttelefoner. Underrättelser underbyggda av klassificerad och sekretessbelagd högupplöst satellitbilds-information var den primära källan för USA:s beslut att invadera Irak 1991. I kontrast till detta synliggjordes den ryska truppuppbyggnaden 2022 för världen genom öppna kommersiella högupplösta satellitbilder i media.

Nästintill dagligen sker uppdateringar kring striderna rapporterade via satellitbilder. Tillsammans med de geografiska informationssystem som finns tillgängliga för allmänheten, i datorer och telefoner, har satellitbilder fått ett genombrott hos den stora massan. De kommersiella rymdsystemen har medfört att satellitbilder tillgängliggjorts för den breda massan och världen närmar sig alltmer en närmast allestädes bevakning och övervakning av geospatiell information.⁷ Hur denna stora datamängd av öppen data som systemen genererar ska användas för att skapa meningsfull information är inte trivialt. Därför är denna utveckling tätt kopplad till artificiell intelligens och nyttjandet av *crowdsourcing* för att extrahera information och mönster.

Man kan därför argumentera för att stater och försvarsmakter inte bara förlorat kontrollen kring den taktiska informationsspridningen men att även den strategiska informationen nu sprids i öppna kretsar utan att stater längre har den förbehållna rätten att besluta om när information delas eller avslöjas [90] [91] [92]. Utvecklingen har dock också medfört att delning av information underlättats då underrättelsetjänster kan dela öppna data från kommersiella system utan att röja egna klassificerade system med egna satellitdata.

2.3.4 Slutsatser

De rymdtjänster som nyttjas i krigföring centreras fortfarande kring tre centrala tjänster: satellitkommunikation; spaning och övervakning från rymden; positionering, navigering och tidssynkronisering. Utifrån jämförelsen ovan mellan användningen av rymdsystem i det första rymdkriget (1991) kontra det första kommersiella rymdkriget (2022), och kopplat till den övergripande pågående kommersialiseringen inom rymddomänen, kan ett antal slutsatser formuleras:

- Rymdsystem utgör alltså viktiga förmågeförstärkare och spelar en stödjande roll i jordbaserade konflikter.
- De kommersiella rymdtjänsterna är nu kapabla till att konkurrera med, eller överstiga, den förmåga som statliga (även militära) motsvarigheter erbjuder. Utöver detta har den kommersiella rymdsektorn förmågan att hålla en hög innovationstakt.
- Genom att stater förlitar sig på kommersiella rymdsystem mister man den egna rådigheten i hur och när systemet används, om inte detta stipulerats i avtal. Utöver detta råder än så länge osäkerhet och otydlighet kring hur militära hot mot kommersiella rymdsystem ska hanteras.
- Det stora antalet privata jordobservationssatelliter, och att de har nått tillräckligt hög bildupplösning för att ha militär relevans, utgör en ny

⁷ Detta är även känt som GEOINT-singulariteten. [342]

dimension i det kommersiella rymdkriget för hur försvarsmakter kan anskaffa och nyttja satellitdata vid krig.

- Kommersialisering av högupplösta satellitbilder gör att stater förlorat den exklusiva rätten till valet om offentliggörande av taktiska och strategiska underrättelse men underlättar datadelning.
- Kommersiella rymdsystem kan av stridande part anses utgöra legitima militära mål i konflikten.

2.4 Rymdlägesbild – internationell utveckling och trender

I detta avsnitt ligger fokus på utveckling och trender inom övervakning och inmätning av objekt i omloppsbana för den militära rymdlägesbilden och vikten av domänförståelse.

Upprätthållandet av en rymdlägesbild, SSA (*Space Situational Awareness*) är nödvändigt för den aktör som avser att bedriva omfattande rymdaktiviteter. En god SSA är grundläggande för att kunna förstå och korrekt bedöma situationer i rymddomänen och utifrån det kunna ta väl underbyggda beslut. [93] Inom ramen för SSA inkluderas vanligtvis bevakning av tre områden:

- Övervakning och inmätning av objekt i omloppsbana runt jorden, SST (*Space Surveillance and Tracking*).
- Asteroider eller liknande objekt som passerar nära jorden, NEO (*Near-earth objects*).
- Rymdväder, SWE (*Space Weather*).

Utöver denna traditionella rymdlägesbild, som har som ett huvudsyfte att övervaka rymden för att kunna undvika kollisioner mellan satelliter (aktiva och icke-aktiva) [94], bör domänförståelse och en militär rymdlägesbild, SDA (*Space Domain Awareness*) [93] också beaktas. SDA är en förutsättning för att kunna förstå, förutspå och förekomma hot samt förneka en motståndare tillträde till sina rymdsystem [95]. SDA kräver viss kunskap om taktik och rymdmaktsteori men även en förståelse för banmekanik, inmätningens förmåga, plattformskännedom och hur plattformarna används. För att kunna uppnå en god domänförståelse och SDA krävs också karakterisering och identifiering av satelliter.

2.4.1 Aktörer inom rymdlägesbild

I och med det växande antalet objekt i omloppsbana (se kapitel 4) så har fler aktörer, så som enskilda stater, internationella organisationer och privata företag, insett värdet i att med egen rådighet kunna mäta in objekt för att upprätthålla en rymdlägesbild. Traditionellt har USA:s försvarsmakt varit en aktör som i stor skala kunnat hantera hela kedjan från inmätning till kollisionsvarningar och är fortsatt den största källan till öppen SSA-data. Rymdlägesbildsverksamheten i

USA kan övergripande delas upp i två delar, den öppna och internationellt viktiga verksamheten som i praktiken stödjer övervägande delen av världens satellitoperatörer, samt den nationella militära delen.

Även EU har sett behovet av viss självständighet när det kommer till att kunna upprätthålla en rymdlägesbild för medlemsstaternas rymdinfrastruktur. [96] 2014 etablerade EU ett ramverk för hur SST-arbetet ska bedrivas i unionen vilket resulterat i tjänsten EU SST. Sedan 2022 är EU SST ett samarbete mellan 15 EU-länder, däribland Sverige, för övervakning och inmätning av objekt i omloppsbana runt jorden. EU SST tillhandahåller tjänster för analys av kollision, återinträde och fragmentering och är tillgängligt för användare inom EU.⁸ [97]

De senaste åren har kommersialiseringen av tjänster för rymdlägesbild vuxit kraftigt, även bland företag utanför USA. Dessa kommersiella aktörer erbjuder både egna inmätningar och egna tjänster, där vissa inmätningssförmågor till och med överträffar den amerikanska försvarsmaktens. Vanligast är att samma aktör sköter hela kedjan från inmätning till dataanalys, men redan nu ses tendenser till att kedjan delas upp och att olika delar kan hanteras av olika aktörer. Det innebär att vissa aktörer bara hanterar sensorerna och levererar inmätningssdata och att andra aktörer utför analyser och levererar rymdlägesbildtjänster. Denna uppdelning gäller ofta då man använder data från sensorer för andra ändamål som exempelvis astronomiska teleskop och radarsystem för atmosfärforskning. Rymdlägesbild går mot att vara en mer modulärt uppbyggd funktion där fler aktörer kan bidra med olika delar och därmed driva teknikutvecklingen framåt snabbare. Detta möjliggör även att en slutanvändare kan köpa data från flera källor som kombineras för en mer robust och detaljerad analys.

Den stora ökningen i tillgång till rymdlägesbilddata kommer med största sannolikhet medföra en utveckling av nya tjänster baserat på dessa data och på möjligheten att aktörer kan specialisera sig på databehandling och rymdlägesbildtjänster. Denna utveckling kan liknas med de meteorologiska tjänster som tas fram från gemensamma meteorologiska satellitbilder [98].

2.4.2 Trafikledning i rymden

Som beskrivs mer i detalj i statistiken i kapitel 4 så ses flera samverkande trender som ökar risken för kollisioner i rymden: ökande antal rymdnationer, ökande antal rymdobjekt och kanske framför allt stora satellitkonstellationer.

Rymdobjekten befinner sig i en global miljö och måste därmed hanteras globalt, för att vidmakthålla en säker rymdmiljö finns det ett stort behov av att upprätta ett internationellt övervakningssystem för rymdtrafik [99]. För detta behövs en pålitlig och heltäckande rymdlägesbild som kan upprätthålla en gemensam referenskatalog med alla kända rymdobjekt. Med hjälp av referenskatalogen kan

⁸ Mer information finns på <https://www.eusst.eu/services/>.

objektens framtida position uppskattas och operatörer kan informeras om eventuella kollisionrisker och nödvändiga undanmanövrar som kan behöva genomföras för att undvika kollision.

Det finns inte en helt entydig förklaring till vad STM (*Space Traffic Management*) innebär praktiskt. EU definierar STM som de medel och de regler som behövs för att på ett säkert och hållbart sätt kunna ha tillgång till rymden, genomföra aktiviteter där och återvända därifrån. [100] USA definierar i rymddirektiv 3 STM som planering och samordning för att kunna synkronisera aktiviteter i omloppsbana för att i sin tur förbättra säkerheten och hållbarheten för operationer i rymden. [101]

I samband med rymddirektiv 3 (2018) inleddes en process där det amerikanska handelsdepartementet ska ta över ansvaret för USA:s civila och kommersiella delar av rymdlägesbilden från försvarsdepartementet. Direktivet, som främst handlar om en nationell policy för trafikledning i rymden, öppnar också upp för att den funktion som handelsdepartementet nu håller på att bygga upp även ska ha möjlighet att tillhandahålla data och tjänster baserade på inmätningar från andra aktörer, såväl kommersiella som ideella och internationella [102]. Handelsdepartementets program för koordination av rymdtrafik TraCSS (*Traffic Coordination System for Space*) bedrivs i samarbete med NASA och försvarsdepartementet, och involverar dialoger med kommersiella satellitoperatörer, SSA-företag, universitet och internationella partners. Lanseringen är uppdelad i tre faser där olika nuvarande funktioner succesivt kommer att flyttas från försvarsdepartementet och deras nuvarande service. Fas ett berör kollisionsberäkningar och att producera kollisionsvarningar (*conjunction data messages*), fas två handlar om tjänster för att undvika kollision vid uppskjutning (*launch COLA (collision avoidance)*) och fas tre innefattar tjänster som rör återinträde. Fas ett planeras att lanseras i slutet av 2024 [103].

Vilka eventuella konsekvenser detta kommer innebära för verksamheter som hittills kunnat nyttja USA:s öppna SSA-data är inte helt klarlagda.

Även om USA ligger i framkant är de inte ensamma om att satsa på trafikledning eller trafikkoordination i rymden, flera andra länder och organisationer ser nu värdet i att driva utvecklingen för hur detta ska fungera, om än inte lika omfattande som USA. EU driver frågan om rymdtrafikledning för medlemsstaterna genom att låta EUSPA (*EU Agency for the Space Programme*) ta fram dessa förmågor i samarbetet med EU SST och dess olika tjänster [104]. Den amerikanska tankesmedjan RAND har beskrivit utmaningen med STM som "a governance challenge more than a technical one" [99], vilket belyser behovet av att de största rymdnationerna (USA, Kina och Ryssland) behöver vara mer eller mindre överens om hur uppgiften ska genomföras.

2.4.3 Teknisk utveckling

Tekniska system för övervakning av rymden kan delas upp i mark- och rymdbaserade system. Teknik som vanligen nyttjas är radar, optiska sensorer och laser, men andra typer av inmätning så som detektion av radiofrekvenser från satelliterna eller från infraröd strålning kan också tillämpas. Utöver inmätningen krävs också hantering och analys av det data som genereras för att skapa en rymdlägesbild.

USA har det största nätverket av sensorer för rymdövervakning, SSN (*Space Surveillance Network*), som består av ett 30-tal markbaserade inmätningstationer över flera kontinenter, främst radarsensorer och optiska teleskop, samt ett antal rymdbaserade sensorer. Sedan 2019 organiseras SSN under rymdstyrkan USSF (*United States Space Force*) och används för att mäta in både satelliter och rymdskrot. *Space fence* är det nyaste radarsystemet USA utvecklat för rymdövervakning som har integreras i SSN. *Space fence* kan spåra avsevärt mycket mindre objekt än tidigare, ner till en centimeter i LEO [105]. USA ser också behov av förbättrad övervakning av objekt i GEO och utvecklar nu ett nytt radarsystem, DARC (*Deep Space Advanced Radar Capability*), specifikt för detta ändamål. Den första stationen, av tre planerade, kommer anläggas i Australien och planeras att vara driftsatt till september 2025 [106]. På den rymdbaserade sidan sändes under 2023 en satellit upp som är ett samarbete mellan USSF och NRO (*National Reconnaissance Office*). Satelliten, kallad *Silent Barker*, är en spaningssatellit som ska samla in underrättelser om aktiviteter i GEO och samtidigt bidra till rymdlägesbilden [107].

Utvecklingen i USA är omfattande och de är i stort sett ensamma, möjligen bortsett från Ryssland, om att ha ett globalt nätverk som förser dem med högkvalitativ SSA-information [108]. Ryssland har också ett utbrett nätverk av markstationer för inmätning av rymdobjekt som är uppdelat i en militär, en civil och en vetenskaplig del. Den militära delen har flera inmätningstationer (radar, teleskop och laser) spridda i Ryssland och en i Tadzjikistan. Den civila delen har stationer, förutom i Ryssland, i både Sydamerika och Afrika; och den vetenskapliga delen, organiserad under den ryska vetenskapsakademien i Moskva, består av ett 40-tal observatorier (optiska teleskop) i 17 länder. 2021 meddelade Ryssland att det militära systemet kommer att byggas ut med nya radarstationer och nästa generations elektrooptiska system. Planer finns också att utöka det civila nätverket i Sydafrika och Chile, men än så länge är status för detta oklart [4]. Även Kina har ett globalt nätverk av markstationer⁹ för kommunikation med satelliter och *deep space missions*, och data från dessa kan också bidra till rymdlägesbilden. [109] Kina meddelade 2018 att man kommer bygga ut sin förmåga för att mäta in rymdskrot med ett nätverk av markbaserade sensorer,

⁹ Kina äger inte alla markstationer i sitt nätverk. Vissa av dem är samarbeten med andra organisationer eller stater och vissa av dem hyrs och drivs av Kina. [368]

optiska och radar, i västra Kina [110] och 2023 etablerades en ny bas (*Base 37*) vars fokus är att bidra till Kinas rymdlägesbild genom att förbättra den nationella objektskatalogen [111].

EU SST har också ett nätverk för inmätning av objekt i omloppsbana. Detta består av medlemsstaternas sensorer, cirka 40 markstationer som inkluderar radar, teleskop och laser. Nätverket är för närvarande koncentrerat i Europa men planeras att utökas med stationer på andra kontinenter för att öka täckningen, på så sätt kan beroendet av data från andra aktörer minskas och man kan även bygga upp förmågor som kan utgöra komplement till USA:s [96].

Kollisionsvarningar och undanmanövrar har hittills hanterats huvudsakligen manuellt, men detta är något som kan komma behöva ändras i och med att antalet satelliter ökar dramatiskt samtidigt som mängden rymdskrot att ta hänsyn till ökar genom förmågan att mäta in mindre och mindre rymdskrot. SpaceX Starlink-konstellation har redan ett automatiskt manövreringssystem inbyggt i satelliten, designat för att undvika kollisioner [112]. De publika tekniska detaljerna kring systemet är få men SpaceX säger att om beräkningarna resulterar i ett visst (relativt lågt) värde i risk för kollision tar Starlink-satelliten över manövreringsansvaret och byter bana, vid höga kollisionsrisker genomförs undanmanövern manuellt [113]. Huruvida den automatiska manövern kommuniceras med den andra satellitens operatör är oklart, misskommunikation skulle kunna leda till att eventuella parallella undanmanövrer ointetger varandra. NASA gör nu tillsammans med SpaceX tester på de nya satelliterna Starling (ej att förväxla med Starlink) för en automatisk manövreringsfunktion, bland annat för att undvika kollisioner. Fyra Starling-satelliter sändes upp till LEO i juli 2023 för att testa teknik som krävs för satellitsvärmar [114]. Utvecklingen av denna typ av system kan förväntas fortgå.

Den ökade aktiviteten kring månen ställer redan nu krav på att rymdlägesbilden behöver förlängas ut till cislunar, vilket innebär övervakning av rymden mellan jorden och månen. Med kommande bemannade rymdresor till både månen och Mars (planerade till 2025 respektive 2030) kommer kraven höjas ytterligare och någon form av rymdlägesbild mot Mars kommer antagligen behöva etableras på lång sikt. Detta kommer innebära nya tekniska utmaningar för rymdbaserad SST eftersom övervakning och inmätning från jorden inte räcker till. Det öppnar i sin tur upp för utveckling av databehandling på rymdplattformar och kommunikationslänkar mellan satelliter och till markstationer. Forskning på ämnet samt teknisk utveckling och testning pågår redan men aktiviteter på området kan förväntas att öka, både för statliga och kommersiella aktörer, detta inkluderar även aktiviteter som rör rymdtrafikledning. Till exempel har Kina i dagsläget en reläsatellit som möjliggör kommunikation mellan jorden och den kinesiska landaren på månens baksida [115].

2.4.4 Rymdlägesbild för försvar och säkerhet

Utvecklingen inom rymdlägesbild för försvar och säkerhet har till stor del drivits av USA. Först etablerades det som kan kallas "traditionell" rymdlägesbild, SSA (*Space Situational Awareness*), som innefattar att ha kunskap om vad som ligger i omloppsbana runt jorden och att upprätthålla en objektskatalog. För ett antal år sedan började USA istället prata om behovet av att upprätthålla en SDA (*Space Domain Awareness*) för att även kunna förstå, förutspå och förekomma hot samt förneka en motståndare tillträde till sina rymdsystem. Medan stora delar av övriga världen, däribland EU, sedan dess arbetat febrilt med att utveckla sin tolkning och implementering av SDA-begreppet så har utvecklingen i USA sprungit vidare. Det senaste året talas det där allt mer om SBM (*Space Battle Management*) som innebär att man genom relevant och uppdaterad information ska kunna utvärdera hotbilden i rymddomänen och vidta nödvändiga militära åtgärder. För SBM ligger fokus på att noggrant kunna övervaka fiendens handlingar och bedöma dess avsikter, övervaka och utvärdera andra aktörer i rymddomänen samt att snabbt kunna dela information för att koppla befälhavarens intention till taktisk handling. [116] Välfungerande SSA och SDA är avgörande för effektiv SBM [117] men det utesluter inte att information från andra källor kan fusioneras i beslutsprocessen.

EU identifierade rymden som en strategisk domän 2022 och föreslog i sin rymdstrategi¹⁰ *Space Strategy for security and defense* (2023) att man genom medlemsstaternas tillgångar och förmågor ska skapa en tjänst för initial SDA [118]. Som tidigare nämnt jobbar EU praktiskt med SST genom samarbetet EU SST. Begreppet SBM är inte omnämnt i EU:s rymdstrategi men man belyser hur ökningen av hot i rymddomänen kräver SDA och en förbättring av förmågor för att kunna upptäcka och karakterisera hot, samt att reaktionen på rymdhot ska ske konsekvent på nationell och EU-nivå. Dessa reaktioner beskrivs kunna ske på teknisk, diplomatisk och ekonomisk nivå. [119]

Det resonemang som fördes i Omvärldsanalys Rymd 2020 [3] för den generella utvecklingen av rymdlägesbild för försvar och säkerhet gäller i stora delar fortfarande. Då menade man att eftersom fler kommersiella aktörer kommer in på marknaden med erbjudande om både möjlighet att nyttja sensorer och köpa service i form av dataanalyser, är det sannolikt att hemliga satelliter kommer att synliggöras. Detta har nu gjort att militären inte kan räkna med att viktiga satelliters position kommer hållas hemlig och att baninformation för dessa får ses som öppen data. I samband med att man, ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv, ökar kravet från att ha en lägesbild av rymddomänen till att ha en domänförståelse och vidare till att kunna genomföra *space battle management* kommer karakterisering av satelliter också att spela en större roll för avgörandet av satelliters förmågor och utifrån det utvärdera en möjlig hotbild och vidta

¹⁰ Detta är den första rymdstrategin för säkerhet och försvar som den Europeiska kommissionen publicerat.

åtgärder. Att hålla satelliter hemliga skulle kunna göras på flera sätt, till exempel genom att inte registrera dem som en aktiv satellit utan dölja dem som en del av det rymdskrot som kan uppkomma vid uppskjutningen, och den kan därigenom eventuellt hållas hemlig fram tills man aktiverar dem för sitt ändamål. Ett annat alternativ är att skicka upp nästlade satelliter, vilket innebär att en satellit kan innehålla flera mindre satelliter som kan släppas ut allt eftersom uppdraget fortgår. Båda dessa metoder har redan idag använts – ett exempel här är den satellit som Ryssland sände upp 2019 som liknats vid ryska dockor (*nesting dolls*) då den släppte ut en mindre satellit som i sin tur släppte ut ytterligare en satellit [120].

Alla nationer och privata aktörer, särskilt inom försvar och säkerhet, som har stora investeringar i rymdinfrastruktur eller rymdbaserade tjänster är direkt beroende av en utförlig rymdlägesbild och grundlig domänförståelse. Viljan hos dessa aktörer att säkerställa en rymdlägesbild oberoende av tredje part är stor och ambitionerna varierar från förmågan att kunna verifiera mottagen data till att upprätthålla en nationell objektkatalog. Inmätning med egen rådgighet är förknippad med höga kostnader och sensorernas geografiska läge är direkt kopplat till den möjliga täckningen. För mindre stater finns därför incitament att upprätta avtal om ömsesidigt utbyte av rymdlägesbildsdata, men om detta kommer ordnas i former av bi- eller multilaterala samarbeten eller på ännu högre internationell nivå återstår att se.

2.4.5 AI-teknologi för övervakning av rymden

Forskning för att kunna nyttja AI inom olika discipliner pågår, däribland för lösningar inom rymdlägesbild [121]. Flera AI-tekniker är lämpliga för analys av inmättningsdata. De kan användas bland annat för banbestämning och för karakterisering av satelliter för att bidra till en bättre SDA. Med tillgång till en stor databas med inmättningsdata, förslagsvis från flera olika sensorer, skulle det gå att träna en AI till att upptäcka mönster som till exempel beskriver ett objekts bana och utifrån detta kunna detektera avvikelser. Detta skulle kunna nyttjas för att analysera hotbilder eller övervaka rymdskot för att förutspå potentiella kollisioner.

En annan framskridande teknik är en typ av *edge computing* som utförs på satelliten, som kallas för *edge AI*. Vanlig *edge computing* innebär att vissa beräkningar genomförs på rådata nära inmätningsskällan (sensorn) innan den sänds vidare till en annan satellit eller till ett marksegment, *edge AI* betyder att de sensornära beräkningarna genomförs med AI-metoder. Detta kan öppna upp för effektivare beräkningar av större volymer data, vilket i sin tur kan leda till att analys i större utsträckning kan ske i realtid [122], samt att mindre satelliter med både begränsad beräkning- och nedlänkskapacitet kan sända mer relevant data [123]. Denna typ av teknik är av stort intresse för rymdbaserad SDA för att snabbt kunna dela relevant information, men också för utvecklingen av

rymdlägesbilden i cislunar-området. För ytterligare fördjupning kring AI för rymdlägesbild och andra tillämpningar, se kapitel 7.

2.5 Sammanfattning

Rymden utgör redan idag en aktiv arena i krig, konflikt och kris. Som ett resultat av den insikten börjar allt fler länder hantera rymden som en operativ domän jämte mark-, sjö-, luft- och cyberdomänerna. Genom att anpassa sina militära strukturer och doktriner har flera länder skapat bättre förutsättningar för att kunna bedriva militära operationer mot, genom och i rymden. Rent praktiskt innebär detta att anpassning av militära strukturer och doktriner genomförs, och att egna militära förmågor förstärks med hjälp av rymdbaserade funktioner. Men det innebär även ett större behov av att kunna försvara sin rymdinfrastruktur samt att förneka motståndaren att nyttja dennes rymdbaserade funktioner.

Det råder idag på internationell nivå en oenighet om definitioner och normer kring beteende och agerande i rymddomänen, och det finns inte ens en samsyn om vad som kan anses utgöra hotfullt beteende i rymden. Utöver tidigare existerande åsiktsskillnader så har det rådande geopolitiska läget bidragit till att överenskommelser på området är än svårare att nå. Bristande tillit och öppenhet kring ageranden i rymden riskerar därför att lämna de bakomliggande intentionerna öppna för tolkning, vilket ger risk för missförstånd och missbedömningar, något som i värsta fall riskerar orsaka onödig eskalering av situationer. Ökande grad av autonomt/automatiserat agerande och användning av AI ombord på satelliter kan dessutom komplicera ansvarsfrågan.

Den kommersiella rymdsektorn överträffar idag ofta den statliga i såväl tekniknivå och antal plattformar som innovationstempo. Detta gör att kommersiella aktörer idag har större inflytande även i konfliktsituationer, men också ökar risken att de ses som legitima mål i en konflikt. Även om statsaktörer som nyttjar kommersiella tjänster kanske därigenom får en utökad förmåga så innebär det samtidigt att släppa på kraven om egen rådighet.

Den utbredda kommersiella förmågan till spaning och övervakning från rymden har också medfört en ökad transparens i konflikter, där satellitbilder som tidigare var förbehållna de största underrättelsetjänsterna nu köps in och visas av vanliga nyhetsmedier. Detta kan också underlätta underrättelsedelning med exempelvis internationella partners då analyser kan presenteras underbyggda med kommersiella data, utan att röja egen militär inhämtningsförmåga.

Space Situational Awareness, SSA, som i Sverige går under namnet rymdlägesbild och i grunden innefattar att upprätthålla en lägesbild över objekt som ligger i omloppsbana runt jorden, etablerades som begrepp av USA för ett antal decennier sedan. För ett antal år sedan började man istället från amerikanskt håll prata om behovet av att upprätthålla en *Space Domain Awareness*, SDA, för att även kunna förstå, förutspå och förekomma hot samt förneka en motståndare

tillträde till sina rymdsystem. Medan stora delar av övriga världen sedan dess försökt utveckla sin egen tolkning och implementering av SDA-begreppet så har utvecklingen i USA sprungit vidare. Det senaste året har USA tagit ytterligare ett steg och talar nu allt mer om *Space Battle Management*, SBM, som innebär att genom relevant och uppdaterad information utvärdera hotbilden i rymddomänen och vidta nödvändiga militära åtgärder. Att detta begrepp, på samma sätt som dess föregångare, kommer få internationell spridning och påverka framtida militär förmågutveckling är högst sannolikt.

3 Rymd för försvar och säkerhet i Sverige

Syftet med denna rapport är att både analysera omvärldsutvecklingen och att utifrån analysen bedöma konsekvenser, i form av hot och möjligheter, för svensk militär förmågeutveckling samt svensk säkerhet. Här följer en beskrivning av vad som sker i Sverige relaterat till rymd, försvar och säkerhet, för att sätta den globala utvecklingen i ett svenskt sammanhang. Detta kapitel beskriver utvecklingen i Sverige under de senaste tre åren, nationellt men även specifikt inom svensk myndighetssektor. Ett urval av viktiga utredningar, regeringsuppdrag och andra relevanta underlag presenteras. Notera att det som beskrivs är begränsat till källor som finns publicerade offentligt och är avgränsat till sådant som rör försvars- och säkerhetsfrågor. Innehållet gör inte anspråk på att vara heltäckande utan tar upp de mest relevanta händelserna.

En fördjupad beskrivning av utvecklingen i Sverige och slutsatser därav utelämnas här och redovisas istället separat för uppdragsgivaren och andra utvalda mottagare i särskild ordning.

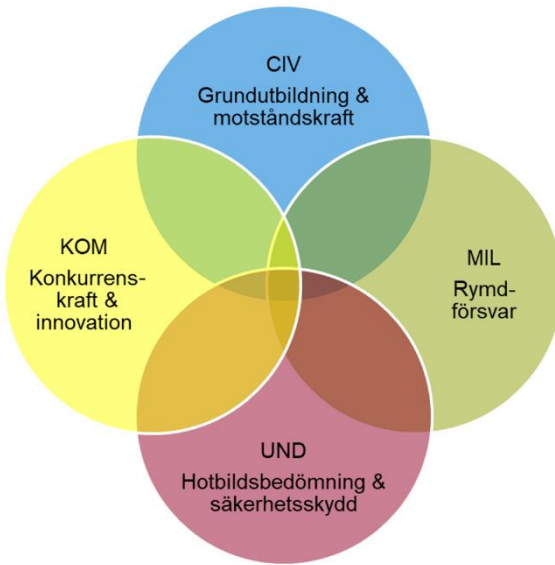
3.1 Ett helhetsperspektiv på svensk rymdverksamhet och -politik

För att ge läsaren en bättre förståelse för vad som avses med ett helhetsperspektiv på svensk rymdverksamhet och -politik, samt hur olika försvars- och säkerhetsaspekter passar in, beskrivs i detta avsnitt rymdområdets uppdelning i de fyra olika rymdsektorerna: civil (CIV), militär (MIL), underrättelse & säkerhetsskydd (UND) och kommersiell (KOM). Varje rymdsektor har olika behov, krav, ansvar, uppgifter och förutsättningar, men samtidigt finns beroenden mellan de olika sektorerna och saker som de har gemensamt, se även Figur 1 som illustrerar detta. Notera att den civila sektorn även innehåller alla delar som kopplar mot civilt försvar, civil säkerhet och civil beredskap.

För att vara en internationellt relevant och respekterad rymdaktör krävs det att alla sektorer är starka i sig, men också att det finns en god samverkan mellan alla fyra sektorer.

Civil sektor ansvarar bland annat för grundutbildning och som en del av totalförsvaret bidrar sektorn också till nationell motståndskraft, det vill säga hur sårbarheter kopplat till användningen av satellittjänster och satellitdata i samhället hanteras. Utveckling av och nyttjande av satelliter och satellittjänster för civila ändamål avser både akademisk forskning och operativt nyttjande av satelliter för effektivare myndighetsutövning; det kan exempelvis gälla klimat, krisberedskap eller civil säkerhet. Intressenter är universitet och högskola,

forskningsinstitut (exempelvis IRF), civila myndigheter (exempelvis Rymdstyrelsen), beredskapsmyndigheter (exempelvis MSB), aktörer inom civilt försvar (exempelvis Polismyndigheten), samt delar av Regeringskansliet.



Figur 1. Illustration av svensk rymdsektor. Uppdelningen i de fyra sektorerna CIV, MIL, UND och KOM, samt dess relationer till varandra.

Militär sektor ansvarar för rymdförsvar, att försvara rymdverksamhet och rymdinfrastruktur men även för att genomföra militära operationer i och mot rymden, både offensiva och defensiva, samt för att hantera integrationen med militär verksamhet och förmåga i övriga domäner. Utveckling och nyttjande av satelliter och satellittjänster inom den militära sektorn avser operativt militärt nyttjande, att förbättra och förstärka militär förmåga, men även att bedriva försvarsinriktad FoU. Intressenterna inom den militära rymdsektorn är främst försvarsmyndigheterna men även delar inom Regeringskansliet.

Sektor för underrättelse & säkerhetsskydd ansvarar för hotbilda-bedömning, både kring egen rymdverksamhet men även för bedömning av hur rymddomänen används av olika aktörer (ekonomiskt, politiskt såväl som till förstärkt militär förmåga) mot Sverige och svenska intressen. Ansvaret omfattar även säkerhetsskydd kopplat till rymdverksamhet. Arbetet med säkerhetsskydd i rymdverksamhet utgår från olika rymdaktörers intressen, intentioner, agerande och kapacitet. Utveckling av och nyttjande av satelliter och satellittjänster avser främst underrättelsetjänst och syftar till informationsöverläge. Intressenterna inom sektorn är alla myndigheter som bedriver underrättelse- och säkerhetstjänst och delar av Regeringskansliet.

Kommersiell sektor omfattar i huvudsak företag som bedriver teknikutveckling och innovation finansierat av privata investeringar jämte statligt industristöd till sektorn. Sektorn bidrar till internationell konkurrenskraft och svenska rymdteknologiska jobbtillfällen. Drivkraften inom sektorn är att köpa och sälja produkter (exempelvis satelliter och bärraketer) och tjänster (exempelvis uppskjutningar, drift, markinfrastruktur, satellitdata och satellittjänster). Finansiering av utveckling och nyttjande av satelliter och satellittjänster från den kommersiella sektorn kommer från intressenter inom alla sektorer som i sin tur integrerar kommersiella produkter och tjänster i respektive sektor och i förlängningen bidrar till spridning av kommersiella rymdtjänster i hela samhället. Det som främst skiljer denna sektor från de övriga är att det i huvudsak är icke-statliga aktörer som är verksamma inom sektorn.

Alla fyra sektorer har som sagt ett antal gemensamma karaktärsdrag. De behöver bland annat en långsiktig finansierings- och investeringspolitik, samt säkerställd tillgång till nödvändiga resurser (exempelvis infrastruktur och kompetens) över tid. Alla sektorer främjas därför av en långsiktig sammanhållen nationell rymdpolitik som har ett helhetsperspektiv med balans mellan samtliga sektorerers olika mål, behov och utmaningar. Alla fyra sektorer har också ett ansvar för en hållbar utveckling i rymden och måste följa de lagar och regelverk som finns på plats, både nationellt och internationellt (exempelvis exportkontroll, säkerhetsskydd, granskningar av utländska direktinvesteringar, miljökrav etc.). Dessutom både påverkar och påverkas alla fyra sektorer av Sveriges utrikes- och säkerhetspolitik. Både för att internationella rymdsamarbeten, såväl bilaterala som multilaterala, kan ske inom alla fyra sektorer och ofta i överlapp eller i kombination, men även för att rymdfrågor är en del av svensk utrikespolitik. Sverige deltar exempelvis i olika internationella fora inom rymdområdet, till exempel inom EU, FN och Nato. För att utveckla de olika sektorerna krävs det i grunden finansiering, utbildning, kompetensförsörjning, forskning och utveckling, men för det mesta med olika inriktning och innehåll.

Det som framförallt skiljer sektorerna åt är deras intressenter och hur de använder satelliter och satellittjänster för exempelvis myndighetsutövning, det kan däremot vara samma satelliter och satellittjänster som används (*dual use*) av myndigheter från olika sektorer för av varandra oberoende syften. De fyra sektorerna har även olika huvudansvar, men återigen finns det beroenden sektorerna emellan som kräver samverkan dem emellan för att de ska kunna lösa sina respektive uppgifter.

3.2 Nationell utveckling inom rymdområdet

Detta kapitel redogör för nationella aktiviteter under de senaste tre åren inom rymdområdet som rör försvars- och säkerhetsfrågor.

3.2.1 Rymdlagsutredningen

I november 2021 presenterade Rymdlagsutredningen sitt betänkande baserat på en översyn av den nu gällande svenska rymdlagen och den tillhörande rymdförordningen. Syftet med utredningen var att lägga fram ett nytt lagförslag för en långsiktigt hållbar reglering av rymdverksamheten i linje med internationella regelverk och nationella säkerhetsbehov som även bidrar till förutsägbarhet och i övrigt goda förutsättningar för näringsliv och forskning. [124]

I och med satsningarna som Regeringen har gjort på Esrange för att etablera en svensk uppsändningsförmåga fanns också starka skäl att se över lagstiftningen. I uppdraget till utredningen finns ett tydligt fokus på kommersiell satellituppsändning och behovet att se över det svenska tillståndsförfarandet. Därtill skulle utredningen undersöka behovet av miljöbestämmelser och möjligheter att förebygga skrotbildning i rymden. Utredningen skulle vidare belysa frågan om huruvida kommersiell rymdturism bör hanteras inom ramen för en ny rymdlag, liksom en reglering av den uppsändande verksamheten vid Esrange. Utredningen skulle också beakta utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen samt Sveriges folkrättsliga förpliktelser. [125]

Rymdlagsutredningen presenterade betänkandet i september 2021. [124] Betänkandet innehöll sammanfattningsvis vissa ställningstaganden som kan påverka utvecklingen kring försvar och säkerhet i rymden. I förslaget till ny lagstiftning framgick att statliga myndigheter ska bli skyldiga att ansöka om tillstånd, men att myndigheter under Försvarsdepartementet ska undantas från sådan tillståndsplikt. För att säkerställa Sveriges säkerhet och andra utrikes-säkerhets- och försvarspolitiska intressen föreslogs ett obligatoriskt samråd i tillståndsprövningar med myndigheterna: Försvarsmakten, Säkerhetspolisen och Inspektionen för strategiska produkter (ISP). I förslaget till ny lagstiftning undantas heller inte sondraketer längre explicit från tillståndsprövning.

3.2.2 En nationell försvars- och säkerhetsstrategi för rymdfrågor

Som beskrivs i kapitel 5.4 presenterades EU:s rymdstrategi för säkerhet och försvar den 10 mars i år (2023). Försvarsdepartementet gav i samband med detta ut en faktapromemoria som sammanfattar rymdstrategin och presenterar preliminära svenska ståndpunkter. Regeringen välkomnade en rymdstrategi som erkänner den strategiska betydelsen av rymden för säkerhet och försvar, samt som förhåller sig till utmaningarna kopplade till en förändrad omvärldssituation. Regeringen lyfte fram rymdbasen Esrange som en *strategiskt viktig resurs* som kan bidra till att säkerställa oberoende tillträde till rymden, både för Sverige och EU. Det särskilt viktiga budskapet var att regeringen avser verka för att på nationell nivå utveckla en strategisk inriktning för rymdfrågor på försvars- och säkerhetsområdet. [126]

Regeringens ståndpunkt fördjupades även vid försvarsminister Pål Jonsons anförande på ett rymdseminarium vid EU-representationen i Bryssel den 24 april (2023). Exempelvis pekade försvarsministern på lärdomar från kriget i Ukraina där det bland annat visats att rymdresurser är kritiska tillgångar i modern krigsföring och för att erhålla informationsöverläge, samt att privata aktörer har varit avgörande genom att tillhandahålla satellitbilder till media som synliggjort krigets fortskridande. Försvarsministern poängterade också hur viktigt det är med europeisk oberoende tillgång till rymden samt att den kommersiella sektorn är viktig för innovation av framtida försvars- och säkerhetstillämpningar. [127]

Regeringen har nu initierat ett arbete med att utforma en försvars- och säkerhetsstrategi för rymden och har bjudit in ett stort antal myndigheter och företag (från alla fyra rymdsektorer) att inkomma med synpunkter. Det övergripande målet med en sådan rymdstrategi är att svensk rymdverksamhet ska bidra till ett stärkt totalförsvaret och ett säkrare Sverige. Rymdstrategin ska även säkerställa att Sveriges försvars- och säkerhetspolitiska intressen tillgodoses inom den svenska rymdpolitiken genom ett helhetsgrepp om svensk rymdpolitik och det framväxande totalförsvaret.

3.2.3 Försvarsberedningens arbete

Den 19 juni i år (2023) överlämnade Försvarsberedningen den säkerhetspolitiska rapporten Allvarstid. Rapporten innehåller en bedömning av den säkerhetspolitiska omvärldsutvecklingen och sammanhängande konsekvenser för svensk försvars- och säkerhetspolitik. I rapporten ingår även en bedömning av följderna av och prioritering av kopplade till ett svenskt medlemskap i Nato.

Försvarsberedningen tar upp samhällets sårbarhet kopplat till nyttjandet av rymdteknik, särskilt kopplat till hot mot rymdresurser. Dessa hot knyts hårt till både Ryssland och Kina (se även avsnitt 3.3).

Rymden tas sedermera upp när Försvarsberedningen beskriver Natos strategiska koncept. Exempelvis poängteras att Nato anser att det ska finnas beredskap att hantera alla hot och utmaningar i alla domäner (även rymd), att avskräckning och försvar bygger på en kombination av förmågor (inklusive rymd), samt att det är centralt att upprätthålla tillträde till rymden och cyberrymden för både effektiv avskräckning och effektivt försvar. Försvarsberedningen noterar även att fientliga operationer mot, från eller i rymden, kan nå nivån av väpnat angrepp och leda till att Nordatlantiska rådet åberopar artikel 5 i nordatlantiska fördraget. Det konstateras även att som allierad förväntas Sverige bidra till att hantera den breda hotbilden (inklusive rymdhot) och att Sverige har goda förutsättningar att bidra inom dessa områden. Avslutningsvis konstateras att: "Vad gäller rymddomänen har Sverige som rymdnation unika förmågor som kan utgöra bidrag till alliansen. Rymdbasen Esrange Space Center utgör en resurs ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv, dels i och med uppskjutningsförmåga av

satelliter, dels i och med den geografiska närheten till Nordkalotten och Arktis.” [128]

3.3 Perspektiv från svensk underrättelse- & säkerhetstjänst

Det finns flera myndigheter som bedriver underrättelse- och säkerhetsskyddsverksamhet som är verksamma i UND-sektorn i Figur 1. I det här avsnittet beskrivs offentliga publikationer under perioden (2021–2023) som specifikt har berört dessa frågeställningar kopplat till rymdområdet.

Säkerhetspolisen (Säpo) arbetar med att förebygga och avslöja brott mot Sveriges säkerhet, bekämpa terrorism och skydda den centrala statsledningen. Syftet är att skydda det demokratiska systemet, medborgarnas fri- och rättigheter samt den nationella säkerheten. Säpo beskrev i sin årsbok 2021 sju hot och sårbarheter, varav en av dessa var rymden som underrättelsearena. Säpo konstaterade att den globala utvecklingen inom rymdområdet innebär att svenska myndigheter och verksamheter behöver en ökad kunskap och beredskap, samt förbättrat säkerhetsskydd i skyddsvärda verksamheter. Man beskrev vidare att Sveriges geografiska läge tillsammans med det ökade intresset för rymden samt de satsningar som görs globalt har betydelse för Sveriges säkerhet och för totalförsvaret. Slutligen pekade Säpo ut både Kina och Ryssland som särskilt intresserade av svensk rymdteknik och kunskap. [129] I årsboken för 2022 förstärktes skrivningarna om Kina. Säpo konstaterade att: ”För att bygga ett starkt, rikt och oberoende Kina krävs teknisk spetskompetens, innovationsförmåga och militär förmågeutveckling. I detta syfte bedriver både privata och offentliga kinesiska aktörer och individer inhämtning mot svenskt näringsliv, svensk försvars- och rymdindustri samt svenska forskningsinstitutioner och universitet.”. Ett konkret exempel på hotet från Ryssland är att det i november 2022 greps två personer i Stockholmsområdet misstänkta för grov olovlig underrättelseverksamhet. De tros ha anskaffat teknik som Ryssland använder i militärt syfte, exempelvis i robotar, satelliter och annan vapentechnik. Tekniken har förts över till Ryssland och dess militära underrättelsetjänst GRU genom det företag de misstänkta personerna drivit tillsammans. [130]

Den militära underrättelse- och säkerhetstjänsten (Must) bedriver verksamhet inom försvarsunderrättelsetjänst, militär underrättelsetjänst och militär säkerhetstjänst. Must är en del av Försvarsmakten men det är både regeringen och överbefälhavaren som är Musts uppdragsgivare. I Musts årsöversikt 2021 från februari 2022 beskrevs hotbilden mot Sverige i fem övergripande trender. En av dessa trender handlade om att stormaktskonkurrensen blir mer allomfattande där det finns en klar tendens till att flera sektorer som ekonomi och

teknologi (inklusive rymdteknologi¹¹) används som säkerhetspolitiska verktyg, som potentiella vapen och som integrerade delar av den nationella säkerheten. Den militära rivaliteten är fortsatt central, och omfattar allt tydligare även cyber- och rymddomänerna samt informationsmiljön. Must bedömde därmed att trenden medför en mer mångfacetterad hotbild mot Sverige och att den riktas mot delar av samhället som traditionellt inte sett sig som utsatta för hot från främmande makt. En annan trend som beskrevs är att konflikternas karaktär fortsätter att förändras, och att de utspelas på allt fler arenor (inklusive rymdarenan¹²). [131]

Skrivningar från dessa underlag återfinns även i Försvarsberedningens säkerhetspolitiska rapport Allvarstid (2023).

3.4 Försvarsmaktens inriktning och satsningar på rymdområdet

Flera myndigheter inom försvarsfamiljen är involverade i rymdsektorn MIL i Figur 1, detta kapitel redovisar dock endast Försvarsmaktens inriktning och framtida satsningar inom rymdområdet, sammanställd utifrån offentliga publikationer och medias rapportering mellan 2021 och 2023.

Det beskrevs som oroväckande i Omvärldsanalys rymd 2020 [3] att försvarspropositionen Totalförsvar 2021–2025 [132], som sedermera låg till grund för försvarsbeslutet 2020, inte nämnde den pågående internationella utvecklingen där rymden betraktades som en egen arena för krigföring. Det var även något som nuvarande chefen för försvarsstaben (tidigare chef för insatsstaben) generallöjtnant Michael Claesson plockade upp och påtalade i boken *Vägval: framtiden för svensk säkerhet*. [133] ”I Sverige är rymddimensionen dock i hög grad bortglömd och lyser med sin frånvaro i försvarsberedningens två delbetänkanden ’Motståndskraft’ (2017) och ’Värnkraft’ (2019), konstaterar författarna.” [134]

Även om vikten av rymdfrågorna inte riktigt hade integrerats i försvarspolitikerna gjorde ändå FOI bedömningen att Försvarsmakten betraktade rymdområdet som viktigt och som ett prioriterat område där nya satsningar skulle komma att ske framöver. [3] Framförallt för att grundläggande förutsättningsskapande förändringar genomfördes, exempelvis pekade Försvarsmakten ut rymddomänen som en militärt operativ domän i doktrinen för gemensamma operationer 2020 (DGO 20). [135]

Från och med 2021 inrättades även ett nytt så kallat FoT-område Rymdsystem. FoT står för Forskning och Teknikutveckling och är Försvarsmaktens program

¹¹ Författarnas tolkning.

¹² Författarnas tolkning.

för att kunna upprätthålla operativ förmåga samt bidra bland annat till att trygga tillgången till integritetskritisk kunskap och strategisk kompetens i Sverige. FoT Rymdsystem har ökat i omfattning mellan 2021 och 2022. I och med den av regeringen beslutade utökade anslagstilldelningen för 2021–2025 finns det även en möjlighet att FoT Rymdsystem utökas ytterligare framöver. [136]

Under 2021 kom också en ny utgåva av Försvarsmaktens Strategiska Inriktning (FMSI) för de kommande tio åren (2021–2030). Den utgör överbefälhavarens övergripande inriktning av Försvarsmaktens verksamhet och utveckling. [137] I huvudsak ska den ligga fast fram till nästa försvarsbeslut år 2025.

Kravställningen för FMSI:n är att målen utformas med utgångspunkt i vad som bedöms möjligt att uppnå med de resurser och förutsättningar som följer av försvarsbeslutet från 2020, det vill säga målen ska vara ekonomiskt realiserbara. I FMSI:n från 2021 beslutade överbefälhavare Micael Bydén att flygvapenchefen skulle ges det övergripande ansvaret för aktiviteter i rymddomänen, för att ”bidra till en mer aktiv och sammanhållen verksamhet för de rymdbaserade förmågorna” [137] i ett svenskt försvar. FMSI:n utvecklade även ett koncept för rymddomänen, som kort kan sammanfattas i tre punkter:

- Förebygga väpnat angrepp – försäkra sig om att inte bli utsatt för en motståndares nyttjande av rymddomänen.
- Snabbt möta väpnat angrepp – använda rymdlägesbild för att dölja egen verksamhet, alternativt för att presentera och förstärka vilseledning i de fysiska domänerna samt integrera förvarning mot ballistiska robotar med förvarning i luftdomänen.
- Försvarsoperationer – samordna egna stridskrafter mot en angripares förmågor kopplat till rymddomänen, samt tillgång till prognos för rymdväder.

FMSI:n lyfte även behovet av utökad forskning, teknikutveckling och kunskapsuppgygnad, samt vikten av både nationellt och internationellt samarbete, inom rymdområdet.

Tyngden i den strategiska inriktningen förstärktes av överbefälhavare Micael Bydén som i en intervju i Sveriges radio i slutet av 2021 uttalade att han kunde se framför sig nyttjandet av mindre satelliter som används under en kortare tid för ett begränsat syfte, samt att rymden är ett mycket viktigt område för svenskt försvar. [138]

Vid halvårsskiftet 2022 publicerade Försvarsmakten en ny militärstrategisk doktrin (MSD 22). I den förra MSD från 2016 hanterades inte rymden som en egen domän, däremot togs det upp att förmåga till skydd mot övervakning från rymden (exempelvis genom nyttjande av rymdlägesbild¹³) skulle utvecklas för att kunna åstadkomma överraskning på marken och havet. [3] I MSD 22 utvecklades

¹³ Författarens tolkning.

rymden som ett av fem domänkoncept; tanken är att koncepten ska ge insikter om var, hur och när en motståndare kommer försöka verka mot svenska militära förband och resurser, samt tvärtom. MSD 22 beskriver rymddomänkonceptet utifrån vad det är som karakteriserar rymden, hur rymden kan påverkas, vilka sårbarheter det innebär, samt hur Försvarmakten kan påverka en motståndare i rymden. Rymdlägesbild lyftes åter igen och betonades som särskilt viktigt. [139]

I oktober 2022 överlämnade överbefälhavare Micael Bydén sitt militära råd till regeringen som underlag för fortsatta politiska ställningstaganden. Där konstaterade Försvarmakten återigen att: ”Krig och konflikter sker i allt större utsträckning i de gränsöverskridande rymd- och cyberdomänerna vilket ökar vikten av att säkerställa den nationella förmågan att verka inom dessa domäner”. [140] Stärkt förmåga till rymdlägesbild lyftes fram men även stärkt förmåga till förvarning bland annat genom åtgärder inom rymddomänen. [140] Rymden beskrevs också som ett möjligt område för svenska bidrag till Nato, exempelvis uppskjutningsförmåga för satelliter. [141] De militära råden som rör förmågeutveckling beskriver föreslagen utveckling 2024–2030. [142] Här föreslås breda satsningar inom rymddomänen för att öka Försvarmaktens förmåga till spaning, kommunikation, positionering, navigering och tidsangivelser. Försvarmakten föreslår också att egen rymdbaserad inhämtning utvecklas. Ytterligare ett avgörande och grundläggande förutsättningskapande förslag är att upprätta en avdelning för att möjliggöra framtida utveckling inom rymdområdet; detta arbete har redan inletts och leds av en utpekad rymdchef. [143]

I november 2023 lämnade överbefälhavaren ett reviderat underlag till regeringen, med fokus kring svensk försvarsförmåga med de nya förutsättningar som ett medlemskap i Nato kommer att innebära. Underlaget är inför 2024 års försvarsbeslut, och här konstateras att Nato kommer ställa krav på svenskt försvar att kunna genomföra multidomänoperationer, där rymddomänen är en del av helheten. Multidomänoperationer syftar till att genomföra operationer i större skala, i högre tempo och med fler maktmedel än enbart militära för att på bästa sätt uppnå uppsatta målsättningar. Detta åstadkoms genom samordning av gemensamma funktioner i alla domäner (mark, sjö, luft, rymd och cyber). Det lyfts särskilt att Flygvapnet utvecklar förmågan att producera och distribuera en rymdlägesbild, vilket ska öka möjligheterna att vidta skyddsåtgärder mot rymdbaserad inhämtning och ger förutsättningar för att skydda egna stridskrafter. [144]

Överbefälhavaren menar även att rymdbaserad inhämtningsförmåga bidrar till lägesbild och underrättelseinhämtning för bland annat långgräckviddig bekämpning. Därför föreslås det att det påbörjas anskaffning av spanings- och övervakningssatelliter under perioden 2025–2030 med uppsändning av den första satelliten under 2030. Samtliga spanings- och övervakningssatelliter skall vara operativa under perioden 2031–2035. [145]

3.5 Rymd inom civil sektor

Det finns också civila myndigheter som på olika sätt berörs av rymdfrågor. Många nyttjar exempelvis satellittjänster i sin myndighetsutövning vilket bidrar till en effektivare krisberedskap och ett starkare civilt försvar. Rapporten berör inte alla dessa aktörer, däremot har Rymdstyrelsen ett särskild utpekat ansvar inom rymdområdet och samverkar med myndigheter kring olika försvars- och säkerhetsfrågor, därför ges i det här avsnittet en utvecklad beskrivning av Rymdstyrelsens roll.

En konsekvens av den nationella rymdstrategin från 2018 [146] är att Rymdstyrelsens instruktion och regleringsbrev förändrades. Från och med 2021 finns en ny skrivning i instruktionen om att myndigheten ska beakta Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen i sin verksamhet. [147] I regleringsbrevet för budgetåret 2021 avseende Rymdstyrelsen har det även tillkommit två skrivningar som handlar om hänsynstagande till Sveriges utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen, även det i enlighet med Sveriges rymdstrategi. Det ena var kopplat till den fortsatta utvecklingen av infrastrukturen vid Esrange och det andra var, och är fortfarande, kopplat till ramanslaget för rymdforskning och rymdverksamhet. [148] Redan 2018 ändrades även myndighetens instruktion i den del som avsåg internationella överenskommelser med andra stater. Möjligheten för myndigheten att oberoende av regeringen teckna bindande överenskommelser med andra stater ströks ur instruktionen.

I slutet på 2020 fick Rymdstyrelsen i uppdrag av regeringen att föreslå hur en nationell förmåga till operationell rymdlägesbild ska kunna etableras. Arbetet genomfördes i samverkan med FMV, Försvarsmakten, MSB, Säpo och framförallt FOI. Uppdraget redovisades i juni 2021 och sammanfattningsvis konstaterades att Sverige bör etablera en nationell operationell rymdlägesbild med egen förmåga för inmätning av rymdobjekt med hjälp av en rymdradar placerad i norra Sverige. I rapporten föreslås att Rymdstyrelsen koordinerar arbetet med rymdlägesbilden och dess etablering, men att den operativa funktionen bör placeras hos en myndighet med vana att hantera operationell verksamhet samt vana att hantera sekretessklassad information. [149]

I oktober 2022 gav regeringen i uppdrag åt Rymdstyrelsen att vara ansvarig nationell enhet för EU:s program för rymdövervakning och spårning, EU SST (*Space Surveillance & Tracking*). [150] I slutet av 2022 ingick Rymdstyrelsen en överenskommelse med FOI. Överenskommelsen möjliggör bland annat samarbete kring, men inte begränsat till, EU SST och nationell rymdlägesbild. Under 2023 har FOI, inom ramen för samarbetet, byggt upp en operativ analysfunktion för EU SST, vilket utgör det huvudsakliga svenska bidraget in i EU SST.

I oktober 2023 publicerade Rymdstyrelsen en analys och förslag till regeringens forsknings- och innovationspolitik. Rymdstyrelsen föreslår bland annat att etablera en nationell rymdlägesbild där Rymdstyrelsen leder den civila delen. De föreslår vidare ett innovationsprogram för dubbla användningsområden (civil–militär samverkan). De föreslår även ett nationellt satellitprogram i samarbete med Försvarsmakten. För att hantera bland annat dessa förslag föreslås även att fördubbla myndigheten till 2028. [151]

4 En statistisk sammanfattning av satelliter och satellituppskjutningar

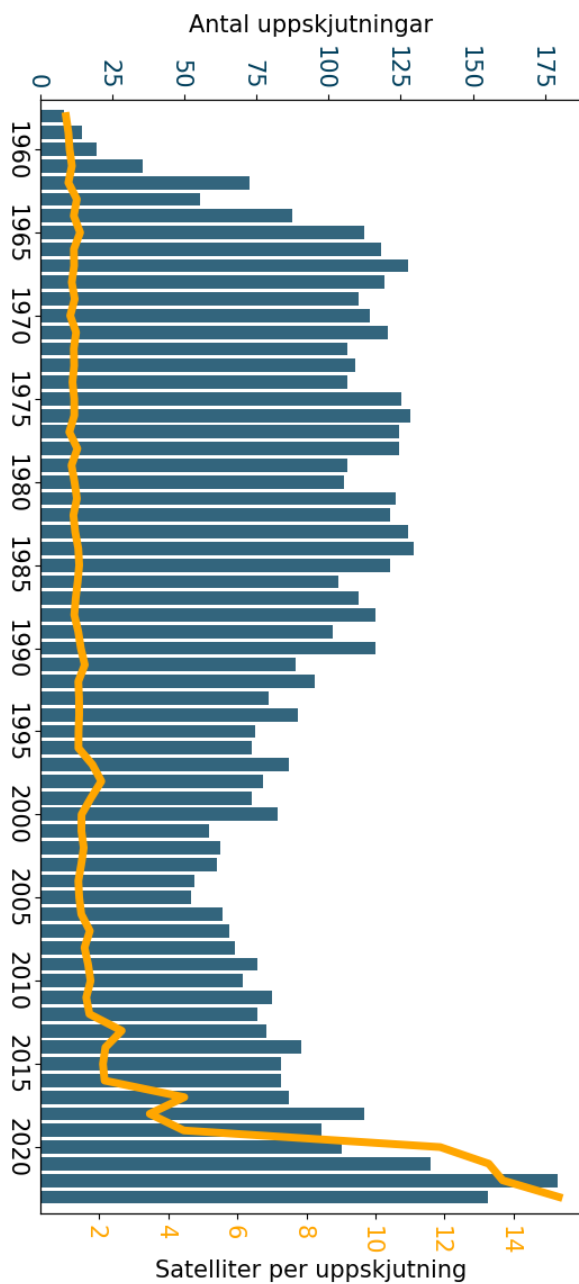
I detta kapitel presenteras en sammanställning av statistisk data med fokus på att utläsa trender gällande satelliter¹⁴ och satellituppskjutningar samt jämförelser mellan olika rymdaktörer. Syftet är att illustrera både den växande omfattningen av rymdområdet samt i vilken riktning den går. Informationen som presenteras är delvis en uppdatering och vidareutveckling av motsvarande kapitel i Omvärldsanalys Rymd 2020. [3] Under 2023 har nya källor lagts till i FOI:s databas som denna statistik är baserad på, jämförelser med tidigare rapporters statistikkapitel bör därför göras med viss försiktighet. Läs mer om de nya källorna till databasen i Bilaga B.

Inledningsvis i kapitel 4.1 beskrivs hur satellituppskjutningstrenden utvecklats från 1957 fram tills idag. Detta följs av en introduktion till omloppsbanor och dess typiska användningsområden i kapitel 4.2.1 samt hur man kan kategorisera satelliter som militära och icke-militära i kapitel 4.2.2. I kapitel 4.2.3 beskrivs specifikt det amerikanska företaget SpaceX satelliter Starlink, följt av en statistisk analys av samtliga aktiva satelliter i kapitel 4.2.4. Vidare presenteras hur uppskjutningskapaciteten ser ut för ett antal nationer i kapitel 4.3 samt en kort genomgång av rymdnationer och fördelningen av satelliter per land i kapitel 4.4. Avslutningsvis presenteras en översikt av utvecklingen av trender inom militära satelliter för de tre största rymdnationerna: USA, Kina och Ryssland, i kapitel 4.5 följt av en sammanfattning i kapitel 4.6.

4.1 Satellituppskjutningar – Historik och övergripande utveckling

Den 4:e oktober 1957 sköt dåvarande Sovjetunionen upp Sputnik-1 vilket blev den första satelliten i omloppsbanan runt jorden. Uppskjutningen markerade bokstavligen startskottet på en resa som skulle komma att förändra världen. Sputnik-1 följdes kort därefter av ytterligare en sovjetisk satellit, Sputnik-2, och inom ett år hade USA och Ryssland var för sig skjutit upp ytterligare en handfull satelliter runt jorden. Sedan rymdfartens start har cirka 6100 uppskjutningar ägt rum och sammanlagt har de lyft upp mer än 15 000 satelliter till olika banor runt eller bortanför jorden.

¹⁴ Med satellit menas framöver artificiella satelliter, såväl aktiva som inaktiva. Raketsteg och fragment från satelliter exkluderas, likaså asteroider, kometer eller andra naturliga satelliter.



Figur 2. De blåa staplarna visar antal uppskjutningar per år sedan 1957, och linjen i orange visar medelvärdet av antal satelliter per uppskjutning.

I Figur 2 visas antalet uppskjutningar per år från och med 1957 fram till och med oktober 2023 (blå staplar). Stapeln för innevarande år (2023) förväntas sluta på samma nivå som för 2022. Redan tio år efter den första uppskjutningen nåddes en nivå på i snitt över 100 uppskjutningar per år, en nivå som höll 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 började Sovjetunionen skjuta upp optiska spaningssatelliter i stor skala. Den vanligaste typen gick under namnet Zenit och under närmare 25 års tid 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 optiska spaningssatelliter under benämningen Corona, om än inte i lika stora volymer som Sovjetunionen.

Efter kalla kriget mattades trenden av och uppskjutningstakten blev lägre, något som syns tydligt i Figur 2. Under 2000-talets början gjordes endast omkring 50 uppskjutningar per år. En tydlig trend sedan 2005 är att antalet uppskjutningar ökar för att i dag ligga på en nivå med långt över 100 uppskjutningar per år. En stor skillnad idag jämfört med tiden under kalla kriget är att det nu är fler länder än USA och Ryssland som skjuter upp satelliter, framförallt har Kina ökat antalet uppskjutningar.

Uppskjutning av satelliter var i stor utsträckning en aktivitet förbehållen statliga aktörer ända fram till mitten på 2010-talet, då fler kommersiella aktörer började ta sig in på marknaden och samarbeten mellan statliga och kommersiella aktörer blev vanligare. Sedan några år tillbaka är det en ansenlig del av uppskjutningarna som genomförs av kommersiella företag, främst SpaceX.

En annan tydlig trend de senaste åren är att varje uppskjutning i snitt lyfter upp fler satelliter, se orange linje i Figur 2. 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. En signifikant ökning i antalet satelliter per uppskjutning kan ses från och med år 2013 för att under de senaste åren stiga kraftigt. Den mycket kraftiga ökningen från år 2020 och framåt beror nästan enbart på Starlink-satelliterna som SpaceX har skjutit upp i grupper på upp till omkring 60 satelliter per uppskjutning. SpaceX utvecklar också en ny bäraraket för att kunna ta människor till månen och Mars¹⁵, kallad Starship. Förutom att utföra bemannade rymdfärder beräknas Starship kunna ta med sig 400 Starlink-satelliter per uppskjutning för utplacering i LEO [152].¹⁶ Detta

¹⁵ SpaceX mål var att landa på månen redan år 2022, men detta har blivit framskjutet till tidigast 2025 [152].

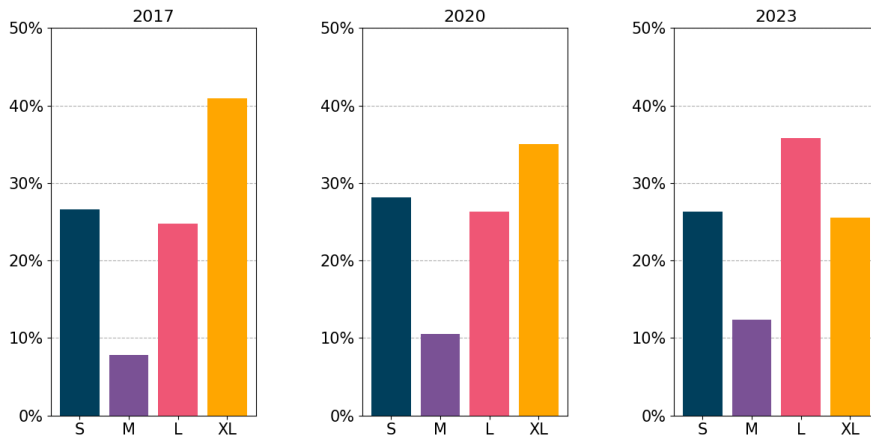
¹⁶ Detta förutsätter att man skjuter upp nuvarande version av Starlink, vid större eller tyngre versioner kommer antalet att minska.

kommer att drastiskt kunna öka antalet satelliter per uppskjutning. Även det brittiska företaget OneWeb:s satelliter har skjutits upp i en ansevärd mängd de senaste åren, även här i stora grupper. Den enskilda ökningen under 1998, som kan ses i den orangea linjen i Figur 2, beror på att det i samband med uppskjutningen av moduler till den internationella rymdstationen ISS (*International Space Station*) sköts upp en mängd små satelliter vid samma tillfälle.

Trenden med fler satelliter per uppskjutning kan kopplas till att mindre satelliter har blivit mer populära. I Figur 3 visas den relativa fördelningen av aktiva satelliters storlek baserat på massa¹⁷ för åren 2017, 2020 och 2023. Indelningen är gjord efter ESAs massindelning [153], S: 0-10 kg, M: 11-100 kg, L: 101-1000 kg och XL: >1000 kg. I Figur 3 syns hur andelen XL-satelliter har minskat, andelen L- och M-satelliter ökar och andelen S-satelliter förblir relativt stabil jämfört mot de senaste sex åren. I absoluta tal har dock antalet XL-satelliter ökat något de senaste sex åren, men samtidigt har antalet S-, M- och L-satelliter alla ökat mycket kraftigare inom vardera kategorin vilket ger den relativa fördelningen i Figur 3. Exempelvis L-satelliter har gjort en fördubbling i antal de senaste tre åren, från cirka 600 stycken till cirka 1200 stycken (oktober 2023). Det ska noteras att datamängden i Figur 3 exkluderar alla Starlink-satelliter (dessa utgör nära 60 % av alla aktiva satelliter och kommer att behandlas separat i kapitel 4.2.3). Observera även att inte alla satelliter har massan registrerad i öppna databaser; figuren visar cirka 95 % av alla satelliter (exklusive Starlink).

Hur utvecklingen kommer se ut framöver är svårt att spekulera kring, men ett antal faktorer talar för att antalet satellituppskjutningar kommer fortsätta att öka. Antalet länder som nyttjar rymden ökar vilket med största sannolikhet kommer att öka efterfrågan på satellituppskjutningar. Under de senaste åren har rymden uppmärksamats som en egen starkt växande sektor för tjänster och produkter [154], därför förväntas ännu fler kommersiella aktörer ta sig in på marknaden. Även intresset för att ta fram mindre bärarkärl för att kunna skjuta upp små satelliter antas öka, läs mer om detta i kapitel 4.3. En högre efterfrågan på tillgång till rymden, samt en snabb teknisk utveckling, antas i sin tur pressa ned kostnaderna för en uppskjutning ytterligare vilket öppnar upp möjligheten för fler aktörer att skicka upp satelliter.

¹⁷ Tidigare rapporter gör storleksindelningen baserad på radarmåltan. [3]

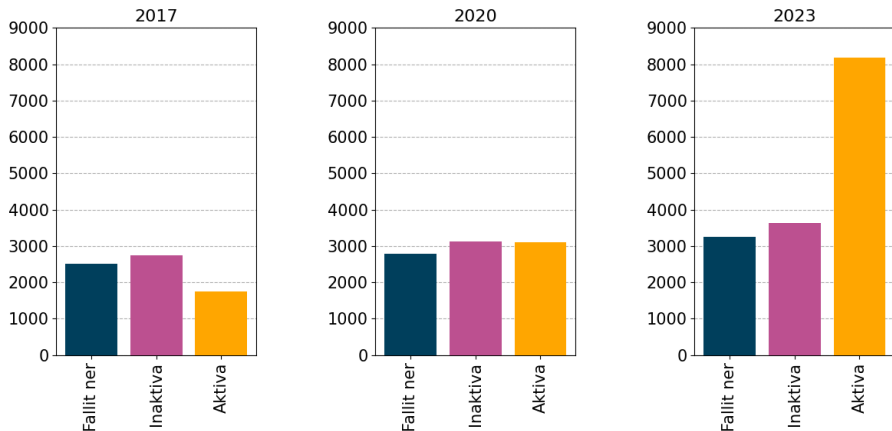


Figur 3. Relativ fördelning på storleken av uppskjutna satelliter (exklusive Starlink) för år 2017, 2020 och 2023. Storleken är baserad på registrerad massa, m , och intervallen lyder som följer; S: $m \leq 10$ kg, M: $10 \text{ kg} < m \leq 100$ kg, L: $100 \text{ kg} < m \leq 1000$ kg och XL: $m > 1000$ kg.

4.2 Satelliter

Sedan den första uppskjutningen av Sputnik-1 har det fram tills idag (oktober 2023) skjutits upp fler än 15 000 satelliter, varav majoriteten har placerats i omloppsbana runt jorden.¹⁸ Av dessa har lite fler än 3 000 återinträtt i atmosfären. Kvar i rymden finns därmed drygt 11 500 satelliter varav cirka 8 000 är aktiva och resterande cirka 3 500 är inaktiva och får betraktas som rymdskrot. I Figur 4 visas en jämförelse av antal uppskjutna och kvarvarande satelliter för år 2017, 2020 och 2023.

¹⁸ Undantaget är exempelvis vissa forskningssatelliter som placerats i omloppsbana runt andra himlakroppar i solsystemet.



Figur 4. Utvecklingen av antal satelliter i omloppsbana med avseende på om de är aktiva, inaktiva eller om de fallit ner. Data hämtad i oktober 2023.

I Figur 4 kan man tydligt se att det fanns fler inaktiva än aktiva satelliter i omloppsbana 2017. Mellan 2017 och 2020 dubblerades nästan antalet aktiva satelliter, från cirka 1 700 till 3 100 satelliter och även fast antalet inaktiva satelliter ökat så fanns det ungefär lika många aktiva som inaktiva. De senaste tre åren har antalet aktiva satelliter ökat explosionsartat med cirka 5 000 satelliter. Idag (oktober 2023) finns det strax över 8 000 aktiva satelliter i omloppsbana, majoriteten av dessa hör till Starlink.

Satelliter fyller en rad olika funktioner och kan delas in efter vilka uppgifter de har. Man kan också dela in satelliter i militära och icke-militära satelliter, utifrån vem som är registrerad användare av satelliten. De militära satelliterna kan i många fall ha samma funktioner som deras icke-militära motsvarigheter och det är snarare regel än undantag att satelliter används av flera aktörer, både militära och icke-militära. Man pratar då om att de har dubbla användningsområden. Exempelvis så kan en jordobservationssatellit användas för forskning eller för spaning. Det kan därför vara vanskligt att dela in satelliter i olika kategorier baserat på uppgift, då en och samma satellit kan användas för flera olika uppgifter. Det är inte heller ovanligt att en och samma plattform bär på flera instrument för olika uppgifter, exempelvis kan en kommunikationssatellit också bära med sig instrument för jordobservation.

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

4.2.1 Kort introduktion till omloppsbanor för satelliter

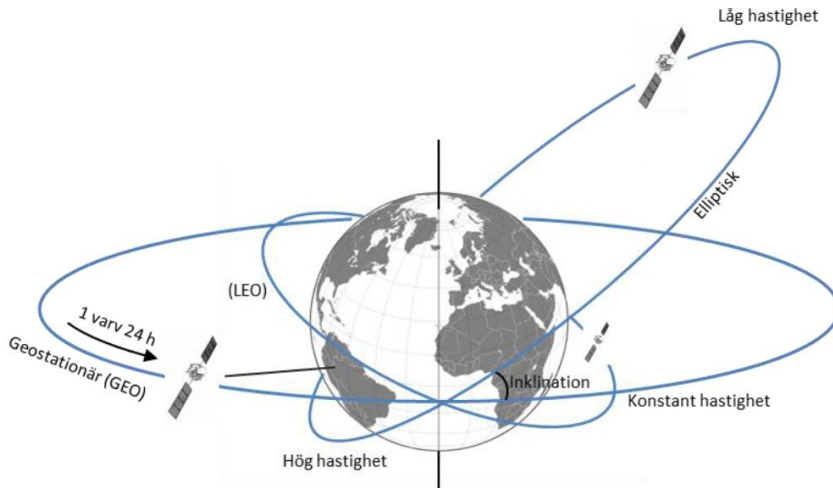
Detta kapitel är taget ur Omvärldsanalys Rymd 2020 [3], de läsare som känner sig familjära med materialet kan gå direkt till kapitel 4.2.2.

Omloppsbanor för satelliter delas traditionellt in i några olika typer beroende på höjden över marken, se Figur 5:

- LEO (*low earth orbit*) för satelliter på låga höjder (cirka 200 – 2 000 km).
- MEO (*medium earth orbit*) för medelhöga höjder (cirka 2 000 – 36 000 km).
- GEO (*geostationary orbit*) för den geostationära banan vid cirka 36 000 km över ekvatorn.
- HEO (*highly elliptical orbit*) extremt elliptiska banor som t.ex. Molnijabanan vars höjd över jordytan varierar mellan 500 km och 40 000 km.

Satelliternas hastighet relaterar till dess banhöjd och för varje banhöjd finns en viss minimumhastighet som krävs för att satelliten ska kunna upprätthålla sin omloppsbana. Allmänt gäller att vid *lägre* banhöjder har satelliter en *högre* hastighet. I LEO är omloppstiden typiskt mellan 90 och 120 minuter, medan en satellit i MEO kan ha en omloppstid på flera timmar.

Vid avståndet 35 786 km över jordens yta är hastigheten sådan att omloppstiden är synkroniserad med jordens rotation. 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). En av 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 vilket medför fördröjningar i kommunikationslänkarna och en lägre upplösning för jordavbildande satelliter, vilket bland annat medför att det generellt sett inte är lämpligt att placera spaningssatelliter i GEO även om undantag finns, främst när det gäller signalspaning och tidig förvarning.



Figur 5. En schematisk bild över olika typer av omloppsbanor för satelliter. I låga banor är satellitens hastighet hög. I höga banor är hastigheten lägre. I den geostationära banan är hastigheten sådan att ett varv runt jorden tar 24 timmar, dvs. satelliten kommer alltid att befinna sig över samma plats på jordytan.

Det naturliga valet för jordobservationssatelliter är istället LEO, vilket även gäller för militära spaningssatelliter. Ju närmare jordytan satelliten befinner sig desto högre blir bildupplösningen. 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 kontinuerlig täckning av ett område behövs ett stort antal satelliter, så kallade megakonstellationer, alternativt 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 cirka 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 omloppsbanor är inte cirkulära, det vill säga har konstant höjd över marken. En omlopps bana kan också vara elliptisk, se Figur 5. 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 mest tid 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 med täckning över högre latituder istället för över ekvatorn.

4.2.2 Satellitklasser och satellitkategorier

Satelliter kan klassificeras och kategoriseras, vilket representerar dess användare och dess tilltänka syfte respektive. Som ovan nämnt kan man klassa satelliter som militära eller icke-militära beroende på dess användare. I tidigare omvärldsanalyser har indelningen av satelliter gjorts som civil eller militär, där civil har jämförts med icke-militär. Då nya källor tagits i beaktning¹⁹ där klassificeringen av icke-militära satelliter innefattar civila, kommersiella samt akademiska, amatör och icke-vinstdrivande satelliter görs den uppdelningen även här. Utöver det väljer vi att inkludera akademiska, amatör och icke-vinstdrivande satelliter i den civila klassen. Nedan följer en sammanställning av klasserna som används i rapporten:

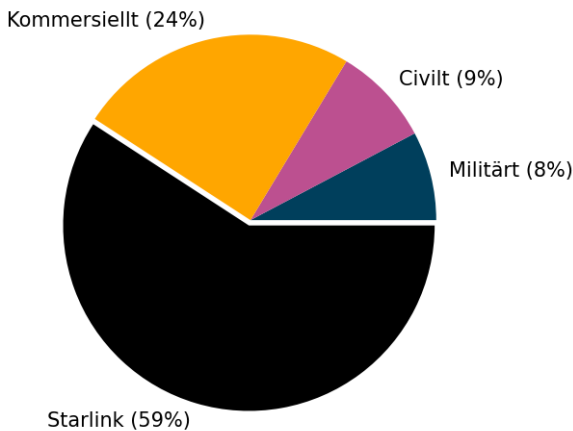
- **Militära satelliter** är de som används av en militär- eller försvarsmyndighet, oavsett om det står fler användare på satelliten.
- **Civila satelliter** är de som används av myndigheter, även om den också är registrerad för kommersiell användning. Tillägget för akademiska/amatör/icke-vinstdrivande satelliter motiveras av att de till stor del är statligt finansierade.
- **Kommersiella satelliter** används av vinstdrivande företag.

Vidare kan man dela in satelliterna i kategorier baserat på dess tilltänka funktion(er). I FOI:s databas tillskrivs en satellit upp till två funktioner. För denna analys kategoriseras satelliterna efter funktion enligt följande:

- **Kommunikation** innefattar, förutom de satelliter som har kommunikation som enda funktion, även satelliter med två funktioner där kommunikation är den primära. Övriga funktioner kan exempelvis innefatta meteorologi, forskning eller teknisk utveckling.
- **Fjärranalys** inkluderar alla bildalstrande optiska och radarbaserade spaningssatelliter (som ej är till för meteorologi), signalspaningssatelliter och satelliter som levererar tjänster för SSA (*Space Situational Awareness*). Här ingår även satelliter för tidig varning mot missiler, inklusive följning av ballistiska missiler samt satelliter för geodesi.
- **Positionering, navigering och tid (PNT)** avser endast satelliter med detta syfte, till exempel GPS-satelliter.
- **Meteorologi** består av både bildalstrande satelliter och de som nyttjar radioockultation, en fjärravkännings teknik för att mäta fysikaliska egenskaper i atmosfären.
- **Forskning och utveckling (FoU)** omfattar satelliter vars syfte är forskning, utbildning, astronomi, biologi och *life science*, teknisk utveckling och träning, vapen, samt satelliter för olika former av kalibrering, där de sistnämnda ofta är passiva satelliter.

¹⁹ Se Bilaga B för specifikation av källor.

I Figur 6 visas andelen satelliter tillhörande de olika klasserna. Notera också att SpaceX Starlink-satelliter är separerade som en egen klass för att tydliggöra att megakonstellationen står för majoriteten av alla aktiva satelliter i omloppsbana, hela 59 %. Eftersom Starlink är en kommersiell satellitkonstellation blir det i förlängningen de kommersiella satelliterna som utgör den största andelen av alla aktiva satelliter med 84 %. Utan Starlink står den kommersiella andelen för 24 %. Den civila andelen utgör 9 %, tätt följt av den militära som står för 8 %.



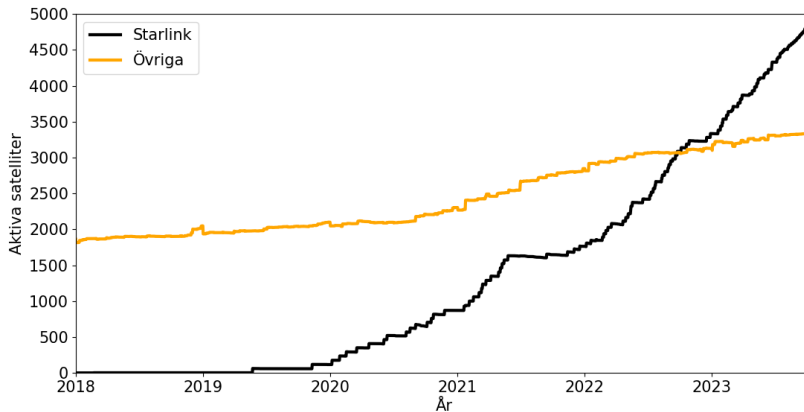
Figur 6. Fördelning mellan klasserna för aktiva satelliter 2023. Data hämtad i oktober 2023.

I Figur 6 syns Starlinks dominans tydligt. För att bättre kunna urskilja trender för övriga aktörer följer härafter en separat genomgång av Starlinks utveckling, för att de sedan ska kunna exkluderas i efterföljande analys.

4.2.3 Starlink

Starlink är en megakonstellation i LEO som ägs och hanteras av det amerikanska företaget SpaceX. Dess syfte är att förse användare på jorden med snabbt internet med låg latens och global täckning. Konstellationen består idag (oktober 2023) av fler än 4500 satelliter som kommunicerar internt och med marksegment för att ge ett heltäckande nätverk. Starlink-satelliterna klassas som kommersiella och tillhör kategorin kommunikation.

De första Starlink-satelliterna sköts upp 2019 och sedan dess har populationen ökat kraftigt. I Figur 7 visas antal aktiva satelliter i omloppsbana från 2018 till oktober 2023. Starlink-satelliter visas i svart och övriga satelliter i orange. I slutet av 2022 hade cirka 3 200 Starlink-satelliter skjutits upp och SpaceX ägde då ensamt en majoritet av de aktiva satelliterna kring jorden.



Figur 7. Antal aktiva satelliter från 2018 till oktober 2023, Starlink-satelliter är markerade i svart och övriga i orange.

Sedan 2021 har Starlink kunnat förse användare med internet, men konstellationen är fortfarande under uppbyggnad. När den är komplett, vilket är beräknat att ske till slutet av 2027, kommer den bestå av cirka 12 000 satelliter i LEO-banor med mellan 335-570 km i banhöjd, och i banplan med inklinationer²⁰ mellan 43°-97° [155].

Idag ligger majoriteten av alla aktiva Starlink-satelliter i banplan med inklinations på 53°. Det finns även några som har 43° inklinations medan andra har fått en högre inklinations runt 70° och 97° för att ge täckning över polarområdena. Alla satelliter i konstellationen ligger just nu i LEO-banor med mellan 540-570 km i banhöjd. I och med den kraftiga ökningen av Starlink-satelliter i LEO som skett fram tills idag så har den totala andelen satelliter i LEO ökat kraftigt jämfört mot andra bantyper, en trend som med stor sannolikhet kommer att fortsätta då konstellationer i LEO blir mer populärt.

Starlink-konstellationen utgörs av olika generationer av satelliter med olika egenskaper. De olika generationerna har olika massa och majoriteten av de som hittills (2023) är uppskjutna väger cirka 260 kg och 300 kg och klassas därmed som L-satelliter (101-1000 kg). I relation till Figur 3 innebär det att majoriteten av den totala populationen aktiva satelliter är L-satelliter. Nästa generation, V2, kommer att väga 1 200 kg men kan inte skjutas upp innan Starship är färdigställt [156]. I väntan på Starship skjuter man upp en lättare version av V2 kallad V2 mini, den väger cirka 750kg och i dagsläget ligger ett 30-tal av dessa satelliter i omloppsbana.

SpaceX har sedan 2022 utvecklat ett nytt satellitkoncept (motsvarande Starlink) tänkt att hantera förvars- och säkerhetsfunktioner. Konceptet kallas Starshield

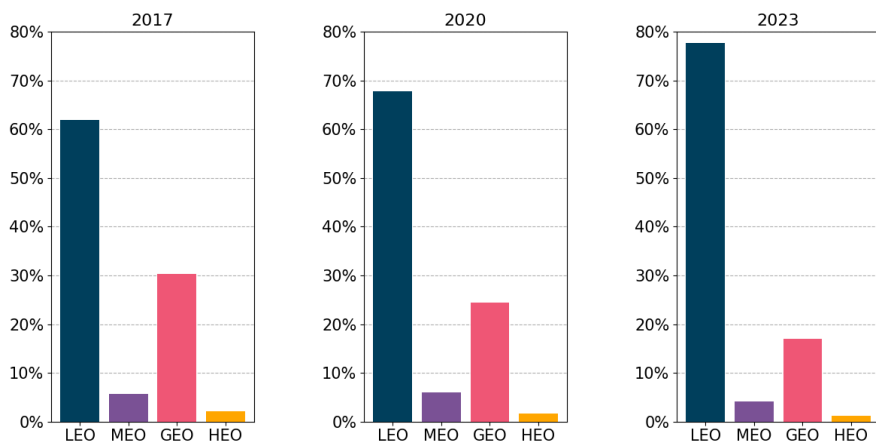
²⁰ Inklinations beskriver banplanets lutning i relation till jordens ekvatorialplan.

och är framtaget för statligt användande inom jordobservation och kommunikation med möjlighet att lägga till egna nyttolaster [157]. Starshield fick i september 2023 sitt första kontrakt från USA:s rymdstyrka [158].

4.2.4 Fördelning av aktiva satelliter

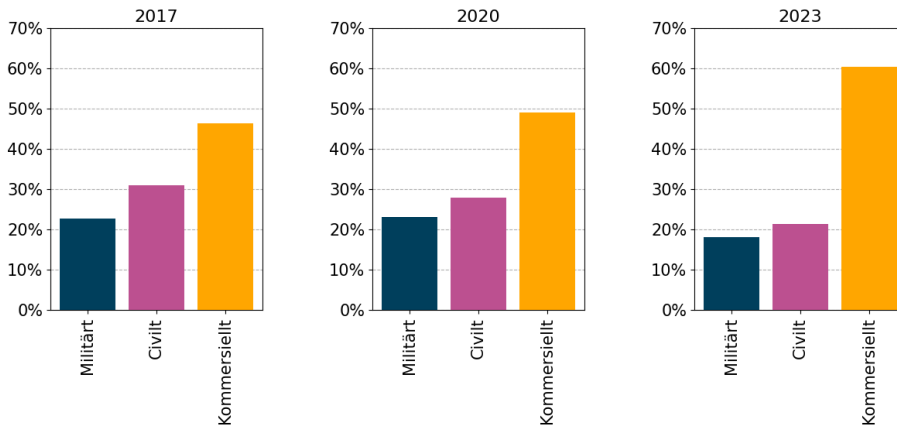
Nedan presenteras fördelningen för resterande aktiva satelliter med avseende på omloppsbanor, klasser och kategorier. Följande statistik inkluderar inte Starlink-satelliter, om inte annat anges.

I Figur 8 visas den relativa fördelningen av aktiva satelliter i de olika typerna av omloppsbanor, från år 2017 till 2023. Det är tydligt att LEO ökar i popularitet, vilket kan kopplas till de kommersiella satsningarna som sker där, exempelvis tidigare nämnda OneWeb som har strax över 600 aktiva satelliter i LEO och det amerikanska företaget Planet som har över 150 fjärranalyssatelliter i LEO. Planets satelliter, som kallas för Dove, används bland annat för att generera bilddata för kommersiell jordobservation [159]. Ytterligare ökning av antal satelliter i LEO kan förväntas kommande år då flera aktörer planerar att skjuta upp megakonstellationer, bland andra det kommersiella företaget Amazons Project Kuiper med cirka 3 200 satelliter och det kinesiska regeringsunderstödda förslaget på en egen konstellation, Guowang, bestående av fler än 12 000 satelliter [160].



Figur 8. Relativa fördelningar av alla aktiva satelliter i de olika omloppsbanorna (LEO, MEO, GEO och HEO) för år 2017, 2020 och till oktober 2023.

Som nämnt tidigare ökar det kommersiella nyttjandet av satelliter och satellitsystem. Detta syns tydligt i Figur 9 som visar fördelningen av satelliter baserat på dess klass som militär, civil eller kommersiell för år 2017, 2020 och 2023. Andelen kommersiella satelliter har ökat kraftigt de senaste sex åren, från att utgöra strax under 50 % till att nu stå för dryga 60 %.



Figur 9. Fördelning av alla aktiva satelliter tillhörande de olika klasserna militärt, civilt och kommersiellt för år 2017, 2020 och till oktober 2023.

4.2.4.1 Icke-militära satelliter

Till de icke-militära satelliterna hör civila och kommersiella; en uppdelning på de olika kategorierna för tilltänkt funktion presenteras i Figur 10 för kommersiella satelliter och i Figur 11 för civila satelliter.

Det är tydligt att kommunikation har varit och förblir den dominanta kategorin för kommersiella satelliter med en stadig andel på cirka 70 % de senaste sex åren (se Figur 10). Majoriteten utgörs nu (2023) av OneWeb-satelliterna.

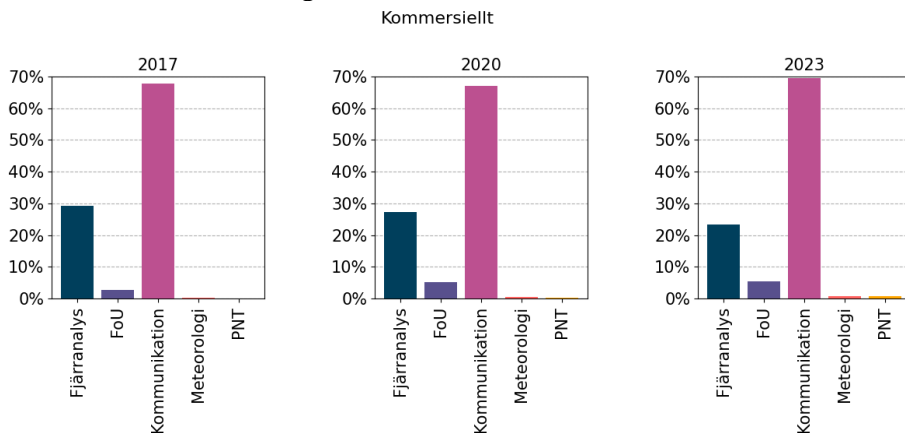
Kommunikationssatelliter har historiskt sett främst legat i GEO, men i och med den nya konstellationstrenden i LEO har fler kommersiella kommunikationssatelliter placerats där.

Fjärranalysens andel har minskat sedan 2017 till fördel för de andra kategorierna. Alla kommersiella fjärranalyssatelliter ligger i LEO och utgörs i huvudsak av Planets Dove-satelliter. Dove-satelliterna väger cirka 5 kg och klassas som S-satelliter [161].

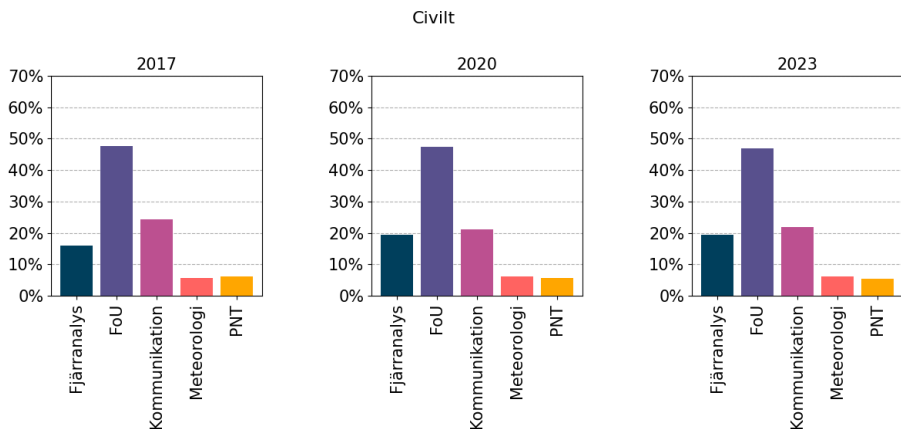
För de civila satelliterna är det däremot FoU som står för den största andelen, strax under 50 % de senaste åren, här inkluderas flera renodlade forskningssatelliter från akademien och även teknikdemonstratorer. Generellt har förändringen i fördelningen av civila satelliter varit marginell de senaste åren.

Det är värt att notera att det på den icke-militära sidan finns väldigt få satelliter i kategorin PNT, knappt 1 % i den kommersiella klassen och dryga 5 % i den civila. Skälet till detta är att de flesta navigeringssystem är militära även om de givetvis också används icke-militärt. De kommersiella PNT-satelliterna är främst kinesiska Geely Xinguo i LEO. De som uppges som civila är europeiska Galileo, det indiska regionala systemet IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*) och det japanska regionala systemet QZSS (*Quazi-Zenith*

Satellite System). Galileo består i dagsläget av 23 aktiva satelliter och har full operativ förmåga [162]. Ytterligare tio Galileo-satelliter av första generationen planeras att skjutas upp fram till 2026, och parallellt med detta ska tolv satelliter av den andra generationen (*Galileo Second Generation*) skjutas upp från 2024 [163]. Dock inväntas färdigställandet av ESAs bärraket Ariane 6.



Figur 10. Fördelning av kommersiella satelliter tillhörande de olika kategorierna: fjärranalys, forskning och utveckling (FoU), kommunikation, meteorologi samt PNT, för år 2017, 2020 och till oktober 2023.



Figur 11. Fördelning av civila satelliter tillhörande de olika kategorierna: fjärranalys, forskning och utveckling (FoU), kommunikation, meteorologi samt PNT, för år 2017, 2020 och till oktober 2023.

4.2.4.2 Militära satelliter

I dagsläget finns det strax över 600 aktiva militära satelliter i omloppsbana. Trots att antalet militära satelliter har ökat sedan 2020 har dess andel av det totala antalet aktiva satelliter minskat till följd av massiva kommersiella satsningar (se

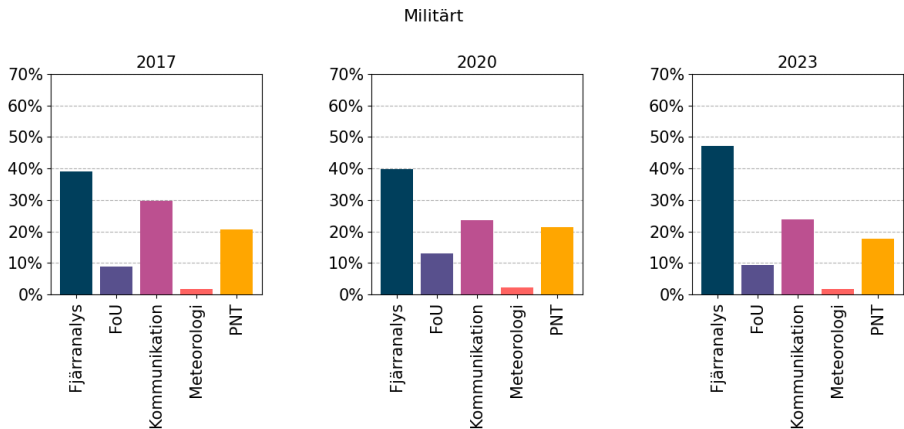
Figur 9). 2020 utgjorde militära satelliter cirka 20 % av alla aktiva satelliter i omloppsbana medan de idag (oktober 2023) står för cirka 18 %.

Figur 12 visar fördelningen av de militära satelliternas tilltänka användningsområden för år 2017, 2020 och 2023. Störst andel militära satelliter kategoriseras idag under fjärranalys, med dryga 45 %, och efter det följer kommunikation med strax över 20 %. Som påpekats ovan bör dessa värden tolkas försiktigt eftersom satelliter kan nyttjas av både civila och militära användare. Det är exempelvis inte ovanligt att kommersiella tjänster köps in för att nyttjas militärt [164]. Fjärranalys är den enda kategori som vuxit andelsmässigt de senaste sex åren, med dryga 5 %, medan resterande kategorier legat mer eller mindre stabilt relativt varandra.

I kategorin fjärranalys ingår alla bildalstrande optiska och radarbaserade spaningssatelliter, signalspaningssatelliter och SSA-satelliter. Som konstaterades ovan ligger de bildalstrande spaningssatelliterna typiskt i låga LEO-banor medan signalspaningssatelliter återfinns i både LEO och GEO, beroende på uppgift. Den övervägande delen av de militära kommunikationssatelliterna ligger i GEO, men det finns även system i LEO och HEO. Ryssland har traditionellt nyttjat Molnija-banor för militära signalspanings- och kommunikationssatelliter. Ett exempel är *Meridian*-systemet, som är ett ryskt militärt kommunikationssystem.

Den tredje största kategorin är PNT med strax under 20 %. Här inkluderas de tre dominerande navigeringssystemen: amerikanska GPS, ryska GLONASS och kinesiska BeiDou (tidigare känd som Compass). Både GPS och GLONASS ligger i MEO (omkring 20 000 km) medan BeiDou har komponenter i både MEO och GEO.

De minsta kategorierna av militära satelliter är FoU med cirka 10 %, och slutligen meteorologi med runt 5 %. Endast fyra länder har uppgivit att de har militära FoU-satelliter (Kina, Nederländerna, Ryssland och USA) och av dessa står USA för majoriteten. Det är endast USA och Kina som innehar militära meteorologisatelliter.



Figur 12. Fördelning av militära satelliter tillhörande de olika kategorierna: fjärranalys, forskning och utveckling (FoU), kommunikation, meteorologi samt PNT, för år 2017, 2020 och till oktober 2023.

4.3 Uppskjutningskapacitet

Det är fortfarande få länder som har egen oberoende kapacitet att skjuta upp satelliter i omloppsbana runt jorden och verksamheten domineras av ett fåtal aktörer. Med egen uppskjutningskapacitet avses att ett land, med statlig finansiering, har ett eget aktivt bärraketprogram, samt en egenkontrollerad uppskjutningsplats.

Idag är det tio länder som har förmågan att skjuta upp satelliter och utöver dessa räknas även ESA som en aktör med uppskjutningskapacitet. Ordnade efter första år för uppskjutning är dessa: Ryssland (Sovjetunionen 1957), USA (1958), Frankrike (1965, numera via ESA), Japan (1970), Kina (1970), Indien (1980), Israel (1988), Iran (2009), Nordkorea (2012) samt Sydkorea (2013).

Storbritannien utvecklade under 60-talet bärraketen Black Arrow med vilken man sköt upp en satellit från Australien 1971. [165] Verksamheten lades därpå ned, och sedan dess har Storbritannien valt att verka genom ESA. Flera andra europeiska länder, inklusive Sverige, finansierar också uppskjutningskapacitet via ESA i vars regi första uppskjutningen genomfördes 1979.

Sydkorea genomförde sin första uppskjutning under 2013 med raketen KSLV-1. KSLV är en tvåstegsraket där det första steget delvis är byggt i Ryssland men vidareutvecklat av Sydkorea. Det bedömdes således då att Sydkorea inte nått en fullt oberoende uppskjutningskapacitet. Sedan dess har man utvecklat nästa generations raket, KSLV-2, och i den har det ryska raketsteget ersattas med ett egentillverkat sådant. Den första lyckade uppskjutningen med KSLV-2 gjordes under 2022. [166]

Värt att notera är att under stora delar av 2023 hade Europa inget oberoende tillträde till rymden, och denna förmåga kommer även under 2024 vara begränsad. Detta beror på att Ariane 5 avvecklats under 2023 enligt tidigare lagd plan, samtidigt som uppföljaren Ariane 6 är fördröjd, uppskjutning av ryska Sojuz från Kourou i Franska Guyana har upphört i och med sanktionerna mot Ryssland och Vega C har tekniska problem. [167] På grund av det rådande geopolitiska läget är det heller inte längre möjligt för europeiska aktörer att skjuta upp satelliter från Ryssland. Europa är därför beroende av uppskjutningskapacitet huvudsakligen från privata företag så som SpaceX och Rocket Labs.

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, Australien och Argentina. [3]

På grund av det globalt ökade behovet av uppskjutningskapacitet planerar flera länder i Europa att skaffa sig egen uppskjutningskapacitet, något som accentuerats med de problem ESA nu har. Utveckling av mindre bärraketer²¹ i Europa sker huvudsakligen i Tyskland, Frankrike, Spanien och Storbritannien (se Tabell 1). Här finns också svensk-amerikanska Pythom Space som har ambitiösa planer för såväl bärraketer och landare som en rymdstation. [168] Flera av företagen i Tabell 1 dras med stora förseningar där tidigare annonserade datum för första uppskjutning har passerat och det är mycket tveksamt om planerade uppskjutningar av bland andra RFA (*Rocket factory Augsburg*) och ISAR Aerospace i slutet av 2023 kan realiseras. Den tekniska förmågan och finansieringen av företagen varierar kraftigt och man kan förvänta sig att endast ett fåtal av företagen kommer att lyckas med sin bärraketutveckling.

Uppskjutning av dessa nyutvecklade små bärraketer planeras ske från Kourou i Franska Guyana, och från nyutvecklade uppskjutningsplatser i Skottland och Norge. I Sverige sker omfattande utveckling på Esrange för att möjliggöra uppskjutning av satelliter och provning av raketmotorer. Både RFA och ISAR Aerospace bedriver provning på Esrange, men har valt att primärt genomföra uppskjutningar på andra platser. Utveckling av små bärraketer sker även i många länder utanför Europa. Ett exempel är företaget Perigee i Sydkorea som bland annat planerar skjuta upp sin raket Blue Whale från Esrange [169]. Testflygning planeras påbörjas i slutet av 2024 med kommersiella uppskjutningar 2025. Baserat på förseningarna hos andra raketföretag är det inte osannolikt att uppskjutning av Blue Whale från Esrange kommer ske tidigast 2026.

²¹ Till mindre bärraketer räknas de som kan lyfta upp till cirka 1000 kg i nyttolast till LEO.

Tabell 1. Företag i Europa som utvecklar små bärraketer samt planerade uppskjutningsplatser.

Företag	Land	Planerad uppskjutningsplats
ISAR Aerospace	Tyskland	Andøya Norge, Kourou
Rocket Factory Augsburg, RFA	Tyskland	Shetlandsöarna, Kourou
Hylmpulse	Tyskland	Shetlandsöarna
Skyrora	Storbritannien	Shetlandsöarna
Orbex	Storbritannien	Sutherland Skottland
Latitude	Frankrike	Shetlandsöarna
Maia Space	Frankrike	Kourou
HyPrSpace	Frankrike	Okänt
PLD Space	Spanien	Kourou
Pangea Aerospace	Spanien	Okänt
Pythom	Sverige / USA	Okänt

För framtiden finns det två saker som kraftigt kan omforma hela uppskjutningsmarknaden; det ena är utvecklingen av SpaceX stora återanvändbara bärraket Starship, med en kapacitet att skicka upp mer än 100 ton i omloppsbana [170]; det andra är utvecklingen av brittiska företaget Reaction Engines återanvändbara raketflygplan SABRE [171]. Bägge dessa måste anses vara högriskprojekt, men om de lyckas kommer det få en mycket stor inverkan på branschen och hur rymden kan exploateras.

För länder som vill ha oberoende uppskjutningskapacitet kommer dock mer konventionella raketer dominera även i framtiden och mindre bärraketer för dedikerade uppskjutningar kommer att bli allt vanligare.

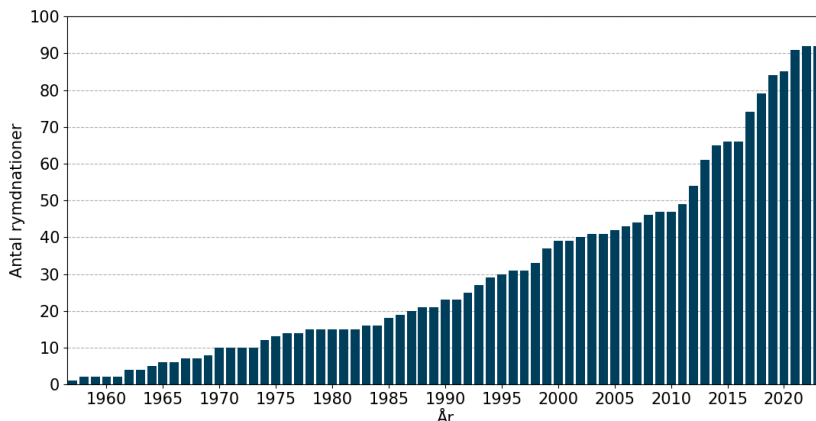
Utvecklingen av små bärraketer sker av väldigt många aktörer runt om i världen, många gånger med mycket innovativ teknik. Tekniken som utvecklas förväntas med tiden även få militär användning, inte minst genom intresset för så kallad *responsive space launch*, men även till robotar och för utveckling av hypersoniska vapen [172].

Framdrivningstekniken som används för uppskjutning av satelliter är i princip den samma som används till strategiska kärnvapen. Det är därför viktigt att även ur den synvinkeln följa vad som händer inom den snabba utvecklingen av små bärraketer. Med de många aktörer som utvecklar raketer finns det risk att tekniken sprids på ett okontrollerat sätt. Denna farhåga förstärks då många av de nya företagen inom området inte är medvetna om teknikens dubbla användningsområde och de förordningar som gäller för att hindra spridning av sådan teknik.

4.4 Rymdnationer

Liksom antalet uppskjutningar och antalet stater med egen uppskjutningskapacitet har antalet rymdnationer, det vill säga länder med satelliter i omloppsbana, vuxit med i snitt minst ett nytt land per år sedan 1957. Figur 13 visar den kumulativa utvecklingen av antalet rymdnationer från 1957 till 2023. Antalet nya rymdnationer under 2021–2023 uppgår till 8 länder. Dessa är Kuwait, Mauritius, Moldavien, Myanmar, Paraguay, Puerto Rico, Slovenien och Tunisien.

I det här sammanhanget är det viktigt att komma ihåg att det inte alltid är självklart när ett land anses fått sin första satellit. Exempelvis utvecklas satelliter allt oftare gemensamt mellan flera länder och det går också numera att köpa färdiga satelliter från kommersiella leverantörer. 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 för länder som står som ägare för, och användare av, en satellit oavsett om tekniken är inhemsk eller inte. Till rymdnation räknas dock inte länder som endast köper satellittjänster från kommersiella leverantörer.

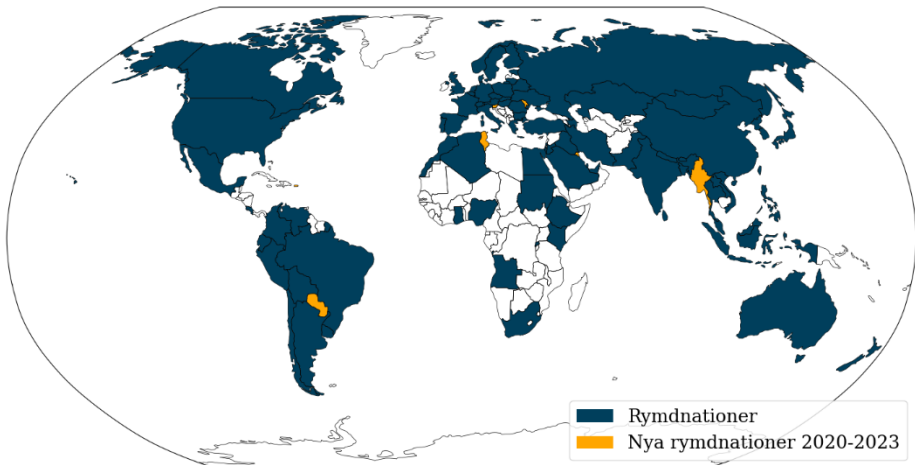


Figur 13. Kumulativ antal rymdnationer, det vill säga länder som har eller har haft egna satelliter i rymden, sedan 1957. Data hämtad i oktober 2023.

I kartan i Figur 14 presenteras samma data som i Figur 13 geografiskt. I dag kan 92 länder räkna sig som rymdnationer och antalet förväntas fortsätta att växa allteftersom nyttan med rymden tydliggörs, tekniken blir mer tillgänglig och kostnaderna minskar. De blåmarkerade länderna är de som fick sin första satellit 2020 eller tidigare (84 länder) medan de orangefärgade länderna är de som tillkommit efter 2020 (8 länder).

Från Figur 14 kan man inte undgå att se att Afrika är den kontinent där flest länder fortfarande saknar egna satelliter, men tillväxten ökar stadigt och Afrika är

den snabbast växande regionen för statlig rymdinvestering i världen [173]. Det finns idag omkring 50 afrikanska satelliter i omloppsbana och majoriteten är uppskjutna under de senaste sju åren [174]. Många afrikanska länder visar ett stort intresse för rymden och 2016 antog den afrikanska unionen, AU, den första gemensamma afrikanska rymdstrategin för samhällelig, politisk och ekonomisk integration [175]. I januari 2023 etablerade AU en gemensam rymdorganisation AfSA (*African Space Agency*) som är baserad i Kairo, Egypten. AfSa har bland annat som uppgift att koordinera utveckling och användning av rymdteknologi i Afrika och att förespråka forskning inom området [176]. Syftet är att stärka kontinentens närvaro på den internationella scenen för rymdverksamhet. Stora investeringar från både Kina [177] och Ryssland [178] görs i de olika afrikanska rymdprogrammen.



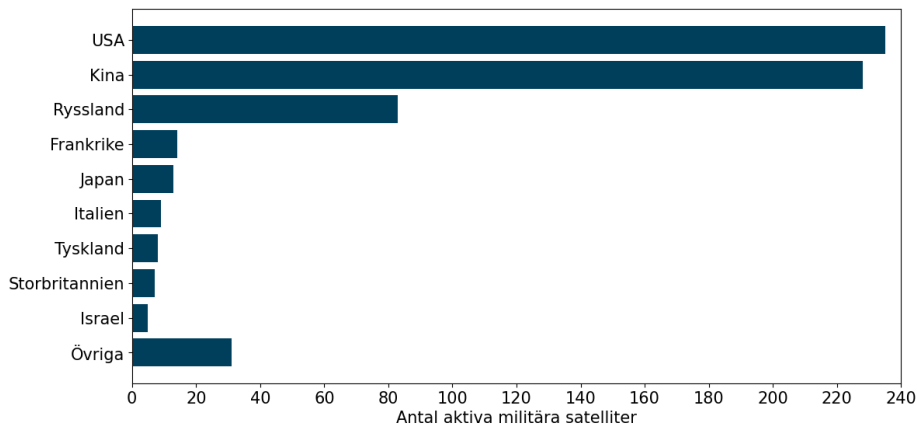
Figur 14. Geografisk representation av befintliga rymdnationer. Länder markerade i orange har tillkommit sedan 2020. Data hämtad i oktober 2023.

4.4.1 Antal satelliter per land

Att studera antal satelliter per land eller förändringen av antalet satelliter över tid kan ge en indikation på hur ett visst land investerar i rymdområdet. 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. Statistiken som presenteras i det här avsnittet är endast tänkt att ge en översiktlig bild av antalet satelliter per land trots vissa osäkerheter vad gäller informationen på individuell satellitnivå. För att identifiera vilket land en satellit tillhör används data från Spacetrack, se *Bilaga B*, därifrån har endast satelliter med en nation som ägare tillgodoräknats. Absoluta antal satelliter som de olika nationerna innehar är inte av intresse i detta sammanhang; återigen är det trender och förhållandet mellan olika rymdaktörer som statistiken ska belysa.

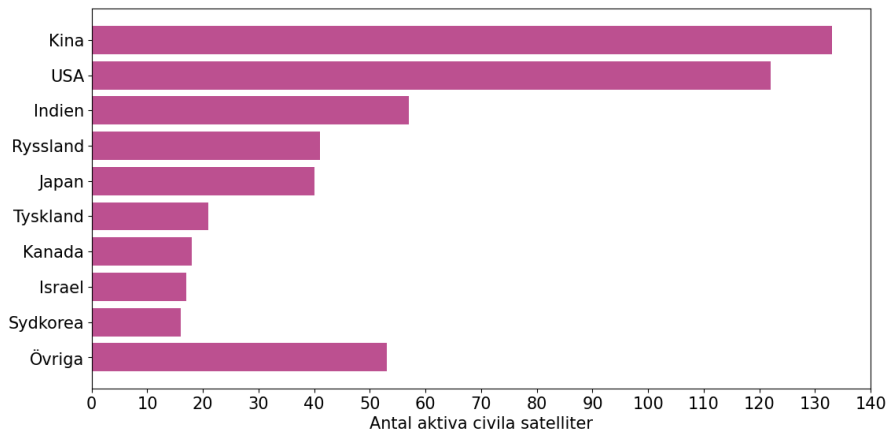
Figur 15 visar antalet militära satelliter för de rymdnationerna som har flest aktiva militära satelliter. I Figur 16 respektive Figur 17 visas motsvarande statistik för innehavet av flest civila och flest kommersiella satelliter. Kategorin Övriga innefattar de satelliter som tillhör de aktörer som inte presenterats separat.

Återigen bör det noteras att en klassificering utifrån militära och icke-militära satelliter kommer att vara subjektiv då satelliter i många fall har dubbla användningsområden. Olika länder väljer dessutom olika strategier för hur de klassar sina satelliter och vilken myndighet i landet som kontrollerar dem. Uppdelningen i figurerna ger emellertid en god uppfattning om förhållandena mellan nationers innehav och i viss mån deras uppdelning mellan militärt, civilt och kommersiellt.

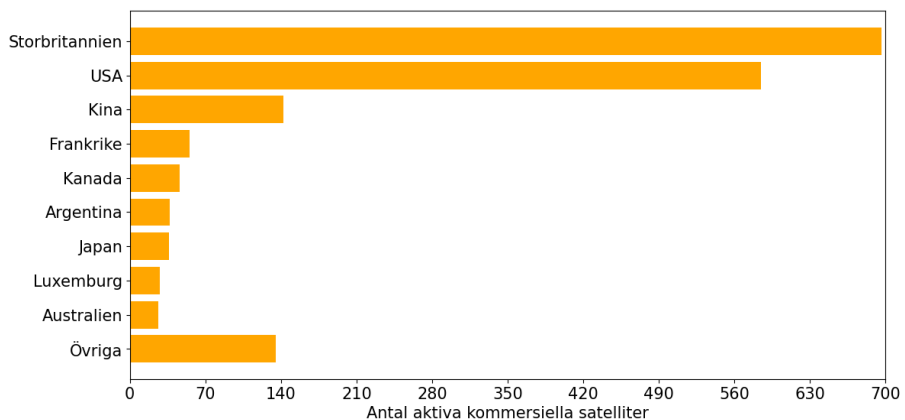


Figur 15. Antal aktiva militära satelliter per land, i fallande ordning. Kategorin Övriga innehåller samtliga länder som inte presenteras separat. Data hämtad i oktober 2023.

2020 hade Kina ett tiotal fler aktiva militära satelliter än Ryssland [3] häften så många som USA. I Figur 15 syns det tydligt att Kina ryckt ifrån Ryssland i antal militära satelliter och att de närmar sig USA som just nu (oktober 2023) har flest aktiva militära satelliter. Trots detta så är det fortfarande en markant skillnad mellan Ryssland på tredje plats och Frankrike på fjärde vilket gör att de tre nationerna som dominerar innehavet av aktiva militära satelliter fortsatt är USA, Kina och Ryssland. Tillsammans äger de runt 80 % av alla aktiva militära satelliter. Kategorin övriga i Figur 15 innehåller resterande länder med operativa militära satelliter. Dessa 15 länder (Förenade Arabemiraten, Brasilien, Colombia, Danmark, Egypten, Iran, Kanada, Marocko, Nederländerna, Peru, Singapore, Spanien, Sydkorea, Thailand och Turkiet) har bara en eller som mest ett par satelliter var.



Figur 16. Antal aktiva civila satelliter per land, i fallande ordning. Kategorin övriga innehåller samtliga länder som inte presenteras separat. Data hämtad i oktober 2023.



Figur 17. Antal aktiva kommersiella satelliter per land, i fallande ordning. Observera att cirka 4500 Starlink-satelliter tillhörande USA är exkluderade för att göra övriga staplar läsbara. Kategorin övriga innehåller samtliga länder som inte presenteras separat. Data hämtad i oktober 2023.

Intressant att observera i Figur 16 är att Kina har fler aktiva civila satelliter än USA, vilket kan ses som en framgång för Kinas satsning på rymdsektorn. Som ovan nämnt är det inte självklart hur nationer väljer att klassificera sina satelliter. I Kinas fall är rymdprogrammet ett exempel på hur civil och militär verksamhet integreras, dessutom gör transparensproblem och avsaknaden av detaljerad information det svårt för utomstående att avgöra verksamhetens natur. [179]

Vidare kan man tydligt se att Indien gått om Ryssland i antal aktiva civila satelliter, 2020 hade Ryssland cirka 65 aktiva icke-militära satelliter och Indien cirka 50. Japan ligger hack i häl på Ryssland och har också ökat antalet icke-militära satelliter sedan 2020. Japan är en av de nationer som har relativt många

aktiva satelliter, cirka 100 satelliter totalt. Deras rymdprogram har traditionellt sett endast varit civilt och av de större rymdnationerna är Japan det enda landet som tidigare inte uppgett några satelliter som militära; numera har de cirka 15 satelliter för militärt nyttjande.

Gällande antal kommersiella satelliter har USA överlägset flest totalt sett, med Storbritannien som tydlig tvåa. I Figur 17 visas antalet kommersiella satelliter men med Starlink exkluderade, av den enkla anledningen att de har en sådan mängd satelliter att övriga länders staplar skulle vara oläsbart små om Starlink inkluderades. Om de två dominerande konstellationerna, amerikanska Starlink (cirka 4500 satelliter) och Brittiska OneWeb (cirka 600 satelliter), räknas bort så framgår USA:s enorma bredd i det kommersiella segmentet. USA och Storbritannien har då cirka 600 respektive 100 övriga satelliter, och Kina cirka 150. Sammantaget står USA, med Starlink och OneWeb borträknade, ändå för lika många satelliter som övriga världen tillsammans, och detta fördelat på ett stort antal oberoende aktörer. Marginalen från USA ner till Kina är stor men så som utvecklingen i Kinas rymdsektor sett ut de senaste åren kan gapet förväntas fortsätta minska.

Som nämnt i kapitel 4.2.4 så är den totala andelen kommersiella satelliter mycket större än den civila (både med och utan Starlink). Men de kommersiella aktörerna är inte jämt spridda i alla rymdnationer och det finns nationer som har fler civila än kommersiella satelliter. Vid jämförelse av Figur 16 och Figur 17 kan man utläsa att Indien, Ryssland och Japan idag (oktober 2023) har fler aktiva civila satelliter än kommersiella.

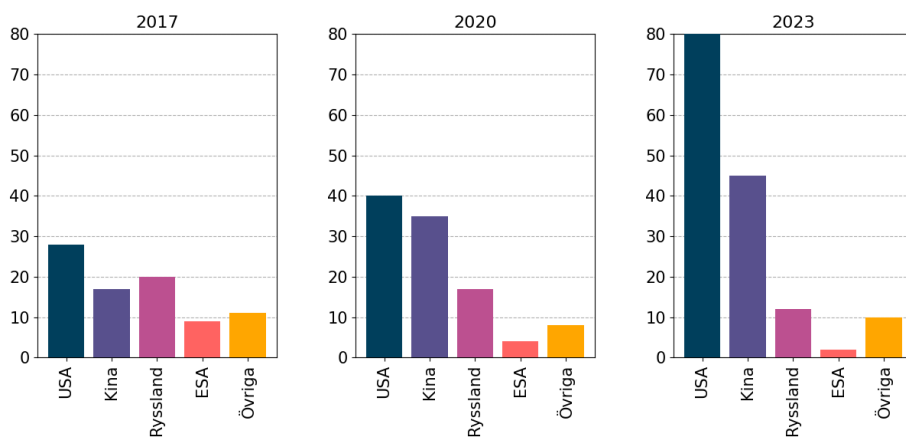
4.4.2 Antal uppskjutningar per land

I Figur 18 visas antal uppskjutningar per år för bärraketer utvecklade i olika länder (USA, Kina, Ryssland, ESAs medlemsstater och övriga nationer) för åren 2017, 2020 och till oktober 2023. Notera att det endast är uppskjutningar av jordbundna satelliter som tillgodoräknas i figuren.

Ryssland hade under början av 2000-talet ett övertag på uppskjutningsmarknaden som sedan 2014/2015 avtagit. Detta skulle kunna kopplas till sanktionerna införda mot landet sedan annekteringen av Krim, i kombination med att kommersiella företag börjat ta delar av uppskjutningsmarknaden. I Figur 18 syns den avtagande trenden för Ryssland som under de senaste sex åren gått från att vara den nästa största aktören inom uppskjutning till att ha hamnat långt bakom både USA och Kina, dock är Ryssland fortfarande tredje största aktör. Det skall tilläggas att de ryska bärraketer som använts av andra aktörer, så som ESA och Indien, har tillräknats Ryssland.

Figur 18 gör det också tydligt att Kinas ökade ambitioner inom rymdområdet givit utdelning. Under 2023 har Kina genomfört fler än dubbelt så många uppskjutningar jämfört med antalet 2017. Den stora ökningen av USA:s

uppskjutningar beror uteslutande på framgången hos SpaceX bäraket Falcon 9. USA har än så länge i år (2023) genomfört dubbelt så många uppskjutningar jämfört 2020. Inom övriga nationer är Indien utmärkande. ESA har som tidigare nämnt ingen bäraket för tillfället utan inväntar Ariane 6 och återkomsten för Vega C. I Figur 18 kan man utläsa att en uppskjutning är utförd av ESA år 2023. Den intresserade läsaren kanske vet att ESA skjutit upp två Ariane 5 2023, en i april och en i juli [180], dock var uppskjutningen i april avsedd för rymdsonden Juice (*Jupiter Icy Moons Explorer*) som inte kommer att ligga i omloppsbana kring jorden utan är på väg till Jupiters månsystem [181] och den ingår därför inte i denna statistik.



Figur 18. Uppskjutningar per år med bäraketer utvecklade i USA, Kina, Ryssland, ESA och resterande nationer i kategorin övriga, för åren 2017, 2020 och 2023.

4.5 De stora rymdnationerna

Baserat på antal aktiva satelliter i omloppsbana, främst militära, och antalet uppskjutningar kan USA, Kina och Ryssland ses som de stora rymdnationerna. I Figur 19 visas antalet aktiva satelliter för dessa länder, uppdelat på klasserna militärt, civilt och kommersiellt för åren 2017, 2020 och 2023. Under den senaste sex åren kan man tydligt se hur Kinas satsningar på rymdsektorn har resulterat i att de snart är ikapp USA gällande de militära och civila satelliterna. Antalet kommersiella kinesiska satelliter har också vuxit explosionsartat, även om de inte kan mäta sig med USA i den klassen. USA är dominerande i den kommersiella sektorn även utan Starlink. Ryssland tappar andelar aktiva satelliter i omloppsbana, även om deras innehav av aktiva satelliter inte avtar nämnvärt.

Figur 20 visar antalet aktiva militära satelliter för USA, Kina och Ryssland fördelat på kategorierna fjärranalys, FoU, kommunikation, meteorologi och PNT för åren 2017, 2020 och 2023. Andelen fjärranalysatelliter går stadigt uppåt för alla tre nationerna och Kinas kraftiga utveckling de senaste tre åren visar

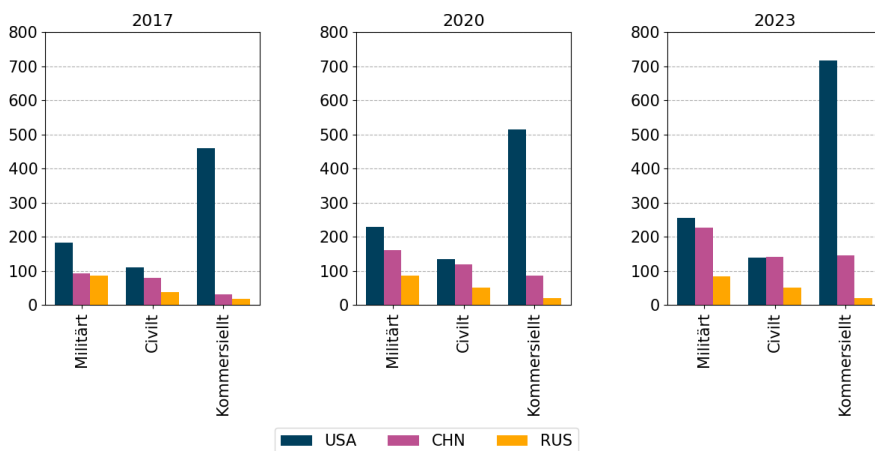
verkligen att detta är ett fält de satsar på; fler än hälften av Kinas militära satelliter tillhör kategorin fjärranalys.

Antalet FoU-satelliter varierar under perioden, vilket kan ha att göra med att dessa satelliter ofta är små och skickas upp med korta livslängder för att utvärdera specifika koncept, instrument och tekniker. Många av USA:s FoU-satelliter utgörs av teknikdemonstratorer. Det bör noteras att flera av Kinas teknikdemonstratorer klassas som civila och således inte syns här.

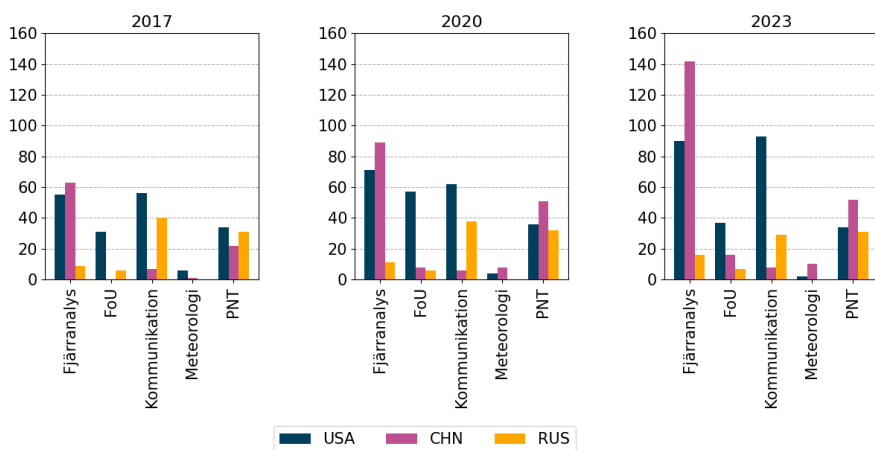
USA ser ut att utöka sitt antal kommunikationssatelliter (trots möjlig tillgång till Starlink). Det kan förklaras med att USA har valt att satsa på en egen konstellation av satelliter i LEO där bland annat flera typer av kommunikationssatelliter ingår. Denna konstellation ska kunna förse försvaret med diverse krigsförmågor för flera domäner. Första omgången kommunikationssatelliter, kallade Tranch 0, skickades upp i april i år (2023) [182]. Under de senaste sex åren har Ryssland förlorat cirka 20 av sina kommunikationssatelliter och har under samma tid endast skjutit upp cirka tio nya militära kommunikationssatelliter vilket leder till att antalet ryska kommunikationssatelliter minskar med en fjärdedel. En anledning till detta kan vara att sanktionerna slagit hårt mot den ryska rymdindustrin både vad det gäller satellit teknik och uppskjutningskapacitet sedan annekteringen av Krim 2014, och att Ryssland därför haft svårt att skicka upp nya satelliter i samma takt som deras gamla blivit inaktiva.

Militära meteorologisatelliter utgör en liten del av totalen, men även här syns Kinas satsningar då man gått från att ha någon enstaka för sex år sedan till att nu ha upp mot tio aktiva satelliter. USA har endast två och Ryssland har ingen.

Den sista militära kategorin är PNT, vilken som tidigare nämnt inkluderar de tre navigationssystemen: GPS, GLONASS och BeiDou. Återigen syns Kinas ansträngningar för att bli den största rymdaktören, Kina placerade nästan 30 nya BeiDou-satelliter i omloppsbana mellan 2018 och 2019.



Figur 19. Antal aktiva satelliter för USA, Kina och Ryssland fördelat över klasserna: militärt, civilt och kommersiellt, för åren 2017, 2020 och till oktober 2023.



Figur 20. Antal aktiva militära satelliter för USA, Kina och Ryssland fördelat över kategorierna: Fjärranalys, FoU, Kommunikation, Meteorologi och PNT, för åren 2017, 2020 och till oktober 2023.

4.6 Sammanfattning

Utvecklingen inom rymdområdet går framåt i snabb takt och med tanke på att i stort sett alla samhällssektorer på något sätt är beroende av rymdinfrastruktur eller rymdtjänster finns det ingen anledning att tro att utveckling kommer att avta. Detta syns i antalet uppskjutningar som i skrivande stund (oktober 2023) ligger strax under nivån för år 2022 men förväntas öka innan året är slut, även antalet satelliter som skjutits upp den senaste treårsperioden (2021–2023) är mer än dubbelt så många än de som sköts upp mellan 2018 och 2020. Att skjuta upp fler satelliter per uppskjutning blir också vanligare, främsta anledningen till det är att SpaceX skjuter upp Starlink i stora grupper. Vidare kan det också kopplas till att satelliterna blir mindre, även om majoriteten klassas som L-satelliter (inklusive och exklusive Starlink) och väger 101–1000 kg har andelen XL-satelliter (tyngre än 1 000 kg) minskat.

Gällande uppskjutningskapacitet är det aktörer i USA och Kina som står för utvecklingen av de bärarketer som används mest. Statistiken visar att både Ryssland och ESA har minskat antalet uppskjutningar de senaste åren och ESA står nu utan oberoende uppskjutningskapacitet i väntan på färdigställandet av nya Ariane 6. Marknaden för uppskjutningar har under de senaste åren förändrats och bärarketsprogram är inte längre uteslutande statliga utan flera kommersiella aktörer har tagit sig in på marknaden. Att USA utför flest antal uppskjutningar beror nästan uteslutande på SpaceX, och den kommersiella marknaden sätter sin prägel på uppskjutningsmöjligheterna. Med fler aktörer på marknaden, och en ökad efterfrågan, pressas priserna nedåt vilket möjliggör för fler att skjuta upp satelliter. En teknikutveckling som bör följas framöver är den gällande mindre bärarketer, framförallt ur ett försvarsperspektiv då den typ av teknik som tas fram förväntas kunna användas militärt för så kallad *responsive space launch*.

Antalet rymdnationer ökar och fram tills idag har 92 nationer haft sin första satellit i omloppsbana. Dock är afrikanska rymdnationer fortfarande underrepresenterade. I och med inrättandet av AfSA 2023 finns förhoppningar om att stärka rymdprogrammen på den afrikanska kontinenten. Fördelningen av satelliter mellan staterna visar att USA, Kina och Ryssland fortfarande har flest aktiva militära satelliter. Kina har gått om USA i antalet aktiva civila satelliter och tredje största aktören i den klassen är Indien, Ryssland återfinns först på fjärde plats. Gällande antal kommersiella satelliter har USA överlägset flest totalt sett, med Storbritannien som tydlig tvåa. Om de två största konstellationerna, amerikanska Starlink (cirka 4500 satelliter) och Brittiska OneWeb (cirka 600 satelliter), räknas bort så framgår USA:s enorma bredd i det kommersiella segmentet, då USA ändå står för lika många satelliter som övriga världen tillsammans, och detta fördelat på ett stort antal oberoende aktörer. Marginalen från USA ner till Kina är stor men så som utvecklingen i Kinas rymdsektor sett ut de senaste åren kan gapet förväntas fortsätta minska.

Av det totala antalet aktiva satelliter, inklusive Starlink, är 8 % klassade som militära. De tre största rymdnationerna USA, Kina och Ryssland står tillsammans för 80 % av alla aktiva militära satelliter. Bland dessa har andelen fjärranalys-satelliter vuxit mest sedan 2017 och störst tillväxt står Kina för, som nu har fler militära satelliter för fjärranalys än USA. USA har dock fortfarande totalt flest aktiva militära satelliter, tätt följt av Kina och sedan Ryssland. Ryssland och Kina har tidigare varit jämförbara rymdnationer men Kina har sedan 2020 gått om Ryssland ordentligt och kan idag snarare jämföras med USA. Kinas satsningar på rymdsektorn syns tydligt och i tre av de fem kategorierna för militära satelliter innehar Kina majoriteten av aktiva militära satelliter (dessa är; fjärranalys, PNT och meteorologi). Kina har som nämnt ovan även flest antal aktiva civila satelliter, och hur dessa nyttjas är svårt att säga.

Att rymden nu också ses som en egen starkt växande ekonomi för tjänster och produkter syns tydligt i ökandet av antalet kommersiella satelliter, främst inom kommunikation. Den enskilt största aktören är SpaceX som med sin satellitkonstellation Starlink i LEO innehar majoriteten av alla aktiva satelliter i omloppsbana, 59 %. Även utan Starlink går trenden mot att fler kommersiella satelliter skickas upp till LEO än till de andra omloppsbana, likaså är det andelen kommunikationssatelliter i den kommersiella klassen som ökat mest sedan 2017. Hur utveckling av militärt användande av kommersiella satelliter kommer se ut framöver återstår att se.

5 Utvecklingen hos de stora rymdaktörerna

5.1 USA

Den mycket produktiva period på rymdpolicyrådet som FOI beskrev i Omvärldsanalys Rymd 2020 fortsatte under Trump-administrationens sista månader. I december 2020 utfärdade USA:s nationella rymdråd (*National Space Council*) en ny rymdpolicy (*National Space Policy*) [183]. Den nya rymdpolicyn är en revidering av den som lanserades av Obama-administrationen 2010.

Policyn syftar till att fastställa USA:s åtagande att, bland annat; vara ledande i ansvarfullt och konstruktivt nyttjande av rymden; främja den kommersiella rymdindustrin och försvara USA:s och allierades intressen i rymden [184]. Det finns viktiga förändringar i den nya rymdpolicyn, jämfört med den från 2010. Till skillnad från den tidigare rymdpolicyn beskrivs rymden nu som en domän för krigföring (*warfighting domain*), tidigare har den betraktats som en potentiell konfliktomän (*potential domain of conflict*). Andra delar som är helt nya i rymdpolicyn är omnämmanden av avskräckning i rymden och det faktum att cybersäkerhet prioriteras för rymdtillgångar. Ett planetärt försvar mot möjliga nedslag av kometer och asteroider nämns för första gången i en rymdpolicy och ansvaret att utveckla alternativ för det planetära försvaret läggs på NASA. Policyn bygger också vidare på de tidigare direktiven gällande att identifiera resurser i rymden för att möjliggöra utvinning och nyttjande av rymdresurser och därmed utvidga den ekonomiska aktiviteten till yttre rymden. Utöver detta läggs fokus på att ha en permanent närvaro i rymden; att återvända till månen 2024; ha en varaktig närvaro på månen från 2028 och att landa på Mars någon gång under 2030-talet, vilket är en mer ambitiös plan än tidigare [185].

Utöver den nationella rymdpolicyn utfärdade Vita huset inte mindre än sju nya rymddirektiv (*space policy directives*, SPD) under Trump-administrationen (2017–2020). De fem första berör i tur och ordning: utökning av det bemannade rymdprogrammet; förenklande regelverk för kommersiellt nyttjande av rymden; nationell policy för trafikledning i rymden; etablerandet av rymdstyrkan som en egen vapengren; principer för rymdsystems cybersäkerhet. Rymddirektiv 1-5 har alla avhandlats i FOI:s Omvärldsanalys Rymd 2020. De två senaste rymddirektiven kom vid årsskiftet 2020/2021:

- Rymddirektiv 6: Nationell strategi för kärnkraftsbaserad energi och framdrivning i rymden (december 2020) [186],
- Rymddirektiv 7: Amerikansk policy för rymdbaserad positionering, navigering och tid (januari 2021) [187].

Rymddirektiven beslutas av presidenten och anger ambition och inriktning inom vissa specifika sektorer eller områden. Direktiven berör ofta detaljer inom ett stort antal olika områden. Nedan beskrivs inriktningen av de nya rymddirektiven på en övergripande nivå.

Rymddirektiv 6 upprättar en nationell strategi för att säkerställa utvecklingen och användningen av system för kärnkraft och framdrivning i rymden (*space nuclear power and propulsion, SNPP*) för vetenskapliga, utforskningsmässiga, nationell säkerhet och kommersiella mål. SNPP-system som inkluderas är radioisotopkraftssystem (*radioisotope power systems*) och fissionsreaktorer som används för kraftförsörjning eller framdrivning av rymd- och ytfarkoster. Direktivet syftar till att snabbare uppnå viktiga milstolpar och presenterar också en samordnad plan (*roadmap*) för att främja användande av SNPP-system på ett säkert, tryggt och hållbart sätt. Den redogör för vilka roller och ansvarsområden som olika myndigheter och kommersiella aktörer har.

Rymddirektiv 7 fastställer åtgärder och vägledning för USA:s program och aktiviteter för rymdbaserad positionering, navigering och tidsangivelse (*Position, Navigation and Timing, PNT*) med fokus på nationell och inrikes säkerhet, civila, kommersiella och vetenskapliga ändamål. Direktivet ger riktlinjer för underhåll och modernisering av GPS (*Global Positioning System*) samt för hur man ska implementera och driftsätta förmågor som ska skydda USA:s och dess allierades tillgång till, och användning av, GPS för nationell och ekonomisk säkerhet. Även riktlinjer för hur USA ska delta i internationella samarbetsinitiativ gällande utländska rymdbaserade PNT-tjänster och utländsk användning av GPS lyft fram.

Placeringen av ansvaret för trafikledning i rymden har länge varit föremål för diskussion i USA, och rymddirektiv 3 fastställde att ansvaret för trafikledning i rymden skulle flyttas från det amerikanska försvarsdepartementet till handelsdepartementet. Detta arbete är i full gång och de första operationella tjänsterna planeras att flyttas i slutet av 2024, läs mer i kapitel 2.4 *Rymdlägesbild – internationell utveckling och trender*.

Under Biden-administrationen gav Vita huset i december 2021 ut en inriktning för arbetet inom rymdområdet, kallad *Space Priorities framework*. Den speglar i stort samma prioriteringar som föregående administration lyfte fram i den nationella rymdpolicyn, men lägger mer vikt vid att nyttja rymden för att bekämpa klimatförändringarna, upprätta och stärka internationella regler för ordning och ansvarsfullt beteende i rymden och att investera i STEM-utbildningar²² för att säkerställa personalförsörjningen inom rymdsektorn i framtiden. [188] Biden-administrationen har även valt att ha kvar det nationella rymdrådet (som återupprättades 2017 av dåvarande president Trump) som i sin

²² Science, Technology, Engineering and Mathematics (Vetenskap, teknologi, ingenjörskonst och matematik).

tur fortsatt sitt arbete under ledning av vicepresident Kamala Harris [189]. I och med de nya prioriteringarna beslutades det att fler relevanta ministrar (arbetsmarknads-, inrikes, jordbruks- och utbildningsministern) och vita husets klimatrådgivare ska ingå i det nationella rymdrådet.

Som ett steg i sin strategi för att främja ansvarfullt nyttjande av rymden och att leda utvecklingen av detta deklarerade USA i april 2022 att de förbinder sig att avstå från att genomföra destruktiva rymdskrotsgenererande tester med markbaserade antisatellitvapen, också kallat DA-ASAT-tester²³ [190]. Viktigt att poängtera är dock att USA inte rustar ned sin förmåga att kunna förstöra satelliter med markbaserade robotsystem. [191] Åtagandet förhindrar inte USA från att fortsätta utveckla rymdförnekade system, både kinetiska och icke-kinetiska, men tonvikten kan förväntas vara mot icke-destruktiva vapen. USA följde också upp sitt åtagande med att lägga fram en FN-resolution som förespråkar att stater upphör med destruktiva markbaserade antisatellitvapentester, se kapitel 2.2.

USA och Biden-administrationen har angivit en tydlig inriktning för sitt globala rymdledarskap och den rymddiplomati som ska föras för att säkra den dominans som USA har i rymden idag, både när det kommer till statlig aktivitet men även kommersiell. Det första strategiska ramverket för rymddiplomati (*strategic framework for space diplomacy*) som det amerikanska utrikesdepartementet offentliggjorde i maj 2023, syftar till att utöka internationella samarbeten kring rymdaktiviteter och samtidigt främja ansvarsfullt beteende från rymdaktörer [192]. Ramverket består av tre pelare med följande fokus:

1. **Diplomati för rymden** lyfter hur diplomati kan användas för att främja USA:s intressen i rymddomänen och en säker och hållbar rymd nu och för framtida generationer.
2. **Rymd för diplomati** fokuserar på att använda rymdförmågor och rymddiplomati för att uppnå USA:s andra diplomatiska mål, till exempel genom att använda satellitbilder för att driva klimat- eller miljörelaterade frågor.
3. **Fortbildning av departementets personal i rymddiplomatiska metoder** syftar till att förse det amerikanska inrikesdepartementets personal med verktyg och metoder för att kunna bedriva rymddiplomati.

Övergripande skall dessa pelare (främst de två första) genomföras genom internationella samarbeten och bilaterala dialoger men även genom arbetet i framförallt FN. USA framhåller sitt engagemang i FN:s öppna arbetsgrupp om fredligt nyttjande av rymden med resolutionen om avståndstagande från ASAT-tester samt Artemisprogrammet och de principer som styr samarbetet inom programmet (*the Artemis Accords*)²⁴ som stora framgångar och viktiga verktyg

²³ Direct-ascent anti-satellite.

²⁴ För mer information om Artemis-avtalen se FOI Memo 7323.

för denna strategi (även om de båda skapades innan det strategiska ramverket för rymddiplomati gavs ut).

Under 2019 etablerades den amerikanska rymdstyrkan USSF (*United States Space Force*) som en egen vapengren i enlighet med rymddirektiv 4, bland annat i syfte att samordna styrningen av USA:s militära rymdresurser. Rymdstyrkan består idag av cirka 8600 personer inom militär personal och cirka 5000 personer inom civil personal men förutses att bli 16000 totalt [193] de närmaste åren, och i budgetförslaget för 2024 ses en ökning av den militära personalen till 9400 personer [194]. Initialt har rymdstyrkan tagit över flygvapnets rymdaktiviteter men huruvida de andra vapengrenarnas rymdaktiviteter också kommer att organiseras inom rymdstyrkan på sikt återstår att se. Dock verkar andra vapengrenar fortfarande utveckla egna intressen på rymdområdet. I slutet av 2021 tillkännagav exempelvis armén ett samarbete med det kommersiella finska företaget ICEYE som ska tillhandahålla armén med tjänster inom SAR (syntetisk aperturradar) [195]. I USA:s underrättelsesektor (*Intelligence Community, IC*), där rymdstyrkan blev medlem i januari 2021 [196], finns flera underrättelsemyndigheter som anskaffar och styr egna satelliter för övervakning, bland annat NRO (*National Reconnaissance Office*) och NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*). Hur samverkan mellan underrättelsemyndigheterna och USSF ska fungera håller fortfarande på att ta form [197], men det finns redan exempel på gemensamt framtagna satelliter [198].

Rymdstyrkan är uppdelad i tre kommandon: SpOC (*Space Operations Command*), SSC (*Space Systems Command*), och STAR (*Space Training and Readiness Command*). Utöver dessa finns även två materialanskaffande organisationer, Space RCO (*Space Rapid Capabilities Office*) och SDA (*Space Development Agency*). Space RCO skapades 2018 som ett svar på den nationella försvarsstrategin och är en organisation vars syfte är att på kort tid kunna utveckla och leverera prototyper på system och produkter som SSC sedan kan sätta i produktion. Uppdraget utförs genom moderniserad försvarsupphandling som syftar till att väsentligen korta ledtider och man lägger också mycket fokus på samarbeten med kommersiella parter för att snabbt kunna anskaffa prototyper [199] [200]. Myndigheten SDA låg organisatoriskt tidigare under försvarsdepartementet men flyttades till rymdstyrkan i oktober 2022. De ansvarar för att utveckla rymdstyrkans satellitkonstellation som ska bidra med olika förmågor till flera delar av det amerikanska försvaret. Konstellationen planeras vid färdigställande bestå av drygt 170 satelliter i låga jordbanor [201]. SDA:s moderniserade upphandlingsmetoder förväntas möjliggöra en högre uppsändningsfrekvens så att nya funktioner kan tillföras konstellationen vartannat år. Första gruppen av tekniska demonstratorsatelliter sköts upp i april 2023 och testar funktioner för bland annat tidig förvarning och målinvisning för

indirekt bekämpning²⁵. [202] De första operativa satelliterna i det som kallas *proliferated warfighter space architecture* är planerade att skjutas upp 2024 och vid färdigställande kommer konstellationens olika funktioner innefatta bland annat navigations- och kommunikationsmöjlighet för satelliterna, möjlighet att upptäcka, följa och varna för missiler, inklusive hypersoniska missiler samt stödja markbaserade vapensystem med tidskänslig information. [203] Detta tydliggör också hur fokus har flyttats från att skjuta upp få, stora och dyra system till att nu skjuta upp fler mindre system för att säkerställa redundans i konstellationen som helhet, om något delsystem skulle förlora sin funktion [204].

Den kommersiella rymdmarknaden domineras av amerikanska företag, specifikt SpaceX [205] som enskilt innehar majoriteten av alla aktiva satelliter i omloppsbana (läs mer om SpaceX Starlink-satelliter i kapitel 4.2.3). SpaceX raketer står dessutom för en stor del av uppskjutningarna från USA och är en viktig del i NASA:s bemannade och obemannade uppdrag till den internationella rymdstationen ISS (*International Space Station*). Sedan 2020 har USA, genom SpaceX, självständig förmåga att sända upp astronauter till ISS [206], där man tidigare har varit beroende av ryska raketer. Även Boeing gör framsteg inom bemannade rymdfarkoster och deras tester är planerade till 2024. I och med detta kan USA räkna med ytterligare redundans i förmågan att kunna sända upp astronauter i rymden.

I den årliga hotanalysen (*Annual Threat Assessment*) för år 2022 från USA:s samlade underrättelsemyndigheter pekar USA ut Kina och Ryssland som de aktörer som utgör de två största hoten mot USA i den globala rymdsektorn [207]. Kinas nationella satsning att bli ledande i rymden till 2045 lyfts fram ur ett civilt, kommersiellt och militärt perspektiv där USA menar att Kinas rymdaktiviteter är utformade för att försöka urholka USA:s inflytande i militära, tekniska, ekonomiska och diplomatiska sammanhang. Kinas integrering av rymdtjänster och satellitkommunikation i sina egna vapensystem ses som ett hot mot USA:s militära informationsövertag. USA anser fortfarande att Ryssland är en nyckelspelare i rymdsektorn trots att de förväntas ha svårigheter med att närma sig sina mål, bland annat på grund av sanktionerna efter den fullskaliga invasionen av Ukraina. Ryssland uttalande sig under hösten 2022 om att kommersiella satelliter, i det aktuella fallet underförstått SpaceX Starlink-konstellation för satellitkommunikation, kan komma att betraktas som legitima mål vid militärt nyttjande [208] varpå Vita huset meddelade att man kommer att svara på eventuella attacker mot amerikansk infrastruktur i rymden [209], men gav inga detaljer om hur det kan ske eller vilka satelliter som kan komma att försvaras. Relationen mellan USA och övriga stormakter i rymddomänen har FOI analyserat närmre i en rapport om det ryska rymdprogrammet som publicerades i december 2022. [4]

²⁵ Indirekt bekämpning innebär att man bekämpar ett mål som man inte kan se från skjutplatsen.

Sammanfattningsvis har de senaste åren varit händelserika på USA:s rymdfront. I FOI:s Omvärldsanalys Rymd 2020 konstaterades att Trump-administrationen tog krafttag för att bibehålla USA:s dominans i sektorn och vi uppmärksammade Kina som en stark utmanare till titeln som världens största rymdaktör [3]. Under Biden-administrationen har arbetet fortsatt för att behålla USA:s ledning. De nya prioriteringarna för rymdaktiviteter lägger större vikt än tidigare på aktuella globala utmaningar, till exempel klimatförändringar och krishantering. I och med det nya ramverket för rymddiplomati flyttas även fokus till diplomati och internationella samarbeten med likasinnade, då USA ser behovet av att motverka sina huvudkonkurrenters inflytande i det globala rymdsamfundet [210]. Att rymden numera beskrivs som en arena för krigföring har ökat motsättningarna mellan USA och de andra rymdstormakterna Kina och Ryssland.

USA intar fortfarande en särställning bland rymdstormakterna sett ur ett försvars- och säkerhetsperspektiv. USA präglar utvecklingen av den globala rymdverksamheten både genom tekniskt ledarskap med dominanta kommersiella aktörer och genom det inflytande som man utövar diplomatiskt. USA fortsätter att påverka utvecklingen av global rymdpolicy både genom FN:s multilaterala arbete, men också genom nationella initiativ och åtaganden som man öppnar upp för andra stater att medverka i (till exempel Artemisprogrammet eller avståndstagandet från destruktiva markbaserade antisatellitvapentester).

5.2 Ryssland

Detta kapitel är till stor del baserat på FOI:s rapport *Ryssland i rymddomänen – från Sputnik till Sanktioner* om Rysslands rymdprogram som publicerades 2022. [4]

Det ryska rymdprogrammet har sedan starten primärt varit drivet av säkerhets- och försvarspolitiska intressen. Den nationella rymdverksamheten är fortfarande en viktig del av den ryska stormaktsidentiteten, men Rysslands nationella rymdprogram är trots det inte i gott skick och Rysslands framtid som en ledande stormakt i rymden är inte längre självklar. Detta grundas i ett antal samverkande problem: korruption; brister i genomförandet av rymdpolitik, rymdprogram och konkreta projekt; samt brist på kompetent arbetskraft. En förstärkande faktor har tillkommit under våren 2022 i form av de skärpta sanktionerna mot Ryssland som västvärlden kommit överens om.

5.2.1 Sanktioner och tilltagande isolering

EU och USA har med anledning av den fullskaliga ryska invasionen av Ukraina enats om omfattande sanktioner riktade mot Ryssland. EU-sanktionerna [211] omfattar specifika regler med exportrestriktioner riktade mot den ryska rymdindustribasen och det ryska rymdprogrammet. Sanktionerna som började gälla den 26 februari 2022 har som syfte att kraftigt försvaga Rysslands ekonomi

och försvåra finansieringen av kriget mot Ukraina. Exportrestriktionerna är även ämnade att försvåra militära satsningar, bland annat inom rymdområdet. [212]

Sanktionerna har medfört att uppskjutningar med ryska *Sojuz* från Kourou i Franska Guyana, där ESA och den franska rymdmyndigheten CNES bedrivit uppskjutningsverksamhet, har avbrutits. Även den ryska uppsändningen av ESAs ExoMars-projekt ställdes in, liksom planer på samarbeten för utforskning av månen. Svensk rymdverksamhet har också påverkats direkt av de utökade sanktionerna mot Ryssland. [213] Ett exempel är att satelliten MATS som Rymdstyrelsen finansierat inte kunde sändas upp från Ryssland enligt plan. [214] Andra bilaterala samarbeten som har avbrutits är det tysk-ryska astrofysiksamarbetet för att utveckla ett rymdobservatorium, *Spektr RG* (*Spectrum + Röntgen + Gamma*) [215] och det fransk-ryska instrumentprojektet som skulle vara en del i Indiens kommande utforskning av Venus. [216]

Som respons på Västs tillbakadragande från etablerade rymdsamarbeten har den ryska regeringen vidtagit motsanktioner. Den ryska statliga rymdorganisationen Roskosmos meddelade under våren 2022 att uppsändningen av *OneWeb*s satelliter från Bajkonur i Kazakstan skulle ställas in. Satelliterna som redan hade levererats till Bajkonur behölls i ryskt förvar och Roskosmos meddelade att de skulle förvara satelliterna till dess att man kunde nå en överenskommelse om förutsättningarna. [213]

Ryssland pressas alltså hårt av flera internationella sanktioner, inte minst när det gäller modern elektronik anpassad för rymdmiljö. [217] Man har i bakvattnet av sanktionerna tvingats lägga fokus och resurser på att stärka den inhemska produktionen av elektronikkomponenter för att möta nationella behov. Det finns indikationer på att Ryssland har stora problem med att ta fram inhemsk elektronik och teknik, bland annat för radarsatelliter. [218]

Sanktioner från västvärlden gällande komponenter med dubbla användningsområden och sanktioner direkt riktade mot rysk flyg- och rymdsektor har också slagit mot de få privata aktörer som finns. Amerikanska myndigheter har infört hinder mot rysk import som strider mot sanktionerna. [219] EU-sanktionerna som infördes under vårvintern 2022 har syftat just till att slå mot den industriella basen. Att hela den ryska rymdsektorns åtkomst till komponenter stoppas kommer med största sannolikhet verka hindrande även för eventuella nyetableringar av privata företag som inte kan räkna med statligt stöd. [211] Ryssland har heller inte kunnat möta sanktionerna genom att dra fördel av innovationskraft och utveckling bland privata aktörer på grund av att förutsättningarna för privat rymdindustri är kraftigt kringskurna. [220] [221] [219]

År 2015 gjordes en undersökning som visade att 75 % av elektroniken i ryska satelliter var importerad, i huvudsak från amerikanska teknikbolag. [222] Även

om Ryssland sedan dess lyckats påbörja viss nationell produktion är landet sannolikt inte självförsörjande på elektronikkomponenter för rymdbruk.

Sanktionerna ger också följd effekter där inte bara tillverkningen av själva satelliten försenas, utan där ryska substitut till utländska komponenter kan vara så pass mycket tyngre eller mer skrymmande att satelliten inte längre passar in på dess planerade bärraket. [223]

5.2.2 Den statliga ryska rymdsektorn

Huvuddelen av rysk rymdverksamhet är antingen underställd den statliga rymdorganisationen Roskosmos eller en del av de ryska Väpnade styrkorna. Roskosmos skiljer sig från flera andra motsvarande internationella statliga rymdorganisationer i det att Roskosmos utöver civil FoU och tillverkning även har rent militära uppgifter. I många internationella samarbeten har Roskosmos dock i stor utsträckning kunnat segla under civil flagg. I samband med kriget i Ukraina våren 2022 blev den militära dimensionen dock tydlig, inte minst genom det uttalade stöd som dåvarande direktör för Roskosmos, Dmitrij Rogozin, gav till de Väpnade styrkorna. Det framhölls även i rysk media att Roskosmos nu var en del av de Väpnade styrkorna då Roskosmos aktiverat alla satelliter till förmån för försvarsministeriet. [224] En av de främsta militära uppgifterna är Roskosmos ansvar för utveckling och tillverkning av interkontinentala ballistiska robotar samt kryssningsrobotar. [223] Detta ansvar har också tydliggjorts genom uttalanden om att Roskosmos ska öka produktionen av militärt materiel. [225]

I juli 2022 tillsattes en ny generaldirektör för Roskosmos, Jurij Borisov. Borisovs utnämning motiverades inte närmre men det framställs som att Borisov ska ha ytterligare erfarenhet av försvarsfrågor. Borisov har talat om radikala omstruktureringar av sektorn, utökad inhemsk produktion av rymdkomponenter och att samarbeten ska sökas med partners som inte deltar i sanktionerna mot Ryssland. [226]

Ytterligare ett problem för Ryssland och Roskosmos är de minskade inkomsterna till Roskosmos från försäljning av tjänster och varor såsom uppsändning av människor till ISS. Sedan USA genom SpaceX har återfått nationell förmåga att skicka upp astronauter till ISS har Ryssland tappat denna inkomstkälla. [227] De senaste åren har även den ryska marknadsandelen inom kommersiella uppskjutningssegmentet minskat kraftigt. [228] Under 2020 sjönk Roskosmos inkomst kraftigt jämfört med 2019. [229]

Slutligen kan sägas att Roskosmos under lång tid inte heller har investerat tillräckligt i underhåll och utveckling av nya system. De extra inkomster – utöver det statliga anslaget – som funnits från försäljning av tjänster och hårdvara till utlandet har inte återinvesterats i verksamheten utan i huvudsak använts för att finansiera daglig verksamhet. På så vis har man kunnat dölja att rymdsektorn under lång tid varit gravt underfinansierad. [221]

5.2.3 Rysk rymdindustri

I ljuset av det kommersiella paradigmskiftet som den globala rymdsektorn har genomgått under 2000-talet går det att konstatera att Ryssland inte har genomdrivit förändringar som möjliggör att rysk kommersiell industri kan konkurrera på en global marknad. [221] Den nationella rymdindustrin är i väldigt stor utsträckning statligt kontrollerad och består i huvudsak av statliga konstruktionsbyråer och vetenskapliga produktionsföretag som helt eller delvis styrs av Roskosmos.

Bedömare har också menat att satsningarna på kommersialisering varit begränsade då Roskosmos ansett att finansiering av verksamheter som inte ingått i det centralt styrda industrilandskapet riskerade att avleda medel från den etablerade statliga verksamheten. [220] I likhet med andra branscher, exempelvis IT-branschen [230], har man istället valt att begränsa privata initiativ och innovation till förmån för full kontroll i alla led. En effekt av detta är att Ryssland har hamnat i ett ofördelaktigt konkurrensläge i förhållande till andra stater som i sina nationella rymdprogram kan dra fördel av den privata sektorns finansieringsmodell med tillgängligt riskkapital och utveckling av rymdverksamhet. [221] Det konstaterandet stämmer också överens med observationer gällande rysk teknikutveckling i ett bredare perspektiv. [231]

Det finns ändå exempel i närtid på att utvecklingen av privat rymdverksamhet är en angelägenhet för den ryska ledningen. När den ryska regeringen 2021 presenterade budgetförstärkningar till rymdprogrammet underströk premiärministern också i sitt uttalande att det var viktigt att stärka effektiviteten i *hela* industrin. [232] I samband med en konferens som hölls av bland andra Roskosmos i januari 2022 presenterades ett nytt rättsligt ramverk som ska främja ”privat kosmonautisk verksamhet”. Ramverket som presenterades syftade till att stödja utforskning av rymden med hjälp av privata aktörer och behandlade även det nödvändiga lagrum för att hantera sådan verksamhet. [233]

En sammanvägning av de olika åtgärderna ger åtminstone en bild av att det finns en kännedom om de utmaningar som finns och att man försöker hantera dem. Men det sker inom väl definierade ramar och utifrån regeringens perspektiv – ett tillvägagångssätt som inte verkar har lett till en reell omvandling av sektorn. I ljuset av den fullskaliga ryska invasionen av Ukraina och påföljande sanktioner mot rysk rymdsektor är det svårt att värdera om åtgärderna kommer få någon praktisk positiv betydelse för den ryska privata industrins framväxt eller dess möjligheter att ta andelar av den globala marknaden. En utveckling i den riktningen är mycket osannolik i ett kortare tidsperspektiv.

5.2.4 Det ryska rymdprogrammets utveckling

Den senaste treårsperioden har bjudit på både fram- och motgångar för det ryska rymdprogrammet. Bland framgångarna kan nämnas att Ryssland efter ett

decennium av förseningar kunde sända upp den första GLONASS-satelliten från den moderniserade K2-generationen 2023 [234], att framgångsrika uppskjutningar av de nya bärraketerna Angara A5 och A1.2 [235] har genomförts, samt att Ryssland faktiskt har kunnat sända upp flera satelliter trots skärpta sanktioner. Bland motgångarna kan nämnas att ett icke försumbart antal av dessa nya satelliter inte har fungerat som tänkt eller kunnat placeras i sin tänkta bana [235] [236], den misslyckade landningen på månens sydpol 2023, samt den ryska Nauka-modulen till internationella rymdstationen som efter ett decennium av förseningar dockade med ISS 2021 och vid sammankopplingen startade sina egna raketer vilket ledde till att hela rymdstationen började rotera. [237]. Ryssland har vidare uppvisat problem med att upprätthålla numerären i flera militärt viktiga satellitkonstellationer. [4]

I november 2021 genomförde Ryssland även ett internationellt uppmärksammat destruktivt test med en markbaserad kinetisk antisatellitrobot som sköt sönder en sedan länge inaktiv sovjetisk militär satellit. [238] Testet utgjorde kulmen på ett dedikerat program som innefattat ett tiotal tester från 2014 och framåt, och var sannolikt väl tillrättat och utgjorde del i den strategiska kommunikationen. Testet fördömdes internationellt då det skapade en stor mängd rymdskrot i höga banor med lång livslängd. Genom testet signalerade Ryssland till Väst att i en eventuell konflikt i rymden tar Ryssland mycket ringa hänsyn till konsekvenserna för rymdmiljön och andra aktörers civila verksamhet.

5.2.5 Rysslands väg framåt

Ovanstående missöden till trots, och fastän Ryssland tappar gentemot USA och Kina, så är landet fortsatt en framstående spelare inom rymddomänen och uppvisar ambitiösa planer.

I början av 2022 kom det fram ytterligare information kring en större konstellation som kallas *Sfera*²⁶. Konstellationen planeras omfatta 264 satelliter i olika banor och banplan. Den skiljer sig från en klassisk, homogen, konstellation såtillvida att *Sfera* kopplar samman ett stort antal olika satelliter med olika funktioner. Bland dessa funktioner finns hantering av övervakning av norra ishavsrutten för säker sjöfart, multispektral jordövervakning och kommunikationsmöjligheter för sakernas internet i de norra delarna av landet. [239] [240] På det sättet påminner den om den konstellationen som den amerikanska rymdstyrkan är i färd med att bygga upp, se kapitel 5.1.

Konstellationen betecknas ibland som ett prioriterat projekt för Roskosmos och Ryssland. Den omnämns både i det nationella programmet för den digitala

²⁶ Ej att sammanblandas med en serie sovjetiska satelliter med samma namn på 60- och 70-talet.

ekonomin samt i handlingsplaner för trådlös kommunikation. [241] [231] Detta verkar dock inte backas upp på motsvarande vis med tilldelade medel. [242]

Det kan ses som något paradoxalt att Ryssland lyfter fram storslagna planer på nya konstellationer samtidigt som man redan har uppvisar kraftiga svårigheter inom det existerande rymdprogrammet. En viktig kommande indikator blir därför hur väl Ryssland lyckas gå från att huvudsakligen underhålla existerande system till att börja bygga upp helt nya typer av rymdbaserade förmågor.

5.3 Kina

Kinas frammarsch i rymden fortsätter på de flesta områden, och landet utgör nu tillsammans med USA den odiskutabla ledarduon i rymddomänen. Som visas i statistiken i kapitel 4 har Kina haft en kraftig tillväxt av militära satelliter och antal uppskjutningar, och man har på dessa områden tydligt dragit ifrån Ryssland och börjar även komma ikapp USA.

I början av 2022 gav den kinesiska regeringen ut en vitbok [243] som beskriver viktiga prestationer och framgångar inom det kinesiska rymdprogrammet sedan 2016, samt lägger fram ambitionerna för den följande femårsperioden. Centrala målsättningar som anges är fortsatt utforskning av yttre rymden, vidareutveckling av nationell rymdindustri till stöd för ekonomisk tillväxt, och att landet ska fortsätta utvecklas som rymdstormakt. Notabelt är att Kina, de enorma militära satsningarna till trots, främst vill tala om sitt rymdprogram i civila ordalag. Nästan helt frånvarande i vitboken är skrivningar om försvar eller militär nytta, istället betonas att principer om fredligt utforskande och nyttjande av rymden ska upprätthållas.

På grund av rymdsystems inneboende potential för dubbelanvändning²⁷ är gränsdragningen mellan militär och civil rymdverksamhet inte helt tydlig i normalfallet, men i fallet Kina är det ännu något mer komplicerat. Ett bärande koncept i Kinas övergripande säkerhetspolitiska ambitioner är ”militär-civil fusion”, varigenom all civil verksamhet vid behov ska kunna nyttjas av försvarsmakten, eftersom den mest avancerade teknikutvecklingen bedöms ske i det privata näringslivet. Därför länkas försvarsmakten ihop med statlig forskning och utveckling, industri, myndigheter, akademi och den privata sektorn. Rymd är här inget undantag, utan bedöms utgöra ett särskilt tydligt exempel på hur Kina integrerar civil och militär verksamhet. Kinesiska medborgare över hela världen är dessutom enligt 2017 års nationella underrättelselag skyldiga att bistå de kinesiska underrättelsetjänsterna vid behov. Sammantaget innebär detta att det inte kan sägas finnas någon renodlat civil rymdverksamhet eller civila rymdsamarbeten i relation till Kina. [179] [244]

²⁷ Dual use, möjlighet till användning för både civila och militära ändamål.

Inom militären ligger ansvaret för rymddomänen hos Folkets befrielsearmés Strategiska stödtrupper. De Strategiska stödtrupperna är en med västliga mått mätt annorlunda konstruktion som samlar förmågor kopplade till rymd, cyberkrigföring, informationsoperationer och telekrig under ett och samma paraply. Totalt bedöms stödtrupperna ha haft en personalstyrka i storleksordningen 145 000 under 2021, men fördelningen mellan de olika delarna är inte tydlig. På rymdområdet har stödtrupperna bland annat till uppgift att skapa bättre koppling mellan den militära rymdverksamheten och kinesiska försvarsmaktens övergripande operativa förmåga. Det är sannolikt också stödtrupperna som ansvarar för Kinas rymdförnekande förmågor, som inkluderar både kinetisk och icke-kinetisk verkan mot satelliter. Kina genomförde 2007 ett destruktivt antisatellitvapentest med en markbaserad robot där en av deras egna satelliter sköts sönder och genererade stora mängder långlivat rymdskrot. Sedan dess har ett flertal ytterligare tester genomförts, men mot fiktiva mål och utan att generera rymdskrot. Kinesisk förmåga till telekrigföring mot satelliter av olika typer är också bekräftad. [245] [246] [247]

Kina planerar att i slutet av 2023 sända upp de första satelliterna i en egen megakonstellation som planeras uppgå till sammanlagt upp till 13 000 satelliter, som främst ska möjliggöra bredband via satellit och utgöra en motpol till den dominerande ställning inom satellitkommunikation som amerikanska SpaceX Starlink-konstellation för närvarande innehar. [248] Kina har under en tid uttryckt sig mycket skeptiskt kring Starlink, som Kinas försvarsmakt säger sig betrakta som ett amerikanskt militärt projekt kamouflerat som civilt. [249] Kina uttrycker vidare oro över att USA, genom Starlink, får monopol på strategiska resurser i form av viktiga satellitbanor och frekvensband, och vill därför snabbt självt bygga upp en motsvarande närvaro i rymden. [250]

En faktor som kan bidra till att det från kinesisk sida upplevs brådska med en kinesisk megakonstellation är att den kan utgöra en viktig bricka i det fenomen som benämnts *space sector capture* [251], som går ut på att erbjuda stöd till främst utvecklingsländer i att främja och utveckla deras rymdsektorer för att på olika sätt skaffa sig kontroll och inflytande över staterna i fråga. [252] Kina ser dessa samarbeten med utvecklingsländer på rymdområdet som geografiskt strategiska tillgångar för att stärka sitt eget rymdprogram och därmed sin egen globala rymdmakt [4], inte minst inom ramen för landets prioriterade globala infrastrukturprojekt *Belt & Road*.

Ett viktigt prestigefyllt projekt i det kinesiska rymdprogrammet är utforskningen av månen och etableringen av en ny forskningsbas på månen (*International Lunar Research Station*, ILRS). Under 2023 har uttagningar av astronauter påbörjats. [253] ILRS är starten på en ny nivå av konkurrens och splittring för globalt samarbete kring mänsklig rymdfart. Det är också en milstolpe för det fördjupade rymdsamarbetet mellan Kina och Ryssland. [254] ILRS-samarbetet är öppet för alla stater som vill delta. [252] Efter Ryssland var Venezuela första stat

att ansluta till ILRS i juli 2023. [255] I september 2023 tecknade även Sydafrika samarbetsavtal med Kina om deltagande i ILRS [256] och i oktober 2023 anslöt också Azerbajjan. Därtill har den regionala rymdsamarbetsorganisationen APSCO (*Asia-Pacific Space Cooperation Organization*), den Hawaii-baserade astronomiorganisationen ILOA (*International Lunar Observatory Association*), schweiziska SwissCom och thailändska NARIT (*National Astronomical Research Institute of Thailand*) och sannolikt även Pakistan meddelat intentionen att delta i samarbetet. [257] Kina förutses sätta upp ett samarbetscentrum, ILRSCO (*International Lunar Research Station Cooperation Organization*), som ska öppna i oktober 2023 och öppna upp centrumet för samarbete mellan ILRS-deltagarna. [258] Kinas ambitioner att fördjupa samarbeten med Saudiarabien och Förenade Arabemiraten inom utforskning av månen grusades dock delvis under 2023 på grund av exportkontrollfrågor som skulle inverkat på ländernas möjligheter att samarbeta med USA. [259]

I gränslandet mellan rymd- och luftdomänen orsakade Kina i början av 2023 viss medial uppmärksamhet genom en höghöjdsballong som flög in över Kanada och USA på cirka 20 kilometers höjd. Kina hävdade att det var en meteorologisk ballong som drivit ur kurs, medan USA hävdade att den hade militära spaningssyften. Det hela kulminerade med att USA sköt ner den kinesiska ballongen över sitt eget territorium, och incidenten bidrog till en än mer spänd relation mellan USA och Kina. Liknande ytterligare ballonger observerades sedan ovanför andra länder. Händelsen ledde till en ökad allmän medvetenhet om det möjliga militära förmågebidraget från höghöjdsballonger, något som får betraktas som ett högst nischat kompetensområde före denna incident. [260]

Kina och Ryssland presenterade ett gemensamt uttalande i samband med de olympiska spelen 2022 i Peking [261], då Xi Jinping och Vladimir Putin möttes igen för första gången på två år. I uttalandet beskrev länderna sin samsyn kring ett antal frågor av global betydelse, och däribland lyftes rymdområdet fram. Hur samsynen kring rymdområdet påverkats av den kort därefter följande fullskaliga ryska invasionen i Ukraina är fortfarande något oklart. Kina har under vårvintern 2022 och det ryska kriget mot Ukraina balanserat sitt förtätade samarbete och den fördjupade vänskapen med Ryssland med sitt intresse att upprätthålla relationerna med västvärlden. Principen om att staters suveränitet inte får kränkas, som starkt förespråkas av Kina, har vägts av mot principen om att staters agerande inte får kränka andra staters legitima säkerhetsintressen. [262] Efter ett halvår in i kriget i Ukraina kom dock indikationer på att Kina allt mer tog ställning för Ryssland. [263] Vilken betydelse som det förtätade samarbetet får för rymdverksamheten och nyttjandet av rymddomänen är dock oklart i dagsläget. Rymden ses som en känslig domän att samarbeta kring och det finns en inneboende misstänksamhet kring att släppa in varandra i verksamhet av betydelse för statens säkerhet. [264] [4]

5.4 EU

EU:s rymdpolicy har de senaste tre åren präglats av det försämrade geopolitiska läget som har inneburit att den europeiska säkerhetsordningen så som den var innan Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina har upphört att existera. Ett tydligt policyskifte har genomförts med stöd i den strategiska kompassen som pekar på rymden som en strategisk domän för europeisk säkerhet och försvar. [265]

Genom den strategiska kompassen lades inriktningen för den rymdstrategi för säkerhet och försvar i rymden som Kommissionen och den europeiska utrikestjänsten presenterade i mars 2023. [266] Rymdstrategin slår fast prioriteringar för säkerhet och försvar som ska integreras i arbetet med det europeiska rymdprogrammet. Rymdstrategin pekar på behovet av att upprätta en gemensam hotbild, skydda Europeiska rymdsystem, samordna respons vid incidenter eller attacker, stärka multilateralt samarbete och relationen med FN och Nato. Därtill pekade rymdstrategin på att fragmenteringen av lagstiftning på rymdområdet kan utgöra en sårbarhet för det europeiska rymdprogrammet och förordade en utredning av behovet av en europeisk rymdlagstiftning. [266] Medlemsstaterna och EU har genom Lissabonfördraget, artikel 189, delad kompetens inom rymdpolitiken och utvecklar sin nationella rymdverksamhet självständigt, inklusive sin rymdlagstiftning. I och med det försämrade säkerhetsläget i Europa ändras EU:s behov av sitt rymdprogram och därmed är det också förklarligt att Kommissionen och utrikestjänsten föreslår en översyn av styrningen kring programmet och hur den relaterar till medlemsstaternas syn på regleringen av rymdverksamheten. Därtill skärper EU regleringen på ett antal andra områden med direkt påverkan på rymdverksamhet som bedrivs inom unionen. Bland annat har nya EU-direktiv som bland annat ställer krav på säkerhet i samhällskritisk rymdinfrastruktur [267] och informationssystem [268] antagits under 2022. Ytterligare en skärpning av säkerheten har införts genom krav på granskningar av utländska direktinvesteringar i unionen, vilket ska omfatta kritisk infrastruktur, teknik och produkter med dubbla användningsområden för rymdverksamhet. [269]

Att etablera en gemensam rymdlägesbild inom unionens rymdprogram ses idag som avgörande för att EU ska kunna agera med självständighet i rymden. Medlemsstater utvecklar idag i partnerskap en sådan rymdlägesbild (se kapitel 2.4.1), ett arbete som Sverige medverkar i. Under 2022 presenterade EU-kommissionen och Utrikestjänsten även en strategi för trafikledning i rymden [270] som välkomnades av medlemsstaterna. I rådsslutsatser som antogs under det franska ordförandeskapet i EU 2022 framgår att rymdtrafikledning medför strategiska, konkurrens- och innovationsmässiga utmaningar för unionen, men att en sådan kapacitet är nödvändig för att säkerställa ett självständigt tillträde till rymden. Medlemsstaterna underströk också behovet av att säkerställa att EU:s

inriktning för utveckling av rymdtrafikledning ligger i linje med medlemsstaternas försvars- och säkerhetspolicy.

EU har också lanserat en egen satellitkonstellation för att stärka konnektiviteten i hela unionen, IRIS². [271] Satsningen är signifikant både sett till att det är fråga om att EU etablerar en ny större konstellation av satelliter samt till syftet: att skapa säkra, självständiga kommunikationstjänster för unionen som kan motstå det tilltagande hotet som cyberattacker utgör mot samhällskritiska verksamheter. Bland annat ska tjänsterna kunna användas för verksamheter som hanterar gränsövervakning, krisberedskap, bistånd samt sammanlänka och säkra kommunikation mellan kritisk infrastruktur i EU. [272] Därtill etableras Govsatcom för att säkerställa att satellitkommunikation finns tillgänglig för offentliga användare som arbetar med säkerhetskänslig verksamhet. [273] Det här är ytterligare indikationer på de förändrade behov som finns i samhället idag och hur efterfrågan på rymdtjänster och data för säkerhets- och försvarstillämpningar från den offentliga sektorn i Europa har förändrats.

Diskussionerna om användningen av de befintliga Copernicus- och Galileoprogrammen för säkerhets- och försvarsrelaterade verksamheter på nationell nivå är också mer levande än någonsin. Redan när programmen skapades och syftet var tydligt uttalat att programmen skulle vara flaggskeppsprogram med syfte att främja tillväxt och sysselsättning i Europa fördes frågorna upp om hur nationella försvarsmakter skulle kunna – eller inte – utnyttja resurserna. Målsättningen var då att eftersträva största möjliga öppenhet i datapolicy och tjänster för att skapa möjlighet för kommersiella tillämpningar och utveckling av nedströmstjänster. Idag finns det en mycket tydligare förståelse för att behoven av mer begränsade tjänster för offentliga användare också behöver prioriteras.

EU kanaliserar stora satsningar på forskning och utveckling för säkerhet och försvar i rymden genom den europeiska försvarsfonden (*European Defence Fund*, EDF). [274] [275] Inom ramen för EDF finns det idag finansiering att söka för forskning på tillämpningar inom rymdlägesbild, hotbedömning och skydd av rymdinfrastruktur, responsiv uppsändning, spaning och övervakning från rymden, tidig förvarning samt markinfrastruktur för PNT. [276] Ansvar för inriktningen och översynen av satsningarna ligger hos kommissionens generaldirektorat för försvarsindustri och rymd som genomför EU:s rymdprogram, men som också har i uppdrag att stödja utvecklingen av den europeiska försvars- och rymdindustrin. [277] Försvarsmakten, FMV och FOI inrättade 2019 en myndighetsgemensam styrgrupp som arbetar utifrån en målbild för svensk EDF-verksamhet, som tagits fram i samverkan. Målbilden bidrar till att precisera områden som är av särskilt intresse för myndigheterna. [278] [279] [280]

Även den europeiska försvarsmyndigheten (*European Defence Agency*, EDA) jobbar intensivt med kapacitetsuppbyggnad inom en rad områden där

medlemsstaterna som deltar har identifierat kunskapsluckor. En viktig återkommande aktivitet är den årliga granskningen av försvarsområdet i EU (*Coordinated Annual Review on Defence, CARD*) som syftar till att öka koordineringen kring satsningar och upphandling på försvarsområdet mellan de deltagande parterna. Rapporten med resultaten av granskningen använder EDA för att identifiera möjliga synergiområden och föreslå samarbeten för att motverka identifierade brister. [281] I rapporten från 2022 identifierades behovet av en holistisk satsning på rymd för säkerhet och försvar. [282] Det omfattar satsningar på projekt, program och aktiviteter inom områden som satellitkommunikation, spaning och övervakning från rymden, positionering, navigering och tidsangivelse samt rymdlägesbild. Sverige deltar aktivt i det här samarbetet. EDA:s arbete faller inom ramen för den europeiska utrikestjänstens verksamhet inom det säkerhetspolitiska arbetet. [283]

Utrikestjänsten är också i samverkan med medlemsstaterna ansvarig för incidenthantering kopplat till EU:s rymdprogram när det gäller händelser av utrikes- och säkerhetspolitisk karaktär som skulle kunna eskalera. Utrikestjänsten utvecklar därför tillsammans med medlemsstaterna, i linje med inriktningen som presenterats i EU:s strategi för säkerhet och försvar i rymden, mekanismer och rutiner för hantering av incidenter och respons kopplat till den aktuella hotbilden. 2023 har övningar genomförts inom ramen för den så kallade *Space Threat Response Architecture* (STRA). Övningarna simulerade ett cyberangrepp mot rymdprogrammets satellitsystem Galileo för position, navigering och tidsangivelser. I samband med övningen genomförde också Kommittén för utrikes- och säkerhetspolitik en skrivbordsövning med fokus på hotbild i rymden. Det var första gången som kommittén övade scenarion för hot relaterade till unionens rymdverksamhet – ett tydligt tecken i tiden och en viktig milsten för EU och dess medlemsstater som rör sig djupare in i det säkerhets- och försvarsorienterade paradigmet som genomsyrar global rymdverksamhet idag. [284]

Den fullskaliga invasionen av Ukraina har inneburit att EU och dess medlemsstater har avbrutit sina bilaterala samarbeten med Ryssland, samt samarbeten som den Europeiska rymdorganisationen ESA bedrivit tillsammans med den ryska rymdmyndigheten Roskosmos. Bland annat stoppades uppsändningar med ryska raketer från Kourou i Franska Guyana, där ESA och den franska rymdmyndigheten CNES bedriver uppskjutningsverksamhet vilket påverkade genomförandet av det europeiska rymdprogrammet på ett påtagligt sätt. Under våren 2022 blev till exempel uppsändningen av EU:s Galileosatelliter inställd. [285] Det är inte sannolikt att nya rysk-europeiska samarbeten kan utvecklas ens sett i ett längre tidsperspektiv. Både EU och ESA (som inte består av exakt samma medlemsstater) är i ett läge där enskilda medlemsstater utifrån sin bilaterala historik med Ryssland kan motsätta sig framtida interaktion. EU och ESA har också behov av att stärka sitt inbördes samarbete ytterligare i ljuset av den negativa utvecklingen av säkerhetsläget i Europa. Här kommer det krävas

att avgränsningar och skärningspunkter gällande säkerhet och försvar blir tydliga och överensstämmande med respektive organisationers mandat. [4]

Invasionen av Ukraina har också drivit EU och Nato närmre varandra i samarbete inom säkerhet- och försvarsfrågor på rymdområdet. Samarbetet befinner sig i en utvecklingsfas och det pågår tillnärmande aktiviteter i många olika spår. En viktig milsten var inrättandet av *Nato-EU Task Force* i januari 2023. [286] I juni 2023 presenterades också en rapport om resiliens i kritisk infrastruktur i vilken rymdsektorn identifierades som en av fyra sektorer av tvärgående karaktär som stödjer verksamhet inom andra sektorer, men som också står inför särskilda utmaningar. [287] För det fortsatta samarbetets utveckling kommer det krävas mycket arbete kring att klargöra skillnader och likheter i begreppsbildning och syn på rymden som domän hos de respektive organisationerna.

En mycket viktig följd av Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina för den europeiska rymdsektorn är att den ryska insynen i och påverkansmöjligheter gentemot europeiska nationella rymdprogram genom deltagande i forskning och kommersiella samarbeten och affärer begränsas kraftigt. Tillsammans med USA har EU också riktat sanktioner Ryssland. Sanktionerna trädde i kraft den 26 februari 2022 och omfattar exportrestriktioner som specifikt tar sikte på rysk rymdindustri och det ryska rymdprogrammet (se också kapitel 5.2). [211]

Inom FN:s olika arbetsflöden gällande fredligt nyttjande av rymden å ena sidan och rustningskontroll i rymden å andra sidan intar EU en observatörsroll och verkar för att samordna och samverka med medlemsstaterna på plats under pågående förhandlingar. En oroväckande trend som också blir synlig inom rymdområdet är hur Ryssland försöker ifrågasätta EU:s närvaro och medverkan i FN:s fora, i strid med gällande beslut och praxis. Här har EU:s medlemsstater markerat mot sådana utspel och även stått upp för inkluderande arbetsformer som gör det möjligt också för icke-statliga aktörer att bidra till FN:s arbete i olika frågor. EU, representerat av utrikestjänsten, har i olika fora tydligt tagit ställning för att utveckla FN:s arbete med normer, regler och principer och långsiktig hållbarhet. EU visar också aktivt stöd för FN:s processer, multilateralism och brett deltagande av intressenter och verkar för att främja den regelbaserade världsordningen, vilket sker i linje med EU:s rymdstrategi för säkerhet och försvar som understryker att frågorna ska prioriteras.

En fråga som är mer aktuell än någonsin rör Europas självständighet när det gäller tillträde till rymden. Det här speglas bland annat av snabb utveckling av uppsändningsinfrastruktur från fastlandseuropa och de brittiska öarna, men även utveckling av infrastruktur på andra kontinenter och i samarbeten med andra stater. Ett ytterligare tecken i tiden såg vi när Frankrike, Tyskland och Italien träffade en överenskommelse i november 2022, i samband med ESAs ministerrådsmöte, angående utveckling av nästa generation uppsändningsraketer. [288] Samarbetet sägs bland annat syfta till att öka tillträdet för nya aktörer på den europeiska uppsändningsmarknaden, göra europeisk uppsändningsförmåga

mer robust och stärka europeisk uppsändning på den globala marknaden. Under det svenska ordförandeskapet i EU 2023 fokuserade även Sverige på frågan om ”Tillträde till rymden för alla” genom de rådsslutsatser [289] som togs fram på temat. Rådsslutsatserna var dock inte explicit orienterade mot säkerhets- och försvarsaspekter eller EU:s rymdstrategi som lagts fram tidigare under våren 2023, även om det på det nationella planet påbörjats ett arbete med att ta fram en nationell strategi för försvar och säkerhet i rymden, som också omfattar totalförsvaret. Sveriges geografiskt strategiska läge med framtida tillträde till rymden från rymdbasen Esrange kan förväntas bli av stort försvars- och säkerhetspolitiskt värde för EU. Satsningar som olika regeringar i följd efter varandra har gjort på att utveckla den svenska kapaciteten motiverades inledningsvis utifrån viljan att ta tillvara kommersiella möjligheter, men under de senaste par åren har retoriken kring utbyggnaden av Esrange allt mer kommit att färgas av just frågan om det självständiga tillträdet till rymden och dess betydelse för Sveriges utrikes-, försvars- och säkerhetspolitik (se även kapitel 3.2.2 och 3.2.3).

Sammanfattningsvis så pågår det inom unionen och på nationell nivå i medlemsstaterna ett febrilt arbete med att stärka arbetet kring säkerhet och försvar kopplat till det gemensamma rymdprogrammet och europeisk rymdsektor i stort. Sverige har möjlighet att ta en central roll i EU:s rymdsamarbete inom frågor som rör försvars- och säkerhetsrelaterade aspekter, inte minst på grund av vårt geografiskt strategiska läge och kommande uppsändningsförmåga. Vad som kan få en avgörande påverkan på svenskt inflytande över de här delarna av EU:s rymdpolicy i ett kortare perspektiv är oklarheten kring den svenska Natoansökans godkännande. I ett längre perspektiv kan Sveriges förmåga att utveckla nationell policy och praxis som visar att vi som rymdfarande stat tar ansvar för vårt uppträdande i rymden bli en nyckel till framgångsrika samarbeten inom säkerhet och försvar på såväl regional EU-nivå som på global nivå. EU:s behov av att fördjupa sitt samarbete med Nato kommer att bli särskilt märkbart för svenska aktörer. Inom försvar- och säkerhet är trenden att EU ökar sin regionala betydelse i förhållande till ESA. ESA kommer fortsatt vara en viktig partner för EU, men organisationernas olika mandat bör leda till att EU i samarbete med sina medlemsstater fortsätter att utveckla verksamhet inom områden som ESA inte verkar inom.

6 Avskräckning i en rymdkontext

6.1 Inledning

Rymddomänen spelar en allt viktigare roll i samhället, och på både den militära och civila sidan kan det finnas stora beroenden inbyggda. Hot mot ett lands rymdsystem kan därför vara ett hot mot nationell säkerhet.

Med anledning av detta har begreppet avskräckning vunnit ökad uppmärksamhet även inom rymddomänen som en strategi för att säkra och försvara nationella rymdsystem. I det här kapitlet avhandlar vi därför avskräckning som begrepp och dess betydelse för rymddomänen ur ett omvärldsperspektiv.

6.2 Avskräckningsteori

Avskräckning i militär bemärkelse innebär att övertyga en motståndare att kostnaderna för vissa handlingar överstiger värdet för det denne försöker uppnå. [290] Målet med avskräckning är alltså att övertyga en motståndare att inte angripa dig för att det skulle medföra oacceptabla förluster. [291] Avskräckning som begrepp har en lång historia, men dess innebörd har omformats och anpassats över tid. Under kalla kriget var teoribildning kring avskräckning starkt förknippad med den omfattande kärnvapenupprustningen mellan USA och Sovjetunionen. [292] Dagens tankar kring avskräckning är mer fokuserade på konventionella militära medel. [293] [294]

All avskräckning bygger på två beståndsdelar: förmåga och vilja. En aktör som vill avskräcka en motståndare från att vidta en fientlig handling behöver

- ha förmåga att orsaka skada på angriparen, och
- ha viljan att möta eller slå tillbaka efter ett angrepp.

En del lägger även till kommunikation, alltså att tala om för potentiella angripare att landet har både förmågan och viljan som är nödvändigt för trovärdig avskräckning, till exempel genom övningar. [294]

Själva avskräckningen kan delas in i att antingen vara *förnekande* (*deterrence by denial*) eller *besträffande* (*deterrence by punishment*). Förnekande avskräckning grundar sig på den uppfattade förmågan hos en aktör att minimera skadorna på sig själv från ett angrepp och att reducera det övertag som en potentiell angripare skulle kunna uppnå. [295] Detta kan inkludera att ha förmågan att möta och slå tillbaka ett angrepp eller att ha motståndskraftiga eller redundanta system. Målet med förnekande avskräckning är att göra ett potentiellt angrepp mindre attraktivt genom att visa att angriparen inte kommer att uppnå sina önskade resultat.

Besträffande avskräckning står i kontrast till förnekande avskräckning. Här hotas en möjlig angripare med en vedergällning som svar på en aggressiv handling.

Syftet med bestraffande avskräckning sträcker sig bortom enbart försvar och strävar istället efter att orsaka en angripare mer skada än vad angreppet i sig är värt. [294] Detta kan innebära ekonomiska sanktioner, diplomatiska följder eller väpnade angrepp mot värdefulla mål som tillhör angriparen. Trovärdigheten hos hotet om bestraffning är avgörande och automatiska straffmekanismer kan också spela en roll i denna typ av avskräckning. [292] Genom att etablera förutbestämda och snabbt aktiverade reaktioner på aggressiva handlingar kan avskräckningen bli mer effektiv.

6.3 Avskräckning i rymden

Den ökade betydelsen av rymdsystem för militära operationer medför en ökad risk för angrepp mot dessa system. Marksegmenten av rymdsystemen är ofta på landets eget territorium eller långt ifrån regionala konfliktzoner vilket gör markstationer oattraktiva mål vid begränsade konflikter. Satelliter däremot är synliga från marken och följer förutsägbara banor med mycket små möjligheter att manövrera, vilket gör dem sårbara för angrepp och potentiellt attraktiva mål för en angripare. [296]

6.3.1 Hot mot rymdsystem

En vanlig uppdelning av hot mot satelliter är de som kommer från jordytan respektive de som kommer från rymden. [297] [298] Vidare finns en distinktion mellan kinetiska vapen som har en destruktiv verkan på en satellit och icke-destruktiva vapen som inte gör fysisk skada utan endast slår mot rymdsystemets funktion. [299] Till de destruktiva vapnen räknas kinetiska antisatellitvapen där ett objekt, antingen en robot som avfyras från marken eller en farkost i omloppsbana, kraschas in i en satellit. Sådana angrepp kommer, om de används, skapa stora mängder rymdskrot som kan stanna i omloppsbana i flera år. Därför riskerar kinetiska angrepp mot satelliter att göra de berörda banorna mycket mer riskabla, kostsamma, krävande eller rentav obrukbara för alla rymdaktörer. Även tester av kinetiska antisatellitvapen kan riskera rymdmiljön där de sker. Ett exempel är Rysslands destruktiva antisatellittest i november 2021, som resulterade i en betydande mängd rymdskrot [4].

Till icke-destruktiva vapen där endast satellitens funktion påverkas räknas till exempel telekrig och cyberangrepp. Det kan också röra sig om laseranläggningar på marken som tillfälligt kan blanda sensorn ombord på en satellit och på så sätt förhindra satelliten att spana på ett visst område.²⁸ Tröskeln för att utföra reversibla, icke-permanenta angrepp på satelliter, som telekrig och laserbländning, betraktas generellt som låg och dessa angrepp uppges ske regelbundet mot satelliter. [300] Också tillfälliga cyberangrepp mot rymdsystem

²⁸ Beroende på vilken effekt lasern har kan också permanent skada på exempelvis sensorer åsamkas.

är troligen relativt vanliga med Rysslands cyberangrepp mot *Starlink*-systemet i början på sin fullskaliga invasion av Ukraina som ett exempel. [301]

6.3.2 Förnekande eller bestraffande avskräckning

Ett sätt att avskräcka från angrepp mot rymd- och satellitsystem är genom att förneka motståndaren fördelar ett sådant angrepp skulle kunna ge. Det finns mycket lite att tjäna på ett angrepp mot ett lands rymdsystem om det inte ger taktiska eller strategiska fördelar i de andra domänerna. En strategi baserad på förnekande avskräckning kan därför vara att tydligt uppvisa militär förmåga för till exempel kommunikation, spaning och navigering utan användning av satellitsystem. [302] Att angripa landets satelliter blir därmed mindre attraktivt eftersom förmågorna upprätthålls även vid minskad tillgång till rymdsystem.

En annan form av förnekande avskräckning är att göra själva rymdsystemen motståndskraftiga. [303] Ett sätt att uppnå detta är att sprida ut funktioner och nyttolast till flera plattformar. Ett system med flera små satelliter istället för en stor satellit medför redundans där rymdsystemets funktion inte påverkas lika mycket om en satellit slås ut, oavsett om det är tillfälligt eller permanent. Satelliter kan också hållas i reserv, antingen i omloppsbana eller på marken, för att snabbt kunna ersätta en satellit och på så sett förneka en motståndare fördelarna med angreppet. Förmågan att snabbt kunna ersätta satelliter genom snabba uppskjutningar är en viktig komponent i *responsive space* [304] och eftersträvas av bland andra USA. [305] [306]

Slutligen kan satelliterna själva göras motståndskraftiga mot angrepp genom passiva eller aktiva försvarsmekanismer. [296] Satelliter kan skyddas mot cyber- och telekrigföring genom att till exempel kryptera upp- och nedlänkarna samt att använda frekvenshopp eller andra metoder för att skydda mot störsändning. [307] Andra passiva försvarsmekanismer inkluderar att göra satelliter mer manövrerbara så att de kan undvika kinetiska eller andra angrepp samt att på olika sätt göra satelliter svåra att upptäcka och mäta in. Aktiva försvarsmekanismer innebär att montera defensiva vapen på satelliter som kan skydda mot potentiella hot. Exempel på detta kan till exempel vara att utrusta satelliter med störsändare med funktionen att störa inkommande antisatellitvapen. [308] Oavsett typen av försvarsmekanismer är målet att göra angrepp mot landets rymdsystem mindre attraktiva för potentiella angripare.

Avskräckning genom bestraffning manifesterar sig inom rymddomänen främst som hotet om vedergällning mot en potentiell motståndares rymdsystem i händelse av ett angrepp. [303] Denna strategi förutsätter tillgång till utvecklade rymdförnekande förmågor. Att betona en avskräckningsstrategi som bygger på bestraffning kan dock vara ineffektiv om den potentiella angriparen har ett mindre beroende av rymddomänen än den som försöker avskräcka. En annan risk med bestraffande strategi är att om avskräckningen misslyckas riskerar det innebära en eskalering där allt fler kinetiska antisatellitvapen används. Detta kan

i sin tur leda till en snabb ökning av mängden rymdskrot som kan göra stora delar av rymdmiljön obrukbar för båda parterna. [309]

Som tidigare nämnts, kan en bestraffande avskräckningsstrategi vara utmanande om aktören som ska avskräckas inte har lika stort beroende av rymden för sina militära operationer som försvararen. Det kan då te sig naturligt att hota med vedergällning i övriga domäner – cyber, mark, luft eller sjö – i så kallad *cross-domain deterrence*. Dessa bestraffande angrepp skulle sannolikt rikta sig mot liknande funktioner som de rymdsystem som först angripits, vilket skulle ha motsvarande effekt som angrepp mot rymdsystem men kan sannolikt ses som en eskalering och spridning av konflikten. [310] Exempel på avskräckningsstrategier som sträcker sig utanför rymddomänen är USA:s hållning att angrepp på landets rymdbaserade strategiska system för kärnvapenstyrning potentiellt kan besvaras med kärnvapen [18], samt Rysslands uttalanden att angrepp mot landets militära rymdsystem kommer ses som krigshandlingar. [19]

Generellt krävs en god rymdlägesbild både för effektiv förnekande och bestraffande avskräckning. [296] Att kunna mäta in satellitbanor noggrant och ofta gör det möjligt att identifiera möjliga hot och ger mer tid att göra undanmanövrar eller sätta in motmedel. Det är också viktigt för att kunna attribuera ett angrepp eller aggressivt beteende till en specifik aktör för att kunna peka ut aktören och potentiellt orsaka diplomatisk skada. Även vid en bestraffande avskräckningsstrategi är rymdlägesbild essentiellt för att identifiera den aggressiva aktören och potentiellt för att angripa motståndarens rymdsystem. [303] Detta gör rymdlägesbild nödvändigt för effektiv och trovärdig avskräckning i rymddomänen.

6.3.3 Ett omvärldsperspektiv

I takt med att rymdens betydelse har ökat och domänen har militariserats har flera länder aktivt satsat på att utveckla rymdförnekande förmåga, antingen i avskräckande syfte eller för andra strategiska ändamål. [247] I en rapport från 2023 från den amerikanska tankesmedjan *Rand Corporation* [303] analyseras en rad länders strategier och metoder för avskräckning i rymddomänen, vilka sammanfattas här.

USA anses ha överlägset störst beroende av rymden för sina militära operationer. Detta kan möjligtvis göra landet sårbart i rymddomänen och många har spekulerat om ett plötsligt angrepp på flera amerikanska satelliter i ett så kallat ”rymd-Pearl Harbor”. Ett sådant angrepp skulle ha som syfte att eliminera USA:s överlägsenhet i rymden, som kommunikation, positionering och spaning, och på så sätt jämna spelplanen för en konflikt i de andra domänerna. [311] En aktör som inte har lika stort beroende av rymden skulle potentiellt inte vara lika bekymrad av att skapa stora mängder rymdskrot eller vedergällning i

rymddomänen. USA antar därför en strategi som kombinerar förnekande och bestraffande avskräckning.

Indien beskrivs likt USA anta en strategi för avskräckning som kombinerar förnekande och bestraffande strategier. [303] Indiens destruktiva antisatellittest 2019 genomfördes uttryckligen för att demonstrera rymdförnekande förmåga i syfte att avskräcka från angrepp på landets rymdsystem. [312]

Kina beskrivs se rymddomänen som en del av en bredare strategisk avskräckning och är inte avskilt intresserad av avskräckning i rymden som en separat domän. [313] I denna kontext beskrivs Kinas avskräckningsstrategi som mestadels bestraffande. [303] Det spekuleras också om att Kina skulle kunna använda begränsade angrepp i rymden, i syfte att i förväg få ett övertag inom militära rymdtjänster, som ett led i avskräckning i de andra domänerna.

Ryssland betraktar rymden som en militär domän. [4] [314] Landets antisatellittest 2021 demonstrerade en utvecklad rymdförnekande förmåga samt att landet ser en generering av stora mängder rymdskrot som acceptabla. Rysslands avskräckningsstrategi för rymden beskrivs som mestadels baserad på bestraffande som gäller över domängränserna samtidigt som militären försöker att inte bli alltför beroende av rymdsystem för sina operationer. [303]

Frankrike och Japan beskrivs som något mindre rymdnationer som håller på att utveckla avskräckningsstrategier för rymddomänen. [303] Dessa strategier går främst ut på förbättrad förmåga inom rymdlägesbild, passivt försvar samt motståndskraft och redundans i satellitsystem.

6.4 Jämförelse med kärnvapenavskräckning

Det mest kända exemplet på avskräckning är som tidigare nämnt kärnvapen, och det faller sig därför naturligt att studera paralleller och skillnader mot avskräckning i rymden. [296] [303] [315] Kärnvapen är förödande vapen som är svåra att skydda sig mot. Av detta följer att kärnvapenavskräckning nästan alltid tar sig uttryck i bestraffande strategier och bygger mycket på förmågan att överleva ett första kärnvapenangrepp för att kunna slå tillbaka med kärnvapen mot sin motståndare. Detta är känt som andraslagsförmåga som har som mål att garantera ömsesidig förstörelse vid ett kärnvapenkrig och som dominerade mycket av avskräckningstankarna under kalla kriget. [294]

I rymden finns ingen direkt motsvarighet till en andraslagsförmåga, även om det föreligger vissa skillnader beroende på vilken typ av antisatellitvapen man besitter. [303] Det är möjligt att rymdbaserade antisatellitvapen som hålls i reserv i omloppsbana kan vara lockande att angripa innan motståndaren kan använda dem själva. Dessa vapen kan därmed anses minska stabiliteten i rymddomänen eftersom ett första slag mot motståndarens rymdsystem blir mer attraktivt. I kontrast är antisatellitvapen placerade på marken mindre känsliga för angrepp i

rymden. [296] Dessa vapen kan på så sätt öka stabiliteten eftersom det inte finns någon fördel att utföra ett första slag mot en aktör som besitter dessa vapen.

Det har också spekulerats i att förmågan att minska riskerna för rymdskrotkollisioner, eller att med olika tekniker undanröja rymdskrot i omloppsbana kring jorden, skulle kunna vara destabiliserande ur ett avskräckningsperspektiv. [303] Argumentet för detta bygger på att en sådan förmåga kan signalera att en stat då skulle ha teknisk möjlighet att angripa en annan stats satelliter och samtidigt själv klara sig från effekterna av det rymdskrot som angreppet och den följande konflikten skulle skapa. Detta skulle likna att skydda sin civilbefolkning mot kärnvapenangrepp vilket anses minska tilltron till ömsesidigt garanterad förstörelse och därmed öka incitamenten till ett första slag. [315] Mer relevant är troligen att teknologier som kan undanröja rymdskrot potentiellt även kan nyttjas för militära ändamål och riskerar att ses som hot mot andra länders satelliter.

Rymddomänen spelar i sig själv också en viktig roll i flera staters strategier för kärnvapenavskräckning. [316] Satelliter i geostationär eller elliptiska banor kan upptäcka uppskjutningar av ballistiska robotar och därigenom ge en tidigare förvarning och mer tid för bedömningar och beslut vid eventuella kärnvapenangrepp. Kommunikationssatelliter är vidare en del av sambandskedjan för att leda kärnvapentrupperna för länder som USA, Ryssland och Kina. Spaningssatelliter är också viktiga för kärnvapenavskräckning, dels för att identifiera och övervaka motståndarens kärnvapentrupper, dels för att verifiera att avtal kring rustningskontroll följs. [317] Även satelliter för positionering, som amerikanska GPS eller ryska GLONASS kan potentiellt användas för att styra kärnvapenbestyckade robotar till sina mål. [316]

Angrepp eller förmodade angrepp mot några av dessa satellitsystem skulle kunna ses, korrekt eller inte, som en förberedelse för ett första slag med kärnvapen. [318] [319] Detta understryker rymddomänens roll i en bredare strategisk avskräckningskontext.

6.5 Ett småstatsperspektiv

Likt avskräckningsteori i stort riktar sig mycket arbete och teoribildning kring utövandet av avskräckning i rymddomänen mot rymdstormakter som USA. Det finns dock koncept och tankar som är relevanta även för mindre rymdnationer som Sverige.

En central förmåga för avskräckning i rymden ur ett småstatsperspektiv är vikten av en god rymdlägesbild. En sådan förmåga verkar i sig självt avskräckande eftersom försvararen snabbt kan redovisa angriparens handlingar för det internationella samfundet. Varningar i god tid möjliggör också att utföra manövrer för att undvika hot. [296]

En annan aspekt som ibland lyfts fram är att satellitsamarbeten kan fungera i avskräckande syfte. Ett angrepp mot en satellit som har instrument som ägs eller opereras av två eller flera länder ses sannolikt som ett angrepp mot alla inblandade parter. Detta kan i sin tur ändra en motståndares kostnadsbedömning för ett angrepp mot satelliten och göra en konflikt mindre sannolik. [296]

Det är sannolikt också klokt att inte förlita sig helt på militära tjänster från rymden. Att ha redundanta system för spaning, kommunikation och navigation innanför atmosfären kan förneka en motståndare fördelar med att slå ut landets rymdbaserade system. Detta minskar sannolikt hotet för konflikt och eskalering i rymddomänen. Det ger också en ökad förmåga att bibehålla nödvändiga funktioner även om rymdbaserade system skulle slås ut. [303]

6.6 Sammanfattning

I takt med rymdens ökade militära betydelse ökar risken för angrepp mot rymdsystem. Särskilt ökar hotet mot rymdsegmentet i form av sårbara satelliter i omloppsbana. I och med denna utveckling har flera länder utvecklat avskräckningsstrategier för rymddomänen. Det finns också mycket intresse inom forskningen och bland analytiker för hur effektiv rymdavskräckning kan se ut.

Avskräckning i rymden kan ha en förnekande eller en bestraffande karaktär. Vid förnekande avskräckning är målet att göra angrepp mot rymdsystem mindre attraktivt genom att kunna behålla förmågan som systemet ger, även efter ett eventuellt angrepp. Detta kan uppnås genom att till exempel göra satelliterna mer motståndskraftiga mot angrepp eller att ha förmågan till snabb uppskjutning för att ersätta förlorade eller skadade satelliter. Vid bestraffande rymdavskräckning hotas potentiella angripare med vedergällning, antingen i rymddomänen mot sina egna satelliter, eller i andra domäner.

Gemensamt för avskräckningsstrategier är behovet av god och uppdaterad rymdlägesbild. Detta möjliggör att i god tid kunna upptäcka risker och hot i rymddomänen för att antingen utföra undanmanövrer, peka ut aggressiva aktörer eller för att identifiera mål om avskräckningen misslyckas. Denna förmåga är kritisk för att upprätthålla effektiv och trovärdig avskräckning i rymddomänen.

Till sist kan vi konstatera att fram tills nu har rymddomänen varit relativt fredad från väpnade konflikter. Medan icke-destruktiva angrepp mot satelliter är relativt vanliga, har än så länge inga kinetiska angrepp mot andra länders satelliter ägt rum. Om detta beror på effektiv avskräckning från rymdstormakterna eller har andra orsaker är inte helt tydligt. I avskräckningens natur ligger att den är svår att utvärdera eftersom den är någonting som sker i en potentiell angripares huvud, och måttet för lyckad avskräckning är att ingenting händer.

7 AI och rymd – juridiska utmaningar

Framsteg inom artificiell intelligens (AI) är en global trend som påverkar hela samhället. Detta syns bland annat genom ökad användning av AI inom både privat och offentlig sektor, omfattande investeringar i AI och beslutsfattares ökande intresse för AI. [320] Även framåt väntas AI:s inverkan fortsätta öka inom olika samhällssektorer, däribland inom området för säkerhet och försvar. [321] Den globala AI-utvecklingen spiller även över på rymdområdet. Verksamheten i rymden är redan till stor del digitaliserad och beroende av komplexa modeller och algoritmer och AI synes därför kunna bidra till att effektivisera och förbättra befintliga processer. [322] Samtidigt kan AI medföra nya eller förändrade hot och nya utmaningar för användare i rymdsektorn, såväl inom militära som civila verksamheter. Bland annat kan flera juridiska frågor uppkomma som den som vill utveckla eller använda sådan teknik måste identifiera, förstå och besvara.

7.1 Användningsområden för AI

Innan några exempel ges på befintliga och potentiella användningsområden för AI inom rymdområdet bör något sägas om vad som här avses med AI.

Än så länge finns det ingen erkänd definition av vad AI är och det är en utmaning att hitta en sådan definition som passar i alla sammanhang där AI diskuteras. Begreppet AI används vanligen för att referera till en mängd olika delområden och tekniker. Många AI-system idag relaterar exempelvis till delområdet maskininlärning, vilket är ett paraplybegrepp för flera tekniker, däribland djupinlärning. [323] Med hjälp av dessa tekniker är det möjligt att skapa system som fungerar helt eller delvis oberoende från mänsklig inverkan i realtid. Det är också möjligt att skapa maskiner som kan imitera mänskligt beteende. Dessa kapaciteter har medfört att AI ofta beskrivs som "tänkande" system, även om denna beskrivning är metaforisk. Maskiner är inte tänkande i mänsklig mening. [324]

Med AI avses här det område som kombinerar datavetenskap och stora mängder data för att möjliggöra problemlösning, vilket innefattar bland annat delområdet maskininlärning och olika tekniker såsom djupinlärning. [325]

7.1.1 AI inom rymdområdet

Många rymdtjänster har dubbla användningsområden. Därför förväntas AI inom rymdområdet också ofta att användas för både civila och militära ändamål.

AI används redan för vissa ändamål i rymden. NASAs Marsrover *Perseverance* använder till exempel AI för bland annat autonom navigering. [326] ESAs experiment "φ-sat-1" sändes upp 2020 ombord på en kubsatellit för att

demonstrera hur AI kan användas för jordobservation. [327] Med stöd av AI skildes användbara bilder från oanvändbara (exempelvis molntäckta) bilder redan ombord på satelliten och bara de användbara skickades till jorden för vidare analys. [328] Även svenska aktörer utvecklar och testar AI för potentiell framtida användning. Till exempel driver Försvarsmakten tillsammans med det danska försvarsministeriet demonstrationsprojektet *Bifrost* för att studera och utveckla satellitteknik med hjälp av AI. [329] Härill pågår även civil forskning inom en mängd områden, däribland jordobservation [330], rymdlägesbild [331], trafikledning i rymden [332] och för att övervaka systemhälsa genom möjligheten att detektera och analysera fel och anomalier i satellitsystem [333].

AI har potential att bidra till stärkt säkerhet och ett förbättrat försvar, exempelvis för bearbetning och klassificering av rymddata eller bevakning av satelliter.

För det första kan AI användas för att bearbeta och analysera data som har genererats i rymden. I takt med tillväxten av rymdbaserade tjänster skapas ett växande informationsflöde. Med hjälp av AI är det möjligt att bearbeta, analysera och utnyttja insamlad data mycket snabbare än vad människan med hjälp av andra tekniska system är kapabel till. [334] Därtill kan AI användas för att lösa vissa uppgifter med högre precision än vad som varit möjligt tidigare, bland annat för informations- och dataklassificering. [323] [335] Det kan till exempel röra sig om autonom detektering av om det finns eller inte finns ett fartyg på en större mängd satellitbilder [336], något som med andra metoder kan vara en mycket tidskrävande uppgift.

För det andra kan AI användas för beslutsfattande vid drift av satelliter eller för att autonomt möta hot mot satelliter. Till exempel kan AI-teknik för trafikledning i rymden användas för att förhindra kollisioner, särskilt genom möjlighet till autonoma undanmanövreringar. [337] [338] Härill verkar AI kunna nyttjas för att autonomt möta hot mot kommunikationslänkar såsom störning (*jamming*) [339] och vilseledning (*spoofing*) [340]. Även beslut vid angrepp, och försvar mot angrepp, mot rymdsystem skulle kunna ske autonomt med AI-understöd, och det finns exempel på forskning på AI-baserade strategier för autonom förföljning och infångning (*intercept*) av manövrerande satelliter. [341]

7.2 Generella utmaningar

Det kan vara förenat med utmaningar att använda AI för försvars- och säkerhetsändamål. Tre exempel på utmaningar är hantering av brister i dataunderlaget, bristande systemsäkerhet och bristande tillit till AI-systemen.

Brister i dataunderlaget som en AI-modell är tränad på kan leda till att modellen visar resultat som innehåller missvisande eller felaktig information. Den som använder teknik som är understödd av AI riskerar då att fatta beslut som kan få allvarliga konsekvenser. [323] Tillgången till ett korrekt och representativt samt tillräckligt omfattande dataunderlag är en förutsättning för att kunna utveckla AI-

modeller för rymden. [342] En vanlig brist i träningsdata är att den är snedvriden (präglad av *bias*). [343]

Bristande systemsäkerhet är en annan utmaning som kan resultera i att AI-system tillhandahåller missvisande eller felaktiga resultat. Till exempel kan maskininlärningsmodeller angripas genom så kallade *adversarial attacks*. Detta är ett samlingsbegrepp för olika typer av attacker mot maskininlärningsmodeller som utnyttjar sårbarheter i modellerna, för att till exempel extrahera data från modellen eller föra in en svaghet (bakdörr) i den. [323] [344]

Härtill kan det vara en utmaning att få användare och allmänheten att våga lita på system som är understödda av AI då det kan saknas transparens och djupare förståelse för hur beslut tagits. [335] Bristande tillit kan leda till att användaren inte utnyttjar de resurser som finns även om de är väl testade och uppbyggda på ett dataunderlag som inte är bristfälligt.

7.3 Juridiska utmaningar

Utöver de tekniska eller generella utmaningar som berördes i föregående avsnitt kan det uppstå flera juridiska frågor när AI används inom rymdområdet. När AI utvecklas eller används för rymdverksamhet måste de rättsliga ramarna beaktas. Här kan det uppstå utmaningar i bedömningen av vad som är tillåtet och otillåtet. Om AI används på ett sätt som strider mot gällande rätt, eller på ett tillåtet sätt som ändå orsakar skada, så kan det uppstå frågor om ansvar.

Nedan beskrivs först vilka rättsområden som är tillämpliga då AI används inom rymdområdet. Därefter exemplifieras några juridiska frågor som kan uppstå när områdena rymd, AI och juridik förenas.

7.3.1 Tillämpliga rättsområden

Det rättsliga handlingsutrymmet i relation till AI för rymdtillämpningar bestäms av den rätt som är gällande. Olika stater har olika nationella lagar och kan vara bundna till olika folkrättsliga regler.

Än så länge finns inga särskilda regelverk för AI som gäller i Sverige. Det är visserligen troligt att EU inom kort kommer att anta för medlemsstaterna direkt bindande regler, genom den föreslagna AI-förordningen som håller på att slutförhandlas. [345] [346] Det återstår dock att se i vilken mån dessa regler kommer att tillämpas på AI-system som kan användas för militära ändamål i rymden.²⁹

²⁹ Enligt artikel 2.3 i Europeiska kommissionens förslag till förordning ska den inte tillämpas på AI-system som utvecklas eller används uteslutande för militära ändamål, ett undantag som Europaparlamentet hitintills har ställt sig bakom. I och med att många rymdtjänster ofta har både civila och militära användningsområden kan förordningen behöva tillämpas i vissa situationer då AI används för rymd, inom området för säkerhet och försvar.

Att det saknas särskilda regelverk för AI i Sverige innebär inte att teknik som innefattar AI existerar i något laglöst vakuum. Tvärtom finns det många regelverk idag som, även om de inte är särskilt utformade för AI, gäller för teknik som innefattar AI.

För det första finns internationella överenskommelser som gäller specifikt för rymdverksamhet. Till dessa hör till exempel Rymdfördraget från 1967 [347] och 1972 års Ansvarskonvention [348], vilka Sverige är bundet av. Förutom den internationella rymdrätten finns också nationell rätt på rymdområdet: lagen (1982:936) om rymdverksamhet och förordningen (1982:1069) om rymdverksamhet. Det har genomförts en utredning om en ny svensk rymdlag, som ännu inte utmynnat i något lagförslag, se kapitel 3.2.1. [349]

För det andra finns regler som, även om de inte är specifikt utformade för varken AI eller rymd, kan vara gällande i en enskild situation kopplad till rymden. Hit hör bland annat internationell humanitär rätt, mänskliga rättigheter och regler om statsansvar. Att annan folkrätt utöver den internationella rymdrätten ska tillämpas i yttre rymden bekräftas också av Rymdfördraget där det anges att ”yttre rymden ... skall fritt få utforskas och utnyttjas av alla stater ... i enlighet med folkrättens regler”.³⁰

Härutöver finns vägledande principer och andra icke bindande regler för både rymden och AI-system.³¹ Det kan finnas politiska och ekonomiska incitament att följa dessa och de kan inverka på rättsutvecklingen framöver. Då de inte är rättsligt bindande kommer de emellertid inte att belysas mer här. För vidare läsning se avsnitt 2.2 om rustningskontroll i rymden.

7.3.2 Juridiska utmaningar med AI inom rymdområdet

Genom att förstå huruvida en juridisk fråga om användning av AI i en rymdtillämpning har koppling till rymdens speciella förutsättningar, användning av AI i allmänhet eller användning av AI specifikt i rymdtillämpningen så är det lättare att hitta svar på frågan som uppstått. För att illustrera bredden av frågor som kan uppkomma så följer två avsnitt med exempel på juridiska frågor som kan uppstå i samband med (i) tolkning och tillämpning av internationell humanitär rätt om AI används inom rymdområdet och (ii) frågan om ansvar för skada som uppstår när AI används inom rymdområdet.

³⁰ Artikel 1 Rymdfördraget.

³¹ Dessa har tagits fram av olika aktörer, däribland organ inom FN (till exempel i form av icke bindande resolutioner), EU och Nato. Både sådana som rör rymden och sådana som rör AI kan bli relevanta när AI används i rymden. Därutöver har vissa stater antagit nationella policyer och vägledningar för artificiell intelligens respektive rymden. Medan en del har bäring främst på området för säkerhet och försvar är andra av mer kommersiell natur.

7.3.3 Internationell humanitär rätt

Rymdens fredliga användning är en grundprincip i den internationella rymdrätten. I inledningen till Rymdfördraget anges till exempel att de fördrags-slutande parterna erkänner ”hela mänsklighetens gemensamma intresse av att framsteg görs i utforskandet och utnyttjandet av rymden för fredliga ändamål”. Principen uttrycks också som att månen och övriga himlakroppar ska ”användas uteslutande för fredliga ändamål”.³² Innebörden av begreppet ”fredliga ändamål” har varit föremål för olika tolkningar. Diskussionen har främst kretsat kring frågan om ”fredliga ändamål” vid olika situationer ska tolkas som icke-militärt eller icke-aggressivt utforskande och utnyttjande av rymden. [350]

Den internationella humanitära rätten reglerar hur parter i väpnad konflikt får och ska agera. De viktigaste rättsliga instrumenten som Sverige också är bundet till är de fyra Genèvekonventionerna från 1949 [351] [352] [353] [354] och deras två tilläggsprotokoll [355] [356]. Det kan tyckas paradoxalt att den internationella humanitära rätten, som reglerar väpnade konflikter, kan gälla i rymden samtidigt som principen om rymdens fredliga användning. Tillämpligheten av den internationella humanitära rätten förutsätter dock inte att beslutet att använda våld i sig har varit tillåtet. Om en väpnad konflikt skulle beröra rymden så bedöms den internationella humanitära rätten alltså vara tillämplig, trots grundprincipen om rymdens fredliga användning. Denna slutsats stöds också av flertalet forskare och andra experter som analyserat den internationella humanitära rättens tillämpning i rymden. [357] [358] [359] Internationella Rödakorskommittén påpekar i detta avseende särskilt att *“[m]ilitary operations in, or in relation to, outer space during armed conflicts could have significant impacts on civilians on earth because technology enabled by space systems permeates most aspects of civilian life, making the potential consequences of attacks on space systems a matter of humanitarian concern.”* [360, p. 2].

Den internationella humanitära rättens tillämplighet är oberoende av var AI används. Frågor som uppstår när AI används för rymdtillämpningar, exempelvis kopplat till autonomt manövrerande för att undvika kollisioner eller andra hot, kan därför likna de som aktualiseras då AI används för jordbundna system.³³ Samtidigt finns vissa särdrag som skiljer konflikter som utsträcks till rymden från konflikter som begränsas till jorden. Tre exempel på sådana särdrag med relevans för internationell humanitär rätt är att (i) det befinner sig få människor i rymden jämfört med på jorden, (ii) föremål och tjänster i rymden används för både civila och militära ändamål (vad som ofta benämns som *dual-use*) (iii) en

³² Artikel 4 Rymdfördraget.

³³ Till exempel väcker frågor om autonoma vapen ofta liknande frågor oberoende av om ett vapen ska användas på jorden eller i, från eller mot rymden. Därför kan exempelvis det arbete som genomförs av den grupp regeringsexperter som verkar inom ramen för 1980 års Vapenkonvention om frågor rörande autonoma vapensystem vara relevant relaterat till frågor om autonoma vapen i rymden.

stor mängd rymdskrot färdas okontrollerat i omloppsbanor runt jorden och riskerar att skada aktiva satelliter eller ge upphov till ny skrotbildning. [361] Dessa och andra särdrag kan påverka möjligheten att efterleva de krav som följer av den internationella humanitära rätten.

Om AI-teknik används för beslutsfattande, exempelvis måluttag, i vapensystem i, mot eller från rymden så får systemen bara användas om det kan ske i enlighet med de humanitärrättsliga principerna om distinktion, proportionalitet och försiktighet.

Distinktionsprincipen innebär bland annat ett krav på att skilja militära mål från civil egendom och att anfall bara får riktas mot militära mål. Enligt den internationella humanitära rätten är det något förenklat uttryckt bara egendom som på grund av dess art, läge, ändamål eller användning effektivt bidrar till de militära operationernas genomförande som är militära mål.³⁴ Det faktum att väpnade styrkor ofta är beroende av kommersiella leverantörer som erbjuder samma rymdtjänster (*dual use*) även till civila köpare, innebär att satelliter som används för civila ändamål kan bli militära mål på grund av deras ändamål eller användning. Om AI används i ett vapensystem för att avgöra vad som utgör militära mål så måste vapensystemet som stöds av AI kunna beakta sådana eventuella dubbla användningsområden.

Proportionalitetsprincipen innebär kortfattat att ett anfall mot ett militärt mål inte får orsaka skador på civil egendom och civila vilka skulle vara överdrivna jämfört med den militära fördelen med anfallet. Principen ställer krav på att beakta både skador på jorden och i rymden. I detta avseende kan det uppstå frågor som till exempel i vilken utsträckning civil egendom som är beroende av en satellit med dubbla användningsområden påverkas vid ett anfall, eller hur risken för indirekta skador ska beaktas om ett kinetiskt anfall mot en satellit orsakar rymdskrot som långt senare kan kollidera med en annan satellit. Vapensystem som stöds i sitt beslutsfattande av AI måste sammanfattningsvis, bland annat, kunna bedöma om de troliga skadorna på civil egendom blir överdrivna i förhållande till den militära nyttan med anfallet.

Försiktighetsprincipen innebär krav på att iaktta försiktighetsåtgärder i alla militära operationer i, mot eller från rymden för att undvika eller minimera skador på civila och civil egendom. Att exempelvis försvåra för motståndaren att avgöra om en satellit är ett militärt mål eller inte skulle kunna aktualisera frågor relaterade till försiktighetsprincipen. Militära operationer som stöds av AI måste även kunna hantera den här typen av begränsningar.

I dagsläget befinner sig AI-utvecklingen på en nivå där det kan vara svårt att i praktiken säkerställa att dessa principer kan efterlevas fullt ut om AI används, vilket kan påverka möjligheten att använda AI-system vid väpnad konflikt. AI-

³⁴ Artikel 52(2) Tilläggsprotokoll I.

system får bara användas i väpnad konflikt i den mån det går att säkerställa efterlevnad av den internationella humanitära rätten.

Även om den internationella humanitära rätten kan vara tillämplig när AI används inom rymdområdet i händelse av en väpnad konflikt är det inte klarlagt exakt hur den kommer att tillämpas på vapensystem i vilka AI används. Detta behöver utvecklas av stater i många år framöver.

7.3.4 Juridiskt ansvar för skada

När AI används och det uppstår skada, exempelvis som en följd av en autonomt utförd banmanöver, kan det uppkomma frågor om vem som bär ansvar för skadan. Frågor om ansvar i samband med att AI används har till exempel diskuterats i relation till självkörande bilar. En motsvarande diskussion gör sig också gällande när AI används inom rymdområdet.

Rymdverksamhet var även innan AI-teknikernas framväxt förenad med stora risker för skada, exempelvis i samband med uppsändningar, på grund av kollisioner i omloppsbana eller att föremål faller ner på jorden och orsakar skada. Risken är också stor att rymdverksamhet leder till att skada uppstår utanför en utsändande stats territorium, eller bortom jordens yta. Mot denna bakgrund kom stater överens om särskilda regler om staters ansvar för rymdverksamhet och rymdföremål i Rymdfördraget och i Ansvarskonventionen. [362] Staters ansvar regleras också i de generella statsansvarsreglerna [363] som utvecklades av FN:s folkrättskommission för att spegla gällande sedvanerätt. Om en åtgärd utgör en folkrättsöverträdelse kan det bli aktuellt att diskutera huruvida statsansvar kan utkrävas för den överträdelsen. [364] Nedan beskrivs några juridiska frågor som kan uppstå när ansvarsreglerna i Rymdfördraget och i Ansvarskonventionen ska tillämpas.

I Rymdfördraget regleras bland annat både ett generellt ansvar för rymdverksamhet³⁵ och ansvar för skada som rymdföremål orsakar³⁶. Stater bär ansvar för såväl statlig som icke-statlig verksamhet. Enligt fördraget kan en fördragsslutande stat vara ansvarig för skada i flera situationer: om staten sänder ut föremål i yttre rymden, medverkar till utsändandet, eller om utsändandet sker från statens område eller anordningar. Frågan om vad ordet ”medverkar” innebär blir särskilt aktuell i ljuset av att det numera ofta är flera stater (eller bolag som stater är ansvariga för) som på olika sätt bidrar till ett utsändande. [362]

Ansaret enligt Rymdfördraget gäller för skada som det utsända föremålet orsakar annan fördragsslutande stat på jorden, i luftrummet eller i yttre rymden. Som en vidareutveckling till denna ansvarsregel skapades Ansvarskonventionen.

³⁵ Artikel 6 Rymdfördraget.

³⁶ Artikel 7 Rymdfördraget.

Delar av Ansvarskonventionen reglerar skada som orsakas av rymdföremål och som uppstår på jordens yta eller på luftfartyg under flygning. I dessa fall råder ett strikt ansvar då det framgår av konventionen att utsändande stat är ”ovillkorligen förpliktigad att lämna ersättning för skada som dess rymdföremål har orsakat”.³⁷ Ansvarskonventionen reglerar också skada på en annan stats rymdföremål i rymden och på personer som befinner sig på sådana rymdföremål. I dessa fall gäller istället att utsändande stat anses ”ansvarig endast om skadan kan tillskrivas fel eller försummelse av den staten eller av person som den staten är ansvarig för”.³⁸ Tillämpningen av dessa regler kan medföra flera juridiska utmaningar när AI används.

För det första är det ”skada” som ersätts enligt Rymdfördraget och Ansvarskonventionen. Enligt Ansvarskonventionen kan skada vara bland annat skada på personer eller egendom. Det framgår dock inte av ordalydelsen om skadan måste vara fysisk, eller om också icke-fysisk skada (till exempel påverkan på funktion) ersätts. [365] Utmaningen i att tolka ordet ”skada” uppstår inte för att specifikt AI används. Däremot kan det med hjälp av AI bli lättare att angripa rymdföremåls funktioner utan att fysiskt skada dem. Därför kan denna fråga bli relevant när AI används.

För det andra måste det vara ett ”rymdföremål” som har orsakat skadan. Ordet rymdföremål inbegriper enligt Ansvarskonventionen ”beståndsdelar av ett rymdföremål liksom dess bärraket och delar av den”.³⁹ Vad som avses med ”beståndsdelar” framgår inte. Till exempel är en fråga om ett rymdföremål måste vara materiellt eller om också icke-materiella ting kan utgöra ett rymdföremål. [362] I detta avseende argumenterar vissa för en tolkning där ordet rymdföremål innefattar programvara och alla andra tekniska funktioner som möjliggör autonomi för ett rymdföremål. [334]

När det gäller skador på rymdföremål tillkommer utifrån Ansvarskonventionens bestämmelser om ansvar för skador på föremål i omloppsbana vid fel eller försummelse⁴⁰ ytterligare juridiska frågor som uppstår just för att AI används och som därför har fått särskilt stor uppmärksamhet bland experter. [324] [334] [365] [366] [367]

En stat är enligt Ansvarskonventionen ansvarig för skada som tillfogas en annan stats rymdföremål endast om ”skadan kan tillskrivas fel eller försummelse av den [först nämnda] staten eller av personer som den är ansvarig för”.⁴¹ Om

³⁷ Artikel 2 Ansvarskonventionen.

³⁸ Artikel 3 Ansvarskonventionen.

³⁹ Artikel 1(d) Ansvarskonventionen.

⁴⁰ Artikel 3 Ansvarskonventionen.

⁴¹ Artikel 3 Ansvarskonventionen.

exempelvis stat X skjuter upp ett rymdföremål och stat Y skadar föremålet så är stat Y endast ansvarig om skadan beror på fel eller försummelse av staten Y eller någon som staten Y är ansvarig för. Skada som uppstår på grund av en brist eller ett fel i ett AI-system måste alltså kunna tillskrivas staten Y, eller en fysisk eller juridisk person som staten Y är ansvarig för, för att staten Y ska vara ansvarig för skadan. Här uppstår bland annat frågor om när och hur fel i AI-system kan hänföras till en stat eller en fysisk eller juridisk person som staten är ansvarig för. [366] [367] Betänk exempelvis om en satellit med autonom undanmanövringskapacitet på grund av tekniskt fel inte vidtar undanmanöver och därför kolliderar med ett annat rymdföremål och att skada då uppstår. Det är inte helt klarlagt vad som krävs för att en stat ska kunna hållas ansvarig för skada som uppstår på grund av sådana tekniska fel. För ansvar krävs också ett samband mellan felet eller försummelsen och skadan som orsakas av ett rymdföremål. När AI används uppstår därför även frågor kring möjligheten att härleda skadan till felet eller försummelsen. [367]

I Ansvarsförordningen stadgas även ett undantag till staters strikta ansvar rörande skada som uppstår på jordens yta eller luftfartyg under flygning. För att undantaget ska vara tillämpligt krävs att ”skadan helt eller delvis är en följd av grov försummelse eller av handling eller underlåtenhet utförd i avsikt att orsaka skada” och att ”försummelsen, handlingen eller underlåtenheten kan tillskrivas den ersättningssökande staten eller fysisk eller juridisk person som denna stat företräder”.⁴² När detta undantag ska tillämpas kan det också uppstå frågor om sambandet mellan försummelse i AI-tillämpningen och tillfogad skada. [365] [334]

7.4 Sammanfattning

Den globala AI-trenden lär inte avta och redan idag används AI för olika ändamål i rymden. Utvecklingen innebär många möjligheter, inte minst inom försvar och säkerhet, men kan också medföra flera utmaningar av bland annat teknisk, social, och juridisk natur.

Juridiska frågor kan uppstå längsmed hela spektrumet från utveckling till avveckling av rymdsystem med AI. Att besvara dessa frågor kan vara förenat med utmaningar. Det kan både bero på att rymden är komplex som domän och på att befintliga regler ska tillämpas på ett fenomen som AI trots att de inte utvecklats med AI i åtanke. Genom att utreda om frågan uppkommer för att det rör sig om AI i sig eller för att det gäller en AI-tillämpning i rymdsystem så kan det bli lättare att hitta svar på frågan.

⁴² Artikel 6 punkten 1 Ansvarsförordningen.

Idag handlar diskursen om grundläggande frågor som hur AI-understött beslutsfattande får användas vid attacker i, från eller mot rymden i väpnad konflikt. Den internationella humanitära rätten sätter en principiell ram för när och hur sådana system får användas. Vissa särdrag i rymden kan dock påverka möjligheten att efterleva principer och regler i den internationella humanitära rätten. Därutöver kan användning av AI också komma att påverka möjligheten att efterleva dessa principer och regler.

Även frågor om ansvar för skada kan aktualiseras när AI används inom rymdområdet, oavsett om det gäller civila eller militära system. Tillämpligheten av ansvarsregler i rymdrätten kan komma att ställas på sin spets när AI används. Det kan handla om att bedöma vad som utgör ”skada” enligt rymdrätten, eller om eller hur skada som uppkommer på grund av ett tekniskt fel eller försummelse i ett AI-system kan tillskrivas en stat.

AI-utvecklingen är pågående och det är inte klarlagt exakt hur folkrätten kommer att tillämpas när AI används för ändamål i rymden. Regler och praxis kommer att behöva fortsätta utvecklas över, för oss idag, oöverskådlig tid.

I takt med att användningsområdena för AI ökar kommer det att finnas ett behov av att fortsätta identifiera, utreda och möta de tekniska, sociala och juridiska utmaningar som uppstår längsmed vägen.

8 Slutsatser och diskussion

Syftet med detta kapitel är att sammanfatta slutsatser kring global utveckling och trender inom rymddomänen med fokus på försvars- och säkerhetsaspekter, konsekvenser av policyutveckling hos viktiga aktörer, samt viktig teknikutveckling. I omvärldsanalysrapporten från 2020 identifierades ett antal möjligheter och utmaningar, dessa är fortfarande relevanta och aktuella.

Slutsatser och konsekvenser relaterade till militär förmågeutveckling och svensk säkerhet utelämnas här och redovisas istället separat för uppdragsgivaren och andra utvalda mottagare i särskild ordning.

8.1 Global utveckling och trender för försvars- och säkerhetsrelaterade rymdfrågor

Avsnittet sammanfattar rapportens slutsatser kring den pågående utvecklingen och trender inom rymddomänen.

Rymden utgör redan idag en aktiv arena i krig, konflikt och kris. Som ett resultat av den insikten börjar allt fler länder hantera rymden som en operativ domän jämte mark-, sjö-, luft- och cyberdomänerna. Genom att anpassa sina militära strukturer och doktriner har flera länder skapat bättre förutsättningar för att kunna bedriva militära operationer mot, genom och i rymden. Rent praktiskt innebär detta att anpassning av militära strukturer och doktriner genomförs, och att egna militära förmågor förstärks med hjälp av rymdbaserade funktioner. Men det innebär även ett större behov av att kunna försvara sin rymdinfrastruktur samt att förneka motståndaren att nyttja dennes rymdbaserade funktioner.

På internationell nivå råder det idag en oenighet om definitioner och normer kring ansvarsfullt beteende och agerande i rymddomänen, och det finns ingen samsyn om vad som kan anses utgöra hotfullt beteende i rymden. Utöver tidigare existerande åsiktsskillnader så har det rådande geopolitiska läget bidragit till att överenskommelser på området är än svårare att nå. Bristande tillit och bristande transparens kring ageranden i rymden riskerar därför att lämna bakomliggande intentioner öppna för tolkning, något som i värsta fall riskerar orsaka missförstånd och oavsiktlig eskalering. Ökande grad av autonomt och automatiserat agerande och användning av AI ombord på satelliter kan dessutom komplicera ansvarsfrågan ytterligare vid konflikter eller oönskade händelser.

Den kommersiella rymdsektorn överträffar idag ofta den statliga kapaciteten i såväl teknisk nivå och antal plattformar som innovationstempo. Detta gör att kommersiella aktörer idag har större inflytande även i konfliktsituationer, vilket samtidigt ökar risken att de ses som legitima mål i en konflikt. Även om

statsaktörer som nyttjar kommersiella tjänster får en utökad förmåga så ger denna förmåga ingen egen rådighet.

Den utbredda kommersiella förmågan till högupplöst spaning och övervakning från rymden har också medfört en ökad transparens i konflikter, där satellitbilder som tidigare var förbehållna underrättelsetjänsterna nu köps in och visas av vanliga nyhetsmedier. Kommersiella bildleverantörer kan också underlätta underrättelsedelning med exempelvis internationella partners då analyser kan presenteras underbyggda med kommersiella data, utan att röja egen militär inhämtningsförmåga.

Space Situational Awareness, SSA, som i Sverige går under namnet rymdlägesbild och i grunden innefattar att upprätthålla en lägesbild över objekt som ligger i omloppsbana runt jorden, etablerades som begrepp för ett antal decennier sedan av USA. För ett antal år sedan började man istället från amerikanskt håll prata om behovet av att upprätthålla en *Space Domain Awareness, SDA*, för att även kunna förstå, förutspå och förekomma hot samt förneka en motståndare tillträde till sina rymdsystem. Medan stora delar av övriga världen sedan dess försökt utveckla sin egen tolkning och implementering av SDA-begreppet så har utvecklingen i USA sprungit vidare. Det senaste året har USA tagit ytterligare ett steg och talar nu allt oftare om *Space Battle Management, SBM*, som innebär att genom relevant och uppdaterad information utvärdera hotbilden i rymddomänen och vidta nödvändiga militära åtgärder. Att detta begrepp, på samma sätt som dess föregångare, kommer få internationell spridning och påverka framtida militär förmågeutveckling är högst sannolikt.

I tandem med operationalisering av rymddomänen har på många håll även tillämpningen av avskräckningsstrategier i domänen studerats. Avskräckning i rymden kan delas upp i förnekande eller bestraffande. Vid förnekande avskräckning är målet att göra angrepp mot rymdsystem mindre attraktivt genom att kunna behålla förmågan som systemet ger, även efter ett eventuellt angrepp. Vid bestraffande rymdavskräckning hotas potentiella angripare med vedergällning, antingen i rymddomänen mot sina egna satelliter, eller i andra domäner. Exempelvis har både USA och Ryssland hotat med vedergällning i form av kärnvapen om deras strategiska rymdresurser skulle attackeras. Gemensamt för avskräckningsstrategier är behovet av god och uppdaterad rymdlägesbild. Detta möjliggör att i god tid kunna upptäcka risker och hot i rymddomänen för att antingen utföra undanmanövrer, peka ut aggressiva aktörer eller för att identifiera mål om avskräckningen misslyckas.

Bland statsaktörerna i rymddomänen har USA fortfarande ledartröjan, men Kina har nu klivit upp som en tydlig tvåa medan Ryssland numera tydligt halkar efter dessa två. Detta har inte främst att göra med att Ryssland gått bakåt, utan att omvärlden helt enkelt utvecklats ännu snabbare. Framförallt har Kina sprungit förbi Ryssland inom i stort sett alla områden med militär relevans. Utöver pågående sanktioner hämmas Rysslands innovationsförmåga kraftigt av den

strukturella motviljan mot att tillåta privat rymdindustri. USA agerar kraftfullt för att bibehålla sin ledande position och ser Kina som en mycket stark utmanare.

Underrättelsesamfundet i form av Säpo och Must har på senare år specifikt lyft fram utvecklingen inom rymddomänen både som hot mot den inre och den yttre säkerheten för Sverige. Två av de största globala rymdaktörerna, Ryssland och Kina, pekas ut för att de bedriver säkerhetshotande verksamhet mot Sverige och svenska intressen inom rymdområdet.

Inom EU har Kommissionen och den europeiska utrikestjänsten under mars 2023 presenterat en rymdstrategi för säkerhet och försvar i rymden. Rymdstrategin slår fast prioriteringar för säkerhet och försvar som ska integreras i arbetet med det europeiska rymdprogrammet. Rymdstrategin pekar på behovet av att upprätta en gemensam hotbild, skydda europeiska rymdsystem, koordinera agerande vid incidenter eller attacker, stärka multilateralt samarbete och relationen med FN och Nato. Därtill pekar rymdstrategin på att fragmenteringen av lagstiftning på rymdområdet kan utgöra en sårbarhet för det europeiska rymdprogrammet och förordar en utredning av behovet av en europeisk rymdlagstiftning.

8.2 Framtidsperspektiv

Den militära rymdupprustning som sker i omvärlden, både organisatoriskt, förmågemässigt och doktrinmässigt kommer inte avta, utan sannolikt fortsätta genom att ännu fler länder ökar sina ambitioner. Detta gäller särskilt som det tyvärr inom överskådlig framtid inte ser lovande ut angående att hitta samsyn kring förtroendeskapande åtgärder, för att minska risken för missförstånd och missbedömningar som leder till oavsiktlig konflikteskalering. Otydligheter i avsikter, icke transparenta aktiviteter i rymden tillsammans med ökande grad av autonomt agerande system höjer risken avsevärt framöver för att regelrätta konflikter, kriser och till och med krig startar i rymddomänen.

Kommersialiseringen av rymden kommer sannolikt öka exponentiellt, särskilt avseende tillgång till rymdtjänster. Den kommersiella sektorn ökar även i länder som Kina, vilket innebär att det kan finnas möjligheter att även motståndare till Väst kommer att kunna införskaffa rymdtjänster i kommande konflikter och krig, på liknande sätt som Ukraina har nyttjat kommersiella aktörer i Väst till sin fördel.

Det råder än så länge osäkerhet och otydlighet kring hur militära hot mot kommersiella rymdsystem ska hanteras. Att kommersiella rymdsystem ses som legitima militära mål sänker möjligen tröskeln för en attack mot dessa system, till skillnad från attacker riktade mot staters satelliter där en antagonist behöver ha med i beräkningen att bestraffningen skulle kunna riskera att bli för hög, i värsta fall vedergällning med kärnvapen. Det är möjligt att det i en inte alltför avlägsen framtid uppstår en situation där en eller flera satellitbanor blir obrukbara på

grund av en dramatisk ökning av mängden rymdskrot som en följd av antingen medveten handling, missförstånd eller en olycka.

Rymddomänen med all sin otydlighet öppnar upp möjligheterna för stater och illasinnade aktörer att testa gränserna för vad som är accepterat beteende, rymddomänen kan med andra ord mer och mer bli en arena för att testa hur långt gråzonen sträcker sig.

9 Referenser

- [1] S. Lindström, D. Faria, K. Hallgren och V. Jungnell, "Omvärldsanalys Rymd 2014, FOI-R--3985--SE," FOI, Stockholm, 2015.
- [2] S. Lindström, D. Faria, K. Hallgren och J. Alozious, "Omvärldsanalys Rymd 2017 - Fokus på försvar och säkerhet, FOI-R--4517--SE," FOI, Stockholm, 2017.
- [3] S. Lindström, K. Hallgren, S. Papadogiannakis, O. Rasmusson, J. Rydqvist och J. Westman, "Omvärldsanalys Rymd 2020 - Fokus på försvar och säkerhet, FOI-R--5077--SE," FOI, Stockholm, 2021.
- [4] K. Hallgren, J. Westman och A. Wårlind, "Ryssland i rymddomänen: Från Sputnik till sanktioner, FOI-R--5340--SE," FOI, Stockholm, 2022.
- [5] Försvarsmakten, "Försvarsmaktens Strategiska Inriktning 2021-2030, Bilaga 1 (FM2021-7333:1)," 2021-03-19. [Online]. Available: <https://www.forsvarsmakten.se/siteassets/2-om-forsvarsmakten/vart-uppdrag/fmsi-2021-bilaga1.pdf>. [Använd 2023-09-25].
- [6] Göteborgsposten, "Rustar för att försvara Sverige i rymden," 2022-12-03. [Online]. Available: <https://www.gp.se/nyheter/sverige/rustar-f%C3%B6r-att-f%C3%B6rsvara-sverige-i-rymden-1.87099967>. [Använd 2023-09-25].
- [7] Royal Air Force, "Air Commodore Paul Godfrey announced as Commander United Kingdom Space Command," 2021-02-01. [Online]. Available: <https://www.raf.mod.uk/news/articles/air-commodore-paul-godfrey-announced-as-commander-united-kingdom-space-command/>. [Använd 2023-09-25].
- [8] Defence News, V. Machi, "Germany establishes new military space command," 2021-07-13. [Online]. Available: <https://www.defensenews.com/space/2021/07/13/germany-establishes-new-military-space-command/>. [Använd 2023-09-25].
- [9] Space News, P. Si-soo, "South Korea's air force opens space ops center," 2021-10-04. [Online]. Available: <https://spacenews.com/south-korean-air-force-opens-space-center/>. [Använd 2023-09-25].

- [10] BBC, "Australia announces new 'Space Command' defence agency," 2022-03-22. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/news/world-australia-60835136>. [Använd 2023-09-25].
- [11] Government of Canada, "Establishment of 3 Canadian Space Division," 2022-07-22. [Online]. Available: <https://www.canada.ca/en/departement-national-defence/news/2022/07/establishment-of-3-canadian-space-division.html>. [Använd 2023-09-25].
- [12] Aviation24.be, A. Orban, "France: Goodbye Air Force, hello Air and Space Force," 2020-09-12. [Online]. Available: <https://www.aviation24.be/military-aircraft/french-air-force/france-goodbye-air-army-hello-air-and-space-army/>. [Använd 2023-09-25].
- [13] Aviacionline, G. Dubois, "The Spanish Air Force is now a Space Force too," 2022-06-27. [Online]. Available: <https://www.aviacionline.com/2022/06/the-spanish-air-force-is-now-a-space-force-too/>. [Använd 2023-09-25].
- [14] "NATO 2022 Strategic Concept," 2022-06-29. [Online]. Available: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/290622-strategic-concept.pdf. [Använd 2023-09-25].
- [15] Försvarsdepartementet, "Gemensamt meddelande om EU:s rymdstrategi för säkerhet och försvar," 2023-05-23. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/faktapromemoria/2023/05/202223fpm67/>. [Använd 2023-09-25].
- [16] Nato, "NATO's approach to space," 2023-05-23. [Online]. Available: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_175419.htm. [Använd 2023-09-25].
- [17] DG DEFIS, "JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL European Union Space Strategy for Security and Defence, JOIN(2023)9," 2023-03-10. [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=JOIN\(2023\)9&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=JOIN(2023)9&lang=en). [Använd 2023-09-25].
- [18] US Department of Defense, "Nuclear Posture Review - 2018," 2018. [Online]. Available: <https://media.defense.gov/2018/Feb/02/2001872886/-1/-1/1/2018-NUCLEAR-POSTURE-REVIEW-FINAL-REPORT.PDF>. [Använd 2023-09-25].

- [19] B. Bender, *Russia's Space Chief Says Hacking Satellites 'a Cause for War'*, 2022.
- [20] Secure World Foundation, "SWF Statement on Russian ASAT Test," 2021-11-16. [Online]. Available: <https://swfound.org/news/all-news/2021/11/swf-statement-on-russian-asat-test>. [Använd 2022-05-31].
- [21] NASA, "NASA Administrator Statement on Russian ASAT Test," 2021-11-15. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-administrator-statement-on-russian-asat-test>. [Använd 2022-05-31].
- [22] US Department of State, "Attribution of Russia's Malicious Cyber Activity Against Ukraine," 2022-05-10. [Online]. Available: <https://www.state.gov/attribution-of-russias-malicious-cyber-activity-against-ukraine/>. [Använd 2022-05-15].
- [23] Viasat, "KA-SAT Network cyber attack overview," 2022-03-30. [Online]. Available: <https://www.viasat.com/about/newsroom/blog/ka-sat-network-cyber-attack-overview/>. [Använd 2022-05-10].
- [24] Reuters, "Satellite outage knocks out thousands of Enercon's wind turbines," 2022-02-28. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/business/energy/satellite-outage-knocks-out-control-enercon-wind-turbines-2022-02-28/>. [Använd 2022-05-10].
- [25] C. Vallance, "UK blames Russia for satellite internet hack at start of war," BBC, 2022-05-10. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/news/technology-61396331>. [Använd 2022-05-15].
- [26] Spacenews, Erwin S., "Raymond calls out Russia for 'threatening behavior' in outer space," 2020-02-10. [Online]. Available: <https://spacenews.com/raymond-calls-out-russia-for-threatening-behavior-in-outer-space/>. [Använd 2022-05-18].
- [27] Russian Federation, "Document of the Russian Federation pursuant to UN GA Resolution 75/36 of 7 December 2020," [Online]. Available: <https://front.un-arm.org/wp-content/uploads/2021/04/russian-rederation-eng.pdf>. [Använd 2022-05-26].
- [28] UN General Assembly, "Delegates Approve 5 Draft Resolutions, as First Committee Takes Action on Peaceful Use, Non-Weaponization of Outer Space, Chemical Weapons," 2021-11-01. [Online]. Available: <https://www.un.org/press/en/2021/gadis3676.doc.htm>. [Använd 2022-02-04].

- [29] Theresa Hitchens, "Breaking Defense," 2023-09-01. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2023/09/russia-spikes-un-effort-on-norms-to-reduce-space-threats/>. [Använd 2023-10-10].
- [30] L. Grego, "A history of anti-satellite programs," 2012. [Online]. Available: https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2019-09/a-history-of-ASAT-programs_lo-res.pdf. [Använd 2022-03-15].
- [31] B. Weeden, "History of Anti-Satellite Tests in Space," 2023-02-22. [Online]. [Använd 2023-09-25].
- [32] N. Raju, "A proposal for a ban on destructive anti-satellite testing: a role for the European Union?," EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium, April 2021, No.74..
- [33] Spacenews. Foust, Jeff., "Nelson and Rogozin talk about ASAT test," 2021-11-16. [Online]. Available: <https://spacenews.com/nelson-and-rogozin-talk-about-asat-test/>. [Använd 2022-05-31].
- [34] The White House, "FACT SHEET: Vice President Harris Advances National Security Norms in Space," 2022-04-18. [Online]. Available: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/04/18/fact-sheet-vice-president-harris-advances-national-security-norms-in-space/>. [Använd 2022-05-31].
- [35] Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Sixty-fifth session, "General Exchange of Views - Russian Federation," 2022-06-03.
- [36] Newsweek, "Dmitry Rogozin Takes Aim at America's Anti-Satellite Weapons After Test Ban," 2022-04-19. [Online]. Available: <https://www.newsweek.com/dmitry-rogozin-rosocosmos-america-anti-satellite-weapons-test-ban-harris-1698862>. [Använd 2022-05-31].
- [37] Canada, "Canadian Statement. Open-ended working group on reducing space threats. First Session. Geneva.," 2022-05-09. [Online]. Available: <https://documents.unoda.org/wp-content/uploads/2022/05/Canada-General-Statement-for-Translators-OEWG-Space-Threats-Session-bilingual.pdf>. [Använd 2022-05-15].
- [38] Theresa Hitchens, "Breaking defense," 2023-08-17. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2023/08/eu-embraces-biden-administrations-limited-asat-test-ban-as-un-meeting-looms/>.
- [39] United Nations Office for Outer Space Affairs , "Long-term Sustainability of Outer Space Activities," [Online]. Available:

- <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/long-term-sustainability-of-outer-space-activities.html>. [Använd 2022-05-16].
- [40] C. Steer och M. Hersch, *War and Peace in Outer Space: Law, Policy, and Ethics*, New York: Oxford University Press, 2021.
 - [41] T. Hitchens, "Forwarding Multilateral Space Governance: Next Steps for the International Community," Center for International and Security Studies at Maryland School of Public Policy, University of Maryland, 2018.
 - [42] Breaking Defense. Hitchens, Theresa., "Fearing Isolation, Russia Caves on UN Space Guidelines," 25 06 2019. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2019/06/fearing-isolation-russia-caves-on-un-satellite-guidelines/>. [Använd 2022-05-24].
 - [43] Spacenews, Erwin S., "On National Security | Drawing lessons from the first 'commercial space war'," Space News, 2022-05-05. [Online]. Available: <https://spacenews.com/on-national-security-drawing-lessons-from-the-first-commercial-space-war/>. [Använd 2023-07-31].
 - [44] J. Suess, "The First Commercial Space War," RUSI, 19 Januari 2023. [Online]. Available: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/external-publications/first-commercial-space-war>. [Använd 19 Juni 2023].
 - [45] P. Anson och D. Cummings, "The first space war: The contribution of satellites to the gulf war," *The RUSI Journal*, vol. 136, nr 4, pp. 45-53, 1 December 1991.
 - [46] A. Maurin och M. Storey, "The War in Ukraine and Space Theatre," *Revue Defense Nationale*, nr HS11, pp. 30-36, 12 Juni 2023.
 - [47] M. Guenot, "Satellite photos show Russia's final troop deployments around Ukraine before Putin launched an invasion," Business Insider, 24 Februari 2022. [Online]. Available: <https://www.businessinsider.com/satellite-images-show-final-russia-troop-deployments-before-ukraine-invasion-2022-2>. [Använd 28 Augusti 2023].
 - [48] "Bucha killings: Satellite image of bodies site contradicts Russian claims," BBC News, 4 April 2022. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/news/60981238>. [Använd 29 Augusti 2023].
 - [49] D. Chow och Y. Talmazan, "Watching from space, satellites collect evidence of war crimes," NBC News, 3 Maj 2022. [Online]. Available:

- <https://www.nbcnews.com/science/science-news/ukraine-satellites-war-crimes-rcna26291>. [Använd 31 Juli 2023].
- [50] M. Undseth och C. Jolly, "A new landscape for space applications: Illustrations from Russia's war of aggression against Ukraine," OECD, Paris, November 2022.
 - [51] A. Kolovos, "Persian Gulf War: The First Space War. A Critical Assessment of Space Systems," Hellenic Air Force Academy, Aten, Juli 2017.
 - [52] L. Greenmeier, "GPS and the World's First "Space War"," Scientific American, 8 Februari 2016. [Online]. Available: <https://www.scientificamerican.com/article/gps-and-the-world-s-first-space-war/>. [Använd 28 Augusti 2023].
 - [53] J. Mansky, "Operation Desert Storm Was Not Won By Smart Weaponry Alone," Smithsonian Magazine, 20 Januari 2016. [Online]. Available: <https://www.smithsonianmag.com/history/operation-desert-storm-was-not-won-smart-weaponry-alone-180957879/>. [Använd 5 September 2023].
 - [54] B. E. Bowen, Original Sin: Power, Technology and War in Outer Space, Oxford University Press, Februari 2023.
 - [55] J. P. Wong, Y. Kim, K. Langeland, G. Nacouzi, K. R. Grocholski, J. Balk, K. V. Patel och B. Bicksler, "Leveraging Commercial Space Services: Opportunities and Risks for the Department of the Air Force," RAND Corporation, Santa Monica, September 2023.
 - [56] K. P. Thompson, "A Political History of U.S. Commercial Remote Sensing, 1984-2007: Conflict, Collaboration, and the Role of Knowledge in the High-Tech World of Earth Observation Satellites," Virginia Tech, Blacksburg, November 2007.
 - [57] M. Burgess, "A Mysterious Satellite Hack Has Victims Far Beyond Ukraine," WIRED, 23 Mars 2022. [Online]. Available: <https://www.wired.com/story/viasat-internet-hack-ukraine-russia/>. [Använd 28 Augusti 2023].
 - [58] A. Kolovos, "Commercial Satellites in Crisis and War: The Case of the Russian-Ukrainian Conflict.," Hellenic Air Force Academy, Aten, Februari 2023.
 - [59] "Ukrainian hospitals to receive 590 StarLink stations," Ukrinform, 2022-03-27. [Online]. Available: <https://www.ukrinform.net/rubric->

- ato/3440971-ukrainian-hospitals-to-receive-590-starlink-stations.html.
[Använd 2023-09-25].
- [60] S. Lyngaas, "CNN Exclusive: 'How am I in this war?': New Musk biography offers fresh details about the billionaire's Ukraine dilemma | CNN Politics," CNN, 7 September 2023. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2023/09/07/politics/elon-musk-biography-walter-isacson-ukraine-starlink/index.html>. [Använd 8 September 2023].
- [61] Spacenews, Foust J., "Shotwell: Ukraine "weaponized" Starlink in war against Russia," 2023-02-08. [Online]. Available: <https://spacenews.com/shotwell-ukraine-weaponized-starlink-in-war-against-russia/>. [Använd 2023-09-25].
- [62] C4ISRnet, "SpaceX shut down a Russian electromagnetic warfare attack in Ukraine last month — and the Pentagon is taking notes," 2022-04-20. [Online]. Available: <https://www.c4isrnet.com/air/2022/04/20/spacex-shut-down-a-russian-electromagnetic-warfare-attack-in-ukraine-last-month-and-the-pentagon-is-taking-notes/>. [Använd 2022-05-12].
- [63] "Starlink malfunctions again during Ukraine's overnight attack on Sevastopol bay," Ukrainska Pravda, 13 September 2023. [Online]. Available: <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/09/13/7419616/>. [Använd 13 September 2023].
- [64] S. Campanello, "Svenskt satellitinternet ska koppla upp Ukraina," DN, 08 Augusti 2023.
- [65] M. Holmes, "Lockheed Martin Invests in Xona Space Systems \$25M Funding Round," Via Satellite, 9 Augusti 2022. [Online]. Available: <https://www.satellitetoday.com/business/2022/08/08/lockheed-martin-invests-in-xona-space-systems-25m-funding-round/>. [Använd 8 September 2023].
- [66] A. Datta, "HawKeye 360 Detects GPS Jamming Along Ukraine Border Prior to Russian Invasion," Geospatial World, 3 April 2022. [Online]. Available: <https://www.geospatialworld.net/blogs/hawkeye-360-detects-gps-jamming-along-ukraine-border-prior-to-russian-invasion/>. [Använd 8 September 2023].
- [67] E. Howell, "How Russia's GPS satellite signal jamming works, and what we can do about it," Space.com, 14 April 2022. [Online]. Available: <https://www.space.com/gps-signal-jamming-explainer-russia-ukraine-invasion>. [Använd 13 September 2023].

- [68] D. Goward, "When will Russia attack GPS? Interview with former CIA analyst George Beebe," GPS World, 24 Februari 2022. [Online]. Available: <https://www.gpsworld.com/when-will-russia-attack-gps-interview-with-former-cia-analyst-george-bebee/>. [Använd 23 September 2023].
- [69] J. Suess, *War In Space; Episode 32: NATO's Air and Space Lessons from Ukraine*, London: RUSI, 31 Augusti 2023.
- [70] E. Berger, "Ukraine official confirms urgent request for Western satellite data," Ars Technica, 1 Mars 2022. [Online]. Available: <https://arstechnica.com/science/2022/03/a-wartime-plea-to-western-satellite-companies-we-need-this-data-please/>. [Använd 8 September 2023].
- [71] Spacenews, Erwin S., "As Russia prepared to invade, U.S. opened commercial imagery pipeline to Ukraine," SpaceNews, 2022-04-05. [Online]. Available: <https://spacenews.com/as-russia-prepared-to-invade-u-s-government-and-satellite-imagery-suppliers-teamed-up-to-help-ukraine/>. [Använd 2023-07-31].
- [72] C. Biesecker, "Intelligence Community Rapidly Delivering Commercial Satellite Imagery To Ukraine, NGA Official Says," Defense Daily, 25 April 2022. [Online]. Available: <https://www.defensedaily.com/intelligence-community-rapidly-delivering-commercial-satellite-imagery-to-ukraine-nga-official-says/intelligence-community/>. [Använd 19 Juni 2023].
- [73] "European Union Satellite Centre, SatCen Annual Report 2022," 2023. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2820/00882>. [Använd 3 Juli 2023].
- [74] Ukrinform, "ICEYE satellite imagery yields first results on battlefield - Ukraine's Defense Minister," Ukrinform, 29 September 2022. [Online]. Available: <https://www.ukrinform.net/rubric-ato/3581906-iceye-satellite-imagery-yields-first-results-on-battlefield-ukraines-defense-minister.html>. [Använd 08 September 2023].
- [75] "Chinese firm sold satellites for intelligence to Russia's Wagner: contract," France 24, 5 Oktober 2023. [Online]. Available: <https://www.france24.com/en/live-news/20231005-chinese-firm-sold-satellites-for-intelligence-to-russia-s-wagner-contract>. [Använd 10 oktober 2023].
- [76] M. Borowitz, "War in Ukraine highlights the growing strategic importance of private satellite companies — especially in times of

- conflict,” The Conversation, 15 Augusti 2022. [Online]. Available: <http://theconversation.com/war-in-ukraine-highlights-the-growing-strategic-importance-of-private-satellite-companies-especially-in-times-of-conflict-188425>. [Använd 2022 November 2022].
- [77] M. Sadat och M. Sinclair, ”The not-so-secret value of sharing commercial geospatial and open-source information,” Brookings, 31 Mars 2021. [Online]. Available: <https://www.brookings.edu/articles/the-not-so-secret-value-of-sharing-commercial-geospatial-and-open-source-information/>. [Använd 31 Juli 2023].
- [78] A. Jones, ”The coming Chinese megaconstellation revolution,” SpaceNews, 23 Februari 2023. [Online]. Available: <https://spacenews.com/the-coming-chinese-megaconstellation-revolution/>. [Använd 24 Februari 2023].
- [79] ”Starlink and the Russia-Ukraine War: A Case of Commercial Technology and Public Purpose?,” Harvard Kennedy School - Belfer Center for Science and International Affaris, 9 Mars 2023. [Online]. Available: <https://www.belfercenter.org/publication/starlink-and-russia-ukraine-war-case-commercial-technology-and-public-purpose>. [Använd 6 Oktober 2023].
- [80] F. Ronan, ”Elon Musk’s Shadow Rule,” The New Yorker, 21 Augusti 2023. [Online]. Available: <https://www.newyorker.com/magazine/2023/08/28/elon-musks-shadow-rule>. [Använd 16 Oktober 2023].
- [81] C. Svahn, ”Space X stoppade Ukraina från att använda sina satelliter mot Ryssland,” DN, 10 Februari 2023. [Online]. Available: <https://www.dn.se/varlden/space-x-stoppade-ukraina-fran-att-anvanda-sina-satelliter-mot-ryssland/>. [Använd 16 Oktober 2023].
- [82] A. Marquardt och K. Fisher, ”SpaceX admits blocking Ukrainian troops from using satellite technology,” CNN, 9 Februari 2023. [Online]. Available: <https://edition.cnn.com/2023/02/09/politics/spacex-ukrainian-troops-satellite-technology/index.html>. [Använd 16 Oktober 2023].
- [83] Spacenews, Erwin S., ”Despite growing interest in commercial satellite data, industry faces uncertainty,” SpaceNews, 2023-06-16. [Online]. Available: <https://spacenews.com/despite-growing-interest-in-commercial-satellite-data-industry-faces-uncertainty/>. [Använd 2023-06-19].
- [84] Spacenews, Erwin S., ”Maxar eyes military customers for satellite images of objects in space,” SpaceNews, 2023-03-30. [Online]. Available:

- <https://spacenews.com/maxar-eyes-military-customers-for-satellite-images-of-objects-in-space/>. [Använd 2023-09-25].
- [85] G. Falconbridge, "Russia uses new laser weapons in Ukraine, Zelenskiy mocks 'wonder weapon'," Reuters, 18 Maj 2022. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/world/europe/russia-touts-new-generation-blinding-laser-weapons-2022-05-18/>. [Använd 13 September 2023].
 - [86] C. Davenport, "Commercial satellites test the rules of war in Russia-Ukraine conflict," Washington Post, 10 Mars 2022. [Online]. Available: <https://www.washingtonpost.com/technology/2022/03/10/commercial-satellites-ukraine-russia-intelligence/>. [Använd 2023 Juni 2023].
 - [87] D. Ignatius, "Opinion | The U.S. Space Force needs to get bigger," Washington Post, 22 Augusti 2023. [Online]. Available: https://www.washingtonpost.com/opinions/2023/08/22/us-space-force-military-pentagon-competition/?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&STOverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d. [Använd 23 Augusti 2023].
 - [88] G. Hadley, "New Study: US Needs Counterspace Weapons for Space Superiority," Air & Space Forces Magazine, 27 Juni 2023. [Online]. Available: <https://www.airandspaceforces.com/ussf-counterspace-weapons-space-superiority/>. [Använd 3 Juli 2023].
 - [89] F. Wolfe, "SPACECOM Does Not Provide Blanket Protection for Commercial Satellites, If Attacked," Defense Daily, 19 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.defensedaily.com/spacecom-does-not-provide-blanket-protection-for-commercial-satellites-if-attacked/space/>. [Använd 9 Augusti 2023].
 - [90] T. Müller, "Satellites and the Changing Politics of Transparency in World Politics," *Politics and Governance*, vol. 11, nr 3, pp. X-X, 26 April 2023.
 - [91] M. Borowitz, L. Rubin och B. Stewart, "National Security Implications of Emerging Satellite Technologies," *Orbis*, vol. 64, nr 4, pp. 515-527, Januari 2020.
 - [92] E. Lin-Greenberg och T. Milonopoulos, "Private Eyes in the Sky: Emerging Technology and the Political Consequences of Eroding Government Secrecy," *Journal of Conflict Resolution*, vol. 65, nr 6, pp. 1067-1097, Juli 2021.
 - [93] M. Nylund, P. Hägg, B. Jakobsson, R. Farid, R. Ragnarsson, O. Rasmusson, S. Papadogiannakis och A. Tyrblom, "Inmätning av

- rymdobjekt - Rymdlägesbild med egen rådighet, FOI-R--5325--SE,” FOI, Stockholm, 2022.
- [94] European Commision, ”Space Situational Awareness,” European Commision, [Online]. Available: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/space-situational-awareness_en. [Använd 25 09 2023].
- [95] C. S. Galbreath, ”Building U.S. Space Force Counterspace Capabilities: An Imperative for America’s Defense,” Mitchell institue for Aerospace Studies, Juni 2023.
- [96] R. Peldszus och P. Faucher, ”European Union Space Surveillance & Tracking (EU SST): State of Play and Perspectives,” *Space Policy*, vol. 62, 2022.
- [97] SST Cooperation, ”What is EU SST?,” 2023. [Online]. Available: <https://www.eusst.eu/>. [Använd 20 09 2023].
- [98] Institute for Defence Analysis , ”Global Trends in Space Situational Awareness (SSA) and Spae Traffic Management(STM),” IDA Science & Tachnology Policy Institute, Washington, 2018.
- [99] B. McClintock , D. C. Ligor, D. McCormick, M. Herron, K. Jukneviciute, T. Van Bibber, K. Feistel, R. Akhil , A. Rao, T. Grosso, M. Fenner, H. Lee, A. Ar Rafee och T. Urbina, ”The Time for International Space Traffic Management Is Now,” RAND Corporation, Santa Monica, CA, 2023.
- [100] European Commissin, ”Space Traffic Management - Safeguarding space operations,” 2023. [Online]. Available: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/eu-space-programme/space-traffic-management_en. [Använd 11 10 2023].
- [101] WhiteHouse.gov, ”Space Policy Directive-3, National Space Traffic Management Policy,” 18 06 2018. [Online]. Available: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/space-policy-directive-3-national-space-traffic-management-policy/>. [Använd 11 10 2023].
- [102] WhiteHouse.gov, ”Space Policy Directive-3, National Space Traffic Management Policy,” 18 06 2018. [Online]. Available: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/space-policy-directive-3-national-space-traffic-management-policy/>. [Använd 25 09 2023].

- [103] Office of Space Commerce, "July 28 Video Update on TraCSS," 28 07 2023. [Online]. Available: <https://www.space.commerce.gov/july-28-update-on-tracss/>. [Använd 25 09 2023].
- [104] EUSPA, "EUSPA grows further to support EU Space Traffic Management," European Union Agency for the Space Programme, 03 07 2023. [Online]. Available: <https://www.euspa.europa.eu/newsroom/news/euspa-grows-further-support-eu-space-traffic-management>. [Använd 25 09 2023].
- [105] Lockheed Martin, "'Trash' In Space Could Destroy Critical Satellites," Lockheed Martin Corporation, 2021-08-25. [Online]. Available: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/2021/trash-in-space-could-destroy-critical-satellites-heres-how-we-protect-them.html>. [Använd 2023-09-25].
- [106] T. Hitchens, "Space Force says DARC software on track, following GAO concerns," Breaking Defense, 16 06 2022. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2022/06/space-force-says-darc-software-on-track-following-gao-concerns/>. [Använd 29 09 2023].
- [107] NRO national Reconnaissance Office, "Silent Barker NROL107," 16 08 2023. [Online]. Available: https://www.nro.gov/Portals/135/Documents/news/Press%20Kits/10240_PressKitbook_Launch_NROL-107.pdf?ver=1ahtS3Is4ILmSU7-LdScpw%3d%3d#:~:text=SILENTBARKER%20is%20a%20joint%20NRO%20and%20USSF%20SDA,SDA%20to%20enable%20effective%20defense%20of%20space%20capab. [Använd 29 09 2023].
- [108] B. Lal, A. Balakrishnan, B. M. Cladwell, R. S. Buenconsejo och S. A. Carioscia, "Global Trends in Space Situational Awareness (SSA) and Space Traffic Management (STM)," IDA, the Institute for Defense Analyses, Alexandria, Virginia, 2018.
- [109] M. P. Funairole, D. Kim, B. Hart och J. S. J. Bermudez, "Eyes on the Skies - China's growing space footprint in South America," CSIS Center for Strategic an International Studies, 04 10 2022. [Online]. Available: <https://features.csis.org/hiddenreach/china-ground-stations-space/>. [Använd 29 09 2023].
- [110] P. W. Singer och P. Wood, "Keep Tabs on China's Growing Space Situational Awareness," Defense one, 26 05 2021. [Online]. Available: <https://www.defenseone.com/ideas/2021/05/keep-tabs-chinas-growing-space-situational-awareness/174309/>. [Använd 29 09 2023].

- [111] A. Jones, "China's military sets up new base for space domain awareness," SpaceNews, 14 09 2023. [Online]. Available: <https://spacenews.com/chinas-military-sets-up-new-base-for-space-domain-awareness/>. [Använd 02 10 2023].
- [112] Starlink, "Hur Starlink fungerar," 2023. [Online]. Available: <https://www.starlink.com/technology>. [Använd 02 10 2023].
- [113] M. Zastroe, "SpaceX defends Starlink over collision concerns," Astronomy, 25 02 2022. [Online]. Available: <https://www.astronomy.com/space-exploration/spacex-defends-starlink-over-collision-concerns/>. [Använd 02 10 2023].
- [114] NASA, "NASA's Starling Mission Sending Swarm of Satellites into Orbit," 27 09 2023. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/nasas-starling-mission-sending-swarm-of-satellites-into-orbit/>. [Använd 02 10 2023].
- [115] A. Jones, "China is working on a relay satellite to support lunar polar missions," SpaceNews, 26 06 2021. [Online]. Available: <https://spacenews.com/china-is-working-on-a-relay-satellite-to-support-lunar-polar-missions/>. [Använd 02 10 2023].
- [116] Brandon L. Davenport Maj., "Beyond the Air Domain: Battle Management in Space Operations," School of Advanced Air and Space Studies, Air University, Maxwell Air Force base, Alabama, 2018.
- [117] E. Salinas Maj., "Space Situational Awareness is Space Battle Management," Air Force Space Command, 16 05 2018. [Online]. Available: <https://www.afspc.af.mil/News/Article-Display/Article/1523196/space-situational-awareness-is-space-battle-management/>. [Använd 04 10 2023].
- [118] European Commission, "EU Space Strategy for Security and Defence," [Online]. Available: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/eu-space-strategy-security-and-defence_en. [Använd 04 10 2023].
- [119] Generaldirektoratet för försvarsindustri och rymdfrågor, "Gemensamt meddelande till Europaparlamentet och rådet - EU:s rymdstrategi för säkerhet och försvar," Europeiska Kommissionen, Bryssel, Belgien, 2023.
- [120] D. Hambling, "U.S. And U.K. Accuse Russia Of In-Orbit Test Of Nesting Doll Anti-Satellite Weapon," Forbes, 24 07 2020. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/07/24/us->

and-uk-accuse-russia-of-testing-in-orbit-anti-satellite-weaponry/.
[Använd 02 10 2023].

- [121] M. Mastrofini, G. Goracci, I. Agostinel och F. Curti, "YOLO v4 Based Algorithm for Resident Space Object Detection and Tracking," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications. All 2022 Studies in Computational Intelligence*, vol 1088, Springer, Cham, 2023, pp. 19-33.
- [122] J. Coykendall, "Riding the exponential growth in space," Deloitte, 22 03 2023. [Online]. Available: <https://www.deloitte.com/global/en/our-thinking/insights/industry/defense-security-justice/future-of-the-space-economy.html>. [Använd 25 09 2023].
- [123] R. Ciardi, G. Giuffrida, G. Benelli, C. Cardenio och R. Maderna, "GPU@SAT: A General-Purpose programmable Accelerator for on Board Data Processing and Satellite Autonomy," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications. All 2022 Studies in Computational Intelligence*, vol 1088, Springer, Cham, 2023, pp. 35-47.
- [124] Rymdlagsutredningen, "En ny rymdlag, SOU 2021:91," Statens offentliga utredningar, Stockholm, 2021.
- [125] "Dir. 2020:34, Kommittédirektiv - Översyn av regelverket för rymdverksamhet," 2020-04-02. [Online].
- [126] Försvarsdepartementet, "Gemensamt meddelande om EU:s rymdstrategi för säkerhet och försvar 2022/23:FPM67," Regeringskansliet, Stockholm, 2023.
- [127] Regeringskansliet, "Tal av Pål Jonson Digitalt anförande av försvarsminister Pål Jonson på rymdseminariet vid EU-representationen (på engelska)," 27 april 2023. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/tal/2023/04/digitalt-anforande-av-forsvarsminister-pal-jonson-vid-eus-institut-for-sakerhetsstudier/>. [Använd 15 oktober 2023].
- [128] Försvarsberedningen, "Allvarstid Försvarsberedningens säkerhetspolitiska rapport 2023 Ds 2023:19," Försvarsdepartementet, Stockholm, 2023.
- [129] Säkerhetspolisen, "Säpo årsbok 2021," Säkerhetspolisen, Stockholm, 2021.
- [130] Säkerhetspolisen, "Säpos årsbok 2022," Säkerhetspolisen, Stockholm, 2022.

- [131] Försvarsmakten, "Must årsöversikt 2021 Militära underrättelse- och säkerhetstjänsten," Försvarsmakten, Stockholm, 2022.
- [132] "Regeringens proposition 2020/21:30 Totalförsvaret 2021-2025," Regeringen, Stockholm, 2020.
- [133] Zebulon Carlander och Michael Claesson, Vägval: framtiden för svensk säkerhet, Stockholm: Ekerlids, 2021.
- [134] Carl-Vincent Reimers, "Ledare: Europa måste rusta sig inför framtidens krigszoner," Blekinge Läns Tidning, 20 november 2021. [Online]. Available: <https://www.blt.se/ledare/europa-maste-rusta-sig-infor-framtidens-krigszoner-744c74c8/>. [Använd 11 oktober 2023].
- [135] Försvarsmakten, "Doktrin för Gemensamma operationer DGO 20," Försvarsmakten, Stockholm, 2020.
- [136] Försvarsmakten, "Försvarsmaktens årsredovisning 2022," Försvarsmakten, Stockholm, 2023.
- [137] Försvarsmakten, "Försvarsmaktens strategiska inriktning 2021-2030," Försvarsmakten, Stockholm, 2021.
- [138] "Antisatellitvapen och risken för rymdkrig," podden Gräns i Sveriges Radio, 17 november 2021. [Online]. Available: <https://sverigesradio.se/avsnitt/antisatellitvapen-och-risken-for-rymdkrig>. [Använd 08 oktober 2023].
- [139] Försvarsmakten, "Militärstrategisk doktrin MSD 22," Försvarsmakten, Stockholm, 2022.
- [140] Försvarsmakten, "Överbefälhavarens militära råd Bilaga 1 FM2022-19979:13," Försvarsmakten, Stockholm, 2022.
- [141] Försvarsmakten, "Överbefälhavarens råd avseende svenskt Natomedlemskap Underbilaga 1.1 FM2022-19979:13," Försvarsmakten, Stockholm, 2022.
- [142] Försvarsmakten, "Överbefälhavarens råd avseende förmågeutveckling Underbilaga 1.2 FM2022-19979:13," Försvarsmakten, Stockholm, 2022.
- [143] Anna-Maria Stawreberg, "Ella Carlsson, FM:s rymdchef: "Det råder lite vilda västern där uppe"," Officerstidningen, 12 april 2023. [Online]. Available: <https://officerstidningen.se/ella-carlsson-fms-rymdchef-det-rader-lite-vilda-vastern-dar-uppe/>. [Använd 09 oktober 2023].

- [144] Försvarsmakten, "Försvarsmaktens reviderade underlag inför kommande försvarsbeslut, Bilaga 1 Överbefälhavarens militära råd – Svensk försvarsförmåga," Försvarsmakten, Stockholm, 2023-11-06.
- [145] Försvarsmakten, "Försvarsmaktens reviderade underlag inför kommande försvarsbeslut, Bilaga 2 Utveckling av det militära försvaret 2025-2035," Försvarsmakten, Stockholm, 2023-11-06.
- [146] "Regeringens skrivelse 2017/18:259 En strategi för svensk rymdverksamhet," Utbildningsdepartementet, Stockholm, 2018.
- [147] Sveriges riksdag, "Förordning (2007:1115) med instruktion för Rymdstyrelsen," 29 november 2007 (ändrad 2021). [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20071115-med-instruktion-for_sfs-2007-1115/. [Använd 15 oktober 2023].
- [148] Utbildningsdepartementet, *Regleringsbrev för budgetåret 2021 avseende Rymdstyrelsen*, Stockholm: Regeringen, 2020.
- [149] Rymdstyrelsen, "En operationell rymdlägesbild - förslag till hur en nationell förmåga kan etableras," Rymdstyrelsen, Stockholm, 2021.
- [150] Utbildningsdepartementet, "Uppdrag att vara ansvarig nationell enhet för Europeiska unionens program för rymdövervakning och spårning samt bemyndigande att ingå partnerskapsavtal," 10 oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2022/10/uppdrag-att-vara-ansvarig-nationell-enhet-for-europeiska-unionens-program-for-rymdovervakning-och-sparning-samt-bemyndigande-att-inga-partnerskapsavtal/>. [Använd 15 oktober 2023].
- [151] Rymdstyrelsen, "Rymdstyrelsens analys och förslag till Regeringens forsknings- och innovationspolitik," Rymdstyrelsen, Solna, 2023.
- [152] M. Sheetez, "SpaceX wants to land Starship on the moon within three years, president says, with people soon after," CBNC, 27 10 2019. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2019/10/27/spacex-president-we-will-land-starship-on-moon-before-2022.html>. [Använd 27 06 2023].
- [153] ESA Space Debris Office, "ESA's Annual Space Environment Report," ESA ESOC, Darmstadt, Tyskland, 2023.
- [154] S. Ellerbeck, "The space economy is booming. What benefits can it bring to Earth?," World Economic Forum, 19 10 2022. [Online]. Available:

- <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/space-economy-industry-benefits/>. [Använd 27 06 2023].
- [155] T. Sesnic, "Starlink Group 4-5 | Falcon 9 Block 5," Everyday Astronaut, 08 01 2022. [Online]. Available: <https://everydayastronaut.com/starlink-group-4-5-falcon-9-block-5-2/>. [Använd 29 08 2023].
- [156] C. Young, "SpaceX's Starship will deploy Starlink 2.0 satellites like a Pez dispenser," Interesting Engineering, 07 07 2022. [Online]. Available: <https://interestingengineering.com/innovation/spacex-starship-starlink-dispenser>. [Använd 10 10 2023].
- [157] SpaceX, "Starshield," SpaceX, 2023. [Online]. Available: <https://www.spacex.com/starshield/>. [Använd 03 10 2023].
- [158] M. Sheetz, "SpaceX wins first Pentagon contract for Starshield, its satellite network for military use," CBNC, 27 09 2023. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2023/09/27/spacex-wins-first-pentagon-contract-for-starshield.html>. [Använd 03 10 2023].
- [159] Planet, "Using Space to Help Life on Earth," Planet Labs PBC, 2023. [Online]. Available: <https://www.planet.com/company/>. [Använd 01 09 2023].
- [160] E. Gregersen, "Megaconstellation," Britannica, 12 05 2023. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/megaconstellation>. [Använd 29 08 2023].
- [161] J. Mukuno och K. Eliot, "Our Constellation," Planet Labs Inc., 2023. [Online]. Available: <https://www.planet.com/our-constellations/>. [Använd 10 10 2023].
- [162] EUSPA, "Reference Constellation Orbital and Technical Parameters," EUSPA, European Union Agency for the Space Programme, [Online]. Available: <https://www.gsc-europa.eu/system-service-status/orbital-and-technical-parameters>. [Använd 30 08 2023].
- [163] ESA, "ESA signs contract for new generation of Galileo," European Space Agency, 28 05 2021. [Online]. Available: https://www.esa.int/Applications/Navigation/ESA_signs_contract_for_new_generation_of_Galileo. [Använd 30 08 2023].
- [164] Spacenews, Erwin S., "Space Force to release guidelines for the use of commercial satellite services," SpaceNews, 2023-09-13. [Online]. Available: <https://spacenews.com/space-force-to-release-guidelines-for-the-use-of-commercial-satellite-services/>. [Använd 2023-09-25].

- [165] Wight Aviation Museum, "History of the Black Arrow Space Rockets," Wight Aviation Museum, 2023. [Online]. Available: <https://wightaviationmuseum.org.uk/black-arrow-history/>. [Använd 11 10 2023].
- [166] H. J. Kramer, "KSLV-2 (Korea Space Launch Vehicle-2)," eoPortal, 24 06 2022. [Online]. Available: <https://www.eoportal.org/other-space-activities/kslv-2>. [Använd 11 10 2023].
- [167] Reuters, "ESA chief sees Ariane 6 debut launch delayed to next year," Reuters, 16 08 2023. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/science/esa-chief-sees-ariane-6-debut-launch-delayed-next-year-2023-08-16/>. [Använd 11 10 2023].
- [168] Pythom Space, [Online]. Available: <https://www.pythomspace.com/>. [Använd 2023-09-25].
- [169] Perigee, "Sustainable Access to Earth and Beyond - Our mission," Perigee, 2023. [Online]. Available: <https://perigee.space/mission/>. [Använd 10 10 2023].
- [170] SpaceX, "Starship - Service to orbit, moon, mars and beyond," SpaceX, 2023. [Online]. Available: <https://www.spacex.com/vehicles/starship/>. [Använd 10 10 2023].
- [171] Reaction Engines, "Sabre. The engine that changes everything," Reaction Engines, [Online]. Available: <https://reactionengines.co.uk/advanced-propulsion/sabre/>. [Använd 10 10 2023].
- [172] Rocket Lab, "Rocket Lab Introduces Suborbital Testbed Rocket, Selected for Hypersonic Test Flights," Rocket Lab, 2023. [Online]. Available: <https://www.rocketlabusa.com/updates/rocket-lab-introduces-suborbital-testbed-rocket-selected-for-hypersonic-test-flights/>. [Använd 10 10 2023].
- [173] CSIS, "The African Space Race," CSIS, Center for Strategic & International Studies, 30 04 2021. [Online]. Available: <https://www.csis.org/events/african-space-race>. [Använd 13 09 2023].
- [174] J. Pons, "Agency, 55 countries on the continent stand up the African Space," Atalayar, 13 02 2023. [Online]. Available: <https://www.atalayar.com/en/articulo/new-technologies-innovation/55-countries-continent-stand-african-space-agency/20230213101241160126.html>. [Använd 13 09 2023].
- [175] African union, "African Union Heads of State and Government Adopts the African Space Policy and Strategy," African Union, 31 01 2016.

- [Online]. Available: <https://au.int/en/pressreleases/20160131-3#:~:text=Addis%20Ababa%2031%20January%202016-%20The%20African%20Union,the%20flagship%20programmes%20of%20the%20AU%20Agenda%202063..> [Använd 10 10 2023].
- [176] African Union, "Statute of the African Space Agency," African Union, Addis Ababa, Etiopien, 2018.
- [177] J. M. Klinger och T. I. Onisun, "China's Space Collaboration with Africa: Implications and Recommendations for the United States," United States Institute of Peace, 19 09 2023. [Online]. Available: <https://www.usip.org/publications/2023/09/chinas-space-collaboration-africa-implications-and-recommendations-united>. [Använd 10 10 2023].
- [178] M. Iderawumi, "Russian Space Companies to Offer Support to Boost Africa's Space Technology Development," Space in Africa, 30 07 2023. [Online]. Available: <https://africanews.space/russian-space-companies-to-offer-support-to-boost-africas-space-technology-development/>. [Använd 10 10 2023].
- [179] J. Hellström, "Kinas politiska prioriteringar: militär-civil fusion och konsekvenser för Sverige, FOI Memo 6649," FOI, Stockholm, 2019.
- [180] ESA, "Previous launches," The European Space Agency, 2023. [Online]. Available: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Previous_launches. [Använd 11 10 2023].
- [181] ESA, "Juice - Jupiter Icy Moons Explorer," European Space Agency, 2023. [Online]. Available: https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Juice. [Använd 11 10 2023].
- [182] SDA, "Transport," SDA, Space Development Agency, [Online]. Available: <https://www.sda.mil/transport/>. [Använd 13 09 2023].
- [183] WhiteHouse.gov, "Statement from the President on the National Space Policy," 09 12 2020. [Online]. Available: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/briefings-statements/statement-president-national-space-policy/>. [Använd 06 09 2023].
- [184] Office of Space Commerce, "National Space Policy," 2023. [Online]. Available: <https://www.space.commerce.gov/policy/national-space-policy/>. [Använd 10 07 2023].

- [185] N. Rome, "What's New in the 2020 US National Space Strategy?," Georgetown Security Studies Review, 22 03 2021. [Online]. Available: <https://georgetownsecuritystudiesreview.org/2021/03/22/whats-new-in-the-2020-us-national-space-strategy/>. [Använd 11 09 2023].
- [186] WhiteHouse.gov, "Memorandum on the National Strategy for Space Nuclear Power and Propulsion (Space Policy Directive-6)," 16 12 2020. [Online]. Available: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/memorandum-national-strategy-space-nuclear-power-propulsion-space-policy-directive-6/>. [Använd 10 07 2023].
- [187] WhiteHouse.gov, "Memorandum on Space Policy Directive 7," 15 01 2021. [Online]. Available: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/memorandum-space-policy-directive-7/>. [Använd 10 07 2023].
- [188] L. Grush, "Biden administration issues new framework for space policy, with a focus on climate change," The Verge, 01 12 2021. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2021/12/1/22811737/national-space-council-kamala-harris-framework-priorities-climate-change>. [Använd 10 07 2023].
- [189] M. Wall, "1st Space Council meeting under VP Harris highlights climate change, competitiveness and responsible space behavior," 02 12 2021. [Online]. Available: <https://www.space.com/national-space-council-first-meeting-vp-harris>. [Använd 10 07 2023].
- [190] Spacenews, Erwin S., "U.S. declares ban on anti-satellite missile tests, calls for other nations to join," SpaceNews, 2022-04-18. [Online]. Available: <https://spacenews.com/u-s-declares-ban-on-anti-satellite-missile-tests-calls-for-other-nations-to-join/>. [Använd 2023-07-31].
- [191] Spacenews, Erwin S., "DoD a main proponent of anti-satellite test ban: 'We are not disarming'," SpaceNews, 2022-04-20. [Online]. Available: <https://spacenews.com/dod-a-main-proponent-of-anti-satellite-test-ban-we-are-not-disarming/>. [Använd 2023-07-11].
- [192] A. J. Blinken, "United States Leads in Space with Diplomacy," 30 05 2023. [Online]. Available: <https://www.state.gov/united-states-leads-in-space-with-diplomacy/>. [Använd 06 09 2023].
- [193] CSIS Aerospace Security Project, "U.S Space Force Primer," Center for strategic & international studies, 2022.
- [194] Department of the Air Force, "Fiscal Year (FY) 2024 Budget Estimates, MILITARY PERSONNEL, SPACE FORCE," 03 2023. [Online].

- Available:
[https://www.saffm.hq.af.mil/Portals/84/documents/FY24/Military%20Personnel/SF%20PB24%20\(Main\)%20JBook_FINAL_03202023.pdf?ver=N2ZwARb_TOO4wyU4s4QLBw%3d%3d](https://www.saffm.hq.af.mil/Portals/84/documents/FY24/Military%20Personnel/SF%20PB24%20(Main)%20JBook_FINAL_03202023.pdf?ver=N2ZwARb_TOO4wyU4s4QLBw%3d%3d). [Använd 28 09 2023].
- [195] T. Hitchens, "Army adds Finnish satellite startup ICEYE to SAR research effort Theresa Hitchens," Breaking Defense, 22 11 2022. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2021/11/army-adds-finnish-satellite-startup-iceye-to-sar-research-effort/>. [Använd 07 09 2023].
- [196] Office of the Director of National Intelligence, "DNI Ratcliffe Welcomes U.S. Space Force as 18th Intelligence Community Member," United States Space Force, 11 01 2021. [Online]. Available: <https://www.spaceforce.mil/News/Article/2467409/dni-ratcliffe-welcomes-us-space-force-as-18th-intelligence-community-member/>. [Använd 19 09 2023].
- [197] T. Hitchens, "Top-level study on Intel Community, Space Force satellite control coming soon," Breaking Defence, 12 06 2023. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2023/06/top-level-study-on-intel-community-space-force-satellite-control-coming-soon/>. [Använd 19 09 2023].
- [198] C. Albon, "Space Force, NRO launch 'Silent Barker' space observation satellites," C4ISRNET, 10 09 2023. [Online]. Available: <https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2023/09/10/space-force-nro-launch-silent-barker-space-observation-satellites/>. [Använd 28 09 2023].
- [199] United States Space Force, "Space Rapid Capability Office," 01 01 2021. [Online]. Available: <https://www.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/Article/2464030/space-rapid-capabilities-office/>. [Använd 06 09 2023].
- [200] C. Albon, "Is Space Force moving fast enough for its Rapid Capabilities Office?," DefenseNews, 21 09 2022. [Online]. Available: <https://www.defensenews.com/space/2022/09/21/is-space-force-moving-fast-enough-for-its-rapid-capabilities-office/>. [Använd 07 09 2023].
- [201] R. Skibba, "The Space Force Is Launching Its Own Swarm of Tiny Satellites," 14 08 2023. [Online]. Available: <https://www.sda.mil/the-space-force-is-launching-its-own-swarm-of-tiny-satellites/>. [Använd 11 09 2023].
- [202] DoD News, "Space Development Agency Successfully Launches Tranche 0 Satellites," 02 04 2023. [Online]. Available:

- <https://www.sda.mil/space-development-agency-successfully-launches-tranche-0-satellites/>. [Använd 07 09 2023].
- [203] Space Development Agency, SDA, "Who we are," [Online]. Available: <https://www.sda.mil/>. [Använd 09 10 2023].
- [204] T. Copp, "Space Force Gets Roughly 40% Increase in Biden Request," DefenseOne, 28 03 2022. [Online]. Available: <https://www.defenseone.com/policy/2022/03/space-force-gets-40-increase-biden-request/363687/>. [Använd 07 09 2023].
- [205] L. Grush, T. Kendall och Bloomberg, "The commercial space industry, led by Elon Musk's SpaceX, is expected to blast off with 41% growth over the next 5 years," Fortune, 24 07 2023. [Online]. Available: <https://fortune.com/2023/07/24/space-industry-revenue-growth-five-years/>. [Använd 29 09 2023].
- [206] J. Finch, S. Schierholz, K. Herring, M. Lewis, D. Hout och B. Dean, "NASA Astronauts Launch from America in Historic Test Flight of SpaceX Crew Dragon," NASA, 30 05 2020. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-astronauts-launch-from-america-in-historic-test-flight-of-spacex-crew-dragon/>. [Använd 29 09 2023].
- [207] Office of the Director of National Intelligence, "Annual Threat Assessment of the U.S. Intelligence Community," Office of the Director of National Intelligence, 2023.
- [208] K. A. Bingen, K. Johnson och Z. Malekos Smith, "Russia Threatens to Target Commercial Satellites," CSIS Center for Strategic & International Studies, 10 11 2022. [Online]. Available: <https://www.csis.org/analysis/russia-threatens-target-commercial-satellites>. [Använd 29 09 2023].
- [209] B. Tingley, "White House says US would respond if Russia targets commercial satellites," Space.com, 28 10 2022. [Online]. Available: <https://www.space.com/white-house-response-russia-target-commercial-satellites>. [Använd 29 09 2023].
- [210] T. Hitchens, "US 'Space Diplomacy' strategy seeks to counter 'competitors' soft-power plays," Breaking Defense, 30 05 2023. [Online]. Available: <https://breakingdefense.com/2023/05/us-space-diplomacy-strategy-seeks-to-counter-competitors-soft-power-plays/>. [Använd 19 09 2023].

- [211] European Commission, "Sanctions adopted following Russia's military aggression against Ukraine," [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/international-relations/restrictive-measures-sanctions/sanctions-adopted-following-russias-military-aggression-against-ukraine_en. [Använd 2022-05-23].
- [212] European Council - Council of the European Union, "Timeline - EU restrictive measures against Russia over Ukraine," [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions/restrictive-measures-ukraine-crisis/history-ukraine-crisis/>. [Använd 2022-05-31].
- [213] Interfax, "Roscosmos to cut salaries of top managers by 30% - source," 2022-03-03. [Online]. Available: <https://interfax.com/newsroom/top-stories/75197/>. [Använd 2022-05-31].
- [214] Rymdstyrelsen, "Krigets påverkan på rymdsamarbeten," 03 03 2022. [Online]. Available: <https://www.rymdstyrelsen.se/nyheter/2022/krigets-paverkan-pa-rymdsamarbeten/>. [Använd 2022-05-31].
- [215] Nasaspaceflight, Katin P, "Tensions mount between Russia and Europe over joint Spektr-RG telescope," 2022-06-15. [Online]. Available: <https://www.nasaspaceflight.com/2022/06/tensions-spektr-rg/>. [Använd 2022-06-27].
- [216] TASS, "France refuses to work with Russia on device for India's Venus mission — Space Institute," 2022-08-13. [Online]. Available: <https://tass.com/science/1493057>. [Använd 2022-08-13].
- [217] Bloomberg, "Russian Space Chief Says U.S. Sanctions Keep Satellites Grounded," 2021-06-07. [Online]. Available: www.bloomberg.com/news/articles/2021-06-07/russian-space-chief-says-u-s-sanctions-keep-satellites-grounded. [Använd 2022-01-24].
- [218] B. Hendrickx, "The status of Russia's signals intelligence satellites," 2021-04-05. [Online]. Available: <https://www.thespacereview.com/article/4154/1>. [Använd 2022-04-05].
- [219] The Jamestown Foundation, Luzin, Pavel, "The Commercial Space Sector and Russia's Space Strategy," *Eurasia Daily Monitor*, vol. 18, nr 159, 2021-10-20.
- [220] B. McClintock, "The Russian Space Sector: Adaptation, Retrenchment and Stagnation," *Space and Defence*, vol. 10, nr 1, 2017.

- [221] ESA, Interviewee, *Office of International Relations*. [Intervju]. 2022-05-04.
- [222] P. Goble, "75 Percent of Russian Satellite Program Dependent On US-Manufactured Components," 2015-06-12. [Online]. Available: <https://www.interpretermag.com/75-percent-of-russian-satellite-program-dependent-on-us-manufactured-components/>. [Använd 2022-05-17].
- [223] F. Vidal, "Russia's Space Policy - The path of decline?," *Études de l'Ifri*, IFRI, Paris, January 2021.
- [224] Försvarsavdelningen Moskva, "Nyhetsrapport - Sammandrag av relevanta nyheter i rysk media 31/5 - 6/6, Dnr: RU-Ö048-22Ut," Försvarsmakten, 2022.
- [225] Försvarsavdelningen Moskva, "Nyhetsrapport - Sammandrag av relevanta nyheter i ryska media 3-9/5, Dnr: RU-Ö038-22Ut," Försvarsmakten, 2022.
- [226] Spacewatch.global, Urban, Viktoria, "Russia dismisses Roscosmos chief, Dmitry Rogozin," 2022-07-18. [Online]. Available: <https://spacewatch.global/2022/07/russia-dismisses-roskosmos-chief-dimitry-rogozin/>. [Använd 2022-07-21].
- [227] New York Times, "Highlights From SpaceX and NASA's First Private Launch to the Space Station," 2022-04-08. [Online]. Available: <https://www.nytimes.com/live/2022/04/08/science/axiom-nasa-spacex>. [Använd 2022-05-17].
- [228] Orbital Today, "Dmitry Rogozin: From Komsomol Member To Russian Space Chief," 2022-04-12. [Online]. Available: <https://orbitaltoday.com/2022/04/12/dmitry-rogozin-from-komsomol-member-to-russian-space-chief/>. [Använd 2022-05-17].
- [229] Finanz.ru, "The profit of Roskosmos collapsed 42 times," 2021-09-30. [Online]. Available: <https://www.finanz.ru/novosti/aktsii/pribyl-roskosmosa-rukhnula-v-42-raza-1030834750>. [Använd 2022-02-04].
- [230] C. Vendil Pallin, "Cybersäkerhet och Cyberoperationer - rysk doktrin och praktik," *Kungl. Krigsvetenskapsakademiens Handlingar och Tidskrift, nr. 1*, pp. 121-136, 2020.
- [231] C. V. Pallin, P. Gustavsson och J. Engvall, "Framtid med förhinder: Rysk teknisk FoU till 2030, FOI-R--5204--SE," FOI, Stockholm, 2021.

- [232] Roskosmos, "Russia's government to allocate 6,5 billion rubles for space industry development," 2021-11-11. [Online]. Available: <http://en.roskosmos.ru/22505/>. [Använd 2022-02-15].
- [233] Roskosmos, "Roscosmos and NTI held a conference on the development of private cosmonautics in Russia," 2022-01-07. [Online]. Available: <http://www.roskosmos.ru/33909/>.
- [234] GPS World, "Russia expected to ditch GLONASS for Loran in Ukraine invasion," 2023-08-25. [Online]. Available: <https://www.gpsworld.com/russia-launches-qlonass-k2-no-13/>. [Använd 2023-09-25].
- [235] A. Zak, "Angara-1.2 flies its first mission," 2022-05-14. [Online]. Available: <http://www.russianspaceweb.com/angara1-flight1.html>. [Använd 2022-05-16].
- [236] Seradata, "Cosmos 2555 appears to be a dead duck after its Angara 1.2 launch," 2022-05-16. [Online]. Available: <https://www.seradata.com/cosmos-2555-appears-to-be-a-dead-duck-after-its-angara-1-2-launch/>. [Använd 2022-05-30].
- [237] Ars Technica, Berger, Eric, 2021-08-02. [Online]. Available: <https://arstechnica.com/science/2021/08/nauka-modules-near-miss-raises-concerns-about-future-of-space-station/>.
- [238] T. Sundberg och K. Hallgren, "Ryskt antisatellitvapentest mot Kosmos 1408, FOI Memo 7675," FOI, Stockholm, 2021.
- [239] VPK, "Roscosmos has signed the first contracts with ISS JSC within the scope of the Sphere project," 2021-12-20. [Online]. Available: https://vpk.name/en/566368_roskosmos-has-signed-the-first-contracts-with-iss-jsc-within-the-scope-of-the-sphere-project.html. [Använd 2022-04-11].
- [240] Newspace Global, "Russia's Sphere satellite constellation moves toward implementation," 2022-01-09. [Online]. Available: <https://newspaceglobal.com/russias-sphere-satellite-constellation-moves-toward-implementation/>. [Använd 2022-04-11].
- [241] TASS, "Russia to start deploying new cluster of Sphere next-generation satellites from 2021," 2020-10-28. [Online]. Available: <https://tass.com/science/1217351>. [Använd 2022-06-07].
- [242] Parabolic Arc, "Rogozin: Russia to Consolidate Space Sector into Open Joint Stock Company," 2013-08-30. [Online]. Available:

- <http://www.parabolicarc.com/2013/08/30/rogozin-interview-kommersant/>. [Använd 2022-04-29].
- [243] China.org.cn, "China's Space Program: A 2021 Perspective," 2022-01-28. [Online]. Available: http://www.china.org.cn/china/2022-01/28/content_78016843.htm. [Använd 2023-09-25].
- [244] Säkerhetspolisen, "Säkerhetspolisens årsbok 2022/23," 2023.
- [245] S. Lindström och J. Rydqvist, "Kinas rymdprogram och rymdförmågor, FOI-R--4718--SE," FOI, Stockholm, 2019.
- [246] K. Pollpeter, T. Ditter, A. Miller och B. Waidelich, "China's space narrative," China Aerospace Studies Institute, 2020.
- [247] K. Bingen, K. Johnson och M. Young, "Space Threat Assessment 2023," Center for Strategic & International Studies, Washington, DC, 2023.
- [248] Space News, A. Jones, "China to begin constructing its own megaconstellation later this year," 2023-03-28. [Online]. Available: <https://spacenews.com/china-to-begin-constructing-its-own-megaconstellation-later-this-year/>. [Använd 2023-09-25].
- [249] China Aerospace News, "Be wary of the brutal expansion and militarized application of "Starlink" (警惕“星链”的野蛮扩张和军事化应用)," 2022-05-05. [Online]. Available: <https://mp.weixin.qq.com/s/1ybfKDS0EwFXtX-b6Mjag>. [Använd 2023-09-25].
- [250] "A new mandate in the heavens," *The Economist*, pp. 51-52, 20 05 2023.
- [251] J. Robinson, T. B. Kupková och P. Martínek, "Strategic Competition for Space Partnerships and Markets," i *Handbook of Space Security*, Springer Nature Switzerland AG, 2020.
- [252] The Conversation, Svetla Ben-Itzhak, "Space Blocs: The future of international cooperation in space is splitting along lines of power on Earth," <https://theconversation.com/space-blocs-the-future-of-international-cooperation-in-space-is-splitting-along-lines-of-power-on-earth-180221>, 2022-04-21.
- [253] Spacewatch.global, Sheldon, John, "Indian Military Space: ISRO Launches MicroSat-R Imaging Satellite For DRDO," 2019-01-28. [Online]. Available: <https://spacewatch.global/2019/01/indian-military-space-isro-launches-microsat-r-imaging-satellite-for-drdo/>. [Använd 2022-05-05].

- [254] Spacenews, Jones, Andrew, "China, Russia reveal roadmap for international moon base," 2021-06-16. [Online]. Available: <https://spacenews.com/china-russia-reveal-roadmap-for-international-moon-base/>. [Använd 2022-01-13].
- [255] Andrew Jones, "Venezuela signs up to China's moon base initiative," 2023-07-18. [Online]. Available: <https://spacenews.com/venezuela-signs-up-to-chinas-moon-base-initiative/>. [Använd 2023-10-10].
- [256] South African National Space Agency, "South Africa Joins China's International Lunar Research Station," 2023-09-01. [Online]. Available: <https://www.sansa.org.za/2023/09/08/south-africa-joins-chinas-international-lunar-research-station/>. [Använd 2023-10-10].
- [257] Andrew Jones, 2023-04-28. [Online]. Available: China to establish organization to coordinate international moon base. [Använd 2023-10-10].
- [258] Andrew Jones , "Azerbaijan signs up to China's international moon base project," 2023-10-08. [Online]. Available: <https://spacenews.com/azerbaijan-signs-up-to-chinas-international-moon-base-project/>. [Använd 2023-10-10].
- [259] Andrew Jones, "China loses UAE as partner for Chang'e-7 lunar south pole mission," 2023-03-24. [Online]. Available: <https://spacenews.com/china-loses-uae-as-partner-for-change-7-lunar-south-pole-mission/>. [Använd 2023-10-10].
- [260] BBC, A. Radford, "US sources insist Chinese balloon was military," 2023-02-08. [Online]. Available: <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-64564549>. [Använd 2023-09-25].
- [261] Washington Post, E. Dou, "What is - and isn't - in the joint statement from Putin and Xi," 2022-02-04. [Online]. Available: <https://www.washingtonpost.com/world/2022/02/04/russia-china-xi-putin-summit-statement-beijing/>. [Använd 2023-09-25].
- [262] Security Council, 77th year : 8979th meeting, "S/PV.8979," New York, 2022-02-25.
- [263] C. Hsiung Weidacher, Interviewee, *Forskare - FOI*. [Intervju]. 2022-08-29.
- [264] C. Hsiung Weidacher, Interviewee, *Forskare - FOI*. [Intervju]. 2022-05-10.

- [265] *A STRATEGIC COMPASS FOR SECURITY AND DEFENCE*,
https://www.eeas.europa.eu/eeas/strategic-compass-security-and-defence-1_en#43556, 2022.
- [266] *JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL - European Union Space Strategy for Security and Defence*, Brussels, 10.3.2023 JOIN (2023) 9 final.
- [267] "Directive (EU) 2022/2557 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on the resilience of critical entities and repealing Council Directive 2008/114/EC (Text with EEA relevance).," [Online].
- [268] "Directive (EU) 2022/2555 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union, amending Regulation (EU) No 910/2014 and Directive (EU) 2018/1972, and repealing Directive (E)," [Online].
- [269] "Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 establishing a framework for the screening of foreign direct investments into the Union.," [Online].
- [270] "JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL An EU Approach for Space Traffic Management An EU contribution addressing a global challenge," [Online].
- [271] "Council conclusions on an EU approach to space traffic management, adopted by the Council at its 3877th meeting held on 10 June 2022," [Online].
- [272] "Regulation (EU) 2023/588 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2023 establishing the Union Secure Connectivity Programme for the period 2023-2027," [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.079.01.0001.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A079%3ATOC. [Använd 2023-10-10].
- [273] "EU Space Programme," [Online]. Available: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/eu-space-programme_en. [Använd 2023-10-10].
- [274] European Commission , "Defence Industry and Space," [Online]. Available: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-defence-industry/european-defence-fund-edf_en.

- [275] "Regulation (EU) 2018/1092 of the European Parliament and of the Council of 18 July 2018 establishing the European Defence Industrial Development Programme aiming at supporting the competitiveness and innovation capacity of the Union's defence industry.," [Online].
- [276] EU-kommissionen, "Funding & tender opportunities - Single Electronic Data Interchange Area (SEDIA)," 2023-10-16. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-search?programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=44181033&keywords=space>. [Använd 2023-10-16].
- [277] European Commission, "DIRECTORATE-GENERAL DEFIS - Defence Industry and Space," [Online]. Available: https://commission.europa.eu/about-european-commission/departments-and-executive-agencies/defence-industry-and-space_en. [Använd 2023-10-10].
- [278] Försvarsmakten, "Myndighetsgemensam målbild för den Europeiska försvarsfonden (EDF)," 2022-07-05. [Online]. Available: <https://www.fmv.se/globalassets/dokument/edf/fm2022-15593.5-myndighetsgemensam-malbild-for-arbetet-med-den-europeiska-forsvarsfonden.pdf>. [Använd 2023-10-10].
- [279] Försvarsmakten, "Myndighetsgemensam målbild för den Europeiska försvarsfonden (EDF) - Bilaga 1," 2022-07-05. [Online]. Available: <https://www.fmv.se/globalassets/dokument/edf/fm2022-15593.5-bilaga-1-myndighetsgemensam-malbild-for-den-europeiska-forsvarsfonden-edf.pdf>. [Använd 2023-10-10].
- [280] FMV, 2023-10-10. [Online]. Available: <https://www.fmv.se/internationellt/europeiska-forsvarsfonden/>. [Använd 2023-10-10].
- [281] European Defence Agency, "COORDINATED ANNUAL REVIEW ON DEFENCE," [Online]. Available: Regulation (EU) 2018/1092 of the European Parliament and of the Council of 18 July 2018 establishing the European Defence Industrial Development Programme aiming at supporting the competitiveness and innovation capacity of the Union's defence industry.. [Använd 2023-10-10].
- [282] European Defence Agency, "2022 COORDINATED ANNUAL REVIEW ON DEFENCE REPORT," [Online]. Available:

- <https://eda.europa.eu/docs/default-source/eda-publications/2022-card-report.pdf>. [Använd 2023-10-10].
- [283] European Defence Agency, "Space," [Online]. Available: <https://eda.europa.eu/what-we-do/capability-development/space>. [Använd 2023-10-10].
- [284] European External Action Service, "Space: EU tests its response mechanism to threats," 2023-03-15. [Online]. Available: https://www.eeas.europa.eu/eeas/space-eu-tests-its-response-mechanism-threats_en. [Använd 2023-10-10].
- [285] ESA, "Redirecting ESA programmes in response to geopolitical crisis," 2022-04-13. [Online]. Available: https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/Redirecting_ESA_programmes_in_response_to_geopolitical_crisis. [Använd 2022-05-18].
- [286] EU-kommissionen, "Press statement by President von der Leyen ahead of the College discussion with NATO Secretary-General Stoltenberg on Security and Defence," 2023-01-11. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_23_133. [Använd 2023-10-10].
- [287] EU-kommissionen, "EU-NATO Task Force on the resilience of critical infrastructure: Final assessment report," 2023-06-29. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/system/files/2023-06/EU-NATO_Final%20Assessment%20Report%20Digital.pdf. [Använd 2023-10-10].
- [288] *Joint Statement of France, Germany and Italy on the future of launcher exploitation in Europe*, Paris: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/joint-statement-of-france-germany-and-italy-on-the-future-of-launcher-exploitation-in-europe.pdf?__blob=publicationFile&v=8, 2022-11-22.
- [289] Fair and sustainable use of space - Council conclusions (approved on 23 May 2023), *Brussels, 23 May 2023 (OR. en) 9675/23*, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9675-2023-INIT/en/pdf>.
- [290] A. L. George och R. Smoke, *Deterrence in American Foreign Policy: Theory and Practice*, Columbia University Press, 1974.
- [291] K. Sörenson, "Kort om avskräckning - 2023, FOI Memo 8204," 2023.

- [292] B. Brodie, "The Anatomy of Deterrence," *World Politics*, vol. 11, p. 173–191, 1959.
- [293] R. K. Betts, "The Lost Logic of Deterrence: What the Strategy That Won the Cold War Can— and Can't—Do Now," *Foreign Affairs*, vol. 92, p. 87–99, 2013.
- [294] M. Lindström och F. Lindvall, "Vill du ha fred, rusta för krig. Perspektiv på en svensk tröskel - 2015, FOI-R--4047--SE," 2015.
- [295] M. J. Mazarr, "Understanding Deterrence," RAND Corporation, 2018.
- [296] F. E. Morgan, "Deterrence and First-Strike Stability in Space: A Preliminary Assessment," RAND Corporation, 2010.
- [297] M. P. Gleason och P. L. Hays, "A Roadmap for Assessing Space Weapons," Aerospace Center for Space Policy and Strategy, 2020.
- [298] L. Høstbeck, "Space Weapons' Concepts and their International Security Implications," i *Handbook of Space Security*, New York, Springer, 2015, pp. 955-983.
- [299] D. Wright, L. Grego och L. Gronlund, *The Physics of Space Security: A Reference Manual*, American Academy of Arts and Sciences, 2005.
- [300] B. G. C. Sokolski, "Op-Ed | U.S. Satellites Increasingly Vulnerable to China's Ground-Based Lasers," *SpaceNews*, July 2020. [Online]. Available: <https://spacenews.com/op-ed-u-s-satellites-increasingly-vulnerable-to-chinas-ground-based-lasers/>. [Använd 20 September 2023].
- [301] A. J. Blinken, "Attribution of Russia's Malicious Cyber Activity Against Ukraine," U.S. Department of State, [Online]. Available: <https://www.state.gov/attribution-of-russias-malicious-cyber-activity-against-ukraine/>. [Använd 18 August 2023].
- [302] R. G. Harrison, D. R. Jackson och C. G. Shackelford, "Space Deterrence: The Delicate Balance of Risk," *Space and Defense*, vol. 3, 2009.
- [303] S. J. Flanagan, N. Martin, A. A. Blanc och N. Beauchamp-Mustafaga, "A Framework of Deterrence in Space Operations," RAND Corporation, 2023.
- [304] A. K. Cebrowski och J. W. Raymond, "Operationally Responsive Space: A New Defense Business Model," *US Army War College Quarterly*, 2005.

- [305] Spacenews, Erwin S., "Firefly Launches Space Force 'Victus Nox' Mission," SpaceNews, 15 September 2023. [Online]. Available: <https://spacenews.com/firefly-launches-space-force-victus-nox-mission/>. [Använd 20 September 2023].
- [306] J. Bridenstine, "Tactically Responsive Space Strengthens America," SpaceNews, 18 September 2023. [Online]. Available: <https://spacenews.com/tactically-responsive-space-strengthens-america/>. [Använd 5 October 2023].
- [307] D. Adamy, EW 105: Space Electronic Warfare, Artech House, 2021.
- [308] T. Harrison, K. Johnson och M. Young, "Defense Against the Dark Arts in Space: Protecting Space Systems from Counterspace Weapons," Aerospace Center for Space Policy and Strategy, 2021.
- [309] A. Finkbeiner, "How Do We Prevent War in Space?," Scientific American, 1 November 2020. [Online]. Available: <https://www.scientificamerican.com/article/how-do-we-prevent-war-in-space/>. [Använd 8 June 2023].
- [310] K. Mallory, "New Challenges in Cross-Domain Deterrence," RAND Corporation, 2018.
- [311] "Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization," House Armed Services Committee, 2001.
- [312] "India Says Anti-Satellite Missile Test Aimed to Deter Threats to Its 'Space Assets'," Reuters, 9 March 2019. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/article/uk-india-satellite-statement-idUKKCN1R80PR>. [Använd 5 October 2023].
- [313] M. S. Chase och A. Chan, "China's Evolving Approach to "Integrated Strategic Deterrence"," RAND Corporation, 2016.
- [314] D. Adamsky, "Cross-Domain Coercion: The Current Russian Art of Strategy," IFRI Security Studies Center, 2015.
- [315] M. Krepon och J. Thompson, Anti-Satellite Weapons, Deterrence and Sino-American Space Relations, Stimson Center, 2013.
- [316] N. Raju och T. Erästö, "The Role of Space Systems in Nuclear Deterrence," SIPRI, 2023.

- [317] M. V. Dean, "U.S. Space-Based Nuclear Command and Control: A Guide," Aerospace Center for Space Policy and Strategy, 2023.
- [318] J. Acton och T. Macdonald, "Nuclear Command-and-Control Satellites Should Be Off Limits," Defense One, 10 December 2021. [Online]. Available: <https://www.defenseone.com/ideas/2021/12/nuclear-command-and-control-satellites-should-be-limits/187472/>. [Använd 4 October 2023].
- [319] B. Stewart, "Deterrence through Entanglement," Georgia Institute of Technology, 2022.
- [320] N. Maslej, L. Fattorini, B. Erik, J. Etchemendy, K. Ligett, T. Lyons, J. Manyika, H. Ngo, J. C. Niebles, V. Parli, Y. Shoham, R. Wald, J. Clark och P. Raymond, "The AI Index 2023 Annual Report," AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA, 2023.
- [321] D. Reading och J. Eaton, "Science & Technology Trends 2020-2040 Exploring the S&T Edge," NATO Science & Technology Organization, 2020.
- [322] A. S. Martin och S. Freeland, "The Advent of Artificial Intelligence in Space Activities: New Legal Challenges," *Space Policy*, vol. 5, nr 101408, februari 2021.
- [323] P. Breda, R. Markova, A. F. Abdin, N. P. Manti, A. Carlo och D. Jha, "An extended review on cyber vulnerabilities of AI technologies in space applications: Technological challenges and international governance of AI," *Journal of Space Safety Engineering*, Available online august 2023.
- [324] A. K. Abashidze, M. Ilyashevich, och A. Latypova, "Artificial intelligence and space law," *Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues*, vol. 25, nr 3, pp. 1-13, 2022.
- [325] IBM, "What is artificial intelligence (AI)?," [Online]. Available: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>. [Använd 11 oktober 2023].
- [326] NASA/JPL-Caltech, "Perseverance's Sol 200 Auto-Nav Drive," 19 oktober 2021. [Online]. Available: <https://mars.nasa.gov/resources/26306/perseverances-sol-200-auto-nav-drive/>. [Använd 9 september 2023].
- [327] European Space Agency, "Artificial intelligence for Earth observation," [Online]. Available:

- https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Ph-sat. [Använd 4 oktober 2023].
- [328] European Space Agency, "Artificial Intelligence for Earth observation," [Online]. Available: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Ph-sat/Artificial_Intelligence_for_Earth_observation. [Använd 9 september 2023].
- [329] Försvarsmakten, "Bifrost - ett rymdprojekt med AI-teknik," 13 juli 2023. [Online]. Available: <https://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2023/07/rubrik-bifrost-ett-rymdprojekt-med-ai-teknik/>. [Använd 9 september 2023].
- [330] G. M. Campagna och L. Manca, "SAR Image Formation: Conventional and AI-Based Approaches on Sentinel-1 Raw Products," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications, Workshop at the 2022 International Conference on Applied Intelligence and Informatics*, Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2023, pp. 1-18.
- [331] F. Massimi, P. Ferrara och F. Bendetto, "Deep Learning Methods for Space Situational Awareness in Mega-Constellations Satellite-Based Internet of Things Networks," *Sensors*, vol. 23, nr 124, pp. 1-23, 2023.
- [332] M. Mastrofini, G. Goracci, I. Agostinelli och F. Curti, "YOLO v4 Based Algorithm for Resident Space Object Detection and Tracking," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications Workshop at the 2022 International Conference on Applied Intelligence and Informatics*, Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2023, pp. 19-34.
- [333] N. Ferrante, G. Giuffrida, P. Nannipieri, A. Bechini och L. Fanucci, "Fault Detection Exploiting Artificial Intelligence in Satellite Systems," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications Workshop at the 2022 International Conference on Applied Intelligence and Informatics*, Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2023, pp. 151-166.
- [334] I. Bratu, A. R. Lodder och T. van der Linden, "Autonomous Space Objects and International Space Law: Navigating the Liability Gap," *Indonesian Journal of International Law*, vol. 18, nr 3, pp. 423-446, 2021.
- [335] G. Furano, G. Meoni, A. Dunne, D. Moloney, V. Ferlet-Cavrois, A. Tavoularis, J. Byrne, L. Buckley, M. Psarakis, K.-O. Voss och L. Fanucci, "Towards the Use of Artificial Intelligence on the Edge," *IEEE*

Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 35, nr 12, pp. 44-56, 2020.

- [336] C. Ieracitano, N. Mammone och F. C. Corbito, "Towards and Explainable Artificial Intelligence Approach for Ships Detection from Satellite Imagery," i *The Use of Artificial Intelligence for Space Applications, Workshop at the 2022 International Conference on Applied Intelligence*, Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2023, pp. 289-298.
- [337] J. L. Gonzalo, C. Colombo och P. Di Lizia, "Analytical Framework for Space Debris Collision Avoidance Maneuver Design," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, vol. 44, nr 3, pp. 469-487, 2021.
- [338] European Space Agency, "Automating collision avoidance," 22 oktober 2019. [Online]. Available: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Automating_collision_avoidance#:~:text=The%20Agency%20is%20developing%20a%20collision%20avoidance%20system,at-risk%20satellites%20to%20get%20out%20of%20the%20way. [Använd 11 september 2023].
- [339] S. K. Jayaweera, S. Feng, D. Mortensen, A. Holland, M. Piasecki, M. Evans och C. Christodoulou, "Cognitive Anti-jamming Satellite-to-Ground Communications on NASA's SCA_N Testbed," i *Wireless Innovation Forum Summit on Wireless Communications Technologies (WInnComm 2018)*, Melbourne, FL, 2013.
- [340] S. Semanjski, I. Semanjski, W. De Wilde och S. Gautama, "Use of Supervised Machine Learning for GNSS Signal Spoofing Detection with Validation on Real-World Meaconing and Spoofing Data—Part II," *Sensors*, vol. 20, nr 7, p. 1806, 2020.
- [341] J. e. a. Zhang, "Near-optimal interception strategy for orbital pursuit-evasion using deep reinforcement learning," *Acta Astronautica*, vol. 198, pp. 9-25, 2022.
- [342] J. S. Koller, "The Future of Ubiquitous, Realtime Intelligence: A GEOINT Singularity," The Aerospace Corporation, Center for Space Policy and Strategy, El Segundo, Augusti 2019.
- [343] M. Kochupillai, M. Kahl, M. Schmitt, H. Taubenböck och X. X. Zhu, "Earth Observation and Artificial Intelligence Understanding ethical issues and opportunities," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 10, nr 4, pp. 90-124, 2022.

- [344] Y. Xu, T. Bai, W. Yu, S. Chang, P. M. Atkinson och P. Ghamisi, "AI Security for Geoscience and Remote Sensing: Challenges and Future Trends," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 11, nr 2, pp. 60-85, 2023.
- [345] Europeiska Kommissionen, *Europeiska Kommissionen, Förslag till Europaparlamentets och Rådets förordning om harmoniserade regler för artificiell intelligens (rättsakt om artificiell intelligens) och om användning av vissa unionslagstiftningsakter*, COM (2021)206 final 2021/0106(COD), Bryssel den 21 april 2021.
- [346] Europaparlamentet, *Europaparlamentets ändringar antagna den 14 juni 2023 av förslaget till Europaparlamentets och rådets förordning om harmoniserade regler för artificiell intelligens (rättsakt om artificiell intelligens) och om ändring av vissa unionslagstiftningsakter*, (COM(2021)0206 – C9-0146/2021 – 2021/0106(COD)).
- [347] Förenta nationerna, *Fördraget den 27 januari 1967 innehållande principer för staternas uppträdande vid utforskande och utnyttjande av yttre rymden, däri inbegripet månen och övriga himlakroppar*, UNTS vol. 961 (p. 187), i kraft den 10 oktober 1967 och ratificerat av Sverige den 11 oktober 1967, SÖ 1967:7.
- [348] Förenta Nationerna, *Konventionen den 29 mars 1972 om internationellt ansvar för skada som orsakats av rymdföremål*, UNTS vol. 1363 (p. 3), i kraft den 1 september 1972 och bindande för Sverige sedan den 16 juni 1976, SÖ 1976:35.
- [349] *SOU 2021:91, En ny rymdlag*, Stockholm, 2021.
- [350] S. Aoki, "Law and military uses of outer space," i *Routledge Handbook of Space Law*, London, Routledge, 2016, p. 388.
- [351] Förenta nationerna, *Genèvekonventionen den 12 augusti 1949 angående förbättrande av sårades och sjukas behandling vid stridskrafterna i fält*, 75 UNTS 31; i kraft den 21 oktober 1950 och ratificerat av Sverige den 28 december 1953, SÖ 1953:14.
- [352] Förenta nationerna, *Genèvekonventionen den 12 augusti 1949 angående förbättrande av behandlingen av sårade, sjuka och skeppsbrutna tillhörande stridskrafterna till sjöss*, 75 UNTS 85; i kraft den 21 oktober 1950 och ratificerat av Sverige den 28 december 1953, SÖ 1953:15..

- [353] Förenta nationerna, *Genèvekonventionen den 12 augusti 1949 angående krigsfångars behandling*, 75 UNTS 135; i kraft den 21 oktober 1950 och ratificerat av Sverige den 28 december 1953, SÖ 1953:16..
- [354] Förenta nationerna, *Genèvekonventionen den 12 augusti 1949 angående skydd för civilpersoner under krigstid*, 75 UNTS 287, i kraft den 21 oktober 1950 och ratificerat av Sverige den 28 december 1953, SÖ 1953:17. .
- [355] Förenta nationerna, *Tilläggsprotokoll I till Genèvekonventionerna den 12 augusti 1949 rörande skydd för offren i internationella väpnade konflikter*, Genève den 8 juni 1977, i kraft sedan den 7 december 1978 och ratificerat av Sverige den 31 augusti 1979, SÖ 1979:22..
- [356] Förenta nationerna, *Tilläggsprotokoll II till Genèvekonventionerna den 12 augusti 1949 rörande skydd för offren i icke-internationella väpnade konflikter*, Genève den 8 juni 1977, i kraft den 7 december 1978 och ratificerat av Sverige den 31 augusti 1979, SÖ 1979:23, Genève den 8 juni 1977, i kraft den 7 december 1978 och ratificerat av Sverige den 31 augusti 1979, SÖ 1979:2..
- [357] C. Steer och D. Stephens, "International Humanitarian Law and Its Application in Outer Space," i *War and Peace in Outer Space, Law, Policy and Ethics*, New York, Oxford University Press, 2021, pp. 23-68.
- [358] Y. Dinstein och A. W. Dahl, "Section I: Outer Space," i *Oslo Manual on Select Topics of the Law of Armed Conflict Rules and Commentary*, Switzerland, Springer Nature Switzerland AG, 2020.
- [359] M. Schmitt och T. Kieran, "War in Space: How International Humanitarian Law Might Apply The Woomera Manual Project - Part 3," 9 mars 2020. [Online]. Available: <https://www.justsecurity.org/68906/war-in-space-how-international-humanitarian-law-might-apply/>. [Använd 25 september 2023].
- [360] International Committee of the Red Cross, *Constraints under International Law on Military Operations in, or in Relation to, Outer Space during Armed Conflicts*, 2022.
- [361] T. Brown, "How Does IHL apply to New Technologies in Outer Space?: Expert Q&A from Stockton Center's Russia-Ukraine Conference," Just Security, 22 mars 2023. [Online]. Available: <https://www.justsecurity.org/85616/how-does-ihl-apply-to-new-technologies-in-outer-space-expert-qa-from-stockton-centers-russia-ukraine-conference/>. [Använd 12 september 2023].

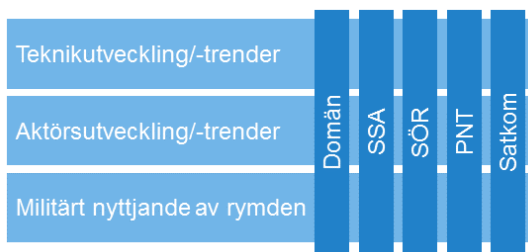
- [362] A. Kerrest och L. J. Smith, "Commentary on Outer Space Treaty 1967: Article VII," i *Cologne Commentary on Space Law*, vol. 1, Köln, Carl Heymanns Verlag, 2009, pp. 126-144.
- [363] Förenta nationernas folkrättskommission, *Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts, Yearbook of the International Law Commission*, 2001, vol. II, Part Two, 2001.
- [364] R. S. Jakhu och S. Freeland, "Chapter V Responsibility and Liability," i *McGill Manual on International Law Applicable to Military Uses of Outer Space Volume 1 - Rules*, Canada, Montreal: Centre for Research in Air and Space Law, 2022.
- [365] G. A. Gal, C. Santos, L. Rapp, R. Markovich och L. van der Torre, "Artificial intelligence in space (preprint)," 22 juni 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2006.12362>. [Använd 12 september 2023].
- [366] G. A. Long, "Artificial Intelligence and State Responsibility under the Outer Space Treaty," *Proceedings of the International Institute of Space Law*, vol. 61, nr 5, pp. 709-718, 2018.
- [367] M. Chatzipanagiotis, "Whose fault is it? Artificial Intelligence and Liability in International Space Law," i *71st International Astronautical Congress (IAC) – The CyberSpace Edition, 12-14 October 2020 (IAC-20-E7.7.4)*, 2020.
- [368] P. Wood, A. Stone och T. A. Lee, "China's ground segment - building the pillars of a great space power," China Aerospace Studies Institute, Montgomery, USA, 2021.

Bilaga A - Arbetsmetodik omvärldsbevakning och omvärldsanalys

Detta kapitel beskriver övergripande arbetsmetodiken för den omvärldsbevakning och omvärldsanalys som bedrivs inom rymdområdet i Försvarsmaktens FoT-verksamhet. Metodiken ligger till grund för arbetet med den här rapporten och till den analys samt slutsatser som presenteras i denna rapport.

Omvärldskarta

Som beskrevs i inledningen sker arbetet i huvudsak utifrån relevans för försvar och säkerhet men på grund av rymdområdets duala natur går det inte att dra en skarp skiljelinje mellan civila och militära rymdaspekter. Arbetet utgår därför utifrån en så kallad omvärldskarta¹, se Figur 1. De fem (mörkblåa) pelarna pekas ut i Försvarsmaktens inriktning på rymdområdet: Domän (avser hela rymddomänen), SSA (rymdlägesbild), SÖR (spaning och övervakning från rymden), PNT (position, navigation och tidssynkronisering) och Satkom (satellitkommunikation), se även kapitlet *Försvarsmaktens inriktning och satsningar på rymdområdet*.



Figur 1. Illustration av omvärldskartan som ligger till grund för informationsinhämtningen.

De tvårgående (ljusblåa) blocken har sitt ursprung i de klassiska frågorna *vem, var, när, vad* och *hur*². Med stöd i inriktning från Försvarsmakten³ har dessa kokat ner till en diskussion om *vem, vad* och *hur*.

- Frågan om **vem** besvaras av analys av aktörerna.

¹ Sköld, Henrik. *Framtidssäkra din organisation 10 steg för en effektiv omvärldsanalys*. 2:a upplagan. Recito, 2017. ISBN 978-91-7765-047-8.

² Ibland anges också *varför* som en del av dessa. Svaret till den frågan kan delvis inlemmas i analysen av det militära nyttjandet som både omfattar doktrin och metodfrågor.

³ Lindström, Sandra. *Metod och förutsättningar för omvärldsbevakning och -analys för militära rymdfrågor*. Stockholm: FOI, 2010. FOI-R--3088--SE.

- Frågan om **vad** besvaras av analys av teknikutvecklingen.
- Frågan om **hur** besvaras av analys av (det militära) nyttjandet av rymden.
- Frågan om **var** har redan definierats till rymden.
- I frågan om **när** ska analysen inte vara begränsad i tid utan täcker in historia, nutid och en prognos av framtid, både på kort och på lång sikt.

Således utgör varje skärning mellan pelarna och de tvärgående blocken ett område för analys. Exempelvis analyseras SSA utifrån *teknikutveckling* och *aktörer* såväl som utifrån *militärt nyttjande*, etc.

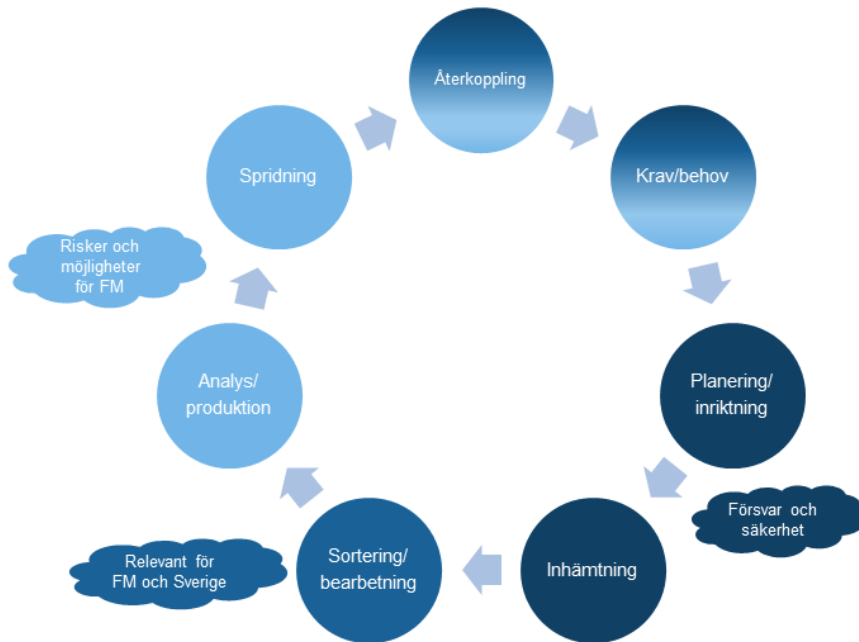
Omvärldskartan i Figur 1 används i flera olika syften, både internt och externt. Baserat på den fokuseras arbetet i projektet och oviktig information kan sorteras ut. Den tydliggör prioriteringar och avgränsningar samtidigt som den ändå ger utrymme för serendipitet. Pelaren *Domän* innefattar exempelvis hela rymddomänen och att det säkerställer ett domänperspektiv. Det finns heller ingen avgränsning i *Aktörer* utan både civila och militära aktörer finns med. Omvärldskartan används också som stöd vid arbetsfördelning och för att kunna peka ut olika typer av kompetensbehov i projektet. Slutligen används den som stöd för att identifiera informationskällor.

Arbetsprocess

Arbetet bedrivs i en cykel, i likhet med underrättelsecykeln vilken delas in i faserna: planering, inhämtning, bearbetning och delgivning.⁴ I cykeln som används här, se Figur 2, är planeringsfasen uppdelad i krav och behov, samt i planering och inriktning. Det är Försvarsmakten som formulerar krav och behov, vilket görs översiktligt för de kommande fem åren och mer i detalj inför kommande verksamhetsår. Det är sedan FOI som tar fram en plan för årets arbete i planering och inriktning. Inhämtningen sker kontinuerligt via olika medier och även via konferensdeltagande, samverkan och intervjuer. Bearbetningsfasen delas upp i sortering och bearbetning, samt i analys och produktion. I sortering och bearbetning görs bedömningen om informationen är relevant samt om informationen skall delges vidare (både internt och externt) eller arkiveras inför kommande analyser. En del av inhämtningen sker automatiskt och samlas i en databas. I analys och produktion sammanställs informationen och det genomförs både kvantitativ och kvalitativ analys. I spridning delges analyserna på olika sätt, både skriftligt och muntligt. Efter det har det införts ytterligare ett steg för att förtydliga återkopplingen som sker mellan faserna delgivning (i Figur 2 benämnd *Spridning*) och planering. I återkoppling, vilket kan ske vid möten med uppdragsgivare eller via annan kommunikationsform, fångas synpunkter upp

⁴ Försvarsmakten. *Försvarsmaktens underrättelsereglemente FM UndR*. Stockholm: Försvarsmakten, 2010. M7739-353025.

vilket sedan kan leda till justeringar och förbättringar när krav och behov formuleras inför nästa cykel.



Figur 2. Illustration av cykeln för arbetsmetodiken i FoT-projektet.

I början av cykeln är fokus brett och avgränsningarna är få, medan i slutet av cykeln är fokus smalt och begränsningarna större. Detta illustreras i Figur 2 av molnen utanför cirkeln. Till en början sker arbetet brett med global rymdverksamhetsutveckling av relevans för försvar och säkerhet. Detta smalnar sedan av till vad som är relevant för Sverige och Försvarsmakten. Slutligen sätts informationen i ett sammanhang där det blir tydligare vilka möjligheter och risker som Försvarsmakten står inför.

Kunskapsuppbyggnad och -tillämpning

Olika organisationer har olika förhållningssätt till de olika stegen i cykeln. En del automatiserar exempelvis inhämtning, sortering och bearbetning, samt även analys och spridning. Det beror helt enkelt på vilken typ av information som hanteras. I vårt arbete är det viktigt att medarbetare är involverade i alla steg eftersom FOI skall fungera som kunskapsbärare för sina uppdragsgivare genom att bygga upp och förvalta kunskap. Detta är en del av FOI:s kunskapsmodell.⁵

⁵ FOI. Årsredovisning 2019. Stockholm: FOI, 2020. Dnr: FOI-2020-214. (uppslagsdatum 2020-11-17).

Om cykelns steg istället illustreras som en kunskapspyramid, se Figur 3, blir det enklare att inse att inhämtningen lägger grunden för att skapa sig en medvetenhet om hela domänen och dess utveckling. I nästa steg när informationen både bearbetas och analyseras fås den egentliga kunskapsuppbyggnaden och därmed också en förståelse för domänen. I cykelns sista steg, när informationen och analysen sätts i ett sammanhang och sprids, blir det också värdeskapande för uppdragsgivaren. FOI brukar beskriva den värdeskapande delen som kunskapstillämpning⁶, här omsätts och används den kunskap som tidigare har byggts upp. Förhoppningen är sedan att underlagen och den förmedlade kunskapen bidrar till insikter som uppdragsgivaren kan formulera som nya krav och behov, till FOI eller andra aktörer.



Figur 3. Illustration som beskriver värdet av varje del i cykeln för att kunna skapa ett värde för uppdragsgivaren.

Produkter och värdeskapande

I FoT-projektet tas det fram ett antal olika produkter och underlag, både lågförädlade och högförädlade, såväl i syfte att bidra till en ökad medvetenhet, som för att bygga upp kunskap och för att skapa värde hos uppdragsgivaren.

De kontinuerligt förekommande produkterna som syftar till att öka medvetenheten om rymddomänen hos svenska beslutsfattare, och internt på FOI, utgörs av inlägg på X/Twitter⁷ och vårt nyhetsbrev Rymd för Försvar och Säkerhet⁸ som skickas ut 2 gånger per år. Notera att det inte är formerna för spridning som är det viktiga utan det är att det finns förutsättningar för att avsätta tid för att kontinuerligt arbeta med frågorna.

⁶ Ibid.

⁷ Rymd för Försvar och Säkerhet (@MilRymd). <https://twitter.com/MilRymd>

⁸ FOI. Rymd för försvar och säkerhet - nyhetsbrev. <https://www.foi.se/forskning/flygsystem-och-rymdfragor/rymd--och-missilfragor/rymd-for-forsvar-och-sakerhet.html> (uppslagsdatum 2023-09-25).

För att bygga upp kunskap internt på FOI genomförs ett arbete med trendkort. Det är FOI-interna underlag som ligger till grund för projektets långsiktiga analys-arbete. Strukturen på trendkortet ser ut som följer:

- Definition av trenden och dess utveckling (Vad är trenden?)
- Aktörer som främst berörs av trenden (Var och hos vilka finns trenden?)
- Vad talar för och vad talar emot trenden?
- Finns det osäkerheter i trenden?
- Vilken är trendens förändringshastighet?
- Finns det risker och möjligheter relaterat till trenden?
- Finns det förslag till åtgärder kopplat till risker och möjligheter?

Som en del av kunskapsuppbyggnaden och värdeskapandet tas den här rapporten *Omvärldsanalys Rymd* fram var tredje år, samt även fördjupningar i olika ämnen i form av rapporter och memon. Som del av arbetet hålls presentationer och vid behov sker deltaganden i möten, vilket också bidrar till den värdeskapande delen.

Det är värt att notera att omvärldsbevakningen och omvärldsanalysen ger FOI förutsättningar och möjligheter, i form av kunskap, att arbeta med andra underlag som efterfrågas av Försvarmakten, Regeringskansliet och andra myndigheter. FOI har exempelvis stöttat Försvarmakten i formuleringen av inriktningen inom rymdområdet, lämnat underlag till Försvarmaktens Perspektivstudie, stöttat Försvarsberedningen med underlag samt utbildat svenska försvarsattachéer. Under åren har FOI även kunnat stötta olika utredningar och regeringsuppdrag som exempelvis Rymdutredningen, Försvarsforskningsutredningen, arbetet med den nationella rymdstrategin, regeringsuppdraget om Esrange samt Rymdlagsutredningen. Allt detta arbete som egentligen ligger utanför FoT-projektet skapar i sin tur nya insikter som sedan används i detta projekt.

Tabell 1. Källor för den information som inhämtas och lagras i en databas hos FOI.

Källa	Hämtningsfrekvens	Information som hämtas	Kommentar	Referenslänk
Space-track, 18th Space Defense Squadron, Space Delta 2, U.S. Space Force	Orbitaldata (GP, General Perturbations) varje natt. SATCAT hämtas automatiskt 1 januari varje år.	Orbitaldata, rymdskrot, nyttolast, raketdel, namn, land, uppskjutningsår, etc.	Databasen innehåller alla objekt som 18th Space Defense Squadron följer och mäter in samt om objekt har återinträtt. Det finns inte orbitaldata för amerikanska hemliga satelliter eller vissa (till USA) allierades satelliter.	https://www.space-track.org
Planet4589, Jonathan's Space Home Page	1 gång per vecka	Uppskjutningar, både orbitala och sub-orbitala, samt om de var lyckade eller inte. Även uppskjutningsplats och bäraket. Dessutom nyttolaster med tillhörande kategori samt användare.	Data innehåller alla uppskjutningar vare sig de var lyckade eller ej.	https://www.planet4589.org/space/index.html
UNOOSA, Online Index of Objects Launched into Outer Space from the United Nations Office for Outer Space Affairs	Varje måndag hämtas uppdateringar och den 31 december varje år hämtas hela katalogen.	Om officiell registrering har skett hos FN eller inte. Land, geosition, status och funktion.	Databasen innehåller information om huruvida satelliter har registrerats hos FN eller ej, ibland registrerar fler länder samma objekt.	http://www.unoosa.org/oosa/en/SpaceObjects/index.html
UCS, Union of Concerned Scientists	Publiceras ca 2-4 ggr per år. Den senaste innehåller data till och med den 31/12 2022.	Bedömning av kategori på satelliter och användare.	Databasen innehåller endast operativa satelliter i bana runt jorden vid en viss tidpunkt när databasen släpps.	https://www.ucsus.org/resources/satellite-database
Lukes, ISO-3166 county codes	1 gång per månad	Landskoder enligt ISO-standard.		https://github.com/luke

Bilaga B – Databaskällor

