

# Spaning mot rymden – möjligheter och hot

*Inträdesanförande i KKrVA avd III den 14 oktober 2022*

*av Christer Fuglesang*

## Résumé

Technological development and advances are leading to an accelerated utilization of space. This is in particular due to rockets becoming *much* cheaper, which opens completely new possibilities in space. New space actors, both commercial and countries that couldn't afford their own space assets before, are now entering space. Also, from a military point of view, the space domain is becoming more and more important. But not only are there possibilities, there are threats also. It is becoming harder to hide from eyes in space and defense assets in space are easy targets for an adversary. How to defend them? The current solution is rather to have redundancies and "rapid response" to replace destroyed satellites than to defend them in place. Sweden has a long history of space industry and activities. In addition, there is now a satellite launch site ready at Esrange outside Kiruna. Sweden has all the possibilities to become a leading space actor in the future, including having a strong space domain capacity.

DEN 9 DECEMBER 2006 (lokal tid i Florida) hade jag den fantastiska turen och förmånen att sitta i en rymdfärja när den startade och efter åtta minuter sväva i tyngdlöshet i rymden, sexton år efter jag ansökt om att bli astronaut och fjorton år efter att ESA (European Space Agency) hade antagit mig (tillsammans med fem andra). Rymdfärden gick till den internationella rymdstationen ISS (International Space Station) vilken vi skulle fortsätta bygget av. Under arbetet gjorde jag tre rymdpromenader, vilket onekligen var mycket speciella upplevelser. I augusti-september 2009 fick jag göra en andra rymdresa. Den var ganska lik den första: till ISS och med två rymdpromenader för min del. Resorna varade tretton, respektive fjorton dygn. Några fler rymdresor kunde det inte bli, det hade ESA:s generaldirektör

gjort klart för mig redan strax efter min första rymdfärd.

Det sades inte rakt ut, men anledningen var klar: Sverige betalade i stort sett ingenting till ISS och bemannad rymdfart. (Liten parentes i efterhand: Under våren 2023 ändrades på mycket kort tid denna över 30 år gamla inställning och medel tillsköts från flera källor, även industrin, för att finansiera en ny rymdfärd för en svensk astronaut. Jag är oerhört glad över att mycket snart få se Marcus Wandt på ISS.)

## ISS och internationellt rymdsamarbete

Den internationella rymdstationen är en fantastisk konstruktion, liksom samarbetet. När Sovjetunionen kollapsade skapades möjligheten för att genuint arbeta tillsammans

i rymden. Med vissa modifikationer slog man ihop två planerade rymdstationer: ryska Mir-2 och USA-ledda Freedom. I mångt och mycket är ISS snarare två dockade rymdstationer än en konstruktion. T ex så har man 28 V el-spänning på ryska sidan och 110 V på den andra. Men samarbetet har gått fantastiskt bra och under lång tid framhölls det som ett fredsprojekt i rymden. Det nominerades t o m till Nobels Fredspris 2014. Tyvärr räckte det inte mot Rysslands allt aggressivare aktiviteter nere på jorden, men även efter invasionen av Ukraina i februari 2022 fortgår det gemensamma ISS-projektet i stort sett utan påverkan.

Kanske därför att det i praktiken är tekniskt omöjligt att göra sig kvitt från ryssarna utan att ge upp hela ISS. Och det vill man inte. Planen är att ISS ska användas till och med 2030, varvid den tas ner i atmosfären och mycket kommer att brinna upp fast en hel del sönderfallande delar lär nog falla ner över någon otillgänglig del av en ocean. Tanken är att vid det laget ska det finnas en, eller flera, kommersiella rymdstationer som kan ta över den verksamhet som i dag görs på ISS. Sedan 2021 finns det för övrigt en annan rymdstation i bana: kinesiska Tiangong. Den är betydligt mindre än ISS, men drivs och används på ungefär samma sätt.

ISS har varit permanent bemannad sedan november 2000. De första åren normalt med tre astronauter, sedan sex och numera sju. Rymdstationen är byggd för forskning och teknisk utveckling samt för att vi ska lära oss att bygga, bo och leva i rymden. Förbereda och testa inför vidare färder längre bort i rymden, som att återvända till månen och senare fara till Mars. Men en minst lika viktig roll den fyller är inspiration för både unga och gamla. Den positiva påverkan av de nästan dagliga kontakterna astronauter på ISS har med skolbarn och studenter runt hela världen kan inte överskattas.

## Rymdverksamhet

Bemannad rymdfart och utforskning med sonder till fjärran planeter och asteroider är onekligen det mest fascinerande med rymden och det som nog de flesta tänker på i första hand när man pratar om raketer och rymdfart. Men nästan allt som skickas upp i rymden är obemannade satelliter som bygger upp en alltmer omfattande och viktig infrastruktur i rymden för ett bättre och effektivare samhälle på jorden. Detta gäller framförallt inom tre områden: kommunikation, jordobservation och positionsbestämning.

Nyckeln till all rymdverksamhet är dock raketer. Raketer är nödvändiga för att få upp satelliter i bana runt jorden och skicka sonder till andra himlakroppar. Raketer har alltid varit och är fortfarande flaskhalsen för utnyttjandet av rymden. Det är dyrt och fram till nyligen var det bara några få stora länder som hade förmågan att göra raketuppskjutningar för rymdfarkoster. Men det ändras nu i snabb takt. Tack vare ny teknik och nytänkande av entreprenörer faller priserna raskt. SpaceX med Elon Musk leder utvecklingen. De har visat att man kan återanvända stora delar av startraketen på effektiva sätt. Det kan vara värt att nämna att rymdfärjorna var till större delen återanvändningsbara, men det krävdes väldigt mycket servicearbete mellan varje flygning så det blev aldrig billigt. Det var en av anledningarna till att de pensionerades 2011, efter det att man byggt färdigt ISS. Den andra anledningen var att den inte var tillräckligt robust och för riskabel för bemannad rymdfärd.

Priset för att skicka upp 1 kg nyttolast i rymden har, enligt en rapport 2022 från Citi Global Perceptives & Solutions, sjunkit från runt 20 000 \$ på 1980-talet till 2000 \$ för billigaste alternativet idag.<sup>1</sup> När SpaceX får sin nya jätteraket Starship-Superheavy i ope-

ration, som ska bli helt återanvändningsbar och kräva minimalt arbete mellan starter, förväntas priset sjunka ytterligare. Citi GPS uppskattar i sin rapport att år 2040 är priset 100 \$/kg. Musk har själv sagt att han tror att priset för Starship-Superheavy kan bli så litet som 20 \$/kg.<sup>2</sup> Det skulle motsvara drygt dubbla kostnaden för enbart själva raketbränslet (metan och flytande syre).

## Raketer

Man kan fråga sig varför det ändå är så dyrt med raketuppsändningar och varför är raketer så stora? Anledningen är att det behövs väldigt mycket energi för att få upp en satellit i bana runt jorden. För att gå in i bana runt jorden behövs en hastighet av 7-8 km/s. Detta gäller vid låg bana, benämmt LEO (Low Earth Orbit), där de allra flesta satelliter finns, mellan ca 300 och 1500 km höjd. Nyttolasten utgörs normalt av bara 2-3 procent av hela raketens startmassa. För det mesta är större raketer mer effektiva eftersom de kan ha relativt sett mer bränsle jämfört med resten av raketkonstruktionen, den s k strukturmassan. Faktum är att vid de lägsta banorna är den potentiella energin som tillförts satelliten under uppskjutning bara runt 15 procent av totala energin. Resterande 85 procent är kinetisk energi, alltså från hastigheten. Ju högre bana, desto långsammare omloppshastighet, men den potentiella energin ökar desto mer. Vid den geostationära banan, GEO (Geostationary Earth Orbit) på 36 000 km höjd är omloppstiden exakt ett dygn, innebärande att från jorden ser satelliten ut att stå stilla. Det kostar för övrigt normalt 4-5 gånger mer att skicka en satellit till GEO än till LEO. Jordens egen rotation ger ett viktigt hastighetsbidrag vid raketstart. Därför startar oftast raketer i östlig riktning och ju närmare ekvatorn desto högre ”gratisfart” kan man få. Men för polära banor

spelar detta ingen roll och man kan starta från var som helst utan förlust.

Raketutvecklingen går fort. Jag tror man bör tänka i termer av att om ett decennium eller två hanteras raketer nästan som flygplan idag. Det finns stora och det finns små raketer och många kan flyga flera gånger om dagen. Priset är bara en bråkdel av idag (se ovan). Detta öppnar enorma möjligheter, således ett verkligt paradigmskifte för hur rymden kan utnyttjas. Nästan bara fantasin sätter gränser. Förutom 100 000-tals satelliter i LEO och bemannade färder till månen och Mars så kan mycket stora och kapabla satelliter placeras i GEO. I tillägg även nya gigantiska projekt som solegeneratorer på satelliter som strålar ner energin med mikro vågor (eller möjligen laser) till mottagarstationer på jorden där dessa omvandlas till el och skickas ut på elnäten. Idéer om detta har funnits länge, men har inte ansetts rimligt att förverkliga. Nu har flera aktörer påbörjat seriös utveckling av detta. Utvinning av material på asteroider: värdefulla metaller för bruk på jorden och syre och vatten för bränsle och annat för rymdfarkoster som färdas i rymden. Klimatkontroll med solparasoll i rymden för att begränsa temperaturökningen på jorden blir också möjligt, om det skulle behövas. Detta är något jag själv studerar.<sup>3</sup>

## Teknikutveckling

Det är dock inte bara raketutvecklingen som leder till nya möjligheter i rymden och billigare rymdverksamhet. Åtskillig annan teknikutveckling bidrar också. Här är några exempel:

- Billigare tillverkningsmetoder. T ex 3D-printning eller AM (Additive Manufacturing), vilket snart kommer att göras även i rymden. Tester pågår redan på ISS.

- Miniaturisering ger nya sensorer samt mindre satelliter med samma kapacitet som stora hade förr. Redan i dag finns operativa satelliter som bara är 10 cm x 10 cm x 2,5 cm.
- AI (Artificiell Intelligens) och ML (Machine Learning) placeras mer och mer på satelliter som alltså blir smartare. Ett typexempel är att en observationssatellit själv avgör om den ser något intressant och bara skickar ner den datan. Nerlänkning från satelliter är en stor flaskhals idag. Man kan också få snabbare beslut.
- Jonmotorer och elektrisk framdrivning för satelliter och rymdsonder. Dessa motorer kan inte ge lika stor kraft som de kemiska motorer som används vid raket- uppsändning, men är mycket mer bränslesnåla. Satelliter kan bli mer långlivade på det sättet och även en svag motor kan ge mycket höga farter för interplanetära färder om den körs under en längre tid.
- Servicen att reparera och tanka farkoster i rymden utvecklas liksom metoder för sammansättning och byggande av stora strukturer i rymden, ofta kallat IOO (In-Orbit Operations).
- Optisk kommunikation, dvs laserlänkar utvecklas. Dessa kan hantera mycket större datamängder än radiolänkar. Problemet med kommunikation till jorden är dock moln, men mellan satelliter, så kallat ISL (Inter Satellite Links), är de sannolikt oöverträffbara. ISL är nyckeln till att skapa riktigt bra nät av kommunikationssatelliter i LEO, varför det inte är förvånande att bli a SpaceX jobbar hårt med detta för sitt Starlink system.<sup>4</sup>
- Kärnkraftverk baserat på fission på satelliter ligger lite längre bort i tiden, men det forskas på det också. Redan Sovjetunionen använde dock det för el på satelliter under ett tjugotal år.<sup>5</sup> Tillgång av el är en stor begränsningsfaktor avseende satelliter. Det stora flertalet använder idag solpaneler, men det krävs stora paneler för större mängder el och satelliter i LEO är ofta i skugga så bra batterier krävs då också. Radarsatelliter, baserade på SAR (Synthetic-Aperture Radar), kan ofta inte ta mer än ett fåtal bilder per varv p g a just eltillgången. Även kraftfulla omborddatorer drar mycket el. Jonmotorer som nämndes ovan behöver också mycket el. Kärnkraftverk kan nog också bli den lämpligaste kraftkällan på månen och Mars när baser byggs där.
- Kvantnyckelöverföring för kryptering. Med kvantkryptering kan man skapa system som det inte går att obemärkt dekryptera. Kryptonyckeln måste dock överföras, vilket kan göras med kvantöverföring via satellit. Kina har redan visat att de kan göra detta.<sup>6</sup>
- ISRU (In-Situ Resource Utilization), dvs utnyttjandet av lokala resurser på andra himlakroppar. Detta är helt nödvändigt för bosättning på månen och Mars i framtiden. Mycket forskning och utveckling pågår för detta. Ett exempel kombinerat med AM-teknik och avancerad robotik är att göra byggstenar för bostäder av månens *regolit*, dvs de små stoft- och stenpartiklar på månens yta.

## Hot i och från rymden

Rymden erbjuder dock inte bara möjligheter utan det finns även hot. Jag tycker man kan klassificera dessa i tre grupper: Hot mot jorden från rymden, hot mot rymdtillgångar – både i rymden och på marken, samt ”rymdherravälde”. Med det sista menar jag att någon ”ovänlig aktör” skapar sig herravälde

över rymddomänen och kan på olika sätt tvinga andra att anpassa sig. Därför är det viktigt att inte bli efter i rymdfartsutvecklingen. En intressant tanke tycker jag det är att fråga sig ”Vad blir språket på Mars?”. Kinesiska eller engelska eller....?

Hot från rymden innefattar förstas asteroider och kometer som kan slå ner på jorden och i värsta fall utplåna hela mänskligheten, vilket ju drabbade dinosaurierna för 66 miljoner år sedan. De militära hoten mot jorden från rymden är än så länge inte så drastiska. Det finns inga kända vapen i rymden som hotar jorden utan det är egentligen bara spaning och informationsinhämtning som är ett hot. Kommersiellt tillgängliga optiska bilder från satelliter börjar närma sig en upplösning på 10 cm<sup>7</sup> varför man kan utgå från att avancerade rymdnationers militära organisationer åtminstone har denna förmåga. Optiska bilder kan bara tas på dagtid och när det är molnfritt, men även radarbilder från SAR-satelliter får bättre och bättre upplösning. Finska företaget Iceye har t ex annonserat 25 cm upplösning med sin SAR satellitkonstellation.<sup>8</sup> Vidare utförs signalspaning från satelliter där både innehåll och lokalisering av RF-källor görs.

Bland annat på grund av dessa möjliga spaningsinsatser är det viktigt att veta vilka satelliter som finns i rymden, vad de har för förmågor och när de befinner sig över oss. Denna kunskap ingår i rymdlägesbilden, på engelska Space Domain Awareness, SDA. Rymdlägesbilden skapas genom att titta mot rymden med både radar (fungerar i LEO) och teleskop (bättre för GEO). Idag nästan uteslutande från jorden, men i framtiden kommer dedicerade satelliter att göra detta också. Det är nog dock så att inom överskådlig tid kommer det att finnas så många satelliter att man måste räkna med kontinuerlig spaning, så tidsluckorna för dolda

operationer stängs. Kanske inte för Ryssland (otillräcklig ekonomi), men Kina.

Det största hotet är mot tillgångar i rymden. Satelliter är enkla mål att slå ut och de är svåra att skydda. Framför allt i USA har militären gjort sig mycket beroende av sina satelliter och är nu tämligen bekymrad över hur förmågorna som dessa ger kan bevaras i händelse av krig, eller *gråzonsaktiviteter*. Rymdkrigsspel har visat på många sårbarheter.<sup>9</sup> Det finns flera sätt att slå ut satelliters funktioner och man talar om antisatellitvapen, ASAT (Anti-satellite weapons).<sup>10</sup> Det mest drastiska är missiler från marken som direkt träffar och slår sönder satelliten. Fyra länder har visat att de kan göra detta: USA, Kina, Ryssland och Indien. Det medför dock ett stort antal bitar skrot som blir kvar i bana runt jorden och utgör framtida hot i sin tur mot andra satelliter.

Rymdskrot är redan ett hot i sig mot all rymdfart och de tester som Kina gjorde 2007 och Ryssland 2021 på egna satelliter på höjder där många andra satelliter finns har signifikant ökat problemet. I värsta fall blir det så mycket skrot i vissa omloppsbanor att det så kallade Kesslersyndromet inträffar. Det är uppkallat efter Donald Kessler som redan 1978 pekade på att vid en viss gräns, en viss mängd skrot, kommer kollisioner ske allt oftare då fler och fler bitar skapas och till slut blir det så många att satelliter inte kan vistas länge där innan de träffas och förstörs.<sup>11</sup>

En ASAT kan också komma från en annan satellit. Det behöver inte ens vara en missil, utan den fientliga satelliten kan smyga fram till sitt mål och bara förstöra någon kritisk detalj, som antenn, solpanel eller kamera. Detta är en annan anledning till varför det är mycket viktigt att ha en god rymdlägesbild. I framtiden kommer sannolikt vapen för användning i rymden att gömmas inte bara i bana runt jorden utan också längre

bort som vid månen eller vid så kallade Lagrangepunkter där de kan befinna sig i stabilt läge till dess de kommenderas att smyga mot jorden.

Det finns även icke-kinetiska vapen. En kraftig laser från marken kan blända optiska satelliter, eller t o m förstöra känsliga instrument. Hög-energetiska mikrovågor kan också förstöra viktiga funktioner på satelliter. Det kanske allra värsta vore en kärnvapendetonation i LEO. Beroende på storleken av detonationen skulle alla satelliter i ett större eller mindre område slås ut från den kraftiga elektromagnetiska puls (EPM) som skapas. Vidare bildas en högentensiv strålningsmiljö som skulle påverka satelliter under lång tid framöver.

Störning (jamming) och spoofing (förvanskning) av radiokommunikationen till och från satelliterna är kanske det enklaste sättet att förneka en makt att använda sin satellit. Både upplänk och nedlänk kan påverkas. GPS-signaler är särskilt utsatta då de är svaga samtidigt som de kan vara kritiska i många lägen. Det är något som görs och har gjorts länge på många ställen i världen där konflikter pågår eller någon vill av någon anledning hindra andra att få korrekt positionsbestämning. Cyberattacker är ytterligare ett hot mot satelliter. En aktör kan placera en ”cyberspion” på satelliten som kan avlyssna all kommunikation eller till och med kapa hela satelliten.

Det finns idag inget försvarssystem för satelliter. Det enda man kan göra är att försöka manövrera undan satelliten, men det kräver bränsle och kan förkorta satellitens livstid. I stället arbetar man för att skapa redundans och för att snabbt kunna ersätta eventuellt utslagna satelliter. Det ska inte vara meningsfullt för en fiende att slå ut en satellit, ty den eller dess funktion ersätts direkt. Men för denna ”rapid response”-kapacitet så krävs tillgängliga raketer och vi

är tillbaka vid flaskhalsen för rymdverksamhet igen. Förmodligen kommer dock även satellitförsvarssystem att utvecklas, kanske med signaturanpassning eller ”autosjälvförsvar” samtidigt som komponenter och system görs robustare.

## Sveriges möjligheter

Det är den starka tillväxten av den kommersiella rymdverksamheten som leder till att det blir allt billigare och enklare att utnyttja rymdens möjligheter. Till exempel uppskattas i en studie om rymden som affärsmarknad att värdet av hela den globala rymdindustrin kommer växa till 1 biljon dollar fram till 2040, från dagens 400 miljarder dollar.<sup>12</sup> Detta leder till att allt fler länder kan skaffa egna rymdtillgångar för sina försvar.

Sverige har en stor potential för att bli en ledande rymdaktör. Det finns många företag med hög kompetens och lång erfarenhet, liksom nya som utvecklar spetsteknologi. Visserligen har flera av de större företagen numera utländska ägare, men verksamheten ligger kvar i Sverige. Det äldsta rymdföretaget är det statligt ägda SSC (Swedish Space Corporation), tidigare Rymdbolaget. 2011 sålde SSC sin satellitdivision till tyska OHB och OHB Sweden bildades, som numera har sin verksamhet i Kista. Innan dess, 2008, hade Saab sålt sin rymddel Saab Space till schweiziska RUAG (som nyligen bytte namn till Beyond Gravity). Saab återupptog rymdverksamhet 2017, syftande till att utnyttja sin kompetens inom teknik och försvar för att kunna stödja svensk säkerhet. Volvo Aero såldes 2012 till brittiska GKN, men rymdverksamheten med motordelar för Europas stora Arianeraketer ligger kvar i Trollhättan.

AAC Clyde Space, ett svensk-skotskt företag med säte i Uppsala, tillhör de lite yngre rymdföretagen. De gör mindre sk satellit-

bussar, vilken är själva satelliten på vilken andra kan få sina nyttolaster monterade, samt avancerade sensorer för bl a meteorologiska satelliter. Danska GomSpace gör liknande saker och har också verksamhet i Uppsala, sedan de köpte svenska Nanospace där för några år sedan. Unibap och Frontgrade Gaisler är ett par av spetsföretagen för satellitkomponenter: AI och datorer respektive elektronik. SatCube och Ovzon jobbar med satellitkommunikation. Listan kan göras mycket längre och riktigt glädjande är att även nya företag, start-ups, dyker upp.

Sverige har fler fördelar. Vi har en stark akademi med duktiga forskare inom rymdområdet. Det geografiska läget ger goda möjligheter för rymdspaning, d v s inhämtande av information för att bygga upp en rymdlägesbild. Vi har Esrange som är den enda platsen inom EU och på Europas fastland där man kan skjuta upp satelliter. I Norge byggs en liknande bas på Andöya och i Storbritannien förbereds ett par raketuppskjutningsplatser. Esranges satellituppsändningsverksamhet invigdes officiellt den 13 januari 2023 i närvaro av hela EU kommissionen, hela regeringen samt konungen. Det visar tydligt vilken strategisk betydelse Esrange har, vilken kommer att ge Sverige unika möjligheter att utveckla vår rymdverksamhet på många sätt. Vi saknar dock i nuläget raketer, dels för den kommersiella verksamheten i Esrange, dels för att det också är kritiskt för rymdförsvaret. Fast även här har Sverige goda möjligheter. Pythospace är ett start-up företag som drivs av ett svensk-amerikanskt par, Tina och Tom Sjögren. I Kalifornien har de utvecklat en egendesignad raketmotor som är huvudkomponenten i deras raket Eiger. Investeringspengar kommer från Sverige och deras plan är att raketerna ska byggas både i USA och i Sverige. Om allt går bra kan Pythospace skicka upp satelliter från

Esrange redan 2024. En annan möjlighet är att använda Gripen som ett första steg för satellituppsändning. Visserligen inga stora satelliter, som störst troligen runt 15-20 kg, men idag kan dylika satelliter vara mycket kapabla på den miniatyrisering som sker och man lägger dem i låg bana. Andra fördelar är att man får en stor flexibilitet för att skicka upp satelliter och man kan ”smyga” upp dem i motsats till raketstarter från uppskjutningsplatser som knappast går att dölja. Tanken är att ha små raketer färdiga som ligger i lager och på mycket kort tid kan man montera en satellit på dem för att fästas under Gripen där man annars kan ha ett vapen, typ missilen Taurus. Sedan är det bara att starta, flyga till lämplig plats och höjd och släppa raketerna. En KTH-student gjorde nyligen sitt examensarbete på Saab där vederbörande räknade på Gripens förmåga i detta avseende.<sup>13</sup>

## Slutsatser

Slutligen ett försök att dra några krigsvetenskapliga slutsatser från det ovanstående:

- Rymdförmågor, framför allt spaning och kommunikation, växer snabbt och globalt.
- Kommersiella aktörer dominerar och erbjuder vad bara stora nationer kunde göra förr.
- Rymdverksamhet och rymdförmågor blir tillgängliga för många.
- Snart kan transport av specialtrupper och materiel ske globalt punkt-till-punkt på mycket kort tid.
- Både hot och möjligheter ökar snabbt.
- Köpa tjänster och tillgängliga produkter kan ofta bli bättre för försvarsmakter än

att utveckla själv eller beställa specialdesignade produkter.

- Samarbete är bra, men egen förmåga bäst.
- Sverige får inte komma efter!

Det är bra och glädjande att försvaret har utsett en Rymdchef, bygger upp en rymdgrupp och påbörjat uppbyggnad av rymdförmågor. Man har gjort en implementeringsplan som innefattar kompetensförsörjning, underrättelsehot, stöd för multidomäna operationer och skydd av rymdbaserade förmågor. Även

FMV och FOI expanderar sina rymdgrupper och inom akademien är vi glada när vi kan hjälpa till. Till exempel så utförde KTH Rymdcenter en framtidsteknikstudie inriktad mot rymd och försvar för FMV år 2021.<sup>14</sup>

Författaren är civilingenjör från KTH, teknologie doktor från Stockholms universitet, har arbetat som astronaut för ESA och är f n professor i rymdfart på KTH samt konsult vid Saab som rymdrådgivare. Han är ledamot av KKrVA.

## Noter

1. *SPACE The Dawn of a New Age*, Citi Global Perceptives & Solutions, maj 2022.
2. Wall, Mike: "SpaceX's Starship May Fly for Just \$2 Million Per Mission, Elon Musk Says", *Space.com*, 2019-11-06, <https://www.space.com/spacex-starship-flight-passenger-cost-elon-musk.html>, (2021-10-21).
3. Fuglesang, Christer och de Herreros Miciano, María García: "Realistic sunshade system at L1 for global temperature control", *Acta Astronautica*, vol 186, 2021, s 269-279.
4. Miller, Seth: "True global coverage: Starlink expects inter-satellite links fully online by Q1 '23", *PaxEx.Aero*, 2022-07-12, <https://paxex.aero/starlink-inter-satellite-links/>, (2023-07-16).
5. "Nuclear power in space", *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_in\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_space), (2023-07-16).
6. Liao, Sheng-Kai Liao m fl: "Satellite-to-ground quantum key distribution", *Nature*, vol 549, 2017, s 43-47, <https://www.nature.com/articles/nature23655>.
7. Formeller, Chris: "Introducing 15 cm HD: The Highest Clarity From Commercial Satellite Imagery", *Maxar.com*, 2020-12-11, <https://blog.maxar.com/earth-intelligence/2020/introducing-15-cm-hd-the-highest-clarity-from-commercial-satellite-imagery>, (2023-07-17).
8. "ICEYE Unveils 25 cm SAR Imaging Capability with Current SAR Satellite Constellation", *ICEYE*, 2020-03-26, <https://www.iceye.com/press/press-releases/iceye-unveils-25-cm-sar-imaging-capability-with-current-sar-satellite-constellation>, (2023-07-17).
9. Harrison, Todd; Johnson, Kaitlyn och Young, Makena: *Defense against the dark arts in space*, CSIS, februari 2021.
10. "Anti-satellite weapon", *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-satellite\\_weapon](https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-satellite_weapon), (2023-07-17); Smith, Mark: "Anti-satellite weapons: History, types and purpose", *Space.com*, 2022-08-10, <https://www.space.com/anti-satellite-weapons-asats>, (2023-07-17).
11. Kessler, Donald J och Cour-Palais, Burton G: "Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt", *Journal of Geophysical Research*, vol 83, nr A6, 1978, s 2637-2646, doi: 10.1029/JA083iA06p02637, arkiverad från den ursprungliga PDF-filen 2011-05-15.
12. Op cit, *SPACE The Dawn of a New Age*, se not 1.
13. Rasmussen, Måns: *Conceptual Design of an Air-Launched Three-Stage Orbital Launch Vehicle*, TRITA-SCI-GRU 2021:181, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm 2021, <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1599577&dsid=1596>.
14. *Spaning mot Rymdteknik 2040, med speciell relevans för försvar och säkerhet*, FMV Teknikrapport 19FMV2507-33 från KTH Rymdcenter, 3 juni 2021, [https://www.kth.se/polopoly\\_fs/1.1119250.1636912789!/Spaning%20mot%20Rymdteknik%202040.pdf](https://www.kth.se/polopoly_fs/1.1119250.1636912789!/Spaning%20mot%20Rymdteknik%202040.pdf).



# H.M. Konungens Militärhospitals- och Medaljfonder

Militärhospitalfonden och Medaljfonden instiftades av Konung Karl XIV Johan och hade från början två olika syften. Militärhospitalfondens ändamål var att antingen instifta ett militärhospital och/eller stödja bortgångna officerares änkor och barn. Medaljfonden hade som ändamål att ge officerare som erhållit medalj för tapperhet i krig, en årlig pension. I den mån det blev ett årligt överskott av Medaljfondens tillgångar, tillföll det Militärhospitalfonden.

1999 sammanslogs fonderna till H M Konungens Militärhospitals- och Medalj-fonder.

Är du efterlevande maka/make eller barn till avliden yrkesofficer har du möjlighet att söka ekonomisk hjälp från H M Konungens Militärhospitals- och Medalj-fonder.

Sökande ska vara ekonomiskt behövande utan större förmögenhet. Den som söker kan dock äga bostadsrätt eller villa.

Flerårigt understöd kan sökas på grund av låg pension/inkomst.

Understöd kan även sökas för delar av kostnader för t ex tandvård, medicin, läkarvård, handikapphjälpmedel och dylikt. Behoven skall styrkas med kopia av kvitton samt i förkommande fall med läkarintyg.

Det finns också möjlighet att ansöka om stipendier/bidrag för studier eller fritidsaktiviteter, till barn till bortgångna officerare. Syftet med stipendiet/bidraget ska redovisas i ansökan.

När maka/make eller barn till avliden yrkesofficer går bort, finns även möjlighet för efterlevande att ansöka om begravningshjälp.

Vid alla typer av ansökningar ska inkomstuppgifter och övriga tillgångar och skulder redovisas i ansökan.

Ansökan ska ha inkommit senast 31 mars 2024. För mer information och ansökningsförfarande, se [www.kungahuset.se/militarhospitalsfonden](http://www.kungahuset.se/militarhospitalsfonden).

Frågor kan besvaras av fondens sekreterare Kurt Svensson på 076 793 3355 eller [kurt.svensson@kungligastiftelser.se](mailto:kurt.svensson@kungligastiftelser.se).