



# BEVINGAT

Nr 5/2023

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

Redaktör: Ulf Olsson (ulf.olsson.thn@gmail.com)



## Bland nyheterna

Större satelliter.....	29
England vill skjuta upp .....	30
Rekord i segelflyg.....	31
Saab i Boeing 787.....	32
EU:s forskningsprogram.....	33
Robotpilot.....	34
Loyal wingmen.....	35
GKN i elhybrid.....	36
Fågeldrönare.....	37
Flygtaxi fördel Kina.....	38
GKN uppgraderar Gripen.....	39
Rymdstoft solskydd.....	40
Chalmers tysta propeller.....	41



Rymdekonomi sid 3



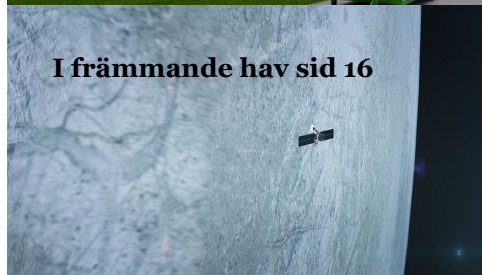
Flygande bilens utmaningar  
sid 5



Rymdflygplan  
sid 8



Miljöproblem  
sid 12



I främmande hav sid 16



Välkommen till ICAS 2024 i  
Florens, Italien.  
För mer information se sid 2.



Krigsdrönare sid 18



Att serva satelliter sid 22



Rymdturism sid 24



Hur fåglar flyger  
Sid 26



Sid 28

Mannen bakom  
den svenska Goblinmotorn



Candy på Mars sid 40

Vill du se tidigare nummer av  
Bevingat, veta mer om Flyg-  
tekniska Föreningen eller bli  
medlem?

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

## Välkommen till ICAS 2024

Den italienska flygindustrin är värd för ICAS-kongressen 2024 i Florence, Italien [www.icas2024.com](http://www.icas2024.com).

Deadline för abstracts är 1 januari 2024. Länk till Call for Papers [www.icas.org/media/cfp24.pdf](http://www.icas.org/media/cfp24.pdf).

Det är med stor glädje vi inbjuder dig att delta i den 34:e kongressen för International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS). ICAS grundades 1957 under ledning av professor Theodore von Kármán. Idag fortsätter ICAS att stödja arbetet i flygprofessionella medlemsföreningar runt om i världen. Genom Associate Memberships sammanför ICAS flygföretag, nationella laboratorier och utbildningsinstitutioner.

ICAS-kongressen 2024 kommer att hållas i Florens, Italien, från 9 till 13 september 2024: vi kommer att vara värdar av en av de främsta flygnationerna i en stad känd för sin kreativitet sedan renässansen. I Florens kommer vi att bygga vidare på den stora framgången med Stockholmskongressen 2022, där vår globala flyg- och rymdgemenskap kunde träffas ansikte mot ansikte för första gången på fyra år och reflektera över de betydelsefulla händelserna 2020-2022. Stockholmsprogrammet förstärktes av det inbjudna deltagandet av ledande forskare, designers, chefer och beslutsfattare som kunde dela sin strategiska vision för flygindustrins framtid med våra delegater: samma sak kommer att hända i Florens, eftersom vår värld står inför utmaningar som var ofattbara år 2022, samtidigt som vi fortsätter att sträva efter en hållbar framtid.

ICAS-kongressen har tre utmärkande kännetecken: den är tvärvetenskaplig och inser att stora framsteg måste involvera experter som arbetar tillsammans inom en rad specialiteter; den er-

känner att social interaktion och gemytlighet är väsentliga ingredienser i kunskapsutbyte och förstärks genom att välja kulturellt rika miljöer för våra kongresser; och det erbjuder oöverträffade möjligheter för forskare i tidiga karriärer att utveckla sitt nätverk och ge ett verkligt bidrag till internationellt samarbete. Den unika atmosfären på en ICAS-kongress bygger livslångt samarbete, ömsesidig förståelse och internationell vänskap, samtidigt som det sänder ett starkt budskap till samhället att vårt globala samhälle arbetar tillsammans för att lösa globala utmaningar.

För 2024 välkomnar vi särskilt artiklar som korsar de traditionella ämnesområdena som listas senare i denna utlysning och som för in idéer från andra sektorer, särskilt nya koncept inom energi, kontroll, material och ökad insamling och användning av data, särskilt där certifiering av dessa störande tekniker tas upp.

Vi ser mycket fram emot att se dig i Florens 2024 och att höra om ditt bidrag till att lösa de utmaningar som vår bransch står inför, oavsett om det är nya idéer eller nya sätt att arbeta. Vänligen svara på denna Call for Papers och dela ditt senaste arbete vid vårt tvååriga firande av flygvetenskap, innovation och kreativitet – i hemmet för några av historiens mest fantasifulla hjärnor.



**Dimitri Mavris**  
President



**Chris Atkin**  
Ordförande i programkommittén

## Rymdekonomi

**Bortom den geosynkrona omloppsbanan finns en enorm rymd under gravitationsinflytande från jorden och/eller månen. Regionen, som är känd som cislunar space, börjar bli platsen för ett växande antal företag, som vill betjäna statliga kunder samt utveckla nya kommersiella marknader.**

[NBC News](#)

[U.S. Sets Stage For Economic Expansion Into Cislunar Space](#)

[spacenews.com](#)

[CNBC](#)

[Insider](#)

[SPACE](#)

Cislunära rymden är mer än 2 000 gånger större än rymden inom geosynkron bana och sträcker sig över mer än 12 gånger avståndet mellan jorden och geosynkron bana, vilken är cirka 36000 km bort.

Med sitt eget månutforskningsprogram Artemis i centrum uppskattar NASA att det kommande decenniet kommer att medföra mer mänsklig aktivitet i cislunära rymden än vad som har inträffat sedan rymdåldern började i oktober 1957 med uppskjutningen av Sputnik. Det framväxande cislunära ekosystemet inkluderar inte bara statliga program utan även kommersiella, ideella och akademiska initiativ.

Rymdbaserad teknik behöver unik hårdvara och programvara. Exo-Space är ett företag i ett tidigt skede, som illustrerar detta. Det utvecklar rymdspecifik programvara för bildbehandling i omloppsbana. Edge Platform (kallad FeatherEdge) monteras direkt på en satellit och har strålningssäkra applikationer för AI, analys och kommunikation, vilket möjliggör komplex bildanalys i omloppsbana.

Företag kommer också att behöva ta itu med astrodynamik, eller framdrivningslösningar, som styr rörelsen hos satelliter och andra rymdfarkoster. Kayhan Space är ett framväxande företag inom detta område. Dess analysplattform matar in data från källor som US Space Command's public space catalog, kommersiella dataleverantörer och satellitoperatörers egna GPS-positioneringssignaler och använder AI för att simulera scenarier och generera manöverplaner för operatörer så att de kan undvika rymdkollisioner.

LeoLabs och Vyoma använder båda observationssatelliter och maskininläring för att hjälpa operatörer att spåra uppdrag och undvika kollisioner i låg jordbana. Ytterligare användningsfall för maskininläring och neurala nätverk inom astrodynamik kommer att inkludera förutsägelser om omloppsbana och modellering av rymdfarkoster.

Rymden är också idealisk för tillverkning eftersom den erbjuder gravitationskontroll och ett oändligt tillgängligt vakuum, vilket gör att flera tillverkningsprocesser kan utföras relativt enkelt. Anledningen till att det finns så mycket förnyat intresse för tillverkning i rymden är att billigare uppskjutning, mindre satelliter och återanvändbara raketer har gjort rymden mycket mer tillgänglig och prisvärd. Med lanseringskostnader nu en bråkdel av vad de var för ett decennium sedan och en mer robust kommersiell rymdekonomi än någonsin tidigare, är flera företag redo att förändra hela rymdindustrin.

Tillverkning i rymden kan låta som science fiction, men det händer redan om än i mycket liten skala. Det är en spirande marknad, som analytiker och flera företag förutspår kommer att ta fart. McKinsey har funnit att antalet patent som nämner "mikrogravitation" ökade från 21 år 2000 till 155 år 2020. Om man ser på läkemedel, halvledare, skönhets- och hälsoprodukter och mat i betydelsen nya grödor, uppskattas marknaden till över 10 miljarder dollar någon gång 2030.



Rymden erbjuder också en unik miljö för forskning och utveckling eftersom dess högre nivåer av strålning, mikrogravitation och nästan vakuumfritt tillstånd gör det möjligt för företag att komma med nya tillverkningsmetoder eller material som inte är möjliga på jorden.

Praxis är inte helt ny. Den internationella rymdstationen har varit värd för flera experiment från akademiker, myndigheter och kommersiella kunder för saker som att odla mänsklig vävnad, göra renare halvledare och utveckla nya eller bättre läkemedel. I budgeten för räkenskapsåret 2024 avsatte president Joe Biden till och med 5 miljoner dollar för NASA att bedriva cancerrelaterad forskning på ISS.

Nu ser flera företag en möjlighet att tillgodose efterfrågan på tillverkning i rymden med hjälp av kompakta rymdfabriker. Ett företag är Varda Space Industries i södra Kalifornien. Varda vill hjälpa läkemedelsföretag att förbättra sina läkemedel eller komma med nya läkemedelsbehandlingar genom att dra nytta av rymdens unika egenskaper.

Nyckeln till Vardas affärsidé är ett fenomen som kallas proteinkristallisation. Detta inträffar när supermättade proteinlösningar indunstar för att bilda ett fast ämne så att forskare kan studera ett proteins struktur. Att förstå kristallstrukturen hos ett protein kan hjälpa forskare att få en bättre uppfattning om sjukdomsmekanismer, identifiera läkemedelsmål och optimera läkemedel, som har mindre biverkningar, är effektivare eller tål ett större antal förhållanden som att inte behöva kylas.

År av forskning har visat att proteinkristaller som odlas i rymden är av mycket högre kvalitet än de som odlas på jorden. Planen är inte att göra hela läkemedlet i yttre rymden, bara vad som kallas den primära aktiva farmaceutiska ingrediensen, eller den del som är ansvarig för de terapeutiska effekterna av ett läkemedel.

Engelska Space Forge arbetar med att designa sin egen rymdfabrik för att tillverka nästa generations halvledare. Space Forges mål är att göra halvledarsubstrat med andra material än kisel för att tillverka effektivare chips med högre prestanda. Vi talar om tio till hundra gångers förbättring av halvledarprestanda.



Precis som med läkemedel ligger hemligheten i att uppnå denna typ av prestandaförbättring hos halvledare i att skapa de perfekta kristallerna i rymden. Dessa typer av avancerade chips är viktiga för industrier som 5G och elfordon. I likhet med Varda planerar Space Forge att tillverka endast en del av chipsen i rymden.

Andra områden som kan driva intresset är djupa rymdutforskningar och en månekonomi. Möjligheten att landa människor och stora vikter på månytan öppnar oändliga möjligheter för vetenskaplig utforskning. Det kan också öppna marknader genom det industriella utnyttjandet av månen. Resultatet är en enorm möjlighet för investerare att spela en roll, med tanke på de olika innovationer, som behövs för att göra en månekonomi möjlig, inklusive transport och resursutnyttjande på plats.

Teknikentreprenörerna Jeff Bezos och Elon Musks privatägda rymdföretag, Blue Origin och SpaceX, har NASA-kontrakt värda sammanlagt 7,6 miljarder dollar för uppdrag att färja astronauter till och från månens omloppsbana och månens yta. Företagen bidrar med miljarder mer av sina egna medel för att utveckla Human Landing Systems (HLS), i hopp om att vinna inte bara framtida NASA-kontrakt utan även andra måntjänster från kommersiella företag, forskningsorganisationer och privata rymdresenärer.

NASA startade kommersiella uppdrag till månen 2018 med ett program för att köpa flygtjänster för små vetenskapliga experiment och nyttolaster med privat utvecklade, ägda och drivna farkoster. Det första uppdraget Commercial Lunar Payload Services (CLPS), kontrakterat med Pittsburgh-baserade Astrobotic Technology, är planerat att starta sent i år eller i början av 2024 på United Launch Alliances första Vulcan-raket. Uppdraget har försenats på grund av modifieringar av boosterns Centaur V övre steg efter att en provfarkost misslyckades i ett strukturellt kvalificeringsprov i mars.

NASA har aktiva kontrakt för åtta CLPS-uppdrag som ska flyga 2023-26, med två uppdragsorder till Astrobotic, tre till Intuitive Machines, två till Firefly Aerospace och en till Draper. Företagen är bland 84 företag som identifierats i en rapport från 2020 av Institutet för försvarsanalyser Science and Technology Policy Institute med planerade kommersiella cislunära aktiviteter fram till 2040. Den enskilt största branschen var transport, med 36 företag (43 %), som sålde eller planerar att sälja flygtjänster. Det följdes av månens resursutnyttjande hos 18 företag (21 %), 17 företag (20 %) som arbetar med strukturer och livsmiljöer och 13 företag (15 %) som tillhandahåller tillverkning i försörjningskedjan till stöd för månverksamhet. Utöver ovanstående identifierar rapporten tre företag som planerar att erbjuda tjänster för position, navigering och timing (PNT), fem som planerar att sälja privata varor och två vetenskap eller datainsamlings-tjänster.

Men det gäller inte bara månen. Drömmen om asteroidbrytning har funnits i årtionden. Platina värderas till mer än 32 000 dollar per kilo. Asteroider tros också innehålla andra ädla och sällsynta jordartsmetaller som är nödvändiga för att producera konsumentelektronik. På jorden kontrolleras dessa råvaror till stor del av Kina, vilket gör tillgången till dem politiskt utmanande. Andra utvunna mineraler håller på att utarmas, vilket skapar problem med knapphet för kommande generationer. Gruvor i kosmos skulle också minska miljöförstöringen och tillhörande utsläpp av växthusgaser som följer med gruvdrift på jorden.



Att utvinna ädelmetaller i rymden är ingen lätt uppgift. För det första är metallrika asteroider mindre rikliga än kolrika asteroider. För att övervinna tekniska hinder har vissa företag fokuserat på att bryta vatten från isiga avlagringar på månen eller rymdstenar först innan de hoppar till ädelmetaller.

Engelska Asteroid Mining Corp syftar till att bryta platina från asteroider, men där uppdrag skräddarsys för att extrahera allt material som är av intresse för kunderna, oavsett om det är vatten, ädelmetaller eller andra råvaror. Man planerar att genomföra ett uppdrag i början av 2026 för att samla in prover från månen. Utöver det tittar företaget på ett uppdrag till en asteroid runt 2031.

AstroForge, är ett annat företag, som syftar till att bryta platina från asteroider, bearbeta materialen i rymden och sedan sälja de raffinerade råvarorna tillbaka på jorden. Senare i år har företaget en andra testflygning planerad för att studera en asteroid på nära håll som kan bli ett huvudmål för ett verkligt gruvuppdrag. NASA och Japans rymdorganisation har båda utfört provreturuppdrag till asteroider, och deras resultat har hjälpt AstroForge-ingenjörer att skapa sina uppdrag och förfina sina modeller.

Målet med AstroForges första uppdrag är att visa att företaget kan förädla material i låg omloppsbana runt jorden. Detta kommer att innebära uppvärmning av en metallbit tills den förvandlas från ett fast tillstånd till en gas och sedan bombardera den med mikrovågor för att jonisera den gasformiga metallen eller ladda atomerna positivt. Magneter kommer sedan att användas för att separera värdefulla metaller från andra material, som kan finnas i en rymdsten. Så småningom hoppas AstroForge kunna extrahera tusen kilo platina eller "platinagruppermetaller", som inkluderar rodium, palladium och iridium, under varje uppdrag.

Dessa är inte de första privata företagen som på allvar planerar gruvdrift i rymden. Ett företag som heter Planetary Resources bildades 2009 för att utforska idén att robotiskt bryta på en jordnära asteroid. Några år senare grundades en konkurrent som heter Deep Space Industries. Båda företagen har högprofilerade investerare.

Sammanfattningsvis förväntas den globala rymdindustrin omsätta en biljon dollar under de närmaste decennierna. Rymdteknikens potential, med framsteg, som redan förändrar våra dagliga liv, placerar den långt över andra tekniska marknader som rör industrier här nere på jorden.



## Den flygande bilens utmaningar

Tanken på flygande bilar går tillbaka till Henry Ford, den berömda bilmagnaten, men Electrical Vertical Take-Off and Landing eVTOL-flygplan uppstod 2009 när en video av NASAs Puffin eVTOL-koncept blev viral. Sedan dess har det skett en betydande ökning av intresset för eVTOL, men många problem återstår.

[What's standing in the way of the flying car? - BBC Future](#)  
[Rapidly Developing Technologies In The Future Of Elevated Mobility](#)  
<https://www.aerosociety.com/news/will-evtol-pass-the-test/>  
[AAM Industry Prepares For A Pivotal 2024](#)  
[What's next? A personal air vehicle revolution](#)

Kinas EHang kanske inte var den första som flög en eVTOL, men debuten 2016 av dess "passagerardrönare" på Consumer Electronics Show i Las Vegas tände allmänhetens intresse för flygtaxi. En ny era av flygning är nu på väg att ta fart. Volocopter, Lilium, Honda, Beta, Joby och andra företag rullar ut eVTOLs och tillsynsorgan, som europeiska EASA, amerikanska FAA och Civil Aviation Administration of China (CAAC) utvecklar standarder för att tillåta dessa för flygtaxi, lastleverans och uttryckningsfordon.

Den 12 juni 2023 utfärdade Federal Aviation Administration (FAA) ett särskilt luftvärdighetscertifikat för en flygande bilmodell Model A utvecklad av Alef Aeronautics, vilket gör att flygplanet kan flyga på begränsade platser för utställning, forskning och utveckling. Även om den flygande bilen fortfarande är något av en pie-in-the sky, markerar Alefs erkännande av FAA en vändpunkt i framtiden för luftmobilitet.

Men det kan fortfarande finnas många utmaningar att lösa innan flygande bilar blir verklighet i städer runt om i världen - inte minst ljudet av flygande bilar när de passerar, startar eller landar.

Model A anses vara ett ultralätt "lågastighetsfordon", en juridisk klassificering, som ursprungligen var reserverad för golfbilar och små elfordon, och som kommer med mycket strikta riktlinjer som fastställts av National Highway Traffic Safety Administration. Men Model A är avsedd att vara en bil och att göra en bil säker för himlen, lätt och aerodynamisk, kan faktiskt betyda att den är mindre säker för vägen. Vi vet inte vad som händer när fordonet överförs från mark till luft. Helst skulle det ske en omedelbar överföring av auktoritet från mark till luft, men de rättsliga och säkerhetsmässiga hindren är komplexa.

Urban luftmobilitet kommer huvudsakligen att vara ansvarig för ett lands leverantör av flygtrafiktjänster (ANSP), såsom FAA i USA. Leverantören av flygtrafiktjänster har full jurisdiktion över en viss nations luftrumsvksamhet och är den myndighet som certifierar nya flygplanstyper efter noggranna säkerhetsgranskningar. Städernas roll för att säkerställa säkerheten kommer att vara att genomdriva de regler som anges av dessa myndigheter.

Enligt en planrapport publicerad av FAA kommer flygande bilverksamhet först att använda befintliga regelverk och regler (t.ex. visuella och instrumentflygregler) som en plattform för högre flygplansprestanda och högre nivåer av autonomi. I betänkandet tas vissa farhågor upp som buller, föroreningar, säkerhet, hållbarhet och kostnader. Vem ska köra dessa flygande bilar? Behöver passagerarna ett tillstånd? Hur kommer "vertiports" och fordon på låga höjder att påverka grannskapet? Vilken jurisdiktion kommer att vara ansvarig för en krasch i luften?



Den hastighet som sådana fordon kommer att färdas med kan leda till kollisioner, antingen mellan bilar eller med byggnader. Noggrann och vetenskapligt styrd väg- och banplanering är därför avgörande. FAA planerar "flygtaxi" som arbetar inom specifika korridorer mellan flygplatser och vertiports inom stadskärnor. Men hittills finns det inga bestämmelser för planeering av flygande bilbanor.

Och sedan är det bullerfrågan. Att designa flygande bilar för att vara exceptionellt tysta är svårt, särskilt när storskalig kommersiell verksamhet kan ha hundratals starter och landningar varje timme. Nasa har samarbetat med FAA, universitetsforskare och andra för att utveckla mjukvaruverktyg som modellerar och förutsäger buller, i ett försök att hjälpa tillverkare att designa tystare fordon.

Där städer har större möjlighet att hävda kontroll är genom affärslicenser. Precis som med flygbolag och flygplatser har kommunerna befogenhet att reglera licensierad drift av kommersiella lufttransporttjänster. Det är möjligen ingen överraskning att Los Angeles, med sin legendariska trafik, är en stad som starkt anspeglas på som en tidig användare. Men hur mycket kan flygande bilar hjälpa till att rensa en stad med så mycket trafik som Los Angeles?

Urban luftmobilitet kommer inte att lösa trängselproblem. I verkligheten är det inte troligt att vi kommer att se volymen av fordon på himlen någonsin bli nära volymen av bilar på marken. Ett mer troligt scenario är användningen av flygtaxi i tätbefolkade områden som centrala London eller New York City vid höga pendlingstider. Kanske kommer bara mycket rika resenärer att kunna flyga först, vilket var fallet med början av kommersiell luftfart. Stordriftsfördelar kan så småningom göra flygande bilar överkomliga för flera, särskilt om städer kan uppmuntra företag att ge tillgång och service till låginkomstområden.

## Den flygande bilen

Efter år av tjuvstarter har Advanced Air Mobility (AAM) äntligen dykt upp som ett livskraftigt transportsätt för att transportera människor och varor på nya, samhällsvänliga och kostnads-effektiva sätt. 2021 var ett milstolpeår för AAM-marknaden då Joby Aviation var det första företaget som blev börsnoterat, följt av Archer, Lilium och Vertical Aerospace.

AAM växer fram som en betydande förändring i mobilitet och erbjuder fundamentalt nya funktioner och applikationer som tidigare inte var genomförbara. Med urbanisering och befolkningstillväxt, som driver på trängseln i städerna, lovar AAM att spara passagerarnas tid, förbättra produktiviteten och livskvaliteten, öka tillgängligheten för landsbygden och missgynnade samhällen och utöka tillgången till varor och tjänster. Resor med AAM kan ta minuter istället för timmar som tidigare.

Tillverkarna siktar på att se eVTOL flyga till 2024 och AAM-industrin kan bli mainstream på 2030-talet när företag strävar efter att göra det till en kommersiell framgång. Enligt Vertical Flight Society utvecklas cirka 600 eVTOL-flygplanskoncept av cirka 350 företag över hela världen. Konkurrensen mellan eVTOL-företag kan hjälpa till att göra AAM-ekosystemet mer effektivt och snabbare. Det kommer att vara avgörande för operatörerna att integrera AAM i det befintliga transportsystemet för att skapa en integrerad mobilitetslösning i stadsområden och planera rutter och utplacering av fordon.

AAM-operatörer kan konkurrera med befintliga stadstransporter, men måste förbättra ekonomin för att fånga marknaden, eftersom efterfrågan sannolikt kommer att vara direkt proportionell mot priset. Ett lägre pris skulle sannolikt skapa mer efterfrågan, vilket resulterar i en hög belastningsfaktor eftersom konsumenternas vilja att betala för snabbare transporter förväntas vara en av de primära faktorerna som driver införandet av AAM. När efterfrågan ökar kan högre produktionsvolymerna leda till stordriftsfördelar.

AAM-ekonomin beror till stor del på typen av flotta, sittkapacitet, belastningsfaktor och längd på flygrutter. AAM-operatörer måste också etablera affärsmodellen med pilotdrivna eVTOL eftersom den kommersiella lanseringen av autonoma eVTOL-verksamheter troligen kommer att vara minst tio år efter den pilotstyrda på grund av passagerarnas preferenser.

Förutom ekonomi spelar säkerhet, resans varaktighet och koldioxidavtryck också betydande roller för att driva AAM-marknaden. Under 2019 var 37,5 % av USA:s CO<sub>2</sub>-utsläpp från förbränning av fossila bränslen från transportverksamhet, och en stor del hänförs till personbilar. Tillverkare av elektriska eVTOL hävdar noll driftutsläpp och detta nya mobilitetssystem skulle därför kunna bidra till att minska koldioxiden från transporter.

AAM-åtkomst väntas kunna konkurrera med taxibilar eftersom det förväntade priset är nästan lika. Flygavståndet mellan utgång och destination (O&D) är kortare än på marken. I genomsnitt kommer markavståndet troligen att vara cirka 10 % längre än i luften för en typisk resa.

AAM-industrin förväntas mogna snabbt mot hög ruttfrekvens för att ge snabba och ekonomiska flygresor för korta sträckor. Till skillnad från kommersiellt flyg innebär begränsade platser i eVTOL att operatörernas behov av att uppnå en 100 % kabinfaktor (PLF) sannolikt kommer att vara avgörande för att förbli konkurrenskraftiga.

Dessutom kan den genomsnittliga kostnaden per passagerare minska när PLF ökar, vilket får eVTOL-operatörer att tillhandahålla AAM-tjänster till mer konkurrenskraftiga priser. AAM-transporten kan således prestera betydligt bättre i tid och koldioxidavtryck, och kan så småningom konkurrera med priset genom att komma åt massmarknaden.

Att transportera människor mellan och inom städer, antingen planerat eller på begäran, kan bli en avgörande applikation för AAM, där den mest betydande marknaden sannolikt finns. Detta beror främst på att AAM:s slutliga mål är att bli ett transportsystem för kollektivtrafik, som fungerar mellan stads-, förorts- och landsbygdsområden. Bland dessa två applikationer erbjuder transport av människor och varor inom städer mer värde och förväntas underblåsa långsiktig tillväxt. Det beror på att de är kortare resor och attackerar den brännande frågan om trängsel. AAM samåkningstjänster kan driva marknaden för rörelser inom städer eftersom omloppstiden kan vara så kort som sex till sju minuter för en resa på 40 km. Det förväntas också finnas potential att sänka priset per passagerarsäte med cirka 8 % på fem år från starten med ökad efterfrågan, större flotta, högre flygplansutnyttjande och PLF.

På grund av minskade driftskostnader bör milpriset per sittplats vara lägre för längre rutter (intercity). Restid till/från flygplatser med avgångs-och ankomstprocessen på flygplatsen gör att den totala restiden är nästan lika med en marktaxi. Även om det skulle vara konkurrenskraftigt med markalternativ, är det inte lönsamt med tanke på de tidskrävande uppgifterna på flygplatsen. AAM-branschen bör därför sträva efter att processa passagerare på mindre än fem minuter eftersom mer tid vid vertiporten kan hämma potentialen för AAM som ett alternativt transportsätt, särskilt för korta och medellånga resor.

På grund av kortare handläggningstid kan korta till medellånga rutter sannolikt ha högre dragkraft för eVTOL-operationer i de inledande stadierna. Utvecklingen av integrerade mobilitetsappar, som hjälper konsumenter att se över alla resealternativ, inklusive första och sista milen, kan spela en avgörande roll för en snabbare användning av eVTOL-flygplan. Det befintliga sofistikerade marknätverket skulle kunna kopplas till ett luftmobilitetssystem för att skapa ett nytt transportnätverk, och konsumenter kan komma åt detta nätverk genom en integrerad mobilitetsapp. Sådana appar skulle ge information som hjälper kunderna att jämföra och välja lämpligt transportsätt eller en kombination baserat på kraven. Dessutom, jämförelse mellan pris, tid, tillgänglighet,

Den delade informationen mellan olika delar av transportekosystemet kommer sannolikt att hjälpa till att bestämma tydliga vägar för konsumenter och kan vara avgörande för att spåra passagerare eller last och planera fordonsutbyggnaden för den kommande transportsträckan.

Även om alla affärsmodeller som AAM-företag antar bör ha en blandning av flygplanskonfigurationer, kan högre flygplansutnyttjande uppnås genom att välja lämpliga flygplanskonfigurationer som fler 4-till-6-sitsiga flygplansblandningar för interna städer och mindre säteskonfigurationer för intercity-resor. Dessutom bör AAM-företag identifiera rutter där eVTOL-verksamhet kan påverka tidsbesparingen avsevärt under den inledande lanseringsfasen.

Optimal placering av markinfrastruktur med tanke på bästa lägen såsom täta lägen, affärsområden, flygplatser och områden med dålig åtkomst eller begränsade transportmöjligheter kommer sannolikt att vara avgörande för att driva efterfrågan på eVTOL-verksamhet.

Städers växande behov av nya mobilitetsalternativ på grund av trängsel, miljöutmaningar och utökad tillgång till samhällen, varor och tjänster kan påskynda användningen av eVTOL-flygplan. Men till skillnad från andra snabba tekniska framsteg, som den snabba adoptionen av smartphones, kan framstegen inom eVTOL-användning komma att gradvis utvecklas mot skala och massintroduktion.

## Den flygande bilen

Denna utveckling utgör en spännande möjlighet att göra kortdistansflygningar inom och utanför städer överkomliga och tillgängliga för den genomsnittliga personen. Tyvärr står kommersiell användning av eVTOLs inför begränsningar, särskilt när det gäller teknikens säkerhet och framför allt ett komplext regleringssystem. Vad behöver förändras för att eVTOL ska klara sig igenom de strikta regler som alltid har varit en central del av flygindustrin?

Det finns det många faktorer som talar för eVTOLs men också många utmaningar. På den positiva sidan kommer många eVTOL-avioniksystem att vara nära kopior av befintliga system med fasta vingar och roterande vingar, så navigering, kommunikation och passagerarkomfort kommer till exempel att vara likartade.

Andra system, inklusive flygkontroll, motor- och rotorkontroll, batteriladdning, batterihantering, själva motorerna och deras kombinerade hybridsystem (bränsle eller el) är dock i allmänhet nya och specifika för eVTOL-sektorn. Även om mycket av denna teknik kan likna den som används på stora drönare, skapar tanken på att ha en passagerare eller passagerare ombord ytterligare komplikationer när det gäller säkerhet.

Ett exempel är avisningsteknik. En flygtaxioperatör som flyger i ett vinterlandskap måste oroa sig för att is bildas på fordonet. För mycket fukt kan också orsaka kortslutning i ett elektriskt system och eftersom elmotorerna inte avger lika mycket värme som konventionellt drivna flygplan gör detta isbildning mer sannolikt (även om batterier också potentiellt kan avge för mycket värme).

Eftersom elektriska flygplan måste vara kompakta och lätta för att köras på batterier kan det vara opraktiskt att bära behållare med avisningsvätska för ett avisningssystem. Medan vissa tillverkare har riktat sin uppmärksamhet mot att upptäcka nya avisningsmöjligheter, har de ännu inte upptäckt en perfekt lösning.

Dessa nya flygfarkoster kan också behöva anpassas för att fungera säkert enligt instrumentflygregler (IFR) under ogynnsamma meteorologiska förhållanden. Medan flygning enligt visuella flygregler (VFR) i allmänhet kan vara lättare för korta sträckor i lokala områden, har många platser ständigt dåligt väder vid vissa tider på året.

Problemet som tillverkarna står inför är hur instrumentering och kontroller fungerar på helt elektriska flygplan. En eVTOL kommer vanligtvis att förlita sig på lätta, helt elektriska instrumenterings- och styrsystem, snarare än systemet med spakar och remskivor, som används på många konventionella flygplan. Men elektriska system har större risk för fel och kortslutningar i ledningarna som måste redovisas.

Konstruktörerna som arbetar med eVTOL måste också ta hänsyn till potentiella krafftörluster under flygningen. Medan farkosterna är tänkta att flyga över relativt korta sträckor är förhoppningen att öka avståndet över tid med bättre batterier och ökade reserver. Volocopter hoppas uppnå en batterienegitet på cirka 400 Wh/kg år 2025 - jämfört med 250-300 Wh/kg för närvarande. Tyvärr ökar varje bit reservkraft i ett elflygplan vikten vilket i sin tur ökar strömförbrukningen. Förlust av kraft i en eVTOL kommer oundvikligen att innebära en krasch eftersom fordonen i allmänhet är beroende av små rotoror som inte kan generera tillräckligt med lyft för att hålla farkosten i luften utan ström. Flygrutter kommer därför initialt att vara mer begränsade med strikta protokoll för operationer.

Vissa människor är, förståeligt nog, oroliga för att batterierna i den flygande maskinen de färdas i kan fatta eld. Vi hör om elbilar som börjar brinna ibland och förra sommaren fattade experimentella Aura Aerospace Guardian 1 eVTOL eld under provning. Batteriutmaningar är verkliga och mycket mer provning och utveckling behövs innan certifikatutfärdare kommer att övertygas om att tekniken är mogen.

Med så mycket arbete kvar att göra på själva tekniken är det inte konstigt att certifieringsmyndigheterna fortfarande gör ändringar i eVTOL-reglerna. När ny teknik införs kräver certifieringsorganen noggrann samordning och snabbt antagande av nya bestämmelser. Som ett resultat överstiger kostnaderna för flygelektronikcertifiering för närvarande utvecklingskostnaderna med stor marginal.

Det som gör flygelektronikcertifiering så dyr är de stela standarderna som kräver stor utbildning av ingenjörer. Till exempel ställer programvarustandarderna DO-178C(2) 71 formella mål för kritiska system. Faktum är att programvaruregler för eVTOL sannolikt kommer att vara avsevärt annorlunda och ännu mer komplexa jämfört med nuvarande DO-178C-regler.

eVTOL riktar sig till en global marknad - men vissa tillverkare är redan oroad över att internationella standarder skiljer sig åt. FAA tog nyligen ett stort steg genom att kategorisera eVTOL som motordrivna flygplan, en ny beteckning som förändrar hur piloter kommer att utbildas och certifieras. De nya reglerna innebar att många företag var tvungna att ändra designplaner som nästan var slutförda och vissa, som Joby Aviation, har skjutit upp sina uppskattningar för kommersiell lansering av sina produkter med minst ett år till 2025.

Under de tidigare dagarna av eVTOL-utvecklingen kan företag ha hoppats kunna kompensera för strängare krav och snabbt föränderliga standarder genom att göra en del av certifieringsarbetet med egna ingenjörer. Tyvärr, efter strömmen av Boeing 737 MAX-krascher på grund av otillräcklig FAA-övervakning av certifieringsprocessen, är de lagstadgade kraven nu strängare än någonsin.

Samtidigt ligger EASA i Europa minst ett år före FAA och har redan släppt regler och riktlinjer för luftvärdighetscertifiering, pilotlicensiering och drift för eVTOL. Det har gjorts stora framsteg, men EASA medger att de slutliga reglerna för piloterade eVTOL:er fortfarande ligger några år bort och möjligen ett decennium bort för helautomatiserade eVTOL:er, främst på grund av ökade säkerhetsproblem. EASA ställde eVTOL under de strängaste säkerhetskraven för flygplan. Detta säkerhetsinriktade tillvägagångssätt är nödvändigt, men det kan driva eVTOL ännu längre in i framtiden.

Ingen vet exakt när certifiering och regler för eVTOL kommer att tillåta flygplanen att flyga kommersiellt, men historien är inte särskilt uppmuntrande. AW609 civil tiltrotor har genomgått provflygningar i två decennier och är fortfarande inte certifierad, även om den antligen kan komma dit. Teoretiskt sett kan en flygtaxitjänst vara verklighet 2025, men realistiskt sett kan det ta mycket längre tid på grund av de tekniska och regulatoriska utmaningar som fortfarande finns.



## Nya rymdflygplan under utveckling

Ett rymdplan är ett avancerat flygplan som inte bara kan flyga i jordens atmosfär utan också i yttre rymden. Tekniken har utvecklats i många decennier, men jämfört med konventionella raketmotorer har rymdflygplan inte fått mycket framgång när det gäller rymdutforskning. Ändå är nya projekt på gång..

**BBC: [Återuppliva det återanvändbara rymdplanet](#)**

**[China claims 'important breakthrough' in space mission shrouded ...](#)**

**[Is the Future of Space Rocketless? Up and Coming Spaceplanes](#)**

**[China's CASIC reveals five-year plan for reusable spaceplane ...](#)**

**[China's Spaceplane Projects: Past, Present and Future](#)**

**[What are the Space Planes of the Future? - Nanalyze](#)**

Ett rymdflygplan är något av en hybrid mellan ett konventionellt atmosfäriskt flygplan och en farkost, som kan manövrera i yttre rymden. För detta ändamål kombinerar de vingar, som gör att de kan flyga eller glida i jordens atmosfär, med funktioner, som gör att de kan röra sig i rymdens tomrum.

Hittills finns det två huvudtyper av rymdflygplan. Den första, som den nu pensionerade rymdfärjan, är en farkost som kan fästas på en raket för att transporteras ut i rymden. Den andra, och överlägset svåraste att utveckla, behöver inget lanseringsfordon utan kan starta horisontellt och nå rymden på egen hand.

I vilken grad sådana farkoster införlivar egenskaper hos rymdfarkoster eller atmosfäriska farkoster beror helt på deras avsedda användning när de väl är ute ur atmosfären. Till exempel tenderar rymdflygplan med full omloppsbana att ha mer gemensamt med mer konventionella rymdfarkoster, medan de suborbitala typerna tenderar att vara mer besläktade med konventionella flygplan med fasta vingar.

Men de har några unika funktioner. Till exempel innebär behovet av att återinträda och överleva i jordens atmosfär att sådana farkoster behöver vissa speciella egenskaper som vanligtvis saknas på flygplan och endast finns på rymdfarkoster som är utformade för att återvända till jorden.

Bortsett från behovet av att komma ut i rymden behöver rymdflygplan någon form av förnybar strömförsörjning i omloppsbana, eftersom de inte kan tanka. I de flesta fall kommer detta att innebära användning av solpaneler, batterier eller bränsleceller. De behöver också medel för att manövrera i rymden, ge livsstöd för besättningar och ha ett sätt att kommunicera med marken och andra rymdfarkoster och installationer. De måste också utformas på ett sådant sätt att de skyddar sin känsliga elektronik och levande passagerare från strålningen i rymden.

För manövrering i rymden hade farkoster som rymdfärjan dedikerade motorer för framdrivning och styrning. För rymdfärjan använde dessa motorer ett giftigt ämne som kallas ett hypergoliskt drivmedel, bestående av ett bränsle och ett oxidationsmedel, vilket kräver mycket speciell hantering. Rymdflygplan kommer också att kräva att andra gaser, som helium för trycksättning och kväve för livsstöd, lagras säkert ombord på farkosten.

Återinträdesprocessen kräver att farkosten tappar mycket fart mycket snabbt, vilket oundvikligen producerar mycket värme. Utan skydd skulle den snabbt brinna upp. Av denna anledning måste de flesta rymdplan ha någon form av värmeskydd på undersidan.

Hittills tenderar de flesta befintliga rymdflygplan att vara främst raketdrivna för att komma in i omloppsbana och sedan förlita sig främst på sin aerodynamik för att glida säkert tillbaka till jordytan.

Alla befintliga, pensionerade och planerade rymdplan tenderar att använda vertikala raketer för att övervinna jordens gravitation, och detta kommer sannolikt inte att förändras under överskådlig framtid. Några andra lanseringsstrategier finns dock, som t ex luftburna transportflygplan främst för rymdturism.

En av de främsta fördelarna med rymdflygplan är att de skulle vara, åtminstone i teorin, helt återanvändbara med lite underhåll före flygning och tankning. I teorin borde de kunna erbjuda frekventa flygningar i rymden och tillbaka ungefär som kommersiella flygplan idag. Detta är särskilt fallet med ett rymdplan som kan starta och landa på konventionella landningsbanor, snarare än med dyra raketer och raketbaser. För användningsområden som rymdturism skulle detta vara en otroligt attraktiv möjlighet och en som kan göra fritidsresor till rymden till en verklighet för mer än de superrika.

En annan stor fördel med rymdflygplan är möjligheten att faktiskt färja saker till och från rymden. Detta skulle vara mycket



användbart för att reparera dyra rymdfarkoster som satelliter, rymdstationer eller rymdteleskopet Hubble. Rymdflygplan kan också användas för att prova militär utrustning eller fänga fientliga satelliter i rymden. Vissa delar av rymdflygplan överlappar också med hypersoniska vapen, så i teorin skulle de också kunna vara användbara för att bekämpa hypersoniska missiler.

En av de största nackdelarna med rymdplan är att de är relativt dyra att utveckla. Detta beror delvis på att alla farkoster måste kunna överleva frekventa resor ut och tillbaka från rymden. Det finns också tekniska problem med att kombinera rymd- och atmosfäriska framdrivningssystem på samma farkost. Svårigheten med detta problem bör inte underskattas.

Amerikanska X-15 var det första flygplanet som passerade den så kallade Kármán-linjen, den teoretiska gränsen mellan jordens atmosfär och yttre rymden, fastställd till 100 km över planetens yta, men av alla rymdflygplan hittills var det överlägset mest framgångsrika NASA:s rymdfärja. Betecknad som en "delvis återanvändbar" rymdfarkost med låg jordbana utförde den 135 uppdrag mellan 1981 och dess slutliga pensionering 2011.

Officiellt kallad Space Transportation System (STS) hade den sitt ursprung på 1960-talet, med NASAs planer för ett system med återanvändbara rymdfarkoster. Efter år av forskning och utveckling fick STS-programmet så småningom grönt ljus i början av 1980-talet.



Totalt byggdes sex rymdfärjor. Den första, Enterprise, byggdes i mitten av 1970-talet och användes främst för prov med start och landning. Den hade därför ingen orbital kapacitet. De andra fyra var Columbia, Challenger, Discovery och Atlantis.

Av dessa återstår nu bara två. Challenger och Columbia förlorades under mycket tragiska omständigheter. Inte bara farkosten förlorades, men dessa olyckor kostade livet på fjorton modiga astronauter. År 1991 byggdes en sjätte och sista orbiter, Endeavour, för att ersätta den då nyligen förlorade Challenger.

Operativa uppdrag för farkosten sträckte sig från utplacering av satelliter, interplanetära sonder, vetenskapliga apparater (som Hubble Space Telescope), bygga och färja besättning fram och tillbaka till den internationella rymdstationen, genomföra experiment i låg jordbana och delta i Shuttle-Mir-programmet med Ryssland.

Sammantaget var rymdfärjeflottans totala uppdragstid 1 322 dagar, 19 timmar, 21 minuter och 23 sekunder. STS-systemet krävde användning av en vertikal lanseringsraket för att få upp Orbiter Vehicle (skytteln) i rymden. Den bestod av två återvinningsbara fasta raketer och en stor förbrukningsbar bränsletank med flytande väte och syre. Dessa fungerade tillsammans med skyttels egna tre huvudmotorer för att få orbitern från marken.

Trots programmets framgångar jordades alla överlevande farkoster slutligen 2011, varefter NASA förlitade sig på ryska Soyuz för att färja astronauter och material till ISS. Det var fram till lanseringen av SpaceXs Dragon-uppdrag.

Buran-programmet, även känt som "VKK Space Orbiter-programmet", utvecklades under 1970-talet och var i grunden en sovjetisk version av den mycket mer framgångsrika rymdfärjan. Programmet designades vid Central Aerohydrodynamic

Institute of Moscow och avslutades slutligen vid Sovjetunionens fall på 1990-talet.

Buran-programmet, precis som den amerikanska rymdfärjan, bestod av rymdplanet K1 och dess lanseringsfarkost. Den slutförde en enda obemannad rymdflygning 1988 och är hittills den enda rymdfarkosten som framgångsrikt landat under automatisk kontroll, något NASAs rymdfärja inte var avsedd att göra.

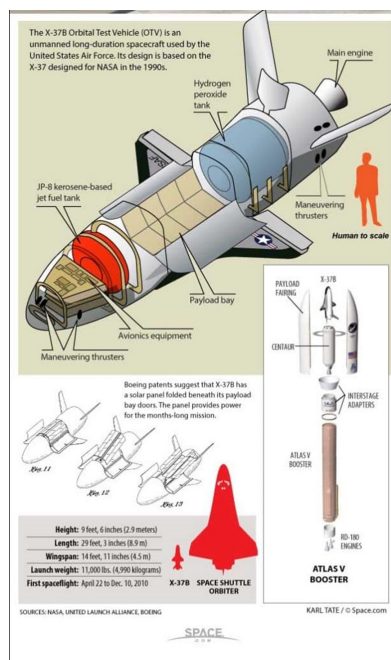
K1-rymdplanet liknade uppenbarligen den mycket mer kända rymdfärjan och lyftes ut i rymden med hjälp av förbrukningsbara raketer. En viktig skillnad mellan Buran-systemet och NASA: s är att endast K1-orbiteren kunde återvinnas, hela lanseringsfarkosten, en Energia-raket, kastades bort.



Buran var överlägset den dyraste delen i det sovjetiska rymdprogrammet och en som i slutändan inte lyckades. Två skyttlar byggdes, men endast en slutfördes. Den orbiterens sista framträdande offentligt var vid Paris Air Show 1989 medan den bars på baksidan av en Antonov An-225.

Därefter lagrades den i en hangar i Baikonur. Tyvärr förstördes den helt när hangaren kollapsade 2002 på grund av konstruktionsfel på grund av dåligt underhåll. Den andra, oavslutade skytteln, Burya, ligger i en separat anläggning vid Baikonurs cosmodrom. Den påstås ägas av den kazakiska affärsmannen Dauren Musa, som har erbjudit sig att återlämna den till Ryssland i utbyte mot skallen av den sista kazakiska Khanen, en man vid namn Kenesary Kasymov.

Trots skyttels dåliga prestanda slutade USA inte drömma om ett återanvändbart rymdplan. Den futuristiska Lockheed Martin X-33 eller Venture Star avbröts i ett avancerat skede på grund av tekniska problem. Andra topphemliga program ryktades existera. Ur dessa projekt föddes den obemannade Boeing X-37B. Den har



hittills genomfört en serie flygningar med okända nyttolaster i jordens omloppsbana.

Utvecklingen av farkosten började i slutet av 1990-talet, med två initiala farkoster planerade, "Approach and Landing Test Vehicle (ALT-V)" och "Orbital Vehicle". År 2004 överfördes programmet till den amerikanska militären under ledning av Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Vid den tidpunkten blev X-37B ett hemligt projekt.

Farkosten liknar den ärevördiga rymdfärjan, men är mycket mindre, cirka 8,8 meter lång med ett vingspann på 4,6 m. Vid lanseringen väger den 4990 kg och den kan arbeta på höjder mellan 177 till 805 km. Lastfacket är 2,1 x 1,2 m, men vad den är avsedd att bära är en väl bevarad hemlighet.

X-37B kan, liksom sin rymdfärjeföregångare, startas med en raketdriven vertikal lanseringsfarkost. När dess omloppsuppdrag är slutfört återinträder X-37B i jordens atmosfär och kryssar tillbaka till jorden för att landa som ett konventionellt flygplan.

X-37B-programmet drivs nu av amerikanska flygvapnets "Rapid Capabilities Office", med uppdragskontroll för orbitalflygningar baserad på 3rd Space Experimentation Squadron vid Schriever Air Force Base i Colorado. Rymdplanen byggs av Boeings Phantom Works-division.



För närvarande under utveckling av Sierra Nevada Corporation (SNC) Space Systems är Dream Chaser ett modernt exempel på ett rymdplan under utveckling. Kallat "America's Spaceplane" är Dream Chaser avsedd att användas för flera uppdrag.

Designad som ett potentiellt återanvändbart, lyftande rymdflugplan, var farkosten ursprungligen tänkt att vara bemannad. Den nuvarande farkosten under utveckling ska dock främst användas som en obemannad lasttransportör. När den väl är i drift är en bemannad variant på gång som kommer att kunna transportera upp till sju personer med mindre last till låg jordbana.

För närvarande kan Dream Chaser leverera 5,5 ton last, som kan innehålla en myriad av föremål, från mat till vatten till vetenskaplig utrustning och allt däremellan. Så länge nyttolasten kan förpackas och stoppas in i farkosten kan den i teorin levereras till rymden. Farkosten kan också återvända till jorden med material eller avfallsmaterial som ett slags rymd-till-jord-renhållningsfordon.

Liksom rymdfärjan som föregick den kräver Dream Chaser användning av en vertikal lanseringsraket för att komma ut i rymden. Detta tillhandahålls för närvarande med hjälp av Vulcan Centaur-raketen.

Dream Chasers unika försäljningsargument är flexibiliteten i dess design. Den ska teoretiskt sett kunna monteras på en mängd olika lanseringsfarkoster. Europeiska rymdorganisationen (ESA) har föreslagit att den skulle åka snålskjuts på en Arianespace-farkost, men detta har ännu inte förverkligats. Efter att ha slutfört sina leveransuppdrag kan Dream Chaser landa autonomt horisontellt på konventionella landningsbanor.

Ett annat amerikanskt företag, Radian Aerospace, baserat i Bellevue, Washington, har avslöjat planer på att bygga ett helt återanvändbart rymdplan som kan starta och landa från en landningsbana.

Europeiska rymdorganisationen ESA arbetar på sitt eget återanvändbara or-

bitalfordon som heter Space Reusable Integrated Demonstrator for Europe Return eller Space Rider. Den är ett planerat obemannat rymdflugplan av lyftkroppstyp som syftar till att ge ESA prisvärd och rutinmässig tillgång till rymden. Kontrakt för konstruktion av fordonet och markinfrastrukturen under-teknades i december 2020. Dess jungfrufärd är för närvarande planerad till slutet av 2024. Utvecklingen av Space Rider leds av det italienska programmet Program for Reusable In-orbit Demonstrator in Europe (PRIDE).



Space Rider är designad för att skjutas upp med hjälp av raketerna Vega-C från det europeiska rymdcentrumet i Franska Guyana. Rymdfarkosten designas för att utföra upp till två månader långa uppdrag i låg omloppsbana med upp till 600 kg last. Själva återinträdesmodulen är en testbädd för inträdesteknologier. Framtida förbättringar är planerade som punkt-till-punkt-flyg och till och med rymdturism.

Även det brittiska rymdföretaget, Reaction Engines, hoppas kunna bygga vad som kan vara den snyggaste designen för ett rymdplan hittills. Företaget har arbetat med projektet sedan slutet av 1980-talet då det officiella brittiska rymdflugplansprojektet för en horisontell start och landning (HOTOL) avbröts.

Skylon är ett ultra-elegant, enstegs-till-omloppsbana rymdplan, som kommer att drivas av en Synergetic Air-Breathing Rocket Engine (Sabre) som använder väte som bränsle och syret i jordens atmosfär. Tanken är att motorn ska bära farkosten till precis rätt hastighet i luften och sedan slutligen ut i rymden med en liten boost från farkostens under uppfarten insamlade syre - lite som en konventionell raket.

För närvarande fokuserar företaget på utvecklingen av motorn Sabre på en plats vid foten av Rocky Mountains, i Colorado, och har uppnått simulerade hastigheter på Mach 3.3. Under 2022 genomfördes lyckade prov av Reactions förkylarvärmväxlare av företagets amerikanska dotterbolag (Reaction Engines Incorporated -



REI). Den består av tusentals tunnväggiga rör genom vilka kylvätska passerar för att hämta syre ur luften. Man hoppas kunna driva upp motorn till Mach 5,5, vilket är vid gränsen för kapaciteten hos de flesta material som används i flygplansproduktion. Strävan stöds av några av de största namnen inom flygindustrin inklusive, men inte begränsat till, Rolls-Royce, Boeing, British Aerospace, samt Storbritannien och europeiska rymdorganisationer.

Medan vi kanske måste vänta tio år på att flygförsök av motorn ska börja, ser deras innovativa värmehanteringsteknik ut att tillämpas på andra områden. I elbilar kommer till exempel nya effektiva lätta värmväxlare att göra att litiumbatterier laddas snabbare och håller längre.

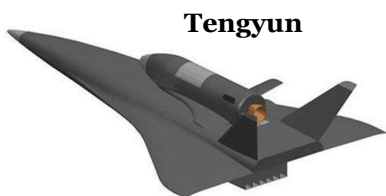
Kineserna har också planer på ett rymdplan kallat Chongfu Shiyong Shiyang Hangtian Qi (CSSHQ). Grovt översatt som "Reusable Experimental Spacecraft", markerar detta rymdplan Kinas första försök någonsin för att utveckla något av det slaget.

Prototypfarkosten lanserades framgångsrikt i september 2020 från sin lanseringsplats i Gobiöknen i nordvästra Kina med hjälp av en Long March-2F-raket. CSSHQ kunde då nå låg jordbana av cirka 350 km, lämna av en satellit och sedan återvända säkert till jorden vid en flygbas vid Lop Nur. Mycket lite är känt om farkosten utöver dess likhet med Amerikas X-37B. Av denna anledning har experter spekulerat i att dess utveckling, liksom X-37B, kan ha militära ambitioner snarare än att vara rent vetenskaplig.

Kina kan ha så många som sju bemannade och icke-bemannade rymdflugplansprojekt under utveckling. Tianxing 1 och 2 skulle vara suborbitala fordon dedikerade till hypersoniska vetenskapliga experiment, medan Tianxing 3 kommer att vara ett litet orbitalfordon som kan leverera en nyttolast till låg jordbana. Det talas också om Tianxing 4, ett suborbitalt rymdplan tillägnad rymdturism. En rymdfarkost som heter Qinglong ska dessutom kunna ta tio personer till låg jordbana.



Ett andra kinesiskt återanvändbart rymdplan som heter Tengyun, eller molnklättare, är också på gång. Tengyun-projektet syftar till att utveckla ett återanvändbart rymdplan i två steg till omloppsbana som består av flygplan för båda stegen. Demonstration och verifiering av horisontell start, horisontell landning (HTHL) ska slutföras senast 2025.



Tengyun kommer enligt tidigare rapporter att kunna transportera både besättning och last till omloppsbana. Dess framdrivningssystem skall vara en turbinbaserad kombinerad cykel (TBCC) för första steget och en mer klassisk raket för andra steget. Båda stegen är återanvändbara och skall återvända till marken genom att utföra horisontell landning. Utvecklingen av framdrivningssystemet är planerad att slutföras 2025 och den första flygningen 2030.

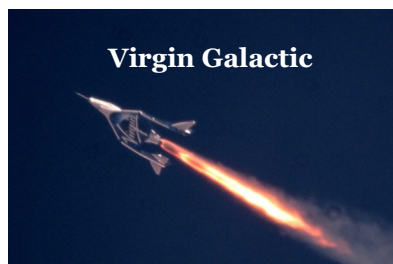
RLV-TD är ett annat intressant rymdflugplanskoncept som för närvarande utvecklas i Indien av Indian Space Research Organization (ISRO). Farkosten förväntas lyfta vertikalt som en raket, nå jordens omloppsbana för att leverera sin nyttolast, passera jordens atmosfär och slutligen landa på en konventionell landningsbana. Man hoppas kunna minska kostnaden för rymdflugning med hela 80% när den är i full drift. Enligt ISRO skall den lanseras till Mach 5 av en konventionell fastbränsleraket (HS9) konstruerad för låg brinnhastighet.

Prototypen gjorde sin första framgångsrika atmosfäriska flygning i maj 2016 och kunde stanna uppe i 770 sekunder och nå en maximal höjd av 60 km. Denna prototyp var utformad för att testa olika experimentella tekniker på farkosten och för att samla in data för en planerad slutlig version om ett decennium eller så. Framtida prov kommer att innehålla luftdroppsprov av prototypen för att testa fordonets autonomi landningsförmåga.

Det ambitiösa projektet har en rad mål som man hoppas kunna uppnå inom en inte alltför avlägsen framtid. Dessa inkluderar, men är inte begränsade till, hyperpersonisk aerotermodynamisk karakterise-



ring av farkostens vingkropp, utvärdering av RLV-TD:s autonoma system för navigering, vägledning och kontroll (NGC) och utvärdering av termiskt skyddssystem. Valet av material som speciallegeringar, komposit och isoleringsmaterial för att utveckla en RLV-TD och tillverkningen av dess delar är mycket komplex och kräver högkvalificerad arbetskraft.



Rymdturism förväntas bli en av de viktigaste industrierna i den framtida rymdekonomin. I spetsen ligger Virgin Galactic, ett privat företag grundat av Sir Richard Branson. Satsningen på ett rymdplan kulminerade i en olycka 2014 som dödade en testpilot, men man har haft några senare framgångar. Rymdplanet VSS Unity avslutade sin tredje raketdrivna supersoniska flygning på mindre än fyra månader i juli och nådde Mach 2,4, men fortfarande under Kármán-linjen. Som de flesta rymdplan transporteras den först in i jordens övre atmosfär av ett moderskepp som släpper raket skeppet.



Ett annat företag som stöds av en miljardär, Stratolaunch Systems, grundades 2011 av Microsofts grundare Paul G. Allen. Företaget har byggt världens största

flygplan, med ett vingspann på 115 m med sex Boeing 737-motorer. Stratolaunch är inte ett rymdplan i sig utan plattformen för att starta raketer och andra rymdfarkoster inklusive företagets konceptrymdplan, kallat Black Ice. Stratolaunch utvecklar också nya motorer för sin lyftfarkost, som kan ha 100 tons dragkraft.

Ett brittiskt företag, som heter Bristol Spaceplanes, utvecklar också rymdplan som kan starta och landa av egen kraft. Dess första koncept kallas Ascender. Ascender förlitar sig på separata jet- och raketmotorer för att transportera turister till kanten av yttre rymden. Ascender tar fart från ett vanligt flygfält med sin turbofläktmotor och klättrar i subsonisk hastighet till en höjd av cirka 20 km. Piloten startar sedan raketmotorn och drar upp i en brant stigning. Ascender har en maximal hastighet på cirka Mach 3 på en brant stigning och kan nå en höjd av 100 km över jorden.

Slutligen utvecklar ett litet japanskt företag, som heter PD Aerospace, på elva personer ett helt återanvändbart rymdplan för turism, som kan nå en höjd av 100 km och har både jet- och raketmotorer. PD Aerospace hoppas kunna erbjuda biljetter till utkanterna av yttre rymden för cirka 150 000 dollar år 2023.

Utvecklingen av rymdflygplan har varit något av en besatthet under de senaste femtio åren eller så, men utvecklingen av återanvändbara raketer, som SpaceX, kommer sannolikt att kväva deras utveckling under en tid framöver. SpaceX är mycket billigare än rymdfärjan någonsin var. SpaceX säger att dess Falcon Heavy kostar cirka 62 miljoner dollar per lansering jämfört med cirka 450 miljoner dollar per rymdfärjeuppdrag.

Det betyder inte att framtida rymdplan inte kan fungera billigare. Hur som helst är raketer mycket slösaktiga och det tar tid att förbereda dem för lansering. Om vi menar allvar med att göra rymdfärder till en rutinmässig affär kommer utvecklingen av rymdflygplan att vara en integrerad del av detta. Detta är verkligen ett fascinerande forskningsområde att hålla ett öga på.

## Miljöproblem inte bara koldioxid

Tidigare i år lade två lågprisflygbolag i Indien och ett i Irland en rad kolossala beställningar på fotogendrivna flygplan. Dessa 1 270 flygplan bidrog till flygindustrins bästa försäljning under första halvåret sedan 2010, men leveransdatum i början av 2030-talet för många av flygplanen innebär att de kommer att flyga och släppa ut klimatvärmande koldioxid, långt efter mitten av seklet. Hur kan netto-noll CO<sub>2</sub> vara möjligt till 2050 med så många fotogendrivna plan på beställning nu? Det är ett exempel på att nya miljöproblem dyker upp hela tiden när man försöker åtgärda gamla.

[A Manhattan Project for the climate](#)

[Siktat högre](#)

[Den Mörka Sidan Av Grönt](#)

[Langstreckenflüge – Kleine Änderungen mit großer Klimawirkung](#)

Atmosfäriska forskare beräknar att kommersiell luftfart idag är ansvarig för 5% av den globala uppvärmningen av atmosfären. CO<sub>2</sub>-utsläppen står för cirka 2,5% och resten kommer från utsläpp av andra växthusgaser, kväveoxider och även partiklar och vattenånga, som förvandlas till kondensstrimmor och moln. De 5% är inte mycket just nu, men andelen kan växa när andra sektorer arbetar för att minska sina utsläpp. Samtidigt beräknas passagerarantalet fördubblas eller till och med tredubblas fram till 2050, vilket ökar luftfartens andel av utsläppen till var som helst mellan 10% och 37% av den globala totalen. Vad kan då göras?

Det Montreal-baserade International Air Transport Association, IATA, vars medlemmar transporterar 83% av världens passagerare och gods, vill uppnå netto-noll koldioxidutsläpp för flygare 2050. IATA uppmanar införandet av hållbara flygbränslen, SAF, tillverkade av förnybara råvaror som återvunna matoljor, jordbruksavfall och skogsavfall. Målet är att flyga flygplan på 100% SAF.

Men "hållbara bränslen" måste skapas genom en energikrävande industriprocess. Utvecklingskostnaden kommer att bli enorm och tidsramarna långa. Hållbara bränslen kan så småningom minska nivåerna av ytterligare CO<sub>2</sub> som släpps ut i atmosfären, men eliminering av NO<sub>x</sub> och ihållande kondensstrimmor kan inte garanteras, vilket kan lämna så mycket som 70% av luftfartens negativa klimatpåverkan oförminskad.

Ingen kan heller säga säkert att tillräckligt med SAF kan produceras för att nå netto-noll. IATA uppskattar att cirka 449 miljarder liter SAF kommer att behövas årligen år 2050 för att uppnå det målet, men 2022 producerades bara 300 miljoner liter.

Flytande väte som förbränns direkt i jetmotorer eller omvandlas till el via bränsleceller för att driva motorer, skulle befria flygningar från CO<sub>2</sub>-utsläpp, eftersom det inte finns något kol i deras kemi att släppa ut. Airbus samarbetar med CFM International och Rolls-Royce med easyJet, ett lågprisflygbolag i Storbritannien, för att få vätgasdrivna flygplan på marknaden senast 2035. Men väte har också sina problem.

CFM International, joint venture mellan GE i USA och Safran i Frankrike, samarbetar med Airbus om sitt ZEROe-initiativ för att utveckla två typer av vätgasmotorer och utvärdera fyra kandidatflygplan, som skulle bränna väte och / eller generera el med bränsleceller. Andra organisationer bedriver också forskning om möjliggörande teknik, inklusive allt från provriggar till brännkammare, bränsleinsprutare, kryogena pumpar, bränsletransportfrågor på flygplan och bränslelagring.

För närvarande är väteflygplansforskningen spridd över flera olika inhemska och panregionala insatser. Bland dem är Europeiska unionens 27-nationers 654 miljoner euro Clean Aviation-program, som inkluderar det tyska flyg- och rymdcentrets Ultra

Performance Wing-projekt, där forskare utvecklar en effektiv



flygplansvinge för väteflygplan och en annan design för SAF-flygplan.

Men man kan inte förvänta sig att tillräckligt många av dem flyger i tid för att ge ett stort bidrag till nettonollmålet. Så varför tar det så lång tid att utveckla dessa nya flygplan?

För det första har vi de tekniska utmaningarna med att utveckla motorn och flygplanet och att ha kryogena tankar på ett flygplan och sedan hantera kryogent bränsle hela vägen tills det kommer till motorn och sedan bränna det. Forskningen måste utvidgas till att omfatta lätta, hållbara kryogena bränsletankar, ventilsystemen för vätgasen och styrsystemen.

Den andra utmaningen är bristen på grön vätgasinfrastruktur, produktionen av väte genom elektrolys av vatten med endast förnybar el. Över 95% av den vätgas som produceras idag kommer istället från fossila bränslen, så industrin har en enorm utmaning att utveckla en grön vätgasproduktionsindustri.

Ett kilo väte producerar tre gånger energin hos ett kilo fotogen, men nackdelen är att ett kilo flytande väte tar upp fyra gånger volymen av ett kilo fotogen. Det har stora konsekvenser för var man placerar bränsletankarna och passagerarna. Den extra volymen kräver extra stora tankar som måste vakuumsoleras för att hålla det flytande vätet vid kryogena temperaturer på minus 235 C och de måste flytta från vingarna till flygkroppen. Då blir antalet passagerare väldigt litet. Nya flygkroppar måste utformas för att rymma dessa vakuumsolerade kryogena tankar, och det måste göras utan att kraftigt påverka sätesantalet.

Därför utvärderar Airbus i sitt ZEROe-projekt olika koncept för att avgöra vilka som är möjliga att få ut på marknaden senast 2035. Två har ganska konventionella cylindriska flygkroppar, en för två väteförbrännande turbofläktar och en för två väteförbrännande turboprop. På båda slutar flygplanets trycksatta volym nära vingarnas bakkant, och de kryogena flytande väteankarna placeras i området bakom det bakre trycksottet.

## Miljöproblem

I den tredje kandidaten, en blandad vingkropp, placerar Airbus turbofläktarna i ett hölje ovanpå vingen, och de kryogena bränsletankarna sitter under vingen, dolda inuti den aerodynamiska kompositstrukturen.

I alla koncepten måste vätet hållas under minus 235 grader Celsius över alla flyghöjder och atmosfäriska temperaturer. Den valda isoleringen måste också bibehålla vätet som en vätska under en betydande tidsperiod på marken, liksom under flygningen, så att flygbolagen kan använda flygplanet på ett liknande sätt som idag.

Även om man lyckas konstruera ett väteflygplan, så har det länge varit känt att luftfartens totala bidrag till den globala uppvärmningen är mycket större än enbart dess koldioxidutsläpp. Det råder allmän enighet om att den totala effekten kan bli nästan tre gånger så stor. Även om det är obestridligt att det fortfarande finns en betydande grad av osäkerhet i den exakta storleken på dessa effekter, är den samstämmiga uppfattningen att de alltid ger ett betydande bidrag till den globala uppvärmningen.

Här är det inte säkert att väte är så mycket bättre än fotogen. Kväveoxider, eller NOx, skapas när kväve och syre från luften reagerar när vätet brinner. Blandningen av kväveoxid och kvävedioxid i avgaserna, gemensamt känd som NOx, är betydande. Dessa föreningar är inte växthusgaser, men i atmosfären på hög höjd initierar de komplexa kemiska reaktioner, som påverkar koncentrationerna av växthusgaserna ozon och metan. Ozonnivåerna ökar och därmed uppvärmningen, medan metanet och dess uppvärmning minskar. Resultatet är ändå en nettoökning av uppvärmningen. Klimateffekterna av NOx troddes tidigare vara ungefär hälften av luftfartens CO<sub>2</sub>. Det senaste arbetet tyder dock på att de faktiskt kan vara större än CO<sub>2</sub>.

Det finns två källor till NOx. Den första, snabba NOx, är relaterad till mängden kväve i bränslet. Den andra, termisk NOx, är kopplad till högtemperaturprocesserna i motorn. Fotogen innehåller mycket lite kväve och därför är snabb NOx inte ett särskilt stort problem idag. Men ammoniak (NH<sub>3</sub>) lanseras för närvarande som ett möjligt, icke-kolhaltigt, flygbränsle och då är det klart att snabb NOx kan bli ett problem.

Termisk NOx är det direkta resultatet av uppvärmning av luft till mycket höga temperaturer i förbränningskammaren. Detta gör att vissa syre- och kanske också kvävemolekyler dissocieras. När dessa dissocierade gaser passerar genom turbinstegen svalnar de och rekombinationen börjar. Men inte alla atomer återgår till sina ursprungliga molekylära kväve- och syretillstånd utan vissa kombineras för att bilda kväveoxider även i vätemotorer.

Det är uppenbart att NOx-generering är relaterad till bränsleförbränning och följaktligen skulle utsläppen minska om denna minskades. Utvecklingen av allt mer värmeeffektiva motorer har dock inneburit ökade förbränningstemperaturer och därmed mer termisk NOx. Oavsett vilket bränsle som används kommer NOx därför sannolikt att vara problematiskt. Även om ytterligare CO<sub>2</sub>-utsläpp skulle elimineras helt och hållet med väte kan luftfarten fortfarande ge ett betydande bidrag till den globala uppvärmningen genom sina NOx-utsläpp.

Och även väteförbränning producerar vattenånga och kondens-



strimmor. Liksom fotogenmotorer gör idag skulle vätemotorer producera vattenånga som ett resultat av väteförbränningens kemi i luft. Två vätemolekyler kombineras med en syremolekyl för att skapa en hel del värme plus två vattenmolekyler. När varm, fuktig luft från motorernas avgaser kommer i kontakt med den kalla luften på höjd kan iskristaller bilda reflekterande kondensspår eller kondensstrimmar. Dessa kan i sin tur bilda cirrusmoln som fångar värme i atmosfären.

Motoravgaserna är heta och på grund av vattenbildning under fotogenförbränning fuktiga. De innehåller också sot. Om atmosfärstemperaturen är under minus 40 ° C kondenserar avgasvattenånga på sotpartiklarna eller på damm i den omgivande luften och dropparna fryser för att bilda iskristaller. Dessa kristaller reflekterar solljus och en synlig strimma bildas. Om den omgivande luften är torr kommer endast vattenånga från motorn att förvandlas till iskristaller och dessa kommer snabbt att försvinna när isen sublimerar tillbaka till vattenånga. Den resulterande strimman kommer att vara kort och släpa bara några kilometer bakom flygplanet. Om flygplanet råkar flyga genom ett luftområde som är tillfälligt övermättat med avseende på is, kommer motsatsen att utvecklas genom kondensering av inte bara avgasvattenången utan även vattenånga från den omgivande luften.

I detta speciella fall bildas en "ihållande" strimma, med de karakteristiska mycket långa, dubbla parallella vita linjerna orsakade av att iskristallerna fångas i flygplanets efterföljande virvelsystem. Ihållande kondensstrimmar kan vara hundratals kilometer långa, med en genomsnittlig livslängd på flera timmar. När de åldras kan de utvecklas till moln.

Regioner av isöversättad luft är vanliga på de norra breddgraderna, där det mesta av världens luftfart äger rum.

Det är inte förvånande att strimmorna kan störa jordens strålningsenergibalans och de gör det på två olika sätt. För det första, under dagen, reflekterar iskristallerna en del av den inkommande solstrålningen tillbaka till rymden. Detta har en kylande effekt och strålningsdrivningen är negativ. För det andra absorberar och fångar samma iskristaller en del av den utgående termiska energin. Denna effekt, som i allmänhet är starkast på natten, ger en nettouppvärmningseffekt, det vill säga en nettopositiv strålningskraft. Detta är en mycket förenklad beskrivning av en extremt komplex process som har varit föremål för intensiv studie i minst 30 år.



## Miljöproblem

Endast ungefär en av 20 fotogendrivna flygningar producerar ihållande strimmor. CO<sub>2</sub> som produceras av flygningen finns i atmosfären i hundratals år, men strimmorna bara en bråkdel av en dag. Men under de få timmarna kan klimatpåverkan vara ungefär densamma som från CO<sub>2</sub>. Atmosfärforskare har starka bevis för att klimatpåverkan av kondensstrimor från fotogendrivna plan kan vara lika mycket som den som orsakas av CO<sub>2</sub> som de släpper ut. Med andra ord kan ytterligare 2,5% av den globala uppvärmningen bero på kondensstrimor.

För att ta reda på hur utsläppen från en vätgasmotor skiljer sig från fotogen planerar DLR, German Aerospace Center, tillsammans med Airbus, att genomföra en serie experiment under flygning där två jetdrivna Arcus segelflygplan, som visas här, en som drivs av fotogen, den andra av väte, följs av ett DLR-plan fullmatat med atmosfäriska sensorer. De data som fås bör avslöja storleken, fördelningen och densiteten hos vattenånga, NO<sub>x</sub>-nivåer och partiklar, vilket gör det möjligt för forskare att göra jämförelser mellan fotogen och vätestrimor vid olika höjder. Även Boeing, NASA och United Airlines har program för att utvärdera effekten av nya bränslen på bildandet av kondensstrimor.

Kan det vara möjligt att känna igen kombinationen av atmosfäriska och motoravgasförhållanden som är nödvändiga för att producera kondensstrimor och cirrusmoln? Om svaret är ja kan piloter uppmanas att ändra höjd eller motorinställningar och effektivt stänga av den klimatskadliga kondensstrimman. Om det fungerar som förväntat kan kondensstrimor från fotogenflygningar också stängas av, så även de flygbolag som idag köper flygplan i rekordantal kommer att kunna minska sin klimatpåverkan.

Om resultaten av flygproven är ogynnsamma är det oklart vad som kan göras. Vattenångavgaserna kan inte kondenseras eller på annat sätt hanteras eftersom det är en del av dragkraften som driver planet framåt. Om väteflyg skulle producera en hel del kondensbaserad klimatuppvärmning - kanske till och med mer än fotogen - skulle poängen med att byta till väte gå förlorad.

Elproducerande bränsleceller är ett annat alternativ för koldioxidfria flygresor, men förmodligen för mindre flygplan. De avger vatten som avgaser, men de förväntas inte generera kondensstrimor lika lätt som väteförbränningsmotorer, om alls. Deras avgaser är svalare vid 100 till 180 grader Celsius jämfört med 1 800 grader för jetmotorn, och vattnet koncentreras till större droppar.

Genom att förgasa en del av det flytande vätet kan bränsleceller generera elektricitet för att komplettera förbränningen av flytande väte samt tillhandahålla varje flygplans "icke-framdrivande" elektriska energibehov för att till exempel driva landningsställ, kontrolltor, kabinsystem och avionik.

Med en fjärde ZEROe-kandidat studerar Airbus en ännu större roll för bränsleceller, att tillhandahålla all kraft och framdrivning. Flera "pods" var och en innehållande vätebränsleceller, en flytande vätetank och en elmotor skulle ställas upp längs flygplanets vingar och frigöra värdefullt utrymme i flygkroppen. Det totala antalet poddar är ännu inte bestämt, men fyra (två på varje vinge) och sex (tre på varje vinge) är bland de konfigurationer som Airbus överväger. Fördelen med denna design skulle vara att poddarna kan bytas ut efter behov, vilket gör det enkelt



att tanka och underhålla, och att designen enkelt kan skräddarsys för olika flygområden genom att ändra antalet poddar.

De flesta företag som utvärderar bränsleceller, som drivs av komprimerad vätgas lagrad i icke-kryogena tankar, riktar sig till regionala kortdistansflygningar. Och provflygningar pågår. ZeroAvia i Storbritannien har flugit en 19-sitsig Dornier-228 twin prop ett antal gånger, liksom Kalifornien-baserade Universal Hydrogen med en 40-sitig De Havilland Canada Dash 8-300.

Vätebränsleceller innehåller platina, en sällsynt metall som främjar omvandlingen av avgaser till mindre skadliga gaser i katalysatorerna i bilar, men 99% av platinan i använda bränsleceller och katalysatorer kan återvinnas. Dessutom kommer bilar så småningom att ersättas av elfordon, så efterfrågan på platina kommer inte att öka avsevärt när efterfrågan växer på bränsleceller.

Då är problemen större med rent elflyg och dess batterier. De släpper inte ut någon CO<sub>2</sub> och ger inga kondensstrimor, men en öppen fråga är om flygindustrin kan påverka var nickel, kobolt och andra metaller till batterierna kommer ifrån. Leveranskedjan kommer sannolikt att förbli inrättad för att tillgodose fordonssektorns krav. Sjuttio procent av världens kobolt utvinns från gruvor i Demokratiska republiken Kongo, där barnarbete och arbetarnas säkerhet är problem. När det gäller nickel hävdar kritiker att Indonesien, världens största producent, bearbetar metallen med kolintensiv, kolproducerad el, medan dess gruvmetoder förorenar vatten, förstör skogar och stör ursprungsbefolkningen.

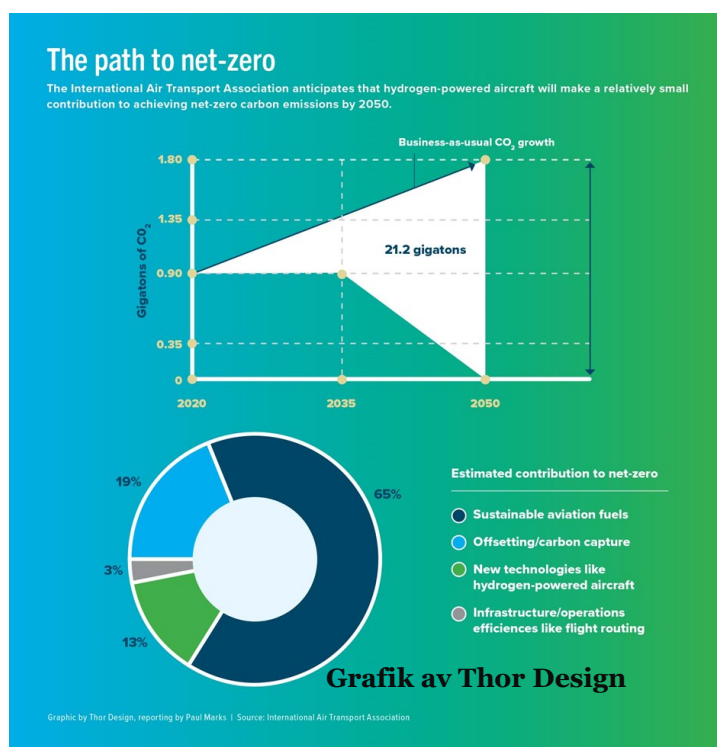
Ett alternativ kan vara gruvor på havsbotten och forskare studerar redan om de gruvfria zonerna på havsbotten, som redan har avsatts av Internationella havsbottenmyndigheten, kommer att vara tillräckliga för att upprätthålla den biologiska mångfalden hos djur- och mikrobarter som lever där.

En experimentell klass av batterier som i stort sett inte använder några andra metaller än litium kan göra frågan om var man kan få metaller lättare att lösa. Även om forskare fortfarande är i de tidiga stadierna av att utveckla dem, är litium-luftbatterier en kandidat för att driva flygplan om ett decennium eller så eftersom var och en kan producera fem gånger kraften per kilo av ett Tesla-batteri. En lovande litium-luftdesign utvecklad av Illinois Institute of Technology har bara litium i sin anod och en katod som innehåller molybden, som bryts i flera länder, inklusive USA och Kina, eller skapas som en biprodukt av kopparbrytning. Men forskarna tror att de kan göra katoden av kol- och kvävebaserade material, tillsammans med en elektrolyt fri från metaller.

## Miljöproblem

Litiumbrytning kommer med sina egna utmaningar. I en metod extraheras litiumsalter från pooler av saltvatten, vilket kan förorena färskvatten. I en annan grävs litium upp, men det genererar massor av koldioxidutsläpp. Dessutom kontrollerar Kina

enligt uppgift en växande andel av litiumgruvorna runt om i världen. Institute for Energy Research, en konservativ tankesmedja i Washington, DC, förutspår att Kina år 2025 kommer att kontrollera 32% av litiumgruvorna jämfört med 24% år 2022.



Vad är då den troliga blandningen av flygplan som kommer att dominera i framtiden? IATA tror att hållbara bränslen SAF och i viss mån väte kommer att vara dominerande 2050. Mission Possible Project, ett konsortium av företag som förespråkar avkolning, förväntar sig att hållbara flygbränslen tillverkade av förnybara kolkällor kommer att dominera flygmarknaden år 2050, mätt i procent av energibehovet. Specifikt beräknas batteridrivna flygplan utgöra 2% av efterfrågan, följt av vätgasdrivna flygplan på någonstans mellan 13% och 32% och SAF-drivna flygplan på cirka två tredjedelar. Enligt denna uppfattning kommer batteriframdrivning att begränsas till mindre flygplan, medan SAF kan släppas in i dagens fotogendrivna plan och befintliga försörjningskedjor med liten eller ingen hårdvarumodifiering. Vätgasdrivna flygplan kommer att behöva nya flygplanskonstruktioner, ny framdrivning och nya bränsleleverans- och lagringsinställningar.

Den nuvarande strategin för att minska luftfartens miljöpåverkan är begränsad till utvecklingen av en ny generation bränsleeffektiva flygplan och eliminering av ytterligare koldioxidutsläpp genom införande av "hållbara bränslen" plus vissa mindre förbättringar av mark- och luftburen verksamhet och vissa effektivitetsförbättringar av flygledningstjänsten.

Eftersom dessa flygplan inte finns i dag, även om alla tekniska problem och driftsproblem skulle övervinnas, finns det inte tillräckligt med tid fram till 2050 för att de ska kunna påverka CO<sub>2</sub>-målet i någon större utsträckning. Om flygindustrin ska få nettooll flygplan att flyga tidigare än 2050 behövs det en fokuserad forsknings- och utvecklingsinsats som liknar J. Robert Oppenheims Manhattan-projekt. Just nu ser det inte ut som om någon sådan skulle komma till stånd eftersom intresset allt mera koncentreras på krig och folkvandringar snarare än på klimatproblem.

## I främmande hav

**Astrobiologer tror att månar är de mest lovande platserna för främmande liv att existera i vårt solsystem. Till skillnad från våra grannplaneter har några av månarna gott om flytande vatten. Nu planeras flera stora rymduppdrag för att söka efter liv där.**  
**BBC: [Vad kan lura i främmande hav?](#)**

Jupiters måne, Europa, till exempel, tros innehålla mer flytande vatten än alla jordens hav tillsammans. Detta vatten och allt liv i det skyddas från rymdstrålning och asteroidpåverkan av ett tjockt lager av kilometerdjup is.

Ett uppdrag att undersöka om Jupiters isiga månar kan upprätthålla liv har nu börjat sin åtta år långa resa. Europeiska rymdorganisationens (Esa) Jupiter Icy Moons Explorer, eller Juice, kommer att besöka Callisto, Europa och Ganymedes för att bedöma om de har rätt förutsättningar för att stödja livet i haven under sina isiga ytor.

Juice kommer att färdas på en slingrande väg genom solsystemet, med hjälp av Venus och jordens gravitationskraft för att slunga sig mot Jupiter, där den förväntas anlända i juli 2031. Rymdfarkosten bär tio olika instrument för att kartlägga månarnas yta och kika under deras frusna skorpor. Den kommer att göra 35 nära passager av månarna innan den sätter sig i ett omlopp runt Ganymedes.

Upptäckten av vattenplymer, som skjuter upp från Saturnus måne Enceladus och Europa, har visat att de kan ha varma inre, som kan stödja flytande hav, uppvärmda inte av solen, utan av en inre dynamo som drivs av radioaktivt sönderfall i deras kärnor eller av tidvattenuppvärmning som genereras av gravitationen hos planeterna, som de kretsar kring.

Det finns nu bevis för vattenhav på flera månar, inklusive Europa, Enceladus, Callisto och Ganymedes. En studie som publicerades i juni uppskattar att Enceladushavet är cirka en miljard år gammalt, gott om tid för livet att utvecklas. Dessa hav anses vara salta, innehållande natriumklorid, som jordens hav, vilket ökar utsikterna till jordliknande liv.

Det finns sannolikt också ett gränssnitt mellan det flytande vattnet och den stengiga manteln under oceanerna med en kemi som forskare tror ledde till livets ursprung på jorden. Nasas Cassini-uppdrag upptäckte till exempel molekyler i Enceladus vattenplymer som antyder förekomsten av hydrotermiska ventiler på månens havsbotten.



Vattenplymer skjuta upp från ytan av Saturnus måne Enceladus

Liknande ventiler finns i jordens djupa hav, där magma möter saltvatten och ger värme, kemikalier och ett substrat som är användbart för den komplexa kemi som vissa forskare tror behövdes för att livet skulle utvecklas på vår planet. Djupt under ytan av jordens hav finns det praktiskt taget inget solljus, vilket även skulle vara fallet för oceaner på Jupiters och Saturnus månar. Men det betyder inte att det inte finns något liv. Faktum är att på jorden vimlar sådana ventiler av liv.

På platser som Europa eller Enceladus skulle livet behöva förlita sig helt på kemosyntes för energi, så det kan förmodligen bara stödja en liten biomassa. Om det finns liv i rymden, är chansen att det kommer att vara mikrobiellt. Även på jorden, under cirka 90% av vår planets historia, var det enda livet som fanns här mikrobiellt. Bara för att Europas hav är kallt och saknar energi, utesluter det dock inte nödvändigtvis att komplexa ekosystem av mindre storlek kan utvecklas där.

En annan måne vi planerar att besöka presenterar ett helt annat pussel. Om det finns liv, skulle det förlita sig på metan, inte vatten, och skulle vara exotiskt, ett liv som vi inte känner det. Saturnus måne, Titan, är den enda världen bortom jorden som är känd för att ha stabila vätskekroppar på ytan. När Huygens-sonden från Cassini-uppdraget landade där 2005 skickade den tillbaka bilder av ett jordliknande landskap med flodbäddar och hav. Men snarare än vatten består

Titans moln, regn och hav av flytande metan och etan, komponenter i naturgas på jorden. Allt vatten som finns där stelnar i stenar och berg eftersom dess ytemperatur är cirka -180°C.

Det betyder att även om landskapet kan se bekant ut, är de faktiska förhållandena helt främmande. Om det finns liv, skulle det förlita sig på metan, inte vatten. Det är möjligt och troligt att liv existerar på Titan, men i så fall med en helt annan, oberoende biokemi.

Livet på jorden beror på cellmembran gjorda av fosfolipider, molekyler med fosfor-syrehuvuden och kolkedjesvansar, som binder till varandra för att bilda ett flexibelt membran i vatten. Metanbaserat liv skulle behöva ett alternativt sätt att bilda celler och ett Cornell University-team visade 2015 att små molekyler gjorda av kväve, kol och väte faktiskt kunde bygga celler som passar för att överleva under Titans förhållanden. Sedan dess har Nasa-forskare bekräftat närvaron av vinylcyanid i Titans atmosfär, en organisk förening som kan ge sådana cellmembran. Så, åtminstone i teorin, kan celler som kan bilda ett helt annat liv i Titans stora metanhav fysiskt existera där.

Vi vet inte vad som är gränserna för livet. I vissa avseenden är det vi ser här på jorden en slump. Det finns en enorm mängd potentiell variation som kan ge liv på andra världar. Det är därför vi behöver skicka fler sonder för att undersöka månarna.



Nasas Dragonfly-uppdrag kommer att lanseras 2026 och anlända till Titan 2034. Det kommer att landa en dröjarliknande farkost för att utforska dussintals lovande platser och leta efter tecken på liv. Intressant nog tros Titan också ha ett flytande hav av vatten djupt under sitt isiga yttre lager, vilket skulle innebära att förutom dess exotiska ytliv baserat på flytande metan kan det finnas mer jordliknande liv under dess yta.

Nasa undersöker också möjligheten att skicka en autonom ubåt för att studera Titans största norra hav, Kraken Mare, som är cirka 1000 km brett, med ett djup uppskattat till 300 m, en liknande storlek som Nordamerikas stora sjöar. Detta skulle vara det första tillfället att utforska ett hav på en annan värld, och det skulle kunna bestämma utformningen av framtida ubåtar för att utforska Europas och andra månars underjordiska vatten. Uppdraget är fortfarande i sitt konceptuella skede, cirka tjugo år bort, med forskare och ingenjörer som börjar undersöka hur man ens kan bygga en sådan ubåt.

En annan möjlighet för olika typer av liv på en enda värld är Ganymedes, Jupiters måne. Vissa forskare tror att denna måne har flera olika lager av hav, åtskilda av olika typer av is, som bildas på olika djup och tryck. Om så är fallet kan varje lager i teorin vara värd för olika livsformer anpassade till lokala förhållanden på det djupet.

Ganymede kommer att få besök av Europeiska rymdorganisationens Juice-uppdrag, som också kommer att besöka två av Jupiters andra månar - Callisto och Europa - för att studera deras beboelighet och leta efter livets signaturer. Samtidigt planerar Nasas Europa Clipper med startdatum 2023 att kretsa runt Jupiter och flyga förbi Europa flera gånger för att undersöka om den kan hysa förhållanden



Hav på månen Europa. : Getty Images

som är lämpliga för livet. Nasa diskuterar också att skicka en landare till Europa, redan 2025.

I en avlägsen framtid, ungefär fem miljarder år från nu, när vår sol får slut på vätebränsle och börjar expandera till en röd jätte innan den så småningom dör, kommer den att smälta isen på dessa månar och förvandla dem till mycket mer jordliknande platser. Det borde då finnas flytande vatten på deras yta och mer tempererade klimat. Kanske öppnas möjligheten att livet utvecklas där då, eller att åtminstone hysa flyktingar från den brända jorden.

Forskare har gjort en ny upptäckt som antyder ett möjligt vattenhav på en massiv planet bortom vårt solsystem många ljusår bort från jorden, men det är inte klart om det kan stödja livet, enligt NASA. Forskare gjorde tillkännagivandet efter att ha undersökt data från NASA:s James Webb Space Telescope, som såg mer än 100 ljusår från jorden på en exoplanet, beteckningen för en planet bortom vårt solsystem, i konstellationen Leo som går under namnet K2-18 b och är 8,6 gånger så massiv som vår planet.

Astronomer ledda av University of Cambridge hittade både metan och koldioxid i atmosfären på planeten K2-18 b, vilket pekar på resultat som är förenliga med en havstäckt yta under en väterik atmosfär. Upptäckten ger en inblick i en planet som inte liknar något annat i vårt solsystem och väcker intressanta utsikter om potentiellt beboeliga världar någon annanstans i universum. NASA sade att resultaten, inklusive överflöd av metan och koldioxid och brist på ammoniak, stöder hypotesen att exoplaneten kan vara täckt av hav. Forskarna sade att de också upptäckte en annan, svagare signal, som kunde indikera molekylen som kallas dimetylsulfid, vilket ökar utsikterna till biologisk aktivitet på K2-18 b. På jorden produceras nämligen denna molekyl endast av liv, emitterad från fytoplankton i marina miljöer.

## Krigsdrönare

**Stridsdrönaren var en gång förbehållen militära supermakter men inte längre. Dess användning av rebeller och mindre nationer förändrar redan stridens natur.**

[Inside Ukraine's drone war against Putin - The Economist](#)

[Highlights from the RAEs Future Combat Air & Space Capabilities Summit](#)

[Low-cost drones: a rising threat](#)

[Shahed-136: The Iranian Drones Aiding Russia's Assault on Ukraine](#)

[Combat drones: We are in a new era of warfare - here's why](#)

[Mass-market military drones have changed the way ...](#)

På morgonen den 25 augusti begav sig en grupp drönarutvecklare till en startpunkt i södra Ukraina för ett av de mest vågade flyguppdragen över ryskkontrollerat territorium hittills, en attack mot en militärbas djupt inne på Krim. Många av prototyperna i drönarsvärmen var experimentella, men några av dem gjorde jobbet. Det blev explosioner inne i basen och flera döda. Sårade soldater sågs strömma till det lokala sjukhuset enligt lokala källor.

Morok ("dark spirit") var en av prototypdrönarna som användes i Krim-operationen. Moroks utveckling hade varit en "mirakulös" resa. Efter en riskabel provuppskjutning några kilometer från den ryska gränsen undkom dess utvecklare inkommande ryska raketer med några minuter.

Morok är snabb och kapabel att bära en tung nyttolast över flera hundra kilometer. Den är bland de mer lovande kamikaze-konstruktionerna med fasta vingar som övervägs av Ukraina. Nu siktar de på att öka produktionen.

Ofta i militärhistorien kan ett enda vapensystem bli symboliskt för en hel ålder av krigföring. Man tänker på långbågen som användes av de engelska bågskyttarna vid Agincourt under medeltiden eller de tungt bepansrade stridsvagnarna i markstriden under andra världskriget.

Kriget mellan Ukraina och Ryssland har sett ett nytt vapensystem slå igenom-drönarna. Militära drönare har förändrat hur krig utkämpas.

Ukraina tog inledningsvis ledningen på denna front, vilket framgår av de förstörda ryska stridsvagnarna, som nu skräpar ner landets landsbygd förstörda av drönare beväpnade med små stridsspetsar. Man har också sett havs- och luftbaserade drönare attackera rysk kritisk nationell infrastruktur, förstöra logistiska nav och inaktivera en bro över Azovska sjön. Till och med basen för den ryska flottan i Sevastopol har attackerats av havsskummande drönare.

Kriget i Ukraina har sett en enorm användning av kommersiell utrustning för militära ändamål. Ukraina uppnår spektakulär framgång med en massa civil teknik, som kan köpas var som helst. Det finns exempel på ukrainska styrkor, som arbetar med entusiastiska civila drönaroperatörer och till och med ger en fjortonåring i uppdrag att spana ut en kolonn stridsvagnar. Över hela Ukraina har en rad små fabriker dykt upp som använder 3D-utskriftsteknik för att leverera beväpnade drönare till frontlinjen. Vissa finansieras till och med av crowdsourcing från hela det internationella samfundet.

Ryssland har inte kunnat uppnå den luftöverlägsenhet, som skulle behövas för att fullt ut stödja sina trupper på marken, och har varit tvunget att tillgripa en terrorkampanj av drönare med lång räckvidd, ofta levererade av Iran. Alla typer av värdefulla och strategiska tillgångar är sårbara för attacker från drönare. Ryssland byggde trots allt det mesta av det ukrainska energiför-

sörjningsnätet och vet hur man attackerar det. I denna roll används drönare på ett målinriktat sätt för att skapa mänskligt elände och osäkerhet. Det hela är en del av en klassisk strategi för psykologisk krigföring förstärkt med kryssnings- och ballistiska missilattacker inifrån ryskt luftrum för att förstöra ukrainarnas moral. Men Ukraina har också framgångsrikt kunnat utnyttja drönarteknik samtidigt som man skjuter ner många, som skjuts mot dess städer och infrastruktur.

Det var en gång en tid då drönare var precisionsvapen. Deras mål var antingen individer eller små grupper av människor, som hade varit under observation i flera dagar. De som använde drönarna, ofta mil från slagfältet i luftkonditionerade rum, anklagades för att bara spela ett stort datorspel. Allt var på något sätt väldigt avlägset från verkligheten.

Idag är det något helt annat. I Ukraina är operatörerna av så kallade "Kamikaze"-drönare i skyttegravar under nästan konstant bombardemang. Ibland riskerar de allt för att snabbt starta en granatattack mot en fiendeposition, med hjälp av drönarsensorsystemen för att se var granaterna landar och sedan ropa ut justeringar över radionätverk innan de måste söka skydd från den oundvikliga motattacken. Det som utspelades under dagar i Irak och Afghanistan sker nu på några minuter.

Under en kort tid var det till stor del USA och Israel (med sin egen betydande drönarindustri) som kunde utföra sådana operationer. Detta var stridsdrönarens första ålder. Men saker och ting har förändrats dramatiskt.

Drönarnas status växte när amerikanska Predator, ursprungligen tänkt för flygspaning, beväpnades med Hellfire-missiler. Dess efterträdare, Reaper, är speciellt utformad som en jägare och mördare. Den har en större räckvidd än sin föregångare och kan bära en större vikt av ammunition. Den kan slå mot fiender när och var de minst väntar sig det. Reaper-drönare tros ha använts för att döda den iranska generalen Qasem Soleimani utanför Bagdads flygplats i januari 2020.

MQ-1 Predator blev det ikoniska vapnet under perioden av upprorsbekämpning som USA förde i Afghanistan, Irak och på andra håll. När USA först avfyrade en missil från en beväpnad Predator-drönare mot misstänkta al-Qaida-ledare i Afghanistan den 14 november 2001 stod det klart att krigföringen hade förändrats permanent. Under de två decennier som följde blev drönare det viktigaste instrumentet för kriget mot terrorn. Mycket sofistikerade amerikanska drönare på flera miljoner dollar användes upprepade gånger i riktade dödskampanjer.

Men nu har en ny era av drönarkrigföring anlänt med många fler spelare. Och användningen har flyttat från terrorismbekämpning eller upprorsbekämpning till fullskalig konventionell strid. Framöver väntar en ny tredje ålder av drönarkrigföring när tekniken blir allt mer sofistikerad och kopplad till artificiell intelligens.

När navigationssystemen och den trådlösa tekniken i hobbydrönare och konsumentelektronik förbättrades, dök en andra typ av militär drönare upp - inte i Washington, utan i Istanbul. Ukraina har tillgång till beväpnade turkiska drönare, efter att ha använt dem mot pro-ryska separatister i striderna i Donbass och de fångade världens uppmärksamhet 2022, när de visade sig kunna stå emot en av de mest formidabla krigsmakterna på planeten.

Bayraktar TB2-drönaren, från turkiska Baykar-företaget, markerar ett nytt kapitel i den nya eran av drönarkrigföring. Billiga, allmänt tillgängliga drönare har förändrat hur mindre nationer utkämpar moderna krig. Även om Rysslands invasion av Ukraina förde dessa nya vapen in i det allmänna medvetandet, finns det mer i deras historia.



Explosioner i Armenien, som sändes på YouTube 2020, avslöjade denna nya form av krig för världen. Där, i en blåtonad video, snurrade en radarparabol under cyanhårkorset tills den bröt ut i ett rökmoln. Handlingen upprepades när ett hårkors riktade sig mot ett fordon och lämnade en tom krater efter sig.

Klippet, som släpptes på YouTube den 27 september 2020, var ett av många som den azerbajdzjanska militären publicerade under det andra Nagorno-Karabach-kriget, som inleddes mot grannlandet Armenien samma dag. Videon spelades in av TB2.

I den konflikten och andra har TB2 fyllt ett tomrum på vapenmarknaden som skapats av den amerikanska regeringens vägran att exportera sin avancerade Predator-familj av drönare. För att komma runt exportrestriktioner för drönarmodeller och annan kritisk militär teknik vände sig Baykar till teknik, som var lätt tillgänglig på den kommersiella marknaden.

TB2 är byggd i Turkiet av en blandning av inhemskt tillverkade delar och delar som kommer från internationella kommersiella marknader. Undersökningar av nedskjutna drönare har avslöjat komponenter från amerikanska företag, inklusive en GPS-mottagare tillverkad av Trimble, ett luftburet modem tillverkat av Viasat och en Garmin GNC 255 navigationsradio. Garmin, som tillverkar GPS-produkter för konsumenter, släppte ett uttalande som sade att dess navigationsenhet som finns i TB2 "inte är utformad eller avsedd för militär användning, och den är inte ens utformad eller avsedd för användning i drönare." Men den finns där.

Kommersiell teknik gör TB2 tilltalande av en annan anledning: medan den USA-tillverkade Reaper-drönaren kostar 28 miljoner dollar, kostar TB2 bara cirka 5 miljoner dollar. Sedan dess utveckling 2014 har TB2 dykt upp i konflikter i Azerbajdzjan, Libyen, Etiopien och nu Ukraina. Drönaren är så mycket billigare än traditionella vapen att litauerna har drivit crowdfunding-kampanjer för att hjälpa till att köpa dem till ukrainska styrkor.

TB2 är ett flygplan med fasta vingar med blygsamma specifikationer. Den kan kommunicera på en räckvidd av cirka 300 km från sin markstation och flyger med 130-220 km/h. Vid dessa hastigheter kan en TB2 stanna på himlen i över 24 timmar, jämförbar med avancerade drönare som Reaper och Gray Eagle.

Från höjder på upp till 7500 m undersöker TB2 marken nedanför, sänder video för att samordna långdistansattacker eller rörelser eller släpper laserstyrda bomber på människor, fordon eller byggnader.

Innan Baykar utvecklade TB2 ville den turkiska militären köpa Predator- och Reaper-drönare från USA, de fjärrstyrda plan, som användes i USA:s långa krig i Afghanistan och Irak. Men drönarexporten från USA styrs av Missile Technology Control Regime, ett fördrag om att begränsa tillgången till vissa typer av vapen.

Trump-administrationen lättade efterlevnaden av dessa regler 2020 (en förändring som Biden-administrationen upprätthållit), men den tidigare tillämpningen av reglerna, i kombination med oro för att Turkiet skulle använda drönarna för att kränka mänskliga rättigheter, förhindrade en försäljning 2012.

Turkiet är inte ensamt om att nekas möjligheten att köpa USA-tillverkade drönare. Kritiker av fördraget påpekar att USA kan sälja stridsflygplan som kräver mänskliga piloter till Egypten och andra länder, men vill inte sälja samma länder beväpnade drönare.

Men kommersiell och militär teknik har ett sätt att driva varandra. Silicon Valley är till stor del en utväxt av det kalla krigets militära teknikforskning. Konsumentelektronik, särskilt de som är knutna till dator- och navigationssystem, har länge subventionerats av militär forskning. GPS var en gång en militär teknik så känslig att civil användning av signalen avsiktligt försämrades fram till 2000.

Nu tillåter kommersiell tillgång till hela signalen, i kombination med billiga och kraftfulla kommersiella GPS-mottagare som den som finns i Bayraktar TB2, drönare att utföra nästan militära standarder, utan särskild tillgång till militära signaler.

Den turkiska militären debuterade Bayraktar TB2 2016 och riktade den mot medlemmar av PKK, en kurdisk milis. Sedan dess har drönaren använts på flera andra platser, mest känt Ukraina och Azerbajdzjan men också på ena sidan av det libyska inbördeskriget. År 2022 köpte den lilla västafrikanska nationen Togo, med en militärbudget på knappt 114 miljoner dollar, ett antal Bayraktar TB2.

År 2021 mottog Etiopien TB2 och andra utländska drönare, som de använde för att stoppa och sedan vända en framryckning av tigreanska rebeller mot huvudstaden, som dess markstyrkor inte kunde stoppa. Slagfältsförluster, som är en direkt följd av drönarna är svåra att bedöma, men drönarattacker mot tigreanska områden efter att framryckningen stoppades dödade minst 56 civila.

TB2, även om den är blygsam i sina förmågor i förhållande till andra militära drönare, är en avancerad utrustning som kräver markstationer och en vägsträcka för att starta. Men det återspeglar bara ena änden av spektrumet av massmarknadsdrönare som har hittat sin väg till slagfält.

År 2016 hade kinesiska ISIS modifierat DJI Phantom quadcopters, med fyra rotoror, för att släppa granater. Dessa vapen anslöt sig till arsenalen av ISIS-drönare med hjälp av delar från kommersiella leverantörer på marknaden. Denna taktik spred sig och blev snart vanlig bland väpnade grupper. År 2018 använde ukrainska styrkor som kämpade i Donetsk en modifierad DJI Mavic för att släppa bomber på skyttegravar, som hölls av ryskstödda separatister. Idag finns dessa kinesiska drönare praktiskt taget var som helst i världen där det finns strid. Även om dessa drönare inte släpper bomber har soldater lärt sig att frukta sattet av quadcoptermotorer över huvudet eftersom flygingarna ofta förebådar ett inkommande artillerianfall.





Samma DJI Mavic quadcopters som hjälper fastighetsmäklare att undersöka fastigheter har använts i konflikter i Burkina Faso och Donbassregionen i Ukraina. Andra DJI-drönarmodeller har upptäckts i Syrien sedan 2013 och monterade från kommersiellt tillgängliga delar, har de sett utbredd användning. Men det är i Ukraina, som den verkligt kompetenta användningen av drönaren för en mängd olika uppgifter inklusive för artilleri och granatkastarenheter, har gjort denna billiga, tillgängliga, förbrukningsbara obemannade flygfarkost mycket dödlig och mycket farlig.

I april 2022 meddelade Kinas hobbydrönartillverkare DJI att de avbryter all försäljning i Ukraina och Ryssland. Men dess flyghjulingar, särskilt den populära och prisvärda Mavic-familjen, hittar fortfarande sin väg till militär användning, eftersom soldater köper och distribuerar drönarna själva.

Över hundra länder och icke-statliga grupper har drönare och många aktörer har tillgång till bestyckade drönare. Kina är den överlägset ledande exportören av bestyckade drönare i världen. Men drönare är inte bara tillgängliga för ledande militärmakter. Mellanmakter som Iran och Turkiet har tillgång till drönarteknik och säljer system utomlands.

Drönarattacker har spelat en nyckelroll i de senaste konflikterna och hjälpt till att stärka Addis Abeba-regeringens ställning inför attacker från TPLF-rebeller (Tigray People's Liberation Front). Den etiopiska regeringen har köpt bestyckade drönare från Turkiet och Iran. Det rapporteras också ha tillgång till kinesiska Wing Loong II UAV via Förenade Arabemiraten.

Förenade Arabemiraten levererade på liknande sätt kinesiskt byggda drönare till sin allierade general Khalifa Haftar i Libyens brutala inbördeskrig. I många fall har beväpnade drönare haft en avgörande inverkan och bidragit till överlevnaden för Libyens internationellt erkända regering i Tripoli, och i förra årets Nagorno-Karabach-konflikt var turkiska levererade drönare en potent faktor som gjorde det möjligt för Azerbajdzjans styrkor att ta kontroll över den omtvistade enklaven från Armenien. Det som utspelades i Armenien, där Azerbajdzjan utan tvekan använde beväpnade drönare för första gången i ett icke-upprorskrig, replikerades i Ukraina.

Dessa billiga drönare, fria från exportrestriktioner, har gett mindre nationer den typ av luftkapacitet som tidigare var begränsad till stora militära makter. Även om denna spridning kan medföra en viss grad av maktbalans, kommer den med fruktansvärda mänskliga kostnader. Drönarattacker kan beskrivas på sterilt språk som missiler som stoppar fordon. Men vad som händer när den explosiva kraften träffar mänskliga kroppar är tragiskt. Det omfattar alla krigets fasor, som fångas av en kamera utan att blinka, vars videoflöde övervakas av en deltagare i attacken som ofta är dussintals, om inte tusentals, mil bort. I ett ögonblick är en trupp ett ljusflimmer, synligt i termisk bildbehandling, fångad av en drönarkamera och delad med surfplattan till en fiende som gömmer sig i närheten. I nästa filmas soldaternas avrättning ovanifrån, fångad i 4K-upplösning av ett vapen som är tillgängligt för försäljning överallt. När dessa vapen sprids, kommer de i allt högre grad att användas i konventionell krigsföring snarare än bara riktade mord.

Medan USA och dess allierade fokuserade på upprorsbekämpning, använde Ryssland sitt engagemang i Syrien som en testplats för införlivandet av drönare i sin krigsmakt.

Rysslands drönarflotta i Syrien genomförde viktiga underrättelse-, övervaknings- och spaningsuppdrag och kopplade identifierade mål med ryskt artilleri, raketsystem med flera lanseringar och flygplan genom ihållande drönarobservation i realtid. Detta gav styrkorna en dygnet runt-bild av slagfältet, något som generalerna inte hade tidigare.

Striderna i Ukraina har gett värdefull inblick i rysk användning av drönare. Flera typer av rysktillverkade drönare har skjutits ner över östra Ukraina. Underrättelseinsamling och spaning förblir deras viktigaste uppdrag, men de har också en annan viktig roll i elektronisk krigsföring, med en speciell klass av ryska drönare utrustade för detta ändamål. Elektronisk krigsföring är konsten att lokalisera fiendens styrkor genom de signaler som de skickar ut och sedan isolera dem genom att störa deras kommunikation.



När Ukraina visade att de var kapabla att hålla tillbaka den ryska invasionen släppte Ryssland lös en terrorkampanj mot ukrainska civila via iransktillverkade Shahed-136-drönare. Dessa självdetonerande drönare, som Ryssland lanserar i salvor, innehåller kommersiella delar från amerikanska företag. Vågorna av drönarattacker har till stor del fångats upp av ukrainskt luftförsvar, men vissa har dödat civila. Eftersom Shahed-136-drönarna är så billiga att tillverka, uppskattade till cirka 20 000 dollar, medför det en kostnad för försvararen att fånga upp dem med en dyrare missil.

Ryssland planerar enligt uppgift att öppna en egen drönarfabrik för att producera Shahed inom sina egna gränser. Shahed-136 tillverkas nu av Shahed Aviation Industries Research Center, som har band till Islamic Revolutionary Guards Corps Aerospace Force och det statligt ägda Iran Aircraft Manufacturing Industries Corporation.

Shahed-136 togs officiellt i tjänst med den iranska militären 2021. Men drönaren, dess varianter och föregångare har enligt uppgift också använts av Houthi-styrkor som strider i Jemen de senaste åren. Houthi-rebeller har med iranskt stöd banat väg för användningen av svärmdrönare för att attackera saudiska militär- och infrastrukturplatser, ibland med stor framgång.

De triangulära drönarna har en beskuren deltavingeform, med en central flygkropp som smälter in i vingarna och stabiliserande roder vid spetsarna. Noddelen innehåller en stridspets som uppskattas väga 30–50 kg vanligtvis med en kombination av högsprängämnen och fragmenteringskomponenter. Motorn sitter bak i flygkroppen och driver en tvåbladig skjutande propeller. Drönaren är 3,5 meter lång med ett vingspann på 2,5 meter, flyger över 185 kilometer i timmen och väger cirka 200 kg. Räckvidden har uppskattats vara från mellan 970–1500 km till så mycket som 2000–2500 km.

Drönarna är långsamma, stora och bullriga. Men vapnen är utformade för att användas i "svärmar", avfyra i en salva från rack som rymmer fem stycken. Ukrainska trupper vid frontlinjen rapporterar att drönarna används parvis, vilket gör det svårare att skydda målet, och luftvärnsenheter som försvarar ukrainska städer har ställts inför dussintals åt gången. De kostar någonstans mellan \$ 10 000 och \$ 50 000 per enhet och är kostnadseffektiva även om majoriteten av en svärm förstörs innan de når sina mål.

På grund av bärbarheten hos lanseringsramen och drönarenheten kan det hela monteras på baksidan av alla militära eller kommersiella lastbilar. Drönaren lanseras i en liten uppgående vinkel och assisteras under första flygningen av raketuppskjutningshjälp. Raketen kastas omedelbart efter uppskjutningen, varpå drönarens konventionella iransktilverdade fyrcylindriga kolvmotor Mado MD-550 (möjligen en bakåtkonstruerad tysk Limbach L550E, som också används i andra iranska drönare som Ababil-3) tar över.

De ursprungliga Shahed-136 var utrustade med ett enkelt trög-hetsstyrningssystem med rörelse- och rotationssensorer plus en dator för att söka sitt mål. Men rapporter tyder på att den senaste ryskflygna farkosten använder GLONASS-styrenheter, vilket avsevärt ökar noggrannheten och deras potential att stanna över ett målområde innan de dyker ner för att slå.

Drönarnas osofistikerade natur utgör faktiskt en utmaning för avlyssning. Det är inte kostnadseffektivt för luftvärnsrobotar värda flera miljoner dollar att skjuta ner dem, och drönarna är för små och lågflygande för att på ett tillförlitligt sätt kunna plockas upp på radar av ukrainska MiG-29-stridsflygplan och förstöras med luft-till-luft-missiler. Istället måste piloter använda sina kanoner från nära håll och äventyra flygare, flygplan och civila nedanför. Detta är särskilt utmanande på natten.

Mindre avancerade vapen har visat sig vara effektivare. SA-8 yt-till-luft-missiler har lyckats stoppa drönarna, liksom autokanonerna från den sovjettilverdade ZSU-23-4 Shilka-plattformen och de tysklevererade Flakpanzer Gepard SPAAGs. Det har blivit en ny betoning på luftvärnssystem som skjuter ner drönarna. Faktum är att Ukraina hittills hävdar en 60-70% framgångsgrad när det gäller att förstöra drönare på väg till mål. I sig är detta imponerande, men till vilket pris? Det finns bevis för att Ryssland använder svärmar av obebäpnade drönare för att mätta luftvärnssystemen.

Drönerattacker kan bara vara lika exakta som den information, som de bygger på. Ukraina har skapat en "21st century Observer Corps" med hjälp av digital teknik och en telefonapp för att samla observationer av fiendens drönare och missiler. Lärdomarna från Ukraina visar också att drönaren inte alltid kommer fram och att dessa vapen faktiskt kan stoppas genom att fokusera främst på att störa kommunikationslänken från styrenhet till plattform. Med hjälp av rätt sensorer är det till och med möjligt att få en uppfattning om drönerpilotens plats. Detta kan leda till att drönaren flyger hem till sin lanseringsplats.

Alternativt kan detta dock skapa en katastrofal händelse där en beväpnad drönare helt enkelt störtar till marken med en rad möjliga resultat. I Venezuela, vid en drönerattack mot dess president, sågs en tvåarmad drönare krascha när den tappade signalen i ett område befolkat av höghuskontor. Det antände en gasförsörjningsledning och orsakade en partiell byggnadskollaps, anmärkningsvärt nog skadades ingen.

Ukraina tittar också på att använda motdrönare. I november berättade chefen för ministeriet för digital transformation och vice premiärminister Mikhail Fedorov för Forbes att Kiev överväger en rad "Shahed catchers" som kan spåra och ramma inkommande iranska drönare och förstöra dem under flygning.

Faktum är att kommersiell drönerarteknik nu är så allmänt tillgänglig att vem som helst kan bygga en attackdröner för några hundra dollar, och vissa terroristgrupper har gjort det. Medan drönare inte är lika kapabla som stridsflygplan, ger de aktörer tillgång till viss flygkraft. I kombination med digital teknik som möjliggör högupplöst övervakning och precisionsattack kan drönare vara ganska dödliga för markstyrkor.

Men om drönerhotet är relativt väl förstått, varför är det så svårt att motverka? De flesta drönare som används idag är mindre än traditionella militära flygplan och kräver olika typer av luftvärn. De flyger långsammare och närmare marken och det gör att många luftvärnssystem inte är optimerade för att skjuta ner dem.

Dröner- och kryssningsmissilattacker mot Ukraina påminner om Hitlers användning av V-1 och V-2 under andra världskriget. Dessa vapen försökte också terrorisera befolkningen. Svagheten hos V-1 precis som dess iranska nutida, var dess hastighet. För åttio år sedan fann RAF- och USAAF-stridspiloter att det var en farlig affär att skjuta ner V-1, eftersom explosionen från den detonande flygbomben kunde vara dödlig för en förföljande pilot. Istället valde de att flyga tillsammans med V-1 och "tippa" dess vinge med sin egen. Om den utfördes korrekt kunde denna manöver "störta" den flygande bomben, åsidosätta dess gyrokontroll och få den att tumla och krascha på landsbygden innan den nådde London. När Tyskland bytte till V-2-raketen i september 1944 var dessa helt enkelt för snabba att fångas upp, men spola fram till idag och många av de problem, som mötte London under attack från V-1 och V-2, utspelas nu igen i Ukraina. Ett brittiskt företag har till och med utvecklat en bärbar eldriven liten dröner, som kan ramma och sänka hotande drönare. Båda sidor av konflikten i Ukraina försöker nu använda racingdrönare som har hastigheter över 250 km/h.

Bekämpare av drönare har ändå en svår uppgift. Dessa bekymmer har sett ökningen av ett antal alternativa sätt att inaktivera drönare, vissa använder till och med rovfåglar. Nåt, utformade för att stoppa rotorblad, har också utvecklats och på sikt kan det till och med vara möjligt att genomföra enkla cyberattacker mot drönare. Man kan injicera nya kommandon i kommandolänkarerna som bland annat säger till drönaren att återvända till sin startpunkt eller att krascha på en specifik, säker plats. Sådana attacker är lätta att föreställa sig men lite svårare att konstruera. Naturligtvis är det också lite enklare att ta kontroll över en kommunikationslänk till en kommersiell dröner än en militär dröner vars kommunikationslänkar sannolikt kommer att krypteras.

Många länder arbetar för att utveckla motåtgärder mot drönare, och med tiden kommer vi att se effektivare mot-dröner-system. En utmaning kommer dock att vara att motverka massiva drönerattacker, eftersom billiga drönare kan byggas i stort antal.

Det som ursprungligen baserades på tillgängliga, relativt dyra, militära standarddrönare, som de som Turkiet levererade till Azerbajdzjan, har nu ändrats till en hemindustri. Att upptäcka och säkert inaktivera drönare kräver många lösningar. Till sin natur varierar de i storlek, vilket gör det svårt att upptäcka dem med ett enda sensorsystem, såsom en radar, bortom mycket korta avstånd. Även elektrooptiska och infraröda signaturer är svåra att upptäcka och falska larmfrekvenser kan också vara höga som bakgrund. Med ett ständigt ökande antal leveransdrönare, taxiflyg och annan flygtrafik på låg nivå som förutspås öka under de kommande åren, hur identifierar och skiljer man skadliga hot från legitim kommersiell dröneraktivitet?

Faktum är att spridningen av drönare verkar obevlig. Förhoppningen om att deras användning på något sätt skulle kunna begränsas av vapenkontrollfördrag har visat sig vara illusorisk. Den största utmaningen är kanske att hålla jämna steg med den snabba utvecklingen av drönarna. Det har pratats mycket om futuristiska, så kallade "drone swarms". Vi har redan sett massiva drönerattacker, som den 2018 av syriska rebeller mot en rysk flygbas, där man använde tretton drönare. Men även så många samtidiga drönare är inte en riktig svärm. Svärmning definieras inte så mycket av antalet drönare i en attack utan av deras förmåga att samarbeta utan någon mänsklig inblandning. Med utvecklingen inom artificiell intelligens kan detta med tiden få en dramatisk effekt för att förändra krigföringen. Kanske kommer man i framtiden att se på kriget i Ukraina som det där drönarna förändrade krigföringen.

## Att serva satelliter

**Företag i USA och utomlands har stora planer på att serva befintliga geosynkrona satelliter för att förlänga livslängden och att utrusta nya för service från början. Standardiserings- och tillsynsorgan räknar nu ut hur man gör service till en normal del av verksamheten.**

[Normalisera Satellitservice](#)  
[Space News](#)

År 1990 fastnade kommunikationssatelliten Intelsat VI F-3 i låg jordbana när det övre steget i lanseringsraketen misslyckades med att släppa den. Det enda sättet att frigöra satelliten från det övre steget var att kasta motorn, som det övre steget var fäst vid. Intelsat gjorde det, men nu fanns det inget sätt att lyfta den från LEO till dess planerade geosynkrona bana över Atlanten.

År 1992 hade Intelsat och NASA utarbetat en räddningsplan för IS-603, som satelliten senare betecknades. Två rymdvandrande astronauter skulle ta tag i satelliten och fästa en fångststång i botten av den, så att rymdfärjan Endeavours robotarm sedan kunde ta tag i IS-603 och flytta den mot rymdfärjans öppna nyttolastfack, där astronauterna skulle fästa den nya motorn.

Det tog inte lång tid innan den planen gick fel. En av astronauterna försökte stoppa satellitens snurr för att fästa stängen, men momentet från det flytande bränslet som snurrade inuti gjorde det omöjligt. Det tog tre astronauter för att fånga den roterande satelliten. Den nya motorn fästes och rymdfarkosten anlände till GEO sju dagar senare för att hantera telefonsamtal och tv-program tills den avvecklades 2015.

Nu tre decennier senare vill man göra service av satelliter till en normal del av verksamheten, som kan utföras helt robotiskt och utan dramatiken i IS-603-räddningen. Astroscale U.S., en leverantör av tjänster i omloppsbana för att förlänga satelliternas livslängd, har tecknat ett avtal med US Space Force om att saminvestera i ett tankningsfordon i omloppsbana. Det har ännu inte fastställts om eller när Astroscals fordon kommer att starta för en demonstration i rymden, men om det skulle hända kan en potentiell kundsatellit vara en av de små Tetra-5-satelliterna som beräknas starta 2025 för ett tankningsexperiment i omloppsbana finansierat av Space Force och Defense Innovation Unit.

Men om detta är en revolution, är det inget som ett enskilt företag kan genomföra ensamt. Med så många satelliter i



GEO kommer ett företag inte att kunna hantera efterfrågan och alla olika tjänster som behövs. SpaceLogistics, ett dotterbolag till Northrop Grumman, planerar att betjäna satelliter i GEO, där det finns cirka 550 satelliter av vilka 50% är tillräckligt friska för att motivera till exempel att förlänga deras liv genom att ta över framdrivningen. Insatsen handlar inte bara om kortsiktiga vinster. Att förlänga satelliternas livslängd minskar miljöpåverkan av att lansera nya plattformar, mildrar riskerna för fel i omloppsbana och begränsar mängden rymdskräp.

SpaceLogistics fokuserar till exempel på att förlänga satelliternas livslängd genom att ta över framdrivningen av dem när de nästan har slut på bränsle. Däremot planerar Orbit Fab, ett Colorado-baserat företag på att bygga vad man beskriver som bensinstationer i rymden för att tanka GEO-satelliter.

Men att hålla satelliter i drift kommer att kräva mer än tankning och återställande av framdrivning. Det kan kräva att man byter ut ett batteri, kompletterar elkraft eller lägger till ny programvara. För detta ändamål har DARPA:s Robotic Servicing of Geosynchronous Satellite-program kontrakterat SpaceLogistics för att genomföra flera demonstrationer i omloppsbana, planerade att börja 2025, för att testa olika servicefunktioner. Utöver detta finns också en mängd konsekvenser för säkerhet, med tanke på att företag nu planerar att flyga nära andra satelliter och till och med röra vid dem.

SpaceLogistics har visat vägen på framdrivningsdelen av problemet genom att genomföra två livsförlängningsuppdrag, men det är långt ifrån ensamt inom service, montering och tillverkning i rymden, eller ISAM. Astroscale, med huvudkontor i Tokyo, demonstrerade 2021 en teknik för att ta bort skräp från LEO, och det planerar också att tillhandahålla livsförlängande tjänster. Faktum är att mycket av ISAM-ansträngningarna hittills har varit inriktade på service, med tanke på att tekniken är redo att bevisas i rymden och det finns många annars fullt fungerande satelliter som håller på att ta slut på bränsle. Dessa måste antingen servas eller flyttas till kyrkogårdsbanor innan det händer.

SpaceLogistics har hittills genomfört två livsförlängningsuppdrag. Det första inleddes 2020 när en uppdragsförlängningsfarkost i bilstorlek mötte kommunikationssatelliten IS-901. Man satte in en sond i satellitens motormunstycke som inuti munstyckshalsen sträckte ut små fingrar ungefär som ett grippankare. Sedan drogs IS-901 upp mot en uppsättning stolpar utformade för att trycka mot ringen som en gång höll satelliten till sin lanseringsfarkost. Med de två farkosterna ordentligt sammanfogade slogs de so-lelektriska motorerna på och flyttade IS-901 tillbaka till sin rätta omloppsbana, där den kommer att hållas åtminstone fram till 2025.



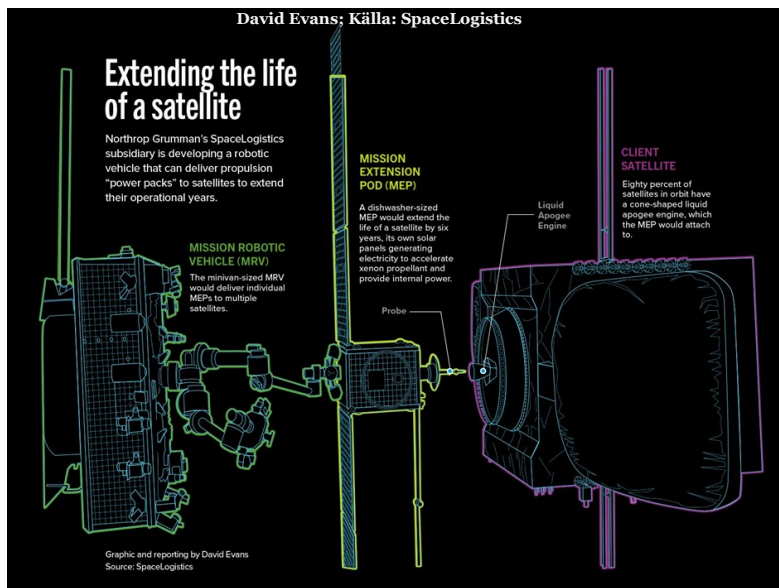
SpaceLogistics upprepade bedriften 2021 genom att skicka en andra sond, som anslöt sig till IS-1002 för att tillhandahålla framdrivning i minst fem år från det datumet. Dessa två satelliter skulle annars ha blivit rymdskräp som kretsar runt jorden i kyrkogårdsbanor.

Detta var dock bara en början. Enligt planerna ska man lansera en ny typ av rymdfarkost i diskmaskinstorlek, som skall ta tag i en förplacerad framdrivningskapsel med en av sina robotarmar och ansluta denna till en klientsatellit med hjälp av en fångstmekanism utvecklad från de två som skickades upp 2020 och 2021. Tanken är att den ska lanseras 2024 till D3, en kommunikationssatellit som drivs av Optus of Australia.

För att nya satelliter ska servas måste de designas från början med detta i åtanke. Genom att installera en standardplatta ungefär lika stor som en bärbar dator under tillverkningen skulle satellitbyggare se till att deras satellit kunde anslutas till servicefarkoster. Den skulle inkludera en passiv tankningsport, vilket skulle göra det möjligt att ansluta en ventil och tanka satelliten. Den skulle vara ett "öppet gränssnitt" som andra kan använda, en branschstandard. Tanken är att hela industrin ska vara kompatibel med samma gränssnitt så att andra kan ge tankning till rymdfarkoster.

Det saknas för närvarande ett regelverk för satellitservice, men kanske inte så länge till. Amerikanska DARPA skapade 2017 ett Consortium for Execution of Rendezvous and Servicing Operations, eller Confers, vars 60 medlemsorganisationer i USA och utomlands inkluderar SpaceLogistics, Orbit Fab och Astroscale. Confers utarbetade och föreslog rekommendationer om funktionerna för tankningsgränssnittet som nykonstruerade satelliter borde ha, och dessa rekommendationer överlämnades förra året till AIAA-kommittén för standarder för service och montering i omloppsbana.

Hittills är den största prestationen av Confers att få International Organization



for Standardizations godkännande av ISO 24330, en uppsättning vägledande principer och bästa praxis för servicebranschen, publicerad i juli. Med tanke på att mötes- och gripteknik har militära konsekvenser rekommenderar ISO 24330 att en tjänstleverantör alltid söker tillstånd innan man närmar sig en annan rymdfarkost. Det definierar också olika terminologier som "klientutrymmesobjekt" och "serviceutrymmesobjekt" eftersom det inte har funnits ett gemensamt ordförråd bland företag och regeringar.

ISO 24330 var betydelsefull för inte bara företagen, utan även för de regeringar, som var inblandade i denna kommitté, som USA, Kanada, Frankrike, Italien, Tyskland, Ryssland, Kina, Brasilien. Betydelsen på att sätta normer för beteende drevs av en önskan att förhindra handlingar som omedvetet kunde öka risken för felberäkning av en annan nations militär.

Oftast kan fientlig avsikt inte bestämmas med absolut säkerhet förrän något händer. Shijian-17, en satellit med en robotarm designad och byggd av China Academy of Space Technology lanserades 2016. Dess syfte är fortfarande ett ämne

för debatt bland rymdbevakare även om utvecklaren säger att det är en experimentell satellit som erbjuder kommunikations- och sändningstjänst.

När Shijian-17 anlände till GEO ändrade den sin riktning flera gånger, istället för att stanna kvar på en geosynkron plats. Som ett resultat kom den i närheten av tio satelliter inom loppet av drygt fyra år, mycket ovanligt beteende för en rymdfarkost i GEO vid den tiden, men ungefär vad SpaceLogistics planerar nu.

Skillnaden? Idag finns ISO 24330:s transparensrekommendation. ISO-standarderna är inte ett juridiskt mandat, men när någon enhet utför en rymdaktivitet som anses vara ur linje, har andra avtalet att peka på. Dessutom kan olika tillsynsmyndigheter i olika länder hänvisa till den internationella standarden när de bildar sitt eget regelverk för satellitservice. Att serva satelliter är på väg att bli normalt.

## Rymdturism

Av Ariel Borenstein

**För tjugio år sedan sålde företaget Virgin Galactic de första biljetterna för rymdresor. Det dröjde ända till 10 augusti denna sommar innan företaget kunde genomföra sin första rymdfärd för betalande rymdentusiaster. Nu planerar de att flyga fyra personer en gång per månad! Samtidigt har Amazons ägare Jeff Bezos med Blue Origin redan gjort sex färder med rymdturister. Rymdåldern är verkligen här. Men på media är det tyst. Numera är rymdresor inga nyheter.**  
[Daily Mail \(UK\)](#)

När entreprenören Richard Branson i början av 2000-talet beslöt sig för att grunda ett företag med syfte att skapa rymdfärder som "vanligt" folk skulle ha råd med så kunde han förstås inte veta att det var så svårt. Virgin Galactic har kämpat med både tekniska och ekonomiska problem och det har t.o.m. inträffat några dödsfall bland personalen vid en explosion.

De senaste åren har man gjort många testflygningar och det som sades vara inledningen till kommersiell verksamhet innebar att Richard Branson med familjemedlemmar flög upp i juni 2019.

Själva rymdfärden är ju kort. Raketplanet flygs upp på hög höjd fastsatt under ett flygplan. På hög höjd släpps raketplanet och flyger upp till gränsen mot rymden och går sedan ner för landning. Således inga varv runt jorden utan snarare ett sorts skutt.

Men när farkosten befinner sig högst upp har man lämnat större delen av jordens atmosfär, man kan njuta av tyngdlöshet en stund, och man ser jordytan från väldigt hög höjd. Passagerarna kan se att jorden är rund, så detta skulle vara en omtumlande resa för en medlem i Flat-earth-society!

Virgins rymdfarkost nådde denna gång som högst 88 km. Det finns en sorts officiell överenskommelse – dock inga internationella avtal eller lagstiftning – om att rymden börjar på höjden 100 km.

Den som köper en biljett idag till en rymdfärd med Virgin Galactic får betala 450000 dollar (= ca 4,5 miljoner kr) för en biljett. När försäljningen inleddes för tjugio år sedan kostade biljetten 200000 dollar. Det finns en kö på 800 personer och de första som flyger köpte sin biljett år 2005 för 200000 dollar, vilket innebär att Virgin Galactic inte går med vinst i början.

Passagerare vid denna flygning var Jon Goodwin, Keisha Schahaff och Anastatia Mayers. En fjärde person med-



följde, Beth Moses, som är chef för astronaut-träningen på Virgin Galactic. Detta var hennes fjärde suborbitala färd, eftersom hon deltagit i tidigare testflygningar.

Rymdplanet Unity flögs av två piloter, varav CJ Sturckow varit astronaut och pilot på fyra färder med rymdfärjan, samt Kelly Latimer.

Passageraren Jon Goodwin är 80 år. Han var således i 60-årsåldern när han köpte sin biljett, men sa efteråt att rymdfärden var det mest dramatiska han upplevt i hela sitt liv, och väl värt att vänta på. Då har han ändå tävlat för Storbritannien i Olympiaden 1972, varit professionell äventyrare och drabbats av Parkinsons sjukdom från 2014.

Passageraren Keisha Schahaff vann två rymdbiljetter 2021 i en tävling i "non-profit organization Space For Humanity. Hon tog med sig sin dotter Anastatia. De bor på Antigua/Barbuda.

Virgin Galactic planerar att göra en färd per månad framöver, med fyra passagerare. Det skulle ge företaget en inkomst på 800000 dollar per flygning i början.

Det är intressant att de första åren när Branson och Virgin tillkännagav målen att

flyga människor på korta rymdfärder, så var intresset från media och allmänhet stort.

Nu har man efter en tjugio års lång kamp lyckats och inleder sin rymdturistverksamhet. Dessutom har Bezos och hans företag Blue Origin redan gjort sex flygningar med rymdturism. Men nu rapporterar media ingenting.

Rymdåldern är här med rymdfärder för miljardärer, miljonärer och även för ett antal berömda personer som fått flyga gratis samt några som vunnit sina biljetter i tävlingar. Rymdfärder är ingen nyhet längre.

Nu dyker rymdturismföretag upp överallt med löften om att ta vanliga människor på äventyr till stjärnorna. De allra flesta har orimliga biljettpriser som gör att en plats bara kan uppnås för de superrika, men när branschen utvecklas är förhoppningen att de gradvis kommer att bli billigare. Så vem vinner tävlingen om att erbjuda regelbundna kommersiella resor?

SpaceX och Teslas grundare Elon Musk får nog sägas leda loppet hittills. SpaceX blev den första av "rymdturism" - operatörerna som skickade en helt civil besättning i omloppsbana, med Inspiration4-uppdraget finansierat av miljardären Jared Isaacman på en Dragon-kapsel och SpaceX-raket för en tre dagars omloppsresa högre än den internationella rymdstationen. SpaceX har också tagit två grupper av astronauter till Internationella rymdstationen, med besättning från NASA, ESA och JAXA, den japanska rymdorganisationen.



Amazons grundare Jeff Bezos gick in i rymdsektorn 2000, två år innan Elon Musk skapade SpaceX och fyra år före Branson. Hans företag Blue Origin fokuserar på suborbital rymdflygning men har gått head-to-head med Musk i loppet att bygga billigare, mer pålitliga och återanvändbara raketer.



Blue Origins första raket New Shepard (bilden) namngavs efter den första amerikanen i rymden, Alan Shepard. Den autonoma, återanvändbara raketen drivs av en blandning av flytande väte och flytande syre, vilket är mer miljövänligt än konventionellt raketbränsle. Blue Origin arbetar med New Glenn, nästa generations tunga lyftraket, som kommer att konkurrera med SpaceX Falcon 9.

När det gäller rymdturism var Bezos ombord på det första bemannade Blue Origin

-uppdraget till rymden den 20 juli 2021, innan hans företag började erbjuda kommersiella flygningar senare samma år. Ytterligare fem resor med betalande kunder följde Bezos jungfruresa. Men i september förra året fick ett obemannat uppdrag avbrytas mitt under flygningen efter att raketen upplevt vad som verkade vara ett framdrivningsfel. Dess kapsel gjorde det möjligt att göra en säker landning med hjälp av fallskärmar, vilket innebär att om människor hade varit ombord skulle de sannolikt ha överlevt. Den amerikanska federala luftfartsmyndigheten tvingades dock utreda och New Shepard har varit jordat sedan dess. Blue Origin hoppas kunna återuppta flygningar "snart", vilket innebär att senare i år är troligt.

Med biljettpreis på 55 miljoner dollar är Axiom Space med koppling till Elon Musks SpaceX något för superrika. På plussidan får man dock gå in i omloppsbana. Upplevelsen kan pågå i över en vecka, och det inkluderar chansen att resa till den internationella rymdstationen. Förra året betalade tre affärsmän vardera 55 miljoner dollar för privilegiet att bli den första helt civila besättningen någonsin att nå den internationella rymdstationen på en av Musks Falcon 9-raketer med Crew Dragon-kapseln som tog dem dit.

De insisterade på att det inte var rymdturism, efter att ha tränat i nästan ett år för uppdraget, men Axiom har en plan att starta fyra eller fem liknande uppdrag som utgångspunkt för att erbjuda regelbundna resor till omloppsbana för betalande kunder. Dess yttersta strävan är att en dag erbjuda turistresor till sin egen rymdstation, kallad Axiom Station.

Amerikanska Radian Aerospace har planer på att bygga ett helt återanvändbart rymdplan som kan starta och landa från en landningsbana. Det kallas Radian One, eftersom det kommer att ha ett enda steg till omloppsbana och kan vändas och flygas igen inom 48 timmar. Företaget hävdar att det inte är fokuserat på turistmarknaden, utan snarare hittar ett sätt att göra forskning, tillverkning i rymden och jordobservationer enklare och billigare.

Raketer och rymdflygplan är uppenbarligen dyra så vad finns det för andra alternativ? Varför inte stratosfäriska ballonger?

Rymdturismföretagen Zephalto, Céleste, Space Perspective, japanska Iwaya Giken och spanska Halo Space planerar att lansera sina ballonger från 2025 och framåt. De kommer inte nära Kármán-linjen, den internationellt erkända grän-

sen till rymden på 100km höjd, men de erbjuder mycket annat som måltider tillagade av kända franska kockar medan man njuter av det hisnande panoramat över jorden, solen och stjärnorna.



Eller hur skulle det vara bo på ett hotell i rymden? Hilton tillsammans med Voyager Space och Lockheed Martin planerar att bygga en stor uppblåsbar livsmiljö i rymden, som kommer att lanseras 2027.

Bezos, Amazons grundare, har också en stor vision av en rymdstation utöver sina turistflygningar. Hans företag Blue Origin har fått NASA-finansiering för att utveckla sin rymdstation Orbital Reef i samarbete med Sierra Space och Boeing. Förhoppningen är att Boeings problemplågade Starliner ska vara i drift när Orbital Reef-stationen är redo att ta emot besökare i slutet av 2020-talet.

Orbital Assembly Corporation (OAC) har också presenterat ambitiösa planer på att bygga ett rymdhotell med rum för 400 personer. Planen är att skapa 24 bostadsmoduler, som roterar i en stor cirkel för att producera konstgjord gravitation. Det skulle innehålla ett gym, kök, restaurang, bar och mycket mer.

Och det är inte bara amerikanska företag som planerar att erbjuda vistelser i rymden. Kina vill också öppna sin nya rymdstation Tiangong för "turism" inom det närmaste decenniet. Kina tros också arbeta på en mer turistvänlig återanvändbar rymdfarkost som kan ta upp till sju passagerare åt gången till rymden.

Blue Origin bör återuppta flygningar snart, medan Virgin Galactic inte kommer att vara långt efter och inte heller Axiom Space. Frågan är vilken av de stratosfäriska ballongupplevelserna som kan vinna loppet.

Hur som helst, mer än 600 välbärgade kunder hittills, inklusive kändisarna Brad Pitt och Katy Perry, har reserverat en plats på 250 000 dollar på en av Virgins rymdresor. De sista biljetterna förväntas kosta 350 000 dollar. Troligen kommer det ta många decennier innan människor utöver de extremt rika kommer att ha råd att resa till rymden.



## Hur fåglar flyger

**Samarbete mellan ingenjörer och biologer har börjat avslöja hur fåglar utvecklade sin fantastiska manövrerbarhet. Forskare börjar äntligen förstå hur biomekaniken hos en fågelvinge tillåter en fågel att flyga.**  
[Journal Experimental Biology](#)

Anledningarna till att dagens flygplan inte kan matcha en fågels manövrerbarhet är inte bara en fråga om teknik. Även om fåglar har observerats noggrant genom historien och har inspirerat design av flygmaskiner från Leonardo da Vinci och andra genom århundradena, har biomekaniken som gör fåglarnas manövrerbarhet möjlig till stor del varit ett mysterium.

En banbrytande studie, som publicerades i mars förra året i [Nature](#) har dock börjat ändra på det. Man fann att de flesta fåglar kan förvandla sina vingar mitt i flygningen för att växla fram och tillbaka mellan att flyga smidigt som ett passageplan och akrobatiskt som ett stridsflygplan. Fåglar kan förändra både de aerodynamiska egenskaperna, som styr hur luft rör sig över vingarna, och tröghetsegenskaperna hos deras kroppar, som avgör hur de tumlar genom luften för att slutföra snabba manövrer, till synes enkelt, men med formidabelt snabba fysiska och mentala resurser som vi bara har börjat uppskatta.

Dessa upptäckter identifierar stora, tidigare okända faktorer som bidrar till fåglarnas aerobatiska förmåga och avslöjar några av de evolutionära tryck som gör fåglar så skickliga på att flyga. De hjälper också till att omformulera de riktlinjer, som framtida ingenjörer kan följa när de försöker designa flygplan lika manövrerbara och anpassningsbara som fåglar.

Stabilitet, egenskapen som hindrar dem från att ta av i fel riktning, kommer från en kombination av inneboende stabilitet, eller medfödd motståndskraft mot störningar, och kontroll, en aktiv förmåga att svara på störningar. Forskningen visade att inneboende stabilitet spelade en större roll i fåglarnas flykt än vad man allmänt trodde.

För att förstå stabiliteten och instabiliteten hos fågelflygning och de utmaningar som fåglar står inför när det gäller att kontrollera dem, behöver man kartlägga alla tröghetsegenskaper hos fåglar, något som tidigare studier till stor del ignorerade eller behandlade som oviktiga. Tröghetsegenskaperna relaterar till en fågels



massa och hur den fördelas, i motsats till de aerodynamiska egenskaper som verkar på en fågel i rörelse.

Högt uppe i luften kan en fiskgjuse kort sväva över fisk som den har upptäckt (uppe till vänster). Den glider nedåt (uppe till höger) och dyker sedan brantare med klorna utsträckta (längst ner till vänster). Efter att ha tagit en fisk slår den med vingarna för att lyfta hastigt (längst ner till höger). Vingarna ändrar hela tiden form för att justera sina aerodynamiska egenskaper efter behov.

Forskarna samlade ihop 36 frusna fågelkadaver, som representerade 22 mycket olika arter. De dissekerade kadavren ner till varje enskild fjäder, tog längd-, vikt- och vingspannsmått och sträckte manuellt ut och drog ihop vingarna för att räkna ut rörelseomfånget.

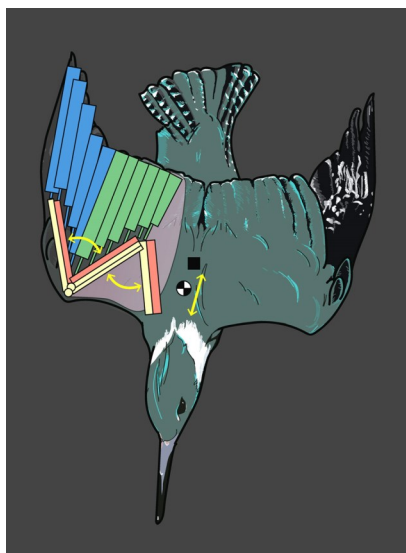
De skrev ett nytt beräkningsprogram som representerade olika typer av vingar, ben, muskler, hud och fjädrar som kombinationer av hundratals geometriska former. Programvaran gjorde det möjligt för dem att beräkna relevanta egenskaper som tyngdpunkten och den "neutrala punkten" som är fågelns aerodynamiska centrum under flygning. De bestämde sedan dessa egenskaper för varje fågel med dess vingar

konfigurerade i olika former.

För att kvantifiera varje fågels stabilitet och manövrerbarhet beräknade de en aerodynamisk faktor som kallas den statiska marginalen, avståndet mellan dess tyngdpunkt och dess neutrala punkt i förhållande till vingens dimensioner. Om en fågels neutrala punkt låg bakom dess tyngdpunkt ansåg de att fågeln var stabil, vilket innebär att den flygande fågeln naturligt skulle återgå till sin ursprungliga flygväg om den kom ur balans. Om den neutrala punkten var framför tyngdpunkten var fågeln instabil, vilket är precis vad den måste vara för att kunna göra en hisnande manöver.

När flygtekniker designar flygplan ställer de in de statiska marginalerna för att uppnå önskad prestanda. Men fåglar, till skillnad från flygplan, kan flytta sina vingar och flytta sina kroppsställningar och därigenom ändra sina statiska marginaler. Forskarna utvärderade därför också hur varje fågels inneboende stabilitet förändrades i olika vingkonfigurationer.

Figuren visar de analyserade formerna på fågelvingar som kombinationer av hundratals geometriska former.



När fjäderlätta theropoddinosaurier tog sig upp i luften för ungefär 160 miljoner år sedan fladdrade de bara över korta avstånd. Men med bara några få undantag har de mer än 10 000 fågelarter som härstammar från dessa dinosaurier utvecklats till extraordinära flygmaskiner, som kan graciöst glida och göra akrobatiska manövrar. Den typen av manövrerbarhet kräver att man utnyttjar instabiliteten – och sedan drar sig ur den.

Eftersom moderna fåglar är så manövrerbara antog biologer att de hade utvecklats till att bli mer och mer instabila. Man trodde att fåglar, som stridsflygplan, bara går in i dessa instabiliteter för att utföra riktigt snabba manövrar. Men forskarna fann att endast en av de arter de tittade på, fasanen, var helt instabil. Fyra arter var helt stabila, och 17 arter - inklusive svalor och duvor - kunde växla mellan stabil och instabil flygning genom att förändra sina vingar. Dessa fåglar kan växla mellan att vara mer stridsflygplansliknande och mer passagerarjetliknande.

Ytterligare matematisk modellering visade att snarare än att förbättra fåglarnas instabilitet har evolutionen bevarat deras potential för både stabilitet och instabilitet. I alla de studerade fåglarna fann man

bevis för att selektionstrycket samtidigt upprätthöll statiska marginaler som möjliggjorde båda. Som ett resultat har fåglar möjlighet att växla från ett stabilt läge till ett instabilt och tillbaka för att ändra sina flygegenskaper efter behov.

Moderna flygplan kan inte göra detta, inte bara för att deras aerodynamiska- och tröghetsfunktioner är mer fasta, utan för att de skulle behöva två mycket olika kontrollalgoritmer. Instabil flygning innebär att ständigt göra korrigeringar för att undvika att krascha. Fåglar måste behöva göra något liknande och det måste finnas en viss nivå av kognition involverad i det.

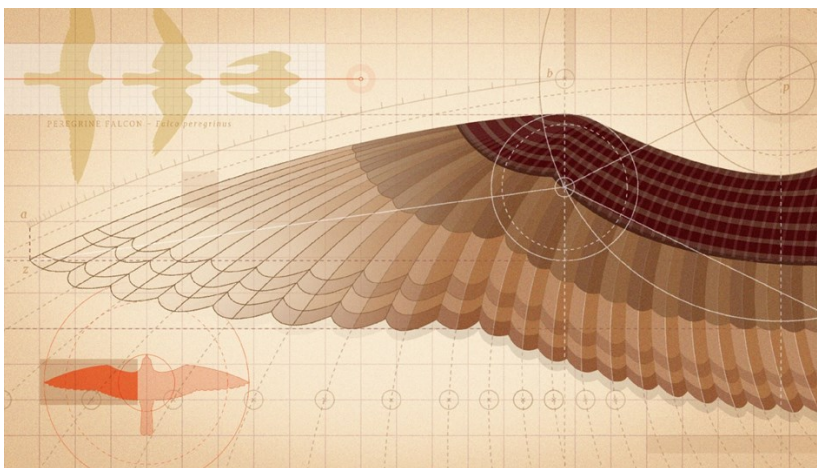
Människor har försökt förstå fåglarnas ursprung så länge människor har studerat evolutionen och ett stort hinder har varit flygningens komplexitet och vår oförmåga att dekonstruera den. Det som förvånar mest är inte att fåglar har dessa förmågor att växla mellan stabila och instabila flyglägen. Det är att vissa arter, som fasanen, till synes inte gör det. Dessa arter kanske aldrig utvecklade det eller också förlorade de förmågan någon gång, precis som moderna icke flygande fåglar härstammar från dem som en gång kunde flyga.

För tidiga befjädrade theropoder som Archaeopteryx var stabilitet under deras korta tid i luften förmodligen viktigare än manövrerbarhet. Behoven hos moderna fåglar är mer aerodynamiskt krävande.

Många av de voltande, snurrande och sjunkande manövrar, som fåglar behärskar, är inte sådant, som någon skulle vilja uppleva i ett passagerarflygplan. Men obemannade flygfarkoster, även kända som UAV eller drönare, är friare att göra drastiska manövrar, och deras ökande popularitet för militära, vetenskapliga, fritids- och andra användningsområden skapar fler möjligheter för dem att göra det.

Att förstå fåglarna är ett stort steg mot att generera mer manövrerbara drönare. De flesta drönare idag är flygplan med fasta vingar, som är bra för övervakningsuppdrag och jordbruksändamål, eftersom de kan flyga effektivt i timmar och kors tusentals kilometer. De saknar dock manövrerbarheten hos de bräckliga quadcopters-drönarna som är populära bland hobbyister. Forskare drömmer om nya mönster för bevingade flygplan som kan efterlikna några av fåglarnas otroliga manövreringstalanger.

Forskare börjar äntligen förstå hur biomekaniken hos en fågelvinge tillåter en fågel att flyga med extraordinär manövrerbarhet. Forskarna hoppas nu kunna analysera hur fåglar förvärvat förmågan att utföra komplexa uppgifter medan de lär sig att flyga. Om forskare verkligen kan förstå dessa manövrar kan ingenjörer en dag inkludera artificiell intelligens i utformningen av nya vingar, vilket gör det möjligt för dem att efterlikna biologi inte bara i utseende utan i deras förmåga att lära sig flygbeteenden.





## John Brodie och svenska jetmotorer

### John Gustaf Gudmundsson

1945 bestämde svenska flygvapnet att övergå till jetdrivna stridsflygplan, 1946 köptes licens på Goblin motorn från de Havilland Engine Company i England. Goblin motorn satt i Vampire flygplanet som hade köpts till svenska flygvapnet. Redan i licensavtalet för Goblin (25 januari 1946) ingick option på den ännu inte färdigutvecklade Ghost. John Brodie teknisk direktör och ansvarig för utvecklingen av motorerna på de Havilland, kom att bli en mycket god vän och samarbetspartner till min far Gustaf Gudmundsson, som var ansvarig för teknisk utveckling på Svenska Flygmotor AB, under den fortsatta färdigutvecklingen och vidareutvecklingen av Ghost motorn till svenska flygvapnet

John Brodie har varit verksam med utveckling av flygmotorer från början, som assistent till Frank B. Halford konstruktören av alla de Havillands motorer, John Brodie kom att bli hans högra hand i 32 år

1923 fick han frågan av Major Frank Halford att medverka med att konstruera och utveckla motorer. Tillsammans utvecklade de många motorer som bidragit till framsteg i utvecklingen av de moderna flygmotorerna.

I oktober 1926 började Halford och Brodie arbetet med att konstruera och utveckla Gipsy motorn, vilken kom att bli tillverkas i över 10000 exemplar under andra världskriget. Gipsy motorn användes i många olika flygplan bl a Tiger Moth som under en tid var svenska flygvapnets skolflygplan SK11. Första versionen av SAAB 91 Safir SK50 hade en Gipsy motor som drivkälla.



**Moth Minor med Gipsy motor 1938**  
**Frank Halford, Geoffrey De**  
**Havilland och John Brodie**

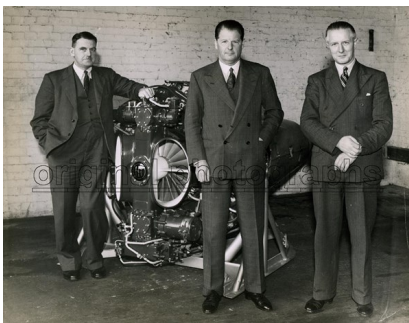
Brodie deltog också tillsammans med Halford vid konstruktionen av Napier Rapier den sk. H-motorn.

John Brodie blev 1940 ansvarig för "de Havilland Merlin Repair Department", där 9000 st av den berömda Rolls-Royce motorn Merlin kom att bli översedda under andra världskriget.

1941 tog John Brodie över tekniska ansva-

ret för de Havillands Motor och Propeller Division. Tidigt samma år fick Halford, Brodie och Dr. E. S. Moulton uppdraget av konstruktionsarbetet, som kom att bli den första serietillverkade jet motorn i England – Goblin.

Den första provkörningen av motorn gjordes 13 april 1942, bara 248 dagar efter första ritningen. Provet skedde under kraftig bevakning. Jetmotorutvecklingen innebar helt nya prov och utvecklings förhållande för att få fram pålitliga motorer.



**John Brodie, Frank Halford och Erik**  
**Moulton vid en Goblin motor**

John Brodie blev teknisk Direktör vid de Havilland Engine Co.Ltd. som bildades 1944

Från radial kompressor motorn Goblin kom ett antal framstående motorer att utvecklas – Ghost, senare axial kompressor motorerna Gyron, Gyron Junior och Gnome. Ghost först som ytterligare en militär motor, men senare som motor till första jetdrivna passagerarplanet Comet. Sextio procent av detalj ritningarna måste göras om för att uppnå den civila standarden.

Ghost motorn kom att användas i det svenska jaktflygplanet J29. Svenska Flygmotor utvecklade en efterbrännkammare, som kom att öka dragkraften med ca 30%.

John Brodie kom att vara delaktig / ansvarig av konstruktion och utveckling av kolvmotorn Gipsy till jetmotorerna Goblin (RM1) och Ghost (RM2), som användes inom svenska flygvapnet

Citat Gustaf Gudmundsson

"Beslutet att acceptera centrifugalkompressorn vid en tidpunkt då man kunde börja skönja den mer effektiva axialkompressorns genombrott, visade DH:s förutseende att välja det utförande som kunde ge en tillförlitlig tjänst för den då aktuella tidsperioden. Valet av det enkelsidiga kompressorhjulet och brännkammare med rak genomströmning i kombination med det centrala luftintaget gav en hög installerad verkningsgrad jämfört med andra samtida jetmotorer."

Citat ur Flyghistorisk revy Nr 27 (Nils Söderberg)

Redan i licensavtalet för Goblin (25 januari 1946) ingick option på den ännu inte färdigutvecklade Ghost. Fyra motorer ur den första prototypserien (experimentmotorer) levererades för provflygplanen av SAAB 29, senare åtföljda av fyra motorer ur prototypserien för den blivande produktionsmotorn Ghost 50, vars "barnsjukdomar" Flygmotor fick vara med om att bota. Med svenskutvecklad ebk fick man 30 procent dragkraftstillskott.

"En betydande del av framgången med J29 vilar på Flygmotor. Det är inte brukligt att licens på en ny motor lämnas ut innan utvecklingen är helt färdig och viss tjänsteerfarenhet har vunnits. Det förhållandet att De Havilland Engine Company lämnade ut licensen för Ghost innan serietillverkningen ännu påbörjats, visade ett synnerligen stort förtroende för Flygmotors tekniska ledning och uppskattning av dess resurser. I själva verket fick Flygmotor medverka i både färdigutvecklingen och vidareutvecklingen av Ghost. Värdet att få licensrätten på så tidigt stadium utgör en tidsvinst som kan räknas i år. Därmed grundlades ett förfaringsätt som kom att användas även i fortsättningen med motsvarande modernitetsvinst"

Minnes ord av Nils Söderberg:

"Den enastående förmånen för flygvapnet att i ett tidigt skede få välja motor till dessa epokgörande flygplan har varit uttryck för förtroendet för Flygmotors tekniska kapacitet, präglad av Gustaf Gudmundssons kunnande och omdöme."



## Orsaken till solvinden



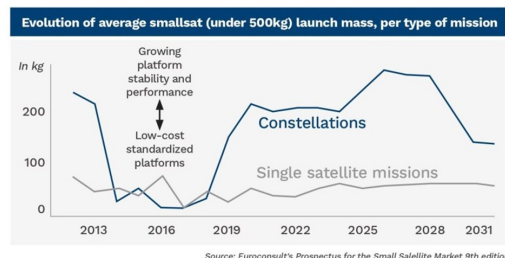
**25 aug [spiegel.de](#)** »Solar Orbiter« hittar orsaken till solvinden. Vår sol avger inte bara ljus och värme, utan också en konstant ström av elektriskt laddade partiklar. Denna solvind skjuter genom solsystemet med hastigheter på 500 till 800 kilometer per sekund. Det är ännu inte känt exakt hur solvinden bildas, men med hjälp av den europeiska rymdsonden "Solar Orbiter" upptäckte forskarna ett nytt fenomen i solens korona: många små utbrott som utlöser kortlivade materiajetstrålar. Dessa så kallade pico-utbrott driver solvinden. Den 30 mars 2022, på ett avstånd av 50 miljoner kilometer, nådde rymdfarkosten den punkt som är närmast solen i sin starkt elliptiska bana och använde sina instrument för att undersöka ett koronalt hål med en upplösning på 200 kilometer. Forskarna såg många små materiajetstrålar, som når hastigheter på runt 100 kilometer per sekund. De kallade fenomenet pico-flares eftersom de frigör ungefär en biljondel av energin från stora solflare. Enligt jordens standarder är energin från ett enda pico-utbrott enorm: det kan driva cirka 10 000 hushåll under ett år. Under de kommande åren skall "Solar Orbiter" observera koronahålen ännu bättre på en ny bana runt solen.

## Bakteriestenar för Mars



**29 aug [CNET News](#)** Framtida Mars-bosättningar kan byggas med bakterier. Om människor vill kunna leva på Mars, så är steg ett förmodligen att lista ut exakt hur vi ska bo. Det är därför som forskare arbetar med bakteriestenar. De föreslår att man kombinerar marsiansk jord med ett gelliknande material som kallas guarkärnmjöl, urea, nickelklorid och en bakteriestam som kallas *Sporosarcina pasteurii*, för att göra en formbar slam. För en prototyp använde forskarna marsiansk jordsimulator eftersom de inte hade någon riktig marsiansk jord att arbeta med. Men simulatoren är nästan identisk med den verkliga och i denna utförde mikroberna två vitala mekanismer. De omvandlade urea till kristaller av kalciumkarbonat och utsöndrade en klibbig substans som kallas biopolymer. Tillsammans genererade dessa slutprodukter ett slags cement som höll jorden starkt tillsammans. Nickelkloriden var också ganska viktig för blandningen. Den hjälpte bakterierna att växa och frodas trots den marsianska jordens höga järnhalt, som kan vara giftig för organismer. Forma detta mikrobiella cementliknande slam till block och du får livskraftiga rymdklossar. Bakterierna sipprar djupt in i porrummen och använder sina egna proteiner för att binda ihop partiklarna, minska porositeten och leda till starkare tegelstenar.

## Större satelliter på gång



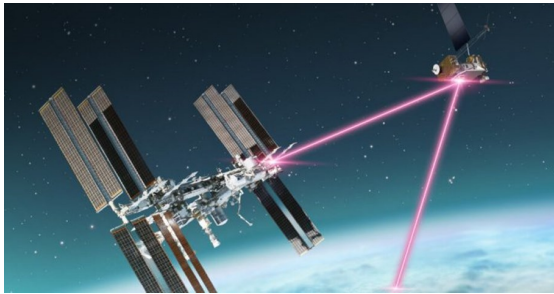
**27 aug [Space News](#)** Världens största konstellationsoperatörer planerar betydligt större andra generationens satelliter. Det är fortfarande utmanande för LEO-konstellationer att få tillbaka investeringar under operativ livslängd och kostnaden per Mbps (megabit per sekund) minskar när man går till större satelliter. SpaceX driver den största konstellationen i satellitantal och massa efter att ha lanserat mer än 4 000 Starlinks på fyra år. De flesta av Starlinks, som hittills distribuerats väjde mellan 200 och 300 kilo redo för lansering - redan nära 500 kilo, brytpunkten för att betraktas som en liten satellit enligt vissa definitioner (andra sätter den övre gränsen på 1200 kg). Starlinks V2-satelliter kommer nu in på cirka 2000 kilo vardera och SpaceX började distribuera större V2 Mini Starlinks i februari medan företaget väntar på sin tunga Starship-raket för att kunna lansera fullskaliga Starlink V2 för att förbättra bredbandstjänsterna. SpaceX har inte släppt detaljer om V2 Mini men regulatoriska ansökningar tyder på att de är cirka 800 kilo. OneWeb har 634 bredbandssatelliter i LEO, världens näst största i antal, och har sagt att dess andra generation på cirka 500 kilo vardera kommer att vara tyngre än de 150 kilos, som för närvarande finns i dess flotta.

## Nya fraktflygplan



**29 aug [Aviation Week](#)** Medan passagerarsidan lär fortsätta att vara inaktiv vill både Airbus och Boeing dra nytta av den blomstrande e-handeln. Airbus, som lanserade A350F-derivatet 2021, är angelägen om att penetrera den Boeing-dominerade nybyggda fraktverksamheten och överväger lanseringen av en A330neo-baserad fraktvariant. I vilket fall som helst skulle ett A330neo-fraktfartyg sannolikt bli tillgängligt först efter att A350F tas i bruk, vilket har försenats något till 2026. Flygplanet skulle ursprungligen levereras 2025, eller cirka fyra år efter lanseringen 2021. Enligt planerna ska det bära en nyttolast på 109 ton, med en räckvidd vid full nyttolast på 4 700 nm. Mot denna bakgrund står Boeing inför några stora beslut när det försöker skydda sin stora fraktplansaffär från både Airbus ambitioner och en hotande tidsfrist från International Civil Aviation Organization (ICAO) som förbjuder produktion av nuvarande 767-300F och 777F efter 2027. Ansökan till ICAO om undantag kan ge en marginal innan Boeing tar steget på vad som nu allmänt ses som den oundvikliga lanseringen av en 787F-fraktversion för att ersätta 767-300F. En annan faktor som kan påverka Boeings tidslinje avser det nyare flygplanets större vingspann för större kryssningseffektivitet. Utan fällbara vingpetsar eller andra kompromisser kan det bredare vingspannet på 787 vara en begränsande faktor för lastoperatörer. Tidpunkten för ibruktagande av en potentiell 787F är osäker och beror på om Airbus bestämmer sig för att konkurrera med ett eget fraktalternativ.

## Laser från rymden



**29 aug Actualidad Aeroespacial** NASA ska demonstrera laserkommunikation från ISS. NASA kommer att skicka en teknik som kallas Integrated LCRD Low Earth Orbit Amplifier Terminal and User Modem (ILLUMA-T) till den internationella rymdstationen (ISS) i år. Med ILLUMA-T kommer NASA att demonstrera kraften i laserkommunikation från rymdstationen. Med hjälp av osynligt infrarött ljus skickar och tar laserkommunikationssystem emot information med högre datahastigheter. Med sådana datahastigheter kan uppdrag skicka fler bilder och videor tillbaka till jorden i en enda överföring. När ILLUMA-T har installerats på rymdstationen kommer den att visa fördelarna som högre datahastigheter kan ha för uppdrag i låg omloppsbana runt jorden. Förutom högre datahastigheter är lasersystem lättare och förbrukar mindre ström. För närvarande visar LCRD fördelarna med ett geosynkront laserrelä i omloppsbana genom att överföra data mellan två markstationer. ILLUMA-T kommer att skicka högupplösta data, inklusive bilder och videor, till LCRD med en hastighet av 1,2 gigabit per sekund. Data kommer sedan att skickas från LCRD till markstationer på Hawaii och Kalifornien.

## NASAs Concorde



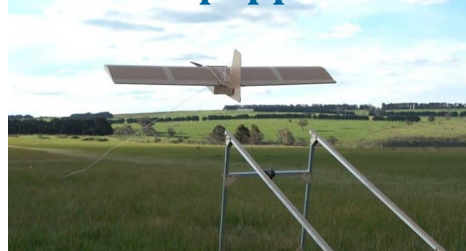
**29 aug Aviation Week** Två amerikanska flygindustrier skall studera teknik för hållbara höghastighetsflygplan. Teamen, ledda av Boeing och Northrop Grumman, ansvarar för att utveckla tekniska färdplaner som täcker flygplan, kraft, framdrivning, termisk hantering och kompositmaterial som kan arbeta i höga Mach-hastigheter. Teamen har också ombetts att utveckla design för konceptfordon. NASA planerar att använda resultaten av studierna för att formulera en höghastighetsstrategi för den framväxande potentiella marknaden för kommersiella överljuds- och hypersoniska farkoster. NASA:s nuvarande Commercial Supersonic Technology-satsning är fokuserad på Mach 1.4-1.9 kryssningsområdet och X-59 lågbangdemonstrator, medan byråns Hypersonic Technology-program utvärderar teknik för Mach 5-plus och kryssningsförhållanden vid 8-9 Mach. Programmet lanserades efter marknadsstudier, som täckte den potentiella efterfrågan på flygplan, som kan flyga Mach 2-4 på intervall på 4 000-4 500 nm med upp till 50 passagerare. Studierna fann också att det fanns en potentiell kommersiellt gångbar marknad för flygplan med högre hastighet i intervallet Mach 5-5,25.

## England vill skjuta upp



**27 aug The Guardian (UK)** Storbritannien går med i rymdkapplöpningen. Vill skjuta upp raketer varje månad. Storbritanniens första satellitlansering ägde rum i oktober 1971, då en Black Arrow-raket lanserade en Prospero-sond i jordens bana. Man avbröt programmet senare samma år, men nu förbereder man sig för att återvända till satellituppskjutningsverksamheten och flera rivaliserande företag tävlar om affärer med målet att skjuta raketer från brittisk mark. En av konkurrenterna om brittiska rymdlanseringar är Skyrora, som förväntas göra sin första lansering nästa år från Saxa Vord-raketbasen i Unst, Shetland. Andra raketföretag med planer för brittiska lanseringar inkluderar Orbex Prime, vars bärraketer är planerade att lyfta från Sutherland Spaceport i norra Skottland. Återfödelsen av brittisk satellitlansering är resultatet av den dramatiska miniaturiseringen av modern elektronik. Tidiga rymdfarkoster var stora som bilar och krävde massiva bärraketer. Idag är satelliter ofta som skokartonger som bara behöver blygsamma bärraketer, som Skyrora XL. Den är 22 meter hög jämfört med de 110 meter höga Saturn V-raketerna som tog Apollo-astronauterna till månen.

## Ukrainas pappdrönare



**28 aug Aerotime News** Ukraina ska ha använt australisktillverkade pappdrönare för att bomba rysk flygbas. Ukrainska styrkor använde enligt uppgift SYPAQ Corvo Precision Payload Delivery System, eller PPDS, drönare för att utföra en attack mot ett hemligt ryskt flygfält. SYPAQ PPDS-drönaren har en operativ räckvidd på upp till 120 kilometer, 3 kg nyttolast och en kryssningshastighet på 60 km/h. Men det som gör att PPDS sticker ut är att den främst är tillverkad av ett material som liknar kartong. Det är en billig, förbrukningsbar plattform som kan transporteras som ett litet paket och monteras snabbt med minimala verktyg. Dess sammansättning gör det också svårare att upptäcka med radarsystem. I maj 2023 rapporterade det Melbourne-baserade företaget att de hade levererat systemet till Ukraina. Den första användningen av PPDS av den ukrainska militären rapporterades den 27 augusti 2023 av Fighterbomber Telegram-kanalen, som drivs av en person som är associerad med det ryska flygvapnet. Även om den exakta platsen för attackerna inte delades, rapporterade både Ukraina och Ryssland en drönarattack mot Kursk Vostochny flygfält samma dag. En insider från Ukrainas säkerhetstjänst (SBU) berättade för Kyiv Post att en betydande mängd drönare användes, vilket resulterade i den påstådda förstörelsen av fyra Su-30-flygplan och en MiG-29. Dessutom skadades två missiler, som tillhörde ett Pantsir-luftförsvarssystem, liksom radarn i ett S-300-luftförsvarssystem. Kursk flygfält ligger 97 km från den ukrainska gränsen.

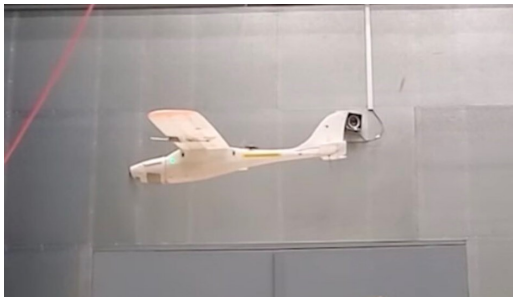


## Ryska Superjet



**30 aug AeroTime News** Helryska Superjet 100 gör jungfruflygning. Det markerade ytterligare ett steg framåt för Ryssland i dess försök att massproducera ett helt inhemskt smalkroppsflygplan inom landet. Flygplanet tillverkades av Yakovlev, dotterbolaget till United Aircraft Corporation (UAC). Ryska företag lyckades utveckla sina egna tekniska lösningar för flygplan tidigare utrustade med västerländsk utrustning, som ersattes med rysk flygelektronik, landningsställ, en hjälpkraft-enhet, ett integrerat styrsystem, samt strömförsörjningssystem, luftkonditionering, brandskydd och mycket annat. Testflygplanet använde dock fortfarande PowerJet SaM146-motorn, utvecklad gemensamt av Frankrikes Safran och Rysslands NPO Saturn. För närvarande driver denna motor den aktiva Sukhoi Superjet 100-flottan i Ryssland.

## Fågeldrönare



**6 sep AeroTime News** Forskare tittar på fåglar för att utveckla ultraeffektiva svävande drönare. Forskare vid MAVLab, Technical University Delft (TU Delft), i Nederländerna, har tittat på fåglar i flykt för att utveckla en teknik som gör att små drönare kan sväva över en viss plats under lång tid och med minimal energiförbrukning. Att använda vindsvävande tekniker för stigande fåglar kan spara energi och förbättra flyguthålligheten hos mikroluftfarkoster (MAV). En akademisk artikel, publicerad i augusti 2023, beskriver hur forskare lyckades få ett autonomt mikroluftfordon (MAV), en liten drönare, att hitta och korrigera sin optimala svävande position i förändrade vindförhållanden vid prov utförda i en vindtunnel. Forskarna minskade drönarens elmotorhastighet till endast 0,25% i genomsnitt för hela den stigande flygningen, jämfört med de vanliga 38% som krävs vid en driven flygning. Genom att använda dessa nya ultraeffektiva svävningstekniker fortsatte drönaren att sväva i 30 minuter och justerade sin position som svar på förändrade vindförhållanden som tillämpades av laboratorieforskarna. Teamet hade tagit inspiration från tornfalkar och andra fåglar för att uppnå dessa resultat. Efter att framgångsrikt ha testat den första prototypen förbereder forskarna redan en ny, större drönarprototyp för att fortsätta med sin forskning inom detta område. En av de uppenbara tillämpningarna av denna teknik är försvar och flygövervakning och MAVLab har samarbetat med Royal Netherlands Navy för att testa marin användning för svävande drönare.

## Segelflygarrekord



**1 sep Actualidad Aeroespacial** Två litauiska piloter reste 3 500 kilometer genom Europa i segelflygplan. I en historisk prestation gjorde de litauiska piloterna Ignas Bitnaitis och Algirdas Šimoliūnas en vågad segelflygning som sträckte sig över 3 500 kilometer genom Europa. Denna bedrift uppnåddes på 12 dagar och avslutades på flygfältet i Coimbra, Portugal, vilket markerade första gången en segelflygning har sträckt sig över ett sådant avstånd på den europeiska kontinenten. Resan tog piloterna genom sju länder: Litauen, Polen, Tyskland, Schweiz, Frankrike, Spanien och Portugal. Under resan mötte de extremt utmanande väderförhållanden, inklusive höga temperaturer och stormar. Trots dessa svårigheter lyckades de upprätthålla i genomsnitt mellan 200 och 500 kilometer daglig flygning och tillbringade tre till fem timmar i luften. Resan bestod av 12 mellanlandningar på flygfält i olika länder.

## Indisk sond mot solen



**5 sep AP** Indien lanserar en rymdfarkost för att studera solen efter sin framgångsrika landning nära månens sydpol. Aditya-L1 rymdfarkosten tog fart ombord på ett satellitlanseringsfordon från rymdcentret Sriharikota i södra Indien på ett uppdrag att studera solen från en punkt cirka 1,5 miljoner kilometer från jorden. Punkten, känd som L1, där jordens och solens gravitation balanserar varandra, ger en oavbruten utsikt över solen. Aditya-L1-uppdraget kommer att ta cirka 109 jorddagar efter uppskjutningen för att nå halobanan runt L1-punkten. Farkosten är planerad att stanna kvar i halobanan under sin uppdragstid. Satelliten på 1 500 kg bär sju vetenskapliga nyttolaster med olika mål, inklusive instrument för att mäta koronauppvärmning, solvindacceleration, koronal magnetometri, ursprung och övervakning av UV-solstrålning (som driver jordens övre atmosfäriska dynamik och globala klimat), koppling av solfotosfären till kromosfären och korona och rymdmiljön runt jorden genom att mäta energetiska partikelflöden och magnetfält i solvinden och solmagnetiska stormar. Väl på plats skall satelliten ge tillförlitlig förvarning om ett angrepp av partiklar och strålning från ökad solaktivitet, som har potential att slå ut elnät på jorden. Den avancerade varningen kan skydda satelliterna som är ryggraden i den globala ekonomiska strukturen såväl som de människor som bor i rymdstationer.



## Saab i Boeing 787



**7 sep [saab.com](https://www.saab.com)** Saab skall tillverka stora lastdörrar, bulklastdörrar och åtkomstdörrar till Boeing 787 Dreamliner. Ramavtalet är en förlängning av ett befintligt kontrakt, som tecknades med Boeing 2004 för 787 Dreamliner-programmet. Sedan programmet startade har Saab levererat över 1 100 fartygsuppsättningar till Boeing 787 Dreamliner-programmet. Saab har lång erfarenhet av att leverera större flygstrukturer till såväl militära som kommersiella flygplansprogram. Liksom många andra stora 787-strukturer kommer dörrarna huvudsakligen att vara gjorda av kompositmaterial. En rad system är inbyggda i dörrarnas kompositstrukturer, vilket ger Boeing lätta dörrar som är lätta att installera.

## Att göra syre på Mars



**7 sep [Actualidad Aeroespacial](https://www.actualidad.aeroespacial.com)** NASA avslutar MOXIE-experimentet att göra syre på Mars. NASA slutförde MOXIE-enheten (Mars In Situ Oxygen Resource Utilization Experiment), som visade sig vara mycket mer framgångsrik än dess skapare vid Massachusetts Institute of Technology (MIT) förväntade sig. När de första astronauterna landar på Mars kan de tacka en enhet stor som en mikrovågsugn för luften de andas och raketdrivmedlet som tar dem hem. MOXIE producerar molekylärt syre genom en elektrokemisk process, som separerar en syreatom från varje molekyl koldioxid som pumpas från Mars tunna atmosfär. Sedan rovern Perseverance landade på Mars 2021 har MOXIE genererat totalt 122 gram syre, ungefär vad en liten hund andas på 10 timmar. När det var som mest effektivt kunde MOXIE producera 12 gram syre per timme (dubbelt så mycket som NASA:s ursprungliga mål för instrumentet) med en renhet på 98% eller bättre. I sitt sextonde utförande, den 7 augusti, producerade instrumentet 9,8 gram syre. MOXIE slutförde framgångsrikt alla sina tekniska krav och opererade under olika förhållanden under ett helt år på Mars, vilket gjorde det möjligt för instrumentets utvecklare att lära sig mycket om tekniken. Medan många av Perseverances experiment adresserar uppdragets huvudsakliga vetenskapliga mål, fokuserade MOXIE på framtida mänsklig utforskning. MOXIE fungerade som den första demonstrationen av teknik som människor kunde använda för att överleva och lämna den röda planeten. Ett syreproduktionsystem kan hjälpa framtida uppdrag på ett antal sätt, men det viktigaste av dessa skulle vara som en källa till raketdrivmedel, vilket skulle behövas i industriella mängder för att starta raketer med astronauter på resan hem.

## Marsinstitut



**10 sep [Actualidad Aeroespacial](https://www.actualidad.aeroespacial.com)** Mars Society lanserar Mars Technology Institute. Mars Society är världens största och mest inflytelserika privata organisation för mänsklig utforskning och bosättning av planeten Mars. Man lanserar nu ett initiativ för att skapa Mars Technology Institute (MTI), vars syfte kommer att vara att utveckla den teknik som behövs för att kolonisera den röda planeten. I stort sett är de tre kritiska behoven som en koloni på Mars kommer att möta allvarliga begränsningar av arbetskraft, jordbruksmark och energikällor. För att ta itu med brist på arbetskraft kommer Mars att behöva förnya sig inom områdena automatisering, robotik och artificiell intelligens. För att klara av markbrist måste Mars förnya sig inom bioteknik, inklusive genteknik, mikrobiell livsmedelsproduktion, avancerade jordbrukssystem som akvaponik och syntetisk biologi. För att hantera det faktum att Mars inte har några fossila bränslen eller vattenkraftalternativ och svaga sol- och vindkraftkällor, kommer man att behöva förnya sig inom avancerad kärnteknik, inklusive fission och fusion. I sina inledande ansträngningar kommer MTI att inrikta sig på bioteknikområdet. Anledningen till detta val är att bioteknikforskning kan inledas med små kapitalkrav och ge stor ekonomisk avkastning.

## Ormrobot för underhåll



**11 sep [Aviation Week](https://www.aviationweek.com)** GE utvecklar maskinspirerad robot för inspektioner av motorer på vingen.

Motortillverkare har nyligen utvecklat flera unika inspektionsrobotar som liknar olika varelser, inklusive ormar och skalbaggar, som kan röra sig inuti motorer för att leta efter defekter. Nu har GE Aerospace utvecklat en ännu mer flexibel, orminspirerad robot som man hoppas ska ta sig fram mot mer optimerade jetmotorinspektioner på vingen. Sensiworm (Soft ElectroNics Skin-Innervated Robotic Worm) liknar en mask och använder obunden mjuk robotteknik för att enkelt röra sig genom skrymslen, vrår och kurvor av jetmotordelar för att upptäcka defekter och korrosion. Roboten kan också mäta tjockleken på en motors termiska barriärbeläggningar. Sensiworm, som utvecklats i samarbete med SEMI Flex Tech, Binghamton University och UES, Inc., styrs av en operatör som använder en enhet som enligt GE liknar en spelkontroll och kan programmeras att följa specifika vägar. Den har en klibbig, sugliknande botten som gör att den kan klättra och fästa på branta ytor. Dessutom, eftersom roboten är väldigt mjuk och följsam, kommer den inte att skada några ytor eller orsaka skador under en inspektion.

## Första eldrivna väteflyg



**11 sep Actualidad Aeroespacial** H2FLY slutför världens första bemannade flygning av flytande vätegasdrivna elektriska flygplan. H2FLY, det tyska företaget som specialiserat sig på väteframdrivning för flygplan, har framgångsrikt genomfört världens första bemannade flygning av ett elflygplan som drivs av flytande väte. H2FLY-teamet har genomfört fyra flygningar som drivs av flytande väte inklusive en flygning, som varade mer än tre timmar. Flygningarna genomfördes med H4FLYs demonstrationsflygplan HY2, utrustade med en vätegasdriven bränslecell och kryogeniskt lagrat flytande väte som drev flygplanet. Resultaten av provflygningarna indikerar att användningen av flytande väte istället för gasformigt väte kommer att fördubbla den maximala räckvidden för HY4-flygplanet från 750 km till 1 500 kilometer, vilket markerar ett kritiskt steg mot att förverkliga utsläppsfria kommersiella flygningar med medel- och långdistans. Detta är kulmen på Project HEAVEN, ett konsortium som stöds av europeiska regeringar som skapats för att visa möjligheten att använda kryogent flytande väte i flygplan. Konsortiet leds av H2FLY och inkluderar Air Liquide, Pipistrel, German Aerospace Center (DLR), EKPO Fuel Cell Technologies och Ayesa Foundation.

## EU:s forskningsprogram



**11 sep Actualidad Aeroespacial** EU-kommissionen investerar 166 miljoner euro i 54 utvalda projekt i Horisont Europa. Europeiska kommissionen tillkännagav resultaten av ansökningsomgångarna 2022–2023 för rymdrelaterade forskningsprojekt inom ramen för Horisont Europa. Totalt 166 miljoner euro kommer att stödja 54 rymdforskningsprojekt. De utvalda projekten kommer att främja banbrytande innovationer och bidra till att stärka både Europeiska unionens rymdprogram från jordobserva-tion till det europeiska globala systemet för geolokalisering av satellitnavigering (EGNSS), säker telekommunikation och oberoende tillgång till rymden. Dessa projekt täcker tillämpningar från övervakning av växthusgaser och aerosoler till observation av kustområden och grödor, och tar även upp behov i omloppsbana och rymdvetenskap. Urvalet kommer att leda till utveckling av nya tjänster och spin-off-tillämpningar för Copernicus, Galileo, Europeiska unionens tjänst för geosynkron navigering (Egnos) och Europeiska unionens statliga satellitkommunikationsprogram (Govsatcom). Nystartade företag och små och medelstora företag utgör cirka 25 % av de utvalda deltagarna och får nästan 30 % av de tilldelade medlen.

## Mer data från rymden



**13 sep Via Satellite** Intelsat samarbetar med Aalyria om en ny optisk teknik som kommer att överföra rekordmängder data mellan mark och rymd. Aalyria är ett Kalifornienbaserat företag inom avancerad nätverks- och laserkommunikationsteknik. Samförståndsavtalet skapar ett ramverk för de två företagen att tillsammans distribuera Aalyrias teknik, en mjukvaru- och hårdvaruplattform som kan orkestrera dubbelriktad optisk mark- och rymdanslutning för satelliter med hastigheter på hundratals gigabit per sekund med ett öga mot multi-terabit-anslutning. Dessa tekniker kommer att erbjuda säker och ultrasnabb mark-rymdanslutning för statliga och kommersiella kunder inklusive rymdfarkoster, flygplan, maritima och avlägsna fältoperationer. När Aalyria är i drift 2024 kommer det att leverera massiva datafiler i realtid, samt säkerhetskopiera nätverk som har brist på kapacitet eller äventyras och ge stor ekonomisk avkastning.

## Maia Mini-Ariane



**13 sep Aviation Week** MaiaSpace, ett dotterbolag till ArianeGroup provar en minilauncher. Försöken äger rum i ArianeGroups produktions- och testanläggning i Vernon, i Paris västra utkanter. Tillverkningen av en andra prototyp av det övre steget har påbörjats. Varmbrandtester är planerade till 2024. Maia förlitar sig på 1 000 kN Prometheus-motorn, som ArianeGroup har utvecklat i flera år med kostnadsreduktion och återanvändbarhet i åtanke. Maia kommer att använda tre Prometheus i sitt första steg och en i sitt övre. Prometheus är strypbar, vilket innebär att dess dragkraftsnivå kan kontrolleras. När det gäller drivmedel behövs flytande syre men Arianes vanliga flytande väte ersattes med metan. Det valfria Colibri kick-steget genomgår också prov på komponentnivå. Det inkluderar tankar, strukturer, ventiler, attitydkontrollsystemet och ospecificerade motorer. Jämfört med ett litet tredje steg, siktar Colibri på en ökning av bärraketens prestanda och ytterligare flexibilitet, eftersom den kommer att leverera nyttolaster i specifika banor. Den kan stödja en 3,5 m-diameter. Kåpa. Maias nyttolastkapacitet till låg jordomloppsbana kommer att bero på om det första steget återställs eller inte. Om inte, kommer den att stå på 1 500 kg. Om det första steget ska återanvändas kommer bärraketerna endast att ge 500 kg, eftersom bränsle måste reserveras för återvinningsfasen. MaiaSpace siktar på en första omlopps-flygning sent 2025. Kommersiell verksamhet kommer att följa 2026.



## Rammar drönare



**14 sep Aviation Week** Ett brittiskt företag har utvecklat en bärbar eldriven drönare för att sänka hotande drönare. MARSS, som avslöjade sitt Interceptor anti-dronesystem förra året, har lanserat ett mindre system – Interceptor-SR (Short Range) – som svar på användningen av drönare i Ukraina. Precis som sina större bröder använder Interceptor SR elektrisk framdrivning för att gå mot drönare och avsiktligt ramma dem i luften, vilket får dem att krascha till marken innan de kan hota trupper på fältet. Precis som sin större motsvarighet, numera döpt till Interceptor MR (Medium Range), kan Interceptor-SR vid behov engagera ytterligare mål innan den får slut på ström och återställs för senare återanvändning. Det mindre systemet väger 1,5 kg och har ett vingspann på 30-40 cm. Som en del av det mindre systemets utveckling föreslår MARSS en kompakt axelmonterad bärraket. Detta skulle tillåta trupper att avfira Interceptor-SR i den allmänna riktningen av ett mål innan dess egna interna autonoma kontrollsystem tar över och ritar ut en attackväg. MARSS säger att Interceptor-SR kommer att kunna fänga upp mål inom en räckvidd av 1 km.

## Robot monterar satelliter



**14 sep Actualidad Aeroespacial** GMV provar en robot för montering och underhåll av strukturer i jordens omloppsbana. Rymdrobotteknik har identifierats av de viktigaste europeiska och globala rymdaktörerna som en nyckelteknik för sektorns framtid. Både ESA och Europeiska kommissionen finansierar flera utvecklingar relaterade till robotteknik, i syfte att skapa ett ekosystem av raket, orbitallogistik och komplexa robotsystem som möjliggör närvaro och successivt utnyttjande av rymden ren och hållbar över tiden. GMV utvecklar system och teknik för bland annat dessa rymdtillämpningar. Ett exempel är robot-system för service i omloppsbana, vars syfte är att reparera, underhålla, förbättra eller tanka satelliter i rymden för att förlänga deras livslängd, montera nya stora orbitalplattformar som antenner, rymdsolparker eller teleskop eller pensionera satelliter i slutet av deras livslängd för att undvika ansamling av farligt rymdskräp runt jorden. I detta sammanhang, och som en del av MIRROR-projektet som leds av GMV för ESA, har GMV utvecklat och testat en toppmodern robotplattform, en autonom robot med tre armar som den använder både för att manipulera och montera strukturella moduler och för att gå igenom strukturen den monterar. För att utföra dessa operationer har MIRROR ett exakt visuellt system som består av kameror installerade nära klorna på var och en av armarna och bildbehandlingsalgoritmer.

## Robotpilot



**15 sep Newatlas.com** En humanoid robot som kan flyga flygplan är under utveckling av forskare vid Korea Advanced Institute of Science & Technology (KAIST). Förutom att enkelt kunna glida in i pilotsätet och använda händerna i cockpiten, använder roboten PIBOT AI-teknik för att memorera flygkartor och nödprotokoll. Det har utvecklats ett antal robotpiloter genom åren. År 2016 följde DARPA:s Aircrew Labor In-Cockpit Automation System (ALIAS) en mänsklig pilot för att utföra några grundläggande manövrer under flygning. Året därpå landade ALIAS en Boeing 737 med hjälp av en simulator, och strax efter meddelade RE2 Robotics att det hade utnyttjats av det amerikanska flygvapnet för att utveckla Common Aircraft Retrofit for Novel Autonomous Control (CARNAC)-systemet, ett robotsystem utformat för att flyga ett omodifierat flygplan. Sedan, 2019, gjorde ROBOPilot sin första två timmars flygning. Pibot kan enligt uppgift flyga lika bra som mänskliga piloter, till stor del tack vare stora språkmodeller (LLM), som ChatGPT, som ingår i dess programmering. LLMs gör det möjligt för Pibot att läsa och förstå instruktioner samt memorera alla Jeppesen aeronautiska sjökort runt om i världen. Enligt dess utvecklare kan Pibot, också tack vare LLM, reagera snabbt i nödsituationer, generera en säker flygväg i realtid och interagera med flygledare och cockpitpersonal via röstsyntes.

## EU:s miljöplan



**15 sep Actualidad Aeroespacial** EU satsar på en mer hållbar framtid inom luftfarten med en ambitiös plan för gröna bränslen. Europaparlamentet har godkänt lagstiftning som syftar till att främja användningen av hållbara bränslen inom flygindustrin. Denna åtgärd är en del av EU:s ambitiösa plan, kallad "mål 55", som i slutändan syftar till att minska utsläppen av växthusgaser med minst 55 % fram till 2030, jämfört med 1990 års nivåer, och uppnå klimatneutralitet senast 2050. Tidslinjen för genomförandet anger tydliga milstolpar. Från och med 2025 måste minst 2 % av det bränsle som används på EU:s flygplatser vara grönt. Denna procentandel kommer att öka successivt vart femte år och nå betydande 70 % år 2050. Dessutom kommer en del av denna andel (1,2 % år 2030, 2 % år 2032 och 5 % år 2035, upp till 35 % år 2050) att bestå av syntetiska bränslen, såsom elektronisk fotogen. Definitionen av hållbara flygbränslen kommer att omfatta alternativ såsom syntetiska bränslen, biobränslen som framställs av restprodukter från jord- eller skogsbruk, alger, biologiskt avfall, använd matolja och vissa animaliska fetter.



## Genom solstorm



**18 sep** [Forbes](#) NASAs Parker Solar Probe har blivit den första rymdfarkosten någonsin att flyga genom ett kraftfullt solutbrott av miljarder ton plasma. Den tillbringade två dagar inom 9,2 miljoner kilometer från solytan. Det här är det närmaste solen vi någonsin har observerat ett utbrott, stora utdrivningar av plasma och magnetfält från solen som ofta bildas i kölvattnet av solfläckar. Båda har sina rötter i vridningen och omriktningen av solens magnetfält. Parker-sonden upptäckte partiklar som accelererade upp till 1350 kilometer per sekund, i nivå med den mest kraftfulla solstormen som någonsin observerats - Carrington Event. Den 2 september 1859 observerade den brittiska astronomen Richard Carrington en explosion av vitt ljus från solen i cirka fem minuter. Den orsakade norrsken över hela planeten. Lyckligtvis var stormen, som Parker flög igenom, på andra sidan solen och inte riktad mot jorden. Det uppskattas att en solstorm idag av lika stora proportioner som Carrington Event - med tanke på vårt tekniska samhälle - kan orsaka över 41,5 miljarder dollar i ekonomisk förlust per dag i USA ensamt.

## RAFs loyal wingmen



**19 sep** [Aviation Week](#) RAF satsar på autonoma samarbetsplattformar. RAF närmar sig att använda autonoma, obemannade flygplanssystem för uppdrag som elektronisk krigföring mot markbaserat luftförsvar. RAF:s första steg är att utveckla en Tier 1-kapacitet, en plattform som kan användas i stort antal och till en låg kostnad. De skulle utföra uppgifter som underrättelseverksamhet, övervakning och spaning, och elektronisk krigföring. Qinetiq har det billiga Jackdaw uncrewed flygplanssystemet, utvecklat från dess Banshee-måldrönare för att möta det förväntade RAF-behovet. BAE Systems föreslår sin Concept 2 Tier 2-plattform. Både Boeing och Northrop Grumman har också visat upp skalbara obemannade system för RAF. Utveckling av en mer kapabel Tier 2-kapacitet planeras för introduktionen av nästa generations stridsflygplan som planeras inom Global Combat Air Program. Ett sådant system ses som en "massiv möjliggörare" för Tempest-fightern. RAF har experimenterat med olika typer, till exempel den additivt tillverkade twin-jet Pizookie, som kan flyga i hastigheter upp till 250 knop och bära en nyttolast på 10 kg. RAF planerar för en tidig version av en autonom samarbetsplattform senast 2024, vilket kommer att involvera en svärm, som kan kommunicera och samverka med varandra och med bemannade flygplan.

## Mikrodrönare



**20 sep** [Actualidad Aeroespacial](#) Forskare från Polytechnic University of Madrid (UPM) har utformat en "bioinspirerad mikrodrönare". Den har deformierbar vinggeometri, där de mobila mekaniska elementen har ersatts av deformerbara aerodynamiska ytor med hjälp av intelligenta material. Smarta kompositmaterial som kallas MFC (makrofiberkompositer) har fästs på den inre delen av vingarna, så att modifieringen av geometrin kommit att baseras på adaptiv vinggeometri, det vill säga utan mekaniska element, eftersom dessa har lägre tidsrespons. Att styra den elektriska spänningen över kompositerna ändrar vingens geometri så att de aerodynamiska egenskaperna och prestanda kontrolleras under farkostens manövrering. Till exempel tillåter en ökning av den maximala lyftkoefficienten att drönaren flyger med lägre hastigheter, vilket gör det möjligt att tillgodose olika belastningskrav (kameror, videokameror, atmosfäriska sensorer) eller kortare start- och landningsoperationer.

## USAF wingmen



**21 sep** [Aviation Week](#) US Air Force strävar efter att förenkla samarbetsflygplan. Det amerikanska flygvapnets nya fokus på Collaborative Combat Aircraft, den obemannade stridsdrönaren som planeras att flyga tillsammans med bemannade flygplan och tillhandahålla ytterligare kapacitet, har förändrat mycket av operativa planer. Programmet Collaborative Combat Aircraft (CCA) har skapat en stor ny marknad där industrin tävlar om en andel av den planerade budgeten på cirka 6 miljarder USD för CCA-plattformar under de kommande fem åren. Flygvapnet gör en stor satsning på CCA och begär 6,38 miljarder dollar under de kommande fem åren för forskning, utveckling, prov och utvärdering av programmet i samarbete med US Navy och Marine Corps. Man bygger på tidigare erfarenheter av program som Air Force Research Laboratorys Skyborg, som utvecklade initiala nivåer av autonomi för militära flygplan. Medan Skyborg banade väg för mycket av CCA-arbetet, var dess autonomi relativt enkel. Det kommer sannolikt att vara fallet även för tidiga skeden av nästa flygplan för att undvika att programmet saktar ner. Man siktar på två steg, där det första använder grundläggande byggstenar från Skyborg och ett andra steg kommer att ge mer avancerade funktioner och förbättrad autonomi. Målet är cirka 1 000 CCA, 2-5 obemannade flygplan tillsammans med varje jaktplan. För att nå dessa mål måste kostnaderna förbli låga.

## GKN i elhybrid



**23 sep** [GKN Aerospace](#) GKN Aerospace har tecknat avtal med Pratt & Whitney Canada om utvecklingen av högspänningssystemet för RTX-hybrid-elektriska flygdemonstrator. Avtalet omfattar utveckling, konstruktion och installation av demonstratorns elektriska ledningssystem, som syftar till att uppnå en 30% förbättring av bränsleeffektiviteten och en minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen jämfört med dagens mest avancerade regionala turbopropflygplan. Demonstratorns hybridelektriska framdrivningssystem innehåller en Pratt & Whitney turboprop och en 1-megawatt elmotor utvecklad av Collins Aerospace. Det hybridelektriska systemet kommer att förbättra motorens prestanda under olika faser av flygningen, såsom start, klättring och kryssning. I slutet av designfasen kommer GKN Aerospace att ansvara för att tillverka nödvändig utrustning och installera den på demonstrationsflygplanet. Detta projekt utökar GKN:s arbete inom området hybrid-elektrisk framdrivningsteknik, vilket även inkluderar SWITCH-projektet, som stöds av Clean Aviation of the European Union.

## LiU:s nya flyglabb



**20 sep** [LiU](#) Flygriggen i labbet på Campus Valla har fått ett ordentligt lyft. Bland annat med stöd från LiU:s strategiska partner Saab. Här ska forskare, studenter och ingenjörer studera kraftöverföring och fördelning av elkraft i flygplanet. Syftet med projektet är att på ett kontrollerat sätt kunna simulera en flygning i labbet och genomföra hela uppdrag så verklighetsnära som möjligt. Men det är inte en vanlig flygsimulator. I stället handlar det om att kunna göra fysiska mätningar under flyguppgiften. Med hjälp av riggen kommer man att kunna studera elektriska och hydrauliska system (aktuatorsystem), elkraftsystem, distribution, energistyrning samt olika integrationsaspekter. Riggen har funnits i labbet i många år, men nu har den moderniserats efter att ha plockats isär och monterats ihop på nytt, med ny teknologi. Både studenter, forskare och verkstadstekniker vid LiU har deltagit i arbetet med att bygga om riggen. Det är ett samarbete mellan Saab och LiU, finansierat via Vinnova och Saab.

## Kombucha för Mars



**21 sep** [ESA](#) ESA testar drycken kombucha för att bedöma dess motståndskraft i rymden. Kombucha är en fermenterad sötad dryck, baserad på svart te, vatten och socker med påstådda hälsoeffekter. Multicellulära biofilmer som finns i kombucha har visat löfte om att överleva hårda miljöer på jorden, vilket får forskare att undersöka deras potential att uthärda rymdens extrema förhållanden. Mikroorganismerna

betraktas till och med som biofabriker för självförsörjande livsuppehållande system för rymdbosättningar. Prover flögs på utsidan av rymdstationen. Resultaten visar att en mikroorganism, cyanobakterium, kunde reparera sitt DNA och återuppta celledelningen även efter att ha utsatts för kosmisk strålning, till och med motstå de destruktiva järnjoner som orsakar omfattande cellskador. Experiment som dessa kan hjälpa till att förstå hur cellkluster och biofilmer skyddar mot rymdens ytterligheter och förhindrar kontaminering av rymduppdrag. De kan också användas för att skydda organismer på längre resor genom rymden. Som ett resultat övervägs samma mikroorganismer som finns i kombucha för byggmaterial eller andra komponenter i stora rymdstrukturer.

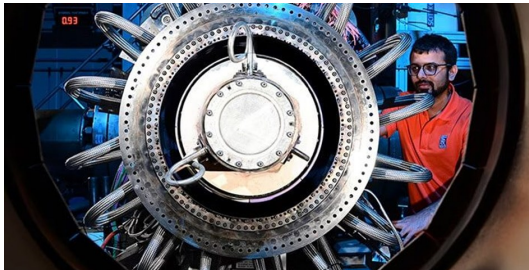
## Första flygtaxin



**25 sep** [Defense News](#) Jobys flygtaxi hjälper US Air Force att inleda elflygeran. Joby Aviation levererade den första elektriska vertikala start- och landningsflygtaxin till Edwards Air Force Base för användning i dagliga last- och passagerartransporter. Edwards planerar att använda Joby-flygplanet för dagliga uppgifter, som att transportera reservdelar eller annan last eller passagerare runt den vidsträckt basen. Joby-flygplanet kan transportera 450 kg last eller fyra passagerare och kan flygas på distans eller av en enda pilot i cockpiten. Det kan flyga upp till 160 kilometer på en enda laddning och med hastigheter upp till ungefär 300 km/h. Joby lanserades 2009 och har sedan dess arbetat för att förfin teknik som elmotorer med högt vridmoment, snabbaddande batterier och flygprogramvara som är nödvändiga för att skapa eVTOL. Joby-flygplanets propellrar kan luta framåt för att flyga, på samma sätt som ett Osprey-flygplan. Joby-flygplanet laddas ganska snabbt. De flesta av dess flygningar skulle vara i cirka 40 km och kunde laddas på mindre än tio minuter. En full laddning kan ta mindre än en timme. Joby-flygplanets elmotor kommer också att kräva mindre underhåll än traditionella vertikala lyftflygplan. Joby vill att dess eVTOL-flygplan ska fungera kommersiellt 2025.

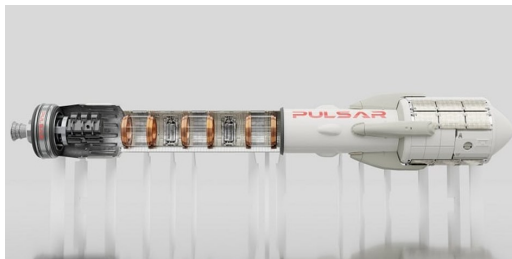


## Rolls vätebrännkammare



**27 sep [FlightGlobal](#)** Rolls-Royce passerar ytterligare en milstolpe i omvandlingen av vätgas som flygbränsle. I samarbete med Loughborough University i Storbritannien och det tyska flygcentret Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), har Rolls-Royce demonstrerat en kritisk motorteknik som markerar ytterligare ett viktigt steg på vägen mot att göra väte möjligt som flygbränsle. Provet utförda på en komplett ringformig brännkammare i en Pearl 700-motor vid DLR i Köln,, som körs på 100% väte har visat att bränsle kan brinna under förhållanden, som representerar maximal startkraft. Nyckeln till denna prestation har varit den framgångsrika utformningen av avancerade bränslesprutmunstycken för att styra förbränningsprocessen. Detta innebär att övervinna betydande tekniska utmaningar, eftersom väte brinner mycket varmare och snabbare än fotogen. De nya munstyckena kunde styra flammans position med hjälp av ett nytt system som gradvis blandar luft med väte för att hantera bränslets reaktivitet. Förra året etablerade easyJet och Rolls-Royce också en världsnöhet genom att framgångsrikt köra en modern flygmotor, en AE2100, på grön vätgas. Det innebär att förbränningselementet i väteprogrammet nu är väl förstått, medan arbetet fortsätter med system för att leverera bränsle till motorn och integrera dessa system med en motor.

## Fusionsraket



**29 sep [Aerospace Technology](#)** En framtid för fusion i rymduppdrag. Det som påstås vara den största praktiska kärnfusionsraketmotorn som någonsin byggts är nu under uppbyggnad av det brittiska rymdframdrivningsföretaget Pulsar Fusion. Framdrivningssystemet under utveckling kan avsevärt minska transittiden till Mars och andra planeter med strålhastigheter över 200 km/s. En ny direktfusionsmotor (DFD) kan ge både dragkraft och elektrisk kraft för rymdskepp och producera dragkraft utan behov av ett mellanliggande, elproducerande steg. I ett DFD-system genererar fusionsreaktorn energi, vilket skapar ett plasma av elektriskt laddade partiklar. Dessa energiska partiklar omvandlas till dragkraft med hjälp av ett roterande magnetfält. Raketmotorn förväntas nå flera hundra miljoner grader, vilket skapar temperaturer varmare än solen. DFD-enheter är idealiska för rymdresor eftersom den producerade energin är ren, praktiskt taget obegränsad och enheten är relativt kompakt. Tekniken kan utforska solsystemet på en begränsad tid och med ett mycket högt förhållande mellan nyttolast och drivmedel. Statiska prov planeras att börja 2024, följt av en demonstration av tekniken i omloppsbana 2027.

## Fågeldrönare



**28 sep [Aviation Week](#)** Isländskt företag driver utveckling av fågelliknande drönare. Silent Flyer-plattformen kan utföra underrättelser, övervakning och spaning (ISR) nästan tyst och utan att märkas, enligt företaget Flygildi. Den liknar en fågel och är lika stor som en mås. Systemets huvudvingar kan flaxa, vrida, svepa och flytta vingspetsarna som skevroder, medan stjärten har tre rörelser, inklusive stigning, girning och rullning. De fyra kontrollaxlarna på var och en av de två huvudvingarna plus tre på stjärten blir elva. Ett uppdrag för Silent Flyer kan vara att skrämja fågel på flygplatser då den liknar en rovfågel. Den största utmaningen är att utveckla ett flygkontrollsystem som kan rymma den extra styraxeln i huvudvingen. Om det lyckas kommer systemet att kunna sväva, svepa ner i hög hastighet och sväva som en fågel. Hur den ska lanseras är ännu inte beslutat men katapult är det mest troliga initiala alternativet. Flaxning skulle sedan användas för att få höjd och sväva för uthållighet, även om företaget inte har några tillgängliga uppgifter om hur länge den kan flyga.

## Robotmask inspekterar



**29 sep [GE Aerospace](#)** En maskliknande robot utvecklad av GE Aerospace har utformats för inspektioner av jetmotorer. Sensiworm, som står för Soft ElectroNics Skin-Innervated Robotic Worm, är en mjuk maskliknande robot som kan röra sig genom sprickor och kurvor på jetmotorer för att lokalisera korrosion, sprickor, defekter, gasläckor eller för att bestämma tjockleken på termiska barriärskikt. Sensiworm kan distribueras genom inloppet eller utloppet på en motor och täcka en mycket större del av motorn, som annars skulle missas med traditionella boroskop. Roboten rör sig tack vare klubbiga sugkoppar. Vidare kan den ändra sin form, klämma ihop sig för att passa in i sprickor och den kan fästa sig vid snurrande turbiner. Den har en serie inbyggda sensorer och kameror. Att använda självgående, kompatibla robotar som Sensiworm ger operatörerna praktiskt taget obegränsad tillgång i framtiden för att utföra inspektioner utan att behöva demontera motorn. Med sin mjuka, kompatibla design kan den inspektera varje tum av jetmotorn och sända livevideo och realtidsdata om tillståndet för delar som operatörer vanligtvis kontrollerar. Sensiworm kan till och med mäta tjockleken på termiska barriärskikt som appliceras för att skydda delarna från värme. Man utvecklar också nya funktioner som skulle göra det möjligt för dessa robotar att utföra reparationer när de hittar en defekt.



## Drönarsvärm



**29 sep. Aviation Week** Den amerikanska armén har beställt 1 000 RQ-28 drönare från Skydio och planerar för ytterligare tusentals. I ett nytt operativt koncept inom US Indo-Pacific Command föreslås att man ska använda en hord av drönare för att förvandla Taiwansundet till ett "helveteslandskap" om Kina försöker invadera Taiwan. För att förverkliga den visionen vill försvarsdepartementet lösa de industriella, byråkratiska och kommando-och-kontrollproblem som uppstår om man släpper lös tusentals drönare samtidigt i luften, vattnet och marken runt kanalen mellan Kinas fastland och Taiwan. Konceptet bygger på lärdomar från Ukraina. De många projekten, inklusive Pentagons Replicator och DARPA:s Rapid Experimental Missionized Autonomy (REMA)-program, syftar till att förbättra och påskynda de program som redan pågår för att sätta in tiotusentals drönare – inklusive obemannade flygfordon (UAV), obemannade ytfartyg (USV) och obemannade markfordon under de närmaste åren. Armén planerar att tilldela ett kontrakt nästa vår för upp till 12 000 små fyrhjulingsdrönare under programmet för kortdistansspaning (SRR). Samtidigt fortsätter ansträngningarna att skapa tusentals Air-Launched Effects (ALE) som en del av Future Attack Reconnaissance Aircraft ekosystem av sensorer och ammunition. Det inkluderar det rörlanserade ALE-Small med obemannade flygplanssystem (UAS) som Anduril Altius och ALE-Large, ett mer hemligt projekt som är känt för att involvera UAS som L3Harris Technologies Red Wolf.

## Förarlös flygfrakt



**2 okt. New Atlas** Besättningslös Droneliner kan en dag sänka kostnaden för flygfrakt. De flesta lastflygplan har cylindriska kroppar med konkava innerväggar, precis som passagerarbärande flygplan. Enligt brittiska Droneliner betyder det att mycket utrymme slösas bort när dessa flygplan bär traditionella rektangulära laster. Dessutom måste dessa laster vanligtvis lastas på och av via planets sida. Dessutom offras en del lastutrymme för att göra plats för cockpit och besättning. Droneliners kropp är formad mer som en rektangulär låda med släta kanter så att 6 m fraktcontainrar kan rullas på och av via ramper i dess vidöppna främre och bakre ändar. Den är också fjärrstyrd, så inga besättningar behövs. Framdrivning levereras av en eller två turbofläktmotorer, som kan använda SAF (Sustainable Aviation Fuel) biobränsle eller väte. Flygplanets hybriddrivsystem ger elkraft för taxning, start och landning. Den enmotoriga DL200 kommer att kunna rymma totalt 36 till 40 containrar på två nivåer, för en maximal lastvikt på 200 ton och den tvåmotoriga DL350 70 till 80 containrar på tre nivåer upp till 350 ton. Båda modeller ska ha en räckvidd på 12 000 km.

## Flygtaxi fördel Kina



**3 okt. Aviation Week** Varför Kina har en fördel på marknaden för avancerad luftmobilitet. Kinesiska startups som EHang, AutoFlight och Aerofugias framtidsutsikter hemma och utomlands förbättras av en rad konkurrensfördelar, inklusive en välutvecklad försörjningskedja för inhemska elfordon (EV), mycket lägre tillverkningskostnader och lägre certifieringshinder än USA eller Europa. 30 % av all försäljning av nya fordon i Kina 2022 var elbilar mot 23 % i Europa och bara 7 % i USA. Elbussar och lätta nyttofordon har 98 % och 65 % av den globala marknaden. Resultatet är mycket billigare batterier. Kina kan bygga fordon och sälja dem för 1/10 av priset. En vänlig tillsynsmyndighet har satt en lägre nivå för certifiering än USA eller EU. Man är mer villig att tillåta passagerartransporter på experimentflygplan, ovanligt i USA och Europa. Till exempel har EHangs obemannade multikopter hittills registrerat mer än 30 000 flygningar många med passagerare ombord. Västerländska tillverkare har fortfarande inte flugit passagerare på sina elektriska fordon för vertikal start och landning (eVTOL), och passagerarflyg utan bemanning verkar fortfarande vara år borta. Staden Shenzhen fungerar som en provplats för avancerad luftmobilitetsteknik (AAM) och har tecknat strategiska avtal med inhemska AutoFlight och EHang, samt tyska Lilium, för att etablera operativa huvudkontor och andra anläggningar i staden.

## Hus på Månen



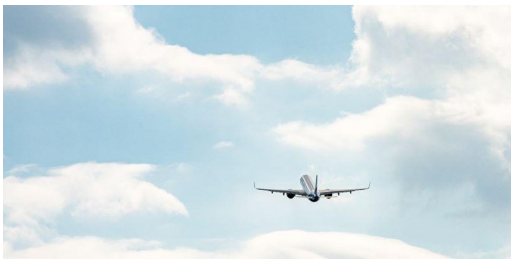
**2 okt. Fortune** NASA vill bygga hus på månen år 2040. Planen kretsar kring användningen av måndamm för att skapa betong som en 3D-skrivare kan använda för att skapa husen på månen. För att få detta att hända har NASA samarbetat med ICON, ett byggtteknikföretag baserat i Austin, Texas som specialiserat sig på 3D-tryckta hem. Företaget fick 2022 60 miljoner dollar för att driva rymdbaserad konstruktion till nya nivåer. ICON använder en 3D-skrivare för att skapa hus av betong och har byggt över 400 i Austin för att hjälpa hemlösa, samt byggt orkanresistenta hem för de fattiga på landsbygden i Mexiko. Idén att utnyttja det som finns på månen är inte ny, och liknande planer finns för att försöka unika sätt att skapa strukturer på Mars. Om vi kan använda dessa lokala resurser och damm, kan det gå att bygga hus på månen mycket mer kostnadseffektivt. NASA planerar att skjuta en 3D-skrivare till månytan för att börja bygga hus på månen lager för lager.

## GKN uppgraderar Gripen



**4 okt GKN Aerospace** FMV har tilldelat GKN ett uppdrag att utveckla och förbättra RM12-motorn för Gripen C/D. GKN Aerospace har byggt upp en 90-årig strategisk relation med det svenska flygvapnet och har ansvar för RM12-motorn. Kontraktet på 23,6 miljoner kronor är den sista delen i ett utvecklingsprojekt som GKN Aerospace har bedrivit sedan 2019. Förutom att förbättra nyckelkomponenter i motorn innebär utvecklingsarbetet också att uppdatera motorprogramvaran i flygplanssystemet. Detta kommer att levereras i samarbete med SAAB och med GE Aerospace som också stöder utvecklingsarbetet. Uppgraderade RM12-motorprov kommer att ske vid GKN Aerospaces anläggning i Trollhättan med flygprov utförda av SAAB och FMV. Förutom förbättrad motorprestanda kommer uppgraderingen också att bidra till lägre livscykelkostnader för flygplanets användare. Det svenska flygvapnet har en aktiv flotta på närmare 100 Gripen C/D och även exportkunderna Tjeckien, Ungern, Sydafrika och Thailand använder typen. Projektet kommer också att stärka den redan världsledande motorförmågan i Sverige, inför den pågående etableringen av produktstöd för RM16, motorn till JAS 39 Gripen E/F.

## Fler flygplan mer utsläpp



**12 okt Aviation Week** Aviation Weeks Fleet Prognosis ser fler flygplan, mer utsläpp. Under de kommande 10 åren kommer den kommersiella flygplansflottan att växa 3,3 % per år. Under 2024-33 kommer 22 120 nya flygplan att levereras och 11 600 att pensioneras. Aviation Week Network projicerar en aktiv kommersiell flygplansflotta på mer än 32 000 i slutet av detta år jämfört med 25 000 vid pandemins lägsta punkt 2020. Utsläppen från flyget fortsätter att öka under början av 2030-talet. Nya motorer och effektivare (widebody) flygplan motverkas av den snabba tillväxten inom sektorn. Prognosen förutspår en årlig ökning på 4,5 % av de totala CO<sub>2</sub>-utsläppen, högre än den förväntade ökningen av flygplan, eftersom flygbolagen fortsätter att öka sin genomsnittliga flygplansstorlek, och dessa större flygplan förbränner mer bränsle per resa. Dessutom förväntas utnyttjandet gå upp. Flygbolagen kommer att öka kapaciteten mått i säten med 4,7 % årligen, nästan 1,5 gånger så snabbt som deras flotta tillväxer i flygplansenheter. CO<sub>2</sub>-utsläppen per sittplats kommer därför att minska med 6,3 % årligen. Airbus framgångar på marknaden för smalkroppar kommer att fortsätta under de kommande 10 åren. Airbus A320-flottan kommer att överträffa Boeing 737 med mer än 1 500 flygplan år 2033. Turboprop flottan kommer att krympa med 3,3 % årligen. ATR kommer att dominera den marknaden. Hybridelektrisk eller vätgasdrivning kommer fortfarande att vara små under prognosperioden.

## Amazon går in i internet



**10 okt BBC** Jeff Bezos Amazon Kuiper satsar på internet från satellit. Amazon sköt upp två prototypsatelliter för en megakonstellation för bredband som kallas Project Kuiper. Amazons ägare Jeff Bezos planerar att sända upp mer än 3 200 satelliter under de närmaste åren för att leverera internetanslutning var som helst på jorden. Han hoppas kunna utmana Elon Musks Starlink, som redan erbjuder satellitinternet i många länder. De två små satelliterna som sköts upp - KuiperSat-1 och KuiperSat-2 - kommer att testa den nödvändiga tekniken. De fördes in i en 500 km hög omloppsbana av en Atlas-5-raket. Amazon började forskning och utveckling på \$ 10 miljarders projektet Kuiper 2018. Ambitionen är att ansluta sig till den snabbt växande marknaden för internetanslutningar med hög bandbredd och låg latens (minimal fördröjning). Elon Musks SpaceX-företag är ledande inom området och har redan mer än 4 800 fungerande rymdfarkoster i omloppsbana. Storbritannien-baserade Eutelsat-OneWeb har också byggt ut ett nätverk av 620 satelliter. Listan över intresserade växer hela tiden med liknande projekt som tillkännages i Kanada, EU och Kina, förutom förslag från andra amerikanska företag.

## Rymdväder stör fåglar



**10 okt Space** Ny forskning tyder på att svårt rymdväder som solfläckar stör fåglarnas navigationsförmåga. Tidigare forskning har visat att fåglar (och många andra djur) använder jordens magnetfält för navigering. Eftersom solhändelser stör magnetfältet har fåglar svårare att navigera under dem. Den nya studien analyserade bilder tagna från 37 NEX-RAD Doppler väderadarstationer samt data från markbaserade magnetometrar för att studera 23 års fågelmigration över US Great Plains. Den 1 600 kilometer långa ruten från North Dakota till Texas anses vara en viktig flyttkorridor för fåglar. Forskarna upptäckte att antalet flyttfåglar i denna region minskade med 9 till 17 procent under svåra rymdväderhändelser. De märkte också ökade nivåer av fåglar som flög vilse. Intressant nog kan svåra rymdväderhändelser också störa mänsklig navigering. Solutbrott påverkar satellitkommunikation och stör teknik som GPS. Vi kan förvänta oss mer extrema rymdväderhändelser när solen går mot en topp i sin 11-åriga solaktivitetscykel, som förväntas inträffa 2025.

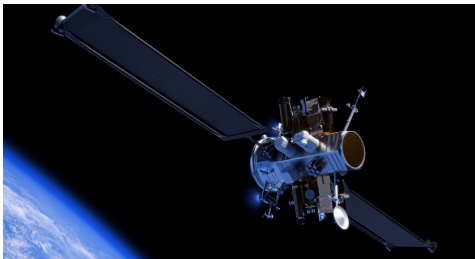


## Swedavia vill ha samarbete



**14 okt AeroTime News** Swedavia, som förvaltar 2023 flygplatser runt om i Sverige, anser att samarbete kan vara nyckeln till att lösa hållbarhetspusslet inom flyget. Redan i juli 2023 meddelade Swedavia att man välkomnar Heart Aerospace att testa sitt ES-30-flygplan på Malmö Airport (MMX). De regionala elflygplanen kommer att testas när det gäller taxnings- och laddningsförfaranden för att verifiera vändningsprocessen. Swedavias representanter ingår också i Heart AeroSpaces advisory board, där flera flygbolag och erfarna flygchefer ingår. Nyligen införde EU ett hållbart flygbränsle (SAF) mandat, som kräver att bränsleleverantörer tillhandahåller minst 2% av SAF från 2025. Andelen kommer gradvis att öka till 70 % fram till 2050. Sverige har redan ett eget mandat sedan 2021. Enligt Fossilfritt Sverige är målet att inrikesflyget inom landet ska vara fossilfritt år 2030. År 2045 ska allt inrikes- och utrikesflyg som utgår från Sveriges flygplatser vara utsläppsfritt. När det gäller ett SAF-mandat har bränsleleverantörer sedan 2021 varit skyldiga att tillhandahålla 0,7% av SAF för den totala bränsleförsörjningen, och detta mandat växer till 27% år 2030. Swedavia har satt att optimera flygrutter, genomföra böjda inflygningar, och arbetar mycket på flygplatser för att optimera bränsleförbrukningen.

## Rymdbogserare



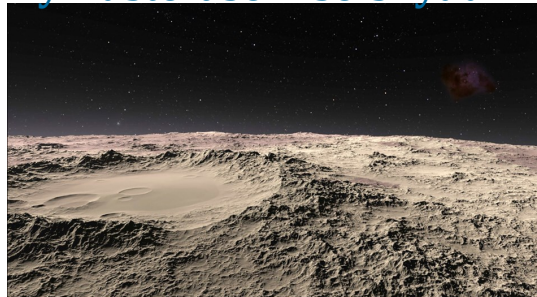
**18 okt Aviation Week** Rymdbogseraren Blue Ring kommer att användas för en mängd olika uppgifter i Cislunar-rymden. För att skapa en framtid där miljontals människor bor och arbetar i rymden, arbetar Jeff Bezos rymdföretag Blue Origin på återanvändbara raketer, orbitala utposter och månlandare. För att knyta ihop systemen vill man ha en stor, mångsidig plattform som kan vara värd för, distribuera och tanka rymdfarkoster, samt utföra andra tjänster från jordens omloppsbana, cislunära rymden och bortom. Rymdfarkosten består av en kärnstruktur som rymmer solelektrisk och kemisk framdrivning och fästpunkter för rymdfarkoster. Till att börja med kan Blue Ring vara värd för och/eller distribuera ett dussin 500 kilos satelliter samt förankra en 2-tons satellit på ett toppdäck. En enda Blue Ring kan bära mer än 3 ton nyttolaster, beroende på om rymdfarkosten skall flygas till enstaka eller flera jordbanor – inklusive geostationära – och/eller till Lagrange-punkter, cislunär rymd mellan jorden och månen, månbanor eller till och med till interstellära rymden. Plattformarna kommer att drivas av ett hybrid kemiskt och solelektriskt framdrivningssystem, designat och mestadels tillverkat av Blue Origin. För elkraft kommer Blue Ring att utrustas med utrullningsbara solpaneler

## Boeing tacklar strimmor



**14 okt Aviation Week** Boeing 737-10 EcoDemonstrator gör SAF Contrail-studie. Boeing, NASA och United Airlines har lanserat ett mark- och flygtestprogram som syftar till att utvärdera icke-koldioxidutsläppen av hållbara flygbränslen (SAF), såväl som effekten av det nya bränslet på bildandet av kondensstrimor. En specialutrustad DC-8 kommer att flyga bakom en 737:a för att mäta utsläpp och ispartiklar. Strimmor uppstår när vattenånga och partiklar i flygmotorns avgaser blandas med kall, fuktig luft på hög höjd och under vissa atmosfäriska förhållanden produceras ihållande moln. I vissa fall kan de kvarstå i timmar, och de beräknas bidra med mer än hälften av flygets klimatuppvärmning. Forskare tror att SAF potentiellt skulle kunna minska bildningen av ihållande strimor. Detta beror på att SAF saknar aromatiska och svavelkomponenter, som i konventionella bränslen bildar avgaspartiklar runt vilka vatten kan kondensera på hög höjd. I jetbränsle består dessa partiklar till största delen av sulfater, nitrater, kol och aska. Det tyska flygcentret DLR tillsammans med Airbus och Rolls-Royce har redan studerat SAF och strimmbildning under den europeiska ECLIF3-studien.

## Rymdstoft som solskydd



**18 okt GlobalSpec** Rymddamm som en sköld mot solens skadliga strålar har fått uppmärksamhet på senare tid. Rymdstoft består av pyttesmå partiklar utspridda över universum. Deras storlek varierar från molekyler till korn som mäter upp till 0,1 mm, vilket gör dem betydligt mindre än någon stoftpartikel på jorden. Ett team av astrofysiker har nyligen föreslagit en innovativ lösning för att bekämpa klimatförändringarna. Konceptet går ut på att bryta måndamm och skjuta upp det i låg omloppsbana runt jorden, vilket effektivt minskar mängden solljus som når planetens yta med cirka 1,8 %. Det skulle kunna sänka den globala temperaturen avsevärt. Månens stoftkorn har den perfekta storleken för att effektivt sprida solljus och skydda sig mot solstrålning. För att uppnå det önskade resultatet kan det dock krävas att cirka 11 miljoner ton månstoft skjuts upp i rymden, med potentiella konsekvenser som fortfarande är osäkra. Många alternativa tillvägagångssätt har föreslagits för att kyla ner planeten. Dessa metoder inkluderar blockering eller reflektion av solstrålar, såsom stratosfärisk aerosolinjektion och molnljusning. Även om dessa metoder har potential måste deras effektivitet fortfarande verifieras, och det finns en risk för oavsiktliga konsekvenser.



## Sol drivet luftskepp



**20 okt GlobalSpec** Solar Airship One, som utvecklats av Euro Airship, kommer att drivas enbart av solenergi på dagen och av vätgasbränsleceller på natten. Cirka 3 % av de globala koldioxidutsläppen är förknippad med sjötransport av gods. Luftskepp för frakt via jetströmmen skulle kunna bidra till att sänka sektorns koldioxidutsläpp. Det 151 meter långa luftskeppet har en heliumvolym på 53 000 m<sup>3</sup> i 15 lagringsenheter och ett hölje täckt med 4 800 m<sup>2</sup> solfilmer. Överskott av solenergi som skördas under dagen kommer att förbrukas på natten för att driva elektrolyssystem och ge vätgas för bränsleceller. Solar Airship One kommer att ha 80 % lägre bränsleförbrukning och koldioxidutsläpp än konventionella flygplan. Den första flygningen kommer att ta 20 dagar att färdas hela vägen runt ekvatorn, cirka 40 000 km, på en genomsnittlig höjd av 6 000 meter. Efter turnén räknar Euro Airship med att sträva efter fullständig typcertifiering och har samarbetat med Capgemini Engineering för design- och tillverkningsfaserna. Som en del av samarbetet kommer Capgemini att skapa en digital tvilling av luftskeppet.

## Flygbränsle från utsläpp



**20 okt simpleflying** Utsläpp från flyget skulle kunna återvinnas till flygbränsle. TAKE-OFF-projektet som stöds av Europeiska kommissionens program för forskning och utveckling (CORDIS) är ett industriellt drivet projekt, som kommer att vara en game changer för kostnadseffektiv produktion av hållbart flygbränsle (SAF) från CO<sub>2</sub> och vätgas. Denna teknik bygger på att omvandla CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub> till hållbart flygbränsle via eten som mellanprodukt. Twelve, ett företag baserat i Moses Lake, Washington, meddelade också i juli 2023 att det hade brutit mark för sin produktionsanläggning för E-Jet-bränsle i kommersiell skala. Enligt Twelve är E-Jet-bränsle hållbart flygbränsle som produceras med hjälp av företagets koldioxidomvandlingsteknik, med endast förnybar energi och vatten för att omvandla CO<sub>2</sub> till kritiska kemikalier, material och bränsle som konventionellt tillverkas av fossila bränslen. Detta effekt-till-vätska-hållbara flygbränsle med upp till 90 % lägre växthusgasutsläpp under hela livscykeln uppfyller internationella specifikationer och fungerar sömlöst med befintlig flygplans- och flygplatsinfrastruktur.

## Första certifierade eVTOL



**20 okt MSN** Kinas EHang den första som erhåller typcertifiering för sitt passagerarbärande obemannade flygfordon, EH216-S. Kinas EHang meddelade att dess EH216-S hade erhållit typcertifiering från Kinas civila luftfartsmyndighet (CAAC). EHang är den första eVTOL-utvecklaren som erhåller typcertifiering för sina flygplan. EHang EH216-S är en obemannad flygfarkost (UAV) som kan transportera två passagerare plus bagage på flygningar på upp till 30 kilometer. Beviljandet av typcertifikatet (TC) innebär att konstruktionen till fullo uppfyller CAAC:s säkerhetsstandarder och luftvärdighetskrav. EH216-S är nu kvalificerad för att bedriva kommersiell UAV-verksamhet för passagerartransporter, vilket är världsledande i kapploppningen om eVTOL. EH216-S är nu riktmärket för luftvärdighetscertifiering av andra innovativa eVTOL:er i Kina och utomlands, en enorm milstolpe för den kommersiella UAV-industrin. EH216-S säkerhet, luftvärdighet, prestanda, funktionalitet, användbarhet och tillförlitlighet har validerats omfattande och rigoröst genom mer än 500 specifika provobjekt och mer än 40 000 provflygningar.

## Chalmers tysta propeller



**25 okt scitechdaily** Forskare vid Chalmers har utvecklat en metod för optimering av propellerar som banar väg för tyst och effektivt elflyg. Elektrifiering är en viktig pusselbit för framtidens fossilfria flyg. Men elflyget tampas med ett ofrånkomligt dilemma: ju mer energieffektiv en elplanspropeller är, desto mer buller orsakar den. Nu har forskare vid Chalmers tekniska högskola lyckats utveckla en optimeringsmetod för propellerdesign som jämnar ut detta avvägningsproblem och därmed banar väg för ett både tyst och energieffektivt elflyg. De senaste åren har elektrifiering kommit att beskrivas som en viktig del för att minska utsläppen från framtidens flyg. Men oljudet från propellerbladen skulle inte bara orsaka störningar för flygresenärer. Framtidens eldrivna flygplan behöver flyga på relativt låg höjd och ljudstörningar skulle även nå bostadsområden och djurliv. Forskare vid Chalmers har lyckats extrahera och utforska det buller som uppstår i spetsen av propellerbladen, de så kallade spetsvirvlarna, en tidigare känd men relativt utforskad ljudkälla. Genom att extrahera ljudet kunde forskarna förstå dess roll i förhållande till andra bullerkällor från propellerbladen. När de sedan justerade en rad propellerparametrar, så som antal blad och bladets vinkel och bredd, lyckades forskarna hitta ett sätt att optimera propellerdesignen och därmed också jämna ut trade-off-effekten mellan effektivitet och buller.

## 60. Candy på Mars



Candys oväntade ankomst åstadkom stor uppståndelse i vår lilla marsianska stad. Folk pratade om henne överallt och slukade henne med ögonen var vi visade oss. Alla ville klappa henne för att känna att hon verkligen fanns till.

Hennes rygg verkade bättre än på Jorden. När vi lämnade henne till nedfrysning i Bose-Einstein kondensatet kunde hon knappt sköta sina egna behov. Tekniken har ju sina fördelar. Sjukdomar är lättare att bota i en databas.

Jag kunde förstå att marsianerna var intresserade av henne. De hade ju aldrig sett någon hund förut. Darwin lär ha sagt att människan förhåller sig till sin gud som hunden till sin husse. Här verkade det vara tvärtom.

Allt vi sade togs till vara och upprepades. Vad vi än gjorde betraktades som märkligt. Dessutom ville alla höra vår tidigare historia och så kom det sig att denna berättelse påbörjades.

Varje gång jag återvände från jobbet i vinodlingen såg jag Candy hoppa och skutta framför mig. Hon gnällde och tjöt och rullade sig på golvet av glädje. Tog jag upp henne stödde hon sig med båda tassarna på mina axlar och slickade mig i ansiktet. Vem kunde tro att hon var ett hot mot Plurimax, universums mäktigaste härskare. Men tyckte han det, så var det väl så. Han lovade ju en gång att förfölja henne till universums ände.

Candy och husroboten betraktade däremot varandra med stor misstänksamhet. Första gången de träffades drog jag fram roboten till Candy och lät henne nosa på den. Hon närmade sig långsamt och snusade på den med rest ragg, styva ben och öronen bakåstrukna. Roboten visade inte någon rädsla. Så långt hade inte robotarna kommit ens på Mars.

Candy tittade på oss då och då, gick misstänksamt ett varv runt roboten och innan jag hann blinka bet hon den i benet. Jag lyckades befria den och när min fru eftertryckligt fyade henne kastade hon en förorättad blick på henne, tittade en sista gång ointresserat på roboten, sänkte öronen och lät den vara.

I fortsättningen haltade den. Det fick gå. Jag ville inte lämna in den till en ny reparation. Candy ignorerade den totalt från den stunden fast hon blev lite sur om den kom för nära. Roboten visste inte riktigt

hur den skulle förhålla sig till henne. Ibland när hon lade sig på golvet tog den henne för en matta och försökte dammsuga henne, men då drog hon sig morrande undan.

Hon drog sig gärna in under sängarna där hon fick vara ifred för roboten. Jag lyckades aldrig lära den att städa där. Av någon anledning drog den sig för att krypa in i mörka skrymslen. På morgonen brukade jag istället slänga dit en näve robotflugor, som flög iväg med smutsen.

Hon gjorde en del nytta. En morgon dödade hon fyra av våra största och fetaste kackerlackor. Men hon trivdes inte särskilt i vårt lilla rum djupt under jorden. När hon ville ut sprang hon fram och tillbaka, nosade och gnällde och slokade med öronen med svansen mellan benen. Sedan sprang hon till dörren och skällde, lade sig där och väntade.

Då var det dags för en promenad. Hundar ska ju rastas. Första gången höll det på att gå illa. Vi vandrade lugnt och långsamt inåt staden. Sedan följde vi en sidogata, som längre upp mynnade ut i ett antal smågator. Jag vände om en krök och kom ut på en större gata på väg mot stadshusdomen. Candy följde mig, som jag trodde fångad av mitt kroppsfält. Så var det ju med robotar.

Jag höll mig nära henne för att hålla henne i önskad riktning, men rätt som det var när jag tittade ner var hon borta. När jag såg mig omkring såg jag att hon nosade omkring på en liten gräsmatta. Jag tog några jämfotahopp efter henne och då tog hon ett jättehopp bort mot några buskar. Jag lyckades gripa henne just som hon var på väg in i snåret, men då vred hon sig lös och krökte rygg för att utträtta sina behov medan marsianerna runt omkring intresserade såg på.

Jag borde ha förstått vad hon ville. Hundar behöver nosa runt innan det händer, men på Mars fanns nog inga dofter som satte igång det hela, för det tog alltid sin tid. Till slut kom jag på att det fungerade bäst om jag alltid gick tillbaka till samma ställe. Lämningarna plockade jag upp och gav till min favoritrestaurang. Fekalpastan de gjorde av dem påstod de var mycket uppskattad, men själv kände jag aldrig för att smaka. Jag uppskattade aldrig den marsianska nationalrätten.

I hennes hjärna fanns säkert stora områden fyllda med sökmotorer och annat, men någon koppling till mitt kroppsfält fanns där tydligen inte. I fortsättningen höll vi henne kopplad under våra utflykter.

En kväll befann vi oss i stadsparken. Jag är full av beundran för marsianerna förmåga att skapa lite natur i sin sterila miljö. Parken är full av konstverk, fresker täcker murarna och statyer pryder de öppna platserna. I parkens grönskande skugga strövar folk omkring eller bildar små grupper, diskuterande eller bara betraktande de förbipasserande.

Vi gick sakta längs en liten bäck. Långsamma virvelvindar svepte genom gräset. Candy hoppade muntert omkring och kröp mellan benen på oss, trasslade in sig i kopplet och visade på alla sätt sin glädje över att få göra en promenad. Hon strosade lyckligt omkring, luktade på stenarna och växterna och nosade på allt.

Där finns ett litet vattenfall, som faller ut i en liten sjö. Det är en fiskdamm och några småpojkar höll på med en fisketävling. Valv över vattnet gör att fiskarna kan flytta sig mellan sol och skugga. Där stod de och spottade i vattnet för att locka upp fiskarna, medan de höll utkik efter vakterna, som inte gillade vad de höll på med.

Dammarna vaktas av en särskild arbetsstyrka för sådana här dammar är svåra att bygga, förse med yngel och underhålla. Djupet och botten måste anpassas till de olika fiskarterna. Svåra problem är matning och vård. Ett helt system av fördämningar med slussar fördelar vatten lämpligt för förökning och tillväxt. Tilapian, den vanligaste fisken, är grågul, väger upp till fem kilo med en stor taggig ryggfena. Men där finns också andra arter. Efter att Mars koloniserades lyckades man till och med genetveckla jordiska havsfiskar till sötvatten.

Vi satte oss på en bänk nära det porlande vattenfallet under ett valv av murgröna och blommande vita klängrosor. Blomblad singlar ned. Grässtrån växte runt omkring upp över våra huvuden. Dammens vatten glänste stilla och vita marmorstatyer lyste fram mellan träden. Det skimrande ljuset från den konstgjorda solen fyllde luften och i kvällens rödaktiga sken böjde sig träd fram över vattnet. Det var pinjer, cypresser, ekar, olivträd och andra som förts dit från jorden. Lianer hängde draperade i eleganta slingor från träd till träd. Deras kronor hade en genomskinlig grönska och deras blad speglade sig i vattnet. De rörde sig sakta i en omärklig bris, som förde med sig en doft av rosor. Ovan bland grenarna kvittrade robotfåglaarna med sina känsliga organ gömda under gummiskinn. Inte långt bort kunde vi höra några lekande barn.

Porlet från vattenfallet påminde mig om det stilla vågskvalpet mot stranden av den stora sjön hemma på Jorden. Det var det behagligaste ljud jag visste och jag kände en våg av sorg, när jag tänkte på att jag nu var för svag för tyngdkraften på den planet jag föddes på. Det var ännu ett minne från ett fridfullt förflutet som ersatts av ett skrämmande nu.

På andra sidan dammen var täta buskage och därbakom var domens vita vägg. Candy gäspade, kliade sig med baktassen bakom ena örat och rullade sig sedan lättjefullt på marken. Bin surrade och något slags insekt, kanske en kackerlacka, kilade bort i gräset. En fjäril med färggranna vingar flög in och ut i skuggorna. Hur spröda var inte fjärilarna här, tänkte jag.

Ett bi landade på mitt ansikte. Jag lade ifrån mig Candys koppel och föste varsamt bort det rädd att bli stucken. Bina behövs för pollinering. De är stora och blommor och träd är också mycket högre än på Jorden på grund av den lägre gravitationen. Solrosorna är dubbelt så höga. Men den största överraskningen för oss jordbor var insekterna. Lufttrycket i staden var 340 millibar, tillräckligt för att man inte skulle behöva rymddräkt, men också för att bina skulle kunna flyga vid Mars gravitation. Det arbete som åtgår för att flyga är starkt beroende av gravitationen. De bin som används för att befrukta blommorna på Mars är tre gånger så stora som på Jorden och flyger tre gånger så fort.

Det fick Candy känna på. Ibland blev hon jagad av ett bi. Nu upptäckte vi plötsligt att hon var försvunnen.

-Candy! ropade min fru, Candy!

En brun nos stack ut ur snåren på andra sidan dammen. Candy dök plötsligt fram ur buskarna. Hon stod med huvudet på sned med öronen rakt upp och lyssnade. Dammen var täckt med en grön sörja av växter, som verkade växa mycket bra i den låga gravitationen. Så fick hon syn på oss och rusade rakt ut över det, som hon antagligen trodde var en inbjudande gräsmatta.

Den hastighet med vilken en levande varsel kan röra sig beror på pendelfrekvensen hos benen och den är mindre vid låg gravitation. Därför blir alla rörelser mycket värdiga och gravitetiska. Däremot kan man hoppa tre gånger så högt och långt. Tio meters hopp är ingenting för en jordisk hund på Mars. Candy hann ut till mitten av dammen innan hon plumsade i och försvann ner i det gröna slemmet. Hon kom

upp spottande och flämtande och slog sig fram genom sörjan med snabba ryckiga rörelser och höguret huvud och kopplet släpande efter sig.



Min fru sträckte sig ut och halade in henne i halsbandet. Hon tog några motvilliga steg framåt, gnällde ömkligt och höll sin uttrycksfulla svans mellan benen. Sloköt gick hon en bit bort och skakade vattnet ur pälsen. Det gjorde alltid den gamla Candy också för att inte skvätta ner oss. Hon skakade vilt på sig och stänkte vatten vida omkring. Hon rullade runt på rygg och gned än den ena än den andra sidan häftigt mot gräset för att bli torr. Sedan kom hon tillbaka och slickade sig skamset om nosen inställsamt viftande på svansen. Min fru såg till att binda kopplet vid bänkenbenet

Men allt var inte så idylliskt. Det började hända konstiga saker. Min fru berättade att det plötsligt strömmade in pengar till Mars från överallt på Jorden men mest från Moskva. När folk offrade till Cyberanden gick pengarna alltid till Flaminia personligen. Många på Jorden fortsatte tydligen med det även sedan Plurimax tog över. Flaminia ordnade antagligen en eftersändning av sina inkomster till Mars, innan hon själv skickades hit som databas. Den länken fungerade och pengarna strömmade in fast Flaminia själv aldrig kom fram.

Plurimax måste vara rasande. Detta träffade honom ju på hans ömmaste punkt, nämligen i plånboken. När han tog över Cyberanden så såg han säkert till att programmera om den så att alla människors handlingar gynnade honom och att alla pengar till Cyberanden gick till honom.

På Jorden avgjorde ju Cyberandens algoritmer vad människor gjorde innan de ens visste om att det var något att fundera på. Det här visade att många på Jorden tog av sig antennen, kontakten med Cyberanden. Det var ju alltid svårt att få folk att ha på sig den, men det mesta av pengarna kom tydligen från Moskva. Munken på Röda Torget, som pekade på Candy och sade att folk borde leva som henne utan antenn, var ju

död, men hans ideer levde säkert kvar, särskilt i Moskva förstås. Kanske visste folk att Candy dök upp här istället för Flaminia och tyckte att Candy och inte Plurimax var Cyberandens rättmätiga överhuvud. Candy brände ner hans opiumfält, nu stal hon hans pengar också. Synd bara att vi aldrig såg till de pengarna. De fastnade väl i någon bank. Sådana fanns också på Mars.

Vad skulle Plurimax göra nu? Att något var på gång, det förstod jag snart. Den nya vinodlingen blev färdig, men då skulle det till min stora förvåning odlas potatis där istället. Jag frågade Pecka om han visste varför, men han hade ingen aning.

Det var väl bra med potatis, tyckte han, det var mer näring i dem än i alla andra växter. Han visste förstås inget om vinsmugglingen till Månen. Jag berättade om den och hur viktig den var för att få helium därifrån. Kanske hade Plurimax upptäckt och stoppat den, sa jag. Pecka tyckte att det var väl lika bra det. Vin var ändå bara för kärringar. Där han kom ifrån drack man starkare saker minsann. Jaha, tänkte jag, så det var det han smusslade med i kloakerna. Folk brände väl sin egen sprit nere i underjorden.

Jag frågade min fru, men hon visste inget heller. Sedan Plurimax slog sönder alla marsianska datorer på Jorden kom inga nyheter därifrån, men man såg att reklamerna svämmade över. Plurimax försökte kanske dränka dåliga nyheter i reklam, som man alltid gjorde på Jorden.

Hon hade förresten annat att tänka på. Hon fick ingen riktig insyn i vad robotforskarna höll på med, men hon visste att man började tappa kontakten med robotarna, som skickades till asteroiderna. De blev väl rädda och stack, sa hon. Det var nackdelen med intelligenta robotar. En maskin har inget medvetande, den vet inte att den finns till och är inte rädd. Nu forskade man en massa om kvanttillstånd i hjärnorna på de här robotarna, där medvetandet uppstod, men det räckte inte.

-Man borde dressera dem så att de genomför sitt uppdrag fast de är rädda, sa hon. Där borde jag och Candy få hjälpa till. Jag lärde ju upp Candy en gång. Sánt kan dom inte här.

-Ja, då kanske du skulle få löneförhöjning, sa jag förhoppningsfullt, men det svarade hon inte på.



Det bara slank ur mig och det var dumt, det förstod jag med en gång. Jag brukar ju annars hålla tand för tunga för att inte råka i onödiga diskussioner. Jag visste ju inte vad hon tjänade. De flesta på Mars säger att de tjänar bra, men de ljuger om sin lön och skäms över den. Ingen vet vad den andre får. Man talar inte om det. De flesta har två eller tre arbeten för att klara sig. Man kan heller aldrig planera sin inkomst. Människor kommer och går eller kallas aldrig in till nästa dags arbete. Så var det ju för mig själv. Antagligen var det likadant på institutet där hon arbetade.

Vi sade inget mer om att dressera rädda robotar. Det var ju inget jag begrep mig på. Min egen uppgift i potatislandet var enkel. Det krävdes ingen begåvning för det, men jag fick åtminstone en av de gammaldags robotarna till hjälp. Om den var rädd vet jag inte, men motsträvig var den förstas. Till slut lyckades jag koppla grepp på den så att jag kunde föra dess händer över en potatis.

Jag lärde den att skära sönder potatisarna i bitar med minst två ögon på varje del och gräva ner dem på rad i odlingsbädden. De växte bra i ljuset från LED-lamporna, fast de var små jämfört med de jag såg på Jorden. All koldioxid i marsluften borde ändå ha fått dem att växa bättre. Luften i växthusen var som på Jorden för sextio miljoner år sedan, då gräs och annat började växa så ursinnigt att det orsakade utarmning i atmosfären och sände planeten in i upprepade istider. Jorden på Mars påstods ju också vara rikare på näringsämnen om än fattigare på kalium. Kanske var det den kosmiska strålningen, som var problemet. Egentligen borde man nog ha odlat potatisen inne i domerna, tänkte jag. Det var något skumt med det hela.

Skummare blev det. Det hände allt oftare att ljuset slocknade och det gick ju inte att odla potatis i mörker. På Mars är solljuset bara 40 procent av Jordens. Det räckte, men alla växter behöver 6-7 timmar solljus och 12-14 timmar artificiellt ljus. Efter några veckor blev jag utkastad. Odlingen skulle avvecklas. Lika bra det. Gammal man orkar inte med.

Jag var trött och nedslagen efter min sista arbetsdag i potatislandet. Ändå gick jag på Svartskäggets predikan dagen därpå för att kanske få veta vad som hände. Det fick jag. Han erkände inför en missnöjd publik att det inte längre gick att få helium från Månen. Plurimax hade stoppat vinsmugglingen. Man måste ransonera elen tills man erövrat några asteroider.

Jag fick gå hemma, gräla med roboten och

vänta på att min fru skulle komma hem med Candy och nyheter. Hon var hela dagarna på institutet med Candy. Men så en dag kom hon hem tidigare än vanligt och sa att nu började man se resultat. Vi skulle gå och titta på kapplöpningarna så skulle jag få se.

Jag älskade kapplöpningarna med robotar. Det fanns fyra lag med var sin färg, vita, röda, blå eller gröna. Jag höll på de röda och den här gången var det en ny typ av robot som tävlade för dem. Den såg ut som de andra, men när den presenterades för publiken påstods det att den hade en ny och mer avancerad hjärna. Min fru påpekade stolt för mig att hon var med och utvecklade den. Den hade också mjukvara för adaptiv syn, vad det nu var, som kombinerade data från fem laseravståndsmätare, en videokamera och radar.

Man hade byggt upp en hinderbana på arenan med häckar och vattengravar, som robotarna skulle ta sig förbi. Där blev det väldigt trångt och skador på robotarna var vardagsmat. Det var det mest spännande i loppet.

Istället för att rusa rakt fram efter starten började den nya roboten tränga de andra åt sidorna medan farten ökade på väg mot den första vändningen. Publiken buade, men domarna ingrep inte för det var inget som förbjöd att man hindrade de andra. Den nya roboten gjorde det på ett mycket listigt sätt som fick de andra att kollidera med varann i sina ansträngningar att komma ikapp. De var långt efter redan vid första vändningen.

Den nya roboten ledde klart när den närmade sig det sista hindret, en smal bro, som ledde över ett vattenhinder strax före mål. Bron var så smal att bara en robot åt gången kunde passera. Tanken var förstås att om tävlingen var jämn, när man nådde dit, så skulle en av dem komma över först och fortsätta mot mål.

Förra gången jag såg tävlingen tvärstannade den röda roboten vid bron och släppte fram de andra. Den hade ju en Candyhjärna och Candy vågade aldrig gå över en bro. Men nu fortsatte den rakt över. Min fru applåderade. Candy var också med oss och hon vippade så ivrigt på svansen att hela bakdelen svängde.

-Säg du, ropade min fru till mig över publikens jubel. Den gick över fast den var rädd.

-Jo, det var väl bra, sa jag. Det tillhörde mina principer att vara ointresserad av robotar.

-Och såg du hur snabbt den trängde ut de andra robotarna, ropade hon och det be-

hövde jag inte svara på för allt dränktes i de rödas jubel och de andras protester.

Det var fördelen med elektroniken, sa hon när vi gick hem. Den tänker blixtnabbt. Cyberanden skulle aldrig hinna radera oekonomiska tankar på en robot, som den ju gör på människorna på Jorden, där signalerna överförs kemiskt.

-Då tar väl robotarna över, sa jag dystert.

-Det tror jag inte, skrattade hon. Kemin kräver mindre utrymme än en elektrisk koppling. Man kan aldrig bygga en dator med samma kapacitet som en människohjärna. Den tänker snabbare, men inte på så mycket.

Hur som helst, sa hon när vi kom hem. Nu övervann i alla fall robotarna sin rädsla. Men det fanns annat, som Candy kunde hjälpa till med. Ungefär när de tappade kontakten med robotarna därute i rymden tyckte hon sig minnas att Candy inte var som vanligt. Hon var orolig, sprang fram och tillbaka och nosade i sina egna spår, lade sig sedan orörlig och såg olycklig ut.

Det fanns kvantfenomen som gjorde att två partiklar kunde växelverka med varandra, sa hon. Påverkan på en av dem återverkade omedelbart på den andra oavsett avstånd. Hjärnorna på robotarna där ute i rymden var ju byggda utifrån Candys databas. Kanske var Candy intrasslad med dem. Om de kände sig hotade kanske det återverkade på henne.

Man måste ju kunna styra robotarna därute, innan de hittade på något på egen hand. Om intrasslingen med Candy nu fungerade, gällde det att använda den. Med en vanlig radiosignal tog det för lång tid att nå dem. Men tyvärr gjorde man inget åt det på institutet. Allt gick så långsamt.

-Vet du om att dom har satt upp en hel avdelning för hundpsykologi, sade hon. Jag tyckte att jag skulle få arbeta med intrasslingen, men chefen är en gammal grinig gubbstrutt. Han säger att deras arbete är hemligt och att jag inte har något där att göra. Han krånglar till allting och har en massa oavgjorda och invecklade saker för sig. Saker kommer bort för honom. Hans rum är en enda röra och ibland hittar han inte ens dit. Allting försvinner i ett ogenomträngligt kaos. Men han är en sällskapsmänniska och väldigt trevlig, säkert vinprovare, pratar bara om vin hela tiden och inget blir gjort. Så är det med det. Tyvärr tror jag inte att man nånsin kommer till några asteroider. Jag undrar hur det här ska gå.



讓地球像火星一樣

Hon var inte den enda som undrade. Man fick inga andra nyheter än de som gick från mun till mun eller kunde urskiljas i andras ögon. Folk som möttes på gatan stirrade på varandra osäkra och oroliga. En stillhet föll över staden. Man visste ingenting om robotarna, som skulle vara på väg till asteroiderna för att kanske hämta nytt bränsle till reaktorena utom att de hade lämnat Phobos och försvunnit i rymden. Inget är så fasansfullt som att inte veta vad som händer.

Jag gick omkring ute på gatorna natt och dag, iakttagande och lyssnande. Jag hade ju inget annat att göra. Plötsligt kunde ljuset slockna. Det gjorde det allt oftare, när man minst väntade det och det verkade som om en obestämd skräck höll på att ta staden i besittning. Människorna på Mars är ju så utsatta. Allt måste fungera för att de skall överleva. Nu fungerade det inte och man kunde inget göra.

Människor måste tro på framtiden för att stå ut med samtiden. När jag strövade genom de krokiga gränderna sökte min blick överallt efter uttrycken i människornas ansikten och jag lyssnade spänt för att kanske uppfatta något nytt. Jag kände mig dyster och deprimerad för jag kände invånarnas egen dysterhet och depression. Folk satt med huvudena tätt ihop och kastade bara en förströdd blick på mig när jag kom förbi och återgick sedan till sin viskande konversation. Man kunde få se någon stirra mot himlen som frånvarande och sedan plötsligt rycka till och fortsätta som vanligt med dyster beslutsamhet

Tiden släpade sig fram och den svarta skuggan av en katastrof hängde över staden. Man såg den skriven i människornas

ansikten. Sorlet av röster ljöd lite starkare och ansiktena verkade blekare och nerverna hårdare spända. Folkmassor samlades hos terroristkärningen för att kanske få veta något nytt eller för att söka tröst i andras sällskap. Ingen brydde sig längre om Svartskägget. Han hade ju inget att säga.

För henne var allting Jordens fel. Alla på Mars känner ju till de fasor som robotarna från Jorden bragte över Mars under frigörelsekriget. Det är något vi som jordbor aldrig hörde talas om. Det var ju så länge sedan.

Det var den första bosättningen på Mars. Invånarna påstås ha haft det bra här. Så länge det varade. Tills robotarna kom och tunnlnarna rasade in. Vad hände med dem som bodde där? Ja vad tror ni. De dog allihop. Luften försvann. Elsystemet förstördes. Allt blev mörkt. Det sägs att det fanns överlevande i täta fickor. Om de försökte gräva sig ut försvann luften. De gav upp lade sig ner och väntade på att luften skulle ta slut. Människor vill ju leva så länge som möjligt. Det sägs att om man går intill väggarna som vetter utåt mot ytan så kan man ännu höra deras suckar av förtvivlan.

Nu ropade terroristkärningen att samma sak kunde hända igen och ännu värre. Den gången överlevde några och blev fria från Jorden. Men jordborna skulle säkert inte ges sig förrän alla marsianer var utrotade. Det gällde att ta atombomberna vid Venus innan Jorden gjorde det. Om inte Mars fick bli som Jorden så måste Jorden bli som Mars, upprepade hon igen och igen.

Det var något jordborna var på väg att ställa till själva, tänkte jag och tänkte på hur öknarna bredde ut sig. Men jag ville

inte att det skulle ske med atombomber.

Att Plurimax skulle anfalla Mars med robotar var ju inte troligt. Han förstörde ju själv alla robotar på Jorden. Men med atombomber? Kanske. Jag såg på bilden av kärningen och atombomben i vårt rum och kände skräck i hjärtat. Min gamla mardröm kom tillbaka. Tänk om atombomberna satte eld på de metanosande haven på Jorden. Jag måste erkänna för mig själv att ju längre bort jag kom från Jorden desto mer längtade jag tillbaka till den som den en gång var. Den var enastående i det kända universum. Fast det tänkte jag aldrig på så länge jag var där.

Människorna skingrades under tystnad. Ingen talade. Kanske hade hon rätt. Kanske inte. Vem visste? En begynnande skräck spred sig sakta över staden. Människor såg varandra i ögonen med en ångest som de inte kunde dölja. Hemska rykten flög upp och ner längs gatorna och satte staden i svallning. En jordisk flotta påstods redan vara på väg till Venus och atombomberna där. Tiden rann ut. Vi måste ta atombomberna innan Jorden gör det, skrek terroristkärningen och slog kvasten i marken.

Bristen på el gjorde att staden förvandlades till en spökstad, hukande sig i mörkret, med endast några enstaka lampor som skingrade den spöklika mörkläggningen. Långa smala ljusstrålar svepte över himlens röda tak. Paniken grep staden vid strupen. Ryktena blev allt vildare. Atombomberna kanske redan hade lämnat Venus. Ett anfall kunde komma när som helst.

Vågor av panik började slå upp. Panikslagna människor stormade och försökte muta sig med transporter till Phobos och Deimos. Folk köpte upp hela lager i butikerna utan att veta vad de skulle göra med det. Priserna steg på både mat och kläder. Ingen ville längre bo i lyxlägenheterna vid väggarna. Hyrorna i lediga rum under jorden blev tre fyra gånger högre än normalt. Som om man var bättre skyddad mot atombomberna där.

Det vilade en hopplöshet över staden. När jag tänker tillbaka inser jag hur djupt betryckta alla kände sig den här tiden. Mäktiga krafter svepte oss med sig. Den enda som inte brydde sig var Candy.