



# BEVINGAT

Nr 1/2022

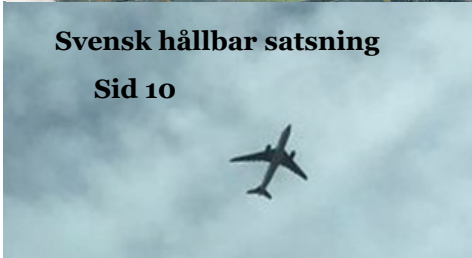
FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Steg mot hållbart flyg

Sid 7



Svensk hållbar satsning

Sid 10



Drönare på gång sid 13



Flygtaxi var god dröj

Sid 14



Satelliternas år sid 21



Mot månen och Mars

Sid 23

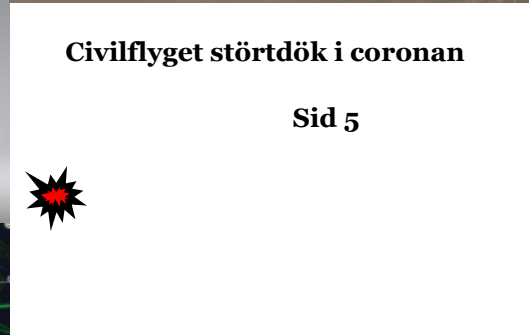
**Den nya svenska rymdlagen**  
Ariel Borenstein  
kommenterar den statliga utredningen om ny rymdlag presenterad 23 november. Den föreslår omfattande ny lagstiftning om bl a tillståndsprocess för rymdverksamhet, registrering av rymdföremål och villkor för skadestånd.  
Se sid 2.

**År 2021**



Militären flög som vanligt

Sid 4



Civilflyget störcök i coronan

Sid 5



Formbara vingar

Sid 25



Satellitens historia  
Sid 26

Candy och piraterna

Sid 42



**Vill du se tidigare nummer av Bevingat, veta mer om Flygtekniska Föreningen eller bli medlem?**  
Gå då till: <http://ftfsweden.se>

# Kommentarer till den föreslagna svenska rymdlagen

Ariel Borenstein

En statlig utredning om ny rymdlag presenterades 23 november. Den föreslår omfattande ny lagstiftning om bl a tillståndsprocess för rymdverksamhet, registrering av rymdföremål och villkor för skadestånd. Men inget nytt föreslås om bemannad rymdfart – utredningen hänvisar till Luftfartslagen och till framtida lagstiftning. <http://www.arielspace.se/web/page.aspx?refid=299> (markera+ctrl+dblklick)



## Nya tider.

1982 dominerades rymden av Sovjetunionen och USA. I Sverige grydde en statlig rymdverksamhet och en rymdindustri. Då tyckte man att det var dags att lagstifta om Sveriges rymdverksamhet och riksdagen tog beslut om "lag om rymdverksamhet".

Lagen var kort, bara 6 paragrafer, och den handlade nästan uteslutande om olika sätt att sätta käppar i hjulet för privat rymdverksamhet. Sondraketer som sköts upp på statligt ägda Esrange reglerades inte alls av rymdlagen. Privat rymdverksamhet kunde bara bedrivas med tillstånd av regeringen.

## Nu är det 2021.

Ett stort antal stater bedriver numera rymdverksamhet. Den globala rymdbranschen, statlig plus privat, omsatte 2020 ett belopp uppgående till 385 miljarder dollar. Teknisk utveckling har gjort att satelliter kan utföra de mest häpnadsväckande arbetsuppgifter. Avancerad teknologi kan rymmas i små satelliter, som kan sändas upp med små raketer. Det finns en internationell rymdstation. Militär verksamhet är alltmer beroende av satelliter.

Raketer, satelliter, rymdstationer, bemannad rymdfart, privat rymdverksamhet, avancerade teleskop i rymden – människans aktiviteter i rymden blir allt mer omfattande. Rymdlagen från 1982 klarar inte allt detta, det är dags för en ny lag.

## En ny lag om rymdverksamhet.

2018 fick juristen Göran Lundahl i uppdrag av regeringen att utreda vilka krav som borde ställas på en ny rymdlag. Han överlämnade ett betänkande till regeringen 23 november 2021.

De förslag utredningen lägger fram handlar bl.a. om tillståndsansökan för rymdverksamhet, Rymdstyrelsens tillsyn, registrering av rymdföremål, skadestånd, försäkringsfrågor och regler för Esrange. Man gör också en analys av villkoren för kommersiell rymdverksamhet, men föreslår ingen separat lagstiftning för denna aktivitet.

## Jag var journalisten i rummet!

På presskonferensen där lagförslaget presenterades fanns ingen större mediabevakning. Jag var ende närvarande journalist, TT fanns med på länk. Övriga i rummet var personal som skötte kommunikationsutrustningen och några experter som deltagit i utredningen. Utredaren avslutade sin presentation med orden: "Finns det några frågor?" Alla tittade på mig. Ja, jag ställde en fråga.

En sak är klar: den nya lagen kommer att bli mycket mer innehållsrik än den gamla.

Det behövs ett antal definitioner:

Vad är ett rymdföremål? Var går gränsen mellan den höjd där luftfartsregler gäller och där rymdlagen ska börja gälla?

Det behövs regler om hur det ska gå till att få tillstånd att bedriva rymdverksamhet:

Det behövs regler för tillsyn, dvs hur ska kontroll göras av att lagen följs?

Sverige måste föra ett register över alla farkoster vi sänder upp i rymden och rapportera detta till FN. Hur ska detta gå till?

Vilka arbetsuppgifter ska Rymdstyrelsen ha i framtiden?

Olyckor kan inträffa. Hur ska skadeståndsreglerna vara utformade? Vilka regler ska gälla om försäkringar?

Vilka krav måste ställas på vår rymdverksamhet vad gäller rymdmiljö och rymdskrot?

Vilken lagstiftning ska gälla för Esrange? Vad innebär det att satelliter snart ska sändas upp från Esrange?

Behövs särskild lagstiftning för att underlätta bedrivande av privat rymdverksamhet, t. ex. rymdturism?

Hur mycket hänsyn ska Sverige ta till internationella rymdavtal och till lagstiftning i andra länder?

Den nya lagen måste beakta utrikes-, säkerhets-, och försvarspolitiska frågor.

## Sänd inte en raket till månen av misstag!

Lagstiftning brukar inte locka till skratt, men en formulering i förslaget till ny rymdlag är som gjord att skämtas om: "Den som av oaksamhet bedriver rymdverksamhet utan tillstånd ska dömas till böter eller fängelse." Den här paragrafen ingår i förslaget till tillståndsprocedur. Jag förstår vad som avses, men det är komiskt att tänka sig att någon av misstag sänder upp en raket.

Till att börja med ställs lagstiftaren inför problemet om var rymden börjar. Det finns inget internationellt avtal som reglerar detta. Här föreslås att man väljer höjden 10 mil som gräns och att alla "rymdföremål" som passerar den gränsen ska omfattas av lagen.

Den nuvarande lagen undantar sondraketer, men med den nya definitionen kommer rymdlagen att gälla också för sondraketer som når högre än 10 mil. Några av de raketer som sänds från Esrange kommer då att lyda under rymdlagen.

## Svenska rymdlagen

### Vi tror på kraftigt ökad rymdverksamhet.

Det blir Rymdstyrelsen som både ska bevilja tillstånd och övervaka att reglerna följs. Än så länge är det regeringen som beviljar tillstånd till rymdverksamhet, men utredaren tror att antalet ärenden kommer att öka kraftigt de närmaste åren, och därför är det bäst att detta delegeras till Rymdstyrelsen, som har den största kompetensen på området. Det är önskvärt att tillståndsansökningar behandlas ganska skyndsamt.

Man specificerar i två paragrafer omfattande 15 punkter de krav som en ansökan om rymdverksamhet måste uppfylla. Lagförslaget kompletteras med förslag på en rymdförordning där några ämnen detaljregleras. Bl a specificerar man i 17 punkter ytterligare vad som krävs av en tillståndsansökan.

Både statlig och privat rymdverksamhet ska kräva ansökan om tillstånd. Men regeringen kan besluta att någon viss statlig verksamhet ska få göras utan undantag, och försvaret behöver inget tillstånd!

Det ska inte utfärdas något generellt tillstånd till t.ex. ett företag, utan det ska finnas olika typer av tillstånd: för uppsändning av rymdföremål, för manövrering eller annan påverkan av föremålet i rymden, återföring, aktivitet på annan himlakropp (!!!), annan verksamhet.

Kraven för tillståndsgivning ska specificeras i lagen så att den sökande vet exakt vad som krävs. Den som ska sända upp något i rymden behöver ha koll på vad det krävs tekniskt och ekonomiskt, hur man säkerställer att ingen katastrof inträffar, vad det krävs av miljötänk osv

### Rymdstyrelsen ska kontrollera att lagen följs.

Enligt lagförslaget borde Rymdstyrelsen få befogenhet att göra kontroller. Man ska kunna begära in uppgifter från rymdaktörer och göra inspektioner. Rymdstyrelsen ska kunna sätta makt bakom sina krav genom att tilldela en varning, och ha rätt att dra in tillstånd.

Som jag nämnde tidigare kan rymdverksamhet utan tillstånd ge böter eller fängelse för ansvarig person eller företrädare för företaget.

### Nationell säkerhet.

För att säkerställa att utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska hänsyn tas vid tillståndsgivning ska Rymdstyrelsen samråda med Försvarsmakten, Säkerhetspolisen och en myndighet som heter "Inspektionen för strategiska produkter".

### Jag kan inte räkna dem alla.

Rymdskrot är ett växande och allvarligt hot mot världens rymdfart. Sedan den första farkosten la sig i bana runt jorden 1957 har man sänt upp ett stort antal satelliter. De flesta av dem är nu oanvändbara. Dessutom har många satelliter och raketsteg gått sönder och mängder av mindre föremål finns nu i omloppsbana.

Enligt ett internationellt avtal, Registreringskonventionen från 1975, ska ett land som sänder upp föremål i omloppsbana föra ett register över föremålen, och också sända informationen vidare till FN. Den nya lagen ska reglera detaljer kring hur detta ska gå till.

I lagförslaget föreslås åtgärder för att bevara rymdmiljön och förhindra rymdskrot. Det finns inget internationellt avtal, men det finns rekommendationer beslutade i FN. Satelliter bör ha bränsle kvar för att tillse att de kan tas bort från känsliga banor inom 25 år.

### Om det går åt h-e.

Lagen ska säkerställa att privata aktörer som råkar ut för olyckor där allmänheten drabbas är försäkrade och att de är skadeståndsskyldiga.

Om raketerna ramlar ner utomlands kan internationella avtal innebära att svenska staten blir skadeståndsskyldig. Staten har då rätt att kräva den person eller det företag som äger raketerna på ersättning i sin tur (sk regressrätt), men med en övre beloppsgrens på 600 miljoner kr.

### Norrbottnens län bestämmer om Esrange.

Utredaren finner ingen anledning att ändra på de lagar och bestämmelser som gäller för Esrange. Det är Länsstyrelsen i Norrbottens län som reglerar säkerheten på rymdbasen. Lag om säkerhet kräver att Esrange är en säkerhetszon.

### Kommersiell rymdverksamhet.

Något som överraskar rejält är att utredningen inte föreslår någon specifik lagreglering alls om kommersiell bemannad rymdverksamhet. I USA har Federal Aviation Administration fått lagstöd 2020 för att hantera kommersiella rymdfärder. I Sverige har man efterlyst ny lagstiftning. T.ex. vill företaget Spaceport Sweden samarbeta med Virgin Galactic som tar upp ett flygplan på hög höjd och där sänder iväg en raket som finns monterad under planet. För att utländska företag i branschen ska våga starta aktivitet i Sverige krävs klara spelregler.

Utredaren skriver att eftersom den rymdturism som kan bli aktuell sker med sondraket eller flygplan så gäller luftfartslagen. Om farkosten ska nå över gränsen 100 km anses det ju handla om rymdverksamhet och då krävs tillstånd av Rymdstyrelsen.

Vad gäller en rymdbas säger man att rymdlagen inte ska reglera vad som sker på marken, så luftfartslagen gäller s k horisontell uppfart (Virgin Galactic). Vad gäller vertikal uppskjutning av rymdfarare så konstaterar utredaren att den enda rymdbas som finns i Sverige är Esrange, och där planeras inga bemannade uppskjutningar, så det krävs ingen ny lagstiftning. Och någon ny rymdbas planeras inte.

Slutklämmen i avsnittet om kommersiell rymdfart blir en efterlysning av ny lagstiftning som reglerar luftfart och rymdfart i samma lag, och som omfattar Esrange. Utredarens uppdrag omfattar inte aktiviteter på marken. Min åsikt är att man borde ta detta helhetsgrepp redan i den nu aktuella nya rymdlagen.

### När börjar det?

I betänkandet föreslås att den nya lagen börjar gälla 1 januari 2023.

**OBS! Den här artikeln är både tänkt som information om lagförslaget och som ett diskussionsinlägg. Har du några synpunkter på lagförslaget eller på min artikel, maila mig på [rymden@arielspace.se](mailto:rymden@arielspace.se) och uppge om jag ska publicera dina synpunkter på Arielspace. <http://www.arielspace.se/web/page.aspx?refid=299>**

## Militärt flyg 2021

**Covid 19 dominerade nyheterna 2021, men för världens försvarsindustrier var det ändå ett händelserikt år av avtäckningar, utrullningar, första flygningar och stora beställningar. Här är några av de mer anmärkningsvärda händelserna.**

[Aerospace America](#)  
[Aviation Week](#)



Red Hawk

I februari började Boeing producera det amerikanska flygvapnets avancerade skolflygplan ET-7A Red Hawk. Boeing-Saab T-7 Red Hawk ersätter skolflygplan av modell Northrop T-38 Talon i USA:s flygvapen. Planet har utvecklats av Boeing och Saab i samarbete. Det är amerikanska flygvapnets första med en eSeries-beteckning, vilket indikerar att det designades och producerades med hjälp av digital teknik. Utvecklingen omfattade modellbaserade teknik- och designverktyg, som resulterade i 80 % färre monteringsstimmar och 50 % mindre programvaruutvecklingstid.

Under 2021 fick Lockheed Martin beställningar på F-35A från Schweiz (36 flygplan) och Finland (64), men Frankrike fick årets största jaktplansorder i december när man skrev på ett avtal på 17 miljarder euro med Förenade Arabemiraten för 80 Dassault Rafale F4. Detta följde på beställningar under året från Grekland på 24 nya och begagnade Rafales och från Kroatien på 12 franska flygplan.



KF-21

Korea Aerospace Industries rullade ut den första prototypen av sitt KF-21 Boramae inhemska jaktplan, tidigare kallat KF-X, den 9 april. Första flygningen av det tvåmotoriga General Electric F414-drivna KF-21 är planerat till andra kvartalet 2022 och planet är avsett att börja användas 2026.

Sukhoi presenterade sitt Light Tactical Aircraft, eller Checkmate, exportflygplan på MAKS 2021 air show utanför Moskva i juli, med en internationell debut på Dubai Airshow i november. Flygplanet drivs av en enda Saturn AL-41F1 motor och är planerat att flyga 2023. Full produktion är avsedd att börja vid Komsomolsk-on-Amur-anläggningen i slutet av 2025.

Utrullningen av det amerikanska flygvapnets Northrop Grumman B-21 smyg-bombplan kommer i början av 2022. I

Kina ökar antydningarna om att utbyggnaden av dess långdistansbombplan Xian H-20 är nära och USA rapporterar att Peking också har ett andra medeldistansbombplan under utveckling.

Rolls-Royce vann i september en tävling för att utrusta det amerikanska flygvapnets flotta av 76 Boeing B-52H-bombplan - kända som "BUFF"- med 608 F130 turbofläktar, en militär version av BR725 affärsjetmotor. Rolls fick ett sexårigt kontrakt värt 501 miljoner dollar för att integrera F130 i B-52 och ersätta bombarens Pratt & Whitney TF33 motor från 1950-talet.

GE gjorde de första provkörningarna av den första fullskaliga XA100 treströms adaptiva stridsflygplansmotorn i maj. Rivalen XA101, Pratt & Whitneys bidrag till det amerikanska flygvapnets "adaptive engine transition program", slutförde sin första serie markprov i mitten av september. Motorerna har variabla bypassfläktar som kopplas in när man behöver extra hög dragkraft eller låg bränsleförbrukning.



Loyal Wingman

Prototypen av Boeings Airpower Teaming System (ATS) obemannade flygplan gjorde sin första flygning den 1 mars i Woomera, Australien, under det Royal Australian Air Force-finansierade Loyal Wingman-programmet. Obemannade ATS skall fungera i samarbete med bemannade flygplan och Boeing Australia skall bygga sex flygplan för träning och provning.



Gremlin

En C-130 sköt upp och återhämtade ett Dynetics X-61 Gremlin obemannat flygplan under flygning för första gången i oktober. Detta slutförde det sjuåriga Gremlins-projektet för att demonstrera luftburen återhämtning. Nio tidigare dockningsförsök hade misslyckats under två provflygningar i december 2020.

Den snabba ökningen av användningen av obemannade farkoster (UAV) av flygvapnen runt om i världen fortsätter. Under 2021 är över 4000 UAV-system med en maximal startvikt överstigande 25 kg i drift, vilket enligt Aviation Week Network ökar till över 5 200 år 2031, en ökning med 30 %.

Även om fördelarna med obemannade flygplan i specifika uppdrag som övervakning nu är allmänt erkända, börjar dessa systems roller att förändras och expandera. Mål-drönare, bland de första obemannade systemen som kom i drift i stort antal, utgör nu bara 10% av den globala flottan, och denna andel förväntas sjunka ytterligare under det kommande decenniet.



Hypersonisk missil

Kina pressar USA över ett brett spektrum av militär kapacitet – från hypersonik till rymden. I augusti provade Kina en hypersonisk missil, som slutförde en omloppsbana runt jorden innan den nådde sitt mål i Kina.

En Raytheon-byggt, scramjetdriven, hypersonisk kryssningsrobot gjorde i september det första lyckade provet av en amerikansk luftandande farkost över Mach 5 sedan X-51 i maj 2013. Raytheon-farkosten med en Northrop Grumman scramjet-motor, lanserades från en Boeing B-52 inom det hypersoniska Air-Breathing Weapon Concept-projektet.

Sedan 2018, när Ryssland tillkännagav sin Avangard hypersoniska glidfarkost, har USA, Kina, Indien och kanske Nordkorea utvecklat egna hypersoniska glidflygplan. I september tillkännagav Australien, Storbritannien och USA AUKUS-arbetsgruppen. Medan medias uppmärksamhet fokuserade på att Frankrike berövdades en ubåtsorder, så innebar avtalet också att länderna delar information om hypersonisk teknik med lång räckvidd.

Krigföringen sprider sig också till rymden. Ett ryskt prov av en Nudol antisatellitmissil förstörde satelliten Cosmos 1408 i låg omloppsbana i november. Enligt USA skapades mer än 1 500 spårbara omloppsskräp och hundratusentals bitar mindre skräp. Astronauter och kosmonauter ombord på den internationella rymdstationen ISS fick tillfälligt ta skydd i sina dockade Crew Dragon- och Sojuz-kapslar.

## Civilflyget störtdök 2021

**Kommersiell luftfart dominerades av återhämtningen från pandemin 2021, men trots de fortsatta hindren på kort sikt för att det globala flyget skulle återvända visade branschen ett förvånansvärt starkt gensvar på sina långsiktiga hållbarhetsutmaningar.**

[Aerospace America](#)  
[Aviation Week](#)

I oktober förutspådde International Air Transport Association IATA en nettoförlust på 51,8 miljarder dollar för den globala flygindustrin under 2021 på grund av den pågående covid-19-pandemin. Det var ändå en förbättring jämfört med en nettoförlust på 126 miljarder dollar 2020. Som jämförelse var den globala flygindustrins vinst 26 miljarder dollar 2019 och 27 miljarder dollar 2018.

En ljuspunkt för branschen var flygfrakt, som fortsatte att uppleva en stark efterfrågan och stod för en tredjedel av intäkterna jämfört med 10-15% före pandemin. Dessutom återhämtade sig inrikesflyget, särskilt i USA, där sommarens inhemska bokningar nådde 85% av 2019 års nivåer, jämfört med 36% år 2020. Redan i augusti varnade dock IATA för att den snabba spridningen av deltavarianten minskade möjligheterna till fortsatt återhämtning.

I en sammanfattning som släpptes i november förutspådde Internationel Civil Air Organization ICAO att flygbolagen skulle erbjuda 61% färre platser för internationella passagerarflygningar 2021 jämfört med 2019, vilket skulle resultera i cirka 250 miljarder dollars förlust i bruttodriftsintäkter. En liknande jämförelse för inrikes passagerartrafik visade en total minskning med 24% av sätena, vilket resulterade i en ungefärlig förlust på 72 miljarder dollar. ICAO uppskattade att det kommer att finnas 1 300 miljoner färre internationella passagerare 2021 jämfört med 2019 och cirka 860 miljoner färre inrikespassagerare.

Det råder också pilotbrist eftersom flygbolagen uppmuntrade förtidspensioneringar och tjänstledighet till reducerad lön för att sänka kostnaderna. Bristen på piloter hindrade flygbolagen från att ha den reservmarginal som krävdes för att återhämta sig från störningar lika snabbt som före pandemin.



När det gäller tillverkande bolag, så överlämnade Airbus det sista bredkroppsflygplanet A380 den 10 december till Emirates, vilket avslutade en fjortonårig produktion. A380 flög första gången den 27 april 2005 och det första flygplanet levererades till Singapore Airlines i oktober 2007. Totalt byggdes 251 inklusive tre provflygplan och 119 av dem levererades till Emirates.

Tidigt under året återvände Boeings 737 MAX-flygplan till kommersiell tjänst över hela världen efter att de omcertifierats efter omfattande prov av förbättringar i manövreringssystemet efter de tidigare haverierna. Boeing gjorde den sedan länge försenade första flygningen av 737-10, den fjärde versionen i MAX-serien, den 18 juni. Flygplanet, som är det längsta derivatet av 737 med 230 platser i en enklasslayout, skulle tagits i bruk 2020. Typen rullades ut mitt under MAX-krisen i novem-



ber 2019, men efter designgranskningar och pandemirelaterade förseningar sköt Boeing fram de första leveranserna till 2023.

Med Airbus som planerar att flyga A321XLR långdistans narrowbody 2022, väntar sig kunder och investerare aktiviteter från Boeing för att jämna ut spelplanen, som har blivit alltmer obalanserad till förmån för dess europeiska rival. Huruvida Boeing kommer att lansera ett byte av 757 på kort sikt eller vänta på att tekniken ska vara redo för ett helt nytt engångsflygplan från mitten av 2030-talet kan bli tydligare under 2022.

År 2021 har också präglats av tankar på hur flyget ska kunna utvecklas på lång sikt. När man kommer ut ur pandemin möter nästa stora utmaning, den globala uppvärmningen på grund av utsläppen av växthusgaser. Redan före pandemin var detta den stora framtidsfrågan för en bransch, som ger 88 miljoner jobb runt om i världen och är det snabbast växande trafikslaget.

Flyg idag använder visserligen 80 % mindre bränsle per passagerarkilometer än för femtio år sedan och står idag bara för 2,5 % av alla CO<sub>2</sub>-utsläpp, som orsakas av människan, samtidigt som det genererar 4 % av den globala uppvärmningen av växthusgaser inklusive vattenånga, men den förväntade ökningen av flygtrafiken och andras minskade utsläpp kan ge flyget en mera dominerande roll.

Många flygbolag lovade 2021 att uppnå nettonollutsläpp av koldioxid senast 2050. Styrkan i dessa åtaganden kommer att testas i slutet av 2022 när den internationella civila luftfartsorganisationen ICAO ska godkänna ett globalt långsiktigt mål. Behovet av att sikta högt och agera snabbt kommer att sätta enorm press på organisationen att nå ett bindande samförstånd som kommer att påskynda flygets utfasning av fossila bränslen.

Att ta sig dit kräver nya tillvägagångssätt och ny teknik. I en ny flygstrategi måste flygplanen och flygtrafiken ses som ett övergripande system samtidigt som det finns ett stort behov av forskning och utveckling på vägen mot klimatvänlig flygtrafik. Inom flyget är den tekniska utvecklingen integrerad i ett komplext övergripande system från flygplansdesign, via produktion, drift på marken och i luften till underhåll. Kompetens för hela flygssystemet är avgörande.

Energibehovet för framtida flygplan måste minskas till minst hälften till 2050. Detta torde kräva helt nya teknologier som väte eller elektriska batterier, men på kort sikt är det nödvändigt att förbättra nuvarande flygplan. Under 2021 har steg tagits för att uppnå effektivare motorer, minskat aerodynamiskt motstånd och lägre totalvikt.

Inom Boeings ecoDemonstrator-program har åtta flygplan fungerat som flygprovbäddar sedan teknikinitiativet startade 2012. Det åttonde flygplanet i serien – en 737-9 som lånades ut från Alaska Airlines – övermann i mitten av 2021 störningar från COVID-19-pandemin och MAX-haveriet för att påbörja en månadslång serie flygexperiment för att utvärdera en ny uppsättning av 20 diskreta tekniker bland annat att utvärdera teknik som mäter atmosfäriska växthusgaser och hur man integrerar sådana sensorer i ett kommersiellt flygplan på det mest effektiva sättet.



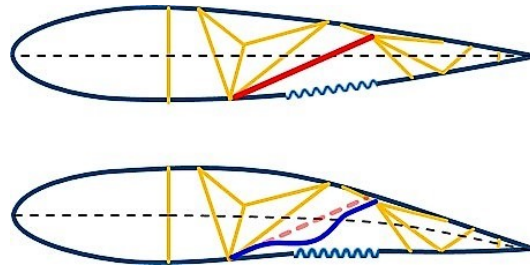
Två Airbus A350 anlände till Kanadas internationella flygplats Montreal-Trudeau den 9 november efter att ha minskat sina utsläpp med mer än 6 ton CO<sub>2</sub> genom att flyga i gåsliknande formation med ett annat flygplan över Atlanten från Toulouse. Det var avslutningen på Airbus fello'flu-forskningsprojekt och bekräftade potentialen av mer än 5% bränslebesparing på långdistansflygningar genom energiåtervinning i vakarna efter ett flygplan.



CFMs internationella partners GE Aviation och Safran inledde ett teknologiutvecklingsprogram i juni för att bana väg för en ny generation av bränsleeffektiva motorer med öppen rotor för serviceinträde runt mitten av 2030-talet. CFM:s RISE-program (för Revolutionary Innovation for Sustainable Engines) har som mål att minska bränsleförbrukningen och CO<sub>2</sub>-utsläppen med 20 % jämfört med nuvarande turbofläktar.

I juli firade GE Aviation leveransen av det 100 000:e keramiska kompositturbinhöljet och det 100 000:e additivt tillverkade bränslemunstycket. Kompositerna Ceramic Matrix Composites CMC består av keramiska trådar orienterade i en keramisk matris och är lättare och möjliggör temperaturer som är hundratals grader högre än konkurrerande metallegeringar. Det

resulterar i ökad verkningsgrad hos motorn och minskade utsläpp. GE har använt additiv tillverkning av bränslemunstycken för att minska antalet delar och maskinarbetet för produktion av denna komplexa del. I juli öppnade konkurrenten Pratt & Whitney en liknande anläggning för utveckling av CMC-komponenter i Carlsbad, Kalifornien och anslöt sig till Rolls-Royces närliggande anläggning i Cypress, Kalifornien.



Purdue University's Programmable Structures Lab provade en vinge med valbar styvhet i en vindtunnel i maj. Detta projekt fokuserar på att skapa en ny klass av elastiska strukturer som möjliggör anpassning av en vinges form. Den lätta vingen kombinerar hög styvhet för aerodynamiska belastningar och hög aerodynamisk anpassningsförmåga. Den flexibla vingen kan ändra form under flygning genom att välja en av två konfigurationer för att minska det aerodynamiska motståndet och öka bärkraften.

I januari avslutade forskare vid Politecnico di Milano, POLIMI, i Italien ett utökat experiment för att validera teknik för att motverka vindstötter och manöverlast under EU:s Clean Sky 2 program. Det utfördes på en stor aeroelastisk halvskalemodell fri att röra sig i höjdlid och vridning i POLIMI: s 4 x 3,85 meter vindtunnel. Modellen, utrustad med primära kontrolltorer, demonstrerade i fordonsskala ett ställdon för vingspetsar helt avsett för vindstötstavlastning

Även i april provade forskare vid fakulteten för flygteknik vid Israel Institute of Technology, en mycket flexibel vinge, känd som Pazy-vingen, i sin vindtunnel. Målet var att utforska icke-linjära aeroelastiska fenomen och tillhandahålla valideringsdata för beräkningar. Pazy-vingen är rektangulär med 100 millimeters bredd och 550 mm spännvidd tillverkad av en aluminiumplatta och ett 3D-printat nylonchassi. I statistiska vindtunneltester deformationerades vingen till över 50% av sin spännvidd.

Ett flygplan är ett komplext system. För att optimera alla komponenter för vikt och effektivitet behövs nya digitala mjukvaruverktyg. Forskare vid det tyska flygtekniska forskningscentrumet DLR utvecklade en grund för fullständig digital utveckling och beskrivning av flygplan och helikoptrar baserat på validerade numeriska metoder med hög tillförlitlighet. Till exempel simulerade de DLR: s A320 Advanced Technology Research Aircraft högflyfts-system, dess flygdynamik och dess elastiska beteende.

Genom att digitalisera utveckling och godkännande kan innovationshastigheten accelereras med en faktor två och snabbare marknadstillgänglighet av ny teknik kan möjliggöras. Den kontinuerliga digitaliseringen av design, produktion och drift möjliggör en betydande minskning av utvecklingskostnader och risker samt optimering av hela flygsystemet med hänsyn till dess klimatpåverkan och ekonomiska effektivitet.

## Steg mot hållbart flyg

Under 2021 har vägen fram mot klimatneutralt flyg börjat klarna. Gamla flygplan skall ersättas av nya och effektivare, flygbanor optimeras för att minska klimatpåverkan, elteknik utvecklas för kortare räckvidder och mindre flygplan, hybrid och väteteknik för mellandistanser medan flyg över långa distanser skall drivas med hållbara biobränslen. Återstoden av flygets totala miljöpåverkan består huvudsakligen av kväveoxider och vattenånga, som kan kompenseras på andra sätt, t.ex. genom rigorösa och certifierade kompensations-effekter. Målet är att helt fasa ut fossila bränslen till 2050. Nu ska en helt ny flygteknik utvecklas. Vi går mot spännande tider för ingenjörer.

[Actualidad Aeroespacial](#) ; [Powering a net zero future : AEROREPORT](#) : [Aerospace America](#)  
[The Roadmap to True Zero: Roland Berger](#)

### Modernisering -25%

Effekten av att ersätta flygplan med den senaste generationen i deras kategori (som A320neo, B737 MAX, B787 och A350) är betydande. Även om flygbolagen för närvarande befinner sig i svårigheter kommer luftfartssektorn förhoppningsvis att återhämta sig kraftigt i sinom tid och flygbolagen bör sträva efter att övergå till de bästa flygplanen i klassen så snart som möjligt. Detta beräknas ge en minskning av miljöpåverkan av cirka 25 % fram till 2050. Denna relativt höga inverkan beror på det stora antalet mycket ineffektiva äldre generationens flygplan som fortfarande flyger (till exempel var 35% av den amerikanska flottan före Covid äldre generationens flygplan) och på grund av den betydande minskningen av sot och partiklar och därmed minskning av avgasstrimmor som den senaste generationen motorer ger.

### Trafikledning -15%

Air Traffic Control ATC-förbättringar (t.ex. initiativet för gemensamt europeiskt luftrum) och kontinuerlig nedstigning och minimering av avgasstrimmor genom att flyga lägre beräknas resultera i en uppskattad 15% minskning av den totala miljöpåverkan utan några större förändringar av flygplans- eller motortekniken.

Klimatoptimerade flygrutter erbjuder ett viktigt besparingsalternativ för alla flygplan. Det är här den största potentialen finns för att snabbt minska flygtrafikens klimatpåverkan. Utöver det politiska ramverket och införandet av tekniska innovationer kräver detta ökad automatisering och standardisering i flygplanen.

### El -15%

Batterielektriska flygplan är lämpliga på kortare räckvidder och mindre flygplan, upp till 1 500 km. Eftersom de tar bort bränsleförbränningen helt eliminerar de alla utsläpp förutsatt att batterierna laddas med förnybar energi. Det uppskattas kunna minska flygets totala klimatpåverkan med cirka 15%.

De stora motorföretagen arbetar alla med



att ta fram större och effektivare elmotorer. I maj 2021 vindtunnelprovades framdrivningen av EcoPulse hybridflygplansdemonstrator utvecklad av Airbus, Daher och Safran vid Airbus-anläggningen i Filton, England. Vid proven utvärderades prestandaegenskaperna hos propeller- och kylkoncepten för elektriska motorer. Propellerproven inkluderade dragkrafts- och kraftmätningar samt interaktionen mellan propellervakarna bakom motorn och flygplanets vingar.

NASA tilldelade i oktober kontrakt till GE Aviation och MagniX för EPFD-programmet (Electric Powertrain Flight Demonstration) med målet att flyga elektrifierade framdrivningssystem i megawatt-klass i början av 2024. GE modifierar ett regionalt Saab 340B-flygplan med en 1,5 megawatt hybrid-elektrisk drivlina. MagniX kommer att för sin del utveckla ett 500 kW-system för ett 19-sitsigt flygplan av den typ som utvecklas av svenska Heart Aerospace.

Ett annat motorföretag, Pratt & Whitney, tillkännagav en stor ny investering för utveckling av en hybrid-elektrisk flygdemonstrator, i samarbete med De Havilland Canada, Collins Aerospace och den kanadensiska regeringen.

Rolls-Royces helelektriska Spirit of Innovation gjorde en första kort flygning den 19 september. Rolls-Royce har sagt att man vill föra fram helelektriska framdrivningssystem genom att utveckla ett flygplan, som kan sätta hastighetsrekord för elektrifierade flygplan.

### Hybrid och väte -15%

Helelektriska system drabbas av den låga energitätheten hos batterier (trettio gånger mindre än fotogen). Ren eldrift är därför trots sin mycket höga effektivitet endast lämplig för småflygplan och regionalflyg under överskådlig framtid.

Det bästa alternativet för att använda elektrisk energi är att producera den när den behövs, utan att lagra den. En perfekt lösning är att använda ett hybridframdrivningssystem, som kombinerar den stora effektiviteten hos de elektriska enheterna och den höga energitätheten hos bränslet.

I en sådan hybrid lagras en del av energin i batterier och den andra delen i bränslet (troligen väte eller biofotogen). Elkraften från batterier driver fläktar eller propellrar, som ger dragkraft. När extra dragkraft behövs får en förbränningsmotor driva en generator, som ger el. Alternativt kan en vätedriven bränslecell användas.

Inom narrowbody-segmentet, upp till 6 000 km, förväntas både hybrid- och vätagasflygplan att spela viktiga roller. Hybrider kommer inte att bränna fotogen utan biobränsle och kan helt fasa ut fossila bränslen. Vätgasbränslecellsflygplan kommer också att fasa ut fossila bränslen, men kommer att öka utsläppen av vattenånga och därmed kondensationsstrimmorna. Tillsammans beräknas de kunna sänka klimatpåverkan med cirka 15%.

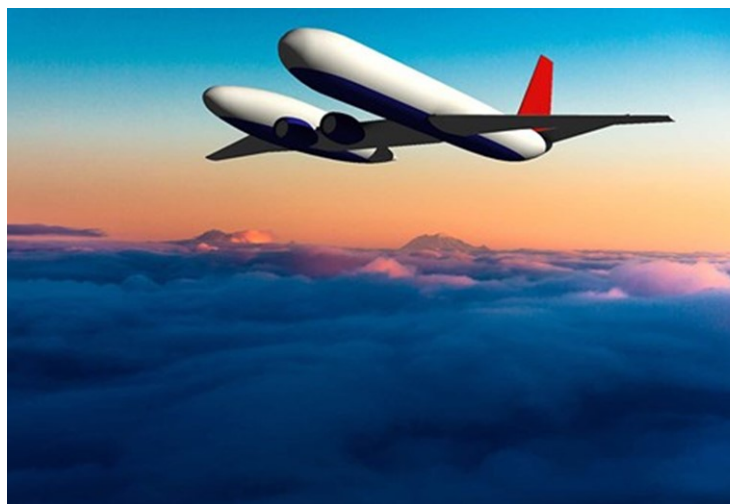
Forskning om väte- och hybridframdrivningssystem pågår. Airbus har som mål att leverera världens första nollutsläpps-flygplan till 2035 med tre vätgasdrivna konceptflygplan. Airbus vill prova väteförbränning i befintliga turbinmotorer och genomföra en flygdemostration av flytande vätetankar

Boeing, som annars är tveksamma till vätgas, genomförde 2021 ett femte flygprovprogram för vätgas, denna gång med dotterbolaget Insitu i en obemannad flygfarkost ScanEagle3 som drevs av en vätebränslecell med protonbytesmembran (PEM). Även Universal Hydrogen och ZeroAvia kommer att flygprova bränslecellsdrivlinor i regionala turbo-propmotorer under 2022.

Embraer presenterade i november Energia-serien med 9- till 50-sitsiga hållbara flygplanskoncept utformade för regional trafik. Tillverkaren diskuterar nu med sina leverantörer och kunder om vilka av koncepten – med helelektrisk, hybrid-elektrisk eller vätgasdriven framdrivning – som man ska sträva efter att ta i bruk mellan 2030 och 2040.

Vätgas måste hållas vid omkring  $-250\text{ C}$  i flytande tillstånd, vilket innebär betydande utmaningar ombord på ett flygplan under långa flygningar. Det kräver också helt ny infrastruktur. Volym och vikt samt integration och säkerhet utgör en särskild utmaning för vätgasdrift. Dubbelkroppsflygplanet kan vara den bästa lösningen för att hålla flytande väte så långt borta från passagerare och besättning som möjlig. Dubbla flygkroppar skulle också förenkla bränslepåfyllnings- och avtappningsprocedurerna genom att hela flygkroppen kunde tas bort och bytas ut mot en full tank, eller till och med tas bort över natten för att förvaras i en klimatkontrollerad kylförvaring. Med ökad bredd betyder detta att någon sorts fällbara vingpetsar kommer att behövas för att passa in i en standardflygplats.

Ett sätt att undvika problemen med väte skulle kunna vara att köra flygplanen på ammoniak, som bara ger kväve och vattenånga som avfallsprodukter. Den flytande ammoniak kan lagras i vingarna. Värme från jetmotorernas avgaser skulle genom en värmeväxlare överföras till en krackningsreaktor, som skulle separera ammoniak till väte och kväve, varvid väte förbränns i motorn. För att demonstrera genomförbarheten av detta koncept samarbetar det brittiska företaget Reaction Engines med IP Group och den brittiska regeringens Science and



Technology Facilities Council.

Japan offentliggjorde sin sjätte strategiska energiplan i oktober med sin strategi för att uppnå koldioxidneutralitet senast 2050. Den innehåller handlingsplaner för 14 tillväxtsektorer. Fem av dem är starkt relaterade till teknik, som använder förbränning av väte och ammoniak. Som ett exempel utvecklar Fukushima Renewable Energy Institute, eller FREA, en förbränningsmotor med väte och ammoniak som bränsle. I januari tillkännagav Mitsubishi Heavy Industries Engine and Turbocharger Ltd. gemensam forskning med FREA om en vätgasmotor. Man strävar efter att göra en vätgasmotor i megawatt-klass tillgänglig under 2030-talet

### SAF –10%

I framtiden kommer små och regionala flygplan att använda batteri- och hybridteknik, kort- och medeldistansflygplan kommer att drivas med hybrider eller vätgas. Men helelektriska eller hybrid-flygplan och väteframdrivning kan vara decennier borta och generering av el och batteriteknik är långt ifrån tillräckligt avancerad för att driva ett stort kommersiellt flygplan.

För de största flygplanen med lång räckvidd är därför den enda lösningen, som förväntas till 2050, så kallade hållbara flygbränslen, Sustainable Aviation Fuels, SAF i kombination med högeffektiva turbinmotorer. Dessa kan fasa ut fossila bränslen helt, men tyvärr med minimala förbättringar av koldioxidutsläpp. Med tanke på både netto CO<sub>2</sub> och icke-CO<sub>2</sub> effekter beräknas detta minska klimatpåverkan med cirka 10%.

SAF består av bränslen från en mängd

olika källor, såsom matlagings- eller växtoljor, träavfall och mikroalger med egenskaper, som är lämpliga för användning som jetbränslen och som överensstämmer med befintlig infrastruktur för lufttransporter. Man kan också fånga in koldioxid från luften och omvandla den till transportbränsle genom att slå samman CO<sub>2</sub> med vätgas för att producera bensin, diesel och jetbränsle.

Omfattande provflyg, bevis på säkerhet och bred, hållbar produktionskapacitet är nödvändiga för framtida SAF-utbyggnad. Nuvarande regler tillåter upp till 50-50 blandning av SAF med befintliga jetbränslen. Flygprov med SAF kräver materialkompatibilitet, uthållighets-, säkerhets- och prestandautvärderingar för att säkerställa att alla komponenter fungerar med de alternativa bränslena.

Flygbolagen ökade sina åtaganden för hållbart flygbränsle 2021, och industrin vill göra sina flygplan och motorer kompatibla med 100 % koldioxidsnålt bränsle. United Airlines flög i december den första kommersiella flygningen på 100% SAF, vilket gav bränsle till en Leap-motor på en Boeing 737-8.

Airbus flög en CFM Leap-driven A319neo och Rolls-Royce-driven A350 på 100% SAF. Airbus deltar också i 100 % SAF klimatpåverkansprojekt som är en del av dess övergripande färdplan mot certifiering för ibruktagande av 100 % SAF i sin flotta till 2030. Man provade en A350 med 100% SAF i mars i Toulouse, Frankrike, som en del av samarbetsprojektet Emissions and Climate Impact of Alternative Fuels. Mark- och flygprov av A350:s Trent XWB-motor fortsatte också under hela året för att karakterisera utsläppen.



## Hållbart flyg

Boeing har åtagit sig att få sina kommersiella jetplan att flyga 100 % SAF till 2030 och fortsätter att testa ny teknik i sitt ecoDemonstrator-program och tillkännagav ett partnerskap med SkyNRG för att expandera SAF.

Dassault Aviation främjar aktivt användningen av SAF och dess Falcon-sortiment är nu SAF-kompatibelt. Inom Clean Sky 2 på europeisk nivå och French Civil Aviation Research Council (Corac) är Dassault Aviations arbete fokuserat på att minska bränsleförbrukningen genom att minska luftmotståndet och vikten hos flygplanen. Med det europeiska Sesar-programmet arbetar Dassault Aviation för att förbättra flygeffektiviteten och bränsleförbrukningen genom att använda specialdesignade flygvägar. Dassault Aviation är också involverat i ett Corac-projekt för vätgas i framtida flygplan.

I september tillkännagav GE Aviation, baserat i Ohio, ett nytt femårigt partnerskap värt 55 miljoner dollar under FAA:s program Continuous Lower Energy, Emissions and Noise som kommer att inkludera forskning om standarder för 100% SAF. GE och Safran lanserade tillsammans programmet CFM RISE (Breakthrough Innovation for Sustainable Engines) i juni 2021. Målen för programmet inkluderar att säkerställa 100 % kompatibilitet med SAF och väte.

Pratt & Whitney utvecklar också teknologier för en mer effektiv motorkärna och fortsätter att validera motorer som fungerar med upp till 100 % SAF. Dessutom undertecknade USA:s president Joe Biden exekutiva åtgärder för att öka produktionen av SAF och minska utsläppen med 20 procent till 2030. Tillsammans med tidigare prov av GE Aviation och Pratt & Whitney innebär detta betydande investeringar i SAF från globala motorleverantörer och ett arbete, som regleringsorgan kan använda för att standardisera SAF och minska flygutsläppen i både affärsjet och stora civila transportflygplan.

Rolls-Royce har gått med i FN:s "Race to Zero" och har åtagit sig att visa att alla dess Trent-motorer, som representerar 40 % av världens långdistansflotta, är kompatibla med 100 % hållbart flygbränsle år 2023. Rolls har testat två typer av bredkroppsmotorer och en kommersiell jetmotor med 100 % SAF och undertecknade ett samförståndsavtal med Shell om att utveckla och påskynda användningen av SAF.

Rolls-Royce meddelade också i februari att man provat 100% SAF med en Pearl 700 business jetmotor i sin anläggning i Dahlewitz, Tyskland. Pearl 700 driver Gulfstream G700-flygplanet. Provet följde ett sent 2020-prov av Trent 1000-motorn med 100% SAF.

Safran har skapat ett strategiskt partnerskap med TotalEnergies för att påskynda minskningen av CO<sub>2</sub>-utsläppen från flygindustrin genom att utveckla och distribuera SAF för att helt kunna ersätta

fossil fotogen i nuvarande och framtida motorer.

SAF är en mogen teknologi, som kan använda befintlig infrastruktur. Den främsta utmaningen är kostnad och skala. Biobränslen är ungefär fyra gånger så dyra som traditionellt flygbränsle, medan syntetisk SAF kan vara upp till tio gånger så dyrt. Flygbränslekostnaden är i genomsnitt cirka 22 % av en flygning. Så en ökning av bränslekostnaden med fyra till tio gånger är inte lönsam. Kostnaden kommer dock att minska med storskalig produktion och nya produktionsprocesser.

Flyget väntas växa med fyra procent per år de närmaste decennierna, men många aktiviteter som avlägsen gruvdrift och humanitärt bistånd kan behöva andra sätt att transportera tung last. Nu börjar man utveckla luftskepp, som möjliggör effektiv förflyttning av tungt och besvärligt gods utan att skada miljön.

Under tre år virvlade ryktena: Vad kan Google-miljardären Sergey Brin möjligen bygga - i hemlighet i en gammal marin

patenterad jigg, som gör det möjligt att rotera flygplanskroppen på sin horisontella axel. Alla tidigare zeppelinare har byggts genom att hänga komponenter från taket och sedan sammanfoga dem med stegar och kranar - en långsam, arbetsintensiv och farligare process

Pathfinder 1 kommer att lyfta 28 ton, kryssa i 60 knop och ha en räckvidd på över 2 500 nautiska mil. När det gäller framdrivning undersöks en mängd olika alternativ, inklusive solelektriska och hybrid- och vätebränsleceller, som alla skall producera "mycket små eller inga koldioxidutsläpp. Med hybridelektrisk framdrivning skulle farkosten arbeta med 90 % mindre koldioxidutsläpp än konventionella flygplan i samma roll.

Brin är inte ensam med sin ide'. Hybrid Air Vehicles Limited är en brittisk tillverkare av hybridluftskepp, som efter flera versioner lanserade Airlander 10. Den använder både aerodynamik och LTA-teknik (lighter than air) för att generera lyft, vilket potentiellt gör att den kan hålla sig i luften i flera veckor.



luftskeppshangar i Kalifornien? Svaret kom i oktober. Brins företag, LTA Research, avslöjade Pathfinder 1, en extremt stor (123 meter lång och 20 meter i diameter) nygammal zeppelinare. Farkosten förebådar pånyttfödelse av en tid då gigantiska luftskepp cirklade runt världen och en ny framtid för luftfart, resor och frakt som använder mindre energi, är tystare, har lägre kostnad och ett mycket mindre koldioxidavtryck än någon annan form av transport. Eftersom Pathfinder 1 inte behöver någon flygplats eller landningsbana för att landa, kommer dess första uppdrag att vara att leverera humanitärt bistånd och katastrofhjälp till regioner i världen som är otillgängliga för konventionella flygplan.

Pathfinder 1 tillverkas av balkar, digitalt tryckta från kol, och monterade med överträffad hastighet med hjälp av en

Airlander 10 skadades allvarligt vid en olyckshändelse 2016 och avskrevs sedan efter en annan händelse 2018. Företaget har uppgett att den inte kommer att byggas om, men istället har man föreslagit Airlander 50, en ännu större transportfarkost med en nyttolast på 50 ton. En helt elektrisk Airlander 50 kan vara tillgänglig 2033. Den skulle minska CO<sub>2</sub>-utsläppen med 1,15 kg per ton frakt per km jämfört med ett konventionellt flygplan.

Under 2021 har utvecklingen av tekniken för noll koldioxid börjat ta fart. Under de senaste femtio åren har vi bara sett ständiga men marginella förbättringar av existerande teknik. Nu ska en helt ny flygteknik utvecklas. Vi går mot en spännande tid för ingenjörerna, som ska lösa problemen.

## Svensk satsning på hållbart flyg 2021

Under 2021 har 18 projekt startat i Sverige med sikte på fossilfritt flyg. Projekten får dela på sammanlagt 100 miljoner kronor från Energimyndigheten. Nya lösningar utvecklas inom elflyg, vätgas och hållbara förnybara bränslen för flyg. [pressrelease.](#)



Energimyndigheten finansierar stöden genom regeringsuppdraget med målet att främja förnybara bränslen, el- samt vätgasdrift för flyg. Utlysningen har riktats till företag, universitet och högskolor, institut och andra aktörer, som vill bidra till att utveckla nya lösningar.

Våren 2018 fick Energimyndigheten i uppdrag av regeringen att främja hållbara biobränslen för flyg (N2018/02705). I uppdraget ingår att verka för att inrikesflyget ställer om till fossilfria drivmedel och för att även internationell bunkring, vid svenska flygplatser så långt det är möjligt, sker med förnybara drivmedel.

Energimyndigheten ska enligt regleringsbrev för 2021 förlänga satsningen på att främja hållbara biobränslen för flyg (N2018/02705). Satsningen ska omfatta samtliga hållbara förnybara bränslen för flyg. Därutöver ska satsningar göras på forskning och utveckling av dels elflyg, dels vätgasdrift, inklusive tanknings- och laddinfrastruktur.

### Samtliga beviljade projekt:

#### H<sub>2</sub>JET

Projektet syftar till att utveckla tekniska lösningar för tre viktiga delsystem för vätedrivna flygmotorer baserat på systemmodeller för motorkoncept utgående från befintliga konceptflygplan.

Projektledare: GKN Aerospace Sweden AB

#### Förnyelsebart flygbränsle från termokatalytisk omvandling av skogsavfall

Projektet innehåller utveckling av en process för termokatalytisk omvandling av skogsavfall till en jetbränsleblandning rik på alkylerade aromater och cykloalkaner. Denna enstegs termokatalytiska omvandling kommer att kombinera depolymerisering och hydrodeoxygenering av skogsavfallet.

Projektledare: Chalmers Tekniska Högskola Aktiebolag

#### Effektiv systemintegrering av svensk skogsbränslebaserad produktion av biojetbränslen

Detta projekt syftar till att göra fördjupade studier avseende den framtida marknadspotentialen för de samprodukter som genereras i olika process- och produktionssystemlösningar. Vidare studeras hur det varierande behovet av förnybar vätgas kan tillgodoses i konkurrens med ökad efterfrågan i andra sektorer, samt lokalisering för både distribuerad och centraliserad produktion av biojetbränslen och intermediärer för storskaliga produktionsanläggningar när såväl tillförsel av bioråvara och vätgas som avsättning av samprodukter beaktas.

Projektledare: Lunds universitet

#### Metanol till jet

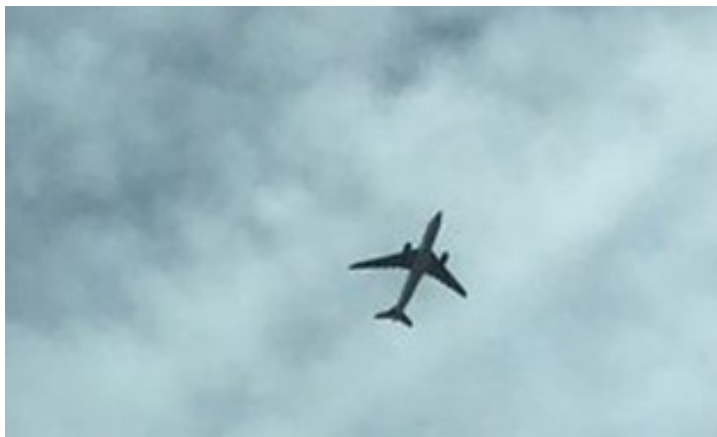
Zeoliten ZSM-5 används som katalysator för kommersiell tillverkning av alkener eller bensin från metanol. En separat process för tillverkning av tyngre kolväten (jet och diesel) från alkener med samma katalysator har också demonstrerats. LTU har patenterat en ny katalysator med högre stabilitet och lägre diffusionsmotstånd och visat att detta ger längre livslängd och högre utbyte av tyngre kolväten vid bensinsyntes. I projektet utvecklas en helt ny process för tillverkning av tyngre kolväten direkt från metanol med den nya katalysatorn som bör vara optimal för ändamålet. Produktionskostnader och klimatavtryck uppskattas för att påvisa teknikens konkurrenskraft.

Projektledare: Luleå tekniska universitet

#### Elektrisk fläkt för framdrivning

GKN tillsammans med KTH ska utveckla en eldriven fläkt och lägga grunden för vidare arbete där en elfläktsmodul demonstreras med vätgasdrivna bränsleceller år 2025. Målet är en elfläktsmotor redo att tas i kommersiell drift 2035. Fläkten designas multidisciplinärt med hänsyn till energiförbrukning, säkerhet, vikt och buller.

Projektledare: GKN Aerospace Sweden AB



### **E-THRUST - Design Optimering av Hybridelektriska och Vätgasdrivna Flygplan**

Detta projekt syftar till att belysa de utmaningar och designalternativ som är förknippade med flygelektrifiering och vätgasproduktion och utnyttjande med fokus på regionala flygvarianter. Tvärvetenskapliga beräkningsverktyg används för helhetsbedömning av prestanda, miljö och operativa aspekter av de nya koncepten. Särskild uppmärksamhet ägnas åt möjligheter för teknikmappning, nedval och tekno-ekonomisk riskanalys inom det svenska och skandinaviska sammanhanget gällande infrastruktur och marknad.

Projektledare: Mälardalens högskola

### **Svenskt hållbart flyg-Teknologi och förmåga bedömning mot 2045**

Målet med detta projekt är att analysera de möjligheter som olika tekniska lösningar erbjuder för att uppnå fossilfritt flyg, i första hand i ett svenskt/nordiskt sammanhang och med en utvidgning till det europeiska sammanhanget. Detta projekt kommer att undersöka potentialen och genomförbarheten hos nya eller upgraderade flygplanstyper baserat på de olika teknikerna som kartlagts från båda, olika publicerade källor och nationell expertis från svenska universitet och flygföretag.

Projektledare: SAAB Aktiebolag

### **Utvärdering av ATJ-jetbränslen med aromater (ATJ-SKA)**

Projektets mål är att utvärdera testresultat och sammanställa en forskningsrapport för överlämnande till ASTM-kommittén för godkännande av en ny certifieringsbilaga till ASTM D7566-18 för produktion av hållbart jetbränsle med användning av ATJ-metoden, som bygger på omvandling av alkohol till jetbränsle.

Projektledare: Swedish Biofuels AB

### **Fossilfri flygräddning 2045 – en pilotstudie**

Projektet syftar till att påbörja omställningsprocessen till en fossilfri flygflotta för räddningstjänstaktörer. Alternativa bränslen ska testas, bränsleförsörjningskedjor ska utvärderas och strategier för omställningen till fossilfri drift ska jämföras mot varandra. Utvärderingen görs ur ekonomiskt, tekniskt och logistiskt perspektiv och bränslet analyseras ur livscykelperspektiv.

Projektledare: Sjöfartsverket

### **Resurseffektiva energisystemlösningar för flygplatser med hög andel elflyg (RES-flyg)**

Inom projektet utvecklas koncept och delmoduler för en första version av ett sådant verktyg, som baseras på en kartläggning av elbehovet idag, och vid framtida hög elektrifieringsgrad. Simuleringsmiljön för energisystemet på en flygplats påbörjas med elnät, förnybar elproduktion, energilagring, styrstrategier och flexibilitetslösningar för olika laster. Dessa byggstenar gör det möjligt att analysera hur elflygets utveckling kan ske med förnybar energi, resurseffektivt, strategiskt och i symbios med övriga energisystemet.

Projektledare: Uppsala universitet

### **GreenWing**

I projektet ska en ving speciellt anpassad för ett elmotordrivet tvåsitsigt skol- och reseflygplan med två timmars räckvidd konstrueras, produceras och flygtestas. Flygplanstillverkaren Blackwing kommer att tillhandahålla ett flygplan av modellen BW 600 på vilket vingen kommer att monteras och därefter flygtestas under 50 flygningar. Under testerna kommer flygdata att samlas in och analyseras av Mittuniversitetet. Resultatet av analysen kommer sedan att användas för att specificera de krav som ställs på en elektrisk drivlina bestående av batterier, kontrollsystem och elmotor för ett elmotordrivet tvåsitsigt skol- och reseflygplan med två timmars räckvidd.

Projektledare: Vernamack AB

### **Tankar för flytande vätgas**

Projektet syftar till att utveckla ultralätta flygplanstankar för flytande väte (LH<sub>2</sub>). Projektet skall studera gasgenomsläpplighet och uppkomst av mikrosprickor vid den extremt låga temperaturen hos flytande väte. Kunskapen demonstreras genom att dimensionera, tillverka och prova kompletta tankar i kompositmaterial vid relevanta temperaturer och tryck.

Projektledare: RISE SICOMP AB

### Teststräcka för eVTOL

Projektet syftar till att utreda om och projektera för en teststräcka med elektriska vertikalstartande fordon (eVTOL) mellan Skellefteå Airport och Northvolt Ett. Projektet kommer att utreda och planera för infrastruktur, luftrumsfrågor, tillstånd, business case för nyttjande av sträckan samt ur forskningsperspektiv undersöka den miljön som utökad användning av elektrifierade luftfartyg ger på flygplatsen. Därmed skapas förutsättningar för en av de allra första teststräckorna i Norden vilket kortar tiden fram till kommersiell trafik med eVTOL i Sverige.

Projektledare: Skellefteå City Airport AB. Skellefteå utvecklar teststräcka för vertikalstartande flygtrafik.

### Fossilfritt flyg i norra Sverige – en genomförbarhetsstudie

Projektet syftar till att adressera policyutveckling, marknadslösningar samt hållbar offentlig upphandling för att öka utbud och efterfrågan på regionalt producerade fossilfria drivmedel. Projektet syftar även till att lägga grunden för en första svensk elflyglinje, sträckan Umeå-Östersund, och i förlängningen ett regionalt elflygnät. I en samlad färdplan kommer projektet att visa hur norra Sverige kan gå före och driva på en grön omställning av flyget och på så vis vara en motor för regionens och Sveriges hållbara utveckling.

Projektledare: Umeå kommun

### TexJet – Flygbränslekomponenter från avfallstextilier

Projektet syftar till att utveckla en process för återvinning av textilavfall, som på grund av slitage har låg molekylvikt och därmed ej är lämpade för återvinning till nya material. Denna textilfraktion är istället tänkt att användas för produktion av biobaserade flygbränslekomponenter. Dessa bomulls- och viskosfibrer återvinns för produktion av en plattformskemikalie för att i nästa steg ta fram bioaromater för inblandning i bioflygbränslen med låg aromathalt, till exempel HEFA och FT-bränslen.

Projektledare: ShareTex AB

### Från skogsrester till hållbara flygbränslen (RE-SAF)

Projektets syfte är att fortsätta förbereda för produktion av 16 kton/år hållbart flygbränsle (SAF) i Växjö-regionen, integrerat med befintlig biobaserad energiproduktion, med planerad driftstart 2026. Projektmålet är att erhålla en stabil grund för beslut om att gå in i nästa fas som kommer vara att genomföra en FEED (Front End Engineering Design, det vill säga teknisk projektering).

Projektledare: Växjö Energi Aktiebolag

### Numeriska studier av prestandavariationer vid förbränning av 100% biojetbränsle i en jetmotor

Projektet syftar till att öka förståelsen för hur ligninbaserade biojetbränslen brinner i konventionella jetmotorer i jämförelse med fossil Jet A. Verktögen som kommer att användas är numeriska modeller för simuleringar av jetmotorer och eftersom biobränslena har en annan kemisk struktur än fossila bränslen kommer kemiska modeller som är specifika för förbränning av de aktuella bränslena att inkluderas i modellerna. Flera potentiella bioflygbränslen kommer att undersökas i studien för att kartlägga variationer i förbränningsegenskaper och emissioner.

Projektledare: Lunds universitet

### En kombinerad fotobiologisk/fotokemisk produktionsplattform för hållbara soljetbränslen från CO<sub>2</sub>

Projektet syftar till att utvärdera simulerade industriella förhållanden för odling av cyanobakterier för direkt omvandling av solenergi och koldioxid till förnybart bränsle för flyg. Konceptet baseras på en nyutvecklad process där små flyktiga kolväten framställs i cyanobakterier och som sedan omvandlas till ett rent bränsle som uppfyller kraven för jetbränsle.

Projektledare: Uppsala universitet

## Drönare på gång 2021

**Drönarleverans var på god väg före COVID-19, men pandemin satte fart på dessa projekt. Under 2021 kom drönarprojekt igång från stora återförsäljare som Walmart, Walgreens, Kroger, UPS, Verizon och andra.**  
[Aerospace Technology](#)

Utbrottet av COVID-19-pandemin fick arbetsplatser, butiker, livsmedel och alla andra att ompröva hur de gjorde affärer. Person-till-person överföring av varor, medicin och mat var inte längre önskvärdt. I stället krävdes en "kontaktfri" leverans.

Drönarpiloter var redan på gång för att hjälpa till med logistikproblem i leveranskedjan på grund av sjuka eller åldrande lastbilschaufförer och en tillströmning av e-handelsköp. Dessutom utvecklades projekt för långdistanstransporter av varor så att de på landsbygden eller svåråtkomliga områden lättare skulle få tillgång till medicin och andra varor.

Dessa långa leveranser krävde drönare, som flög bortom den punkt där operatören kunde se dem, men fortfarande kunde övervaka dem via mobil, radio eller satellit. När COVID drabbade lät transport av gods och last via drönare konsumenterna undvika tätbefolkade områden och få varor och läkemedel, som de inte kunde få på annat sätt. Pandemin förstärkte bara denna metod och drönarleveranserna tog fart

Wing, drönardivisionen i Alphabet, startade i oktober ett drönarleveransprojekt med Walgreens i Dallas-Fort Worth-området. Det var det första projektet för att leverera varor i ett tätbefolkat storstadsområde i USA. Fram till detta projekt hade Wing begränsat sin drönarleverans till mindre städer i mindre trånga områden.

För Wing var 2021 året då drönarleveranserna tog fart och företaget registrerade mer än 140 000 leveranser. Det innebar en ökning med 600% jämfört med året före och tillväxten av dess drönarleveranser accelererade under hela året.

Företaget har också varit aktivt hela året med att utveckla drönarleveranser i staden Logan i Australien, där man flög 10 000 koppar kaffe, 1 200 grillade kycklingar, 1 700 snackspaket och mycket annat till de 300 000 invånarna i staden.

I början av 2021 startade företaget Coca-Cola With Coffee ett samarbete med Walmart för att ta drycken till konsumenterna via drönare. Dominos och andra restauranger började också projekt med hjälp av drönare för leverans av pizza och andra livsmedel.



Kaffebryggaren Nepresso kom också in på att använda drönare genom att samarbeta med Airways, SKylinX och FlytechIL för att leverera kaffe via drönare i Tel Aviv i Israel. Det var inte storskaliga projekt utan mer för att testa teknikens livskraft och konsumentintresset för livsmedelsleveranser.

Kroger och Walmart startade 2021 nya projekt med drönare efter att redan ha använt självkörande leveransfordon under 2020 i olika pilotprojekt. Walmart-projekten involverade både företagen DroneUp och Zipline för den första rent kommersiella drönarleveransverksamheten från Walmart-butiker i Arkansas. Krogers projekt för att bära mat, mediciner och andra varor till konsumenterna var i Ohio med ett andra, som började i Kalifornien senare under året.

Drönarföretaget Wingcopter lanserade ett sjukvårdsspecifikt leveransnätverk som heter Spright för att förbättra tillgången till medicinska förnödenheter för de, som är i akut behov eller på landsbygden, där det kan vara svårt att komma fram.



I Japan startade Wingcopter ett projekt för leverans av livsviktiga läkemedel och andra konsumentprodukter genom ett partnerskap med Ana Holdings. Wingcopter fick också en ny investering från Drone Fund, ett japanskt riskkapitalbolag, för att utveckla sin elektriska vertikala start- och landningsteknik (eVTOL).

German Aerospace Center, DLR, startade Drones4Good-projektet i januari med FN, World Food Program, German Federal Agency for Technical Relief, International Search and Rescue Germany och nederländska Wings for Aid. Projektet kommer att leda till drönare med artificiell intelligens för att leverera hjälp vid katastrofer. Målet är att bearbeta bilder i realtid ombord på drönarna för att bedöma skador på byggnader, spana på försörjningsvägar och upptäcka människor på marken. Drönaren kan automatiskt släppa leveranspaket om den upptäcker ett tydligt område och en säker plats.

Drönare hjälper till och med till med att leverera tvätt i ett nytt projekt från Laundrapp i Storbritannien.

Kommersiellt baserade drönartjänster som just har börjat kommer sannolikt att utökas ytterligare. Med tanke på att pandemin fortsätter att vara ett problem med nya varianter, som dyker upp och nya nedstängningar som införs, så kommer drönarleveranserna knappast att sakta ner under 2022 utan kommer sannolikt att växa ytterligare med företag som utökar tjänster. Framtida samarbeten kommer sannolikt att fortsätta att dyka upp när stora återförsäljare testar nya sätt att få produkter till kunder i en pandemisk värld.

## Flygtaxi var god dröj

Ta en flygande taxi till mötet i stället för att sitta fast i köerna på gatan! Så låter budskapet när mängder av nya bolag, ofta med stöd av stora koncerner, försöker skapa en ny marknad. Hundratals nystartade företag satsar på att elektrisk luftfart äntligen kommer att erbjuda säkra och prisvärda tjänster för flyg i staden.

[eVTOL: making the electric dream a safe one](#)

[What Do Airlines Want From eVTOLs?](#)

[eVTOL Certification: Who Are The Leaders?](#)

[Hey taxi!? The delayed promise of air mobility](#)

[Air Taxis: Electric Vertical Take-Off and Landing Aircraft](#)

[Patience Will be Key to Urban Air Mobility](#)

[Aerospace America](#)

[Aviation Week](#)



Investeringsbanken Morgan Stanley förutspår att den globala marknaden för elektrisk flygtaxi kommer att vara värd 1000 miljarder dollar år 2040 och 9000 miljarder år 2050. McKinsey, ett managementkonsultföretag, förutser att flygtaxiföretag världen över kommer att behöva anställa och utbilda 60 000 piloter till år 2028. Analysfirman Allied Market Research uppger att marknaden för flygtaxiliknande verksamhet kan vara värd 150 miljarder kronor redan 2025 för att sedan växa till 1 000 miljarder under 2035.

Vad är då så bra med flygtaxi? Idag transporterar konventionellt drivna helikoptrar och turbopropflygplan passagerare hit och dit, men dessa kommer aldrig att ge oss liknande tjänster på grund av deras driftskomplexitet, kostnader och buller. För att flygtaxi ska bli möjlig måste farkosterna vara enklare, säkrare, tystare och mer kostnadseffektiva jämfört med helikopter- eller turbopropflygplan med motsvarande storlek.

Att byta ut konventionella bränsleförbränningsmotorer mot elmotorer och batterisystem är ett steg i rätt riktning för att minska buller och kostnader, men ensamt räcker det inte. För att affärsmodellen ska växa utöver de initiala starttjänsterna krävs övergång från en pilot ombord till någon annan form av kontroll, till exempel en fjärrpilot på marken eller en helt autonom flygning. För en flygtaxi med plats för fyra till fem passagerare, får man ytterligare en plats genom att ta bort piloten. Man ökar intäkterna avsevärt och minskar kostnaderna genom att eliminera pilotens lön och utbildningskostnader.

Faktum är att många av världens största flyg- och fordonsföretag visar intresse för flygtaxi och erkänner det som ett potentiellt nytt transportsätt. Nuvarande tillverkare som Boeing, Airbus, Embraer och Bell har pågående utvecklingsprogram. De stora flyg- och rymdleverantörerna Raytheon, GE, SAFRAN, Rolls-Royce och Honeywell investerar alla i flygtaxiteknik, inklusive elektriska och hybridelektriska komponenter, system för autonom flygning och avancerade flygledningssystem.

Flygande taxi handlar mer konkret oftast om små flygande eldrivna farkoster med plats för två till fem personer. I de flesta fall startar och landar de vertikalt, precis som en helikopter, och ska enligt planerna flyga rätt korta sträckor.

Mer än tjuo sådana farkoster har gått in i preliminära eller detaljerade konstruktionsfaser, som syftar till att transportera passagerare och last.

### Joby

Toyota, världens största biltillverkare, har investerat i Joby. Joby Aviations svängbara propellerdesign S4 Generation 2.0 utförde en serie fullständiga övergångar till framåtflygning tidigt 2021, vilket kulminerade i en långvarig flygning (77 minuter) i slutet av juli. S4 har sex lutande och svängbara eldrivna propellrar och är konstruerad för att kryssa med en hastighet av 320 km/h.



Den nuvarande konstruktionen av Joby-flygplanet är utformad för att flygas av en pilot, och funktioner som fly-by-wire förbättrar driftssäkerheten. Det finns uppenbarligen en enorm potential för ökad automatisering och autonomi under de kommande åren, och Joby har ett iscensatt tillvägagångssätt för det slutliga målet.

Joby planerar för FAA Part 23-certifiering av sin piloterade fyrapassagerare S4 i slutet av 2023. Man siktar också på att erhålla ett del 135-drifttillstånd i mitten av 2022 så att man kan vara redo att lansera flygdelningstjänst i amerikanska städer under 2024. Joby har byggt två fullskaliga prototyper och planerar att flyga sitt första typdesign-representativa flygplan under första halvåret 2022.

Joby Aviations plan har en räckvidd av 240 kilometer vid 320 kilometer i timmen och det ska vara så tyst att det kan landa i ett vanligt villakvarter. Företaget avser att lansera en app som gör att folk kan boka flygningar direkt mellan olika "skyports", en ny och mycket enklare form av flygplats utan långa banor.

## Flygtaxi

15

### Beta



Beta Technologies Alia-250 prototyp utförde en provstart med pilot i januari 2021, och en andra prototyp håller på att byggas vid Beta Tech-anläggningarna i Vermont. Alia kan transportera 1500 kg gods eller sex personer. Efter att ha meddelat sina första beställningar och samlat in ytterligare 368 miljoner dollar i privat finansiering planerar Beta att påbörja leveranser av Alia 2024.

I april meddelade transportföretaget UPS att man kommer att köpa upp till 10 Alia-250c flygplan med möjlighet att köpa ytterligare 150 för att utöka sitt leveransnätverk. Blade Urban Air Mobility har också lagt en första beställning på fem Alias för användning som lufttaxi, plus eventuellt upp till 20 till.

### Volocopter



McKinseys analytiker, som analyserat marknaden för flygande taxi, betonar att det inte handlar om att ersätta bilar. Flygtaxi är ett komplement, framför allt för dem, som inte just då har tillgång till en bil.

De tänker sig också att bokningen av resan ska skötas från en app där det ofta ingår andra transporter. Det kan vara så enkelt som att resan börjar med en elsparkcykel, går vidare till startplatsen där en flygande taxi väntar och sedan, när taxin landat, avslutas med ytterligare en elsparkcykel.

Ett företag som siktar på detta är Volocopter i Karlsruhe, Tyskland. Kinesiska Geely, som är huvudägare till Volvo Cars, är storägare i Volocopter.

På EAA Airventure-utställningen i Wisconsin i juli 2021 flög företaget en prototyp av sin planerade VoloCity, en tvåsitsig 18-rotors multikopter med en räckvidd på 35 kilometer (med da-

gens batteriteknik), som kan flyga i 110 kilometer i timmen. Batterierna byts ut på fem minuter inför nästa flygning. Den flygande taxin har 18 propellrar som drivs av varsin elmotor.

Volocopter siktar på EASA SC-VTOL-certifiering för sin tvåsitsiga VoloCity i slutet av 2022. Det är den första flygtaxi-utvecklaren som fått sitt godkännande av den europeiska flygsäkerhets myndigheten EASA, ett viktigt steg mot certifiering. Godkännandet av produktionsorganisationen pågår genom en strategisk partner och även drifttillståndet för att påbörja flygtaxitjänsten pågår, säger Volocopter. Företaget planerar att starta flygtaxitjänst 2023 och har utsett Singapore och Paris till platser att börja på .

Volocopter har också presenterat VoloConnect med längre räckvidd utformad för att utöka sin flygtaxitjänst till förorter från stadscentra betjänade av dess multikopter VoloCity. Planerna kräver att den fyrsitsiga VoloConnect ska certifieras senast 2026 enligt samma EASA SC-VTOL-regler som den tvåsitsiga VoloCity. Volocopter säger att VoloConnect kan göras självflygande om tillsynsmyndigheter tillåter autonom drift. Företagets bevingade VoloConnect-flygplan, som fortfarande är i konceptfasen, kommer att vara en fyrsitsig lift-and-cruise farkost med en räckvidd på 100 km driven av sex lyftrotorer och två kanaliserade fläktar på vardera sidan av stjärten för framdrift.

### Terrafugia



Flera stora biltillverkare är intresserade av flygtaxi. Kinesiska Geely har inte bara investerat i Volocopter, utan köpte även för några år sedan in sig i amerikanska Terrafugia. Företaget blev sedan en del i Aerofugia som driver Geelys satsningar på flygande farkoster.

Terrafugia TF-2A är ett flygande koncept som det Geelyägda bolaget arbetar med. Det är ett eldrivet plan som kan flyga 100 km. Den flygande bilen Terrafugia kan tankas som en vanlig bil. Vingarna kan fällas ut och in på under en minut. Den kan köras på en vanlig väg och är inte större än att den kan parkeras i ett vanligt garage.

Under hösten 2021 köpte Aerofugia även in 150 flygande taxibilar från Volocopter. Fordonen ska användas för en satsning på den kinesiska marknaden och målet är att vara igång med kommersiell verksamhet inom tre till fem år.

## Flygtaxi

16

### Vertical



Brittiska Vertical Aerospace är en annan aktör, som vill slåss om marknaden. Deras modell VX4 kan flyga i 320 kilometer i timmen med 160 km räckvidd. VA-X4 kommer att ha fyra fasta lyftrotorer bakom vingen och fyra lutningsbara propellrar på framsidan av vingen som kan ställas om från vertikal till horisontell flygning och vice versa. Den har plats för fyra passagerare och en pilot.

Företagets grundare och vd Stephen Fitzpatrick lovar att planet blir hundra gånger tystare än en helikopter och hundra gånger säkrare. Och att det bara kostar en bråkdel så mycket som en helikopter.

Vertical Aerospace samarbetar bland annat med flygmotortillverkaren Rolls-Royce, som levererar motorerna, och Honeywell, som tillhandahåller fly-by-wire-styrssystem.

Företaget siktar på typcertifiering av sin VA-X4 med UK Civil Aviation Authority och EASA 2024, med leveranser som börjar samma år. Hittills har bolaget fått preliminära beställningar på 1 350 plan.

### Hyundai



Sydcoreanska Hyundai är världens femte största tillverkare av personbilar. Företaget är med i en stor satsning som Sydkoreas regering gör och samarbetar dessutom med taxitjänstföretaget Uber om att ta fram en lösning för flygande taxi.

Hyundai har visat upp ett plan som kan flyga i 240 kilometer i timmen och klara sträckor på 40 kilometer. Målet är att till 2028 ha ett färdigt plan som klarar flygresor inom städer. Hyundai tänker då använda eldrift både med hjälp av batteri och med bränslecell.

Hyundai gör en stor poäng av att flygande taxi kan minska trängseln på gatorna. Med en utbyggnad av flygtaxi ska det, enligt Hyundai, vara möjligt att återta 30 procent av marken genom att en del av trafiken flyttas från gatan till luften.

### Lilium



En annan aktör som är inne på marknaden är Lilium, som har sin helelektriska Lilium jet med plats för sju personer, en pilot och sex passagerare. Det är en rätt snabb farkost som flyger i 280 kilometer i timmen och klarar sträckor på drygt 250 km. Farkosten har 36 små elmotorer som driver planet med en teknik som påminner om vanliga jetmotorer.

Lilium siktar på en kommersiell lansering 2024. Företaget betonar att de även bygger infrastrukturen runt omkring, med små flygstationer och de digitala system som krävs för att hantera trafiken. Siktet är inställt på trafik mellan städer och Lilium lovar att kostnaden för en resa kommer vara densamma som med tåg.

Även Lilium är tyskt med huvudkontoret i München men med en notering på Nasdaqbörsen i USA. I styrelsen finns både förre Airbuschefen Tom Enders och svenske Skypegrundaren Niklas Zennström. Lanseringen kan dröja till en bra bit in på 2030-talet.

Lilium planerar att börja flygprova sin sjusitsiga eVTOL-regionala flygtaxi 2022 och siktar på SC-VTOL-typcertifiering 2024 tillsammans med FAA-validering enligt del 23-reglerna. Lilium planerar att inleda kommersiell trafik i slutet av 2024.

### Archer



United Airlines och dess regionala partner Mesa Airlines planerar att investera i Archers flygtaxiutveckling. Archer planerar att flyga en demonstrator av sin lufttaxi i år och siktar på FAA-certifiering av ett plan med pilot och passagerare i full storlek 2024. En prototyp med två platser avtäcktes den 10 juni 2021. Archer planerar att starta sina egna flygtaxitjänster 2024 i Los Angeles och Miami och United Airlines har beställt 100 plan för leverans 2024.



**Bell**

Bell har en historia som tillverkare av militära plan. Den mest kända produkten är troligen Bell X1, det första bemannade planet som flög i överljudsfart. Företaget har även ett rikt utbud av helikoptrar. För flygtaximarknaden utvecklar Bell Flight sin Bell Nexus, ett plan som kan flyga i 280 kilometer i timmen.

Planet drivs med hjälp av fyra propellrar som kan svängas runt och som drivs av antingen en elmotor eller av en hybridmotor. Den senare behövs för längre resor på upp emot 25 mil. Bolaget har också visat upp en lite större version med sex propellrar. Bell Nexus har plats för en pilot och fyra passagerare. Planer finns också på att det ska kunna flyga på egen hand.

**Airbus**

Airbus är mest känt för att tillverka vanliga stora flygplan, men har jobbat med flera koncept på flygtaxi. Nu håller de på med en modell som heter Cityairbus Nextgen. Det är en helektrisk flygande farkost med plats för fyra personer, en av dem är piloten.

Till utseendet skiljer den sig från många av konkurrenterna genom att ha en stor vinge med plats för åtta batteridrivna propellrar.

Planet går förhållandevis långsamt, i 125 kilometer i timmen, och klarar att flyga en sträcka på 80 kilometer. Airbus har tidigare arbetet med flygande farkoster som föregångaren Cityairbus och Vahana.

Den första flygningen väntas ske 2023. Batterierna som driver planet kan antingen laddas eller bytas ut mot nya när planet har landat.

**Wisk**

Amerikanska Wisk visade nyligen upp sin flygtaxi i USA, ett plan som så småningom ska kunna flyga på egen hand. Bolaget är nu inne på sin femte generations farkost sedan starten 2010 och har gjort mer än 1500 provflygningar. Bakom företaget står flyg- och försvarsjätten Boeing och lilla företaget Kitty Hawk. Wisk väntas avtäckta sitt sjätte generationens fordon i år men har inte angett något måldatum för FAA-certifiering av sin självflygande flygtaxi.

Planet har en räckvidd på omkring 40 kilometer och Wisk siktar till en början på att flyga inom städer. De räknar också med att det till en början blir mer välbeställda affärsmän och teknikentusiaster som använder planet.

Men de tror på en snabb spridning till flera grupper. Speciellt när det blir möjligt att flyga utan pilot och kostnaderna kan tryckas ned. Företaget har ett avtal om att 2025 dra igång kommersiell trafik med några plan, fast då sitter det en pilot i.

**AutoFlight**

AutoFlight, det kinesiska flygtaxiföretaget, fortsätter sin globala expansion och etablerar sig i Europa i Augsburg. AutoFlight är ett av de första teknikföretagen i Kina som tillverkar autonoma flygtaxi och har gjort mer än 10 000 starter och landningar under ogynnsamma väderförhållanden. Prosperity I är ett elektriskt vertikalt start- och landningsflygplan med en räckvidd på cirka 250 kilometer. Det kan bekvämt ta upp till tre passagerare utöver piloten. Certifieringsprogrammet förväntas avslutas 2025. AutoFlight planerar att etablera ytterligare platser för prov- och demonstrationsflygningar över hela Europa.

### EHang



EHangs autonoma tvåsitsiga självkörande luftfarkost EH216 har varit i flygprovning sedan början av 2018. Man hoppas på certifiering i Kina till 2022. Det kinesiska företaget planerar att driva EH216 i sin egen flygtaxitjänst och har lanserat initiativet "100 rutter" för att utveckla taxitjänster i Kina.

Ehang 216 är ett elektriskt vertikalt start- och landningsfordon, som är utformat för att tillgodose stadstransportbehoven genom att tillhandahålla flygtaxitjänster på begäran. Det introducerades för allmänheten för första gången på 4Gamechangers Festival som hölls i april 2019 i Wien, Österrike.

Flygplanet kan utföra helt autonom flygning med hjälp av det avancerade flygkontrollsystemet ombord, ett intelligent navigationssystem och ett globalt positioneringssystem (GPS).

Ehang 216 drivs av 16 elmotorer, som är anslutna till 16 propellrar i koaxial dubbelbladig design. Elmotorn ombord på flygplanet möjliggör en kryssningshastighet på 130 km/h. Flygplanets minsta flygtid är 30 minuter, medan den maximala räckvidden är 35 km.

### Embraer



Embraer började flygprov av en elektriskt framdriven demonstrator, ett modifierat EMB-203 Ipanema jordbruksflygplan, i augusti 2021. Demonstratorn utvecklades i samarbete med det brasilianska elteknikföretaget WEG och det portugisiska multinationella energiföretaget EDP. Embraers spinoff Eve planerar att påbörja eVTOL-flygtaxileveranser under 2026 och har säkrat 200 beställningar från den brittisk/amerikanska helikopteroperatören Halo Aviation och upp till 50 från Brasiliens Helisul Aviation. En obemannad modell i en tredjedels skala (bilden) flög i oktober vid Embraers anläggning Gavaio Peixoto, Brasilien. En fullskalig demonstrator ska flyga i år. Eve siktar på brasiliansk ANAC-certifiering med FAA- och EASA-validering.

### Ampaire



Ampaire genomförde i augusti 2021 provflygningar av sin Electric EEL med hybrid-elektrisk framdrivning som provades på regionala rutter i Orkney, Skottland och sydvästra England under brittiska regeringsfinansierade projekt. Man konverterar nu Cessna Caravan till hybridelektrisk framdrivning för det amerikanska regionala flygbolaget Surf Air Mobility.

### Rolls-Royce



Små flygplan skulle också kunna användas som flygtaxi, men med horisontell start och landning. Rolls-Royce har sagt att man vill föra fram helelektriska framdrivningssystem genom att utveckla ett flygplan som kan sätta hastighetsrekord för elektrifierade flygplan.

Rolls-Royce tog en rad världsrekord den 16 november när dess elektriska flygplan Spirit of Innovation uppnådde en hastighet på 555,9 km/h över 3 km, vilket överträffade det befintliga rekordet med 213,04 km/h. Flygplanet klättrade till 3 000 m på 202 sek.

### Honda

Biltillverkaren Honda tillkännagav i september 2021 planer på att utveckla en hybridelektrisk flygtaxi med vertikal start och landning. En demonstrator är planerad att flyga i USA 2025, då ett beslut väntas om huruvida man ska fortsätta med certifiering och lansering av en Honda-märkt flygtrafiktjänst 2030.

### Dufour

Den schweiziska startupen Dufour Aerospace siktar också på att marknadsföra sin AEro 3 tiltwing till 2026.

## Eviation

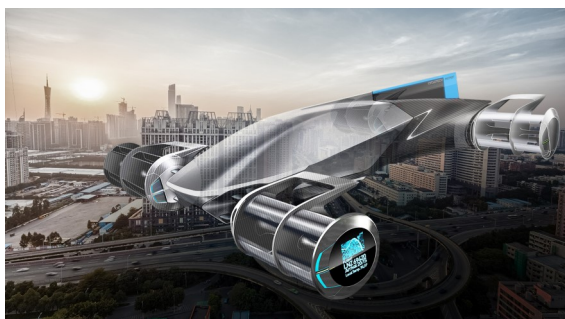


Eviation rullade ut sin omkonstruerade prototyp av sitt Alice helelektriska regionalflygplan i Arlington, Washington, i början av december 2021. Flygplanet med en bruttovikt på 7 500 kg med nio passagerare drivs av två 650 kW elmotorer. Leveranserna är planerade att börja 2026.

## Jaunt

Jaunt Air Mobility siktar på 2026 för starten av urbana flygtaxi-tjänster med hjälp av sin Journey-farkost förutsatt att man kan säkra strategiska investerare för att etablera verksamhet i Kanada.

## CycloTech



Österrikes CycloTech genomförde i oktober 2021 ett första svävflygningssprov av en demonstrator i småskala med sitt elektriska framdrivningssystem med cyklorotorer. Den cylindriskt rotn producerar dragkraft vid 90 grader mot sin rotationsaxel och ger omedelbar kontroll av dragkraftens storlek och riktning inom 360 grader.

## Mahepa

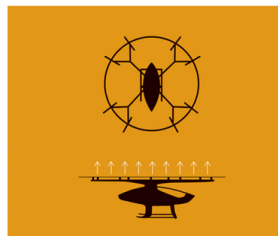
Europas Mahepa-projekt för att demonstrera en modulär hybrid-elektrisk framdrivningsarkitektur provades i oktober 2021 i ett fyrsitsigt flygplan. Efter flygningar av en vätebränslecellsversion flög en Pipistrel Panthera med en hybridelektrisk drivlina baserad på en förbränningsmotor.

## Diamond

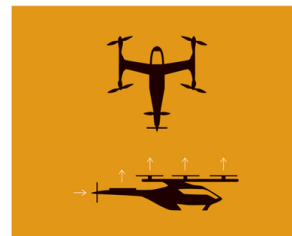
Österrikes Diamond Aircraft samarbetade i oktober med batterileverantören Electric Power Systems för att utveckla ett helelektriskt skolflygplan vid namn eDA40. Det tvåsitsiga flygplanet är planerat att flyga under andra kvartalet 2022 och europeisk CS-23-certifiering förväntas 2023.

## Många olika varianter

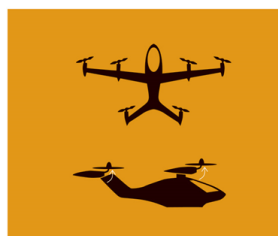
### Propulsion for urban air mobility



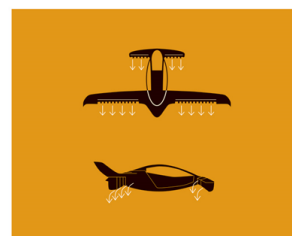
MULTICOPTER: Lifting rotors are arrayed around the circumference and spokes of a carbon fiber ring.



LIFT AND CRUISE: One group of vertical rotors lift the aircraft and another set provides forward thrust; wings boost cruise energy efficiency.



VECTORED THRUST: Tilting propulsors transition the aircraft from liftoff thrust to forward thrust; wings boost cruise efficiency.



MULTIPROPULSOR DUCTED FANS: Multiple, vectorable, electric fans, enclosed in ducts, reduce noise; wings boost cruise efficiency.

Flygtaxikonceptet lämpar sig för otaliga flygplanskonstruktioner med rotorer eller kanaliserade fläktar och antalet sådana tycks variera från sex till 36. Varje design kan anpassas till olika uppdragsprofiler, till exempel intercity eller intracity flygtaxi. Det finns en strävan att fördela lyft och dragkraft över flera framdrivare för att öka redundansen och göra stadsflyg säkrare än konventionella helikoptrar.

Var och en av dessa arkitekturer kan i sin tur varieras på många sätt, kanske genom att lägga till lyfttytor, eller fästa drivmedel längs vingarna, eller kanske köra med kombinationer av öppna rotorer, tiltrotorer och kanalfläktar.

Men eftersom det finns så många sätt att designa eVTOL-flygplan, och eftersom några av deras komponenter är ganska nya inom luftfarten-som litiumbatterier med hög effekt, elmotorer och elektriska fläktar, så har många inte flugits i säkra applikationer tidigare, så luftvärdighetscertifiering kan potentiellt bli en mer krävande process än för vanliga flygplan.

### Batterier ett problem

Alla föreslagna flygtaxi är eldrivna. Något annat är knappast tänkbart med tanke på miljöproblemen, men strömförsörjningen är ett stort hinder. Batterier är en komponent som det är svårt att skala upp till större storlek. I många hobby-drönare och elfordon används batterierna vanligtvis ett par timmar om dagen. För att en lufttaxi ska vara lönsam måste den arbeta minst ett regelbundet skift per dag, eventuellt sex till tio timmar eller till och med mer.

Batterierna som skulle kunna leverera detta är ganska stora och dyra och måste anpassas för att uppfylla flygreglerna. Kostnaden per kilowatt är ett stort hinder på prototypbasis och leverantörer av batterier är ofta ovilliga att söka flygcertifieringar för småskaliga projekt.

### *Hur ska de användas?*

En av de mest diskuterade applikationerna för flygtaxi liknar de delningstjänster, som drivs av Uber eller Lyft, för transport från stadscentra till en närliggande flygplats i städer som Los Angeles eller New York. Möjligheten är stor. Man uppskattar att 93% av världens 100 största flygplatser ligger inom 20 km från deras stadskärnor.

Bortsett från pendling till och från flygplatser, kan en annan användning vara att göra det möjligt för resenärer att ta kortdistansflyg till svåråtkomliga fritidsområden.

Det kan dock vara svårt att etablera flygplatser inom stora städer i områden med tillräcklig folktäthet. Den nuvarande infrastrukturen för helikoptrar i många stadsområden är extremt begränsad. Många stora byggnader har VVS-enheter eller vattentorn på sina tak. Att placera start och landning för nära bostadshus kan också ge oacceptabla ljudnivåer och skapa motstånd från boende.

Den bästa lösningen, och kanske den enda kommer att vara att etablera strikta flygtrafikkorridorer dedikerade till autonoma flygplan, men säkerheten kommer alltid att vara ett problem i tätbefolkade områden. I likhet med lufrummet är detta ett område som för närvarande är oreglerat, och kommer säkert att kräva statliga och branschstandarder för att säkerställa säkerhet. Det är mycket troligt att framtida lufttaxi behöver någon typ av fallskärm eller annat räddningssystem. En dödlig olycka orsakad av säkerhetsbrister i fordonsdesign eller drift kan vara förödande för branschens framgång.

När industrin mognar kan man förutse en förskjutning mot semi-autonoma operationer där flygplanen huvudsakligen flyger sig själv, men en pilot ombord initierar start- och landningssekvenserna, gör vägval och ansvarar för flygplanens totala prestanda och säkerhet.

Med tillräckligt med flygtimmar och en beprövad säkerhet kan kontrollen av flygplanet så småningom förflyttas till en operativ markstation, där flera flygtaxin kan fjärrstyras och övervakas. Flygtaxinät och flygplan kan till och med komma att drivas av algoritmer, som gör det möjligt för helt autonoma flygplan att göra realtidsjusteringar av flygplanets kurs som svar på dåligt väder, fåglar, systemfel eller nödsituationer - allt med minimal eller ingen mänsklig insats. Myndigheterna måste ändå godkänna och reglera verksamheten. Inte minst handlar det om att se över hur ansvaret fördelas om något går fel. Men detta är system, som också kommer att etableras för självstyrande bilar.

Företag fortsätter att utveckla avancerade koncept för lufrörlighet. Kinas EHang kan få inhemsk certifiering 2022, liksom Joby i USA och Volocopter i Europa 2023. Det är ändå mycket som ska till för att flygande taxi verkligen ska slå igenom. För det första måste folk vilja och våga resa på det sättet, speciellt om det kanske inte sitter någon pilot med under resan. Branschen kommer nog att behöva år, eventuellt decennier, för att utvecklas mot långsiktig framgång.



## Satelliternas år 2021

2021 var året då den sammanlagda kapaciteten hos alla operativa lågbane (LEO) kommunikationssatelliter överskuggade den för alla geosynkrona (GEO) satelliter. Det var också året när rymdturismen etablerades och Kina på allvar började utmana USA i rymden med en egen rymdstation.

[Aerospace America](#)

[2021 in spaceflight - Wikipedia](#)

[Spaceflight Highlights Of 2021 | Aviation Week](#)

[Top 10 spaceflight stories of 2021 | Space](#)

Faktum är att SpaceX Starlink och OneWeb ensamt förväntades ha skjutit upp 1 016 respektive 316 LEO-satelliter i slutet av året, vilket innebär att deras megakonstellationer uppgick till 1 969 respektive 420 satelliter med en total kapacitet på mer än 36 terabit per sekund. Det totala antalet LEO-bredbandssatelliter som planeras, godkänns och utvecklas av SpaceX Starlink (42 000), OneWeb (7 088), Amazon Kuiper (3 236), China GW (12 992), Telesat Lightspeed (298) och Inmarsat Orchestra (150-175) för driftsättning före slutet av detta decennium säkerställer att dessa megakonstellationer kommer att fortsätta att växa. I mitten av november hade Starlink enligt uppgift 140 000 användare i 20 länder

I april sköt Arianespace upp sin artonde Vega-raket från Guiana Space Center med konstellationen Pléiades Neo 3 Earth Observation, tillsammans med många lätta satelliter, följt av den nittonde Vega-uppskjutningen i augusti med Pléiades Neo 4 och fyra innovativa cubesats. Dessutom placerade en Ariane 5 i juli två telekommunikationssatelliter i omloppsbana för Embratel och Eutelsat.

Små satelliter fortsatte att vara ett effektivt sätt för universitet och till och med nationer att starta sina rymdprogram. Ett dussin universitet satte sin första rymdfarkost i omloppsbana. I mars lanserades till exempel Tuniens första rymduppdrag, Challenge ONE. Det kommer att fungera som en teknikdemonstrator för en planerad kommersiell konstellation av satelliter

Det börjar bli trångt i himlen, men inte bara på grund av satelliter utan också på grund av rymdskrot. I november riktade det ryska försvarsministeriet en robot mot satelliten COSMOS 1408, förstörde satelliten och skapade ett moln av minst 1 500 "spårbara" bitar skräp i låg jordbana. Fragmenten fick astronauter och kosmonauter ombord på den internationella rymdstationen att tillfälligt ta skydd i sina dockade Crew Dragon- och Sojuzkapslar.

Behovet av en förbättrad internationell politik för rymdfärder betonades av det okontrollerade återinträdet av den 18 ton tunga kinesiska raketkroppen Long March 5B i maj. Rymdskroten landade slutligen i Indiska Oceanen

Nu kommer en FN-arbetsgrupp att inleda ansträngningar under 2022 för att nå samförstånd om normer och regler för ansvarsfullt beteende, som skall minska hoten mot nationernas rymdsystem och undvika att förstöra rymdmiljön.



Det utvecklas också metoder att rensa himlen. Det japanska företaget Astroscale uppnådde ett första huvudmål i augusti, när en servicesatellit visade hur den kunde fånga en nedlagd rymdfarkost. Nu går man vidare för att visa att man kan fånga en tumlande satellit. Flera andra sådana projekt pågår.

SpaceX fortsatte att återanvända raketer för att minska kostnaderna och förbättra leveranstiderna för uppskjutningar. Booster 1051, ursprungligen byggd och flugen för NASA:s Crew Demo-1-uppdrag, hade gjort elva flygningar i november.

I november slutförde också Rocket Lab of California den tredje havsåtervinningen av det första steget av sin Elektronraket med en fallskärm. Rocket Lab presenterade i december designen för sin Neutron med ett återanvändbart första steg med en bred bas för att stödja vertikala landningar. Neutrons första flygning är tänkt att bära åtta ton till låg omloppsbana runt jorden och är inriktad på 2024.

Den japanska biltillverkaren Honda meddelade i september att man utvecklar en delvis återanvändbart uppskjutningsfarkost för små satelliter.

Den ryska rymdmyndigheten Roscosmos sade i juli att man planerar att utveckla en tvåstegsraket kallad Amur, vars första steg kommer att återvända till jorden för vertikala landningar. I oktober meddelade Ryssland också att man kommer att bygga en prototyp av en återanvändbar rymdraket kallad Krylo-SV i slutet av 2022. Den kommer att bromsas i atmosfären och slutföra flygningen genom att landa på ett flygfält. Man kommer också att skapa ett återanvändbart rymdskepp för att ersätta sin lastfarkost Progress.

Återanvändbara raketer har ännu inte börjat utvecklas i Europa, men utvecklingen av nästa version av Ariane-raketen pågår. Europeiska rymdorganisationen ESA tilldelade i juli ArianeGroup ett kon-

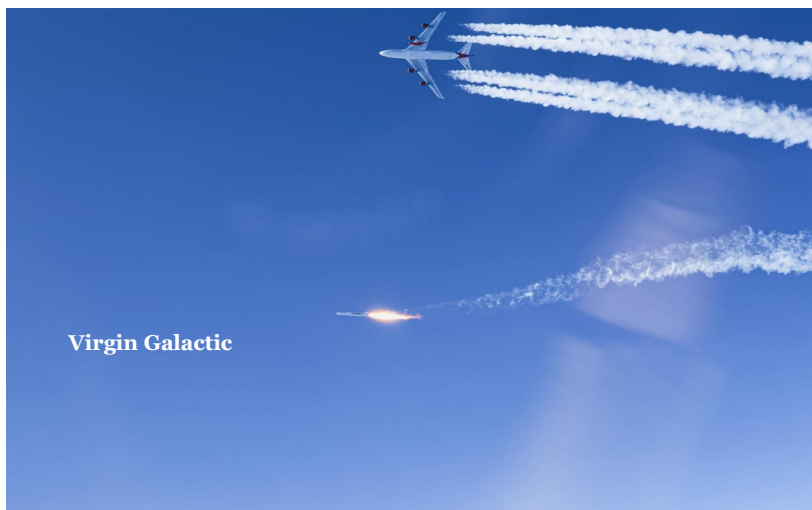
trakt för att utveckla ett nytt tillägg kallat Astris för bärraketen Ariane 6 övre steg. Astris kommer att drivas av en 5 kN motor med kvävetetraoxid och monometylhydrazin. En demonstrator av denna motor, SPE/Berta, var färdigutvecklad inom ramen för ESA:s förberedande program för starttrakter. De första varma proven slutfördes i augusti.

I februari fick German Aerospace Center, eller DLR, det första övre steget av den europeiska Ariane 6-bärraketen för prov. Den utsattes för omfattande provning vid DLR:s Lampoldshausen P5.2-provanläggning. Det är ett av de största projekten i DLR-provplatsens historia och kommer att göra det möjligt för DLR att kvalificera inte bara motorer och enskilda komponenter utan också hela kryogenena övre steg.

I maj gick Prometheus M1, den första europeiska motorn med LOx/metan, in i montering och integration. En uppgraderad motorversion med en 20% ökning av dragkraften är under utveckling

Utvecklingen av små raketer för att skjuta upp mikrosatelliter pågår. Isar Aerospace Technologies GmbH tillkännagavs som vinnare av huvudrundan i den tyska mikroraketävlingen i april. Företaget kommer att få 12,8 miljoner dollar för kvalifikation och två demonstrationsflygningar av sin Spectrum raket. Ett annat tyskt företag, Hylmpulse, genomförde i maj en provserie av sin parafin/flytande syre hybridmotor vid Shetland Space Centre i Skottland. Under tiden fortsatte German Aerospace Center sin hybridmotorutveckling med raketserien Compass och HyFIVE-2/3

Turkiet tillkännagav sin plan att landa en hybridraket på månen senast 2023. Programmet började med grundandet av Delta V Space Technologies och den första testningen av en hybridraket i april.



Under 2021 tog också rymdturismen fart. SpaceX slutförde sin första privatchartade rymdfärd den 18 september, med en besättning på fyra medlemmar, som återvände till jorden efter tre dagar i låg omloppsbana i kapseln Crew Dragon Resilience. Uppdraget finansierades privat och leddes av miljardären och affärsmannen Jared Isaacman.

Två kommersiella och bemannade rymdfarkoster flög i juli. Virgin Galactic's SpaceShip Two rymdfarkost VSS Unity har en hybridraketsmotor och en flygplansliknande struktur med variabel form, som blir ett glidflygplan vid återkomsten till jorden. Man flög med fyra passagerare och en besättning på två piloter till en höjd av 86 kilometer. Virgin Groups grundare Richard Branson var en av passagerarna. Reguljär kommersiell passagerartrafik planeras börja fjärde kvartalet 2022.

Virgin Orbit levererade sju cubesats i låg omloppsbana runt jorden den 30 juni på sitt första kommersiella uppdrag. Uppdraget var den tredje flygningen för Virgin Orbit's LauncherOne air-launched, tvåstegs raket och följde på en framgångsrik demonstrationsflygning i januari.

Blue Origins New Shepard-farkost använder däremot vertikal uppskjutning av en raket, som drivs av flytande väte. Blue Origins grundare Jeff Bezos, två gäster och företagets första betalande passagerare tog en tio minuters suborbital flygning den 20 juli på det återanvändbara New Shepard. Kapseln med fyra passagerare nådde en höjd av 107 kilometer och återvände till jorden för en landning med fallskärm i västra Texas. Blue Origin avslutade sedan sin tredje bemannade flygning, och den första med en full kabin med sex passagerare ombord på New Shepard, den 11 december.

Rysslands Pirs-modul, som lanserades 2001, blev den 26 juli den första delen av den internationella rymdstationen ISS att avvecklas och tas bort ur bana. Det gjorde plats för den nya Nauka laboratoriemodulen, som anlände den 29 juli, följt den 26 november av Rysslands nya Prichal modul.

NASA slutförde idrifttagningen av de amerikanska robotarna på den internationella rymdstationen. Under året användes Astrobee för att genomföra en mängd olika experiment inklusive akustisk övervakning och fångst av rymdskrot med gecko-inspirerad vidhäftning.

Två år efter den bristfälliga första omloppsflygningen står Boeings CST-100 Starliner-kapsel fortfarande inför avgörande bemannade prov 2022 innan den kan ansluta sig till SpaceX Crew Dragon för rutintransporter till den internationella rymdstationen (ISS).

Ett annat företag, Sierra Space, hoppas kunna påbörja reguljära fraktflyg till ISS i slutet av 2022 med en första flygning av

sitt återanvändbara rymdflygplan Dream Chaser.

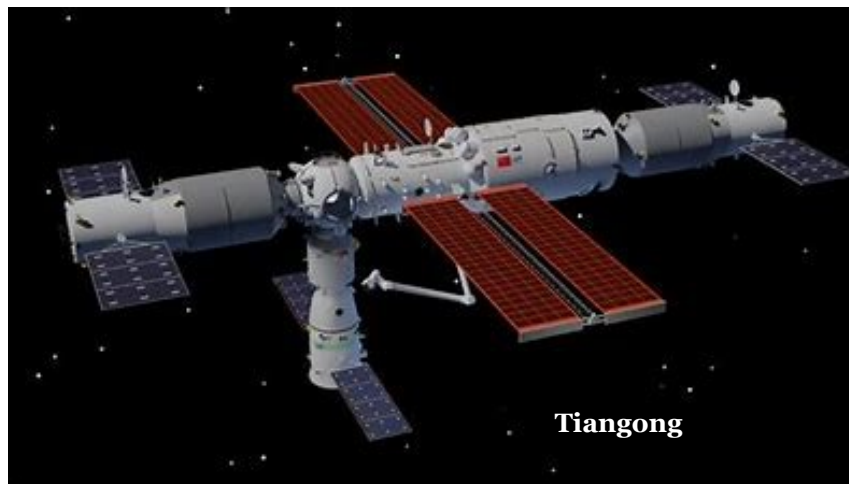
Det står emellertid klart att ISS så småningom kommer att avvecklas och planeringen för en kommersiellt driven rymdstation börjar ta fart. Texas-baserade Axiom Space ingick i juli avtal med italienska Alenia Space för utveckling av de två trycksatta delarna av en ny station, som skall lanseras och dockas till ISS 2024 och 2025, men i slutändan bli en oberoende station när ISS avvecklas.

Undder tiden har Kina, som aldrig deltagit i ISS, börjat bygga sin egen rymdstation. Kina förbjöds särskilt att delta i projektet att bygga den internationella rymdstationen (ISS) av USA.

Kina lanserade Tianhe-kärnmodulen för sin rymdstation Tiangong-2 den 28 april. Två Tianzhou lastflygningar följde och det första bemannade uppdraget, Shenzhou-12, dockade med modulen den 17 juni. De tre taikonauterna återvände till jorden den 17 september, efter en 90-dagars vistelse i rymden för att bygga rymdstationen.

Kina kommer att slutföra byggandet av sin rymdstation 2022. Sex uppdrag relaterade till rymdstationen har markerats som viktiga, inklusive ytterligare två fraktoppskjutningar, två bemannade uppskjutningar av rymdfarkosten Shenzhou och uppskjutningar av två experimentella moduler. När alla sex uppdragen är klara kommer Kinas rymdstation att vara fullt utbyggd.

Den internationella rymdstationen ISS och Tianhe-kärnmodulen på den kinesiska rymdstationen Tiangong är just nu de enda bebodda strukturerna i yttre rymden. Men takten och omfattningen av uppskjutningar, konstruktion och kontraktering visar att rymden snart kommer att bebos av fler människor, både arbetare och turister.



## Mot månen och Mars

År 2021 tog utforskningen av rymden med robotar fart. NASA:s Perseverance rover landade på Mars den 18 februari. Bara dagar tidigare hade Förenade Arabemiratens Hope orbiter anlänt tillsammans med Kinas Tianwen-1. Nu, nästan ett halvt sekel efter att astronauter senast gick på månen, börjar också en ny tid av månutforskning gry.

[Top 10 spaceflight stories of 2021 - GleeTune](#)  
[Spaceflight Highlights Of 2021 | Aviation Week Network](#)  
[In 2022 a Moonrush will begin in earnest | The Economist](#)

Det första provet från en asteroid levererades till jorden efter att Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) Hyabusa-2 gjort resan tillbaka från asteroiden Ryugu. I december samlade Kinas Chang'e-5 månprover och returnerade 1,7 kilo månmaterial, vilket var det första månprovet som återvänt till jorden sedan Sovjetunionens Luna-24-uppdrag 1976. NASA:s OSIRISREX startade sin återresa till jorden i maj från asteroiden Bennu. Den tvååriga resan kommer att omfatta flera banor runt solen för att synkronisera med jordens omloppsbana i slutet av 2023, då kapseln med proverna kommer att nå jordytan.

James Webb Space Telescope sköts upp till omloppsbana i december på en Ariane 5 raket från Europas rymdhamn i Franska Guyana. Teleskopet, ett gemensamt projekt av NASA, ESA och Canadian Space Agency, har pågått i årtionden med deltagande från ett dussin nationer. När teleskopet väl är funktionsdugligt kommer det att vara en generation bortom det nuvarande rymdteleskopet Hubbles kapacitet. För den första cykeln av observationer med Webb valdes 266 program ut bland 1 000 vetenskapliga förslag inlämnade från hela världen.

Teleskopet kommer att använda infraröda våglängder för att kunna se mycket närmare tidens början än Hubble och jaga efter bildandet av de första galaxerna. Det kommer att ligga nära jämvikts-punkten (Lagrange-punkten) mellan jorden och solen cirka 1,5 miljoner kilometer bortom jordens omloppsbana, där teleskopet kommer att hålla sig i linje med jorden när det rör sig runt solen. Läget gör det möjligt för satellitens stora solskydd att skydda teleskopet från solens ljus och värme.

I juli genomförde Parker Solar Probe en förbiflygning av Venus som förberedelse för en nära inflygning till solen. Parker doppade sig i Venus jonosfär och samlade in mätningar av dess atmosfäriska radiosignaler. Detta bekräftade jordbaserade observationer att Venus jonosfär är mycket tunnare under vissa solfaser än andra. Det tyder på att atmosfären, som en gång liknande jordens, har blivit ett varmt, giftigt gasmoln och att den potentiellt kan

gå förlorad.

Två rymdfarkoster från Europeiska rymdorganisationen ESA fick också fart av Venus gravitation bara timmar efter varandra i augusti. Solar Orbiter, ett gemensamt uppdrag med NASA, är på väg mot solen, och BepiColombo, ett gemensamt projekt med japanska JAXA, är på väg till Merkurius. BepiColombo tele-sände senare bilder från sin inflygning på 552 kilometer höjd över Merkurius yta.

Året innebar också ett genombrott för elektrisk framdrivning. BepiColombo använde 5 000 timmars drivtid halvvägs genom sin resa till Merkurius. I november hade SpaceX Starlink-konstellation placerat ut fler elektriskt framdrivna

orbiter anlänt till planeten och den 10 februari kom Kinas Tianwen-1.

Målet med Förenade Arabemiratens Hope orbiter är att få en fullständig bild av den marsianska atmosfären. Tianwen-1 landade den 14 maj och placerade ut sin Zhurong-rover den 22 maj för att utforska marsytan vid Utopia Planitia. Det gjorde Kina till den enda nationen förutom USA som landstigit och drivit en rymdfarkost på den röda planeten.

NASAs två kilo tunga Marshelikopter, Ingenuity, sköts upp från Perseverance-rovern i Jezero Crater den 19 april på ett 39 sekunders jungfruuppdrag. Det var den första motordrivna flygningen på en annan planet. Det visade att det är möj-



Första flygningen på Mars

farkoster än alla tidigare tillsammans med totalt cirka 1 800 satelliter i omloppsbana.

NASA valde Rocket Lab för att lansera sitt solsegel Advanced Composite Solar Sail System, eller ACS3. Åtta ACS3 solsegel kommer att placeras ut i låg jordbana i slutet av 2022. Väl i rymden kommer de att rullas ut till 80 kvadratmeters reflekterande membran för att utnyttja solens tryck i rymden. Denna metod för framdrivning kan vara nyckeln till att minska kostnaderna för djupa rymduppdrag.

I februari anlände tre nationer till Mars. NASA:s Perseverance rover landade i Mars Jezero Crater den 18 februari. Det var det nionde NASA-uppdraget att landa på Mars. Bara dagar tidigare den 9 februari hade Förenade Arabemiratens Hope

ligt att driva och kontrollera flygningar i Mars tunna atmosfär. Ingenuity hade utfört sju flygningar den 3 december.

I april extraherade Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment, eller MOXIE, 5 gram syre från atmosfäriskt koldioxid, vilket visade att det var möjligt att framställa syre på Mars, en kritisk förmåga för framtida mänskliga uppdrag

ESA initierade också Mars Sample Return Earth Return Orbiter, med utgångspunkt i BepiColombo-uppdraget med ett 35 kilowatts system med fyra Ariane-group RIT-2X radiofrekvenser. Det ska kunna hämta markprover från Mars insamlade av Perseverance.

## Månen och Mars

Intresset för utforskning av månen ökar också. Kina har godkänt den fjärde etappen av sitt månprospekteringsprogram inklusive en grundmodell av en forskningsstation, som ska byggas på månen under det kommande decenniet. Den första uppskjutningen av Long March-6A-raketen för tunga rymduppdrag är också planerad till 2022.

Kina kommer att genomföra månutforskning inom tre framtida uppdrag: Chang'e-6-, Chang'e-7- och Chang'e-8. Enligt planerna kommer Chang'e-7-sonden först att skjutas upp mot månens sydpol. Eftersom Chang'e-6 för att ta tillbaka prover från månens sydpol är ett backup-uppdrag för att ta tillbaka prover även från den tidigare Chang'e-5, kommer det att lanseras efter Chang'e-7. Chang'e-6-uppdraget kommer att följas av Chang'e-8, ett steg mot att bygga en modell av en vetenskaplig forskningsstation. Chang'e 8, planerad till 2027, kommer att testa idén att bygga den av krossad månsten, kallad regolit. Blandad med lämpliga vätskor, kan den förvandlas till ett "bläck" som lämpar sig för 3d-utskrift av byggnader.

Ryssland landade senast ett fordon, Luna-24, på månen 1976, när det var en del av Sovjetunionen. Luna-25 kommer nu att sändas upp under det kommande året. Kina har bekräftat att man går samman med Ryssland för att bygga en forskningsstation på månen till 2035. Den kommer att ha både en orbiter, som kretsar runt månen, och en bas på månens yta samt flera prospekterings rovers. Nästa steg för Ryssland och Kina är infrastrukturbyggande, som inkluderar system för energi, kommunikation och livsuppehållande åtgärder på månbasen.

Förenade Arabemiraten UAE vill bli det första arablandet att driva en farkost på månen. Även om detta projekt involverar andra länder, byggs Rashid-rovern i fråga av UAE Space Agency i Dubai. Den kommer att ha en enhet, som kallas en Langmuir-sond, för att studera plasmat av laddade partiklar, som orsakas av solvinden på månens yta.

UAEs rover kommer att landas på månen av Hakuto-r, en farkost byggd av Ispace, ett japanskt företag, som lanseras på en raket från SpaceX. Hakuto-r kommer också att ha en rover i baseballstorlek från Japans rymdorganisation, JAXA.

Sydkoreas första månfarkost, en orbiter, ska skjutas upp sommaren 2022 och Israel kan också snart representeras på månen av en filantropiskt sponsrad organisation "Space il", som har för avsikt att om ett par år landa en sond på månens bortsida – en bedrift som hittills endast har åstadkommit av Kina.

Indien planerar också att sätta en rymdfarkost på månen under det kommande året. Dess första försök (liksom ett tidigare försök av israeliska Space il) kraschade på månens yta 2019.



De mest ambitiösa måninsatserna är dock USAs. NASA siktar på att åter sända människor dit i mitten av årtiondet. Istället för att flyga direkt från jorden, som Apollo gjorde, är planen den här gången att bygga en rymdstation i en månbanan, känd som Gateway. Denna kommer att vara bas för en skyttel, som kallas Human Landing System (HLS) till vilken astronauter kommer att överföras för nedstigning till ytan. Där kommer så småningom en utpost att etableras.

Efter år av förseningar börjar detta projekt, kallat Artemis, efter mångudinnan, som var tvilling till solguden Apollo, att röra på sig. Det kommande året bör se minst arton NASA-sponsrade månuppdrag, av vilka några kommer att leverera utrustning och förnödenheter för senare användning.

Artemis I, projektets första stora lansering, är tänkt att lyfta från Cape Canaveral om några månader. Dess vetenskapliga nyttolast är blygsam: tretton små "cubesats" för att samla in data om saker som tillgången på månvattnet. Men dess verkliga syfte är att utvärdera NASAs massiva Space Launch System (SLS) raket och en tillhörande besättningskapsel, kallad Orion, som byggs av Lockheed Martin. På detta uppdrag kommer en Orion-kapsel att flyga, obemannad, 64 000 km bortom månen, innan den återvänder till jorden och plaskar ner i Stilla havet.

Första flygningen av NASA:s Space Launch System och Orion-kapsel planeras under våren 2022 och den första bemannade flygningen har skjutits till maj 2024. En tredje uppskjutning för att återvända människor till månen är försenad till 2025.

Gatewayen, en utpost som kretsar runt månen, är en kritisk komponent i NASA:s Artemis-program och kommer att lagra last och ha logi för framtida aktiviteter på månytan. I februari 2021 gav NASA ett kontrakt värt 332 miljoner dollar till SpaceX för att med raketerna Falcon Heavy skjuta upp grundläggande komponenter i

Gateway.

Den första configurationen av SLS-raketen, kallad Block 1, kommer att användas i de tre första Artemis-uppdragen och har en höjd av 98 meter, väger 2,6 miljoner kilo och producerar 4 miljoner kilos dragkraft med fyra RS-25-motorer och två fastbränsle raketmotorer. Efter två minuter kommer raketmotorerna att separeras från raketerna och RS-25-motorerna i det centrala steget fortsätter att driva Orion till omloppsbana. Åtta minuter efter starten stängs RS-25-motorerna av och det centrala steget separeras.

Ett interimt kryogent framdrivningssteg (ICPS) kommer att användas för de tre första Artemis-uppdragen. Senare Artemis-flygningar kommer att använda ett kraftfullare Exploration Upper Stage (EUS). RL10-motorn i ICPS kommer att köras i mindre än en minut för att positionera Orion före en längre drivning, som accelererar rymdfarkosten in i banan mot månen. ICPS separeras sedan från Orion, som kommer att använda totalt 33 motorer för att driva och placera sig i bana runt månen tills tiden är inne att återvända in i jordens atmosfär. När Orion förbereder sig för att landa i Stilla havet kommer 12 motorer att se till att rymdfarkosten är ordentligt orienterad, med värmeskölden riktad nedåt.

Kanske kommer någon annan före till månen. Den försiktiga taktiken hos NASA står i skarp kontrast till SpaceX planer på att flyga sin tunga återanvändbara raket Starship ungefär ett dussin gånger under 2022, med början i ett första omloppstest i januari eller februari. Men det viktigaste målet för Elon Musk, ägaren till SpaceX, verkar inte vara månen utan att komma först till Mars.



## Formbara vingar-fåglar vet bäst

Morphing härstammar från ordet metamorfos. Det definieras som förmågan hos vingar att ändra sin geometriska form under flygning. Morphing-konceptet är inspirerat av fågelvingar som kan förändras beroende på omgivningen. En sådan vinge kan göra det möjligt för luftfarkoster att få bättre flygprestanda.

[Aerospace America: Bio-inspired The Morphing Wing: Birds Know Best Shape shifters - Royal Aeronautical Society \(PDF\) A Review of Morphing Wing - ResearchGate Wing Morphing Allows Gulls To Modulate Static Pitch ...](#)

Den brittiske ingenjören och uppfinnaren Frederick Lanchester tillbringade sina eftermiddagar under en resa 1892 till USA med att se fiskmåsar glida i stigande luft. Deras vingar rörde sig knappt men krökte sig i ändarna för att hjälpa dem att hålla sig uppe. Ytterligare studier av fåglarna ledde till hans patent från 1897 av en flygmaskin, som aldrig flög men skulle ha haft krökta vingspetsar för att fånga luftflödet vid slutet av varje spets och öka lyftkraften.

Det tog fram till 1970-talet och en höjning av oljepriserna för att något som liknade Lanchesters koncept skulle införlivas i kommersiella flygplan. Idag kallas de winglets, de nästan vertikala vingförlängningarna som förbättrar effektivitet och räckvidd.

Men nu är vi på väg mot en stor ökning av bioinspirerad design inom flyg och rymd på grund av tillkomsten av artificiell intelligens och djup maskininlärning. Sedan ett tjugotal år pågår försök att utveckla styrtor som skall böjas och vridas för att eventuellt ersätta traditionella styva klaffar och minska luftmotstånd och bränsle. NASA visade 1980 att flexibla kontrolltytor kunde öka räckvidden på ett tankningsplan KC-135 med upp till 7% och minska bränsleförbrukningen med uppskattningsvis 3-4% på en modifierad Gulfstream III .

På KC-135 sträckte elmotorer ut eller drog tillbaka armar för att böja ytan uppåt eller nedåt, medan det på Gulfstream III åstadkoms med hydraulcylindrar. Armarna i Gulfstream III-klaffarna var också komposit, inte aluminium, och var geometriskt anordnade för att hålla belastningen jämn och låg över strukturen.

Detta strukturella tillvägagångssätt använder ställdon för att deformera en flexibel struktur i ett stycke, som genomgår en elastisk deformation i motsats till den styva kroppsrörelsen i en konventionell mekanism som vingklaffar med gångjärn. Den största utmaningen är att konstruktionen måste vara flexibel för att överföra



rörelse, men ändå styv nog att motstå vingbelastningarna

Ett annat sätt är att använda smarta ställdon och smarta material. Smarta material kan ändra sin yttre form avsevärt efter att ha fått vissa stimuli som temperatur, tryck, magnetfält etc så att ett flygplan kan ändra sin vingform under flygning. Skalbarheten är dock fortfarande osäker, vilket innebär att vingens slutliga form kanske inte är den önskade. Resultatet kan bli katastrofalt om flygplanet förlorar sin stabilitet.

En fågel måste upptäcka och känna av det atmosfäriska tillståndet liksom sin position så att den kan utföra rätt verkan i en viss miljö. På samma sätt krävs sensorutrustning för att ett morphing-flygplan ska reagera korrekt på den omgivande miljön genom att samla in data som lufttryck, höjd, lufthastighet och position i förhållande till andra objekt

Efter att ha samlat in tillräckligt med data kommer sensorernas resultat att integreras och bearbetas i fågelns hjärna, eller flygdatoren för ett morphing flygplan. När flygplanet förvandlas och ändrar sin form är flygstabiliteten mycket avgörande och den måste upprätthållas under hela flygningen. Därför måste styrsystemet hela tiden bearbeta sensorernas ingångar, beräkna rätt svar med hjälp av finita elementprogram och generera kommandon, som utlöser aktivering med minsta energi.

Morfningflygning kräver inte bara specialiserade strukturer, utan också specialiserade ställdon, som tar emot kommandon från styrsystemet och ändrar vingformen i enlighet därmed för att optimera flygplanets prestanda och minimera den energi som krävs för manövrering. I själva verket är detta mycket likt en fågels flygmekanism.

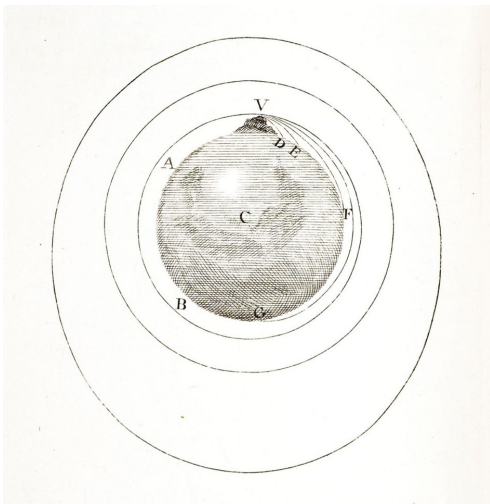
Den traditionella stela strukturen hos ett flygplan har inneburit att dess vingar inte kan fungera med sin fulla effektivitet i olika skeden av flygningen. Måsar eller rovfåglar som falkar använder många olika vingformer för att stabilisera sig. Vid stigande är vingarna helt utsträckta och har en mer rundad form, vilket ökar deras stabilitet. De kan öka höjden utan att flaxa med vingarna och på det sättet spara energi. Men om de behöver göra snabba manövrar, som dykning för att fånga ett byte, kan de ändra formen på vingen för just det ändamålet.

Det finns ett stort tryck på att minska bränsleförbrukningen. Att studera hur fåglar använder vingformen för att sväva långa avstånd och kontrollera sin flygning är särskilt intressant för framtida flygplan och drönare. Drönare med fågelliknande vingar skulle kunna sväva på termik när de skannar rörledningar, letar efter tecken på torka eller växtsjukdom på stora gårdar eller övervakar skogsbränders omfattning och utveckling.

## Satellitens historia

**En satellit är ett föremål i rymden, som kretsar runt eller cirklar runt ett större föremål. Det finns två typer av satelliter: naturliga (som månen som kretsar runt jorden) eller konstgjorda (som den internationella rymdstationen som kretsar runt jorden). Den 4 oktober 1957 lanserade Sovjetunionen världens första konstgjorda satellit, Sputnik 1. Sedan dess har cirka 8 900 satelliter från mer än 40 länder skjutits upp.**

Den förste, som använde termen "satellit", var den tyske astronomen Johannes Kepler (1571–1630) för att 1610 beskriva månarna, som kretsar kring Jupiter. Han utvecklade också de tre lagarna för planetrörelse, och hans noggranna astronomiska tabeller gav bevis för att jorden kretsade runt solen. Kepler insåg att planeternas banor kunde vara elliptiska snarare än cirkulära och med hjälp av en annan astronom, Tycho Brahes, data om Mars rörelse utvecklade han sina lagar för planetrörelse.



Den första publicerade matematiska studien av möjligheten av en konstgjord satellit var ett tankeexperiment av Isaac Newton i hans *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687). En projektil, skjuten med gradvis högre hastighet från toppen av ett berg, skulle så småningom kretsa kring jorden eftersom jordytan krökte sig under den lika fort som den själv föll ner mot den. I den verkliga världen skulle friktion mot jordens atmosfär sakta ner projektilen långt innan den kunde cirkulera runt jorden och återvända till berget. Men några mil upp i rymden, där luften var knapp, skulle projektilen fortsätta att kretsa runt jorden. Det leder oss till den största svårigheten att sätta en satellit i omlopp: att få tillräckligt med horisontell hastighet.

Oavsett om man tittar på enorma Saturn V-raketer som bär människor till månen eller raketer, som skjuter ut mindre rymdfarkoster, så producerar raketerna enorma mängder dragkraft. Det mesta av raketbränslet driver dock rymdfarkosten i sidled, inte uppåt. Lutningen mot horisontalen börjar nästan omedelbart efter att raketerna lämnat startplattan.

Hur snabbt går dessa rymdfarkoster? Den första konstgjorda satelliten, Sputnik-1 som Ryssland skickade upp 1957, kretsade omkring 8 km/s över jordens yta och den internationella rymdstationen susar förbi med en hastighet av 7,7 km/s, eller cirka 17 000 km/h. Som jämfö-

relse flög överljudsplanet Concorde med bara cirka 1500 km/h.

Jordens rotation ger raketer extra horisontell fart i östlig riktning, och ju närmare ekvatorn, desto större skjuts. Det är delvis därför USA:s uppskjutningsplatser ligger i de södra delarna av landet och europeiska rymdfarkoster skjuts upp från Guiana Space Center i Sydamerika, nära ekvatorn.

Den första fiktiva skildringen av en satellit som skjuts upp i omloppsbana var en novell av Edward Everett Hale, "The Brick Moon" (1869). Idén dök upp igen i Jules Vernes "The Begum Fortune" (1879).

År 1903 publicerade Konstantin Tsiolkovsky (1857–1935) "Exploring Space Using Jet Propulsion Devices", som är den första akademiska avhandlingen om användningen av raketer för att skjuta upp rymdfarkoster. Han beräknade den omloppshastighet som krävs för en minimal omloppsbana, och att en flerstegsraket, som drivs av flytande drivmedel kunde uppnå detta.

År 1928 publicerade Herman Potočnik (1892–1929) sin enda bok, "The Problem of Space Travel – The Rocket Motor". Han beskrev användningen av kretsande rymdfarkoster för observation av marken och beskrev hur de speciella förhållandena i rymden kan vara användbara för vetenskapliga experiment. Han beskrev också en rymdstation i detalj och användningen av kretsande rymdskepp för detaljerad observation av jorden och vetenskapliga experiment.

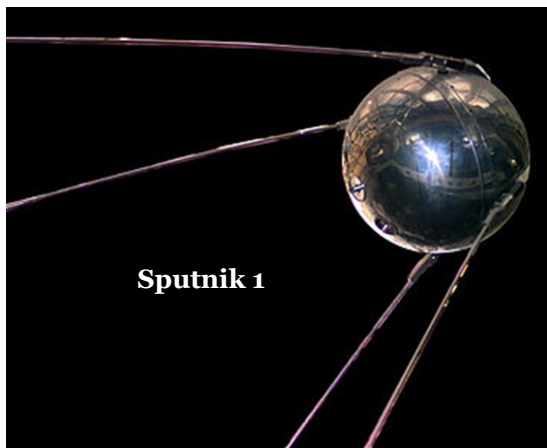


Den engelske science fiction-författaren Arthur C. Clarke brukar emellertid nämnas som upphovsmannen till idén om satelliter. I en artikel i *Wireless World* från 1945 beskrev han i detalj den möjliga användningen av kommunikations-satelliter för masskommunikation. Han föreslog att tre geostationära satelliter skulle ge täckning över hela planeten.

## Satellitens historia

27

I maj 1946 släppte United States Air Force 's Project RAND sin preliminära design av ett experimentellt World-Circling Spaceship, där det angavs att en satellit med lämplig instrumentering kunde bli ett av de mest potenta vetenskapliga verktygen i det tjugonde århundradet. Man ansåg dock att satelliten var ett verktyg för vetenskap, politik och propaganda, snarare än ett militärt vapen.



I samband med aktiviteter som planerades för det internationella geofysiska året (1957/58), meddelade Vita huset att USA hade för avsikt att skjuta upp satelliter till våren 1958. Detta blev känt som Project Vanguard. Men ryssarna hann före. Den första konstgjorda satelliten var Sputnik 1, uppskjuten av Sovjetunionen den 4 oktober 1957 med Sergej Korolev som chefsdesigner.

Sputnik 1 mätte tätheten hos höga atmosfäriska lager genom förändringarna i satellitens omloppsbana och gav data om radiosignalfördelning i jonosfären. Det oväntade tillkännagivandet om Sputnik 1:s framgång utlöste Sputnik-panik i USA och startade den så kallade rymdkapplöpningen under det kalla kriget .

Världens första konstgjorda satellit, Sputnik 1, på svenska "reskamrat", som blev starten på rymdåldern, mätte 58 centimeter i diameter, vägde 83 kg och färdades ett varv runt jorden på 94 minuter i en bana på 230–940 kilometers höjd. Satelliten låg kvar i omloppsbanan till i början av 1958, när den störtade och brann upp i atmosfären.

Sputnik 2 sköts upp den 3 november 1957 med den första levande passageraren ombord, en hund vid namn Laika. Explorer 1 blev USA:s första konstgjorda satellit den 31 januari 1958. Den vägde bara 13 kilo, men sedan gick det fort. I juni 1961, tre och ett halvt år efter lanseringen av Sputnik 1, katalogiserade United States Space Surveillance Network 115 satelliter, som kretsade runt jorden.

### 1960 – Första framgångsrika vädersatelliten.

NASA skjuter upp Tiros-1, den första vädersatelliten, som anses vara en framgång. Den sände infraröda bilder av jordens molntäcke och kunde upptäcka och kartlägga orkaner. Detta inledde Tiros-programmet, som följs av Nimbus-programmet för vädersatelliter.

### 1962 – Första kommunikationssatelliten.

Den första direktsända transatlantiska telesändningen var med Telstar-1, en satellit med låg omloppsbana. Senare bildades ett internationellt satellitkonsortium (Intelsat), som förvaltar en konstellation av kommunikationssatelliter för internationella sändningstjänster.

### 1970 – Kina skjuter upp sin första satellit.

Kina sköt upp sin första satellit Dongfanghong 1 i jordens omloppsbana på sin Long March-raket, och blev den femte nationen att uppnå oberoende uppskjutningskapacitet. De andra nationerna är Sovjetunionen (1957), USA (1958), Frankrike (1965) och Japan (1970).

### 1971 – Första rymdstationen.

Sovjet blev först med en bemannad rymdstation, Saljut 1. Den var konstruerad och uppskjuten i ett stycke. När alla dess förnödenheter och utrustning var förbrukade övergavs den. Salyut-programmet fortsatte till 1986. USA:s första rymdstation, Skylab, användes 1973-1974.



### 1972 – Början av Landsat-programmet.

Earth Resources Technology Satellite lanseras och börjar det längsta pågående programmet för satellitbilder av jorden, senare omdöpt till Landsat. Landsat-instrument tar miljontals bilder som används för att utvärdera naturliga och mänskliga förändringar på jordytan.

### 1979 – ESA:s första uppskjutning.

Europeiska rymdorganisationen (ESA) skjuter upp Ariane-1 för att sätta två telekommunikationssatelliter i omloppsbana. Detta inleder ESA:s rymdprogram som fortsätter in i nuet.

### 1981 – Rymdfärjan.

Den första rymdfärjan Columbia skjuts upp med astronauterna John W Young och Robert L Crippen. Detta är början på det amerikanska rymdfärjeprogrammet, som tar astronauter och satelliter i omloppsbana runt jorden. Detta program pågår i 30 år.

### 1983 – Spacelab.

Den första trycksatta Spacelab-modulen sänds upp ombord på rymdfärjan Columbia. Spacelab var ett rymdlaboratorium som utvecklades av ESA. Det bestod av både trycksatta och trycklösa moduler, som rymdes i lastutrymmet på rymdfärjan. I de trycksatta modulerna kunde man genomföra forskning i en miljö som liknade den på en rymdstation.

## Satellitens historia

28

### 1990 – Rymdteleskopet Hubble.

Rymdteleskopet Hubble bärs ut i rymden av rymdfärjan. Dess bana utanför jordens atmosfär gör det möjligt att ta skarpa bilder som leder till genombrott inom astrofysik, till exempel genom att bestämma hastigheten hos universums expansion.

### 1994 – Första GPS-konstellationen.



Den första konstellationen av globala positioneringssystem tas i drift. Den består av 24 geosynkrona satelliter. GPS är ett rymdbaserat satellitnavigeringssystem, som ger plats- och tidsinformation i alla väder, var som helst på eller nära jorden.

### 1998 – Internationella rymdstationen ISS.



Spacelab togs ur bruk när man kunde lyfta över forskningen till den internationella rymdstationen ISS. Rymdstationen är ett internationellt samarbete mellan Ryssland, USA, EU, Japan och Kanada. Den fungerar som ett forskningslaboratorium för mikrogravitation och rymdmiljö. Den internationella rymdstationen kretsar runt jorden på en höjd av cirka 360 km. Den färdas i 28 000 km/h och tar 90 minuter för varje omlopp. Den klarar en besättning på sex astronauter.

ISS är den största satelliten i omloppsbana och tog över ett decennium att bygga. Bit för bit bidrog 15 nationer med finansiell och fysisk infrastruktur, som sattes ihop mellan 1998 och 2011. Man förväntar sig att ISS ska fortsätta vara igång till åtminstone 2024. Kina lanserade 2021 en egen rymdstation, Tiangong.

### 2021 – 3500 satelliter kretsar runt jorden.

Sedan Sputnik sköts upp 1957 har antalet rymduppskjutningar och artificiella objekt i omloppsbana ökat. Under nästan 65 år har omkring 7 000 rymdfarkoster skjutits upp. Cirka 3 500

är fortfarande i omloppsbana. Idag är bara cirka 1 000 av dessa rymdfarkoster fortfarande funktionella.

Satelliter används för många ändamål. Vanliga typer inkluderar militära och civila jordobservationssatelliter, kommunikationssatelliter, navigationssatelliter, vädersatelliter och rymdteleskop. Rymdstationer och mänskliga rymdfarkoster i omloppsbana är också satelliter.

Vädersatelliter förbättrade väderprognoserna även för avlägsna områden. Observationssatelliter som Landsat spårade förändringar i skog, vatten och andra delar av jordens yta över tiden. Telekommunikationssatelliter gjorde långdistans-telefonsamtal och så småningom, direktsändningar från hela världen till en normal del av livet. Senare generationer hjälpte till med internetanslutningar.

Satelliter kan fungera för sig själva eller som en del av ett större system, satellitkonstellationer. Med miniaturiseringen av datorer och annan hårdvara är det nu möjligt att skicka upp mycket mindre satelliter som kan utföra vetenskap, telekommunikation eller andra funktioner i omloppsbana. Det är vanligt nu för företag och universitet att ha "CubeSats", eller kubformade satelliter som ofta befolkar låg omloppsbana runt jorden.

Det finns flera accepterade banor runt jorden. Den ena kallas Low-Earth Orbit LEO och sträcker sig från cirka 160 till 2 000 km. Detta är zonen där ISS kretsar och där rymdfärjan brukade göra sitt arbete. Faktum är att alla mänskliga uppdrag förutom Apollo-flygningarna till månen ägde rum i denna zon. De flesta satelliter ligger också här. Vissa kretsar runt ekvatorn, andra i mer polära banor så att deras täck-



ningszoner inkluderar nord- och sydpolen. Exempel på satelliter, som kretsar runt polen är vädersatelliter och spanings-satelliter.

Geostationär eller geosynkron bana GEO är dock den bästa platsen för kommunikationssatelliter. På denna höjd av ca 36 000 km är hastigheten runt jorden ungefär densamma som jordens rotation, vilket gör att satelliten kan stanna ovanför samma plats på jorden nästan konstant och hålla kontakt med en fast antenn på marken. När geostationära satelliter når slutet av sitt liv, måste de flyttas ur vägen för att en ny satellit ska ta deras plats. Det beror på att det bara finns så mycket utrymme, eller så många "slots" i den geostationära omloppsbanan, för att satelliterna ska kunna fungera utan störningar.

## Satellitens historia



Ungefär 63% av operativa satelliter befinner sig i låg omloppsbana, 6% befinner sig i medelhög omloppsbana vid 20 000 km, 29% är i geostationär omloppsbana vid 36 000 km och de återstående 2% är i olika elliptiska banor .

Framtida prognoser uppskattar att upp till 65 000 nya satelliter kommer att skjutas upp under de kommande tio åren. De kommer att föra internet till platser utan nuvarande uppkoppling, och ökningen av internethastighet och räckvidd kommer att vara bra för företag och katastrofhantering.

SpaceX Starlink service närmar sig 1000 satelliter i sin konstellation , på väg till mer än 2200. Amazons Project Kuiper planerar 3200 satelliter. OneWeb föreställer sig hela 48 000 satelliter. Företag baserade i Kanada, Ryssland och Kina planerar också konstellationer.

Den exponentiella ökningen av rymdobjekt i omloppsbana kommer också att öka sannolikheten för kollisioner med rymdskrot. Det börjar bli trångt däruppe. Det finns uppskattningsvis en halv miljon konstgjorda föremål i jordens omloppsbana idag i storlek från färgfläckar upp till fullfjädrade satelliter. Var och en färdas med hastigheter på tusentals km i timmen. Endast en bråkdel av dessa satelliter är användbara, vilket betyder att det finns mycket "rymskräp" som flyter runt där ute. Med allt som hamnar i omloppsbana ökar risken för en kollision.

Därför fokuseras allt mera forskning på teknik- och rymduppdrag, som kan ta bort skräp från omloppsbana. Rymdorganisationer måste också överväga omloppsbana noggrant när de skjuter upp något i rymden. Byråer som United States Space Surveillance Network håller ett öga på skräp från marken och varnar NASA och andra enheter om en felaktig pjäs riskerar att träffa något viktigt. Det betyder till exempel

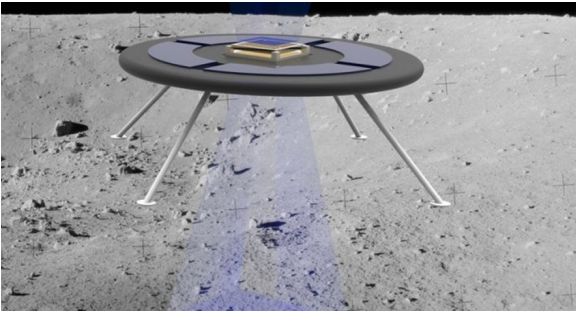
att ISS då och då behöver göra undanmanövrar för att komma ur vägen.

Men kollisioner förekommer. En av de största bovarna till rymdskrot är resterna av ett anti-satellitprov från 2007 som utfördes av kineserna, vilket genererade skräp som förstörde en rysk satellit 2013. Det året slog också satelliterna Iridium 33 och Cosmos 2251 in i varandra och genererade ett moln av skräp. Ett ryskt nedskjutande av en satellit 2021 ställde till problem för ISS och den kinesiska rymdstationen.

NASA, European Space Agency och många andra enheter överväger åtgärder för att minska mängden orbital-skräp. Vissa föreslår att man ska ta ner döda satelliter på något sätt , kanske med hjälp av ett nät eller luftskurar för att störta skräpet från dess omloppsbana och föra det närmare jorden. Andra funderar på att tanka döda satelliter för återanvändning, en teknik som har demonstrerats robotiskt på ISS .

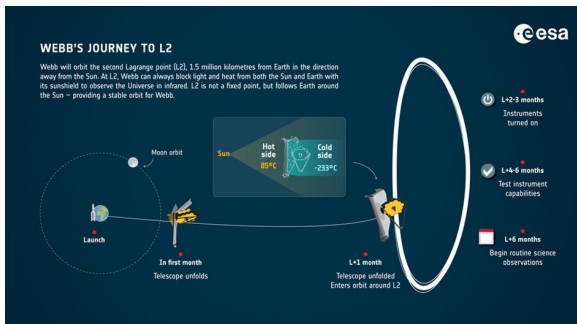
Många länder började skicka sina egna satelliter ut i rymden när fördelarna strömmade genom samhället. Så även Sverige. Den första svenska raketten, Plutnik, sköts upp 1961 från en försvarsanläggning i Lappland. Raketen var byggd för att på 80 km höjd detonera en sprängladdning som skulle skapa ett konstgjort moln, vilket in sin tur skulle låta forskare studera bildandet av så kallade nattlysande moln. Raketen flög som planerat, men någon explosion verkar man inte ha fått till. Sedan dess har Sverige bland mycket annat skjutit upp en egen satellit (Viking, 1986), landat på månen (Smart 1, 2006), och förstås sett sin första astronaut i rymden (Christer Fuglesang, 2006).

## MITs måndrönare



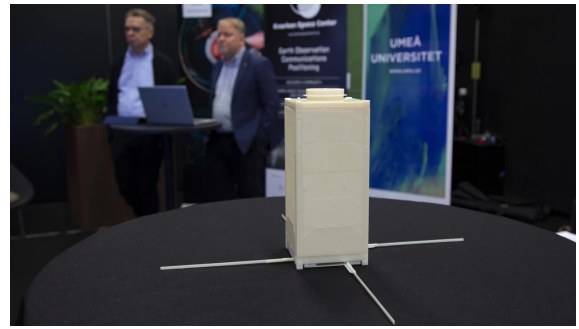
**28 dec Actualidad Aeroespacial** MIT-ingenjörer gör drönare som flyter på månen. Drönaren svävar genom att dra nytta av månens naturliga laddning. Eftersom de saknar atmosfär kan månen och andra himlakroppar, såsom asteroider, ackumulera ett elektriskt fält genom direkt exponering för solen och omgivande plasma. På månen är denna ytladdning stark nog att lyfta damm mer än en meter från marken, ungefär som statisk elektricitet kan få en persons hår att stå upp. Detta kan användas för att lyfta en farkost tillverkad av mylar, ett material som naturligt har samma laddning som ytorna på luftlösa kroppar. MITs koncept, som liknar ett skivformat flygande tefat, använder små jonstrålar för att öka ytans naturliga laddning. Det genererar en relativt stor lyftkraft mellan farkosten och marken på ett sätt som kräver relativt liten effekt. I en inledande genomförbarhetsstudie visade forskare att en sådan jonimpuls bör vara tillräckligt stark för att lyfta en liten ett kilos farkost på månen och stora asteroider som Psyche.

## Nytt rymdteleskop



**25 dec ESA** Rymdteleskopet James Webb lyfte på en Ariane 5-raket från Europas rymdhamn i Franska Guyana. Webb är ett internationellt partnerskap mellan NASA, Europeiska rymdorganisationen (ESA) och Canadian Space Agency (CSA). Under den kommande månaden kommer Webbteleskopet att resa till sin destination: den andra Lagrange-punkten (L2), (jämviktspunkten mellan jorden och solen) där det kommer att studera universum i infrarött. Teleskopet kommer att kretsa runt L2, 1,5 miljoner kilometer från jorden, riktat bort från solen. Där kan dess solskydd alltid blockera ljus och värme från både solen och jorden från att nå dess instrument. L2 är inte en fast punkt, men följer jorden runt solen. Webb är utformat för att svara på frågor om universum och för att göra genombrottsupptäckter inom astronomins alla områden. Genom att se universum vid infraröda våglängder med en aldrig tidigare skådad känslighet kommer Webb att öppna upp ett nytt fönster till kosmos. Med infraröda våglängder kan den se de första stjärnorna och galaxerna bildas efter Big Bang. Dess infraröda instrument gör det också möjligt för Webb att studera stjärnor och planetsystem, som bildas inuti tjocka moln av gas och damm genomskinliga för synligt ljus.

## Luleås KvarkenSat



**14 dec Luleå TU pressrelease** Luleå Tekniska Universitetet bygger svensk-finsk satellit. Ett samarbete mellan svenska och finska lärosäten och forskningsinstitut ska resultera i att en nanosatellit, KvarkenSat, så småningom sänds upp i omloppsbana runt jorden. Satelliten byggs av forskare vid Luleå tekniska universitet och ska förse olika aktörer med rymddata. Det övergripande projektet heter KvarkenSpaceEco. Parter är Luleå tekniska universitet, Umeå universitet, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutet för rymdfysik, Vasa universitet/Vaasan yliopisto, Aalto-universitetet, Yrkeshögskolan Novia, Yrkeshögskolan VAMK – designcentret MUOVA, Hanken Svenska handelshögskolan och Åbo Akademi. Projektet avslutas under 2022 och satelliten ska skjutas ut i rymden under slutet av 2022 eller början av 2023. KvarkenSat är en så kallad Cube-Sat, den väger två kilo och är ungefär lika stor som ett juicepaket. Satelliten kommer att ligga i en omloppsbana, som gör att den passerar Kvarken, det smalaste sundet i Bottenviken mellan Sverige och Finland, tre till sex gånger om dagen. Den ska övervaka, analysera och modellera egenskaper hos land, hav och vegetation samt upptäcka utsläpp och föroreningar och övervaka fartygs rörelser i Bottenviken och andra havsområden.

## England/Japan i samarbete



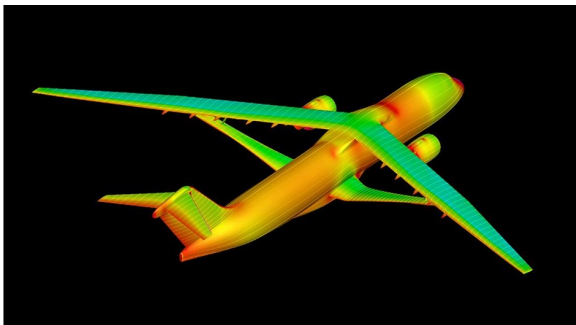
**23 dec Actualidad Aeroespacial** Storbritannien och Japan utvecklar framtida stridsflygplansdemonstrator. Under de kommande fyra åren investerar Storbritannien mer än 2665 miljoner dollar i sin stora inhemska och internationella insats för att utforma ett världsledande Future Combat Air System FCAS. Parallellt, genom sitt FX-program, vill Japan utveckla ett framtida stridsflygplan på en liknande tidsskala för att ersätta F-2-flygplanet. Detta arbete kommer att ledas av industrier från de två länderna, inklusive Mitsubishi Heavy Industries (MHI) och IHI i Japan, och Rolls-Royce och BAE Systems i Storbritannien. Länderna enades också om ett "samarbetsmemorandum" som gör det möjligt för båda nationerna att samarbeta om gemensam teknik. Tillsammans kommer Storbritanniens och Japans försvarsministerier att undersöka om ytterligare samarbete är genomförbart under 2022. I Storbritannien kommer detta arbete att utföras av Team Tempests industripartners: BAE Systems, Leonardo UK, MBDA UK och Rolls-Royce.

## Rymdbolaget i megaprojekt



**13 dec SSC pressrelease** Swedish Space Corporation går med i det europeiska megakonstellationsprojektet UN:IO. UN:IO syftar till att skapa en oberoende europeisk konstellation av satelliter för kommersiella och institutionella kommunikationskanaler. SSC går in med en betydande erfarenhet från satellitkommunikationstjänster och ett av världens ledande markstationsnätverk. Megakonstellationen ska vara fullt operativ 2025, med stöd av Europeiska kommissionen som valde UN:IO bland de tio konsortier som ansökte. Nu börjar arbetet för SSC och de andra 13 medlemsorganisationerna för att överbygga gapet mellan Europa och USA och Kina, länder som redan till stor del har realiserat sina konstellationer av kommunikationssatelliter. Megakonstellationen kommer att säkerställa en oberoende europeisk förmåga inom jordobservation, positionering och navigering, kommunikation och utforskning av rymden. Under de kommande sex månaderna kommer konsortiet att presentera sina tekniska lösningar för EU, följt av ytterligare operativ infrastruktur som ska vara fullt implementerad till 2025.

## NASA och Boeing i X-plane



**4 jan Boeing NASA X-Plane** Grönt och blått indikerar områden med minskat motstånd i denna flödessimulering av en stagad vinge utförd av NASA och Boeing i början av 2021. Den transoniska stagade vingen (TTBW) med högt sidoförhållande är ett NASA-projekt avsett att demonstrera teknik för framtida högeffektiva enkelgångs flygplan för mitten av 2030-talet. Boeing har arbetat med configurationen med NASA i mer än ett decennium och man söker också aktivt leverantörer för ett bredare industrideltagande. Om allt går enligt plan, förväntas det nya X-planet – som troligen kommer att vara det största specialbyggda experimentflygplanet i den sju årtionden gamla X-serien – att börja flygprovas i slutet av 2026 för att mogna design, strukturer och systemteknik inför fullskalig utveckling i början av 2030-talet. X-planet utgör också en viktig del av NASA:s Sustainable Flight National Partnership (SFNP) med industri, forskare och akademi och stöder stråvan mot ny flygplansteknik som mindre motorkärnor, elektrifierad flygplansframdrivning och högklassig kompositflygplanstillverkning. Målet är ett flygplan med kväveoxidutsläpp vid kryssning 80 % lägre än 2005 års bästa och en 50-60 % lägre bränsle- och energiförbrukning.

## Första flyg med 100% SAF



**2 dec Engineering360** Den första kommersiella passagerarflygningen med 100% SAF. Den 1 december 2021 flög United Airlines världens första passagerarflygning med 100% hållbart flygbränsle (SAF) från Chicago till Washington, D.C. Flygplanet hade över 100 passagerare, inklusive företagets VD. Demonstrationsflygningen gjordes med en ny United 737 MAX 8 med SAF i en motor och samma mängd konventionellt jetbränsle i den andra motorn för att bekräfta att det inte finns några operativa skillnader mellan de två och för att sätta scenen för mer användning av SAF av flygbolag. För närvarande får flygbolag endast använda högst 50 % SAF. Bränslet från World Energy var tillverkat av fetter och matlagningssoljor. Blandat med aromater, som härrör från vaxsocker, producerar denna SAF 80% färre utsläpp än konventionellt jetbränsle. Uniteds Eco-Skies Alliance-program lanserades i april 2021 och har köpt in mer än 25 miljoner liter SAF bara i år.

## Europas rymdplaner 2022



**5 jan Actualidad Aeroespacial : Space News** Rosalind Franklin rovern och Ariane 6 är viktiga milstolpar 2022. Ett nytt program lanseras för att erbjuda investeringar för europeiska nystartade företag inom rymd. För europeiska rymdorganisationen (ESA) är det ett framträdande mål i år att försöka landa Rosalind Franklin-rovern på Mars yta. I höst kommer den att ta fart mot Oxia Planum, en bassäng som ligger nära den marsianska ekvatorn och där leta efter tecken på tidigare liv genom att studera den röda planetens yta och atmosfär. Rosalind Franklin, ett laboratorium på hjul, är en del av ExoMars-programmet, en gemensam insats mellan ESA och Russian State Space Corporation, Roscosmos. Dessutom bör den första flygningen av Ariane 6 äga rum under andra kvartalet 2022. Den nya europeiska bärraketen är utformad för användning i två olika versioner och mer flexibel än sin föregångare, Ariane 5, som gradvis kommer att fasas ut. Europeiska kommissionen, Europeiska investeringsbanken och Europeiska investeringsfonden avsätter också minst en miljard euro under fem år till Cassini, ett program som kommer att tillhandahålla finansiering i ett tidigt skede för europeiska rymdföretag. Cassinis avsikt är att ge europeiskt stöd till dessa nystartade företag för att hindra dem från att leta någon annanstans, särskilt i Förenta staterna, efter finansiering, vilket kan leda till att dessa företag lämnar Europa.

## Rymdbolaget och månen



**15 dec SSC pressrelease** Swedish Space Corporation SSC har lång erfarenhet som världens första kommersiella mánkommunikationstjänst. Nu förbereder SSC sig för framtida månuppdrag. Under de senaste åren har SSC stött månuppdrag som ESA:s SMART-1, NASA:s LRO och SpaceIL:s mycket hyllade Beresheet-uppdrag. Den sistnämnda var den första privatfinansierade rymdfarkosten, som nådde månens yta 2019. I dessa uppdrag har SSC varit involverad i alla faser från nyttolastdesign till uppdragsförberedelser inklusive simuleringar. Idag tillhandahåller SSC dagligt rutinstöd till två satelliter, som för närvarande är i omloppsbana om månen. Med hjälp av befintlig infrastruktur kommer SSC:s markstationsnätverk att stötja flera kommersiella uppdrag under de kommande åren inklusive för Astrobotic, Masten Space Systems och Firefly Aerospace i USA.

## Stratolaunch flyger igen



**16 jan Space News** Stratolaunch-planet förbereds för hypersoniska prov. Planet, känt som Roc, lyfte från Mojave Air and Space Port i Kalifornien och återvände fyra timmar och 23 minuter senare efter att ha nått en topphöjd på mer än 7 160 meter och topphastighet på 330 km/h. Stratolaunch kommer att använda Roc som en plattform för att lansera en serie hypersoniska farkoster som heter Talon. En prototyp kallad TA-0 kommer att flygas för ett droppstest över Stilla havet. Detta kommer att följas av den första motordrivna farkosten TA-1 så snart som i slutet av året. Företaget Urso Major Technologies tillhandahåller raketmotorn som kommer att driva TA-1. Nästa flygning kommer att prova att dra tillbaka planets landningsställ. På följande flygning kommer företaget att installera pylonen på det centrala vingsegmentet som Talon-farkosten ska fästas på. Stratolaunch designar Talon som en återanvändbar probvådd som bär anpassningsbara nyttolaster i hastigheter över Mach 5. Denna förmåga kommer att möjliggöra rutinmässig åtkomst till hypersonisk flygmiljö och är initialt inriktad på teknisk utveckling såväl som demonstrationer av militära applikationer.

## Arianespace aktivt 2022



**7 jan Space News** Arianespace har ett omfattande program 2022. Arianespace avslutade 2021 med 15 uppskjutningar, inklusive uppskjutningen den 25 december av NASA:s James Webb Space Telescope på en Ariane 5. Det var flest uppdrag på ett år för företaget sedan 2000, då Arianespace genomförde 16 uppskjutningar av Ariane 4, Ariane 5 och Sojuzraketer. Arianespace redovisade intäkter på 1,25 miljarder euro 2021, en ökning med 30 procent jämfört med 2020. Det kommande året kan bli ännu livligare, med upp till 17 lanseringar 2022. Det inkluderar nio Sojuz från Baikonur och Franska Guyana samt fyra Ariane 5. År 2022 införs också Vega C, den uppgraderade versionen av Vegas lilla raket, med den första uppskjutningen planerad till andra kvartalet. Det kommer att följas av upp till ytterligare två Vega C-lanseringar senare under året. Den kanske viktigaste lanseringen 2022 för Arianespace blir den första uppskjutningen av Ariane 6, som för närvarande är planerad till andra halvåret.

## USAF satsar obemannat



**7 jan Aviation Week** Amerikanska flygvapnet har fokus på autonomi. I december avslöjades att det amerikanska flygvapnet planerar att lansera två nya program för obemannade stridsflygfarkoster. Taktisk autonomi och användningen av bemannade/obemannade team kommer att bli nästa steg i utvecklingen av flygvapnet. Air Force Research Laboratory (AFRL) fortsätter proven av en ny klass av billiga obemannade flygplanssystem (UAS) med autonom kontrollsystemteknik under Skyborg /Vanguard-programmet. Med inriktning på integrationen av full uppdragsautonomi med uppoffringsbara UAS för att möjliggöra bemannad-obemannad teaming, säger flygvapnet att Skyborg kommer att tillhandahålla grunden på vilken det kommer att bygga ett luftburet, autonomt system av system som anpassar, orienterar och bestämmer i maskinhastighet över en mängd olika alltmer komplexa uppdrag. De två nya programmen för obemannade stridsflygfarkoster förväntas ta taktisk autonomi till nästa nivå genom att fungera som obemannade partners till piloterade jaktplan som Lockheed Martin F-35, F-22, och framtida Next Generation Air Dominance-system.

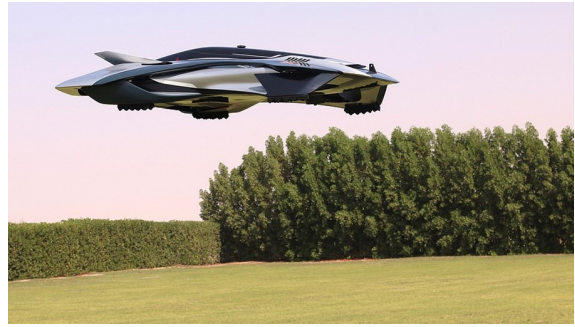


## Ungern uppgraderar Gripen



**12 jan Aviation International News** Ungern uppgraderar Saab Gripen Fighters till MS 20 Block 2 konfiguration. Den ungerska regeringen och det svenska FMV har avslutat förhandlingarna om uppgraderingen av Ungerns leaseade Saab JAS 39C/D Gripen-jaktplan till det senaste uppdragssystemet (MS) 20 Block 2. Enligt avtalet kommer flygplanet att få förbättringar av sensorer och kommunikation samt utökade vapenalternativ. Förbättringar av PS-05/A Mk 4-radarn ökar sensorns luft-till-luft-målsparningsområde och andra prestandaförbättringar som bättre detekteringsförmåga mot små flygmål. Radarn erbjuder också tillväxtpotential för ytterligare luft-till-luft och luft-till-mark-lägen. MS20 Block 2 förbättrar också funktionaliteten hos Nato-standarden Link 16 datalänk och uppdaterar röstkommunikationen till den senaste säkra Nato-standarden. Dessutom introducerar uppgraderingen den senaste Standarden för Mode 5-identifiering av vän eller fiende (IFF). Moderniseringsprogrammet öppnar också upp tre nya vapen: GBU-49 Enhanced Paveway II dual-mode (laser, GPS/inertial) guidad bomb, IRIS-T inom visuell räckvidd luft-till-luft missil och långdistans MBDA Meteor.

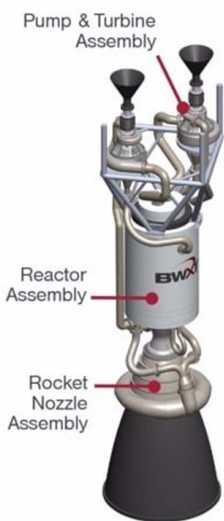
## Flygande hyperbil



**12 jan Daily Mail (UK)** En futuristisk flygande hyperbil slutför framgångsrik provflygning i Dubai. Den flygande "hyperbilen" är utformad för resor i innerstaden och kan nå hastigheter på 400 km/h på 1000 meters höjd. Det Londonbaseade företaget Bellwether Industries slutförde sin provflygning av den helelektriska Volar eVTOL-prototypen i november, men har först idag avslöjat bilder från provet. Den futuristiska halvskaleversionen flög på en höjd av 4 meter med en hastighet av 40 kilometer i timmen, enligt företaget. Bellwether Volar eVTOL-prototypen har utformats för privata ägare som en ersättning för bilar, vilket frigör utrymme på marken för cyklister och fotgängare och minskar trängsel. Den kan också ge on-demand transport ungefär som en Uber. Man planerar att ha en fullskalig prototyp som ska vara klar och testad 2023. Den slutliga modellen förväntas vara tillgänglig 2028 för on-demand-transporter och 2030 för privat ägande.

*Airbus levererade 611 flygplan 2021, Boeing 340 men Boeing fick 535 nya order mot Airbus 507 nästan dubbelt så mycket som 2020. ( Reuters )*

## Kärnbränsle provas



**13 jan Aerospace Technology** NASA provar kärnbränsle för rymduppdrag. NTP-teknik (Nuclear Thermal Propulsion) håller på att utvecklas för att driva en rymdfarkost till Mars och tillbaka med hjälp av termisk energi från en reaktor, som värmer upp ett vätedrivmedel ombord. Reaktorbränslen som är konstruerade för att klara de extremt höga temperaturerna och frätande förhållandena i dessa system har utvecklats av BWX Technologies. Två former av sådant bränsle har levererats till NASA för provning. Rymdfarkoster som använder NTP-teknik skulle ha fördelar jämfört med konventionella kemiska drivmedel inklusive lägre massa och högre effektivitet.

NASA vill ha NTP-reaktorer som värmer väte till en utloppstemperatur på 2700 K, vilket ger en strålshastighet på 9000 m/s – ungefär dubbelt så mycket som den som kan uppnås med en kemisk raket.

## Prov av FCAS-motor



**17 jan Actualidad Aeroespacial** Frankrike genomförde det första provet av motorn i det framtida luftstridsystemet (FCAS) tillsammans med Tyskland och Spanien. Projektet initierades 2015 av Safran och består av två faser. Den första varade i fem år, för att skapa, digitalt prova och producera ett innovativt turbinkoncept med hjälp av moderna processer, en skalbar digital modell, 3D-digitala simuleringar, digital design av nya metalllegeringar och prototyper inom additiv tillverkning. I den andra fasen, som startade 2019, provas prototypen med termocolor-teknik, som innebär att värmekänslig färg appliceras på bladen i motorns högtrycksturbin för att mäta temperaturen. Samtidigt arbetar man för utveckling av nya högttemperaturbeständiga keramiska material.

## Saab 2000 konverteras



**11 jan FlightGlobal** Det svenska företaget Täby Air Maintenance TAM har börjat konvertera ett Saab 2000 turbopropflygplan från passagerar- till fraktkonfiguration. Utvecklingen för lastkonfigurationen har utarbetats i nära samarbete med lanseringskunden till Saab 2000, Jetstream Aviation Capital från Miami i USA. Den operativa processen hanteras av TAM, som implementerar designfunktioner och hanterar den tillhörande reservdelsproduktionen för konverteringen på sina anläggningar i Örebro. Företaget har arbetat med Saabs flygplanskonverteringar tidigare, då det slutförde den första Saab 340V+-konverteringen i världen tillsammans med C&L Aviation i augusti 2021. Saab 2000 Cargo-konfigurationen kommer att erbjuda regionala lastoperatörer bästa övergripande prestanda, lastvikt och volymvärde på marknaden. Under Saab 2000-konverteringsprogrammet implementerar TAM sex lastfack i flygplanet förutom de nuvarande lastutrymmena för passagerarflygplan. Alla fack, enligt TAM, kommer att uppfylla kraven på 9G-godkännande. Den totala lastvolymen kommer att vara 55,4 m<sup>3</sup> med en golvbelastningsgräns på 730 kg/m<sup>2</sup> och en max nyttolast på 6622 kg. För verksamhet under US FAR Del 135 kommer den maximala nyttolasten att begränsas till 3 402 kg.

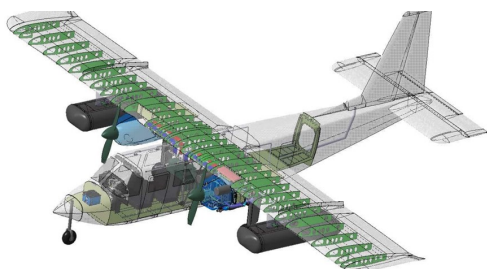
## Bränslecell för flyg



**17 jan Aviation International News** Electric Aviation Group har etablerat ett dotterbolag för vätgasbränsleceller till sitt 90-sitsiga flygplan. Dotterbolaget Smart Megawatt Stack (SMS) Fuel Cell Systems kommer att utveckla bränslecellsstacksystem i megawattskaala för både flyg- och icke-flygapplikationer. Detta förväntas bestå av mellan fyra och sex bränslecellsstackar med en kombinerad kapacitet att leverera mellan sju och åtta megawatt effekt. Företaget säger att tekniken också kan användas för tunga lastbilar, fartyg och tåg. Flera företag, framför allt Universal Hydrogen och ZeroAvia, arbetar för att omvandla mindre befintliga regionala flygplan till vätgasdrift. För att fasa ut fossila bränslen måste man ha större flygplan än de 10- till 19-sitsiga modeller som för närvarande övervägs av andra vätepionjärer. H2ERA-flygplanen kan tas i bruk från 2030 med viss elkraft från batterier för att komplettera den som genereras direkt från bränslecellerna. Andra utvecklare av vätgasbränslecellsteknik som är verksamma inom flygsektorn är HyPoint och Plug Power.

*Omkring 1400 smallsats kommer att lanseras årligen nästa decennium. Den genomsnittliga massan kommer att öka från 140 till 180 kg. ( Euroconsult )*

## EasyJet stöder väte



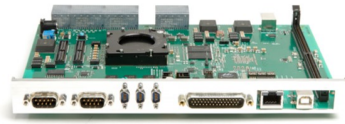
**20 jan Aviation Week** Lågprisflygbolaget EasyJet stöder utvecklingen av vätgasbränsleceller för framdrivning med Cranfield Aerospace Solutions (CAeS). CAeS leder utvecklingen av en bränslecellsdrivlina för nio passagerare för Britten-Norman Islander och ser detta som ett första praktiskt steg mot utveckling av vätgasdrivna kommersiella flygplan med 19 till 100 platser. EasyJet ser väteframdrivning som en föregångare för utfasning av fossila bränslen inom kortdistansflyg och kommer att tillhandahålla expertis för att hjälpa till med utvecklingen av tekniken. Som ett första steg kommer en Islander att modifieras till en demonstrator som planeras att flyga under första kvartalet 2023. EasyJet och Rolls-Royce inleder också ett tvåårigt gemensamt forskningsprojekt om hållbara kommersiella flygplan. Studien startade i januari och tittar på teknik med låga koldioxidutsläpp, såsom el- och vätgasbaserade kraftsystem. Projektet kommer att pågå i upp till två år och omfatta bränsleproduktion, transport, lagring och hantering.

## Sjöflygplan



**20 jan Aviation Week** Amerikanska Southern Airways Express beställer helelektriska sjöflygplan. Planen är under utveckling av uppstartföretaget Regent Craft. De kryssar mindre än ett vingspann över havet för att minska motståndet och kommer att flygas på övervattenvägar, som förbinder kustmarknader i nordöstra och sydöstra USA, inklusive Boston, Nantucket, Palm Beach och Miami. Southern har placerat fasta beställningar av 15 Viceroy 12-passagerare sjöflygplan med leveranser planerade att börja 2025. Avtalet omfattar också fem större Monarch-sjöflygplan, som kommer att ha plats för mellan 50 och 100 passagerare.

## Stream Analyze i RUAG Lynx



**24 jan [Space News](#)** RUAG Space och Stream Analyze ingår AI-partnerskap för satellitsuperdator. Schweiziska RUAG Space samarbetar med svenska programvaruleverantören Stream Analyze för att köra artificiella intelligenslösningar på sin Lynx, som det säger är den mest kraftfulla kommersiellt tillgängliga satellitdatorn, 250 gånger kraftfullare än vanliga omborddatorer. Sverige-baserade Stream Analyze kommer att tillhandahålla sin engine analytics-plattform under partnerskapet för Lynx, som RUAG Space räknar med att kvalificera genom markbaserade prov i år. RUAG Space är det första företaget i rymdindustrin som samarbetar med Stream Analyze. Bolaget som startade 2015 ska utveckla mjukvara för bearbetning och analys av dataströmmar samt därmed förenlig verksamhet. Det finns ett växande behov av att överföra mer datorkraft från servrar på marken till rymdsegmentet. Detta förbättrar satellitresponstiderna och hjälper operatörerna att optimera nätverksresurser och hantera allt mer överbelastade satellitbanor.

## Klein Visions bilflygplan



**27 jan [Actualidad Aeroespacial](#)** Slovakien utfärdar luftvärdighetscertifikat till Klein Visions bilflygplan. AirCar, bilflygplansfordonet från företaget Klein Vision, har fått det officiella luftvärdighetsbeviset från den slovakiska transportmyndigheten, efter att framgångsrikt ha genomfört 70 timmars rigorösa flygprov, som är förenliga med europeiska byrån för luftfartssäkerhet (EASA), med mer än 200 starter och landningar. Det tog ett team på åtta högkvalificerade specialister och mer än 100 000 timmar att konvertera designritningarna till matematiska modeller med CFD-analysberäkningar och vindtunnelprov av en fullskalig prototyp, som drivs av en 15 KW och 1000 kg elmotor till en tvåsitsig prototyp, som drivs av en BMW 1.6L-motor. Klein Vision har redan slutfört provningen av en kraftfull, lätt och effektiv ADEPT Airmotive-flygmotor och slutfört de tekniska ritningarna och beräkningarna för nästa monocoque-modell med propeller, som förväntas nå hastigheter på mer än 300 kilometer i timmen och en räckvidd på 1 000 kilometer.

## Clean Sky flyger



**27 jan [Actualidad Aeroespacial](#)** Clean Sky 2:s Airbus C295 gör sin jungfruflygning. Airbus Flight Test Bed 2 bygger på en C295-demonstrator av Clean Sky 2 (CS2) och EU:s forsknings- och innovationsprogram Horizon 2020. De viktigaste modifieringarna av flygplanet är den innovativa designen av en högeffektiv vinge, nya dynamiska vinglets och en platt antenn för satellitkommunikation integrerad i den övre delen av flygkroppen. Dessutom kan primära kontrolltylor, såsom klaffar och klaffkompensatorer med bättre aerodynamik, anpassa sig under flygning och bidra till större effektivitet i systemet. Det nya flygkontrollsystemet använder digitala styrsystem för att optimera vingens aerodynamiska profil under flygning och en ny multifunktionell flik har designats om som innehåller kompensatorer vid startkanten och drivs av elektromekaniska ställdon. Fördelarna sträcker sig också till tillverkningsprocessen, särskilt genom användning av avancerade material och tillverkningsmetoder som användning av additiv tillverkning och nya tekniker för montering av vingstrukturerna.

## Överljudsjet provad



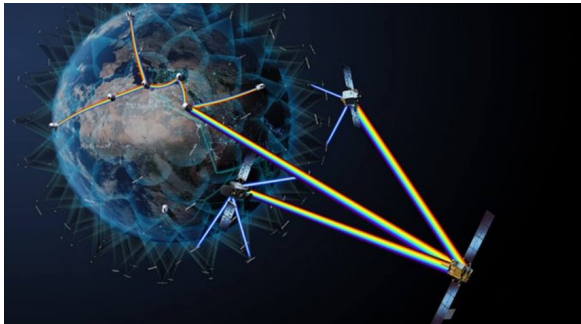
**26 jan [Daily Mail \(UK\)](#)** NASA vindtunnelprovar en nedskalad version av X-59 QueSST överljudsflygplan. Fullstora prov är planerade att äga rum senare i år. Det fullskaliga överljudsflygplanet X-59 QueSST byggs av NASA och rymdföretaget Lockheed Martin vid Skunk Works i Palm-dale, Kalifornien. X-59 QueSST ska kunna flyga från London till New York på bara tre timmar utan att ge ifrån sig den högljudda ljudbang, som Concorde gjorde. X-59:s motor, som är utformad för att sitta i den övre delen av farkosten, skall istället producera ett tystare "dunk" när den kryssar i Mach 1,4. Dess tio meter långa nos är också speciellt utformad för att minimera stötvågor, som utlöses av luftpartiklars rörelse när ett flygplan färdas snabbare än ljudets hastighet. Att omforma flygplanet för att producera en längre, smalare form är det bästa sättet att undvika starka stötvågor från nos och stjärt.

## Jetson utsåld 2022



**24 jan Aviation Today** Jetson, ett svenskt eVTOL-företag, har sålt slut på alla enheter som kommer att produceras under 2022. Företaget registrerade 100 sålda enheter sedan lanseringen den 21 oktober 2021, utöver mer än 3 000 förbeställningar. Jetson ONE är "en högpresterande motorcykel för himlen". Flygplanet väger 86 kilo och två av dess viktigaste funktioner är flygdatoren och programmeringen som båda är specialbyggda. Säkerhet är högsta prioritet, liksom användarvänlighet. 2023 års modell förväntas ha en ökad flygtid på 24 minuter pga förbättringar av batteritekniken. Företaget siktar på att inom sex år utveckla ett lyxigt tvåsitsigt flygplan som kommer att vara mycket mer komplext i sin konstruktion. Om tio år kan de skapa ett flygplan för att efterlikna konceptet med den vanliga fyrapassagerarbilen i luften.

## Internet med laser



**2 feb Actualidad Aeroespacial** ESA delar ut laserkommunikationsprojekt till Airbus och dess partners. Under de senaste åren har mängden dataflöden, som cirkulerar runt om i världen ökat utan motstycke. Markbunden kommunikationsinfrastruktur expanderar snabbt för att möta den ständigt ökande efterfrågan. Fiberbaserade markbundna nät förlitar sig dock på punkt-till-punkt-implementering av rätt infrastruktur, vilket ofta innebär kostsamma markarbeten och byggande, och därmed nästan helt försummar mindre befolkade /utvecklade områden. Laserbaserad satellitkommunikation har potential att bidra till att överbrygga denna digitala klyfta för en rad olika tillämpningar som TV-sändningar, telefon- och Internettjänster, virtuella privata satellitnätverk och liknande. Ett svar på denna efterfrågan är visionen för ESA HyDRON (High Throughput Optical Network, SCYLIGHT SL.021). Ett optiskt transportnätverkskoncept, baserat på kombinationen av rymdbaserade nyttolaster för laserkommunikation i kombination med optisk markbunden rymd och Intersatellite Links, som kompletterar befintliga markbundna nätverk. Airbus Defence and Space och dess partners Tesat, Fraunhofer HHI, Fraunhofer FOKUS, DLR-IKN, ADVA och COLT har nyligen inlett ett projekt för att utveckla och studera genomförandet av ett demonstrationssystem för HyDRON.

## Kinas 13000 5G-satelliter



**26 jan Daily Mail (UK)** Kina planerar 13000 satelliter för kraftfullt 5G-internet. De första detaljerna i denna megakonstellation släpptes i slutet av 2020, när Kina ansökte hos Internationella teleunionen om spektrumtilldelning för två satellitkonstellationer med låg omloppsbana runt jorden om totalt 12 992 satelliter. Nätverket sägs vara en del av den kinesiska 5G-utbyggnaden av mobilt internet och de första företagen fick kontrakt för att påbörja utvecklingsarbetet i staden Chongqing. Ett av dessa företag, Commsat, säger att internationell konkurrens om frekvenser, liksom resurser i låg omloppsbana runt jorden, driver utvecklingen. SpaceX Starlink är den mest utvecklade, med nästan 2 000 satelliter i drift, men Amazon planerar att skjuta upp tusentals, och EU undersöker sina alternativ. Det finns också för närvarande begränsad databehandlingskapacitet i Kina och för ett globalt nätverk skulle Kina behöva distribuera markstationer över hela världen. Planen skulle vara att de skulle verka över en rad frekvensband och potentiellt tillhandahålla tjänster till olika nationer.

## Kinesiskt rymdplan



**31 jan ExecutiveGov** Det kinesiska företaget Space Transportation utvecklar en "raket med vingar" för rymdturism och punkt-till-punkt-resor. Markprov planeras till 2023 med en första flygning 2024 och en bemannad flygning 2025. Ännu mer ambitiöst är att en testflygning i omloppsbana av en bemannad rymdfarkost planeras till 2030, säger företaget. Space Transportation grundades 2018, enligt företagets hemsida. Space Transportation meddelade i augusti förra året att man hade samlat in 46,3 miljoner dollar för sina hypersoniska rymdplansplaner, och företaget har nyligen genomfört ett antal prov av sina Tianxing 1- och Tianxing 2-farkoster. Ett flygprov genomfördes den 23 januari, följt av ytterligare ett prov i samarbete med ett förbränningslaboratorium som tillhör Tsinghua University. Detaljer om dessa provflygningsaktiviteter har begränsats, möjligen på grund av den känsliga karaktären hos hypersonisk teknik. China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC), Kinas största rymdföretag, genomförde under 2020 och 2021 mycket hemliga uppskjutningar av suborbitala och omloppsbana från Jiuquan Satellite Launch Center som en del av ett utvecklingsprogram för rymdplan.

## Teknik för vätedrivna plan



**27 jan FlyZero** FlyZero Regional Concept visar vätebränsleceller och elektriska drivlinor på ett 75-sitsigt flygplan. FlyZero-projektet har identifierat marknadsmöjligheter för den brittiska flygsektorn när luftfarten övergår till koldioxidfria flygplan, som drivs av flytande väte. FlyZero leddes av Aerospace Technology Institute och backades upp av den brittiska regeringen och började i början av 2021 som ett intensivt forskningsprojekt, som undersökte kommersiell flygning med nollutsläpp. Den oberoende studien har sammanfört experter från företag över hela Storbritannien för att bedöma designutmaningar, tillverkningskrav, operativa krav och marknadsmöjligheter för potentiella koncept med nollutsläpp av flygplan. I september 2021 drog FlyZero slutsatsen att grön flytande vätegas är det mest livskraftiga bränslet med potential att skala till större flygplan som använder bränslecells-, gasturbin- och hybridsystem. Rapporten identifierar protonutbytesmembran (PEM) i bränsleceller som en viktig teknik. I pembränsleceller (Proton Exchange Membrane) överförs väte genom en katalysator (anod) som delar upp bränslet i positiva joner och negativa elektroner, vilket skapar en elektrisk ström.

## Jupiters norrsken



**9 feb SPACE** Jupiters norrsken uppstår ur en magnetisk "dragkamp" med vulkanutbrott på månen Io. NASA:s rymdfarkost Juno och Rymdteleskopet Hubble har avslöjat nya bevis, som tyder på att Jupiters snabba rotation och utsläpp av svavel och syre från vulkaner på dess måne Io – den mest vulkaniskt aktiva världen i solsystemet – skapar ett elektriskt strömsystem som driver de kraftfulla norrsken som observerats runt gasjättens poler. Jupiter har mer än 11 gånger större diameter än jorden och gör en rotation på ungefär 9,5 timme. Jupiters måne Io kretsar runt Jupiter på ett genomsnittligt avstånd av cirka 422 000 kilometer och har mer än 400 aktiva vulkaner, som skjuter lava dussintals km högt. Dessa utsläpp faller i Jupiters omloppsbanan och blir elektriskt laddat material, eller plasma. Materialet, som kastas ut från Io färdas längs Jupiters magnetiska fältlinjer tillbaka mot planetens poler och genom planetens övre atmosfär.

## Luleås gröna raket



**2 feb [lu.se/research/space](http://lu.se/research/space)** Unik forskning ska ge grönare framdrivningssystem för raket. Antalet raketuppskjutningar förväntas öka i framtiden. Alexis Bohlin vid Luleå tekniska universitet, hoppas kunna bidra till grönare raketmotorbränsle och komponenter, som ger mindre klimatpåverkan. Målet är att förbättra verkningsgraden och minska utsläppen. En möjlig lösning vore att använda förnybara drivmedel, exempelvis flytande metan, etanol, metanol, ammoniak, väteperoxid och flytande väte, det vill säga bränslen med låga kol-till-väte förhållanden, som kan produceras lokalt med hjälp av den gröna energin som finns att tillgå i Norrbotten. För att uppnå önskat resultat kommer man att använda unik laserdiagnostik. Det finns flera fördelar med metoden. Bland annat kan laserdiagnostik kvantifiera viktiga egenskaper som temperatur, ämneskoncentration och densitet hos det kemiskt reagerande flödet utan beröring och stör alltså inte den inneboende kemiska processen vid mätområdet. Planen är att bygga ett laboratorium, som är speciellt anpassat för att prova relevanta körförhållanden hos raketmotorer baserade på vätskedrivmedel, på Esrange rymdcenter, där Luleå tekniska universitet samverkar med bland annat Isar Aerospace Sweden AB och SSC, Svenska rymdaktiebolaget.

## Ryska bombplan



**4 feb [air-cosmos](http://air-cosmos)** Kommer det smygande strategiska bombplanet PAK-DA att bromsas av moderniseringen av Tupolev Tu-160M2? Tupolev 160 Blackjack (även känd som White Swan) är världens största överljudsflygplan och det största variabla flygplan som någonsin byggts. Moderniseringen Tu-160M2 får ny flyg- och navigationsutrustning, ett kommunikationskomplex ombord, ett styrsystem, en radarstation och ett elektroniskt motåtgärdskomplex och dessutom hypersoniska missiler. PAK DA avsedd att ta över från Tu-22M3 och Tu-95MS är en smygande subsonisk flygande vinge som innehåller några av de tekniska lösningar, som används av Tu-160M2 t ex en motor härledd från NK-32. PAK DA är tänkt, tack vare sin nyttolast och sin uthållighet, på längre sikt som en elektronisk krigföringsplattform samt eventuellt för anti-ubåtskrig. Att de två projekten konkurrerar ur mänsklig och ekonomisk synvinkel är ett faktum och det kommer säkert att ske justeringar i beställningarna mellan de två. Tupolev Tu-22M (Backfire) är ett strategiskt överljudsbombplan, den fyrmotoriga turbopropen Tupolev Tu-95 (Bear) är det mest lyckade strategiska bombplanet och robotplattformen från sovjettiden.

## KTHs hyperloop



**25 jan KTH** KTH-studenter utvecklar framtidens färdmedel. Hyperloop handlar om små tågagnar, eller kapslar, som friktionslöst rusar fram i ett rör. För att få minimalt med luftmotstånd är trycket i röret lågt, cirka en procent av atmosfärstrycket, och vagnen kan komma upp i hastigheter på 1200 kilometer i timmen – lika snabbt som ett flygplan. Redan år 1799 hade den brittiske uppfinnaren George Medhurst en idé om att transportera varor och sedan även människor genom ett rör av gjutjärn med hjälp av lufttryck. I källaren under transportlabbet ITRL:s lokaler på KTH huserar Sveriges Hyperloop-team som består av ett 50-tal studenter från KTH. Alla är här på sin fritid. När KTH:s Hyperloopteam startade 2018 hade man fokus på Elon Musks dåvarande SpaceX-tävling, där studentlag från världens alla hörn kunde delta. KTH:s lag kom på 50:e plats av 1200 tävlande lag och fick åka till Kalifornien. Tävligen är numera nerlagd men idén om ett nytt transportsystem lever. Ett par av de större Hyperloopföretagen är uppbyggda kring före detta studentlag, och det är de som för utvecklingen framåt i Europa idag. När KTH åker till European Hyperloop week i Holland i juli har de med sig lösningar både till det mekaniska systemet och för att kunna skala upp projektet, och eventuellt nyheter för drivsystemet. Och så en prototyp på en enklare kapsel.

## Airbus vill 100% SAF



**8 feb Aviation Today** Airbus räknar med att börja använda allt större mängder hållbart flygbränsle (SAF). SAF bygger främst på att använda avfallsprodukter som rester från timmer och trädbeskärning. Det kan vara jordbruksbiprodukter, kommunalt fast avfall eller matolja. Alla Airbus flygplan är godkända för att köras på blandningar av SAF upp till 50%, men man arbetar med att öka det till 100% i alla sina flygplan. Målet är att det ska vara klart i slutet av detta decennium. Problemet är att säkerställa kompatibilitet med motorerna och alla bränslesystem, liksom bränslesystemen på flygplatsen. Man har gjort prov med en A350 och en A319 för att visa att man kan flyga flygplan på 100% SAF. Förutom att främja användningen av SAF arbetar Airbus med ett projekt som heter ZEROe, som involverar tre konceptflygplanskonfigurationer, som använder väte som energikälla. Airbus mål är att ha ett flygplan som använder väte-gas som energikälla i drift senast 2035.

## Styr 130 drönare



**4 feb Engineering360** En enda operatör styr en svärm på 130 drönare. Teknikföretaget Raytheon visade hur en operatör kontrollerade 130 fysiska och 30 simulerade drönarplattformar vid den femte OFFensive Swarm-Enabled Tactics, eller OFFSET-programmet, organiserat av U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Programvaran är smart nog att tilldela drönare lämpliga uppgifter. Till exempel, om uppgiften är att övervaka en byggnad, så kommer flera drönare att skickas. När drönarna har placerats ut samarbetar de för att förstå vilka delar av en byggnad som redan har övervakats och vilka luckor som finns. Enligt forskarna kan drönarna sedan självständigt bestämma hur dessa luckor ska fyllas. Man utvecklade också ett talgränssnitt, som gör det möjligt för operatören att agera snabbt.

## Geostorm förstörde satelliter



**8 feb CNET News** Så många som 40 Starlink-satelliter slogs ut av en geomagnetisk storm. Förra veckan skickade SpaceX upp 49 Starlink-satelliter på en Falcon 9 raket från Kennedy Space Center i vad som troddes vara en ganska rutinmässig operation. SpaceX har skjutit upp över 2 000 Starlink-satelliter sedan 2018. Men efter uppskjutningen slog en geomagnetisk storm ner i jordens atmosfär. Geomagnetiska stormar orsakas av att solen spyr ut solvindspartiklar som så småningom kraschar in i jorden. Partiklarna stör planetens magnetfält och ökar motståndet i satelliternas banor. Det var precis vad som hände med 40 Starlink-satelliter strax efter att de placerades ut i sin avsedda omloppsbana. När den geomagnetiska stormen drabbade jorden ökade det atmosfäriska motståndet på satelliterna. SpaceX försökte flyga dem "edge-on" för att minimera motståndet, men satelliterna föll tillbaka ner i atmosfären och brann upp. När satelliterna kolliderar med atmosfären är de utformade för att brinna upp helt, så inget skräp når marken. SpaceX säger att de därför inte utgjorde någon risk för andra satelliter.

## Plattdjur på Esrange



**4 feb DGLR** För vetenskapens skull har världens enklaste multicellulära djur flyttat till norra Sverige och därifrån till viktlöshet. Ombord på MAPHEUS-9-raketen från German Aerospace Center DLR lyfte de marina organismerna framgångsrikt från raketuppskjutningsplatsen ES-RANGE den 29 januari 2022. Den 11,7 meter långa raketen med en startvikt på 1,7 ton nådde en maximal höjd av 254 kilometer under de nästan 15 minuterna mellan start och landning. Nyttolasten med de vetenskapliga experimenten flög en höjdpärel och landade med fallskärm. Trots sin enkla struktur kan plattdjur – Trichoplax-adherens – skilja mellan upp och ner, det vill säga uppfatta gravitationen, polaritet. Omkring 450 exemplar av dessa marina organismer, som bara är 0,5 millimeter stora, fanns ombord. Forskarna var särskilt intresserade av hur viktlöshet påverkar organismernas genetiska reaktioner i mikrogravitation. Polariteten går nämligen förlorad i utvecklingen av cancer.

## Underhållande robot

**16 feb Aviation Week** Pratt & Whitneys cobot tar bilder av motordelar.

Medan efterfrågan på motorunderhåll, reparation och översyn minskade under 2020-21, utnyttjade Pratt & Whitney tiden för att utveckla automatisering av underhåll. In-



genjörsteam fokuserade på reparationsutvecklingsteknik, digitala tvillingar, ansluten fabrik, robotteknik och avancerade inspektionssystem. Visuella inspektionssystem är ett sådant projekt, som Pratt & Whitney driver. Man använder en s k cobot, som i huvudsak är en robot som har ett automatiserat fotosystem som tillsammans med en operatör används för inkommande inspektioner. Istället för att en person tar bilder av den inkommande motorn och skriver ner varje komponent och artikelnummer manövrerar coboten sig runt motorn och fotograferar delarna för att säkerställa rätt materialräkning. Liksom avkänningsystemet är detta inte en off-the-shelf-teknik; Det minskar det manuella arbetet, men man måste kompetensutveckla de anställda så att de är mer förtrodda i programmeringspråk, robotik och saker som anläggningen behöver för framtiden. Pratt har samarbetat med Collins Aerospace i projektet, men också med medarbetare i Singapore.

*Kina sköt upp 55 raketer 2021 och skickade 115 rymdfarkoster och 191 ton i omloppsbana. USA gjorde 51 uppskjutningar av 1335 rymdfarkoster om 403 ton. SpaceX och dess Starlink förklarar skillnaden. ( [Space News](#) )*

## Kinas rymdplaner 2022



**12 feb Space News** Kinesiska företag kan göra mer än 60 uppskjutningar 2022. Kinas största rymdentreprenör CASC (China Aerospace Science and Technology Corporation) siktar på mer än 50 med olika Long March raketer. Landspace, ett av Kinas första privata rymdföretag, förbereder att skjuta upp sin nya metandrivna Zhuque-2-raket. Konkurrenten iSpace vill lansera sin fjärde fastbränsle Hyperbola-1-raket och sin egen metan/flytande syreraket Hyperbola-2. Space Pioneer siktar på att skjuta upp sin första fotogen/flytande syre Tianlong under 2022. Galactic Energy planerar cirka fem uppskjutningar av sin lätta Ceres-1-raket under andra halvåret. Expace, en spinoff från statligt ägda CASIC, har planer på att skjuta upp sina Kuaizhou-1A- och 11-raketer efter misslyckanden i slutet av 2021 respektive 2020. CAS Space, en spinoff från Chinese Academy of Sciences, planerar att genomföra sin första uppskjutning under första kvartalet med fastbränsleraketerna ZK-1A. China Rocket, som knoppats av från CASC, uppger att man kommer att skjuta upp den första fastbränsle Jielong-3-raketerna under 2022.

## Viasat mot nordpolen



**9 feb Space News** Viasat planerar att för första gången ha en antenn i Sverige för att ge polartäckning. Arctic Space Technologies, en svensk leverantör av satellitkommunikation, är värd för markstationen i en affär som också samlokaliseras en Viasat Real-Time Earth (RTE) anläggning på ett datacenter för första gången för att förbättra verksamheten. Viasat inrättar sin första anläggning på hög latitud för att möta den ökande efterfrågan från jordobservationsföretag på satelliter i solsynkrona banor. Det är den senaste anläggningen i ett expanderande nätverk, som hade sitt första hela verksamhetsår 2021, efter att ha placerat antenner i USA, Storbritannien, Australien, Argentina och Ghana. Nästa på listan är antenner i Sydafrika och norra Japan. Den första av tre nästa generations bredbandsatelliter ViaSat-3 med hög genomströmning kommer att skjutas upp till geostationär omloppsbana under sensommaren. Den fullständiga ViaSat-3-konstellationen kommer att ge företaget global täckning.

## Saab 340 hybrid



**4 feb Aviation International News** GE och Boeing blir partners i Saab 340 hybridelektriska flygprovprogram. GE Aviation har tecknat avtal med Boeing för att stödja flygprov av sitt hybridelektriska framdrivningssystem med hjälp av ett modifierat Saab 340B-flygplan och GE:s turbopropmotor CT7-9B. Enligt villkoren i avtalet kommer Boeing och dess dotterbolag Aurora Flight Sciences att förse GE Aviation med flygplansmodifiering, systemintegration och flygprovjänster. Arbetet inkluderar nacelle-tillverkning, design och programvara för gränssnitt på flygdäck, prestandaanalys på flygplansnivå och systemintegration. Det ombyggda regionala flygplanet kommer att ha en drivlina bestående av en kombination av en elmotor och en generator som kommer att fungera i en parallell hybridkonfiguration med CT7 turboprop. Flygplanssystemteknik och provarbete kommer att äga rum på Auroras huvudkontor i Manassas, Virginia, tillsammans med gondoltillverkning vid Auroras anläggningar i Mississippi och West Virginia. GE Aviation säger att den resulterande elektrifieringstekniken "är mycket kompatibel" med hållbart flygbränsle och vätgas, liksom avancerade motorarkitekturer som den öppna fläkten

## Betong i rymden



**17 feb dlr.de** Hur betar sig nygjuten betong i viktloshet? Och hur kan detta bidra till miljöskyddet på jorden? Experimentet "MASON / Concrete Hardening" är ett gemensamt projekt av German Aerospace Center (DLR), Universitetet i Köln och Universitetet i Duisburg-Essen. De globala koldioxidutsläppen (CO<sub>2</sub>) är cirka 38 gigaton (38 000 000 000 ton). Av detta produceras tre gigaton enbart under produktionen av cement. För betongens styrka, förutom blandningsförhållandet är härdningen av materialet avgörande. Härdningsprocessen bestämmer arrangemanget av komponenterna inuti betongen, liksom fördelningen av fångade luftbubblor. Härdning på jorden påverkas starkt av gravitationen. För materialforskning är det därför av stort intresse att undersöka hur denna blandning av sintrerad kalk och lera plus sand och vatten betar sig utan detta inflytande. Detta gör det lättare att förstå kemiska och fysiska processer. Dessa resultat kan användas för att optimera blandningsförhållanden, vilket i slutändan sparar värdefulla resurser. Om mänskligheten vill bygga en permanent närvaro på månen eller Mars, måste stationerna byggas av fast material. På månen och Mars finns inte viktiga komponenter i betong tillgängliga, så man undersöker också prover gjorda av artificiellt producerat månstoft.

## Drönare jagar bort duvor



**10 feb Engineering360** Drönare avskräcker duvor från hustak. Duvor kan överföra sjukdomar till människor och orsaka skador på byggnader, monument och annan infrastruktur. För att förhindra att duvor släpper ut sin sura spillning och orsakar skador på hustak, byggnadsfasader, avsatser och andra svåråtkomliga platser har forskare från École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) utvecklat ett autonomt duvavskräckningssystem. Närvaron och positionen av duvor upptäcks i realtid av ett neuralt nätverk med hjälp av bilder tagna av en videokamera som ligger på taket. När systemet upptäcker duvor skickas en drönare till taket för att avskräcka duvorna från att samlas där. Under prov i Lausanne ska drönarna som utplacerats av systemet enligt uppgift ha minskat den tid duvor låg på hustak från uppskattningsvis 2,5 timmar till bara ett par minuter.

## Laserraket



**18 feb Daily Mail (UK)** Systemet innebär att avfyra en högenergilaser mot en rymdfarkost för att driva den. NASA förutspår att det skulle ta cirka 500 dagar för människor att nå den röda planeten, men kanadensiska ingenjörer säger att ett laserbaserat system kan minska den tiden till bara 45 dagar. NASA planerar att skicka en besättning till den röda planeten i mitten av 2030-talet, ungefär samtidigt som Kina också planerar att landa människor där. Ingenjörer från McGill University i Montreal, Kanada, säger nu att de har utvecklat ett "lasertermiskt framdrivningssystem", där lasrar används för att värma vätgasbränsle. Det är riktad energiframdrivning, med hjälp av stora lasrar avfyra från jorden för att leverera kraft till solcellsmatriser på en rymdfarkost, som genererar elektricitet och i sin tur dragkraft. En 10 m diameter 100W matris av lasrar avfyra en riktad stråle mot en rymdfarkost i låg omloppsbana runt jorden. Lasern fokuseras mot en vätgasvärmekammare via en uppblåsbar reflektor, som fungerar på ett liknande sätt som en solpanel - men fångar mer energi. Vätedrivmedlet i kammaren strömmar ut genom ett munstycke, som driver rymdfarkosten framåt. Rymdfarkosten accelererar mycket snabbt nära jorden, rör sig sedan mot Mars under den kommande månaden, släpper huvudfarkosten för att landa på den röda planeten och returnerar resten till jorden för att återvinnas för nästa uppskjutning. Att nå Mars på bara sex veckor är något som tidigare bara troddes vara möjligt med hjälp av atomdrivna raketer, vilket medför ökade strålningsrisker.



## KTH och GKN i tyst elflyg



**17 feb [KTH press](#)** Forskare på KTH ska tillsammans med GKN Aerospace i Trollhättan, ta fram ett alternativ för framdrivning av elflygplan. Man utvecklar en eldriven fläkt. Forskningen är inriktad på hur luftflöden interagerar med komponenter, och hur man designar fläktblad så att de blir så tåliga som möjligt. Bland annat jämförs lättviktsmaterialen komposit och aluminium. Varje gram i varje komponent räknas på ett flygplan, speciellt när det drivs på el. Man vill utnyttja kompositens anisotropa egenskaper – att materialet har olika mekaniska egenskaper i olika riktningar. Komposit påverkas av hur man lägger fibrerna, och genom att laborera med det kan man designa ett optimalt fläktblad som exempelvis inte vibrerar. I detta fall kommer den eldrivna fläkten att fungera oavsett om elen kommer från batterier eller vätgasdrivna bränsleceller. Projektet, Electric Fan Thruster (EleFanT), finansieras av Energimyndigheten, och är tänkt att tillämpas på ett regionalflygplan med cirka 19 passagerare.

## Vätgasdriven A380



**23 feb [Aviation International News](#)** Airbus och CFM vill flyga vätgasdriven A380 Demo senast 2026. Airbus och CFM International siktar på en första flygning av en A380, som drivs av en modifierad GE Passport turbofläkt i slutet av 2026. Det passar in i Airbus mål att införa ett vätgasdrivet flygplan i smalkroppsklassen senast 2035 inom ramen för sitt ZEROe-program. Demonstratorn kommer att använda en A380 som flygande testbädd, utrustad med fyra tankar som rymmer 400 kilo flytande väte lagrat nära baksidan av flygplanets inre. CFM skall modifiera brännare, bränslesystem och styrsystem för en GE Passport turbofläkt för att köras på väte. Motorn valdes för sin fysiska storlek och lätta vikt. Airbus ska montera motorn på den övre flygkroppen på A380, precis framför stjärten, för att möjliggöra övervakning av motorutsläppen separat från motorerna som driver flygplanet. CFM kommer att genomföra ett omfattande markprovprogram inför A380-flygproven, som börjar i år. A380s storlek möjliggör att installera alla de olika system och rör som behövs för att möjliggöra effektiv omvandling av flytande väte till gas för Passport-motorns brännare. Några av de tekniska hindren är att väte brinner 10 gånger snabbare än jetbränsle, vilket påverkar lågans stabilitet. Ytterligare utmaningar är behovet av kryogena bränslepumpar och nya rörledningar och tätningar för att rymma de mycket kalla temperaturerna - så låga som -250 grader C - med vilka vätet måste lagras i sina tankar. Att omvandla flytande väte till gas kräver "också en helt annan" värmeväxlare än vad konventionella system använder idag.

## P&W vätemotor



**22 feb [FlightGlobal](#)** Pratt & Whitneys har valts ut av U.S. Department of Energy (DoE) för att utveckla ny, vätgasdriven framdrivningsteknik. Projektet Hydrogen Steam Injected, Inter-Cooled Turbine Engine (HySIITE) kommer att använda flytande väteförbränning och vattenångaåtervinning för att uppnå noll koldioxidutsläpp under flygning, samtidigt som kväveoxidutsläppen (NOx) minskar med upp till 80 procent och bränsleförbrukningen minskar med upp till 35 procent för nästa generations engångsflygplan. Man tar vattenånga från avgaserna och den ångbildningsvärmens förs in i brännkammaren och vattnet sänker förbränningstemperaturen i brännkammaren (likt som de stationära gasturbinernas Steam Injection). Den halvstängda systemarkitektur som planeras för HySIITE kommer att uppnå termisk effektivitet som är större än bränsleceller och minska de totala driftskostnaderna jämfört med att använda "drop in" hållbara flygbränslen. Detta är det första direkta samarbetet mellan Pratt & Whitney och DoE:s Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E).

## Vill skjuta upp astronauter



**23 feb [SPACE](#)** Europeiska rymdorganisationen ESA vill kunna skjuta upp egna astronauter. Medan européerna har flugit till rymden sedan 1970-talet har endast tre länder – Sovjetunionen (nu Ryssland), USA och Kina – hittills självständigt kunnat skjuta upp astronauter i rymden. Men detta kan förändras om ESA:s ledare och dess astronauter får som de vill, eftersom Europa vill både ta vara på nya möjligheter och inte hamna på efterkälken. USA och Kina har identifierat tydliga politiska och tekniska rymdmål och genomför planer. Europa skulle kunna göra detsamma. Som ett första steg inrättas nu en rådgivande högnivågrupp för utforskning av människor i rymden som en del av en bredare "europeisk ambition för rymden". Europa är bland världens ledare inom områden som jordobservation, navigering och rymdvetenskap, men "släpar efter inom de alltmer strategiska områdena rymdtransporter och utforskning". Vilken startaket man kommer att använda är inte bestämt. Ska det vara en Ariane 6 eller ska man göra något annorlunda som NASA har gjort med SpaceX. Europas nuvarande uppskjutningskapacitet leds av Arianespace, som tillverkar Ariane-raketer. Men ett antal nystartade företag utvecklar nu små raketer och kan göra första omloppsförskott senare i år.

## 50. Candy och piraterna



Jag började hänga på Svartskäggets predikningar, som de kallades. Min fru följde med på söndagarna, för då arbetade hon inte. Hon ville egentligen inte gå dit, men hon kände sig tvungen. Tertia och alla de andra på institutet gjorde det. Det var tydligen en gammal vana från Jorden före Cyberandens tid.

För min del tyckte jag att Svartskäggets predikningar var både fängslande och uppfriskande. Han talade enkelt och jag förstod snart mer och mer av marsianernas språk. Det var ju inte så svårt egentligen bara man använde enkla gamla ord som hon och han istället för uttryck som rasifierad livmoderbärare och liknande, som bildade jordbor förmodades använda och förstå.

Hans berättelser var avslappnade, intensiva, uppriktiga, blygsamma, självsäkra, allvarliga och roliga och alltid på väg mot den högsta punkten. Ibland pekade han på någon i publiken och talade bara till honom. I korthet var han en perfekt offentlig talare och publiken lindades in i de tilltrasslade historierna och väntade med spänning på hur det hela skulle utveckla sig.

Ibland var han ordentligt dragen. Det hände att han snubblade på väg till talarstolen och ibland fick han hålla sig så hårt i den att den skakade. Det påstods att hans valspråk var omåttlighet i allt. Han bröt mot alla regler och beundrades av dem som önskade att de vågat göra detsamma.

Det var alltid tomt på folk i början när de allmänna frågorna skulle avhandlas. Det kunde till exempel gälla att auktionera ut ett markområde, som staden hade förvärvat från avkomlingarna till en av pionjärerna. Han fick betalt av det dåvarande Marskompaniet för att resa dit och se vad som kunde göras. När man nu ändå var där, så fick man ju försöka hitta på något. Han tog för sig ett stycke mark, som gick i arv i flera generationer.

Nu kunde det kanske användas till något, eftersom det låg utanför reaktorernas säkerhetszon. Varför inte en vinodling? Borrningar visade ju att det fanns vatten inom två kilometers djup, som höll minst 300 grader.

Detaljplaneringen kostade förstas staden en del. Nu gällde det för Svartskägget som borgmästare att få tillbaka utlägg. I sådana sammanhang var han i sitt esse. Han lutade sig ut över talarstolen och förlorade sänär jämvikten och föll ner, när han med

sin basröst drev affärerna. Han förväntade sig goda bud och blev aldrig tillfreds. Han riktade sig än mot den ene än mot den andre och gjorde grova antydningar rörande deras affärer, som var bara alltför välbekanta för de närvarande spekulanterna.

Nog var det en ohygglig människa som tornade upp sig framför oss i talarstolen. Ögonen drucknade i ansiktet som dominerades av en stor röd näsa och var vanställt av ärr som gick kors och tvärs. Hans enda öga var en smal springa i de uppsvällda köttmassorna. Pupillen låg som en svart sten därinne. Rocken stramade över den muskelstinna överkroppen. Men det fanns ändå en kyla och ett lugn i honom. Han gjorde inget utan grund.

Rädslan för honom gjorde att han gradvis övervann allt motstånd och fick spekulanterna att gå med på saker, som de ändå ansåg inte på något sätt svarade mot kostnaderna.

Terroristkärringen var alltid där med sin kvast och hävdade under suckar och tagnagnisslan att allt som vanligt ändå skulle få betalas av vanligt folk.

-För övrigt anser jag att Jorden ska förstöras. Använd atombomberna vid Venus, ropade hon och svängde sin kvast så att folk förskräckta hukade sig.

Det hela avslutades ibland med handuppräkning. Svartskägget ställde alltid två frågor efter varandra, medan hans enögda blick vaksamt rörde sig runt församlingen. Jag räckte alltid upp handen på första frågan, för jag märkte att om tillräckligt många gjorde det så blev Svartskägget på gott humör och då kunde man vänta sig en strålände fortsättning på föreställningen. Det verkade som om de flesta resonerade så.

Det handlade förstas mycket om hans tid som pirat. Att piraternas uppkom var för att Mars inte hade tillräckliga naturtillgångar för ett normalt liv. Jorden varken kunde eller ville försörja kolonisterna där i all evighet. Jordborna hade helt enkelt gett sig iväg till Mars utan att tänka igenom, vad man skulle där att göra. Väl där kunde man inte flytta tillbaka, för man anpassade sig till den låga gravitation och klarade sig inte på Jorden.

Jorden betraktade hela universum som sin egendom enligt gammal vana. Mars, som allt mera frigjorde sig från Jorden, vägrade att underkasta sig detta. Framförallt behöv-

de man tungt helium till sina fusionsreaktorer. Det fanns inte på Mars men däremot på Jordens måne och vid de av Jorden behärskade jätteplaneterna Jupiter och Saturnus.

Marsianerna behövde verkligen sina reaktorer. Tillgången på solenergi var för osäker. Sandstormar kunde minska den till en tiondel. Samma var det med mikrovågorna från den gemensamma solenergisatelliten, som städerna på Mars hade installerat i marssynkron bana. Den var dessutom väldigt dyr.

De uppfinningsrika marsianerna lyckades utveckla produkter som Jorden behövde, som till exempel kvantdatorer, och mot dem lyckades de byta till sig en del helium. Men jordborna ansåg att de behövde sitt helium själva. Robotarna krävde mycket energi och själva ville de inte börja arbeta igen som förr i världen. De krävde allt mera för sitt helium.

I många år bråkade man om detta. Vad skulle marsianerna ta sig till i sin knappa tillvaro? Rätt som det var försvann ett jordiskt skepp på väg genom asteroiderna utanför Mars spårlost. Kort därefter rapporterade en jordisk konvoj att den utsattes för angrepp från okända skepp. Sedan försvann den också.

Det fanns en jordisk guvernör på Mars. Han lyckades faktiskt arresteras några marsianer och satte dem på ett skepp till Jorden, där de skulle ställas inför rätta. Skeppet kom aldrig fram och var sedan med i ett överfall på en annan jordisk konvoj. Varje försök att stävja oskicket blev sedan utskrattat. Guvernören försvann till Jorden och kom aldrig tillbaka. När Svartskägget växte upp fick pirater mer eller mindre officiella uppdrag från de olika städerna på Mars att kapa alla jordiska skepp, som de kom åt.

Det var som skeppspojke han började. En som skulle vara till hands alla dygnets timmar. En som väcktes med en spark om han ett ögonblick befriades av sömnen. Aldrig var någon tillfreds med honom. Någon skulle det ju finnas att sparka på och det var han. Aldrig fick han ens komma iland, när man lastade och lossade på Phobos. Istället måste han vänta till efter midnatt på kaptenen. Först då denne hade fått vad han ville ha, om han inte redan hade fått det iland, fick han hänga upp sig i sin sovsäck bara för att väckas några timmar senare.

Men tiden gick och han växte och blev stor. Det fanns en hårdhet och kraft i hans kropp, som inte fanns där tidigare. De som hade sparkat honom tog nu ett steg tillbaka när han kom. Han var stor och stark nog att ta ut sin förödmjukelse på andra. Kaptenen lät honom mönstra på som matros och skaffade sig en annan skeppspojke.

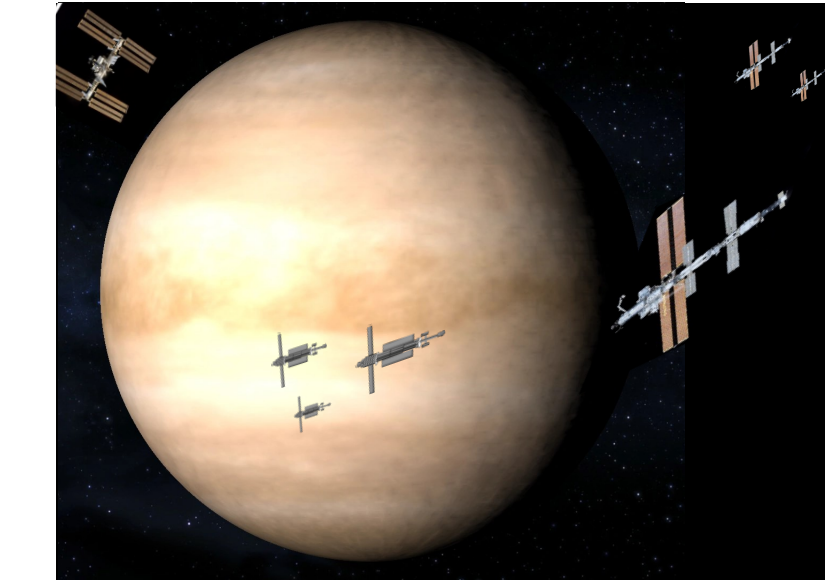
Det var nu flera år sedan han lämnade de trånga hålorna på Mars. Han hade kryssat fram och tillbaka genom rymden och han var en annan man. Det kommer en tidpunkt i en rymdfarares liv, när han överläter sig åt rymden. Där inget hindrar ögat, där upp och ned förlorar sin betydelse, där skeppet omärkligt rör sig genom tomheten på sin väg genom universum. Den som en gång ger sig åt rymden återvänder aldrig.

Han var ännu ung, men han hade andras respekt, det viktigaste man kunde ha i hans kretsar. Det var ofta bråk och stridigheter bland manskapet och hans kroppsstyrka och förmåga som slagskämpe, gjorde att allt mera rörde sig runt honom. Det var oftare näven än kaptenen som gav order och han kände nu skeppet bättre än någon annan. Hans inflytande växte.

Många strider utkämpades i rymden tills Jorden började förlora sitt grepp. Från det mineralrika asteroidbältet och de längre ut liggande gasplaneterna Jupiter och Saturnus med sitt tunga helium, brukade jordborna låta sina laster falla in mot Venus för att sedan kastas ut mot Jordens bana av gravitationen. Som gatpojkar vid rätthålet väntade piraterna på dem. Var utifrån lössystemet skeppen än kom, så måste de löpa gatlopp mellan piraterna vid Venus.

Ibland slog sig flera piratskepp samman och bildade en flotta för att lättare kunna övermanna jordborna. Svartskägget berättade hur piraterna gick in i omloppsbanan runt Venus och fattade posto på lagom avstånd från varandra. De brukade anfälla lastfartygen just när de frigjorde sig från Venus gravitation. Rymdskepp var alltid sårbarast när de förberedde sig för att träda ut ur gravitationen. Speciellt när huvudmotorerna var avstängda och kursen korrigerades med hjälpmotorer. De tröga lastfarkosterna hade då ingen chans att undkomma de snabba piraterna.

Även lastfartygen började uppträda i konvoj för att skydda varandra, men piraterna koncentrerade sig då på något av dem. Rymdens svarta mörker lystes upp av laserstrålarna, när de angrep. Lastfartygen var oftast obemannade och bestyckade med robotstyrda laserkanoner, men piraterna lärde sig att avleda elden till tredimensionella projektioner i rymden. Laserstrålarna skar rakt



igenom dem utan att göra någon skada.

Lastfartygens kraftiga försvar kanske motsatod piraternas första attacker, men det kom en punkt när kraftfälten i kanonerna inte kunde genereras tillräckligt snabbt för att motstå alla angrepp. Då lade sig piraterna långsides och Svartskägget berättade hur han och hans kamrater gick ut i rymden och fyrade av sina jetpacks på ryggen för att ta sig till lastfartyget, som svävade ovanför dem.

Så snart de kom längs med det svarta skrovet stängde de av raketerna, satte sig fast med magneter och arbetade sig bakåt tills de kunde fästa sina medhavda sprängladdningar på huvudmotorerna. En bländande explosion av ljus följde när sprängladdningarna detonerade och det angripna skeppet var lamslaget, medan de andra försvann mot Jorden.

De sprängde sedan skickligt luftslussarnas dörrar och tog sig in i skeppet. Om lastfartyget av någon anledning var bemannat, så kunde den fätaliga besättningen inte göra mycket motstånd mot en hord vältränade mördare. Vanligen insåg de att de inte hade något val och väntade bara på att bordningsfarkosterna skulle docka för att hämta bytet. Mot en övermakt på tio mot en var det ingen civil kapten som gjorde motstånd för att försvara en last, som han bara transporterade åt någon annan.

Piraterna behövde i regel inte döda många av besättningen innan skeppet var i deras våld. Men i det allmänna intresset att statuera exempel som kunde göra framtida operationer lättare, erkände Svartskägget, så var det vanligt att kasta ut de överlevande i besättningen genom dockningsporten utan rymddräkt för att låta dem explodera i rymden. Det var ett rått liv att vara pirat.

När allt var plundrat smög sig piratflottan därifrån, medan lastfartyget exploderade eller hjälplöst störtade som ett virvlande löv mot de sjudande gula svavelsyramolnen på Venus för att krossas i den täta atmosfären.

Det var den gamla goda tiden. Det var inte bara helium piraterna var ute efter utan också sällsynta jordartsmetaller. De var bra att ha i kvantdatorerna, som marsianerna så småningom skulle byta mot helium. På det sättet fick jordborna betalt med det som marsianerna stal från dem.

Lastskeppen var ibland så fyllda med helium och metaller från asteroiderna att en pirat kunde dra sig tillbaka för livet efter att ha tagit en last. Men följderna för handeln blev katastrofala. Försäkringspremierna på Jorden steg så högt att inga vinster kunde påräknas.

Jordiska krigsskepp sändes ut, men nästan hälften av deras besättningar gick under i sjukdomar under de långa uppdragen eller också tog de över skeppen och blev själva pirater. En rymdstation etablerades vid Venus för att hålla området under bevakning, men erövrades av piraterna och blev en bas för deras verksamhet.

Jordborna försökte minera Venus omloppsbanan med gamla kärnvapen, som sändes iväg i stora mängder och placerades så att inget skepp kunde undgå att stöta på dem. Det hjälpte inte. Om en sådan bomb exploderade spred sig skräpet åt alla håll. I Jordens atmosfär bromsades det av luften, men i rymden spred sig resterna från explosionen över väldiga avstånd. Även egna skepp långt bort kunde skadas. Explosionen sände också ut elektromagnetisk strålning, som skadade lastskeppen lika mycket som piraterna.

Till slut gav jordborna upp Venus och började med direkta transporter till Jorden längs det långsamma interplanetära transportnätet, en samling gravitationsbestämnda vägar, som slingrade sig mellan planeterna i solsystemet. Det blev svårare för piraterna att fånga dem, fast städerna på Mars gick samman och skickade upp små rymdteleskop i banor runt Solen för att spana efter byten.

Men piraterna fann en lösning. De tog reda på var jordborna hade sina gruvor. Utgående från den kurs ett skepp hade kunde man räkna ut var det kom ifrån. Gruvorna plundrades och förstördes varefter piraterna återvände hem med bytet. Jag minns ännu Svartskäggets berättelse om ett angrepp på en sådan robotkoloni i asteroidbältet mellan Mars och Jupiter. Det var då han blev den han var.

Det var inte helium de var ute efter den gången utan en gruva för sällsynta jordartsmetaller. Utvinning av helium var svår på asteroiderna. Den kom ju från solvinden och liksom på Månen var förekomsten så låg att det krävde bearbetning av stora ytor. Det var svårt till och med på den största asteroiden Ceres med 940 kilometers diameter.

För att hitta helium fick man ge sig ut till Jupiter och Saturnus. Utvinning av legeringar kunde däremot ske på ytan av asteroiderna med en enkel elektromagnetisk process. Bitar av metall i storleken av sandkorn eller småsten hämtades av elektromagneter eller sorterades med en virvelströmsavskiljare. Raffineringen kunde vara så enkel som att smälta små metallstycken med en induktionsvärmare och sortera ut steniga bitar.

På Phobos försedde de sig med proviant och förnödenheter. De fick liten tid att vila ut från sin förra resa, ty kaptenen befallde dem att hjälpa till att komplettera besättningen. De män han hade kvar räckte inte ens till att bemanna ena sidans laserkanoner för att inte tala om att navigera skeppet under strid. De hjälptes åt att finkamma vartenda varv, vårdshus och horhus på Phobos och lyckades till slut skrapa ihop en nästan fulltalig besättning.

Men det var förstås bottenkratpet. Alla bar på sina spår efter vistelsen på Phobos. De rörde sig med långsamma försiktiga rörelser. Deras ansikten var uppsvullna och en del hade många olika färger runt ögonen. En hade fått näsan knäckt och dess form visade att det inte var första gången.



Piraterna levde sällan tillräckligt länge för att återvända till Mars som rika män och de som överlevde var oftast oförmögna att återvända av många olika skäl. Utstötta som de var, så blev Phobos någon slags tillflykt för dem och där gjorde de sitt yttersta för att göra av med allt de fått ihop från sin förra resa bara för att få känna sig som människor för ett ögonblick. Tvister och dispyter löstes med de medel som fanns till hands, oftast de mest våldsamma.

En pirat på landpermission söp sig vanligen medvetlös första natten. När han vaknade letade han rätt på en kvinna som gjorde honom sällskap under andra nattens supande. Tredje eller fjärde dagen slog han sig ner för att spela i ett sträck tills hans andel av bytet tog slut. Sedan blev han burens ombord på nästa kryssning.

Äntligen kunde skeppet långsamt maka sig ut i rymden. Från hamnen på Phobos var flygtiden sju veckor. Provianten började snart tryta fast de vid Phobos hade tagit in både mat och vatten. Utrymmena var trånga och skeppet luktade från för till akter av gammalt mögel, som kackerlackorna inte hann äta upp under det korta uppehållet vid Phobos. De genomförde dagliga övningar för att svetsa samman den motsträviga besättningen, men entusiasmen höll på att tryta och snart gick pratet att man slösade bort tiden och borde åka hem.

De var hårdföra män. De kunde stå ut med nästan vad som helst utan att beklaga sig. De ansåg själva att de var av det rätta virket, men missnöjet pyrde, när de så småningom kom in i asteroidbältet. Solen var nu bara en liten glödande punkt i den svarta rymden.

-Tro inte, sade Svartskägget, att det där är en massa tumlande och krockande stembulingar. Det finns miljoner av dem, men det är mest tom rymd. Jag har gått igenom där många gånger, så jag vet.

Det var en rätt så stor asteroid de var ute efter, fortsatte han. Det fanns kanske två miljoner asteroider som var över en kilometer i diameter. Mindre erövrade asteroider kunde transporteras till Mars med solelektriska motorer, men enklare var att helt enkelt ta det jordborna hade skrapat fram och sedan försvinna så fort som möjligt därifrån. Det var vad de tänkte göra.

För att komma fram till de metallhaltiga asteroiderna måste de först passera de glänsande silikathaltiga. Det tog flera dagar för den asteroid de sökte låg nästan ute vid de rödaktiga kolhaltiga mot Jupiter till. Otåligheten växte hos besättningen.

Till slut kom de i alla fall fram. Asteroiden var jämngrå, lika färglös som Phobos, full av kratrar som alla asteroider. I ena kanten fanns en kilometerbred klyfta, där gravbrytningen förmodligen ägde rum, för de såg de lätta solreflektorerna, som hängde ovanför och koncentrerade värme för att spräcka asteroidytan.

De stannade för att ladda batterierna innan de fortsatte. Alldeles vid nedgången till klyftan var en liten krater och där låg ett skepp.

-Först trodde vi att någon hunnit före, sa Svartskägget. Sedan såg vi att det bara var ett vrak, men det var ju olycksbådande. Kanske var klyftan försvarad.

De kryssade framför klyftan medan de letade efter en öppning. Kaptenen styrde mot vraket och de såg en hålväg öppna sig mellan bergen. Vraket låg högt uppe på kraterranden och verkade välbehållet i asteroidens minimala gravitation. Den hade ju inte ens nog med tyngdkraft för att dra ihop sig till en sfär.

De skickade ut ett knippe kameror för att undersöka klyftan innan de gick närmare. Det var en trång och djup dal full av robotar och maskiner. Runt omkring höjde sig de kala gråa slutningarna upp mot himlen.

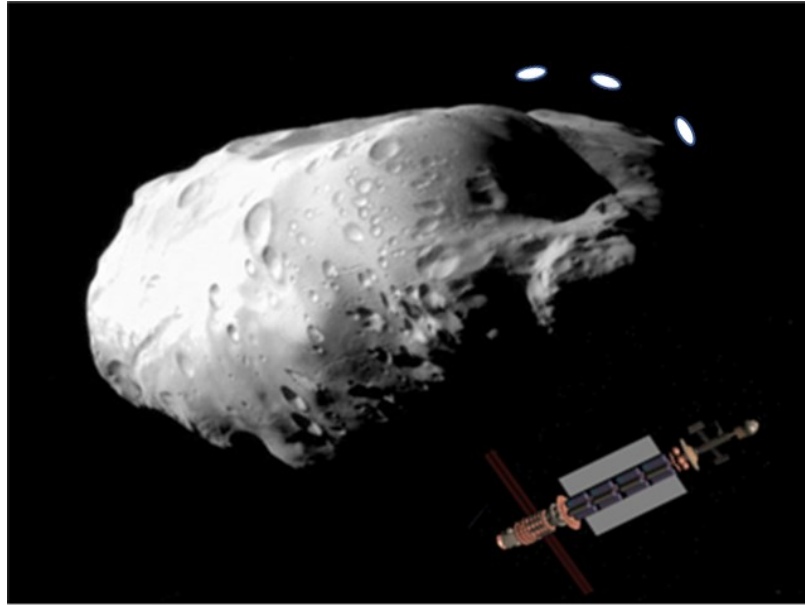
Kaptenen beordrade att laserkanonerna skulle avfyras för att kontrollera att de fungerade och för att visa för eventuella jordmänniskor vad som väntade dem. De var fyra man vid varje kanon i hermetiskt slutna utrymmen.. Under de senaste dagarna hade de övat alltihop så många gånger att de nästan kunde det utantill. Eld och grått damm slog upp när deras laserstrålar svepte över de omgivande bergen.

Det pågick i några minuter och till deras lättnad besvarades inte elden. Kaptenen beordrade att skjutandet skulle upphöra. Snart svävade de mindre än tusen meter över ytan. När asteroiden tumlade runt i sin bana svepte skuggorna från bergen genom klyftan. Där fanns några låga byggnadsverk som tydligt var avsedda för landning. Asteroidens svaga gravitation skulle nog hålla ett skepp på plats.

De gick närmare och såg hur det rörde sig därnere. Jordborna använde sig av robotar, som tillverkade kopior av sig själva från lokala råvaror och ständigt förbättrades genom naturligt urval. De matade raffinerad metall till en autonom fabrik för att tillverka verktyg, maskiner, strukturer och annat direkt på asteroiden. De såg också hur man lastade de autonoma rymdfarkosterna, som skulle transportera de värdefulla metallerna till Jorden. De drevs av vatten från asteroiden lagrade i tankar av rostfritt stål uppvärmda av solreflektorer så att vattenångan sköts ut ur ett munstycke och gav dragkraft.

Det var innehållet i de farkosterna de ville åt, men först måste de göra upp räkningen med robotarna. De gråa byggnaderna svävade långsamt uppåt när de närmade sig. De såg hur robotar och maskiner rullade om varandra därnere.

Robotarna kontrollerades av en centraldator. Den fanns någonstans på asteroiden. Att styra dem från Jorden gick inte. Signalerna dit tog för lång tid. Det var ju det, som marsianerna hoppades att Candy skulle hjälpa dem att hitta en lösning på. Hundar



verkad ju kunna kommunicera med varann snabbt som tanken.

Kontrollerade av centraldatorn var robotarna besjälade av en enda tanke, att arbeta och producera. Men att slå ut datorn var ingen idé. Då spårade det naturliga urvalet ur. Robotarna skulle tillväxa i antal exponentiellt och slåss med varandra på liv och död. Det skulle vara livsfarligt därnere.

Den enda lösningen var att utrota dem och de började systematiskt beskjuta allt som rörde sig. Till slut liknade det ett ökenlandskap. Grus och damm låg i stora högar. Det fanns inget som rörde sig längre.

De dunkade segerrusiga varandra i ryggen, rusiga inte bara på grund av segern och striden. Som inför alla aktioner hade de stärkt sig med starka drycker. Krig var alltid ett rumlande, sa Svartskägget och hällde upp åt sig i talarstolen.

De gick närmare och beredde sig att landa. Då exploderade hela världen i ett bländande sken. Laserkanoner i bergen öppnade eld. Strålarna svepte omkring dem. De var träffade och fångade i en fälla i den trånga dalen.

Man sköt på dem snett uppifrån. Kanske var det robotbatterier. Svartskäggets kanonchef och två av hans kamrater fick rymddräkterna förstörda och sprängdes inifrån i en dimma av blod och inälvor.

De var gamla härdade pirater, men när de såg sina kamrater sjunka ihop och ta sig för magen svärande och harklande och vrålande när blod och inälvor sprutade så försvann plötsligt stridslusten.

Svartskägget lyckades ta sig genom en

luftsluss till nästa utrymme bland blod och trasiga tarmar. Kanonchefen där tog honom i armen, slängde fram honom till kanonen och pekade att han skulle hjälpa till. Hans ansikte var förvriddt av raseri. Rösten dånade i Svartskäggets hjälm.

-Skjut för helvete, skjut.

Han kände hur något klabbigt gled nerför låren och fyllde ut byxorna i dräkten. Svetten rann och en trasig tarmbit satt fast på hans hjälm, så att han knappt såg något. Fingrarna skakade.

Men Svartskägget var en god skytt. Han sköt i ett, fick stopp på en av kanonerna därborta, men kände också hur skeppet skakade, när de själva blev träffade. Hans hjärta slog som aldrig förr.

Laserstrålarna mattades när batterierna började ta slut. Han förstod att de inte skulle klara sig länge till. Då såg han hur de avlägsnade sig från asteroiden. Kaptenen gav upp, medan de ännu var förskonade från stora ödeläggande fullträffar. De sköt raskt förbi vraket på kratern och ut i rymden.

Striderna och det hårda arbetet hade tagit död på nästan halva besättningen. De återstående såg kuvade ut. De vågade inte se på varandra. De hade förlorat.

-Så är det i krig, era snorungar, ropade Svartskägget till några trasiga och smutsiga gatpojkar, som stod på tå med halvöppna munnar och med glödande kinder slukade allt han sade. Vänta ska ni få se, era odågor. Det stank som en skittunna när dom drog av mig dräkten efteråt. Tänk på det, om ni får tag i lite fekalpasta. Nu slutar vi för idag. Kom igen imorgon.