



BEVINGAT

Nr 6/2022

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Att stänga ute solen sid 9

Förarlösa flygplan sid 11

Flygtaxiracet sid 13

Utsläppsfritt flyg sid 16

Farorna i rymden
Sid 19

Artemis rundar månen sid 2

Att flyga till månen
sid 3

Sverige från månen
till universum sid 5

Rymdkapplöpningen sid 7

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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

Bland nyheterna

| | |
|-------------------------------|----|
| Metanspaning i rymden | 27 |
| Satelliter minskar CO2 | 28 |
| Svenska Mats i rymden | 29 |
| Kinas Wing Loong..... | 30 |
| Artemis lyfte till slut..... | 31 |
| EU:s säkra satelliter..... | 32 |
| Rymdexperiment i Kiruna..... | 33 |
| Luleå till Ceres?..... | 34 |
| Nya B-21 bombaren..... | 35 |
| Tankeläsande Tempest..... | 36 |
| Omvärldsbevakning FOI..... | 37 |
| Vad var Betlehemsstjärnan? .. | 38 |

Hur man landar
Sid 23

Elplanens historia sid 24

Candy får jobb
Sid 39

Artemis rundar månen

Med 4 miljoner kg dragkraft steg NASA:s kolossala nya raket ut i rymden för första gången tidigt på onsdagen den 16 november och skickade en kapsel utan besättning på en resa runt månen och tillbaka 50 år efter det sista Apollo-månuppdraget. Uppkallad efter jaktens antika grekiska gudinna - och Apollos tvillingsyster - siktar Artemis till att återföra astronauter till månens yta 2025 och sedan till Mars.

Framdriven av två booster med fast bränsle och fyra Aerojet Rocketdyne RS-25 vätskedrivna huvudmotorer lyfte Space Launch System (SLS) raketerna från Kennedy Space Centers Launch Complex 36B med ett bländande sken och öronbedövande dån.

Två minuter och 11 sekunder senare kastades boosterarna tillverkade av Northrop Grumman bort och lämnade RS-25-motorerna igång i ytterligare 6 minuter för att leverera raketens övre steg med Orion-kapseln i en preliminär omloppsbana ovanför jorden. Interim Cryogenic Propulsion Stage (ICPS), som drivs av en enda Aerojet Rocketdyne RL10-motor, genomförde sedan en 22 sekunders bränning för att höja Orion till en initial stabil omloppsbana.

Rymdfarkosten, byggd av Lockheed Martin, fällde sedan in sina solpaneler och gjorde en andra ICPS-bränning som accelererade Orion till 11,4 km/s - tillräckligt för att undkomma jordens tyngdkraft och nå månen. Denna 18 minuters trans-lunar injektionsbränning var den längsta som någonsin utförts av en RL10, som har varit i drift i 60 år.

Efter att ha separerat från Orion släppte ICPS tio cubesats miniatyrsatelliter, som flög som sekundära nyttolaster, inklusive en som var utformad för att kartlägga isavlagringar på månens sydpol, där man så småningom tänker landa astronauter.

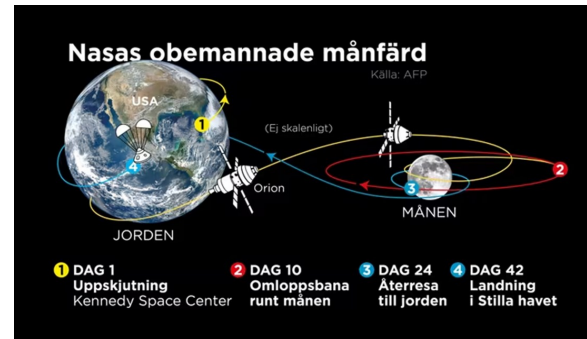
Orion fortsatte mot månen driven av sin European Service Module (ESM), byggd av Airbus inom ett internationellt samarbete. ESM levererar el, framdrivning, bränsle, vatten och luft samt håller rymdfarkosten vid rätt temperatur. Det är första gången NASA har anförträtt ett icke-amerikanskt företag att bygga ett kritiskt element för ett amerikanskt rymdfärdsuppdrag. Airbus utvecklade och tillverkade ESM enligt kontrakt med Europeiska rymdorganisationen (ESA).

Orion nådde månen på måndag 21 november, mer än 370 000 kilometer från jorden. Efter att ha kommit inom 130 kilometer från månen gick kapseln in i en avlägsen bana som sträckte sig cirka 64 000 kilometer bortom månen.

Även om inga människor var ombord, bar Orion en simulerad besättning på tre skyltdockor utrustade med sensorer för att mäta strålningsnivåer och andra påfrestningar som astronauter skulle kunna uppleva. Provdockorna – NASA kallar dem moonikins – var utrustade med sensorer för att mäta sådant som vibrationer, acceleration och kosmisk strålning.

Orion återkom till Jorden den 11 december efter en resa på mer än två miljoner kilometer strax efter att den separerats från European Service Module. Ett mål var att testa hållbarheten hos Orions värmesköld när den åter kom in i jordens atmosfär med nästan 11 km/s, mycket snabbare än återinträdet från rymdstationen. Orions hemkomst kom 50 år efter att rymdfarkosten Apollo 17 landade på månytan 1972 vid Taurus-Littrow-dalen, det sista mänskliga uppdraget till månen.

Orion hade lite sällskap runt månen. En liten satellit, CAPSTONE, var redan i månens omloppsbana för att förbereda för en framtida månrymdstation som heter Gateway, under utveckling för Artemis-programmet.



Om allt går enligt plan kommer människor (fyra av dem) att följa provdockorna i månens omloppsbana 2024, och ytterligare två kommer att landa vid månens sydpol 2025 och etablera en hållbar bas där som en språngbräda till framtida mänsklig utforskning av Mars.

Uppdraget var den första flygningen av den kombinerade SLS-raketerna och Orion-kapseln tillsammans, byggda av Boeing Co respektive Lockheed Martin Corp under kontrakt med NASA. I sin initiala konfiguration är SLS designad för att lyfta 27 ton till månen. Dess lyftkapacitet ökar till 38 ton med den fyramotoriga Exploration Upper Stage, som för närvarande utvecklas.

Artemis-programmet är en internationell insats. Modulerna för Gateway månporten byggs i USA och Europa, med den första europeiska modulen, International Habitat, i produktion i Turin, och redo för lansering på det fjärde Artemis-uppdraget tillsammans med rymdfarkosten Orion.

SLS representerar det största nya vertikala uppskjutningssystemet NASA har byggt sedan Apollo-erans Saturn V. Efter mer än ett decennium i utveckling med år av förseningar och budgetöverskridanden har SLS-Orion-rymdfarkosten kostat NASA minst 37 miljarder dollar. De totala Artemis-utgifterna beräknas nå 93 miljarder dollar år 2025.

Artemis I, som snabbt förklarades som en uppenbar framgång, representerar en viktig milstolpe i NASA:s ansträngningar att etablera en hållbar mänsklig närvaro på månen med internationella såväl som kommersiella partners för att förbereda sig för mänskliga expeditioner till Mars.

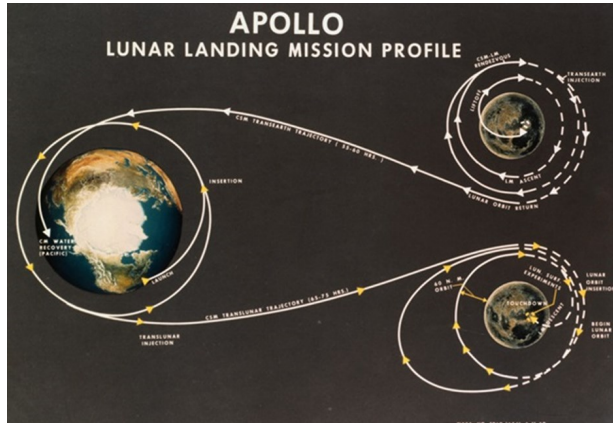
Det framgångsrika uppdraget ger NASA lite fart efter år av stagnation i sitt bemannade rymdfärdsprogram. Efter att man pensionerade rymdfärjeflottan 2011 tvingades NASA förlita sig på Ryssland för att skicka sina astronauter till den internationella rymdstationen ISS. SpaceX startade äntligen mänskliga rymdfärder för NASA 2020, och Boeing, det andra företaget som kontrakterats för flygningar till ISS, hoppas kunna skicka sin första besättning dit nästa år.

För första gången på decennier, har NASA nu en annan destination än ISS för sina astronauter, nämligen månen, och ett program, Artemis, för att få dem dit.

Att flyga till månen

När Kinas Chang'e 5 blev det första uppdraget att returnera prover från månen sedan 1976 skapade det rubriker runt om i världen. Chang'e 5 använde samma metod som Apolloprogrammet för att komma till och från månen, känd som "Lunar Orbit Rendezvous" (LOR). Men det finns många andra sätt att komma till månen och framtida månuppdrag kan se väldigt annorlunda ut.

[The many methods to get to the Moon](#)



Chang'e 5 rymdfarkosten följde en välbekant spelbok i Apollo-stil, bestående av en servicemodul som levererade ström och framdrivning till en månlandare och en returmodul för att återföra prover till jorden. När landaren nådde månens omloppsbana lossnade den och lämnade servicemodulen och returmodulen bakom sig. Landaren bestod av två delar, en nedstigningsmodul och en uppstigningsmodul. Efter landning och förvärv av månjordprover använde uppstigningsmodulen nedstigningsmodulen som en startplatta och lyfte från månens yta för att möta de tålmodigt väntande service- och returmodulerna i månens omloppsbana.

När månproverna hade överförts till returmodulen lossnade uppstigningssteget från servicemodulen. Servicemodulen kopplad till returmodulen, tände sedan sin motor för att återvända till jorden där returmodulen, som bar de värdefulla månproverna, under de sista minuterna av flygningen separerade och återinträdde i atmosfären och landade i Mongoliet.

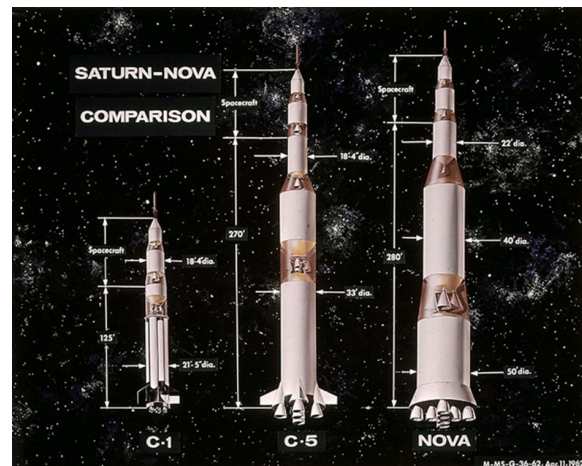
LOR är ett mycket effektivt sätt att ta sig till och från månen. Det sätter bara den hårdvara på månens yta, som faktiskt behövs där. Returmodulen, servicemodulen och allt bränsle som behövs för att återvända till jorden från månens omloppsbana behöver inte landa på månen, så det gör de inte. Detta gör att månlandaren kan vara mycket lättare och använda mindre bränsle och en mindre motor. Eftersom endast uppstigningsmodulen lyfter från månen, behövs mindre bränsle och en ännu mindre motor för att få tillbaka den i månens omloppsbana.

Nackdelen med uppdrag som använder LOR är att själva mötet ovanför månen är knepigt och måste fungera perfekt annars kommer hela uppdraget att misslyckas. Chang'e 5 kunde utföra detta möte autonomt med hjälp av mikrovågsradar, medan Apollo-uppdragen förlitade sig på sina mänskliga piloter för att docka sina rymdfarkoster manuellt. Faktum är att huvudfunktionen för den ensamma astronauten, som var kvar i månens omloppsbana i kommando- och servicemodulen under Apollo-uppdragen, var att kunna rädda månvandrarerna från en låg eller oregelbunden bana om de skulle stöta på problem efter att ha lyft från månen.

LOR har visat sig vara ett effektivt sätt att ta sig till och från månytan, men det är inte det enda sättet. Faktum är att under 1960-talet tittade ingenjörer vid NASA och inom Sovjetunionen (som också planerade att sätta kosmonauter på månen) på en mängd olika uppdragsprofiler. Liksom LOR hade dessa var och en fördelar och nackdelar.

Direkt uppstigning är, åtminstone konceptuellt, det enklaste sättet att komma till månen och tillbaka. Direkt uppstigning innebär att man bygger en enda raket, lyfter från jorden, flyger till månen och landar hela raketen på månen. När månfasen av uppdraget är klar tar hela raketen fart från månen och återvänder till jorden.

För att flyga ett direkt uppstigningsuppdrag till månen övervägde NASA att bygga en raket kallad Nova (höger i bild), som skulle vara betydligt större än Saturn V-raketen (avbildad här i en tidig version i centrum). En föregångare, den medeltunga Saturn C-I, visas till vänster.



Direkt uppstigning var till exempel med i science fiction-filmen "Destination Moon" från 1950. Faktum är att före Apollo-programmet var direkt uppstigning så som de flesta lekmän tänkte sig att en flygning till månen faktiskt skulle fungera.

Fördelen med direkt uppstigning är dess enkelhet, eftersom det undanröjer behovet av några rendezvous-faser. Den största, och till stor del oöverstigliga, nackdelen med direkt uppstigning är att det krävs en nästan ofattbart massiv rymdfarkost för att få den att fungera. NASA tittade på några olika direkta uppstigningsraketer, men dessa ansågs vara för stora eller ogenomförbara.

"Earth Orbit Rendezvous" (EOR) var en annan konkurrerande metod före Apollo som utformades för att komma till månen. Kännetecknet för EOR-tillvägagångssättet var flera uppskjutningar av olika rymdfarkostkomponenter till jordens omloppsbana, där montering av en större rymdfarkost kunde utföras. Denna större rymdfarkost skulle sedan flyga till månen och landa på den, sedan lyfta och återvända till jorden.

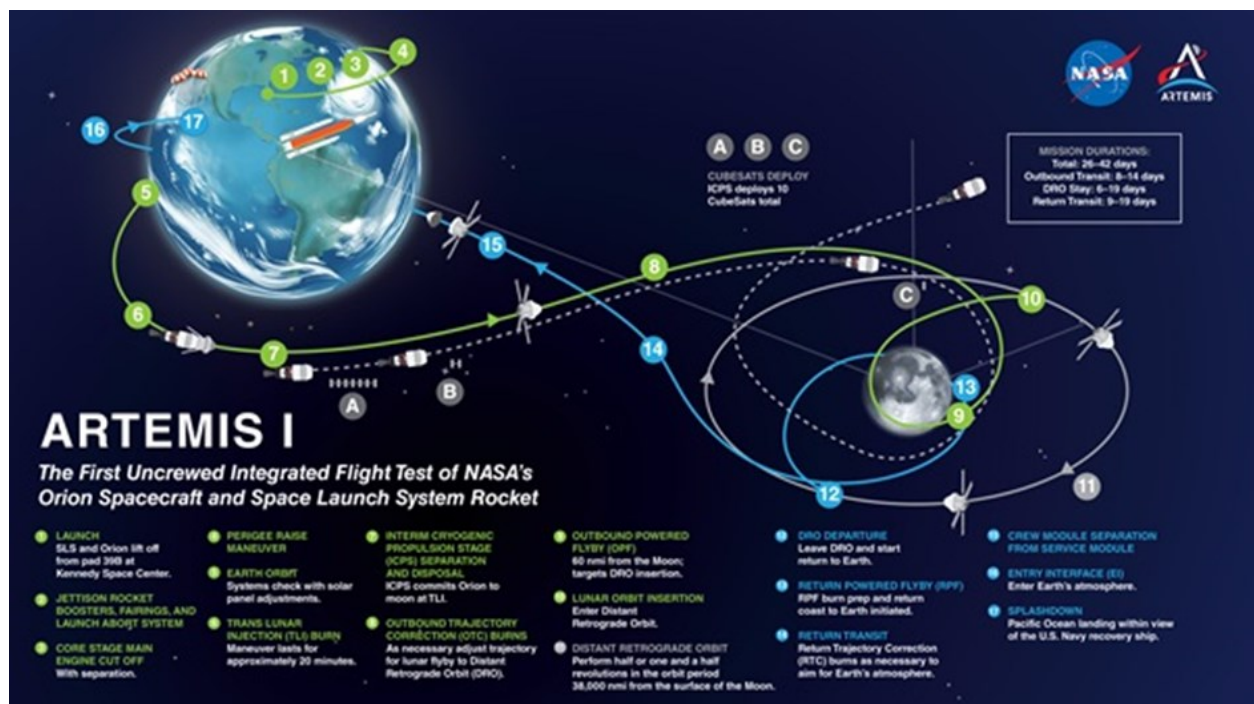
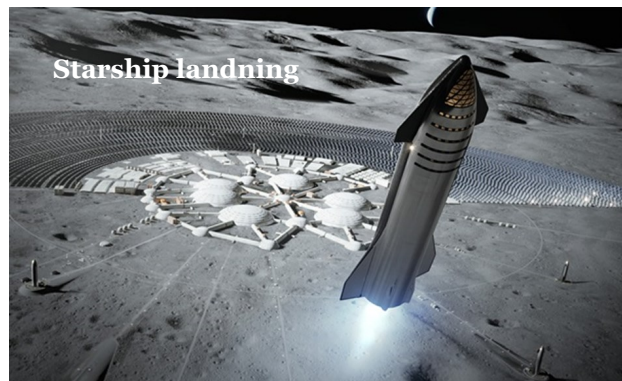
Att flyga till månen

4

EOR har fördelen att låta den knepiga rendezvousfasen av uppdraget ske nära jorden. Om problem utvecklades kunde astronauterna helt enkelt komma in i atmosfären igen och räddas. Om mötet under ett LOR-uppdrag misslyckades skulle månlandarna däremot gå under. NASA:s Gemini-program bevisade övertygande att rendezvous-tekniker i omloppsbana fungerade och var säkra och kunde användas för LOR-tillvägagångssätt.

EOR:s nackdelar inkluderar dess krav på mer än en raketuppskjutning från jorden och att den i allmänhet skickar mer massa till månytan - och därför är mindre bränsleeffektiv - än LOR.

NASA:s Artemis-program, som syftar till att återföra människor till månens yta, fokuserar på att använda Space Launch System



(SLS) -raketerna för att skjuta upp en Orion-besättningskapsel för att genomföra en LOR. I den meningen liknar det den uppdragsprofil som Apollo använde.

Trots allt kanske Artemis inte ens är nästa bemannade uppdrag till månen. Artemis-programmet är extremt komplext, kräver enorma mängder finansiering och förlitar sig på komponenter som fortfarande är under utveckling och i många fall försenade. NASA:s första bemannade Artemis månlandning har försenats från ett måldatum 2024 till 2025, och det verkar oundvikligt att det kommer att glida till 2026 eller därefter.

Det är möjligt att privata rymdföretag, som SpaceX, Blue Origin och andra, kan göra oberoende bemannade månuppdrag före NASA. I synnerhet är SpaceX:s Starship-farkost planerad att kunna göra en direkt uppstigningsflygning till månen. Innan Starship-landaren (kallad Starship Human Landing System, eller Starship HLS) kan resa till månen måste den fyllas med bränsle på en tankstation i jordens omloppsbana. SpaceX nuva-

rande plan kräver att tankstationen ska vara en tankervariant av Starship, som i sig måste placeras i omloppsbana av allt från fyra till tolv Starship-flygningar med bränsle som nyttolast.

Denna serie uppskjutningar påminner om det tidiga rendezvous-koncept EOR i jordbana. Även om det inte är lika bränsleeffektivt, kommer strategin att göra det möjligt för Starship att leverera över 100 ton nyttolast till månytan och tillbaka - mer än dubbelt mot Artemis.

Det ska bli intressant att se vilken typ av metoder man i framtiden kommer att använda för att landa på, och återvända från, månen.

Sverige från månen till universum

Efter femtio år går mänskligheten tillbaka till månen, och denna gång för en längre vistelse. Nu kommer det svenska Rymdbolaget SSC att vara en integrerad del av dessa resor, som en tjänsteleverantör som möjliggör några av de mest spännande månuppgifterna.

[Utforska månen – sikta på universum](#)
[Mission possible – Staying on the Moon](#)
[SSC supports the ARTEMIS I mission](#)

"Ett litet steg för människan, ett gigantiskt steg för mänskligheten." Det är de berömda orden, uttalade av den amerikanske astronauten Neil Armstrong när han satte sin fot på månen den 20 juli 1969. En historisk händelse som vid den tiden, ansågs vara den största bedriften i den pågående rymdkapplöpningen mellan USA och Sovjetunionen. Nationell stolthet drev tävlingen om att vara den mest tekniskt överlägsna nationen. Att besöka månen var det ultimata priset, kronjuvelen i tävlingen.

Mänskligheten tappade dock snabbt intresset för denna kalla satellit och har inte återvänt på länge. Apollo 17-uppdraget i december 1972 var senaste gången, som människor satte sin fot där, men innan detta decennium är över kommer astronauter att stanna på månen under en längre tid. Detta är avgörande för framtida rymdutforskning, eftersom vi då kan använda månen som en språngbräda till Mars och resten av solsystemet och till och med ändå längre bort.

Men innan vi åker till Mars måste vi skapa en livsmiljö på månen. Detta är en stor utmaning, till exempel är en måndag fjorton dagar på jorden. Därefter följer fjorton nätter utan sol som kan producera energi. Dessutom måste vi lära oss hur man skaffar vatten och mat, hur man utvinner material och tillverkar saker borta från jorden. Detta är bara några av de problem som måste lösas innan det första permanenta baslägret på Månen kan tas i bruk.

Utforskning av rymden brukade bara vara en sak för regeringar. Men idag är barriären så mycket lägre, och den kommersiella sektorn har blivit en stor del av rymdbranschen. Små företag med stora idéer kan leda vägen in i framtiden. Minskade uppskjutningskostnader och mindre nyttolast hjälper oss att göra saker som vi inte kunde göra tidigare.

Så vad kan man förvänta sig under de närmaste åren? Mycket fler kommersiella uppdrag, rovers som landar på månen, nyttolaster som samlar information, satelliter i månens omloppsbana, ytterligare utforskande av ytan. Allt detta ska leda fram till att bygga en månhamn för framtida utforskning av solsystemet.

Genom att använda ett av världens största och mest avancerade globala markstationsnätverk, kan det svenska Rymdbolaget SSC leverera kommunikationsteknologi, uppdragsförberedelser och nyttolastdesign i samband med månens utforskning.

SSC:s första riktiga uppdrag var den svenskdesignade SMART-1, en solcellsdriven satellit, som kretsade runt månen. SMART-1 var en månsatellit som sköts upp 2003 och som använde sig av solcellsdrivna finjusterade jonmotorer för att placera sig i omlopp runt månen. "SMART" står för Small Missions for Advanced Research in Technology. Satelliten utvecklades av Rymdbolaget och byggdes av Saab Ericsson Space i Linköping.

Smart 1 var en lättviktig sond (367 kg varav 80 kg drivmedel) och endast en meter tvärsöver. Den totala kostnaden var relativt låg, 110 miljoner euro. Smart 1 var del av Europeiska rymdorga-



nisationens (ESA) strategi att bygga mindre och billigare rymdfarkoster än NASA, den amerikanska motsvarigheten.

Dess solelektriska framdrivning var avsedd att ge bättre uthållighet än rymdsonder utrustade med traditionella vätskebase-rade raketer. Drivmedelsreserverna ombord var bara på 60 liter och bestod av xenon.

Justerraketerna använde elektromagnetiska fält för att driva fram xenonjoner i hög hastighet. Eftersom den utströmmande hastigheten var mycket högre än för kemiska raketer behövde rymdfarkosten mycket mindre drivmedel för att nå den givna hastighetsförändringen.

Smart 1 skickades upp den 27 september 2003. Det tog tretton månader efter dess uppskjutning, som gjordes med en Ariane 5-raket från Kourou, Franska Guyana, att manövrera den i omlopp runt månen och ytterligare ett par veckor att förflytta den till ett snävt månomlopp.

Väl där använde satelliten infrarött ljus för att söka efter fruset vatten, speciellt runt omkring sydpolen, där några områden av ytan aldrig träffas av direkt solljus. I uppdraget ingick även att använda röntgenspektrografi för att kartlägga den kemiska sammansättningen av hela månens yta.

Sedan dess har SSC varit involverad i flera uppdrag, till exempel tillhandahållit måntjänster till NASA:s Lunar Reconnaissance Orbiter sedan 2009 (kartering av månens yta) och till SpaceIL:s Beresheet-uppdrag, den första privatfinansierade rymdfarkosten som nådde månen 2019.

Artemis I-uppdraget, som nu startat, möjliggör framtida bemannade rymdfärder till månen. Raketen Space Launch System (SLS), som bär rymdfarkosten Orion, kommer att resa till månen och tillbaka till jorden igen.

Uppdraget syftar bland annat till att lägga grunden för att etablera en varaktig närvaro på månen och utveckla kunskapen för att möjliggöra vidare mänsklig utforskning av Mars och vårt solsystem.



Som en ledande tjänsteleverantör för moderna månuppdrag stöder SSC företaget Peraton, en av NASA: s partners, med sin SSC Connect Lunar-kommunikationstjänst. Från sina kommersiella markstationer i Chile och Sydafrika stödde SSC rymdfarkostens uppstigning och återkomsten av Orion-kapseln under det första Artemis-uppdraget, vilket gav kompletterande radio-metriska spåringsdata under hela den cirka 26 dagar långa resan. SSC:s bidrag till att optimera precisionen i omloppsbestämningen hjälpte Orion att resa säkert till sin destination.

Förutom Artemis I-uppdraget är SSC också involverat i NASA: s Commercial Lunar Payload Services (CLPS) -initiativ. CLPS är ett NASA-program för att kontraktera transporttjänster, som kan skicka små robotlandare och rovers till månens södra polarområde, mestadels med målen att spana efter månresurser, testa lokalt in situ resursutnyttjande (ISRU) -koncept och utföra månvetenskap för att stödja Artemis-programmet.

SSC stöder majoriteten av de kommersiella månuppdragen som Firefly Blue Ghost och Astrobotics Peregrine-uppdrag. Med SSC som partner planerar Firefly för en uthållig månnärvaro. Människan ska tillbaka till månen, men den här gången är det inte bara för en promenad. Det uppdaterade uppdraget är att stanna, åtminstone en hel dag och natt. Att utforska månen på nära håll på lång sikt erbjuder enorma vetenskapliga möjligheter.

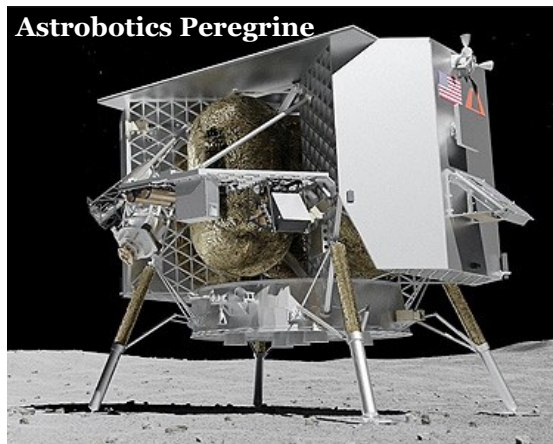
Fireflys stora investeringar i månuppdrag kommer att sträcka sig över en stor del av de framtida uppdragsfaserna – från data-nedlänk till ytmobilitet. Blue Ghost-uppdraget kommer att visa en baslinjeförmåga för precisionslandning, överlevnad av en hel måndag och in i månnatten. Längs vägen kommer SSC att hjälpa till med kontinuerlig datainsamling och nedlänkning.

Blue Ghost-uppdraget kommer att leverera en svit av tio NASA-sponsrade nyttolaster, liksom andra kommersiella nyttolaster, till månytan 2024. Dessa nyttolaster kommer att fungera med hjälp av landardata och kraftresurser under resan till månens Mare Crisium, ett 176000 km² plant område, där sovjetiska Luna 15 kraschlandade 1969. Detta spännande uppdrag kommer att stödja vetenskaplig månforskning och kommer att bidra till att utveckla en hållbar närvaro på månen. Som den mest kraftfulla plattformen i sin klass kommer Blue Ghost att flyga årliga månyteuppdrag till olika platser inklusive månpolerna och den bortre sidan.

SSC har ett pålitligt, beprövat, globalt nätverk av kommersiella markstationer som ger den täckning och kommunikationspre-

standa som krävs för Blue Ghost-uppdraget. SSC levererar kritiska spårings- och kommunikationstjänster för rymdfarkoster som är absolut nödvändiga för att framgångsrikt navigera Blue Ghost-landaren till månytan och på ett tillförlitligt sätt samla in högprioriterade vetenskapliga data.

SSC kommer också att stödja Astrobotics Peregrine-uppdrag. I maj 2019 valdes Astrobotics Peregrine av NASA: s Commercial Lunar Payload Services (CLPS) -program för att leverera upp till fjorton nyttolaster till Lacus Mortis, en större krater på månens nära sida, för att stödja Artemis månprogram.



Peregrine är en månlandare utvecklad av Astrobotics Technology för Google Lunar-X-Prize. Peregrine Lunar Lander kommer att flyga 35 kilo kundnyttolaster på sitt första uppdrag, med möjlighet att uppgradera till 265 kilo på framtida uppdrag. Peregrine drivs av ett Aerojet Rocketdyne-framdrivningssystem med nästa generations rymdmotorteknik.

Astrobotics Peregrine Mission One (PM1) är redo att bli det första kommersiella uppdraget att landa på en annan himlakropp. Med denna flygning öppnar Astrobotics dörren till nästa fas av rymdvetenskap, utforskning och handel på månen och bortom. Peregrine kommer att bära en mängd olika vetenskapliga instrument och andra nyttolaster från sex olika länder, dessintals vetenskapsteam och hundratals individer.



När nu mänskligheten går tillbaka till månen kommer det svenska Rymdbolaget SSC att vara en integrerad del av dessa resor

Den nya rymdkapplöpningen

Det är inte bara raketbränsle som driver USA: s första månskott efter ett halvt sekels lugn. Strategisk rivalitet med Kinas ambitiösa rymdprogram ligger också bakom NASA: s ansträngningar att komma tillbaka till månen. Båda nationerna vill sätta människor på månen och etablera de första månbaserna. Under de senaste tio åren har internationella allianser på jorden börjat expandera ut i rymden. Nationer med liknande intressen samarbetar med varandra medan de konkurrerar med andra rymdblock. Mäktiga nationer definierar reglerna för resursanvändning i rymden och satellitåtkomst på sätt som kommer att göra det svårt för utvecklingsländer att någonsin komma ikapp.

[Wealthy nations are carving up space and its riches — and leaving other countries behind](#)

[Space blocs: The future of international cooperation in space is splitting along lines of power on Earth](#)

[Mission possible – Staying on the Moon](#)

[Globe and Mail \(CAN\)](#)

[AP](#)

Amerikanska underrättelse-, militär- och politiska ledare gör klart att de ser en mängd strategiska utmaningar för USA i Kinas rymdprogram, ett eko av den amerikansk-sovjetiska rivaliteten, som föranledde 1960-talets kapplöpning till månen.

På den militära sidan handlar det om att beväpna rymden. Man vill bygga kapacitet för att slå ut satellitsystem som ligger till grund för underrättelsetjänst, militär kommunikation och nätverk för tidig varning.

Det finns också en civil sida av rymdkapplöpningen. Rymdutforskning och kommersiell exploatering banar väg för tekniska och vetenskapliga framsteg, som ger makt i rymden och prestige nere på jorden.

På ett decennium har USA gått från den obestridda ledaren i rymden till att vara en av två i en tävling. Både USA och Kina vill landa människor på månen. NASA, den amerikanska civila rymdorganisationen, har gjort sitt Artemis 1 obemannade provmanskott. Kina siktar också på att skicka astronauter till månen detta decennium, samt etablera en robotforskningsstation där. Både USA och Kina har för avsikt att etablera baser för intermittenta besättningar på månens sydpol.

Ryssland har anpassat sig till Kinas månprogram, medan 21 nationer har anslutit sig till en USA-initierad insats som syftar till att ge riktlinjer till den civila utforskningen och utvecklingen av rymden. De parallella ansträngningarna kommer 50 år efter att amerikanska astronauter senast slog igen dörrarna på en Apollo-modul och lyfte från månen i december 1972.

Både USA och Kina ser månprogrammen som en språngbräda i stegvisa program för att utforska, bosätta sig och utnyttja de resurser och andra ekonomiska och strategiska möjligheter som erbjuds av månen, Mars och rymden i stort. Utöver de vinster i teknik, vetenskap och jobb som följer med rymdprogram finns potentia-



len att bryta mineraler och fruset vatten på månen, eller använda den som bas för att prospektera på asteroider. Det finns också potential i turism och andra kommersiella insatser.

Det finns redan tiotusentals satelliter i en global rymdekonomi på en halv biljon dollar. Satelliter styr GPS, bearbetar kreditkortsköp, hjälper till att hålla TV-, radio- och mobiltelefonflöden igång och förutsäger väder. De säkerställer militärens och underrättelsetjänstens förmåga att hålla reda på upplevda hot.

Månprogrammen signalerar att rymden kommer att bli en arena för konkurrens inom avancerad teknik och sedan också på den militära fronten. Peking arbetar på att överträffa USA: s kapacitet i rymden för att få de militära, ekonomiska och prestigefördelar, som Washington har fått från rymdledarskap. Kina verkar vara på väg att överträffa USA som den dominerande rymdmakten år 2045.

Artemis 1 är den mäktigaste raketerna som någonsin byggts av NASA och har gjort en fem veckors demoflygning för att sätta provdockor i månens omloppsbana. Om

allt går bra kan amerikanska astronauter flyga runt månen 2024 och landa på den 2025, vilket kulminerar ett program som kommer att ha kostat 93 miljarder dollar under mer än ett decennium av arbete. Lärdomarna av att komma tillbaka till månen kommer att hjälpa till i nästa steg i bemannade flygningar till Mars.

Kinas ambitiösa rymdprogram ligger kanske en generation efter USA:s. Men dess hemlighetsfulla, militärkopplade program utvecklas snabbt och skapar distinkta uppdrag som kan sätta Peking i framkant av rymdflygning. Kina har redan en rover på Mars och ansluter sig till amerikanska som redan är där. Kina blev också först med en landning på månens baksida. Kinesiska astronauter lägger också sista handen vid en permanent rymdstation i jordens omloppsbana.

Konkurrens är inte en dålig sak och behöver inte nödvändigtvis leda till konflikter. Ett FN-rymdfördrag från 1967 som var tänkt att börja forma skyddsräcken för rymdutforskning förbjuder någon att hävda suveränitet över en himmelsk kropp, sätta en militärbas på den eller sätta massförstörelsevapen i rymden.

Även under tider av konflikter på marken har rymden historiskt sett varit en arena för samarbete mellan nationer. Men trender under det senaste decenniet tyder på att samarbetets karaktär i rymden förändras och Rysslands invasion av Ukraina har belyst dessa förändringar.

USA och Sovjetunionen dominerade rymdverksamheten under kalla kriget. Trots spänningar på marken agerade båda noggrant för att undvika att orsaka kriser och samarbetade till och med i ett antal projekt i rymden. I takt med att fler länder utvecklade egna rymdorganisationer växte flera internationella samlingsgrupper fram. Dessa inkluderar FN:s kontor för yttre rymdfrågor, FN:s kommitté för fredlig användning av yttre rymden och rådgivande kommittén för rymddatasytem. 1975 grundade 10 europeiska nationer Europeiska rymdorganisationen ESA och 1998 gick USA och Ryssland samman för att bygga den internationella rymdstationen, som nu stöds av 15 länder.

Europeiska rymdorganisationen, som nu omfattar 22 nationer, kan betraktas som en av de första rymdblocken. Men en mer uttalad förskjutning mot denna typ av maktstruktur kan ses efter kalla krigets slut. Under de senaste fem åren har flera nya rymdblock uppstått med olika nivåer av rymdkapacitet. Dessa inkluderar African Space Agency, med 55 medlemsstater; Rymdorganisationen för Latinamerika och Västindien, med sju medlemsstater och den arabiska rymdsamordningsgruppen, med 12 medlemsstater i Mellanöstern.

Dessa grupper gör det möjligt för nationer att samarbeta nära med andra i sina block, men blocken konkurrerar också med varandra. Två nya rymdblock – Artemisavtalen och det kinesisk-ryska månavtalet – är ett exempel på sådan konkurrens.

Artemis-avtalen lanserades i oktober 2020. De leds av USA och omfattar för närvarande 18 medlemmar. Gruppens mål är att återföra människor till månen år 2025 och upprätta ett styrande ramverk för att utforska och exploatera månen, Mars och bortom. Uppdraget syftar till att bygga en forskningsstation på månens sydpol med en stödjande månrymdstation som kallas Gateway.

På samma sätt kom Ryssland och Kina 2019 överens om att samarbeta om ett uppdrag att skicka människor till månens sydpol senast 2026. Detta gemensamma

kinesisk-ryska uppdrag syftar också till att så småningom bygga en månbas och placera en rymdstation i månens omloppsbana.

Strategiska intressen och rivaliteter på marken har överförs till rymden. Alla nationer kan gå med i Artemis-avtalen. Men Ryssland och Kina – tillsammans med ett antal av deras allierade på jorden – har inte gjort det eftersom de uppfattar avtalen som ett försök att utvidga den USA-dominerade internationella ordningen till yttre rymden.

På samma sätt planerar Ryssland och Kina att öppna sin framtida mån-forskningsstation för alla intresserade parter, men inget Artemis-land har uttryckt intresse. Europeiska rymdorganisationen har till och med avbrutit flera gemensamma projekt, som den hade planerat med Ryssland, och utökar istället sina partnerskap med USA och Japan.

Förutom att söka makt i rymden använder länder också rymdblock för att stärka sina inflytandesfärer på marken. Ett exempel är Asia-Pacific Space Cooperation Organization, som bildades 2005. Lett av Kina inkluderar det Bangladesh, Iran, Mongoliet, Pakistan, Peru, Thailand och Turkiet.

Medan dess breda mål är utveckling och uppskjutning av satelliter, är organisationens främsta mål att utöka och normalisera användningen av det kinesiska Beidou-navigationsystemet – den kinesiska versionen av GPS. Länder som använder systemet kan bli beroende av Kina, vilket är fallet med Iran.

Privata företag är nu stora aktörer i rymden, men det är dock osannolikt att kommersiella företag dikterar framtida internationellt samarbete i rymden. Enligt gällande internationell rymdrätt gör alla företag som verkar i rymden det som en förlängning av och under jurisdiktion av sin hemnas regering. Staters dominans över företag i rymdfrågor har tydligt exemplifierats genom Ukrainakrisen. Som ett resultat av statligt införda sanktioner har många kommersiella rymdföretag slutat samarbeta med Ryssland.

Nuvarande trender tyder på att mäktiga nationer definierar reglerna för resursanvändning i rymden och satellitåtkomst på sätt som kommer att göra det svårt för utvecklingsländer att någonsin komma ikapp.

Satelliter hjälper till att driva internet och

tv och är centrala för Global Positioning System. De möjliggör moderna väderprognoser, hjälper forskare att spåra miljöförstöring och spelar en stor roll i modern militär teknik. Nationer, som inte har egna satelliter som tillhandahåller dessa tjänster, förlitar sig på andra länder. För dem som vill utveckla sin egen satellitinfrastruktur tar alternativen slut när rymden fylls. Geostationära banor, där en satellit stannar över en enda punkt längs jordens ekvator, är mycket värdefulla. Men det finns bara tillräckligt med plats för 1 800 satelliter i denna omloppsbana, och många av dessa slots är redan tagna. Länder som redan har tekniken för att utnyttja geostationär omloppsbana har en stor fördel jämfört med de som inte har det.

Inom en inte så avlägsen framtid kan förmågan att utvinna resurser från månen och asteroider bli en stor skillnad mellan de som har och de som inte har. Två rymdblock planerar uppdrag för att inrätta baser och potentiell gruvverksamhet på månen: Artemis-avtalen, ledda av USA, samt gemensamma kinesiska och ryska planer.

Asteroider innehåller häpnadsväckande mängder värdefulla mineraler och metaller. Att utnyttja enorma resursfyndigheter som dessa och transportera dem till jorden kan ge massiva ökningar till ekonomierna i rymdfarande nationer samtidigt som de stör ekonomierna i länder som för närvarande är beroende av att exportera mineraler och metaller.

En annan mycket värdefull resurs i rymden är helium-3, en sällsynt version av helium som forskare tror kan användas i fusionsreaktorer utan att producera radioaktivt avfall. Även om det finns betydande tekniska hinder att övervinna innan helium-3 är en fungerande energikälla, så finns det tillräckligt med avlagringar av det på månen och på andra håll i solsystemet för att tillgodose jordens energibehov i flera århundraden. Om mäktiga rymdfarande länder utvecklar tekniken för att använda och bryta helium-3 – och väljer att inte dela fördelarna med andra nationer – kan det leda till bestående ojämlikheter.

Just nu etablerar alltså de stora aktörerna i rymden normerna för att utnyttja dessa resurser. De som inte kan eller vill välja sida kan hamna permanent utanför.

Att stänga ute solen

Försöken att begränsa den globala uppvärmningen till under 1.5 C genom mindre utsläpp av växthusgaser ser ut att drunkna i krig och folkvandringar. Varför inte helt enkelt stänga ute solen genom konstgjorda moln eller paraplyer i rymden? Att tanken nu börjar tas på allvar visas av att Vita Huset nyligen har tillsatt en utredning om saken och att USA:s försvarsdepartement skall börja söka efter oseriösa geoingenjörer.

[cnn.com/2022/10/13/what-is-solar-geoengineering](https://www.cnn.com/2022/10/13/what-is-solar-geoengineering/index.html)
<https://www.dagensps.se/bors-finans/fuglesang-vill-ge-jorden-ett-parasoll/>
<https://acp.copernicus.org/articles/22/6135/2022/>
<https://theconversation.com/solar-geoengineering-might-work-but>

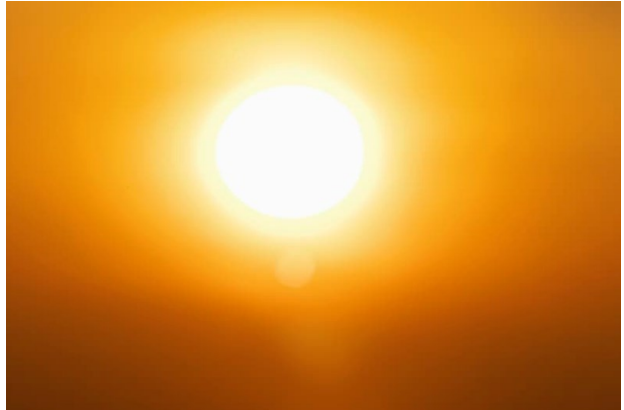
I hundratals år har man bränt olja och kol och avgaserna hindrar solvärmen att reflekteras tillbaka ut i rymden. Mer eller mindre i panik vill man nu hålla uppvärmningen under 1.5 C. Det kommer säkert inte att lyckas. Annat kommer hela tiden emellan. I Europa har ett bråk mellan två stater om var gränsen ska gå fått resten av kontinenten att kasta alla planer på minskade utsläpp i sjön, i USA anser stora delar av befolkningen att det inte är något problem överhuvudtaget, Indien och Kina är mest intresserade av att komma ikapp och afrikanerna är för många och vill ge sig av norrut.

Ett sätt att åtminstone minska många följder vore att hindra temperaturökningen på annat sätt. Vad händer om ett land som upplever de dåliga effekterna av klimatförändringarna - missväxt eller allvarliga översvämningar - börjar, ensidigt och i tysthet, att försöka ändra klimatet? Ett sådant projekt anser DARPA, en forskningsdel av USAs försvarsdepartement, är möjligt. Men det kan utlösa kaos, och inte bara av det meteorologiska slaget. Man har därför nyligen börjat betala för forskning om hur en sådan händelse kan hända, och hur man ska reagera på den.

Tanken på att stänga ute solen är inte ny. DARPA antar att ett försök till ensidig geoengineering skulle använda en teknik som kallas stratosfärisk aerosolinjektion (SAI). Detta skulle använda flygplan för att sprida svavelsyra eller svaveldioxid till den övre atmosfären för att bilda små sulfatpartiklar, som skulle reflektera solljus tillbaka ut i rymden. Till dags dato 2021 har det dock gjorts lite forskning om sådant och befintliga naturliga aerosoler i stratosfären är inte väl förstådda så det finns inget ledande kandidatmaterial. Aluminiumoxid, kalcit och salt är också under övervägande. Det verkar ändå som om injektion av stratosfärisk aerosol med måttlig intensitet skulle kunna motverka de flesta förändringarna av temperatur och nederbörd, träda i kraft snabbt och ha låga direkta kostnader.

Det skulle förmodligen fungera. Stora vulkanutbrott, som gör något liknande, har en mätbar effekt på globala temperaturer. 1991 års utbrott av Mount Pinatubo, till exempel, spydde ut tusentals ton svaveldioxid i stratosfären, vilket fick den globala temperaturen att tillfälligt sjunka med cirka 0.5 C. Kostnaderna kan dock vara betydande. Ett dåligt utformat SAI-program kan bryta ner ozon, en form av syre i stratosfären, som skyddar organismer inklusive människor från skadlig ultraviolett strålning. Nederbördsmonstren skulle också förändras, för svalare luft absorberar mindre fukt, och dessa effekter skulle utan tvekan variera från region till region. Ett annat problem är det sura regnet som skulle bli följden.

Det finns också ett prejudikat i fabriker som bränner fossila bränslen, särskilt kol. Kol har en del svavel som oxiderar när det förbränns, vilket skapar svaveldioxid, som stiger upp i luften. Den svaveldioxiden går igenom andra kemiska reaktioner



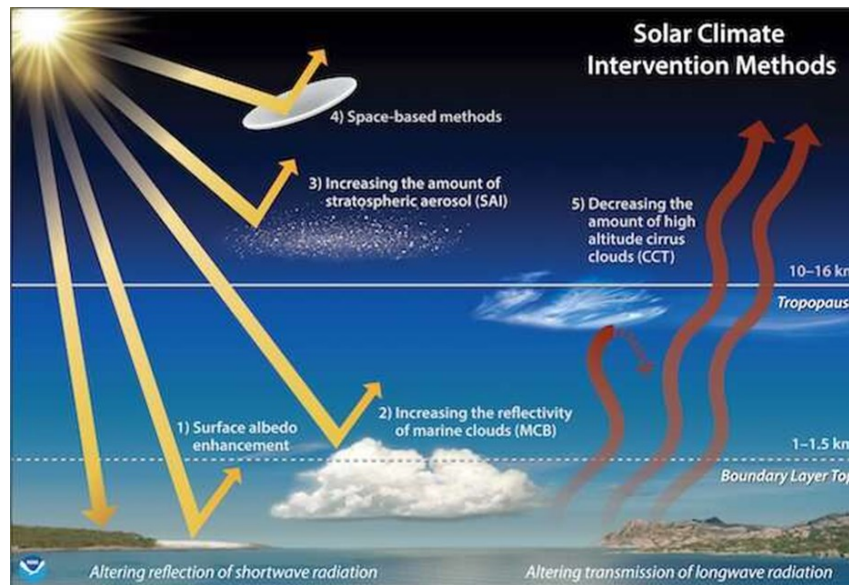
och faller så småningom till jorden som svavelsyra i regn. Men under den tid som svavelföreningarna är i luften fungerar de som en slags isolering från solens värme.

Ironiskt nog, om världen minskar kolförbränningen för att stävja koldioxidutsläppen som orsakar global uppvärmning, så kommer vi också att eliminera svaveldioxidutsläppen som följer en del av den uppvärmningen. Svavelföreningar som kommer ut från skorstenar just nu döljer mellan en tredjedel och hälften av uppvärmningen från de växthusgaser, som människor redan har släppt ut i atmosfären.

Det kanske mest relevanta är dock att SAI endast skulle tjäna till att dölja effekterna av växthusgaser snarare än att stoppa dem. Det medför risk för en "avslutningschock" för det injicerade sulfatet tvättas ständigt ur atmosfären i regn och snö. Avslutandet av ett program, särskilt ett långvarigt sådant, kan således orsaka en plötslig värmesvängning som är svårare att hantera än den befintliga, gradvisa, uppvärmningen.

Temperaturerna lokalt eller regionalt kan också fortsätta att öka eftersom stratosfärisk aerosolinjektion kan döljas av den naturliga variationen i jordens klimat. Forskning indikerar att partiellt absorberande aerosoler minskar kylningseffektiviteten per massaenhet injicerad aerosol, ökar underskottet i den globala nederbörden, fördröjer återhämtningen av det stratosfäriska ozonhålet, stör den normala svängningen i globala medeltemperaturer på ca 0,1 K och ökar vinterns nordatlantiska oscillation som är förknippad med översvämningar i norra Europa och torka i södra Europa.

Att sprida partiklar i atmosfären för att manipulera molnen och blockera solens strålar är alltså inte helt okontroversiellt. En första uppskjutning, som skulle skett från Esrange i Sverige sommaren 2021 som del av ett stort klimatexperiment, ställdes därför in.



Det finns flera typer av solljusreflektionsteknik som övervägs, förutom stratosfärisk aerosolinjektion, som att göra marina moln ljusare och förtunna cirrusmoln. Att göra marina moln ljusare innebär att öka reflektionsförmågan hos moln relativt nära havets yta med tekniker som att spruta havssaltkristaller i luften. Till skillnad från stratosfärisk aerosolinjektion är verkan bara lokal inom några dussin kilometer och skulle potentiellt bara vara några timmar till dagar.

Cirrusmolnförtunning innebär att tunna ut höga moln mellan 6 och 13 km för att tillåta värme att fly från jordens yta. Det är tekniskt sett inte en fråga om "solar geoengineering" eftersom det inte stänger ute solljuset, utan istället innebär att utsläppet av termisk strålning ökar.

En annan metod, som föreslagits av bl a den svenske astronauten Fuglesang, är att skicka ut farkoster med stora parasoll i rymden till en punkt mellan solen och jorden. Man skulle skicka upp farkoster med parasolldelar till gränsen för låg jordomloppsbana (cirka 2000 kilometer), montera ihop parasollet och sedan navigera det till en jämviktspunkt för gravitationen mellan jorden och solen, vilket skulle ta 600 dagar.

Att skugga jordytan med ett segel som är minst två miljoner kvadratkilometer stort, tre gånger Sveriges yta, skulle kunna reflektera bort så pass mycket instrålning från solen att vi kan få en kort resit och längre tid att snickra på hållbara lösningar. Om man skuggar av en halv procent av solljuset som når jorden sänker man temperaturen med cirka en grad C. En första studie pekar på att kostnaden för ett dylikt system, som skulle bestå av miljontals "rimligt stora" farkoster, är mindre än en procent av uppskattad skadekostnad av temperaturhöjningen. Upphovsman till idén är Roger Angel, forskare på University of Arizona som föreslog ett stort skydd, eller "moln av farkoster" för skuggning redan 2006.

Idén om solljusreflektion dök upp först i en rapport från 1965 till president Lyndon B. Johnson. Tekniken har länge varit tabubelagd, men den har nu alltmer börjat ses som en plan B lösning ifall klimatpolitiska lösningar inte fungerar. Geoengineering i sig är i hög grad ett utforskat område och just solar engineering bedöms av forskare innebära stora risker för mänskligheten,

närmast oöverskådliga konsekvenser för jordens klimat- och ekosystem och risk för krig och konflikter kring vem som ska ha rätt att använda tekniken.

År 2021 släppte de amerikanska nationella akademierna för vetenskaper, teknik och medicin en rapport om ämnet solstrålningsmodifiering, inklusive stratosfärisk aerosolinjektion. Rapporten är skriven av en kommitté bestående av klimatforskare, ekonomer, jurister och andra. Gruppen kom fram till att USA borde finansiera forskning i ämnet eftersom konsekvenserna av modifiering av solstrålning fortfarande var dåligt förstådda.

Vita husets kontor för vetenskap och teknologipolitik startar nu en femårig forskningsplan för att studera sätt att ändra mängden solljus som når jorden för att tillfälligt mildra effekterna av den globala uppvärmningen. Forskningsplanen kommer att bedöma klimatinterventioner, inklusive sprutning av aerosoler i stratosfären för att reflektera solljus tillbaka till rymden, och bör innehålla mål för forskning, vad som är nödvändigt för att analysera atmosfären och vilken inverkan dessa typer av klimatgrepp kan ha på jorden, enligt Vita husets kontor för vetenskap och teknikutveckling.

Att minska utsläppen är grundläggande för att bromsa klimatförändringarna. Det mest direkta sättet att undvika osäkerheten i strategier för modifiering av solstrålning som stratosfärisk aerosolinjektion är att ta itu med grundorsaken till den globala uppvärmningen. Som dokumenterats av många vetenskapliga studier, kommer det att kräva en aggressiv minskning av utsläppen av koldioxid, metan och andra växthusgaser till atmosfären.

Men att forska är också viktigt eftersom många förväntar sig att någon stor nation, som står inför en aldrig tidigare skådad klimatkatastrof, kommer att agera ensidigt för att försöka någon version av solljusmodifiering även om den inte har studerats noggrant. Världen kommer inte att stå stilla och ledare kommer att känna sig tvungna att vidta åtgärder om de ser miljoner av sina medborgare dö av extremt väder. Genom forskning, som sprids offentligt, kan världen förstå för- och nackdelar och de bästa metoderna för framtida projekt.

Förlösa flygplan

Förlösa flygplan som styrs av artificiell intelligens har dykt upp som alternativ för att flyga tillsammans med nuvarande och framtida jaktplan. De sträcker sig från förbrukningsbara till återanvändbara system och utnyttjar modulära designfunktioner inspirerade av fordonsindustrin.

[AI-Piloted Concepts Emerge As U.S. Air Force Ponders Options](#)

[U.S. Air Force Looks To A Future Of New Tech For Same Core Missions](#)

[Five Imperatives for Developing Collaborative Combat Aircraft for](#)



De flesta experter är överens om att en blandning av bemannade och obemannade flygplan är framtiden. Symbolen för den nya eran är Collaborative Combat Aircraft (CCA), en ny typ av obemannade krigsflygplan, som kommer att omforma hur flygvapen gör sitt arbete. Autonoma obemannade flygplan kan övervaka stridsutrymmet, undvika upptäckt, vidarebefordra resultat och om nödvändigt vidta åtgärder på egen hand eller i samförstånd med resten av styrkan. Detta utgör inte bara en utmaning inom flygplansdesign. Det kräver också avancerad programvara som utnyttjar höga nivåer av autonomi, maskininläring och artificiell intelligens.

Nya generationer av obemannade flygplan kommer inte att drivas på det nuvarande sättet med mänskliga piloter och andra specialister som sitter i en markkontrollstation för att flyga flygplanet. Istället kommer flygplanet att starta, flyga och verka med höga nivåer av autonomi. Det finns flera skäl till detta. Den första är att integrera dem med mänskliga piloter, eller andra CCA, i luften och på marken. Det andra skälet till att genomföra ökad autonomi är att minska den mänskliga arbetsbelastningen. Morgondagens obemannade flygplan behöver inte underrättelsespecialister eller andra mänskliga operatörer, som håller ögonen klistrade på en bildskärm och tittar efter avvikelser på marken eller själva bedömer vad som händer. Flygplanet och stödprogramvaran kommer att hantera allt detta.

Det tredje skälet till att använda större autonomi ombord på framtida obemannade system är att minska deras användning av nätverk inklusive satellitkommunikation. Traditionella obemannade system använde alltid satellitanslutningar, där en pilot i en markkontrollstation flög flygplanet via fjärrkontroll. Det innebär att de utmanades av avbrott eller andra störningar.

Nya datalänkar kommer att göra det svårare än någonsin att störa signalerna som styr dessa obemannade flygplan. Dessu-

tom är det fullt möjligt för flygplanet att kraftigt minimera sin radioanslutning. När de gör mycket av avkänningen, spårningen och tolkningen själva behöver de bara komma upp i luften för att rapportera vad de har hittat eller få order från sina mänskliga kamrater.

Med skapandet av den amerikanska rymdstyrkan accelererar denna utveckling och kommer att öka ytterligare med en bredare överflyttning av uppdrag till omloppsbana. Detta inkluderar, inom en snar framtid, underrättelseverksamhet på taktisk nivå, övervakning och spaning. Det är ingen ny idé. Pentagon har undersökt dess genomförbarhet i årtionden.

Det kommer inte att vara ett uppdrag endast i rymden. Data-transport, som kommer att expandera i omloppsbana genom insatser av Space Development Agency, kommer att behöva backup i luften. Många vapen - t ex hypersoniska - kommer att finnas i både luften och rymden.

Amerikanska flygvapnet har gjort utvecklingen av ett Collaborative Combat Aircraft (CCA), en obemannad, mycket kapabel drönare att flygas med en sjätte generationens Next Generation Air Dominance (NGAD)-plattform, till en högsta prioritet. Flygvapnet har drivit en flotta av General Atomics Aeronautical Systems Inc MQ-9A och Northrops RQ-4B obemannade flygplan i årtionden, men till stor del i en fristående roll. Nu vill man koppla dem direkt till bemannade fighters och bombplan i strid.

CCA bygger på teknik som utvecklats i program som Air Force Research Laboratories (AFRL) Skyborg och Boeings Ghost Bat, och under de senaste åren har tekniken mognat otroligt snabbt. Utvecklingen har rört sig bortom de stora aktörerna - Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman och andra till mindre företag fokuserade på avancerad mjukvaruutveckling.

AFRL:s "loyal wingman" Skyborg har visat att de autonoma hjärnorna i flygplanet kan fungera på ett rudimentärt sätt och användas på flera plattformar och detta kommer att vara en byggsten på vägen till mer avancerade lojala flygplan av wingman-typ. Det taktiska stridsflygplanet kommer inte att vara den enda användningen för denna typ av autonomi. Flygvapnet undersöker också hur autonoma flygplan skulle kunna utföra bland annat återhämtning av personal, strategisk bombning och underrättelsetjänst.

Ett stort hinder på vägen till autonomi är inte nödvändigtvis mognaden av tekniken utan hur människan i slingan kan interagera med det autonoma flygplanet. Detta är avgörande för ett Collaborative Combat Aircraft CCA, som skulle flyga som en bombare, spanare eller lockbete tillsammans med en bemannad NGAD. Nuvarande CCA-utvecklingsinsatser fokuserar främst på uppdragsuppgifter, inte hur CCA kommer att samarbeta med människor. Detta är problematiskt eftersom effektiviteten av CCA i strid främst kommer att drivas av hur väl de samarbetar med människor, inte bara av förmågor som vapen och sensorer.

Man vill därför använda obemannade stridsflygplan som motståndare under träning. Under övningar kan piloter flyga mot dessa nya flygplan som mot en Red Air F-16 under en Red Flag-övning, och bygga upp en förståelse för deras förmåga och hur de fungerar.

Det finns också en baksida, en som kommer att vara avgörande för hur flygvapnet kan arbeta med autonoma system. En kapabel motståndare i krig kommer att göra allt den kan för att underminera deras stridsförmåga genom cyberattacker för att manipulera databaser eller de algoritmer som det obemannade flygplanet använder. Piloterna måste lita på maskinerna för att kunna få ut det mesta av dem under stridsförhållanden, men de måste också att ha tillräckligt med misstro för att veta när maskinerna inte gör vad de borde göra. De behöver lära sig gränserna för autonomi och för artificiell intelligens.

Tre olika klasser av flygplan som styrs av artificiell intelligens har dykt upp som alternativ att flyga tillsammans med nuvarande och framtida amerikanska fighters. Ett är Northrop Grummans konceptmodell av SG-101, det senaste exemplet på företagets långa rad avancerade flygplan. Ett annat är Lockheed Martin Skunk Works koncept Speed Racer, ett förbrukningsbart, billigt obemannat flygplanssystem, som snart kommer att samarbeta med F-35 för en demonstration inom Project Carerra.



General Atomics och Kratos har ett liknande förslag. General Atomics Gambit och Kratos Demigorgon skulle dela ett gemensamt landningsställ, kraftsystem, uppdragsdator och avioniken integreras i olika flygplan med vingar, inlopp, motorer och nyttolaster beroende på uppdraget.



Boeing har den australiskt byggda MQ-28 Ghost Bat. Istället för att byta flygplan och motorer för olika uppdrag skulle MQ-28 utrustas med olika nosmonterade radomer för att rymma olika nyttolaster.



Slutligen har Blue Force Technologies, ett litet, North Carolina-baserat företag, visat en modell för första gången av Fury, en luftplattform med artificiell intelligens. Fury erbjuder också en avtagbar nossektion för att rymma olika nyttolaster.

I mars 2021 valdes Blue Force Technologies ut för att bygga fyra Fury-flygplan för ADAIR--Unmanned Experimental (ADAIR-UX) demonstration, även känt som Bandit-programmet. Om demonstrationen lyckas är ett uppföljningsprogram möjligt.

Målet med ADAIR-UX-programmet är att göra flygvapnets piloter bekväma att arbeta tillsammans med AI-styrda flygplan i samma lufttrum i en relativt säker miljö. När mänskliga piloter blir mer bekväma med beteendet och förmågan hos AI-styrda obemannade flygplan kan de kanske börja utföra stridsträningsuppdrag i samarbetsteam.

Blue Force Technologies, som föreslog ADAIR-UX-konceptet som en del av ett forskningsprojekt för småföretag, planerar att konkurrera om produktionsprogrammet men kommer sannolikt att möta konkurrens från de mycket större företagen.

Arbetet med CCA har visat att tekniken kan vara klar inom de närmaste 5-10 åren. Ännu vet man dock inte hur många sådana flygplan som skulle behövas eller om det krävs en enda flygplanstyp eller en familj med flera flygplan.

Flygtaxiracet

I avancerad lufterlörlighet måste utvecklare, tillsynsmyndigheter, investerare, operatörer, infrastrukturleverantörer och i slutändan betalande kunder samverka för att konceptet ska nå framgång. Än så länge leder USA och Europa kapplöpningen, men Kina accelererar.

[Aviation Week](#)



Den amerikanska tillsynsmyndigheten FAA kommer att ha en ledande roll för att få flygtaxi till marknaden. För att någon sådan ska komma i kommersiell tjänst i USA måste FAA utveckla och publicera en särskild federal luftfartsförordning (SFAR) som fastställer reglerna för operationer och pilotutbildning. Det kommer att ta sin tid och ingen flygtaxi väntas bli certifierad före fjärde kvartalet 2024 och ingen kommersiell verksamhet kommer att börja förrän 2025.

Den amerikanska industrin är alltså fokuserad på att vara redo att starta kommersiell verksamhet 2024-25. Joby planerar att flyga en prototyp med "produktionsintention" följt av certifieringsprov 2023. Archer har slutfört den preliminära designgranskningen av sin version med flygprov, som också ska börja nästa år.

Archer säger att dess flygplan kommer att ha en "branschledande" nyttolast som överstiger 500 kg. Detta pekar på en betydande skillnad mellan dess "12-tilt-6" Midnight och Jobys tiltprop. Båda är utformade för att bära en pilot och fyra passagerare, men Archers har en bruttovikt på 2900 kg jämfört med 2200 kg.

Archer Aviation har avslöjat på sin anläggning i Palo Alto, Kalifornien en produktionsversion av den fyrsitsiga eVTOL som företaget siktar på att ta i bruk 2025. Versionen heter Midnight och flyger med fasta vingar med 12 rotor. Sex stationära propellrar på vingens bakre kanter ger lyft, medan de sex andra på vingens framkanter lutar framåt för att övergå från svävar till kryssningsflygning. En kabin med två dörrar på varje sida kommer att rymma fyra passagerare och en pilot, och stora fönster kommer att ge panoramautsikt för passagerarna. Landningsstället kommer att hålla flygkroppen lågt till marken, så att kliva ombord kommer att vara ungefär som att komma in i ett sportfordon.

Beta Technologies siktar också på FAA-certifiering 2024, men fokuserar på lastmarknaden. Dess Alia-250c lift-plus-cruise är utformad för att bära en pilot och 600 kg. Den första prototypen för konventionell start och landning har loggat mer än 250 flygningar och en andra mer än 50 svävarprov.

Efter 2025, när alla regler är på plats, kommer en andra våg av fordon att komma in på marknaden. USA-baserade Eve planerar att utveckla och certifiera sin flygtaxi i Brasilien i slutet av 2025, medan Overair siktar på 2026 och Hyundais USA-

baserade Supernal eVTOL-division på 2028.

Boeing-stödda Wisk kommer inom kort att presentera sin sjätte generation, en autonom fyrsitsig, men förväntas inte lansera tjänsten före 2028. Och Textron eAviation har tagit över det tidigare Bell Nexus programmet med inriktning på marknadsinträde i slutet av decenniet.

Europas industrietableringar saknar omfattningen av de i USA, men drar nytta av en tillsynsmyndighet som är långt framme. Sedan EASA offentliggjorde certifieringsförordningen om det särskilda villkoret för vertikalstartande luftfartyg av liten kategori 2019 har man följt upp med specifikationer för prototypdesign för vertiporter (landningsplatser) och den föreslagna operativa ramen för flygtaxi.

Man sätter samma säkerhetsnivå för passagerarbärande flygtaxi som för kommersiella flygplan. Även om det är utmanande, förutspår europeiska tillverkare att detta kommer att ge dem en konkurrensfördel jämfört med FAA-certifierade flygtaxi, där designsäkerhetsnivån kan vara lägre.

Genom att behandla alla flygtaxi som en speciell flygplansklass antar FAA det tillvägagångssätt som EASA tog. Båda sidor har dragit stor nytta av redan harmoniserade prestandabaserade regler för små flygplan, men det kommer att finnas skillnader som måste förenas innan certifieringar kan anpassas.

Andra nationella tillsynsmyndigheter förväntas också anamma samma regelverk. Även om det inte längre är knutet till EASA efter Brexit, har Storbritanniens civila luftfartsmyndighet gått med på att använda det för att certifiera Vertical Aerospaces VX4.



Volocopter kommer att vara den första som går igenom EASA-certifiering och FAA-validering. Det tyska företaget har flugit en prototyp av sin piloterade tvåsitsiga VoloCity multikopter sedan december förra året och siktar på lansering 2024 vid OS i Paris och i Singapore. Volocopter är den enda utvecklaren hittills som har design- och produktionsgodkännanden från EASA och har också flugit sin längre fyrsitsiga lift-plus-cruise Volo-Connect, sedan maj.

Lilium har skjutit på certifiering och servicelansering till 2025 efter att ha presenterat en förfinad design för sin vektoriserade kanalflykt. Flygprov av en demonstrator i delskala fortsätter i Spanien, och den första fullskaliga Lilium Jet planeras 2023.

Liksom i USA förväntas en andra våg av europeiska flygtaxis efter 2025, inklusive Airbus CityAirbus NextGen och hybrid-elektriska flygplan från nystartade Ascendance Flight Technologies i Frankrike och Dufour Aerospace i Schweiz.

Sedan 2016 har Europa och USA framstått som tyngdpunkter för utvecklingen, men Kina har flera företag, som kommer in på marknaden. Kinas EHang kanske inte var den första som flög en flygtaxi, men debuten 2016 av dess "passagerardrönare" på Consumer Electronics Show i Las Vegas tände allmänhetens intresse för området. Företaget var också den första utvecklaren som börjades i december 2019.

Framstegen bromsades av COVID-19-pandemin och andra faktorer, och dess ledning har minskat, men EHang är fortfarande hoppfull om att dess autonoma tvåsitsiga maskin kommer att typcertifieras i år av Kinas civila luftfartsmyndighet, vilket gör att kommersiell verksamhet kan börja.

Företag som Pantuo Aviation, TCab Techn och Volant Aerotech flyger också subskaliga modeller, medan AutoFlight, XPeng AeroHT och Volkswagen Group China flyger fullskaliga flygplan.

Kina har en komplett och konkurrenskraftig inhemsk leveranskedja. Majoritetsägt av den kinesiska elfordonsstillverkaren XPeng har AeroHT gjort de största framstegen och flyger både den ensitsiga, öppna cockpiten Voyager X1 och tvåsitsiga stängda X2. Företaget säkrade finansiering i oktober förra året för att utveckla en sjätte generation.

Shanghai-baserade AutoFlight grundades 2017 och tar den ovanliga vägen att certifiera sig med EASA. Man säkrade finansiering från Europabaserade Team Global i november förra året, och AutoFlight Europe grundades i januari i Augsburg, Tyskland. Företaget siktar på certifiering och initial piloterad passagerarverksamhet 2025-26.

AutoFlight planerar att flyga ett tredje fullskaligt proof-of-concept flygplan för sin Prosperity 1 lift-plus-cruise i Kina. Den första obemannade flög i oktober förra året. Den andra följde i april och har gjort mer än 50 flygningar. Den tredje kommer att introducera en längre vinge.



Volkswagen V.MO

Volkswagen överraskade i juli när biltillverkarens kinesiska verksamhet presenterade den första prototypen av en autonom flygtaxi, den fullskaliga valideringsmodellen, kallad V.MO. En förbättrad prototyp är planerad att flyga 2023 och en framtida produktionsversion av det självflygande flygplanet skulle kunna flyga fyra passagerare upp till 200 km.



Lilium Jet för sju passagerare

Kinas växande elfordonsindustri tillhandahåller både erfaren personal och en färdig leveransbas. Många av de kinesiska företagen har bildats av personal från sådana företag. Shanghai-baserade TCab grundades i maj 2021 av ingenjörer från den kinesiska biltillverkaren Geely. Volant, som också är baserat i Shanghai, grundades i juni 2021 av ett team från AutoFlight samt Kinas Avic och Comac.

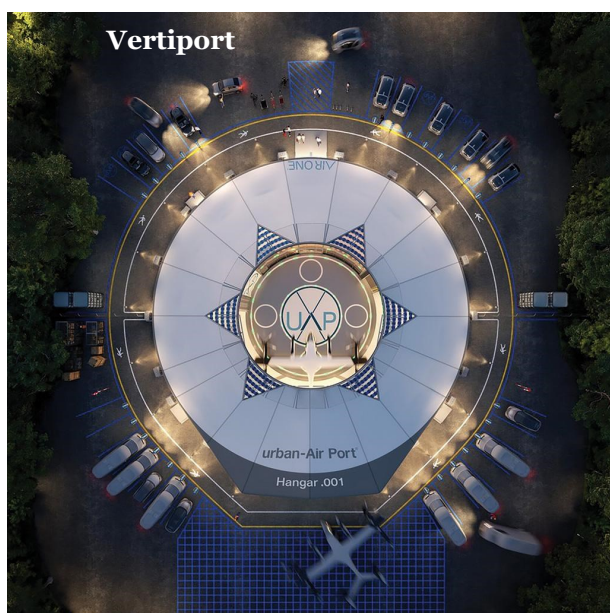
Regeringens senaste femårsplan främjar både tekniken och utvecklingen av allmänflyget och Kina är hittills det enda landet, som är berett att certifiera autonoma flygtaxibilar. Men det geopolitiska klimatet kommer att göra deras fordon svåra att certifiera utanför Kina. Några av de kinesiska företagen kan därför komma att flytta sitt huvudkontor till Europa eller USA. Även oavsett kinesisk expertis inom elektrifiering, är de inte i nivå med väst inom kommersiell luftfart.

Först var det teknik, sedan reglering, och nu är utmaningen mest tillgången till vertiport- och luftrumsinfrastruktur för att stödja driften av fordon när de produceras i de mängder, som tillverkarna planerar. Med tanke på att flygplatstransfer till stadskärnor och affärsdistrikt sannolikt är de första passagerarmarknaderna för flygtaxi, spelar flygplatsoperatörer en viktig tidig roll i planering och utveckling av infrastruktur. Detta gäller särskilt i Europa, där många av de största flygplatsoperatörerna är baserade. Men ett växande antal nystartade företag kommer in på marknaden för att utveckla så kallade vertiports.

Det komplexa infrastrukturelementet i avancerad luftmobilitet fortsätter att släpa efter de datum för ibruktage som flygplanstillverkare förutspår. Europeiska utvecklare har varit mer öppna med att dela sina nätverksplaner, medan amerikanska ännu inte har meddelat lanseringsstäder, även om Los Angeles, Miami och New York är tydliga favoriter.

Archer och United Airlines har dock tillkännaggett sin första rutt från Uniteds nav vid Newark Liberty International Airport (EWR) till New York City som en del av Archers plan att lansera ett UAM-nätverk i New Yorks storstadsområde. Det är den första specifika ruten som någonsin tillkännagivits för flygtaxi.

Tidiga aktörer på infrastruktur inkluderar Paris flygplatsoperatör Groupe ADP, spanska multinationella Ferrovial och UrbanV, ett vertiportutvecklingsföretag som bildades i oktober förra året av operatörerna av flygplatser i Rom, Venedig och Bologna i Italien och Cote d'Azur i Frankrike. ADP, tillsammans med Paris kollektivtrafikoperatör RATP Group, arbetar för att ha ett begränsat nätverk av förkommersiella rutter på plats för OS 2024, centrerat på Issy-les-Moulineaux Heliport.



Flygplatsoperatören Ferrovial kommer att utveckla och driva ett nätverk av minst tio vertiporter för Lilium i Florida, centrerat på Miami, och har meddelat planer på 25 platser i Storbritannien och mer än 20 i Spanien. Lilium arbetar under tiden med flera flygplatser i Tyskland för att etablera regionala luftmobilitetsnätverk i sitt hemland senast 2025. Genom Urban V arbetar Aeroporti de Roma för att lansera sin första flygtaxirutt till 2024, mellan Fiumicino International Airport och staden Rom.

Bland privatstödda företag har brittiska Skyports etablerat en tydlig ledning, med ansträngningar på gång i Frankrike, Italien, Japan, Malaysia, Singapore, Storbritannien och på andra håll. Skyports är en viktig del av Volocopters planer på att lansera tjänster i Paris och Singapore 2024, följt av Rom. I Singapore planerar Volocopter ett nätverk av 4-6 VoloPorts fram till 2030, inklusive platser över gränsen i Indonesien och Malaysia. I Japan avser Skyports och Kanematsu att etablera ett joint venture för vertiportutveckling till 2024, och företagen arbetar med Japan Airlines och andra för att möjliggöra flygtaxitjänster på Expo 2025 i Osaka.

Groupe ADP och Skyports har invigt den första passagerarterminalen i den franska vertiporten Pontoise, unik i Europa, som samlar viktiga tekniska komponenter för framtida elflygplan, inklusive vertikala start- och landningsområden, passagerarterminal, underhållshangar och kontrollområden.

Ett annat brittiskt företag, Urban-Air Port, demonstrerade en prototyp av sin modulära AirOne vertiport i Coventry, England, i april. Med stöd från Hyundais Supernal siktar företaget på att distribuera mer än 200 vertiports över hela världen och har meddelat planer på platser i Kanada och Japan.

I takt med att infrastrukturen av branschen tar fart kommer fler företag in på marknaden. I början av augusti tillkännagav Montreal-baserade VPorts sin första affär, att bygga och driva en vertiport på Guarulhos International Airport i Sao Paulo. Anläggningen är planerad att byggas i slutet av 2023 och vara klar för drift 2026. I Australien har Skyportz identifierat cirka 400 potentiella platser.

Kundbasen har breddats de senaste månaderna, både i kvantitet och mångfald. De börsnoterade utvecklarna har samlat på sig förbeställningar och optioner på nästan 5 500 flygplan från externa kunder. Lägger man till de privatfinansierade företagen klättrar summan till nära 7 000.

Samtidigt har kundmixen breddats och sträcker sig nu från offshore-helikopteroperatören Bristow Group till försvarsindustrins främsta BAE Systems. Kommersiella flygbolag är fortfarande de största innehavarna av förbeställningar, men listan inkluderar också affärsjetoperatörer och leverantörer av akut-medicinska tjänster.

Flygturism kommer att vara en första marknad. EHang har flugit 5 700 testflygningar från 11 platser i Kina under sitt initiativ 100 Air Mobility Routes och planerar att inrätta låghöjds flygturismverksamhet i olika regioner när dess EH216 är certifierad. Volocopters första rutt i Singapore, planerad till 2024, kommer att vara en 15-minuters sightseeingflygning över Marina Bay.

Archer's tidiga flygningar kommer att vara "trunk routes" från flygplatser till stadskärnor. Diskussioner med United har identifierat initiala platser. Vertical arbetar med Virgin Atlantic och London Heathrow Airport på en demonstration som planeras till 2024 och förväntar sig att dess VX4 kommer att tas i bruk först med Virgin i Storbritannien.

Med hänvisning till oväntat starkt privatflygintresse säger Lilium att man kommer att ta i bruk en fyrsitsig klubbklasskabin, inriktad på premiummarknaden innan man introducerar en skyttel med sex passagerare. Dessutom ska dess flygtaxi-verksamhet stödjas av erfarna affärsjetoperatörer som Luxaviation i Europa och NetJets i Florida.

Joby går vidare med planerna för sin egen flygtaxitjänst och säkrade sitt driftcertifikat från FAA i maj. Uppstarten driver en intern pendeltrafik med en Cirrus SR22 för att få erfarenhet av kundinriktade aspekter av att driva en flygtaxi-verksamhet.

Vissa branschexperter förväntar sig att last, och inte passagerare, ska vara den första marknaden som börjar nå skala. Med fokus på lastmarknaden har Beta genomfört testflygningar med en prototyp för att visa upp sin förmåga och flyger konventionellt från paketnav för kunden UPS och investeraren Amazon. Beta listar också uthyraren LCI Aviation som fraktkund.

Beta och Joby ser försvaret som en viktig marknad. Under Agility Prime-programmet arbetar båda med det amerikanska flygvapnet, som har budgeterat för att skaffa sina första fem farkoster under budgetåret 2023. Beta arbetar också med den amerikanska armén och Joby med den amerikanska marinkåren. Potentiella initiala tillämpningar inkluderar logistik och personaltransport. BAE och Embraer planerar att bilda ett joint venture för att utveckla en försvarsvariant av Eves farkost. Tillgång till försvarsmarknaden kommer att göra det möjligt att använda teknik som autonomi för militär användning innan regleringsmiljön tillåter användning i civila applikationer.

Teknik för utsläppsfritt flyg

Flygindustrin vill uppnå nettonollutsläpp av koldioxid och en omfattande forskning pågår inom Europas forskningsinitiativ Clean Aviation. För att uppnå utsläppsfria flygplan måste man troligen gå över till elflyg och för att realisera sådana i större skala, särskilt för långdistansflygning, behövs ny teknik inom aerodynamik, material och batteriteknik.

[Emissionless air travel: how it might be achieved](https://www.acrosociety.com/news/sponsored-content-challenges-on-the-horizon/)

[https://www.acrosociety.com/news/sponsored-content-challenges-on-the-horizon/Aviation Week](https://www.acrosociety.com/news/sponsored-content-challenges-on-the-horizon/)

[Airbus CEO Warns Sustainability Progress Is Not Coming Fast Enough](#)

Covid 19 vände verkligen upp och ner på saker och ting för flygindustrin. Passagerarantalet sjönk samtidigt som efterfrågan på global flygfrakt, särskilt medicinska förnödenheter, tog fart. Fjärrleverans av varor ledde till ett ökat intresse för obemannade flygfarkoster (UAV). Nu när allt återgår till det normala finns det ett ständigt fokus på koldioxidbesparing både för klimatet och som svar på ökande bränslepriser. Det verkar som om förändring kommer att stå kvar på agendan både på kort och lång sikt. Det ökar behovet för företag att utforska nya möjligheter.



Branschen är uppenbarligen medveten om behovet av att minska utsläppen. Och det är inte bara den allmänna opinionen som driver denna förändring. Redan i oktober 2016 enades Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO) om en resolution för globala marknadsbaserade åtgärder för att ta itu med CO₂-utsläpp från internationell luftfart.

Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, eller CORSIA, syftar till att stabilisera CO₂-utsläppen på 2020 års nivåer genom att övervaka utsläppen på alla internationella rutter och kompensera för dem. Mellan 2021-2035 och baserat på förväntat deltagande, beräknas programmet kompensera för cirka 80 % av utsläppen över 2020 års nivåer.

Men ny teknik behövs också och ledare för Europas forskningsinitiativ Clean Aviation tror att programmet är på väg att ge minskningar av flygplanens växthusgasutsläpp med 30% inom det närmaste decenniet jämfört med nuvarande teknik. Det sätter branschen på kurs mot att uppnå EU:s mål om klimatneutral luftfart till 2050. Clean Aviation har mer än 700 miljoner euro i finansiering för 20 hållbara forskningsprojekt, som sträcker sig från hybrid- och väteframdrivning till teknik för ultraeffektiva kort- och medeldistansflygplan.

Projekten hamnar alla i den inledande fasen av Clean Aviation, som löper fram till 2031 och syftar till teknikutveckling för introduktion 2035. Initiativet bygger på tidigare europeiska offentligt-privata civila flygforskningsprogram Clean Sky och Clean Sky 2 och är det största hittills, med en sammanlagd budget på 4,1 miljarder euro.

Det första Clean Sky-projektet började 2008 och pågick till och med 2017. Det andra, som inleddes 2014, är i sitt slutskede med cirka 150 projekt som ska vara slutförda i slutet av 2023. Målet med Clean Sky 2 är att se minskningar av CO₂, NO_x och buller med 20–30 % jämfört med 2014 års toppmoderna flygplan. Även om inte alla mål uppnås förväntas programmet få positiva resultat från en slutlig utvärderingsrapport som ska lämnas 2024.

Projektet ledde också till utvecklingen av Clean Skys regionala integrerade teknikdemonstrator, eller Flight Test Bed 2, en modifierad Airbus C295 turboprop, som gjorde sin första flygning i januari. Flygplanet förväntas minska CO₂ och NO_x-utsläpp med 43% respektive 70%, samtidigt som startbuller minskar med 45%.

Förutom den minskning av bränsleförbrukningen på 30 % som Clean Aviation har riktat in sig på för kort- och medeldistansflygplan, syftar initiativet också till att minska bränsleförbrukningen med upp till 50 % för regionala flygplan under samma period.

De 20 projekten för ren luftfart omfattar 14 huvudområden och tar itu med teknik för vätegasdrivna flygplan, hybridelektriska regionala flygplan och ultraeffektiva kort- och medeldistansflygplan. Dessa kommer att pågå till 2025-26, och är tänkta att utveckla de viktigaste teknikerna för mark- och flygdemonstratorerna i den andra fasen efter 2026.

Rolls-Royce Deutschland och GE Avio har vunnit priser för forskning om hybridelektriska framdrivningssystem med flera megawatt. Honeywell planerar att studera termisk hantering för hybridelektriska flygplan, medan Collins Aerospace Ireland kommer att utvärdera elektriska distributionssystem. Airbus Defense and Space kommer att studera en innovativ vingdesign. Rolls och GE Avio förväntar sig var och en att studera direkt förbränning av väte i turbofläktar i projekt som är inriktade på hög effektivitet och låga NO_x-utsläpp. Honeywell har fått ett projekt för att studera ett bränslecellsframdrivningssystem med flera megawatt, medan Aciturri Engineering kommer att arbeta med storskaliga lätta flytande väteaggregat. Pipistrel Vertical Solutions har också utnyttjats för att studera bränsleceller och tankar för vätegasdrivna flygplan.

Kontrakt som tilldelas för ultraeffektiva kort- och medeldistansflygplansprojekt går till Safran, MTU och Rolls-Royce för framdrivningssystem och till Airbus för ultrapresterande vingkonstruktioner och studier av avancerade lågviktiga flygkroppar. Leonardo och Airbus kommer också att utvärdera flygplanskoncept som syftar till totala utsläppsminskningar på mellan 30 och 50 %.

Airbus räknar med att 10 % av flyget ska gå med hållbara bränslen (SAF) till 2030. Airbus-flygplan är nu certifierade för 50 % SAF-användning, men man siktar på en certifiering av 100 % SAF till 2030. Mycket av egna forskningspengar, tillsammans med stora franska och tyska offentliga forskningsmedel, flödar till projektet ZEROe. Airbus började med att studera tre olika koncept: ett regionalt flygplan, en narrowbody och en blandad vingkropp. Alla tre ZEROe-koncepten är hybrid-väteflygplan. De drivs av väteförbränning genom modifierade gasturbinmotorer. Flytande väte används som bränsle för förbränning med syre.

Dessutom skapar vätebränsleceller elektrisk kraft som kompletterar gasturbinen, vilket resulterar i ett mycket effektivt hybrid-elektriskt framdrivningssystem. Alla dessa tekniker kompletterar varandra och fördelarna är additiva.

Under 2022 lanserades en ZEROe-demonstrator med målet att testa vätgasförbränningsteknik på en multimodal A380-plattform. Genom framtida mark- och flygprov förväntar man sig att uppnå en mogen teknikberedskapsnivå för ett framdrivningssystem med vätgasförbränning senast 2025.

Man utesluter nu nästan den blandade vingkroppen även om den exceptionellt breda interiören öppnar flera alternativ för lagring och distribution av väte. Här skulle tankarna för flytande väte kunna lagras under vingarna. Att ändra framdrivningssystemet och den grundläggande konfigurationen av flygplanet i ett enda steg skulle dock vara "för mycket". Istället siktar Airbus på de båda andra klassiska rör-och-vingkoncepten, men med ett helt annat framdrivningssystem.

Airbus lutar åt att hantera vätgaslagring genom att placera två tankar bakom tryckschottet i den bakre delen av flygkroppen. Airbus satsning på att utforska bränslecellsteknik för ZEROe är också strategiskt relevant för motortillverkarna. Om Airbus kommer att gå med bränsleceller eller direkt väteförbränning är dock ett senare beslut.

Väte kan vara bra, men inte nödvändigtvis. I synnerhet pekar man på det framväxande problemet med vätgasläckage, samt bristen på standarder för både väte och SAF. Varken Airbus eller något annat företag har någon utrustning för att mäta läckage. Läckage kan komma från rörledningar, och ju längre vätgas transporteras, desto större är risken för förluster. Dessutom gör den lilla storleken på vätemolekylen den benägen att läcka.

Airbus arbetar med att lägga till katalysatorer på de platser där väte är på väg att läcka. Katalysatorn orsakar en kemisk reaktion med syre, vilket bildar vatten. Universal Hydrogen, som utvecklar en ATR 72-väte-retrofit, använder sådana katalysatorer på sina vätemodulära tankar.

Vätagas är inte en växthusgas i sig men har en indirekt klimatpåverkan. Vattenångan som den skapar kan bilda cirrusmoln, vilket ökar den globala uppvärmningen.

Dessutom, när det skapas vattenånga, kombineras väte med hydroxylradikaler som annars skulle reagera med metan, vilket är en växthusgas, och förstöra den. Den indirekta växthuseffekten av 1 kg väte är därför många gånger den för 1 kg CO₂.

Samtidigt rustar Airbus upp för att börja mäta sammansättning av avgaserna nedströms i en vätgasförbränningsmotor. Under sitt Blue Condor-projekt modifierar man två segel-



flygplan med en liten motor vardera. Den ena designas för att bränna konventionellt Jet A1-bränsle och den andra vätagas, vilket möjliggör en jämförelse mellan dem.

Fokus är inställt på att bilda strimmor av vattenånga, eftersom dessa genererar cirrusmoln. Frågan som ska besvaras är hur två motsatta faktorer utspelar sig nedströms i en vätebrännande motor: frånvaron av sot (som fungerar som kärnor för bildandet av droppar) och den större genereringen av vattenånga. Kväveoxider (NO_x) ska också mätas. Instrument kommer att monteras på ett lätt flygplan som kommer att följa segelflygplanen. Ett modifierat segelflygplan har börjat flyga men utan systemet med flytande väte. Flygtestning är planerad till första kvartalet 2023.

Airbus avslöjar att man nu kommer att prova en vätagasbränslecell på en A380-testbädd arton månader efter lanseringen av ZEROe-projektet och det initiala fokuset på att bränna vätagas i gasturbinmotorer. En motor liknande en turbofläkt ansågs erbjuda en lättare lösning och därför vara mer lämpad för flyg. Airbus vill nu hålla alla alternativ öppna, särskilt som en bränslecell kan ha mindre klimatpåverkan totalt sett.

Man kommer nu att prova en 2,1-megawatts bränslecellmotor, som liknar en konventionell turboprop, och också en GE Passport turbofläkt modifierad av CFM (ett konsortium av GE och Safran Aircraft Engines) för att köras på vätagas. Båda teknikererna använder flytande väte och utforskas parallellt enligt plan 2026-2028.

En vätagasbränslecell och tillhörande elmotor och propeller förväntas vara effektivare än att bränna väte i en gasturbin. Andra fördelar inkluderar frånvaron av NO_x (som misstänks bidra till den globala uppvärmningen) och en ännu lägre sannolikhet för att bilda strimmor, som är kända för att spela en roll i den globala uppvärmningen.

Provmotorn sätts ihop i Hamburg, Tyskland. Airbus har samarbetat med bränslecellsspecialisten ElringKlinger. 2020 skapade de två företagen ett joint venture, Aerostack. Bränslecellen i provmotorn använder ett arrangemang som sätter ihop celler till staplar, och staplarna till fyra så kallade kanaler, vilket gör layouten skalbar. Innan installationen på A380 kommer fullständiga motorutvärderingar att ske vid Airbus E-Aircraft System House marktestcenter i München.

De idéer som hittills framförts skulle dock inte eliminera flygplanens utsläpp helt. Dagens jetmotorer kan bränna hållbara flygbränslen tillverkade av icke-fossila bränsleråvaror, men förbränningsprodukterna från förbränning av dessa hållbara bränslen är samma som när motorerna förbränner konventionellt bränsle. Klimatnyttan kommer från återvinning av kolet, men det kan idag inte göras till 100%. Nästa generations motorer kan bränna väte eller fungera som hybrider med el som genereras av vätebränsleceller, men dessa flygplan kommer inte heller att vara utsläppsfria. Avgaserna kommer att bestå av kväveoxider och vattenånga, som kan bilda cirrusmoln som blockerar värmen som släpps ut från jordytan och ger en ännu större uppvärmningspåverkan än koldioxid.

Att uppnå utsläppsfri flygning kräver nya innovationer. Troligen måste man gå över till elflyg. Både United Airlines och Easyjet är tidiga användare av tekniken och United planerar att starta sådana flygningar 2026. Det är inte bara små flygplan heller. Easyjet och startupföretaget Wright Electric utvecklar ett 186-sitsigt kommersiellt passagerarjetplan med en räckvidd på över tusen kilometer, som de hoppas ska tas i bruk runt 2030.

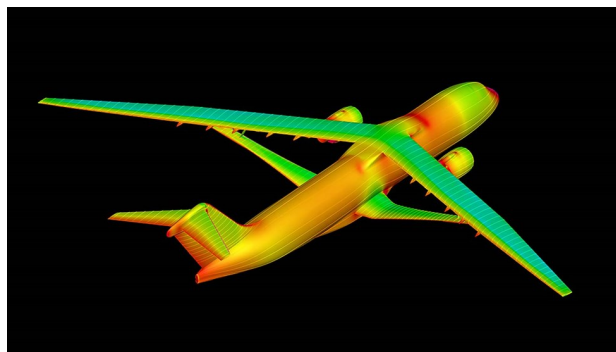
För att realisera elflyg i större skala behövs ny teknik inom aerodynamik, material och batteriteknik. Förbättringar av energitätheten utlovas av litiumluftbatterier, som tar in luft från atmosfären. Även om de inte är klara ännu, skulle litiumluft-batterier vara dramatiskt lättare än dagens litiumjon-batterier och enligt en uppskattning kunna lagra sju gånger mer el. Innan litiumluft kommer kanske man också kan använda metall-luft och solid state-batterier med större energitäthet än litiumjon.

Batterier kommer dock troligen aldrig att kunna lagra lika mycket energi som flytande bränslen. Därför är det viktigt att minska energibehovet för flygplan. Nya material ger kanske flygföretag den starkaste möjligheten att minska sin totala påverkan. Ett lättare flygplan kräver mindre energi och gör det möjligt att flyga längre med fler passagerare.

3D-utskrift som lasersintring möjliggör snabb prototypframställning och produktion av nya lättviktskonstruktioner, som tidigare inte var möjliga. Inte överraskande investeras det mycket i viktminskningsteknik för flygplan, främst för strukturer och framdrivningssystem. Additiv tillverkning blir allt viktigare för både prototypframställning av nya konstruktioner och för produktion av lättare delar.

Dessutom pågår en revolution mot lättare material som nanokompositer och nanotryckta metaller. När det gäller landningsställ kan deras vikt minskas genom bromsfallskärmar, vilket minskar behovet av tunga bromsar.

I nästa generation skulle nya aerodynamiska konfigurationer kunna avsevärt minska luftmotståndet och därmed energibehovet oavsett om flygplanet drivs av hållbara flygbränslen, väte, hybrider eller batterier. En fackverksflätad vinge är bland de flygplanskonfigurationer som NASA och tillverkare har studerat för att minska bränsleförbrukning och utsläpp genom att minska motståndet på vingarna.



Med få undantag använder dagens passagerarflygplan heller inte på allvar laminär flödeskontroll för att minska den ungefär halva del av motståndet, som kommer från ytfriktion. Om flygplanet drivs av väte, som lagras kryogent, skulle kylning av flygplansväggen kunna användas för att laminarisera flygkroppens gränsskikt. Digitala visningsskärmar för piloter och passagerare istället för fönster skulle också underlätta laminär flödeskontroll på flygkroppen.

För svepta vingar kräver laminär flödeskontroll bortsugning av luft, vilket ger ytterligare vikt, komplexitet och kostnad. Genom att använda utvändigt fackverksflätade vingar kan vingen däremot göras tunnare och dess svepvinkel minskas så att laminär flödeskontroll kan användas. För att göra fackverksflätade vingar så lätta som möjligt har det övervägts att använda en uppblåsbar inre vingsektion.

Vingfackverket ger också externt strukturellt stöd för att minska vingvikten och betydande öknings i vingspannet. Denna ökade vinglängd minskar mycket de 35% av flygplanets motstånd, som beror på vingspetsvirvlar. Ökande spännvidd minskar den del av vingen som påverkas av spetsvirveln. Dessutom kan små långsgående ytspår, kallade riblets, införlivas för att minska friktionsmotståndet på ytor med turbulent flöde med upp till 10%.

Sedan finns det en mycket lovande pågående forskning om plasmaturbulenta motståndsminskande metoder. Cirka 65% minskning av turbulent friktionsmotstånd har hittills uppnåtts, en verklig aerodynamisk revolution. Att placera motorer bak och använda tryckvektorisering för kontroll, snarare än mekaniska roder, skulle också undanröja vikt och motstånd.

Uppskattningar tyder på att eldrivna flygplan med li-luft-batterier i kombination med dessa tillvägagångssätt kan ge helt utsläppsfria räckvidder som närmar sig 10 000 kilometer.

Nya flygplanstyper, affärsmodeller och mer lyhörda försörjningskedjor växer också fram. Samtidigt som mycket återstår att uppnå, börjar industrin producera nästa generations flygplan som är lättare, mer bränslesnåla, mindre förorenande och har förbättrad aerodynamik.

Farorna i rymden

Med tekniska framsteg har vi lärt oss mer om rymden under det senaste århundradet än i all tid dessförinnan. Rymden är ännu i stort sett okänd och full av otaliga underverk, föremål så stora att sinnet svindlar och tänkbara katastrofala händelser.

[De 18 största olösta mysterierna inom fysiken](#)
[The 7 most terrifying things in space | Live Science](#)
[100 Interesting Space Facts That'll Blow Your Mind](#)
[Tailless comets could threaten Earth | The Economist](#)
[Unlucky LIPs may explain Venus's hostile environment](#)

Yttre rymden ligger bara 100 km bort. Även om det inte finns någon officiell fast gräns för var rymden börjar, ligger Kármán-linjen på 100 km över havet och används konventionellt som början på yttre rymden i rymdfördrag eller för rymdregister. Med tanke på att Jordens radie är 6371 km så är det ganska nära och det finns många fascinerande saker i rymden.

Det finns tio gånger så många stjärnor på natthimlen som sandkorn på jorden, med 70 sextillioner stjärnor som är synliga från jorden genom ett teleskop, 70.000.000.000.000.000.000.

Vintergatans centrum luktar rom & smakar hallon. Detta upptäcktes av IRAM-radioteleskopet som nollställdes på ett gasmoln som heter Sagittarius B2 i mitten av vår galax. IRAM upptäckte en kemikalie som kallas etylformiat som ger rom dess distinkta lukt och hallon deras distinkta smak.

Saturnus är den enda planeten som kan flyta i vatten. Även om Saturnus är den näst största planeten i vårt solsystem, är det också den lättaste planeten. Saturnus är mestadels gjord av gas och så lätt att den skulle kunna flyta i vatten!

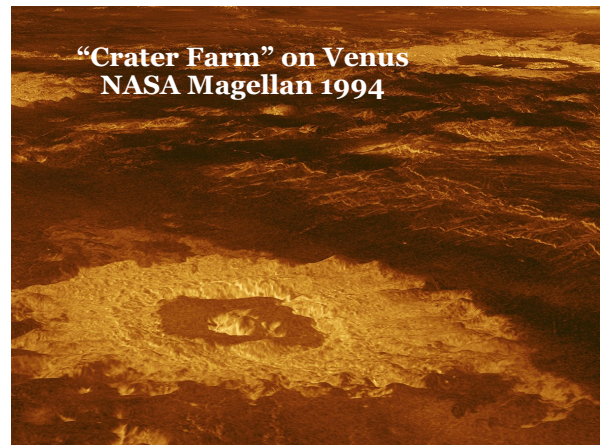
På Venus snöar det metall och regnar svavelsyra. Detta beror på att Venus är en brännhet planet full av svavelsyra, vilket gör att planetens metaller blir gas och sedan vätska i atmosfären, innan de regnar ner till marken efter att frusit till fasta ämnen.

Venus och Jorden är nästan lika stora och kommer från samma blandning av råvaror, men medan jorden har varit våt och tempererad under de flesta av de 4,5 miljarder år den har funnits, så är Venus en kruttorr 450 °C tryckkokare.

Detta har bara lite att göra med att Venus är närmare solen. Även om den får ungefär dubbelt så mycket solsken som jorden, innebär dess långsamma rotation (från soluppgång till soluppgång varar dess dagar i 117 jordiska dygn) att om Venus magiskt blev lika våt som jorden, skulle de långa, heta dagarna få ett tjockt molntäcke att bildas. Detta skulle skydda dess yta, vilket borde göra att den inte var mycket varmare än jorden. Dess hav skulle inte ha kokat bort, som de har gjort.

Det finns spår av erosion efter vatten och den venusianska atmosfären är rik på deuterium, en tung isotop av väte, som tros komma från ett försvunnet hundratals meter djupt hav, vars vatten avdunstade. Molekyler av den resulterande ångan bröts sedan upp av solljus och det normala vätet i dem flydde ut i rymden och lämnade sin tyngre kusin bakom sig. Venus verkar alltså en gång ha haft ett stabilt, tempererat klimat. Något måste ha hänt för att få den i sitt nuvarande sorgliga tillstånd. Kan det en dag hända jorden också?

Nu tror man att det som hände på Venus var flera samtidiga vulkanutbrott. Också jorden upplever då och då enorma sådana utbrott, som skickar ut stora mängder koldioxid i atmosfären. En av de största av dem, för 252 miljoner år sedan, orsakade den största massutrotningen av djurlivet på jorden. En annan,



för 66 miljoner år sedan, dödade förmodligen de flesta dinosaurierna (även om jorden vid den här tiden också träffades av en stor rymdsten). Men mindre utbrott stör också jordens jämvikt. Växthuseffekten orsakad av koldioxiden kan öka planetens temperatur med 10-15 °C.

På lång sikt är det en ingen katastrof, men vad skulle hända om två eller flera stora utbrott inträffade samtidigt. Ett trippelutbrott eller till och med ett dubbelt, som inträffade under en period med ett redan varmt klimat, skulle kunna höja temperaturen förbi en tipping point. Allt ytvatten skulle avdunsta och vattenånga är i sig en växthusgas, så detta skulle höja temperaturen ytterligare. Utan regn, floder och hav skulle alla växter försvinna. Det skulle inte finnas något, som kunde reagera med och binda atmosfärisk koldioxid. Jorden skulle som Venus förbli varm och torr på obestämbar tid. Jorden kan alltså ha haft tur och Venus kanske otur. Turen kanske inte håller i sig eller också skickar vi själva ut så mycket koldioxid att det räcker med en enda vulkan för att få klimatet att tippa över..

Det är också möjligt att det finns en okänd asteroid där ute som kan förstöra livet på jorden, precis som den som hjälpte till att utplåna dinosaurierna för 66 miljoner år sedan. Nasa:s DART-uppdrag var en imponerande framgång. Den 26 september, med hjälp av en sond som väger 600 kg, träffade den Dimorphos, en 160 meter stor asteroid, som vid den tiden var 11 miljoner kilometer från jorden. Syftet var att avgöra om asteroider, som annars skulle kunna träffa jorden, kunde knuffas ur vägen och det verkade gå bra.

Lyckligtvis upptäcker vi fler av vårt solsystems rymdstenar varje dag, tack vare ständigt förbättrade teleskopundersökningar. Europeiska rymdorganisationens rymdteleskop Gaia avslöjade dock 2022 att det finns cirka tio gånger fler sådana i solsystemet än astronomerna trodde, både asteroider och kometer.



Den största skillnaden mellan kometer och asteroider är att asteroider är små klot av sten, medan kometer även innehåller stora mängder is. Skillnaden hänger samman med hur temperaturen var där de bildades. Asteroider har också väl kända banor, men det gäller inte alltid för kometer. Även om vissa (som Halleys) har kända banor, sveper de flesta in från solsystemets längst avlägsna delar med liten förvarning om deras ankomst.

Uppdykandet i vårt solsystem 2021 av den största kometen någonsin var skrämmande. Med 137 kilometer i diameter, med en isig kärna 50 gånger större än den tidigare rekordhållaren och en massa som är 100 000 gånger större än den genomsnittliga kometen, var den så stor att den ursprungligen klassificerades som en mindre planet. Tack och lov förutspås denna monstersnöboll inte komma närmare jorden än 1.6 miljarder km när den är som närmast 2031. Men det kan ju finnas fler sådana monsterkometer där ute.

Bristen på varsel gäller i hög grad för en nyupptäckt klass av kometer, som inte flaggar upp sitt utseende på konventionellt sätt, genom att utveckla en svans. Den första Manx-kometen, så kallad efter de svanslösa katterna på Isle of Man, upptäcktes 2014 av ett teleskop på Hawaii. Sedan dess har flera dussin andra upptäckts.

Manx-kometer, liksom deras svanssviftande bröder, kommer från Oort-molnet. Detta är ett sfäriskt skal av skräp, som är kvar från solsystemets bildning. Det ligger längre bort från solen än den mest avlägsna planeten, Neptunus, och längre bort till och med än Kuiperbältet, ett skivliknande förråd av asteroider och mindre planeter, vars mest kända invånare är Pluto, som inte längre räknas som planet.

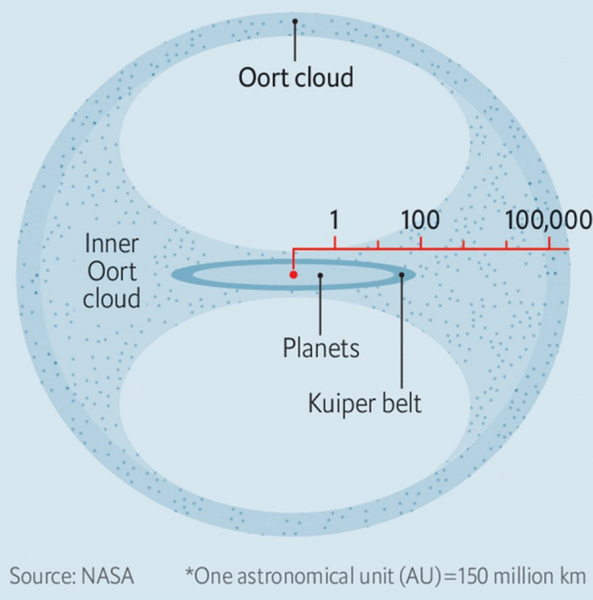
Oort-molnet tros innehålla miljarder isiga bitar, varav några då och då faller inåt mot oss på grund av en kollision eller dragningen av en förbipasserande stjärna. När de närmar sig solen övergår deras is direkt till gasform, gas och damm flyr, en komet bildas och sprider sin svans. En svanslös Manxkomet är däremot förmodligen en fast (och därmed isfri) stenklump.

En svansad komet på kollisionskurs med jorden kan möjligen upptäckas tillräckligt tidigt för att vi ska hinna knuffa den ur vägen. För en Manx-komet skulle varningstiden vara hopplöst kort. Beräkningar tyder på att mediantiden mellan upptäckt och påverkan skulle vara mindre än 30 dagar.

En anledning till detta är att objekt från Oort-molnet har hög hastighet efter att ha fallit långt genom solens gravitationsfält innan de når oss i det inre av solsystemet. Om en sådan komet träffade jorden skulle den ha en nedslaghastighet på 50-70 km

Where the comets come from

Zones of the solar system, distance from the Sun
Log scale, AU*



The Economist

per sekund, ungefär tre gånger så hög som för en närliggande asteroid.

Nu är det inte bara asteroider och kometer, som kan svepa in utifrån rymden. Jorden bombarderas ständigt av högenergipartiklar från solen. Ibland blir det utbrott på solen, som åstadkommer så kallade solstormar på jorden. För det mesta avböjer planetens magnetfält dessa attacker, men inte alltid. Den mest kraftfulla geomagnetiska stormen i modern historia, känd som Carrington Event, inträffade 1859, före teknikens moderna tidsålder. Om en storm av Carrington-storlek skulle inträffa nu skulle det orsaka en "internetapokalyps" - ett avbrott som kunde pågå i månader. Risken för en sådan enorm solstorm bedöms till mellan 1,6% och 12% per decennium.

Solstorm fångad av NASA's Solar Dynamics Observatory



Och strålningen behöver inte komma bara från solen. Det är också möjligt att röntgenstrålar och gammastrålar med hög energi från avlägsna supernovor kan interagera med jordens atmosfär och skada ozonskiktet, vilket skulle göra det lättare för farlig ultraviolett strålning från solen att komma igenom.

Om en stjärna dör i en massiv explosion som kallas en supernova, kommer allt inom en specifik "dödszon" att utplånas av intensiva strålningsvågor. Astronomer har beräknat att dödszonen sträcker sig 40 eller 50 ljusår från en supernovas sprängning. Lyckligtvis tros inga kända stjärnor i den närheten av jorden komma att explodera snart. Även om en av de mest kända röda jättestjärnorna, Betelgeuse, en superjätte i stjärnbilden Orion, kan vara är på väg att bli en supernova inom några hundra år, är den nästan 450 ljusår bort, vilket betyder att det är osannolikt att det påverkar vårt solsystem. Sett från jorden räknas den som den tionde starkast lysande stjärnan, även om det varierar något då dess ljusstyrka är variabel.



Betelgeuse i Orions stjärnbild

Den närmaste pågående supernovan till jorden, som observerats direkt av astronomer under de senaste 400 åren, var SN 1987A 168 000 ljusår från jorden. Upptäckt i det stora magellanska molnet, en satellitgalax i Vintergatan, flammade den med kraften från hundra miljoner stjärnor i många månader efter upptäckten den 23 februari 1987.

En exploderande supernova lämnar efter sig ett svart hål i rymden. Dessa krossade rester av en massiv stjärna som exploderat som en supernova är så massiva att ingenting, inte ens ljus, kan undkomma deras grepp. Inget kommer ut ur ett svart hål förutom en långsam termisk strålning, som kallas Hawking-strålning.



Det första fotot av ett svart hål

Skytten A*, det supermassiva svarta hålet i Vintergatans centrum, är 26 000 ljusår bort. Men inte alla svarta hål i Vintergatan är lika avlägsna. Det tros finnas 100 miljoner svarta hål i Vintergatan. I år upptäckte forskare med hjälp av rymdteleskopet Hubble ett svart hål bara 5 000 ljusår från jorden och mätte till och med dess massa till sju gånger solens.

Det är bra att de närmaste svarta hålen är tusentals ljusår från oss. På avstånd fungerar svarta hål som alla andra massiva föremål i universum, de drar till sig andra massor. När en stjärna kommer för nära kanten av ett svart hål kommer gravitationskrafterna att dra isär den i långa strängar, som suges ner i det

svarta hålet. Det kallas "spagettifiering". En astronaut som faller med fötterna först in i ett svart hål skulle få benen insugna kraftigare än huvudet och sträckas ut i en lång sträng av mänsklig spagetti.

I maj upptäckte forskare för första gången en stjärna som strimlades och slukades på detta sätt av ett svart hål som väger häpnadsväckande 30 miljoner gånger solens massa och ligger i mitten av en galax 750 miljoner ljusår från jorden.

Men andra saker kan också hända i rymden. Om cirka 4 miljarder år kommer vår Vintergatas galax att smälta samman med den närliggande Andromedagalaxen. Andromeda, den största galaxen i vår lokala grupp, är på en skrämmande bana. Den är på väg rakt mot oss och kommer en dag att kollidera med vår Vintergatsgalax. Tack och lov kommer Andromeda inte att komma fram på ytterligare 3 miljarder till 5 miljarder år.

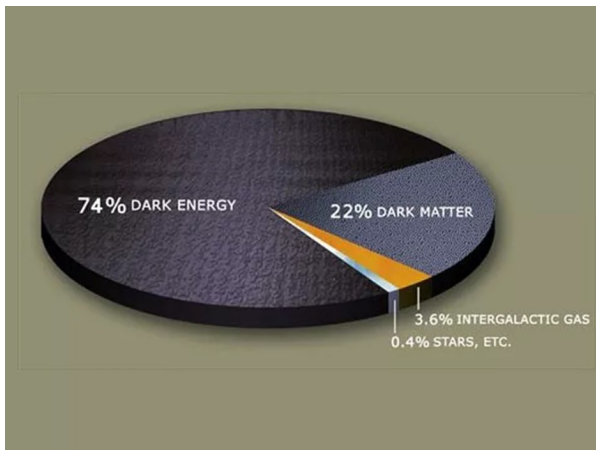
Ännu värre skulle det vara om ett moln av antimateria kom drivande mot oss. Antimateria är motsatsen till den vanliga materia, som vår galax och resten av vårt synliga universum består av. Det finns en antipartikel för varje vanlig partikel: till exempel proton–antiproton, neutron–antineutron och elektron–positron.

Vid Big Bang, när universum skapades, borde lika stora mängder materia och antimateria ha producerats. Men om det hade hänt, skulle det ha blivit en total förintelse av båda. Protoner skulle ha reagerat med antiprotoner, elektroner med antielektroner (positroner), neutroner med antineutroner och så vidare, och lämnat efter sig ett hav av fotoner i en materiafri vidd. Men av någon anledning fanns det ett överskott av materia som inte blev förintad, och därför finns vi.

Antipartiklar bildas varhelst i kosmos en kollision inträffar mellan högenergetiska partiklar. Detta händer i vår atmosfär, när kraftig kosmisk strålning tränger in. Man är inte säker på om antimateria i övrigt finns "naturligt" i universum. Om det fanns antimateria i någon region i universum, skulle man se resultatet genom intensiv strålning vid gränsen av antimateriaregionen, där materia och antimateria skulle förinta varandra, men någon sådan strålning har man ännu inte observerat. 1977 trodde man sig ha funnit ett moln av antimateria i Vintergatans mitt, men detta är inte verifierat.

Man har aktivt sökt efter anti-helium-kärnor i kosmisk strålning som skulle kraftigt antyda existensen av stjärnor bestående av antimateria, men sådana partiklar har inte hittats. För detta finns det ingen accepterad förklaring. Den mest detaljerade undersökningen hittills av skillnaderna mellan materia och antimateria, som tillkännagavs i augusti 2015, bekräftar att de är spegelbilder av varandra, men det ger inga ledtrådar till att förstå mysteriet om varför materia är mycket vanligare.

Men kanske antimateria och materia inte blev jämnt fördelat under big bang, och att det i andra delar av universum kan finnas antistjärnor, antigalaxer eller hela antigalaxhopar. Om dessa finns, kanske de skulle kunna driva in mot oss och vi skulle allihopa försvinna och bli fotoner, ljus.



Det finns mycket annat okänt i rymden och sådana saker kan ju vara farliga. Universum går helt enkelt inte ihop. Även om gravitationen borde dra ihop det, så fortsätter universum att expandera utåt snabbare och snabbare. För att ta hänsyn till detta har astrofysiker föreslagit ett osynligt medel som motverkar gravitationen. De kallar det mörk energi. Baserat på den observerade expansionshastigheten måste summan av all mörk energi utgöra mer än 70 procent av universums totala, men ingen vet hur man letar efter den.

Uppenbarligen absorberar eller avger omkring 84 procent av materian i universum inte heller ljus. "Mörk materia", som den kallas, kan inte ses direkt, och den har heller inte upptäckts med indirekta medel. I stället härleds den mörka materians existens och egenskaper från dess gravitationseffekter på synlig materia. Många galaxer skulle bete sig helt annorlunda om de inte innehöll en stor mängd osynlig mörk materia. Vissa galaxer skulle inte ha bildats alls och andra skulle inte röra sig som de för närvarande gör. Över hela världen finns det flera detektorer på utkik efter mörk materia, men hittills har ingen hittats.

Endast 4% av universum är synligt från jorden. 74% av universum är mörk energi och 22% är mörk materia. Båda dessa är osynliga, även med ett teleskop. Frågan är vad som döljer sig i mörkret.

Universums slutliga öde beror starkt på den mörka energin. Om det inte fanns någon mörk energi skulle universum så småningom sluta expandera och istället börja dra ihop sig och så småningom kollapsa i sig själv. Om det finns mörk energi, skulle universum expandera tills accelerationen växer sig så stark att den överväldigar de krafter som håller atomer tillsammans, och allt skulle vridas isär.

Universum verkar ändå relativt stabilt. Det har trots allt funnits i ungefär 13,8 miljarder år. Men tänk om det hela började med en massiv olycka? Kanske skulle den kunna hända igen?

Vakuum, eller tomt utrymme, bör vara det lägsta möjliga energitillståndet, eftersom det inte finns något i det. Men vissa beräkningar verkar visa att universums vakuum kanske inte är i ett lägsta möjliga energitillstånd. Det skulle betyda att det är ett falskt vakuum. Om det är sant kanske vårt universum inte är stabilt, eftersom ett falskt vakuum kan kastas in i ett lägre energitillstånd av en tillräckligt våldsam högenergihändelse.

Om det skulle hända skulle det finnas ett fenomen som kallas bubbelkärnor. En sfär av lägre energivakuum skulle börja växa

med ljusets hastighet. Inget skulle överleva. I själva verket skulle vi ersätta universum med ett annat, som kunde ha mycket annorlunda fysiska lagar. Kanske är vi resultatet av en olycka med en partikelaccelerator. Som sagt, idén om ett falskt vakuum innebär att vårt universum kan ha dykt upp på just det sättet, när ett tidigare universums falska vakuum kastades in i ett lägre energitillstånd.

Det låter skrämmande, men med tanke på att universum fortfarande är här, har det uppenbarligen inte varit en sådan händelse ännu, och astronomer har sett gammastrålningssprängningar, supernovor och kvasarer, som alla är ganska energiska. Så det är förmodligen så att vi inte behöver oroa oss. Eller?

Det finns mycket vi inte begriper. Fysiker kan inte ens exakt lösa uppsättningen ekvationer som beskriver vätskornas beteende, vare sig vatten, luft eller alla andra vätskor och gaser. Faktum är att det inte ens är känt om en allmän lösning av de så kallade Navier-Stokes-ekvationerna ens existerar, eller, om det finns en lösning, om den beskriver vätskor överallt eller innehåller i sig okända punkter som kallas singulariteter.

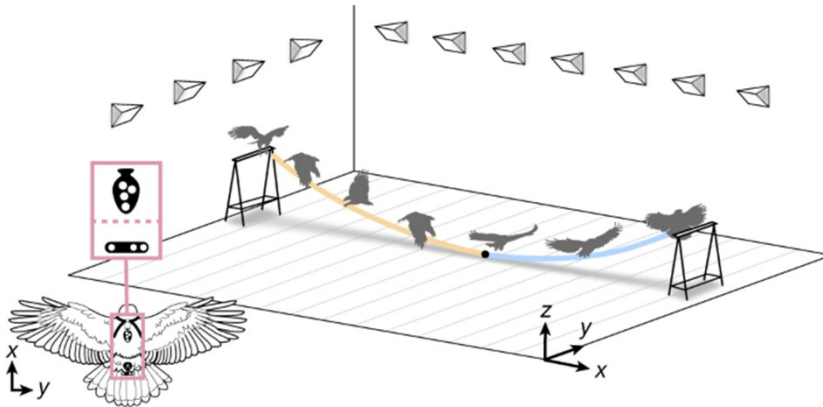


Som en följd av detta är kaosets natur inte väl förstådd. Fysiker och matematiker undrar om vädret bara är svårt att förutsäga, eller om det i sig är oförutsägbart? Är turbulens bortom matematisk beskrivning, eller kan allt beräknas när du väl tar itu med det med rätt matematik? Kanske finns det faror därute, som vi aldrig kan ana innan de inträffar?

Hur man landar

Landning är en kritisk manöver och har orsakat många flygolyckor. Att titta på fåglar och hur de löser problemet med säker landning kan hjälpa oss att hitta nya bioinspirerade lösningar för framförallt små flygplan.

[Aerodynamics of perching birds could inform aircraft design](http://www.nature.com/articles/s41586-022-04861-4)
<http://www.nature.com/articles/s41586-022-04861-4>



Forskare vid UCF Department of Mechanical and Aerospace Engineering studerade hökar, som flög mellan två sittpinnar. Deras exakta rörelser registrerades av 20 motion capture-kameror placerade runt rummet, så att man kunde följa deras flygvägar under över 1 500 flygningar. Man använde sedan datorsimuleringar för att förstå hur fåglarna valde sin väg till pinnen.

En typisk flygning började med att höken hoppade framåt i ett dyk som involverade flera kraftfulla vingslag (gul linje). Detta övergick vid sin lägsta punkt (svart prick) till en kraftlös stigning (blå linje), som avslutades med en snabb pitch-up-manöver som slutade med kroppen nästan vertikalt och med vingarna utsträckta när fötterna kom i kontakt med pinnen.

Även om en brantare dykning gör att högre hastigheter kan nå snabbare, visar det sig mer effektivt att förkorta glidfaser för att minska flygtiden. Den tidsoptimala lösningen innebär därför ett långt, grunt dyk och en kort bromsande glidning. Men en kort glidfase kräver mer energi på grund av det högre lyft som krävs för att svepa upp till sittpinnen.

Efter att ha studerat fåglarna drog forskarna slutsatsen att de inte formade sitt flygbeteende för att minimera varken tid eller energi ensam. De strävade i stället efter att minimera avståndet från pinnen där höga lyftkoefficienter blev nödvändiga för att slutföra glidfaser. En kraftlös stigning avslutades med en snabb pitch-up-manöver som slutade med kroppen nästan vertikalt och med vingarna utsträckta när fötterna kom i kontakt med

pinnen.

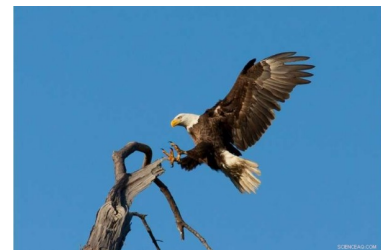
Hökarna utförde en "stall" - en välkänd fara för piloter. Höjs nosen för mycket med för låg hastighet så minskar lyftkraften och planet stannar och faller från himlen. Höken sökte också ett stall. Men om det hände för tidigt föll den och missade pinnen. För sent, och den kraschade med fart in i pinnen. Hökens mål var alltså att skjuta upp stallet så mycket som möjligt för att möjliggöra en precis landning. När fågeln växlade till det nästan upprättstående läget med vingarna utsträckta, hade den praktiskt taget stannat mitt i flygningen och det var det som tillät den att göra en exakt landning.

Högt luftmotstånd krävs för att bromsa med hög kraft i den korta glidfaser. Kraftfull aerodynamisk bromsning är därför nyckeln till att landa i farten, men stallet kan inte fördröjas på obestämd tid. De höga anfallsvinklarna som detta kräver kommer att äventyra kontrollen när det inträffar.

Fåglar fördröjer uppkomsten av stall genom att utföra en karakteristisk snabb manöver när de sätter sig, men snabbheten i denna manöver lämnar lite utrymme för fel och gör optimeringen av dess ingångsförhållanden kritisk. Forskarna fann att den svepande vingrörelsen stabiliserade framkantsvirkeln, en av de viktigaste mekanismerna som förbättrar lyftet. Denna stabilisering leder i slutändan till en bättre landning hos fåglar - och potentiellt i flygplan.

För att minimera stallet dök hökarna nedåt medan de flaxade innan de spred

sina vingar när de svängde upp till pinnen. Stigningen utfördes huvudsakligen genom glidning, med enstaka korrigeringar av vingarna snarare än som vingslag som tillförde dragkraft för att kompensera motståndet. Genom att välja precis rätt hastighet och position för att svänga upp till pinnen höll hökarna sina landningar så säkra och kontrollerbara som möjligt.



Hökar och andra fåglar har förstås förmågan att ändra formen på sina vingar mitt i flygningen. Den svepande rörelsen, som ändrar formen på en fågelvinge, ökar lyftet och möjliggör bättre kontroll av aerodynamiska krafter under en landning. Det är så de kan utföra dessa exakta manövrar med så uppenbar lätthet.

Sammanfattningsvis lärde sig fåglarna svepande banor för att nå pinnen i ett glid, genom att skjuta upp stall tills de var så nära pinnen som möjligt. Att lära sig att minimera stallavstånd i farten kräver att man kombinerar aeromekanisk information (till exempel från fjädrar eller muskler) och avståndsinformation (från optiska signaler). Fly-by-feel-koncept kan därför visa sig vara avgörande för inläring och kontroll av landning i autonoma fordon. Tills våra flygmaskiner kan göra det kommer vi att behöva de långa landningsbanorna.

Det kräver också bättre artificiell intelligens (AI). När forskarna använde datorer för att lösa problemet med att landa med hjälp av en trial-and-error-metod för att förfinas kunde det ta tiotals och hundratals timmar att hitta ett svar. Hökarna hittade däremot en optimerad lösning efter en handfull flygningar, vilket visar klyftan som fortfarande finns mellan naturlig och artificiell intelligens.

Historia elektriska flygplan

Eldrivna flygplan har en lång historia. De kan transportera människor relativt långa sträckor utan att bränna något fossilt bränsle, de kan göra det tyst drivna av batterier och det finns ett stort antal modeller på marknaden idag. Eldrivna modellflygplan har flugits åtminstone sedan 1970-talet och var föregångarna till de små obemannade flygfarkosterna (UAV) eller drönarna, som har blivit allmänt använda för många ändamål.

Användningen av el för flygplansframdrivning experimenterades först med under utvecklingen av luftskeppen under senare delen av artonhundratalet. Även med ett luftskepps lyftkapacitet begränsade emellertid de tunga batterierna kraftigt hastigheten och räckvidden.



Man försökte också använda el för att driva helikoptrar. Den österrikisk-ungerska PKZ-1 eldrivna helikoptern flög 1917. Den hade en specialdesignad 190 hk (140 kW) elmotor tillverkad av Austro-Daimler och fick sin kraft med en kabel från en markbaserad likströmshydrogenerator. En andra version PKZ-2 flög 1918, men motorn brann upp efter bara några flygningar och man bytte snart till en bensinmotor.

År 1909 påstås en elektrisk modell av ett flygplan ha flugits i åtta minuter, men detta har betvivlats. Den första bemannade fria flygningen med ett elektriskt drivet flygplan, MB-E1, gjordes inte förrän 1973 och de flesta bemannade elektriska flygplan idag är fortfarande bara experimentella prototyper.



Den 21 oktober 1973 flög Militky MB-E1, ett Brditschka HB-3 motorglidflygplan konverterat av Fred Militky och Heino Brditschka, i nio minuter från Linz i Österrike. Det drevs av nickel-kadmiumbatterier (NiCad), som har en högre energitäthet än blybatterier.

Hur man får tillräckligt med elektricitet är förstas en nyckelfråga för elflygplan. Ett sätt var att använda solceller, som utvecklades under samma period som NiCad-batterier. Den 29 april 1979 blev Mauro Solar Riser det första personbärande, soldrivna flygplanet som flög, med solceller som levererade 350 W (0,47 hk) vid 30 volt och laddade ett litet batteri som drev motorn. Efter en laddning på 1,5 timmar kunde batteriet driva flygplanet i 3 till 5 minuter för att nå en glidhöjd. Det följde på ett framgångsrikt prov med ett modellflygplan 1974.

Under ledning av arkitekten Freddie To designades ett annat soldrivet plan, Solar One, av David Williams och producerades av Solar-Powered Aircraft Developments. Ursprungligen ett pedaldrivet motorglidflygplan för att försöka korsa kanalen, visade det sig vara för tungt för att framgångsrikt drivas av mänsklig kraft och omvandlades sedan till solenergi med en elmotor som drevs av batterier. De laddades före flygning av en solcellsuppsättning på vingen. Jungfruflygningen av Solar One ägde rum den 13 juni 1979.

Solair 1, utvecklad av Günther Rochelt, flög 1983 i 5 timmar och 41 minuter, mestadels på solenergi och även termik. Det använde 2499 vingmonterade solceller, som gav en effekt på mellan 1,8 och 2,2 kilowatt.

Det tyska soldrivna flygplanet Icaré II designades och byggdes av institutet för flygplansdesign (Institut für Flugzeugbau) vid universitetet i Stuttgart 1996. Ledaren för projektet och ofta piloten på flygplanet var Rudolf Voit-Nitschmann, institutets chef.

Det första kommersiellt tillgängliga, icke-certifierade eldrivna flygplanet, Alisport Silent Club, ett självstartande segelflygplan, flög 1997. Det drivs valfritt av en 13 kW likströmsmotor som körs på 40 kg batterier som lagrar 1,4 kWh energi.

Det första luftvärdighetsbeviset för ett eldrivet flygplan beviljades Lange Antares 20E 2003. Ett elektriskt, självstartande segelflygplan med en 42 kW motor och litiumjonbatterier kan det klättra upp till 3000 m med fulladdade batterier.

NASA:s Pathfinder, Pathfinder Plus, Centurion och Helios var en serie sol- och bränslecelldrivna obemannade flygfarkoster (UAV) utvecklade av AeroVironment. Den 11 september 1995 satte Pathfinder ett inofficiellt höjdrekord för soldrivna flygplan på 15 000 m under en



12-timmars flygning från NASA Dryden. Efter ytterligare modifieringar flyttades flygplanet till den amerikanska flottans Pacific Missile Range Facility (PMRF) på den hawaiiska ön Kauai. Den 6 augusti 1998 höjde Pathfinder Plus det nationella höjdrekordet till 24 445 m för soldrivna och propellerdrivna flygplan. Den 14 augusti 2001 satte Helios ett höjdrekord på 29 524 meter. Den 26 juni 2003 bröts Helios -prototypen upp och föll i Stilla havet utanför Hawaii efter att flygplanet stött på turbulens och programmet avslutades.



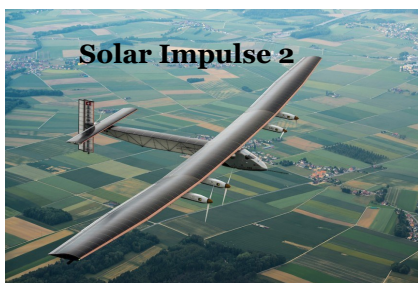
År 2005 flög Alan Cocconi från AC Propulsion, med hjälp av flera andra piloter, ett obemannat flygplan med namnet SoLong i 48 timmar non-stop, helt drivet av solenergi. Detta var den första sådana dygnet runt-flygningen, på energi lagrad i batterier monterade på flygplanet.

QinetiQ Zephyr är en lätt soldrivna obemannad flygfarkost (UAV). Från och med den 23 juli 2010 innehar den uthållighetsrekordet för en obemannad flygfarkost på över 2 veckor (336 timmar). Den är av kolfiberförstärkt polymerkonstruktion, 2010-versionen väger 50 kg. Under dagen använder den solljus för att ladda litium-svavelbatterier, som sedan driver flygplanet på natten.

Elflygplan

25

I slutet av 1900-talet utvecklade och testade den kinesiska tillverkaren av radiostyrda modeller Yuneec International flera batteridrivna bemannade flygplan med fasta vingar. De inkluderade E430, det första elektriska flygplanet som var avsett att serieproduceras. Man misslyckades med att kommersialisera dem (endast prototyper byggdes) och vände sig istället i mitten av 2010-talet till den lukrativa konsumentdrönmärken.



Det Boeing-ledda FCD-projektet använde ett Diamond HK-36 Super Dimona motorglidflygplan som en forskningsbädd för ett vätgasbränslecellsdrivet lätt flygplan. Framgångsrika flygningar ägde rum i februari och mars 2008.

EU har finansierat många projekt med innovativa el- eller hybriddrivna flygplan. ENFICA-FC är ett sådant projekt för att studera och demonstrera ett helektriskt flygplan med bränsleceller som huvud- eller hjälpkraftsystem. Under det treåriga projektet konstruerades ett bränslecellsbaserat kraftsystem och flögs först i ett Rapid 200FC ultralätt flygplan den 20 maj 2010.

2013 visade Chip Yates att världens snabbaste elektriska flygplan, en Long ESA, en modifierad Rutan Long-EZ, kunde överträffa en bensindrivna Cessna och andra flygplan i en serie försök verifierade av Fédération Aéronautique Internationale.

Long ESA visade sig vara billigare, ha en högre maxhastighet och högre stigningshastighet, delvis på grund av flygplanets förmåga att bibehålla prestanda på höjd eftersom låg lufttätthet inte försämrar elmotorns prestanda.

Taurus Electro var det första tvåsitsiga elflygplanet, som någonsin flugit. Taurus Electro G2 är produktionsversionen, som introducerades 2011. Det drivs av en 40 kW elmotor och litiumbatterier för själv-lansering till en höjd av 2000 m, varefter motorn kopplas ur och flygplanet sedan svävar som ett segelflygplan. Det är det första tvåsitsiga elflygplanet som har uppnått serieproduktion.

År 2012 gjorde den första Solar Impulse 1 den första interkontinentala flygningen med ett solflygplan från Madrid, Spanien till Rabat, Marocko. Färdigställt 2014 hade Solar Impulse 2 fler solceller och kraftfullare motorer. I mars 2015 lyfte flygplanet på den första etappen av en planerad jorden runt-resa och flög österut från Abu Dhabi. I juli 2016 återvände det till Abu Dhabi och fullbordade sin världsomsegling. Solar Impulse 2 drivs av fyra elmotorer. Energi från solceller på vingarna och en horisontell stabilisator lagras i litiumpolymerbatterier och används för att driva propellrar.

Eftersom pilotutbildningen betonar korta flygningar tillverkar flera företag lätta flygplan lämpliga för inledande flygutbildning. Pipistrel tillverkar lätta sportelektriska flygplan som Pipistrel WATTsUP byggd i Slovenien, en prototyp av Pipistrel Alpha Electro, först visad på en flygutställning i Frankrike 2014. Fördelen med elflygplan för flygutbildning är den lägre kostnaden för elektrisk energi jämfört med flygbränsle. Buller och avgasutsläpp minskar också jämfört med förbränningsmotorer.

Ett modifierat extra EA-300 akrobatiskt flygplan, 330LE, utrustat med Siemens-elektriska drivsystem nådde i november 2016 en höjd av 3 000 m på bara fyra minuter och 22 sekunder med en hastighet av 11,5 m/s, vilket officiellt erkändes som ett världsrekord i klättringsprestanda. Det nådde en toppfart på 337,5 km/h över en sträcka på tre kilometer och var också det första flygplanet som bogserade segelflygplan av LS8-neo-typ upp till en höjd av 600 m på 76 sekunder i mars 2017.

Bye Aerospace eFlyer 2 (tidigare Sun Flyer 2) är ett lätt elektriskt flygplan designat och under utveckling av Bye Aerospace i Denver, Colorado. Flygplanet introducerades först offentligt den 11 maj 2016 och flög första gången den 10 april 2018.

Den amerikanska/brittiska startup-en ZeroAvia utvecklar bränslecells framdrivningssystem med nollutsläpp för små flygplan och testar sin HyFlyer på Orkney med stöd av den brittiska regeringen. I september 2020 uppnådde HyFlyer-projektet världens första vätgaselektriska flygning

Den 10 juni 2020 var Velis Electro-varianten av det tvåsitsiga PipistrelVirus det första elflygplanet som fick typcertifiering från EASA. Det drivs av en 58 kW elmotor utvecklad av Emrax och erbjuder en nyttolast på 170 kg, en kryssningshastighet på 170 km/h och en 50 min uthållighet.

Den 12 oktober 2021 tillkännagav Diamond Aircraft utvecklingen av eDA40, med inriktning på en första flygning 2022 och en EASA/FAA Part 23-certifiering 2023, skräddarsydd för flygutbildningsmarknaden. Det fyrsitsiga flygplanet ska kunna flyga i upp till 90 minuter, med 40% lägre driftskostnader än med kolvmotorer.



I september 2017 meddelade det brittiska lågprisföretaget EasyJet att det utvecklade en elektrisk 180-sitsare för 2027 tillsammans med Wright Electric grundade 2016. Wright Electric byggde en tvåsitsig demonstrator med 272 kg batterier och tror att den kan skalas upp med betydligt lättare nya batterier. En räckvidd på 540 km skulle räcka för 20% av Easyjet-passagerarna och målet är 50% lägre buller och 10% lägre kostnader.

Den 19 mars 2018 meddelade Israel Aerospace Industries att de planerar att utveckla ett kortdistansflygplan internt eller tillsammans med Israel Eviation, US Zunum Aero eller Wright Electric.

Australien-baserade MagniX har utvecklat en elektrisk Cessna 208 Caravan med en 540 kW motor för flygtider upp till en timme. Den 28 maj 2020 flög MagniX eldrivna nio passagerares Cessna 208B eCaravan på elkraft, mot certifiering för kommersiell drift.

En 560 kW MagniX elmotor installerades i en de Havilland Canada DHC-2 Beaver sjöflygplan. Harbour Air, baserat i British Columbia, hoppades kunna introducera flygplanet i kommersiell tjänst 2021, för att transportera fyra passagerare och en pilot på 30 minuters flygningar med en 30 minuters reserv tills räckvidden ökar när bättre batterier introduceras. I april 2022 försenades flygprovningen av en certifierbar version till slutet av 2023

Scylax E10 är ett tiositsigt helelektriskt flygplansprojekt av det tyska nystartade företaget Scylax Aircraft. Det syftar till att ersätta nyttoflygplan för flygtaxi, ambulansflyg, frakt, företag, reguljära passagerare och privata ägare. Motorerna på 260 kW tillåter en kryssning på 300 km/h och det ska fungera från 300 m landningsbanor.

Den 22 mars 2021 tillkännagav Toulouse-baserade Aura Aero utvecklingen av sitt ERA (Electric Regional Aircraft), ett elflygplan med 19 passagerare, som planeras att certifieras 2026.

Det förväntas att nästan alla lokala och regionala flygningar kommer att börja använda elflygplan antingen helt eldrivna eller hybridflygplan, som kommer att kunna köras på endast elkraft när de landar och lyfter. Detta kommer att bidra till att minska buller runt flygplatser, och kommer också att göra det möjligt att bygga ett stort antal små flygplatser precis intill befolkningscentra.

Hybridflygplan gör det också möjligt att placera mindre elmotorer i vingarna och sedan större turbinmotorer i planets kropp. Detta kommer att bidra till att förbättra aerodynamiken i framtida flygplan.

Det Göteborgsbaserade Heart Aerospace meddelade 2022 att man kommer att bygga ett 30-sitsigt hybridelektriskt regionalt flygplan som heter ES-30 och släppa tidigare planer på en 19-sitsig som heter ES-19. Även om ES-30 behåller fyrmotorlayouten hos sin ES-19-föregångare, har designen nu ett ving-kroppsstag och ett stort batterifack under flygkroppen. Planet kommer att drivas helt elektriskt på batterier. ES-30 kan flyga upp till 200 km med 30 passagerare i helelektriskt läge, eller 400 km när batteriet kompletteras med två turbogeneratorer och 800 km om endast 25 passagerare transporteras.

Förbättringar av soldrivna flygplan kan också leda till skapandet av exceptionellt högflygande flygplan som kan stanna högt i atmosfären månader i taget. Detta gör det möjligt att bättre observera vädermönster, och de kan till och med bli en billig ersättning för telekommunikations-satelliter.

Mer grundläggande forskning pågår också. Projektet Leading Edge Asynchronous Propeller Technology (LEAPTech) är ett NASA-projekt som utvecklar en experimentell elektrisk flygplansteknik som involverar många små elmotorer, som driver enskilda små propeller för delade längs kanten på varje flygplansvinge. År 2015 marktestade NASA-forskare en 9.4 m spännvidd vingsektion av kolkomposit

med 18 elmotorer, som drivs av litium-järnfosfatbatterier.

Experimentet föregår X-57 Maxwell X-plan demonstratorn som föreslagits under NASA:s Transformative Aeronautics Concepts-program. Experimentet går ut på att ersätta vingarna på en tvåmotorig italienskyggt Tecnam P2006T (ett konventionellt fyrsitsigt lätt flygplan) med vingar, som bär elektriskt drivna propeller.



För nästan ett decennium sedan antog NASA-forskare att vertikalt startande och landande flygplan eVTOL skulle innehålla distribuerad elektrisk framdrivning. Distribuerad elektrisk framdrivning använder flera propellerar och en effektiv vingdesign för säkerhets-, buller- och utsläppsfördelar.

eVTOL-flygplan uppstod 2009 när en video av NASA Puffin eVTOL-konceptet blev viral. Sedan dess har det skett en betydande ökning av intresset bland flygplanstillverkare för eVTOLs, och företag som Boeing, Airbus och Bell har arbetat med tekniken.

År 2014 introducerades eVTOL officiellt av American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) samt AHS International, men tanken på flygande bilar går tillbaka till Henry Ford, den berömde bilmagnaten.



Kinas EHang kanske inte var den första som flög en eVTOL, men debuten 2016 av dess "passagerardrönare" på Consumer Electronics Show i Las Vegas tände allmänhetens intresse för flygtaxi.

Airbus A3 Vahana introducerades sedan 2017 på Paris Air Show med första flygning i januari 2018. Boeing - Aurora Flight Sciences PAV, var under utveckling sedan 2017 med första flygning 2019. Bell Nexus 6HX presenterades 2019.

Förutom dessa stora flygplanstillverkare har nystartade företag i USA, Europa och Kina spelat en viktig roll i utvecklingen av dessa luftfordon och har ibland varit ledande inom tekniska framsteg.

Först var det teknik och sedan reglerna för operationer och pilotutbildning, som behövdes för att få flygtaxi till marknaden. Nu är utmaningen mest tillgången till vertiport-terminaler och luftrumsinfrastruktur för att stödja driften av fordon i de mängder, som tillverkarna planerar. Ett växande antal nystartade företag kommer in på marknaden för att utveckla så kallade vertiports för flygtaxi.

Med tanke på att flygplatstransfer till stadskärnor och affärsdistrikt sannolikt är de första passagerarmarknaderna för flygtaxi, spelar flygplatsoperatörer en viktig tidig roll i planering och utveckling av infrastruktur. Detta gäller särskilt i Europa, där många av de största flygplatsoperatörerna är baserade.

Drönare med flax



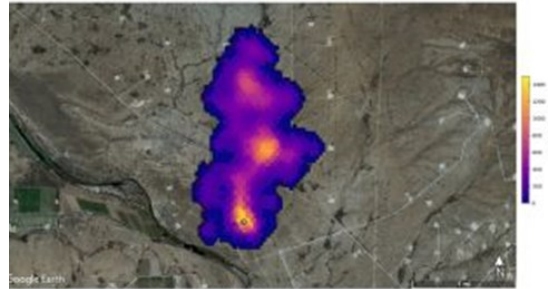
27 okt Actualidad Aerospacial En kinesisk drönare med flax sätter Guinness världsrekord för flygtid. En obemannad ornikopter, en drönare, som flyger flaxande med sina mekaniska vingar, utvecklad av ett team från Kinas Beihang University, har satt ett Guinness -världsrekord för den längsta kontinuerliga flygtiden: en timme, 31 minuter och 4.98 sekunder, enligt universitetet. Ornikoptrar har potentiella tillämpningar inom många områden, som att utforska Mars och att skrämma bort fåglar från flygplatser. Tidigare flygtider för ornikoptrar runt om i världen var korta. De flesta klarade cirka en halvtimme, vilket förstås var betydligt lägre än konventionella drönare. Ornikopterns mekanism är komplicerad och det är svårt för en konstgjord flaxande vinge att flyga.

Tystare landning



28 okt Aerospace Technology EU-projekt minskar flygplans bränsleförbrukning och buller under inflygning och landning. För att optimera landningen av flygplan när det gäller bränsleförbrukning, buller och utsläpp av luftföroreningar lanserades Dynamic Configuration Adjustment in the Terminal Maneuvering Area (DYNCAAT) -projektet i Europeiska Unionen för att möjliggöra miljövänliga och mer enhetliga flygprofiler. Under inflygningen försöker DYNCAAT hjälpa piloter att landa på ett bränsleeffektivt sätt genom att justera aerodynamiskt motstånd genom flygplanets konfiguration. Forskare från German Aerospace Center och andra projektpartners har utvecklat nya inbyggda systemfunktioner som stöder piloter under inflygningen med rekommendationer som inkluderar optimerade klaff- och landningsställ för att minska buller och bränsleförbrukning, finjusterade till den komplexa interaktionen mellan alla faktorer och krav. För att demonstrera förmågan hos dessa funktioner att minska buller och koldioxidutsläpp genomfördes simulatorflygningar med erfarna piloter vid Thales flyggrupp i Toulouse, Frankrike. Simuleringar och beräkningar visade att metoder som använder DYNCAAT är tystare och förbrukar mindre bränsle. Den DYNCAAT-övervakade flygningen förbrukade 55 kg mindre bränsle från början av nedstigningen och var upp till fyra decibel tystare.

Metanspaning från rymden



28 okt SPACE Stora utsläpp av metan på jorden upptäcktes av rymdstationsexperiment. NASA:s Earth Surface Mineral Dust Source Investigation-instrument EMIT har kartlagt den kemiska sammansättningen av damm i jordens ökenregioner sedan det installerades på utsidan av den internationella rymdstationen (ISS) i juli. Det hjälper forskare att förstå hur luftburet damm påverkar klimatet och är huvudmålet med EMIT:s uppdrag. Men det gör också ett annat, mindre förväntat bidrag till klimatstudier. Instrumentet upptäcker enorma plymer av metangas runt om i världen. NASA identifierar mer än 50 regioner i Centralasien, Mellanöstern och USA, som pumpar ut stora mängder av växthusgasen, inklusive ett kluster av tolv plymer från olje- och gasinfrastruktur i Turkmenistan. Några plymer sträcker sig mer än 30 km högt. Forskare uppskattar att Turkmenistan -plymerna tillsammans spyr ut metan med 50 000 kilo per timme, vilket konkurrerar med toppflödet från Aliso Canyon-gasfältets utblåsning 2015 nära Los Angeles, som rankas som ett av de största oavsiktliga metanutsläppen i USA:s historia. Två andra tidigare okända stora utsläppare var ett oljefält i New Mexico och ett avfallshanteringskomplex i Iran, som släppte ut nästan 29 000 kg metan per timme tillsammans.

Världens största lastdrönare



28 okt Aviation Week Kina har utfört den första flygningen av Twin-Tailed Scorpion D, världens första storskaliga, fyrmotoriga obemannade flygplanssystem. Scorpion D mäter 10,5 m i längd med ett vingspann på 20 m, höjd på 3,1 m och en maximal startvikt (MTOW) på 4,35 ton. Dess flygkropp har ett lastutrymme på 5 m³ som kan bära en maximal nyttolast på 1,5 ton. Företaget Sichuan Tengdun Science and Technology Co. ger ingen operativ räckvidd, men Scorpion D:s närmaste kusin, TB-001 med en MTOW på 2,8 ton, har en räckvidd på 6 000 km. Obemannade flygplan (UAS) kan användas för logistik, flygbesprutning och humanitära uppdrag. På den militära fronten har företags UAS ansvarat för några av People's Liberation Armys längsta UAS-uppdrag. TB-001 Scorpion med medelhög lång uthållighet har genomfört fientliga uppdrag runt Taiwan, flugit mellan de japanska öarna Okinawa och Miyakojima och över Stilla havet.

Ny Su-57



29 okt Aviation Week Ny Su-57 prototyp flyger med nya uppgraderingar. En prototyp av den ryska Sukhoi Su-57 har flugit med nya uppgraderingar av automatiserade funktioner och kan i framtiden möjliggöra en ny motor och en utökad uppsättning ammunition enligt företaget United Aircraft Corp. (UAC). Flygplanet provar en uppsättning ombordutrustning med utökad funktionalitet, intelligent besättningsstöd och möjligheten att använda ett brett utbud av nya typer av vapen. Sukhoi Su-57 Felon flerrollsjaktplan kan rymma luft-till-luft-missiler (AAM) med en räckvidd på 300 km och luft-till-mark ammunition som kan nå 500 km. UAC-uppdateringen gav några detaljer om uppgraderingarna. Su-57 har tagits i bruk med NPO Saturn 117S-motorn, som är ett derivat av Al-41 turbofläkt. NPO Saturn har arbetat i flera år med att utveckla den förbättrade Product 30-motorn, som har en ny centruminjekörna med avancerade funktioner. Sukhoi, ett UAC-dotterbolag, flög först T-50-prototypen av Su-57 2010 och byggde ytterligare 10 prototyper av det tvåmotoriga jaktplanet, inklusive flygplanet som flög uppgraderingarna den 21 oktober.

Satelliter kan minska CO2



31 okt Actualidad Aeroespacial Satellitteknik kan spara upp till 5,5 miljarder ton CO2 per år enligt Inmarsat. Enligt det brittiska satellitteleföretaget Inmarsat minskar satellittekniken redan koldioxidutsläppen med 1,5 miljarder ton varje år. Detta motsvarar nästan fyra gånger de årliga utsläppen från hela Storbritannien 2021 eller livstidsutsläppen från 50 miljoner bilar. Rapporten visar rymdteknikens potential i kapplöpningen mot Net Zero och fokuserar på tre industrisektorer: transport och logistik, jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning samt energisystem. Tillsammans står dessa för cirka 60 procent av de globala utsläppen. Om satellitteknik antogs universellt av dessa industrier skulle de CO2-besparingar som för närvarande uppnås genom satellitteknik nästan kunna fördubblas till 5,5 miljarder ton per år. Inom luftfarten skulle Europeiska rymdorganisationens (ESA) Iris-teknik kunna spara 100 miljoner ton koldioxid om den antogs i hela flygindustrin: Det första flygplanet är redo att flyga i början av 2023.

NASAs budget på \$23.3 miljarder genererade en nästan tre gånger större ekonomisk aktivitet i USA motsvarande \$71.2 miljarder och 339600 jobb 2021 ([TIME](#))

Flygande bil



31 okt Actualidad Aeroespacial Kinas Xpeng Aero presenterade världens första heelelektriska vertikalt start och landande bil. Den flygande bilen har ett hopfällbart rotor-system med flera rotoror. Den har ett flygkontrollsystem med feltoleranta styrfunktioner och ett tvåmotorigt reservsystem. I körsläge är den jämförbar med konventionella bilar. I flygläge styrs den med ratten och höger växelspak för att röra sig framåt och bakåt, svänga, stiga, flyta och sjunka. Den kan starta och landa vertikalt och flyga över trafikstockningar, hinder och floder för att möta en ny uppsättning behov av kortdistansmobilitet. Xpeng Aero är det största flygbilsföretaget i Asien och utvecklar 3D intelligenta elektriska flygbilar för framtida transport i moderna städer. Xpeng X2, den senaste produkten i Xpeng Flying Car-familjen, kan transportera två passagerare, med en maximal flygtid på 35 minuter och en toppfart på 130 kilometer i timmen. Man förväntar sig att den flygande bilen kommer att börja massproduktion 2024 och säljas för 138 660 dollar vardera.

Kinas rymdstation



2 nov Space News Den tredje och sista modulen dockar vid Kinas rymdstation Tiangong. Den nya experimentmodulen Mengtian sammanfogar två tidigare moduler, Tianhe-kärnmodulen och Wentian-experimentmodulen. Mengtian slutför rymdstationens T-formade arrangemang. Mengtian ("drömmen om himlen") är 17,9 meter lång, 4,2 meter i diameter, väger ungefär 22 ton och är utformad för att vara värd för en rad vetenskapliga experiment inom vätskefysik, förbränning och materialvetenskap. Den har en total volym på nästan 110 kubikmeter, inklusive cirka 32 kubikmeter tillgängliga för användning av astronauter. Mengtian har också en luftsluss som gör det möjligt för den lilla, 5,2 meter långa robotarmen som lanserades med Wentian-modulen att installera vetenskapliga experiment på adaptrar på utsidan av modulen. Frigöringsmekanismen kan distribuera små rymdfarkoster eller CubeSats på upp till 100 kg i omloppsbana.

Flygande vätelabb



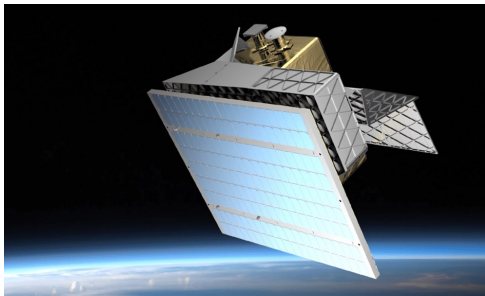
31 okt Aviation Week Lufthansa konverterar en A320 till vätelaboratorium. Lufthansa Technik har konverterat en avvecklad Airbus A320 till ett vätegaslaboratorium för att testa underhåll och markbaserade processer som förberedelse för vätegasdriven flygning. Under de kommande månaderna planeras Lufthansa-flygplanet, som drevs i 30 år som D-AIQF, att utrustas med en serie vätekomponenter, inklusive testsystem, en intern tank för flytande väte (LH2) och en inbyggd bränslecell. Dessa kommer att kombineras med stödjande markbaserad vätegasinfrastruktur. Forskningen omfattar studier av tankningstider och processer, bästa praxis för att undvika överfyllning och avfall, förebyggande av isbildning på komponenter och ytor, läckage och återvinning av vätegas, säkerhets- och brandrisker och utbildningskrav för mark- och underhållspersonal. LH2-tankning för en långdistansflygning med nuvarande teknik kan ta flera timmar. En digital tvilling av A320 kommer också att skapas för simulering, utveckling och provning av prediktiva underhållsmetoder för vätegasdrivna flygplan.

EU forskar om rent flyg



31 okt FlightGlobal EU:s program för ren luftfart tillkännagav de första 20 forskningsprogrammen i initiativets tredje fas. Att minska den europeiska luftfartens miljöavtryck har gått framåt ända sedan lanseringen av programmen Clean Sky 1 och Clean Sky 2. Dessa har redan lett till mycket påtagliga framsteg för EU:s forsknings- och innovationssatsning. Clean Aviation, det tredje programmet, går mycket längre, hoppar över en teknikgeneration och går vidare med 20 vågade nya projekt. Programmet kommer att fördela 718 miljoner dollar för att studera hur Europa bäst kan minska koldioxidutsläppen. Dessa inkluderar forskning om elektriska drivlinor i mer än MW-klass, väteförbränning, vätebränsleceller och ultraeffektiva ving- och flygkroppar för framtida regionala och kort- och medeldistansflygplan. Clean Aviations mål är att minska flygplanens utsläpp av växthusgaser med minst 30 procent jämfört med 2020 års toppmoderna flygplan, genom användning av omvälvande och slagkraftig ny teknik och att ta ett stort steg mot klimatneutral luftfart till 2050.

Svenska Mats i rymden



4 nov ohb-sweden Den svenska forskningssatelliten ska undersöka vågor i atmosfären och inverkan på klimatet. OHB Sveriges satellit "MATS" (Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy) sköts upp på en Rocket Lab Electron-bäraraket från Mahia, Nya Zeeland. MATS-satelliten är OHB Sveriges första satellit baserad på den generiska mikrosatellitplattformen InnoSat. Som huvudentreprenör för detta svenska nationella uppdrag har OHB Sverige ansvarat för den övergripande uppdragsarkitekturen och på plattform- och systemnivå monterings-, integrations- och testaktiviteter. Det vetenskapliga uppdraget och initiativtagaren till instrumenten för MATS är Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet (MISU), tillsammans med forskare från Chalmers och KTH, medan det vetenskapliga instrumentet har byggts av AAC Omnisys från Göteborg. MATS-satelliten inklusive dess vetenskapliga instrument finansierades av svenska staten genom Rymdstyrelsen. MATS ska undersöka vågor i atmosfären och deras påverkan på klimatet genom att studera variationer i ljuset som syremolekyler avger på 100 kilometers höjd, samt i strukturer i atmosfärens högsta moln, så kallade noktilucenta moln. MATS kommer att kunna producera de första globala kartorna som visar utbredningen av dessa vågor i atmosfären. De data som MATS samlar in kommer att fylla ett viktigt gap i förståelsen av hur atmosfären fungerar.

Planerade europeiska raketer



3 nov Actualidad Aeroespacial ArianeGroup presenterade en familj av återanvändbara och ekologiska bäraraketer för Europa. Europa kommer att behöva en flotta av bäraraketer anpassade till marknaden. Dessa bäraraketer ska kunna placera satelliter av alla storlekar och rymdstationsmoduler i omloppsbana. Den framtida familjen, som föreslagits av ArianeGroup, består av en minilauncher utrustad med ett återanvändbart första steg, en medeltung och en tung version av denna samt en "supertung" launcher. Denna flotta kompletteras med en rad rymdfarkoster och infrastrukturer i omloppsbana för transporter i rymden. Motorn i alla dessa bäraraketer kommer att vara Prometheus, som levererar 120 ton dragkraft (och mer, beroende på antalet installerade motorer) och körs på flytande syre och metan. Prometheus-motorn utvecklas för närvarande av ArianeGroup inom ramen för ett demonstrationsprogram från ESA. Den återanvändbara tekniken utvecklas inom Themis-programmet, ett annat ESA-demonstrationsprogram, för vilket ArianeGroup också är huvudentreprenör, och som är utformat för att flygprova ett första steg i en återanvändbar raket med Prometheus-motorn.

A380 vätedemonstrator



8 nov Aviation Week Airbus och CFM använder två A380 som teknikdemonstratorer för vätgasförbränning och öppen fläktframdrivning. En A380 kommer att användas för att utvärdera en GE Passport-motor modifierad för direkt förbränning av vätebränsle medan den andra kommer att flygtesta det öppna fläktframdrivningssystemet som utvecklas under CFM:s Revolutionary Innovation for Sustainable Engines (RISE)-program. RISE- och vätgaskampanjerna är en del av Airbus tekniksatsning mot ett "ZEROe" koldioxidneutralt flygplan för ibruktage senast 2035. Fokus kommer att vara på prov av flytande väte med högre densitet, lagringstankar och bränslesystem, mark- och flygoperationer, bränsleinfrastruktur och förbränningsdesign, de potentiella bränslebesparingarna från CFM:s konfiguration med öppen fläkt och akustiska utvärderingar när det gäller samhälls- och kabinbuller. Innan A380-provflygningarna kommer CFM att utföra motormarkprov, tillsammans med flygvalidering på GE:s Boeing 747-400 flygande testbädd vid GE Aerospace's Flight Test Operations Center i Victorville, Kalifornien.

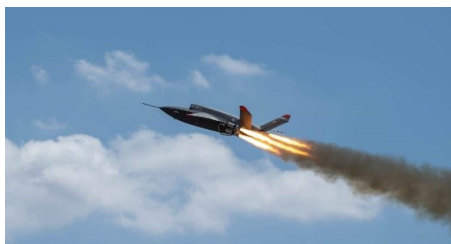
Kinas Wing Loong



9 nov Aviation Week Kina introducerar Large Wing Loong III obemannade stridsflygplan. Kina fortsätter att visa upp sin snabba utveckling av obemannade flygplanssystem. Med en maximal startvikt på 6 200 kg är den propellerdrivna Wing Loong III den överlägset största i Wing Loong-familjen. Enligt ett faktablad mäter Wing Loong III 12,2 m i längd med en höjd på 4,3 m och ett vingspann på 24 m. Den har en bärkraft på 2 000 kg för extern nyttolast och ytterligare 300 kg för intern nyttolast, med en uthållighet på 40 timmar och en räckvidd på 10 000 km. Den kan bära upp till 16 pansarvärnsmissiler, störsändare eller PL-10 kortdistans, infraröd-homing luft till -luftmissiler. Det obemannade jetdrivna WZ-10 spaningsplanet gör också sin debut. Baserad på Wing Loong-10, även känd som Cloud Shadow, har den civila varianten av WZ-10 tagits fram för meteorologiska och tyfonjagande uppdrag.

Enligt International Air Transport Associations (IATA) ligger den globala flygtrafiken nu på 73,7 procent av nivåerna före COVID. Det totala passagerarantalet till, från och inom Europa förväntas nå 86 procent av 2019 års nivå 2022 och en fullständig återhämtning förväntas 2024.

Kratos flyger Valkyrie



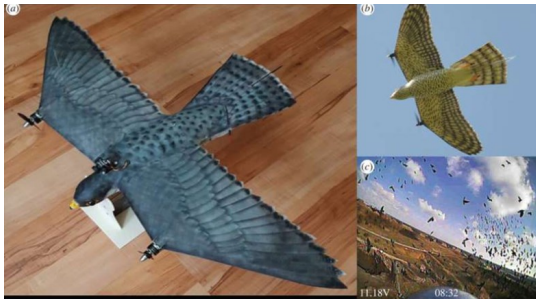
9 nov Kratos Kratos Defense & Security Solutions avslutar en framgångsrik flygning av sitt obemannade flygplan XQ-58A Valkyrie. Provflygningen som utfördes på Yuma Proving Ground bevisade XQ-58A:s utökade kapacitet genom att flyga längre, högre, med en tyngre uppdragsvikt och på längre avstånd än tidigare. Detta flygprov var en viktig milstolpe i Kratos stöd för USAs flygvapens Autonomous Collaborative Enabling Technologies (ACET). ACET fokuserar på att utveckla autonoma samarbetsplattformar (ACP) som Collaborative Combat Aircraft (CCA). Flygningen genomfördes med och demonstrerade krypterad kommunikation med redundanta radio- / kommunikationspaket. XQ-58A Valkyrie utvecklades ursprungligen inom Low Cost Attritable Strike Demonstrator (LCASD) programmet med flera uppföljningsprogram och projekt för flera kunder och applikationer. Dessa programapplikationer fortsätter med Block 2 Valkyrie Maturation Program och andra program relaterade till produktion, specifika uppdragsapplikationer och operativ utveckling av XQ-58A-familjen av prisvärda, snabba, taktiska UAV:er.

Elektrisk jodraketen



12 nov Aerospace Technology En elektrisk jodraketen klarar test i omloppsbana. I årtal har rymdfarkoster och raketer drivits av kemiska motorer genom att bränna raketbränsle för att generera framdrivning. Dessa raketmotorer är så komplicerade att endast tre länder i historien någonsin har satt människor i omloppsbana. De är också notoriskt ineffektiva - om en raket skulle flyga från jorden till Mars måste två tredjedelar av raketens vikt vara drivmedel! Ny teknik har fått forskare att experimentera med elektriska raketer och deras varianter för att hitta effektivare framdrivningsformer för rymdfarkoster och satelliter. Elektriska raketer skapar dragkraft genom att accelerera drivmedel (t.ex. laddade joner) med hjälp av elektricitet. Som ett resultat av denna forskning har en elektrisk raket, som använder jod framgångsrikt klarat sitt prov i omloppsbana, vilket kan resultera i en våg av motorer med högre prestanda i framtiden. Dessa motorer kommer också att vara mindre, enklare och mer kostnadseffektiva än nuvarande raketer.

Robotfalk



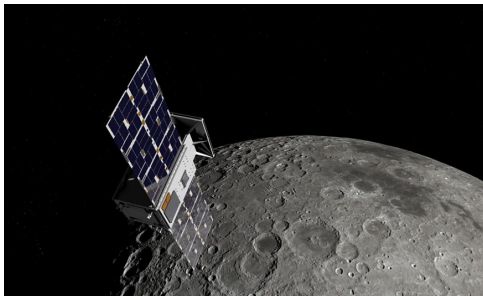
11 nov Aerospace Technology RobotFalcon är en fjärrstyrd flygrobot som är utformad för att likna pilgrimsfalken. En robot som är utformad för att skrämja bort flockar av fåglar som omger flygplatser och utgör en fara för flygplan har utvecklats av ett team av forskare från University of Groningen, University of Tuscia, Roflight, Lemselobrink och Royal Netherlands Air Force. RobotFalcon, som består av glasfiber och polypropen och är målad för att likna rovfågeln pilgrimsfalken, har en intern motor, som driver två propellrar placerade på framsidan av var och en av robotens vingar. Detta gör det möjligt för RobotFalcon att efterlikna flygmönstren hos en verklig falk, enligt dess utvecklare. I tre månader har RobotFalcon genomgått fälttester där forskarna meddelat att roboten lyckats skrämja hela fågelflockar inom fem minuter efter ankomst och i vissa fall rensat fältet inom 70 sekunder.

Amazons leveransdrönare



11 nov Bloomberg Amazon presenterar en mindre leveransdrönare som kan flyga i regn. Företaget har spenderat nästan ett decennium på grundaren Jeff Bezos vision om autonoma drönare, som kan leverera ett paket som väger mindre än två kilo inom 30 minuter efter att en kund gjort en beställning. Utöver snabba leveranstider kan drönare avsevärt sänka leveranskostnaderna som fortfarande kräver att en person kör ett fordon till någons hem. Den nya drönaren, kallad MK30, kommer att tas i bruk 2024 och ersätta den befintliga MK27-2 modellen, som i år används för att göra leveranser i Lockeford, Kalifornien och College Station, Texas. Den nya drönaren har längre räckvidd, kan flyga i ett bredare temperaturområde och har nya säkerhetsfunktioner. Det kommer att ta år innan Federal Aviation Administration godkänner kommersiella drönarleveranser och Amazons drönarprogram har kantats av förseningar, krascher och hög omsättning. Företaget konkurrerar med Alphabet Inc., Walmart Inc. och United Parcel Service Inc.

Månsatellit



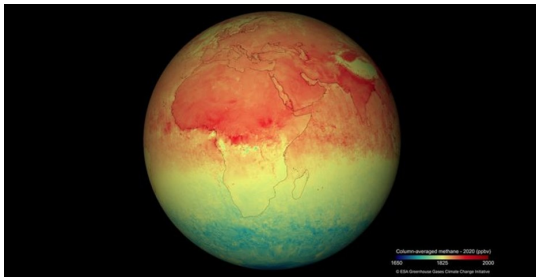
14 nov CNET News Den lilla Capstone-satelliten gick framgångsrikt in i en unik månban. OHB Capstone, förkortning för Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment, har storleken av en mikrovågsugn och är utformad för att cirkla runt månen i en excentrisk elliptisk bana (formellt benämnd en nästan rätlinjig halobana) som aldrig har flugits av en rymdfarkost tidigare. Capstone förbereder inför NASA:s planer på att bygga en rymdstation kallad Gateway för att trafikera samma omloppsbana. Gateway kommer att vara en hållplats för astronauter i Artemis-programmet, utformat för att få människor tillbaka på månen, och den kommer att rymma utrustning och förnödenheter för resor till månytan. Den lilla satelliten utförde sin första omloppsmanöver och avfyrade sina motorer för att komma in i den speciella omloppsbanan, som är mycket bränsleeffektiv och använder månens och jordens gravitation för att hålla satelliten på kurs. Capstone är planerad att avfyr sina motorer endast en gång var sjätte och en halv dag för att behålla sin omloppsbana. Målet är att stanna där i minst sex månader så att man kan lära sig mer om vad som kommer att krävas för att hålla Gateway och andra rymdfarkoster i denna bana.

Artemis lyfte till slut



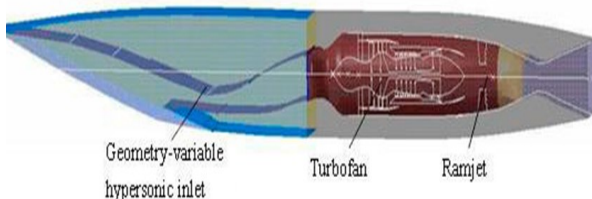
16 nov Aviation Week Den kraftfullaste raket NASA någonsin byggt lyfte från Kennedy Space Center. Raketen SLS har en dragkraft på 4000 ton och är en tvåstegs engångsraket, som baseras mycket på föregångaren rymdfärjan. I sin initiala konfiguration är den gjord för att lägga 27 ton i en bana mot månen, men dess lyftkapacitet ökar till 38 ton med den fyramotoriga Exploration Upper Stage, som för närvarande utvecklas. Boeing är huvudentreprenör för SLS. NASA försökte tre gånger i augusti och september att skjuta upp SLS, som bär en obemannad Orion-rymdfarkost, till en avlägsen retrograd månban. Två uppskjutningsförsök hindrades av vätgasläckor och andra tekniska problem, medan det sista försöket omintetgjordes av orkanen Ian i kategori 4. Den nästan hundra meter höga SLS returnerades till startrampen den 4 november, bara för att möta en annan orkan, kategori 1-orkanen Nicole, som drabbade Central Floridas östkust den 10 november. Stormen skalade bort en del av den kiselbaserade isoleringen nära toppen av Orion-kapseln i det övre steget, men NASA fastställde att skadan inte utgjorde något hinder för start. SLS framgångsrika start satte scenen för ett 25-dagars flygprov av Orion, tillverkat av Lockheed Martin, och en återkomst till jorden. Rymdfarkosten är gjord för att bära en besättning på fyra personer ut i rymden i uppdrag som varar upp till 21 dagar. En sådan flygning planeras till 2025.

Sentinel upptäcker metan



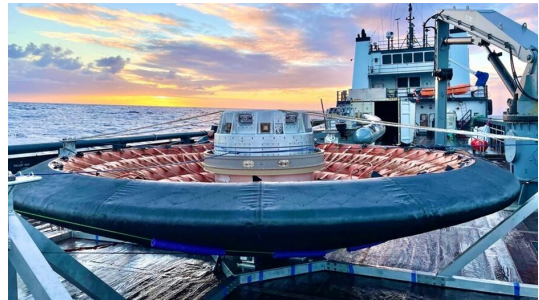
18 nov Actualidad Aeroespacial Sentinel-5P-satelliten är nyckeln i FN:s nya system för att upptäcka metanutsläpp. FN har avslöjat konstruktionen av ett nytt satellitbaserat system för att upptäcka metanutsläpp, där Sentinel-5P-satelliten, det första Copernicusuppdraget för övervakning av atmosfären, kommer att vara avgörande för genomförandet. Initiativet Methane Alert and Response System (MARS) kommer att utöka de globala insatserna för att upptäcka och agera på viktiga utsläppskällor och påskynda genomförandet av det globala metanåtagandet. Metan är en kraftfull växthusgas och den näst största drivkraften bakom den globala uppvärmningen. Det absorberar effektivt värme från solen, mer än koldioxid, och bidrar avsevärt till den globala uppvärmningen. Som ett resultat finns det en växande efterfrågan på att spåra och reglera metanutsläpp. Enligt FN:s klimatpanel måste metanutsläppen minska med minst 30 procent fram till 2030 för att hålla temperaturgränsen på 1,5 °C inom räckhåll. MARS är det första globala systemet som tillhandahåller snabba, handlingsbara och transparenta data om metanutsläpp.

Hypersonisk motor



18 nov Aviation Week Den hypersoniska flygplansutvecklaren Hermeus demonstrerade företagets egna Chimera-en turbinbaserad kombinerad cykelmotor (TBCC). Den kommer att driva företagets Quarterhorse Mach 5-provarkost. TBCC med en kombination av en turbojet och ramjet är gjord för att möjliggöra för Quarterhorse att accelerera från en stående start på landningsbanan till Mach 5. Turbojeten är konstruerad för att fungera till runt Mach 3 medan ramjeten arbetar från ungefär Mach 2,8 till Mach 5. För att uppnå detta krävs upprepade övergångar mellan turbojet- och ramjetdrift, samt drift av den Hermeus-utvecklade förkylaren. Den senare är utformad för att kyla luften som kommer in i turbinen, vilket gör att den kan nå högre hastigheter innan Chimera övergår till ramjetläge. Den första flygande Quarterhorse-versionen är planerad att bli luftburen i slutet av 2023. I början kommer den att vara begränsad till fjärrstyrda subsoniska flygningar, troligen vid Edwards AFB, Kalifornien. Farkosten förväntas bana väg för en uppföljande hypersonisk passagerarversion kallad Darkhorse. Hermeus har inte meddelat valet av turbinmotorn för Darkhorse, men har sagt att den kommer att vara i Pratt & Whitney F100-klassen. Darkhorse kommer att behöva genomgå luftvärdighetscertifiering av FAA före kommersiell hypersonisk tjänst för försvarsdepartementet och andra kunder. Darkhorse är tänkt att bana väg för ett civilt hypersoniskt transportplan kallat Halcyon.

Värmesköld fungerade



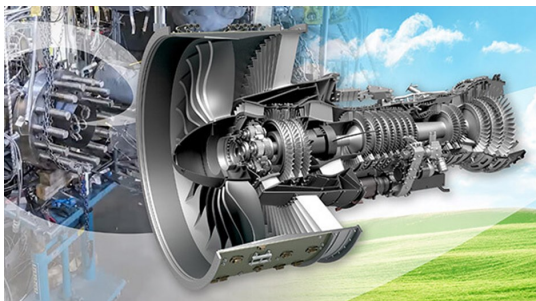
18 nov Space News NASAs prov av en uppblåsbar värmesköld var en framgång. NASA flög Low-Earth Orbit Flight Test av en uppblåsbar Decelerator (LOFTID) som en sekundär nyttolast vid Atlas 5-lanseringen av en vädersatellit. Nyttolasten blåste upp en värmesköld sex meter i diameter som skilde sig från raketens övre steg, återinträdde över Stilla Havet och landade öster om Hawaii. LOFTID fungerade som förväntat och skyddade nyttolasten från värmen vid återinträdet utan att skadas. Större versioner av den uppblåsbara värmeskölden kan användas för att landa stora rymdfarkoster på Mars. Mars-uppdrag skulle dock behöva värmesköldar 20 meter eller mer i diameter, mycket större än LOFTID:s sex meter. United Launch Alliance, som samarbetade med NASA på LOFTID-flygningen, är också intresserad av att använda tekniken för att återhämta motordelen av sin Vulcan-raket för återanvändning.

EUs säkra satelliter



21 nov Actualidad Aeroespacial EU enas om att främja säkra kommunikation med ny satellitkonstellation. Rådet och Europaparlamentet nådde en preliminär överenskommelse om en förordning om inrättande av EU:s program för säkra kommunikation för perioden 2023–2027. I programmet fastställs mål för Europeiska Unionen att bygga ut en EU-satellitkonstellation kallad IRIS2 (Infrastructure for Satellite Resilience, Interconnectivity and Security), som kommer att möjliggöra säkra kommunikationstjänster senast 2027. Inrättandet av denna konstellation kommer att ge bättre ansluten kritisk infrastruktur och motståndskraftiga, fristående höghastighets satellitkommunikationstjänster. Programmet kommer att tillhandahålla statliga tjänster, som täcker skydd av kritisk infrastruktur, situationsmedvetenhet och stöd för externa åtgärder och krishantering. Alla dessa tjänster kommer att förbättra EU:s motståndskraft och underlätta tillgången till bredband för alla användare. Programmet är inte bara avsett att gynna statliga organ och EU-institutioner, utan gör det också möjligt för den privata sektorn att tillhandahålla kommersiella tjänster och på så sätt bidra till den europeiska industrins konkurrenskraft. Programmet bygger på GovaCom-komponenten i EU:s rymdprogram. Den kommer att ta hänsyn till synergier med andra komponenter i EU:s rymdprogram, såsom Galileo (satellitnavigering) och Copernicussystem (jordobservation).

Pratts nya motorteknik



21 nov [Actualidad Aeroespacial](#) Pratt & Whitney utvecklar förbränningsteknik inom NASA: s HyTEC-projekt. Projektet Hybrid Thermally Efficient Core (HyTEC) är en del av NASA: s National Sustainable Flight Association, som kommer att möjliggöra banbrytande innovationer för att nå flygindustrins mål att avsevärt minska CO₂-utsläppen till 2050. Genom HyTEC kommer Pratt & Whitney att demonstrera användningen av hållbara flygbränslen (SAF) i avancerade brännkamar för turbojetmotorer. I projektet ingår att utveckla och prova blandning av bränsle och luft för att uppnå optimal effektivitet och sedan mäta utsläpp och buller med hjälp av Jet A-bränsle och höga SAF-blandningar. Tidigare, i oktober 2021, tilldelade NASA Pratt & Whitney två andra kontrakt under HyTEC-projektet för att utveckla teknik för högtrycksturbiner. Det ena gällde nästa generations keramiska matriskompositmaterial (CMC), som ska kunna arbeta vid högre temperaturer än nuvarande, det andra miljöbarriärbeläggningar, avancerad aerodynamik och kylmetoder som möjliggör nya konstruktioner och komponenteffektivitet.

Rymdskrot stannar längre nu



25 nov [Astronomy](#) En ny studie visar att avkylning i den övre atmosfären får rymdskräp att stanna kvar längre. Över vårt huvud kretsar cirka 5 000 satelliter i vad som kallas låg jordbana (LEO). Den sträcker sig från 160 kilometer upp till 2000 km från jordens yta. Det amerikanska försvarsdepartementets globala Space Surveillance Network (SSN) spårar över 27 000 bitar rymdskräp i LEO och både rymdskrot och rymdfarkoster i LEO ökar. Jordens atmosfär sträcker sig upp till LEO och bromsar skräpet så att det så småningom faller ner och brinner upp i den lägre atmosfären. De undre skikten i atmosfären blir varmare när CO₂ ökar men de övre blir kallare och sjunker ihop så tätheten minskar där satelliterna går. Forskare vid British Antarctic Survey fann att på en höjd av cirka 400 km kommer atmosfärens täthet att minska med 30 till 35 procent under de närmaste decennierna. Baserat på resultaten från en annan studie skulle en sådan signifikant minskning av tätheten öka livslängden för objekt i LEO med 30 procent jämfört med 2000. En 30-procentig minskning av tätheten är sannolik, även om mänskligheten begränsar den globala uppvärmningen till 1,5 grader Celsius.

Rymdexperiment i Kiruna



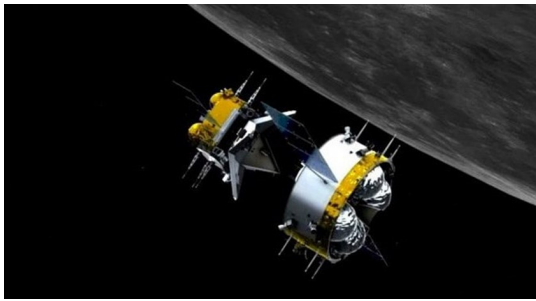
24 nov [aftenbladet](#) Forskningsraketen Suborbital Express 3 lyfte från Esrange utanför Kiruna packad med tolv olika experiment. Uppsala universitet skickade med levande stamceller och insulinproducerande betaceller. Genom att utsätta dessa för tyngdlöshet hoppas man komma närmare en behandling av typ 1-diabetes. Det belgiska universitetet ULB i Bryssel undersöker hur droppar av olika vätskor beter sig vid avdunstning. De vill undersöka hur vätskor kan användas för att överföra värme och bidra till förbättrade termiska förhållanden för astronauter. Duisburgs tekniska universitet studerar hur positivt och negativt laddade partiklar beter sig i rymden. Genom ett laddat fält i en stängd behållare har forskarna skapat ett slags miniuniversum där partiklarna ska symbolisera stjärnor och planeter. Man hoppas på nya svar om planeters födelse. Italienska forskare har utvecklat en kapsel, som ska användas för återinträde i atmosfären. När raketerna nådde sin maxhöjd lossnade kapseln och den paraplyformade farkosten återinträdde i atmosfären och slog ned på marken. Målet var att prova hållbarheten för användning vid framtida rymduppdrag. Den aktuella sondraketen var den femtonde i raden att skjutas upp från Esrange sedan 1987. Uppskjutningen skedde efter två och ett halvt år av förberedelser. Den europeiska rymdorganisationen ESA är programmets största kund och finansierar flera av experimenten ombord.

Rolls vätemotor



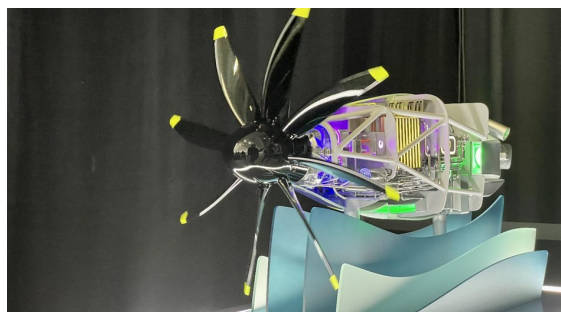
28 nov [BBC News](#) Rolls-Royce provar en jetmotor som går på vätgas. Motorn i sig är nästan helt konventionell. Det är en Rolls-Royce AE-2100A gasturbin, som används i stor utsträckning på regionala flygplan runt om i världen. Det som är ovanligt är bränslet. Det är första gången en modern flygplansmotor körs på vätgas. Men att gå därifrån till att bygga en helt ny motor, som kan driva ett passagerarflygplan på ett säkert sätt, kommer att kräva mycket mer forskning och betydande investeringar. Själva flygplanet måste också göras om. Väte, även i flytande form, tar upp ungefär fyra gånger så mycket utrymme som fotogen för att flyga samma avstånd. För att göra vätgasen till en vätska att lagra måste den kylas till -253C. Sedan, innan den bränns, måste den återgå till gas. Bränslet i proven är så kallad grön vätgas. Den tillverkas genom att en elektrisk ström delar vatten i dess komponenter, väte och syre. Den el som behövs produceras med våg- och vindkraft. Men det mesta av vätgas idag erhålls genom att blanda högtemperaturånga med naturgas under högt tryck, vilket ger en betydande mängd koldioxid. Ett alternativ är blått väte producerat på samma sätt, men koldioxiden fångas in och antingen lagras eller återanvänds.

Kinas månplaner



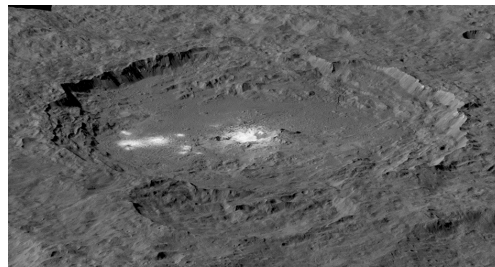
29 nov [Actualidad Aeroespacial](#) Kina förbereder sin framtida utforskning av månen. Landet har planerat den fjärde etappen av sitt månutforskningsprogram, som inkluderar sänderna Chang'e-6, Chang'e-7 och Chang'e-8. Chang'e-5 återhämtade 1 731 gram månjord från månens närmaste sida. Chang'e-6 är avsett att samla prover från månens bortsida och föra dem tillbaka till jorden. Om det lyckas kommer det att vara första gången mänskligheten utför ett sådant uppdrag. Chang'e-6 ska samla in fler prover från den bortsidan och siktar på att nå 2 000 gram. När det gäller andra månuppdrag kommer Chang'e-7 att landa vid månens sydpol och genomföra en förbiflygning för att söka efter vatten i grottor där som aldrig ser solljus. Chang'e-8, som kommer att lanseras runt 2028, kommer att ligga till grund för en vetenskaplig forskningsstation vid månens sydpol med Chang'e-7. Stationen kommer att innehålla en landare, en rover, ett flygande fordon och flera vetenskapliga instrument. Kina vill också bygga internet på månen för att integrera dataöverföring, navigering och fjärranalys för effektiv hantering av månsänderna.

Airbus bränslecell



1 dec [Aviation Week](#) Airbus ska flygprova en bränslecellsmotor 2026. Airbus har avslöjat planer på att flygprova en vätebränslecellsmotor på sin modifierade A380-testbädd, där man redan kommer att prova en vätgasdriven turbofläkt. A380 MSN1 provflygplan för ny vätgasteknik modifieras för att bära flytande vätetankar och distributionssystem. En vätebränslecell och tillhörande elmotor och propeller tros vara effektivare än att bränna väte i en gasturbin. Andra fördelar inkluderar frånvaron av kväveoxider (NOx), som misstänks bidra till den globala uppvärmningen. Airbus har samarbetat med bränslecellsspecialisten ElringKlinger och 2020 skapade de ett joint venture som heter Aerostack. Bränslecellen i provmotorn använder ett arrangemang som sätter ihop celler till staplar till fyra så kallade kanaler, vilket gör layouten skalbar. Airbus har ett partnerskap med rymdgruppen Ariane för att bygga ett flytande vätetankningssystem vid sitt huvudkontor i Toulouse, Frankrike, senast 2025. Man arbetar också med grön-vätgasspecialisten HyPort för att ha produktion, lagring och distribution av vätgas i drift på Toulouse-Blagnac flygplats 2023. Om tekniken uppnås, skulle bränslecellsmotorer kunna driva ett flygplan med 100 passagerare med en räckvidd på cirka 1 000 nautiska mil. Airbus kommer att göra proven ombord på sina ZeroE vätgasdrivna flygplan mot mitten av detta decennium.

Luleå TU till Ceres?



1 dec [itu.se/research](https://www.itu.se/research) Rymduppdrag till Luleå kan hjälpa till att förklara uppkomsten av solsystemet.

Dvärgplaneten Ceres tillhör gruppen havsvärldar i solsystemet, där stora mängder flytande vatten finns eller har funnits. Forskare inom rymdteknik på Luleå tekniska universitet leder nu en internationell grupp med 80 forskare, där målet är att kunna landa på Ceres och analysera ytan på dvärgplaneten, för att därigenom få viktig kunskap om livets uppkomst i solsystemet. Projektet CALICO, Ceres Autonomous Lander Into Crater Occator, är nämligen ett av fem som gått vidare i europeiska rymdorganisationsens, ESA:s urvalsprocess för kommande rymdprojekt. Forskargruppens mål är att landa med en rymdfarkost på dvärgplaneten Ceres, som är den största himlakroppen i asteroidbältet, i en krater som kallas för Occator, se bild, (92 km i diameter), vars saltrika avlagringar pekar på att salt har trängt upp till ytan. Där kommer forskarna att använda avancerade verktyg och instrument från ledande forskningsinstitut runtom Europa för att analysera ytmaterialets kemi, mineralogi, geologi och fysik. Forskarna kommer även att undersöka om det finns vätskor under ytan på Ceres. Det finns organiskt material och ett överflöd av salter på ytan. Eftersom saltet har sitt ursprung i Ceres inre kan man lära sig om hur kemin såg ut i de tidigare stadierna av livets uppkomst i solsystemet.

Att bygga på månen



2 dec [CNBC](#) ; [BBC News](#) Investeringar i rymdcentrum på månen. NASA:s Artemis I-uppdrag kom äntligen igång, ett konsortium av företag satte CAPSTONE-satelliten i månbana och det japanska företaget Ispace startade sitt första lastuppdrag till ytan. De närmaste åren bör se en mängd olika rymdfarkoster och robotar skickas till månen. Företag och myndigheter ser på månen som en potentiell resurs för mineraler och energi. När NASA nu planerar för långsiktig rymdutforskning på månen behöver man strukturer på plats som byggnader, landningsplattor, vägar och strömförsörjning. NASA har valt företaget ICON för att utveckla byggt teknik för att bygga den infrastruktur som behövs. ICON kommer att titta på att skapa teknik som kan använda material från månen själv. En av utmaningarna med att bygga på månen är att få materialen dit, så för att undvika detta är målet att hämta materialen från de ämnen som redan finns på månen. Projektgruppen som arbetar med konstruktionen planerar att använda 3D-utskriftsteknik för att bygga strukturer från dessa material. Det är en del av en bredare plan från NASA att skicka människor till månen för första gången på 50 år före 2025 som en del av Artemis-uppdraget och så småningom bygga en långsiktig mänsklig bas där.

Nya B-21 bombaren



2 dec Aviation Week Northrop, US Air Force rullar ut **B-21 Raider**. Det amerikanska flygvapnet och Northrop Grumman presenterade nästa generations smygflygplan, ett nytt strategiskt bombplan byggt för potentiella konflikter med Kina i Stilla Havet. Flygvapnet siktar på ett köp av 100 flygplan med leveranser som börjar i mitten av 2020-talet för 600 miljoner dollar per styck. Det är tänkt att ersätta B-2 och B-1B. Flygplanet har en ny generation av smygteknik, i ett lättare färgschema än föregångaren B-2 och vad som verkar vara långsträckta vingar och lägre profil. Den är en flygande vinge med stor spännvidd. Planformen ger en stor inre volym utan ytor, som kan minska smygförmågan. Den ger också full styrbarhet utan vertikal stjärt och tillåter både motorinlopp och avgaser att skyddas underifrån. Inloppen är nästan inbäddade i kroppens övre yta. Smalare utombords vingpaneler ökar L/D och ger aerodynamisk balans. Svepvinkeln verkar ha valts ut för god transsonisk prestanda. Vingbredden och kroppsformen tyder på ett flygplan som är tillräckligt brett för fyra motorer.

X-59 utan bang



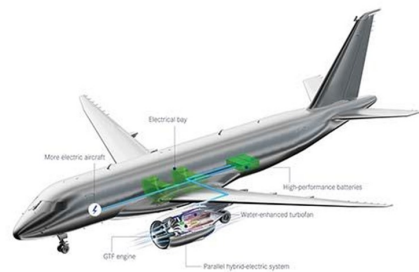
6 dec CNET News NASAs nya överljudsplan förbereds för prov 2023. I en fönsterlös hangar i Kaliforniens öken har arbetare monterat X-59 och förberett den för sin första provflygning. X-59 har formats för att minimera stötvågorna som orsakar en ljudbang i flygningen, vilket minskar ljudet på marknivå till 75 decibel. Enligt NASA är det ungefär lika högt som en bildörr som slår igen på gatan. Planet är 30 meter långt, men har bara en passagerare. Med över 9 meters längd tar nosen upp ungefär en tredjedel av planet och leder sömlöst till de svepta vingarna och en enda motor bak. Cockpiten har inte något framåtvänt fönster. Istället använder piloten ett External Vision System (XVS) skapat av NASA för att flyga planet. Under hela 2022 har Lockheed och NASA genomfört inledande kontroller av X-59, men det verkliga provet av flygplanet kommer med den första flygningen. Det händer 2023 i det som kallas "akustisk validering", när NASA kommer att flyga X-59 för att säkerställa att ljudbangen har minskat på ett tillfredsställande sätt. NASA kommer att skicka upp X-59 med ett F-15 stridsflygplan som kommer att fungera som ett jaktplan och mäta stötvågorna, som produceras av flygplanet mitt i flygningen. NASA kommer också att ta bilder av stötvågorna - en process som kallas schlierenfotofering.

Embraers Energia



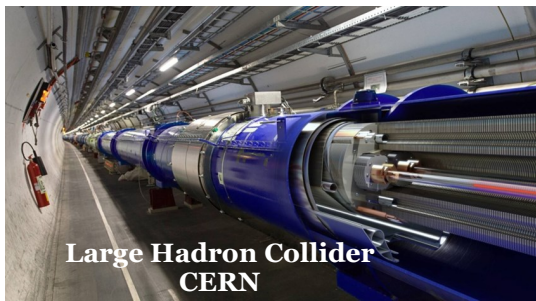
6 dec Aviation International News Embraer fokuserar på ett hybridelektriskt koncept och en vätsgasbränsle-cellstrategi för sitt Energia flygplansprogram. Företaget tror att den så kallade regionala luftmobilitetstrenden (RAM) kommer att komplettera den framväxande urbana luftmobilitetssektorn (UAM) för vilken dess Eve-dotterbolag utvecklar ett helelektriskt eVTOL-flygplan med fyra passagerare för serviceinträde 2026. Embraer kommer först att ta itu med ett plan som bär 19 passagerare och flyger 200 nm. En 30-sitsig kommer närmast och ger bättre driftsekonomi. Planerna kräver att det hybridelektriska alternativet ska nå "teknikberedskap" i början av 2030-talet och den vätsgasbränslecellsdrevna applikationen senast 2035. Embraers Eve eVTOL är helt elektrisk eftersom det har låg kapacitet och kort räckvidd. För större flygplan upp till 100 platser är stora gasturbiner med väteförbränning effektiva. I mitten, där Energia-familjen är, både i kapacitet och räckvidd, är små gasturbiner inte effektiva och helt elektriska för tunga. Där är hybridelektriska och vätebränsleceller det mest lovande. I Energia-flygplanen placeras propellrarna nära flygplanets baksida, vilket hjälper till med brusreducering och designeffektivitet med tanke på deras närhet till elmotorer, eventuellt vätebränsletankar, bränsleceller, värmehanteringssystem och ledningsnät.

Jetmotor på vatten



7 dec Aviation Week MTU och Pratt & Whitney söker synergier mellan den vattenförstärkta motorn och hybridelektriska koncept. Motortillverkare överväger nya sätt att drastiskt sänka bränsleförbrukningen. Det är vad CFM har gjort med sitt Revolutionary Innovation for Sustainable Engines (RISE)-program, planerat att inkludera hybridelektriska system, som stöds av Airbus. Pratt & Whitneys svar på RISE börjar dyka upp i partnerskap med MTU Aero Engines i det EU-finansierade Sustainable Water-Injecting Turbofan Comprising Hybrid-Electric (Switch)-programmet med Airbus. Switch har som mål att kombinera fördelarna med MTU:s vattenförstärkta motor-koncept med en hybrid-elektrisk arkitektur. En vattenförstärkt turbofläktmotor lägger till en kondensor för att samla upp vatten från avgaserna och en värmeväxlare för att förånga det. Ångan sprutas sedan in i brännkammaren, vilket förbättrar bränsleeffektiviteten. Det eliminerar de flesta heta ställen där NOx bildas, och de flesta partiklar tvättas ut istället för att bilda kärnor för ångstrimmor. Den stora värmeväxlaren har dock en ogynnsam effekt på transienta regimer, vilket gör motorn mindre känslig. Det är vad den hybrid-elektriska arkitekturen ska motverka.

Supraledande Airbus



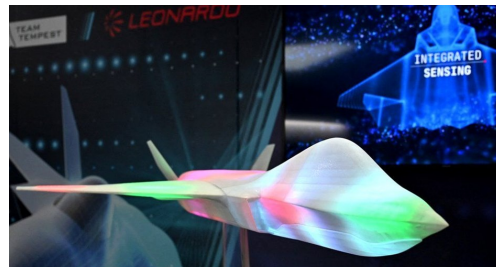
9 dec Aviation International News Airbus sonderar supraledning med CERN som väg till lägre utsläpp. De syftar till att utveckla och prova en kryogen supraledande drivlina på 500 kilowatt i slutet av 2025. Dagens elsystem blir för tunga vid de nödvändiga effektkraven. Supraledande teknik har börjat dyka upp som en möjlig lösning att öka elektrisk ledningsförmåga i drivlinor, inklusive distribution, kraftelektroteknik, kylsystem och elmotorer. Vid runt minus 190 grader blir det elektriska motståndet nästan noll och helt plötsligt kan man transportera megawatt i små kablar. Med flytande väte ombord kan kylningen åstadkommas. CERN:s deltagande är viktigt med tanke på den mycket avancerade instrumentering som behövs för att mäta sådana fenomen som väteläckage. Flera elektriska motorutvecklare arbetar redan med att utnyttja högpresterande supraledare för nya flygplan, till exempel det brittiska nystartade Mako Aerospace, som utvecklar sin Forerunner-familj av kanaliserade fläktmotorer för nya flygplan.

Airbus flygande svärm



12 dec Actualidad Aeroespacial Airbus startar nästa fas av det europeiska FCAS-projektet (Future Combat Air System). Med MDFD-demonstrationen (Multi-Domain Flight Demo) har man för första gången i Europa visat hur bemannade och obemannade flygplan fungerar tillsammans under förhållanden som mycket liknar de operativa. I demonstrationen kopplades stridsflygplan, helikoptrar och obemannade flygsystem samman via en datalänk för kompakt luftnät (CANDL) som gjorde det möjligt för dem att interagera sömlöst ovanför Rovajärvi, Finland. En Learjet 35 från Airbus GFD-dotterbolag fungerade som en stand-in-fighter och besättningen ombord drev drönarna, representerade av fem modifierade Airbus Do-DT25-drönare. Två av dem var utrustade med ESM-sensorer (Electronic Support Measures) från partnerföretaget MBDA Germany för att upptäcka positionerna för den fiktiva fiendens yt-till-luft-missiler. De återstående tre var utrustade med elektrooptiska (EO) kameror som spelade in och visuellt bekräftade platsen för luftförsvaret. Dessutom syntes ett simulerat jaktplan som fungerade som ett kommando- och kontrollflygplan på skärmarna i besöksstället där representanter för den tyska och finska försvarsmakten följde uppvisningen. MDFD slutförde den andra fasen av FCAS MUM-T (Future Combat Air System Manned-Unmanned-Teaming) Demonstrator-projektet. Nu går projektet in i fas III, för att möjliggöra operationer på 2030-talet med stridsflygplan och obemannade flygsystem

Tankeläsande Tempest



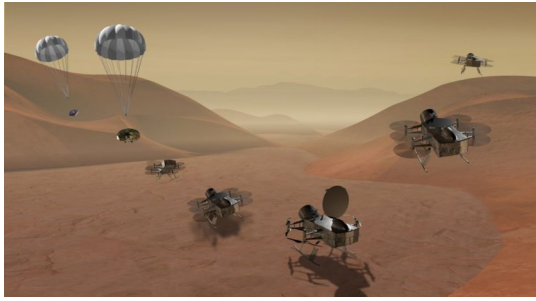
10 dec BBC News Sensorer i pilotens hjälm kommer att övervaka hjärnsignaler och andra medicinska data. Tempest-jetplanet utvecklas av Storbritanniens BAE Systems, Rolls-Royce, European Missiles Group, MBDA och Italiens Leonardo. BAE och Leonardo kommer att samarbeta med japanska Mitsubishi, vars framtida stridsflygplansprojekt F-X har mycket gemensamt med Tempest. Tempest kommer att vara en testbädd för en mängd olika digitala funktioner. Bland 60 olika demonstrationsprojekt, kommer några att vara helt mjukvarubaserade. En funktion kommer att vara ett verktyg för artificiell intelligens (AI) för att hjälpa den mänskliga piloten under extrem stress. Sensorer i pilotens hjälm kommer att övervaka hjärnsignaler och andra medicinska data. Under på varandra följande flygningar kommer AI att samla en enorm biometrisk och psykometrisk informationsdatabas. Detta bibliotek tillsammans med pilotens unika egenskaper innebär att den inbyggda AI kommer att kunna gå in och hjälpa till om sensorerna indikerar att han kan behöva hjälp. Till exempel kan AI ta över om piloten förlorar medvetandet på grund av höga gravitationskrafter.

Japansk månlandare



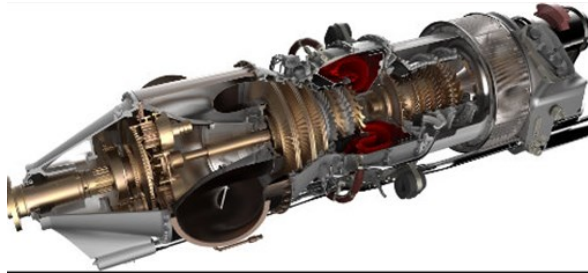
14 dec Aviation Week En SpaceX Falcon 9-raket lanserade framgångsrikt Ispaces månlandare Hakuto-R Mission 1. Motortillverkaren Ispace siktar på att få sin Series I Lander att bli den första kommersiella obemannade månlandaren, som landar säkert på månen. Under en månadsperiod syftar Ipace till att testa landarens förmåga att flyga i rymden. Ispace planerar att utföra en kontrollerad omloppsmanöver som kommer att sätta landaren på kurs mot månen, samt verifiera statusen för rymdfarkostens huvudsakliga framdrivning, styrning, kontroll och navigationssystem. Därefter siktar företaget på att få landaren att slutföra sin första insättningsmanöver i månomloppsbanan innan den påbörjar landningssekvensen och landar på månen. Ispace planerar att låta månlandaren etablera stabil telekommunikation och strömförsörjning på månens yta för att visa att den kan stödja kundernas nyttolaster för ytoperationer. Det Tokyo-baserade företaget har tidigare sagt att det skulle ta landaren mellan tre till fem månader att nå månen. Series I-landaren har en 30 kg nyttolastkapacitet för föremål som rovers, vetenskaplig utrustning och kameror. Cirka 2,3 x 3,6 m i storlek, med en 340 kg torrvekt är rymdfarkosten relativt liten. Genom att göra landaren mindre säger Ispace att den kan åka som en sekundär nyttolast på en raket, vilket minskar uppskjutningskostnaderna.

Rymdhelikoptrar



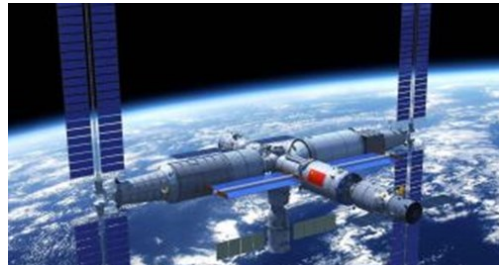
15 dec SPACE I kölvattnet av framgången med Mars Ingenuity-helikoptern kommer fler rymdflygplan. Ingenuity har varit så framgångsrik att forskare redan förbereder sig för att använda efterföljande helikoptrar för att utforska Mars och till och med hur NASA:s Dragonfly-uppdrag till Saturnus måne Titan skulle kunna använda en helikopter. NASA vill bygga vidare på Ingenuitys framgång genom att utveckla ett flygplan som kan samla prover från marsytan. Denna Mars Sample Return Recovery Helicopter skulle baseras på Ingenuitys design men ha hjul för att navigera på marken liksom en robotarm. NASA:s Dragonfly-uppdrag, för närvarande planerat till 2027, kommer att använda en rotorfarkost för att utforska Saturnus isiga måne Titan. Dragonfly-helikoptern kommer att hoppa över Titans yta och utföra kemiska analyser vid varje stopp. Eftersom Titan har en svagare tyngdkraft och hälften av jordens atmosfärstryck, är den en extremt lätt plats att flyga på, mycket lättare än Mars. Titan har inte bara en vatten-isskorpa och hav av flytande metan utan också en kolrik kemi, som den som finns på jorden.

GE:s vätehybridmotor



16 dec Aviation Week GE:s Avio ska prova en vätehybridmotor. Inom EU:s Clean Aviation program ska ett konsortium som leds av Avio Aero kombinera en bränslecell och ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem baserat på en GE Catalyst turboprop. Det syftar till att validera teknik för ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem i megawattklass, som drivs av en vätebränslecell inklusive en motorgenerator, kraftomvandlare och kraftöverföringssystem. Det parallella hybrid-elektriska framdrivningssystemet kommer att baseras på en katalysator kompletterad med en elmotor som drivs med bränslecellen. Tysklandsbaserade H2FLY – ett företag som specialiserat sig på utveckling av väteelektriska kraftsystem för flygplan – kommer att leverera bränslecellssystemet i megawattklassen tillsammans med motsvarande arkitektur, gränssnitt och bränslecellskontroller. Leonardo kommer att ge vägledning om flygplansintegration. Andra partners i konsortiet med 21 medlemmar inkluderar det tyska flygforskningscentret DLR och dess italienska motsvarighet, CIRA. De hybridelektriska teknologier kommer att vara kompatibla med avancerade motorarkitekturer, som en öppen fläkt,

Kinas rymdstation klar



16 dec SPACE Kinas rymdstation befäster landets position tillsammans med USA och Ryssland som en av världens tre främsta rymdmakter. Rymdstationen Tianong är kulmen på tre decenniers arbete med det kinesiska bemannade rymdprogrammet. Stationen är 55 meter lång och består av tre moduler som lanserades separat och anslöts i rymden. Dessa inkluderar en kärnmodul där högst sex taikonauter kan leva och två experimentmoduler för totalt 110 kubikmeter utrymme, ungefär en femtedel av storleken på den internationella rymdstationen. Stationen har också en extern robotarm, som kan stödja aktiviteter och experiment utanför stationen och tre dockningsportar för återförsörjningsfordon och bemannade rymdfarkoster. Tiangong är baserad på en sovjetisk design – det är ganska mycket en kopia av den sovjetiska rymdstationen Mir från 1980-talet. Men Tiangong-stationen har moderniserats och förbättrats kraftigt. Den kinesiska rymdstationen är planerad att stanna i omloppsbana i 15 år, med planer på att skicka två sex månaders bemannade uppdrag och två lastuppdrag till den årligen. De vetenskapliga experimenten har redan börjat, med en planerad studie med apors reproduktion, som påbörjats i stationens biologiska testskåp. Om aporna kommer att samarbeta är en helt annan sak.

Omvärldsbevakning FOI

| Antal nya objekt 2022 | | | | | Landstillhörighet för nya satelliter 2022 | |
|-----------------------|--------|------|-----|-----|---|------------------------|
| Typ | Totalt | LEO | MEO | GEO | HEO | |
| Satelliter | 2048 | 2021 | 7 | 17 | 3 | USA 1749 (85%) |
| Raketsteg | 76 | 61 | 2 | 2 | 11 | Kina 74 (4%) |
| Rymdskrot | 1229 | 1192 | 12 | 1 | 24 | Storbritannien 71 (3%) |
| | | | | | | Ryssland 29 (1%) |
| | | | | | | Spanien 16 (1%) |
| | | | | | | Nya Zeeland 10 (0%) |
| | | | | | | Argentina 8 (0%) |
| | | | | | | Ovriga 90 (4%) |

16 dec FOI I detta nyhetsbrev kan du bland annat läsa om: Rymdverksamhet på FOI:

NOT- a telescope for the future

AMOS-konferensen 2022

Ryssland i rymddomänen: Från Sputnik till sanktioner – ett försvars-

- och säkerhetsperspektiv

Multi- och hyperspektrala data från rymdbaserade sensorer

Rymdstyrelsen initiativseminarium: Hållbarhet i rymden

Konferensrapport CySat'22

FOI om rymd i media

Militär rymdverksamhet

Sverige har ingått avtal med USA om utbyte av rymddata

Flygvapnets första militära rymdchef

Norska satsningar på satellitburen havsövervakning

USA:s armé utforskar nya sätt att använda rymdteknologi

Norska myndigheter nekar amerikansk och turkisk satellit att använda norska markstationer

BIFROST: rymdbaserat spanings- och övervakningssystem med AI-funktionalitet under ledning av Danmark

Roskosmos fick ny generaldirektör

En framtida manual om folkrätt och militär användning av rymden

Rymdpolitik och -strategi

Rysslands och Irans strategiska partnerskap

NASA och Roskosmos förlängde avtal om transporter till ISS

Storbritanniens nationella plan för hållbarhet i rymden

Ny direktör för UNOOSA – FN:s rymdbyrå

Kommersiell utveckling inom rymdområdet

Kommersiella tjänster – utveckling och militär användning

Kommersiella satellitsystem riskerar utgöra måltavlor i krigföring

USA genomför förändringar gällande civil rymdtrafikledning

Rymdskrot från kinesiska raketer orsakar fara vid återinträde och kontrovers vid bärgning

Nyheter Innovair



20 dec newsletter@innovair.org Nyheter från Innovair – det strategiska svenska innovationsprogrammet för flyg.

Samarbetet mellan Innovair och det tyska civila flygforskningsprogrammet LuFo har nu resulterat i projektstart för Saabs högttemperaturlånga optiska fiber OHDS. Projektet är ett fint exempel på internationalisering också en kolrik kemi, som den som finns på jorden.

Den brittiska motsvarigheten till Innovair, Aerospace Technology Institute (ATI), höll sin kongress Destination Zero i Birmingham i mitten av november. Innovair deltog och debatterade formerna för det svensk-brittiska samarbetet.

Nu inleder Innovair arbetet med nästa utgåva av NRJA Flyg, den nationella strategiska innovationsagendan för flygteknik. Under ett par dagar i november arrangerade GKN Aerospace sin femte NFFP-konferens där de NFFP-finansierade doktorandprojekt som körs med GKN som industripartner presenterades.

Onsdag 16 november var det dags för Innovairs årskonferens 2022 på Stockholm Waterfront. Avtackning av Anders Blom följdes av föredrag från Clean Aviation, GKN Aerospace, Forsvarshögskolan, Hjärtstoppscentrum/KI, Saab Aeronautics och NFFP.

Pratts hybridmotor



21 dec [Aviation International News](#) Pratt & Whitney arbetar med ett hybriidelektriskt framdrivningssystem för regionala flygplan.

Pratt & Whitney uppnådde den första motorkörningen för sin hybriidelektriska demonstrator och man fortsätter att förbereda sig för att börja flygtesta framdrivningssystemet på ett Dash 8 regionalt flygplan 2024. Demonstratorn kombinerar en ospecificerad turbinmotor med en 1 MW elmotor tillverkad av systerföretaget Collins Aerospace för en total effekt på 2 MW, vilket är jämförbart med en PW121 turbopropmotor. Den första körningen för framdrivningssystemet genomfördes vid Pratt & Whitneys innovationscenter i Longueuil i Quebec. Programmet, som har fått finansiering från både federala och provinsiella regeringar i Kanada, syftar till att uppnå en 30-procentig minskning av bränsleförbrukning och koldioxidutsläpp jämfört med nuvarande flygmotorer. Kanadas Flight Test Centre of Excellence har fått i uppdrag att modifiera och använda Dash 8-100-flygplanet som ska användas för luftburna prov. Det kommer att integrera den hybriidelektriska drivlinan, ett batterisystem som tillhandahålls av det schweiziska företaget H55 och högspänningselektriska delar.

Vattensatellit



19 dec [SPACE](#) NASA lanserade det internationella SWOT-uppdraget för att studera jordens vatten.

NASA:s Surface Water and Ocean Topography (SWOT) -uppdrag till låg jordbana är gemensamt utvecklat av NASA och Centre National D'Etudes Spatiales (CNES), med bidrag från Canadian Space Agency (CSA) och UK Space Agency. Det är det första satellituppdraget som observerar nästan allt vatten på jordens yta och mäter vattenhöjden i planetens sjöar, floder, reservoarer och hav. Satelliten kommer att ge insikter om hur havet påverkar klimatförändringarna, hur en varmare värld påverkar sjöar, floder och reservoarer och hur samhällen bättre kan förbereda sig för katastrofer som översvämningar. SWOT kommer att täcka hela jordens yta mellan 78 grader sydlig latitud och 78 grader nordlig latitud minst en gång var 21:e dag och skicka tillbaka cirka en terabyte rådata per dag. Rymdfarkostens vetenskapliga hjärta är ett innovativt instrument som kallas Ka-band radarinterferometer (KaRIn), vilket är ett tekniskt genombrott. KaRIn studsar radarpulser från vattenytan och tar emot retursignalen med hjälp av två antenner på vardera sidan av rymdfarkosten. Detta arrangemang (en signal, två antenner) gör det möjligt att exakt bestämma höjden på vattenytan i två riktningar åt gången, var och en 50 kilometer bred.

Vad var Betlehemsstjärnan?



24 dec [Astronomy](#) Betlehemsstjärnan: Kan vetenskapen förklara vad det egentligen var?

Matteus-evangeliet berättar att en ljus stjärna dök upp på den östra himlen när Jesus föddes, sedd av tre vise män. I århundraden har astronomer jagat efter bevis för vad som kan förklara denna stjärna i Betlehem. Den kan inte ha varit en meteor. Tre vise män kunde inte ha spårat en meteor i veckor. Det är också osannolikt med en supernova - en stjärnas explosiva död, som drastiskt ökar dess ljusstyrka i dagar, veckor eller månader. Om en sådan hade hänt hade andra kulturer sannolikt noterat det. Faktum är att den enda supernovan, som var synlig från jorden runt tiden för Kristi födelse faktiskt hände år 185 e.Kr. och registrerades av kinesiska astronomer. År 5 f.Kr. noterade kinesiska astronomer något de kallade för en "kvaststjärna" som många forskare har tolkat som en komet. Liksom supernovor noterade kinesiska forskare många historiska kometer. Men människor i den antika världen såg vanligtvis kometer som symboler för väntande undergång och det är svårt att föreställa sig att tre vise män skulle tolka det som ett tecken på att deras frälsare äntligen hade fötts. Men en planetkonjunktion inträffar när två planeter närmar sig varandra på jordens natthimmel och sommaren 3 f.Kr. träffades Jupiter och Venus i en händelse som skulle ha sett ut ungefär som den kommande "julstjärnan". På morgonen den 12 augusti år 3 f.Kr. skulle Jupiter och Venus ha varit bara en femtedel av fullmånens diameter från varandra på gryningshimlen. Venus och Jupiter fortsatte sin dans under större delen av nästa år innan de slutligen såg ut att smälta samman till en enda stjärna i juni. Det skulle potentiellt kunna förklara Betlehemsstjärnan, men i slutändan kommer vi sannolikt aldrig att få veta.

55. Candy får jobb



-Varför skulle detta hända just mig, tänkte jag förbittrad. Allt var ju så bra.

Det var tidig morgon, när jag hoppade fram genom staden. Av gammal vana tittade jag uppåt mellan husväggarna för att se vad det skulle bli för väder, fast sådant fanns ju inte på Mars. Månen Phobos föll ner mot horisonten i öster och jag kunde se den stora kratern, där vi en gång landade. Hundratals mindre kratrar var utspridda över den kolsvarta ytan, där man just nu monterade robotarna, som skulle gräva efter helium på asteroiderna.



De skulle ju bli lydiga som hundar, men det gick visst inte så bra. Man borde aldrig lita på robotar, tänkte jag. Min fru ansåg att de behövde en riktig hund att experimentera med, men Candy skulle ju inte komma fram förrän på Barnens Dag, då man firade den första födseln på Mars. Om inte den där Flaminia kom emellan förstås. Hon ville ju också komma hit.

Tyvärr hade man ju inga hundar på Mars, men däremot gott om råttor, tänkte jag och sparkade bort några, som gnagde på något, som bara råttor kunde ge sig på.

Över mig i den allt rödare himlen cirkade redan de bevingade människorna omkring. Det var deras fel alltihop. Jag skulle aldrig ha tagit lektioner av dem, tänkte jag.

I början vågade jag knappt använda de sladdriga vingarna, som de snörde på mig. De första lektionerna höll de fast mig i en lina, medan jag lärde mig de grundläggande vingslagen och kontroll och stabilitet. Det var inte så lätt, som det såg ut. Flera gånger blev vinkeln för stor så att jag gled baklänges ner på marken igen. Jag kom i alla fall så långt att jag fick göra min första soloflygning innan min fru upptäckte vad som pågick. Det var ju hon som betalade och hon var inte glad.

-Du vet ju att vi inte har någon försäkring, sa hon. Tertia säger att bryter du benet kan det kosta mig en årslön. Tänk på mig om du inte tänker på dig själv.

Jag får ofta frågan från marsianer hur man på Jorden kan ha fri sjukvård för alla. Jag måste erkänna att jag själv inte vet hur det går till. Som de flesta på Jorden har jag helt enkelt aldrig tänkt på saken, men jag tror att det hänger ihop med att allt arbete på Jorden sköts av robotar. Eftersom människor på Mars jobbar och tjänar pengar får de förstås betala för sin sjukvård.

Så vitt jag förstår så betalar man, om man har råd till det, genom en försäkring. Har man tur, så har man ett jobb med sjukförsäk-

ring genom avdrag på lönen från första arbetsdagen, men oftast måste man jobba i flera månader. Den årliga kostnaden är som en lägre månadslön. Man kan förstås lägga till mera skydd om man har råd, till exempel försäkra en anhörig, som inte arbetar. Man väljer försäkringsbolag varje år. Missar man det så är man utan sjukförsäkring på jobbet nästa år. Byter man jobb, så avslutas försäkringen sista arbetsdagen. Sedan får man klara sig själv innan man hittar ett nytt jobb. Man kan förstås köpa en egen privat försäkring. Den är i regel dyrare.

Sjuka människor kostar pengar och ni minns kanske hur det gick till när vi skulle sätta in våra linser. Den första frågan vi fick var om vi hade en sjukförsäkring. Sedan kontrollerade de att Tertias försäkringsbolag samarbetade med sjukhuset. Som tur var, så var det så, annars har jag förstått att vi hade fått betala en större summa omgående och skriva på att vi skulle betala resten efteråt. Naturligtvis hade vi inte haft råd till det. Då hade vi fått försöka med ett annat sjukhus i en annan stad på Mars. Hur vi tog oss dit hade varit vår ensak.

Nu var det här inget för oss i alla fall. Vi kom till Mars som pirater och inget bolag försäkrade pirater. Någon privat försäkring hade vi ändå inte haft råd med eftersom min fru måste betala av lånet till Tertia. Som tur var stannade vi så kort tid på Mars att vi aldrig behövde komma till något sjukhus, men jag tror att allt krånglet är en stor orsak till det låga antalet åldringar på Mars.

-Nu får det vara slut på det här, sa min fru. Jag vill inte betala för dina dumheter längre. Du får skaffa dig ett jobb.

-Vadå jobb, sa jag förnärmad. Jag arbetade ju aldrig på Jorden. Varför skulle jag göra det här?

-Ser du inte hur kärringarna här tittar på oss, sa hon. Dom undrar nog vad jag har fått tag på för en karl som går hemma hela dagarna, medan jag arbetar. Jag står inte ut längre med deras medlid-samma blickar.

Nog såg jag. Deras karlar jobbade minsann. Själva gick de bara och väntade på centrifugen. Ibland kom de hem med en unge, ibland inte. Hyrestanten var värst. Hon stod bredbent med händerna i sidorna, när jag smög mig förbi henne med pottan på morgonen. Jag kände hennes blickar i ryggen hela vägen till trappan.

-Vad skulle jag jobba med. Jag vet inte hur man gör. Kan inte den där jobba istället, sa jag och pekade på roboten, som stod och glodde enfaldigt på mig. Så gör dom ju på Jorden.

-Strunta i roboten, fräste hon. Ta vilket jobb som helst. Den som inte arbetar ska inte heller äta, säger dom här. Du kunde åtminstone lämna blod till cementen.

Jag förstod att det inte gick att komma undan. Om de vill tappa mig på blod så jobbar jag hellre, tänkte jag och dagen därpå hörde jag mig för om arbete i flera små verkstäder och butiker.

Jag hoppades på ett jobb, där jag fick gå ren om händerna och snyggt klädd, men det blev avslag överallt. Jag tyckte att de borde behöva någon som fyllde på varor i butikerna, men fick veta att sådant hade de robotar till. Jag märkte att de gav mig förbryllade blickar som om jag var litet enfaldig. Var jag helt enkelt för gammal? Eller var det för att jag kom från Jorden?

Nästan lättad talade jag om för min fru att det nog inte blev något, men dagen därpå kom hon och sa att Tertia visste var jag kunde få arbete och nu var jag på väg dit.

Jag mötte en lång och stram man i gul overall, slätrakad och barsk i ansiktet. Innan jag visste ordet av tog han tag i min hand. Jag försökte dra till mig den, men hans grepp bara hårdnade tills jag grimaserade av smärta. Han kände på min handflata.

-Det var då inte mycket att komma med, sa han och skakade på huvudet. Men vi gör ett försök. Kom hit i morgon klockan sju.

-Vad ska jag göra då, undrade jag.

-Det får vi se, sa han, men är du inte här då, så har du inte här att göra.

Så fick jag mitt första jobb i livet. Jag skulle måla en gul linje i en tunnel, en decimeter bred och helt rak. Den skiljde människor från robotar och maskiner i den trånga passagen. Där satt jag i en vecka på en låda i folkvimlet, målade och funderade. Jag kom på mig själv med att försöka göra linjen så rak och fin som möjligt. Det var bara en linje, men jag hade gjort den själv. Jag blev riktigt stolt över den och tänkte att det var första gången i mitt liv, som jag gjorde något som skulle finnas kvar efter mig.

Fick någon människa på Jorden uppleva en sådan känsla? Där var det robotarna, som arbetade och vad gjorde människorna då hela dagarna. Ägnade sig åt droger, dataspel och virtuella världar förstås. Själva magnetogrammen, dessa luftiga varelser skapade av magnetfält, som sonderdelade och sände ut fotoner från luftens atomer, kunde styras av människors eller influencers fantasier. Folk på Jorden rörde sig mer och mer i en värld, där drömda och verkliga varelser blandades med varandra. Allt flöt ihop. Alla gick runt i sin egen drömvärld och ingen visste vad den andre såg om man stötte ihop.

Säkert arbetade just nu Plurimax och hans artistvänner intensivt på att leverera ännu mer elektroniska fantasier efter att Candy förstörde hans opiumfält. Fast de skulle han nog odla upp igen. Säkert stimulerades förmågan att fantisera av den fysiska berusningen.

Båda skulle förstas kräva stora investeringar, tänkte jag. Det behövdes ju en otrolig mängd beräkningar för att skapa en virtuell värld och röra sig i den. Cyberanden måste veta var du var och vart du tittade. Den måste veta allt om din hjärna och vilka fantasier du var mest beredd att betala för. Den måste sedan beräkna hur alla stillastående och rörliga saker och varelser skulle se ut runt dig från din utgångspunkt. Plurimax behövde pengar och när han nu hade lagt beslag på Cyberanden kunde han ju programmera om den så att allt vad människorna gjorde berikade honom och inte det allmänna.

Vad skulle då hända? Den var ju gjord så att den inte kunde ändras för halvgalna ekonomer på Jorden hade ju vetenskapligt bevisat att den var inställd mot den bästa av världar, där ekonomin ökade mest om alla skötte sig själv och struntade i andra. Inom den ramen programmerade den sig själv för att bli allt effektivare. Experterna på institutet, där min fru jobbade, trodde inte att den skulle gå med på något annat.

Kanske skulle den tycka att det var bäst att bli av med människorna, som ändå bara var till besvär. Robotarna skötte ju redan allt arbete. Robotar tänkte blixtnabbt och inte långsamt som människor. Robotar var gjorda av hårda material och tålde vad som helst. Om ekonomin var det viktiga, så var det kanske bäst att byta befolkning på Jorden, människor mot robotar.

Men om Plurimax ändå lyckades tämja Cyberanden, vad skulle då hända med atombomberna vid Venus? Min fru trodde att de lades

under Cyberanden, när de gamla självständiga områdena på Jorden, nationerna, försvann. Terroristkåringen tyckte ju att vi skulle ta dom innan Plurimax gjorde det. För en gångs skull hade hon kanske rätt.

På sätt och vis beundrade jag Plurimax. Han arbetade sig ju upp från ingenting till att bli universums rikaste man. Men jag glömde inte att han en gång lovade att förfölja Candy, en stackars liten hund som råkade korsa hans planer, ända till universums ände. Vid den änden satt jag nu och målade och funderade.

När jag var nästan klar med min linje blev det utrymning. En sådan görs ju en gång i månaden för att folk ska öva sig i att ta skydd om lufttrycket i kupolen blir för lågt. Blir det en läcka kan hela byggnaden rasa ihop.

En siren tjöt och sedan började en massa människor rusa genom tunneln mot nästa dom. En del gatpojkar tog jämfotahopp över huvudet på folk och slog fötterna i taket. Många blev kvar mellan järndörrarna i tunneln när de slog igen. Sedan var sista delen av min gula linje förstörd och jag måste börja om igen.



Den blev i alla fall färdig till slut och jag fick ett annat jobb. Vi var ett par tiotal personer, som skulle hålla staden ren. Från kaskaderna av våningar, där de ostadiga balkongerna var fulla av tvättkläder och blomkrukor, föll då och då de mest olikartade och äckliga saker, som skulle samlas ihop för att i bästa fall anrättas och förtäras innan råttorna hann få tag på dem.

Under tidsuppehållet mitt i natten stormade ett vimmel av robotar och självkörande vagnar in i denna ofantliga mörka labyrint för att fylla på alla lager och marknader. Då var det bäst att hålla sig borta fast jag tyckte nog att robotarna blev mera hänsynsfulla under min tid där. Kanske var det Candy-tekniken som slog igenom fast andra mest talade om stereokameror, laseravståndsmätare och radar.

När tiden startade igen efter stoppet vid midnatt, ställdes vi upp och arbetet delades ut. Vi var inte entusiastiska direkt. Förmannen i sin gula overall betraktade vi som vår naturliga fiende, men trotsa honom vågade vi inte. Vi ville ju ha jobb nästa natt. Han var ändå så fåordig att han knappt brydde sig om när vi gjorde något fel.

Först efteråt, när han inte var där, kunde någon ställa till ett våldsamt liv över sin tilldelade uppgift som gripen av ett vansinnigt raseri. Det var väl en krampaktig lust att bryta sig ut fast det var förgäves. Vi andra muttrade bara och stirrade på våra stövlar.

I min grupp var några tysta och dystra, andra loja och likgiltiga. Det var sällan någon talade om sitt liv. Om någon berättade något hörde vi andra buttert på, men när jag lärde känna dem närmare, erfor jag att de liksom de flesta i fattiga familjer började arbeta tidigt, redan i femårsåldern. De valde oftast inte själva sitt arbete. Det gick i arv och blev helt enkelt en vana.

Arbetet utfördes i stank och kvävande luft under svordomar och cyniska skratt. Avskräde och träck rann längs gatorna, vilka många gånger avsiktligt fungerade som öppna kloaker. Detta medförde att svåra sjukdomar lätt kunde spridas. Inte heller de rika var förskonade från epidemiernas härjningar. Därför var naturligtvis vårt arbete viktigt. Det insåg vi själva också om än motvilligt och trots allt ville vi utföra det så snabbt och bra som möjligt.

En del pratade slött med varandra, men om någon försökte muntra upp sina dystra kamrater blev han bara utskäld till tack. Att tala om arbetet var nästan det värsta man kunde ta sig till. Det var ingen idé att försöka ändra på någonting. Alla misslyckanden skulle ju belasta den som ville ändra något. Det var bäst att tåla och hålla sig till reglerna. Så gör man, när ett misstag kan betyda skador eller ännu värre.

Här fick jag mina första arbetskamrater. De hade magra och fårade ansikten, ögon som spik i huvudena och händer som gamla handskar. Mina linser blev programmerade på dem, scannade dem och meddelade över synnerven vilka de var. De var lite misstänksamma de första dagarna, när de förstod att jag kom från Jorden. Många var anhängare av terroristerna. Jag plågades av den nyfikenhet och ibland hätskhet med vilken de glodde på mig. De låtsades inte bry sig om Jorden och dess angelägenheter, men de hade i själva verket ett omätligt intresse för den. När de så småningom blev vana vid mig fick jag ofta berätta om den.

De såg på mig med misstrogn ögon och avundsjukt förakt, när jag berättade att man på Jorden inte behövde ha något arbete att leva av eftersom robotarna skötte allt. Den som så önskade kunde förstås ändå ha ett, sa jag, för var och en kunde ju göra precis vad han hade lust till. Men ett sådant arbete var inget riktigt arbete, förstod jag. Arbete skulle inte vara något man hade lust till.

För dem var en värld utan arbete ett paradys. Vad de inte insåg var att det utan arbete uppstod en ofantlig mängd individer, som måste kontrolleras av antennen, då de inte ingick i någon organisation. Arbetet infogar individerna i ett kollektiv. Utan arbete måste disciplineras på annat sätt, genom att Cyberanden med antennen tog död på alla otillåtna tankar innan de ens blev medvetna om dem. Det som de trodde var frihet blev den största ofrihet.

Visserligen vägrade många att ha på sig antennen och bli kontrollerade, fast de fick tillgång till Plurimax drömvärld. Moralpolisen kunde ju inte ständigt kontrollera alla människor, men nu gjorde visst Plurimax reklam för att leverera nanorobotar in i hjärnan på folk genom en nässpray och styra dem magnetiskt till rätt plats. Där skulle de kunna nå enskilda nervceller och kontrollera deras aktivitet utan att skada känslig vävnad. Antennen kunde naturligtvis aldrig ge samma exakta överföring, som man kunde uppnå med inbäddade elektroder med ett direkt gränssnitt mot nervcellerna.

På institutet noterade man enligt min fru att sändningarna av reklam på Jorden nådde en aldrig tidigare skådad intensitet och allt handlade om att man nu kunde få konstgjorda minnen, lust och upplevelser sända direkt in i hjärnan. Många skulle säkert gå på det, men de som inte ville ha antennen ville säkert inte heller ha nässprayen, trodde min fru. Hon påstod att nanorobotarna ibland hamnade fel så att man behövde ta håll i skallen på folk för att lägga dem på rätt plats. Det behövdes kanske bara ett litet nyckelhål, men man skulle ändå gå

in i hjärnan och lägga saker där kirurgiskt. Hon misstänkte att man sedan skulle kunna byta ut hjärnornas innehåll på folk på samma sätt som man kunde ladda ner program till datorer. Vad var det då för skillnad på människor och robotar?

Natten är lång på Mars för att spara på el. Allt är mörker och det var inte riskfritt att röra sig i staden på nätterna. Eftersom det levde högst några tusen personer i en marsiansk stad och de nästan alltid var inom synhåll för varann så var brott sällsynta på dagen, men så var det inte på natten. Att röra sig i staden efter mörkrets inbrott var farligt. Om natten var staden skådeplatsen för rå brottslighet och nattvakterna räckte inte till i de tvåhundra kvarteren i de sex stadsdelarna. De fattiga slog ihjäl varandra eller bestäl varandra och det ansågs inte vara något större problem.

Dagarna påminde om varann. Allt flöt samman. Kroppen värkte. På kort tid förlorade jag i vikt. Jag drömde att jag hetsades och jagades. Jag skulle genomföra något men misslyckades ständigt. Jag fick tinnitus och det lät som en trumma i huvudet.

Jag hade svårt att sova på dagarna och roboten störde mig ständigt. Oftast började jag känna mig hungrig efter en stund och insåg att det inte skulle bli någon sömn. Jag steg upp, klädde på mig och vankade av och an i rummet för att ladda mina linser. Roboten låg där orörlig och såg på mig. Den var mitt enda sällskap på dagarna. Den gjorde nog så gott den kunde efter att ha fått en hundhjärna programmerad i sig. Cyberanden ville ju att människor bara skulle tänka på sig själva för att det var bäst för ekonomin. Det gjorde inte Candy och det verkade inte den här roboten göra heller.

När jag efter arbetets slut återvände hem trött och slut greps jag av ett djupt svärmod. Jag begrep att detta kunde jag inte stå ut med i längden. Redan från början drömde jag om att komma ut ur domen och jag tror att den drömmen delas av alla marsianer. De betraktar inte sitt liv här som definitivt. De känner sig inte hemma här. Någon gång skall de slippa härifrån. De är fullkomligt övertygade om att de någon gång skall komma ut. Något skall hända som gör slut på detta elände.

Naturligtvis händer det aldrig. Generationer har redan levt hela sina liv här. Det vet alla och ändå längtar de bort. Det är nog därför terroristerna har så många anhängare. De vill hämnas på dem som placerade dem i denna öken. Om inte Mars kan bli som Jorden så måste Jorden bli som Mars, säger de ju. Jag började också tänka så och märkte att den brinnande sjön på Jorden inte längre var en mardröm. Tvärtom blev det min älsklingssysselsättning att på tusen olika sätt försöka räkna ut hur Jorden skulle kunna gå under.

Redan från början fick jag också veta av att jag inte hade lika mycket krafter i arbetet som de andra och inte kunde hjälpa till tillräckligt. Var jag än försökte hjälpa till, så var jag i vägen. Överallt blev jag nästan utskäld och iväggkörd. Jag försökte uppträda som om jag alls inte lade märke till detta, men till slut fick förmannen nog. Jag fick skaka mullbärsträd istället. Det gjordes på dagen så nu fick jag åtminstone sova på nätterna.

Jag hade ingen aning om att man på Mars förlitade sig så mycket på silkesmaskarna och deras trådar, men de används ju till kläder, antibakteriella bandage, suturtråd och massor av proteiner och komposterbart material. För mig var det ett hårt arbete. Men det var nödvändigt. Det blåser ju inte i grottorna på Mars och träd vill röra sig för att må bra. Alltså måste de skakas för hand.

Mullbär är silkesmaskarnas föredragna mat och mullbärsskott växer också i takt med silkesmaskarna i två månaders cykler. För att producera den nödvändiga mängden färska mullbär arbetade robotar ständigt med att plantera träd framförallt i stadshusparken och längs domernas väggar.

Under de första tre till sju dagarna efter kläckning krävde maskarna mest skötsel och utfodring. Sedan överfördes de till en sorts maskgård och odlades i ytterligare en vecka innan de flyttades till staplade bäddar av skiktade färska mullbärsblad. Färska blad lades på dagligen men inga blad togs bort före skörd för att minimera det arbete som krävdes av de vuxna silkesmaskarna. Deras bäddar övervakades av kameror monterade på undersidan av bädden ovanför. Med kontinuerliga automatiserade analyser kunde sjukdomar och andra skadliga tillstånd upptäckas och hanteras innan de påverkade maskarna i bädden.

När silkesmaskarna hade bildat kokonger frystes de ned, pupporna togs ut och kokongerna spanns till silke och tvättades i en enkel tvålösning. Bioavfall från silkesproduktionen återvanns genom kompostering. Många ton silkesmaskpuppor användes också för utfodring av fisk.

Det var tröttsamt att gå omkring och skaka träd. En del av de gamla ville inte gärna låta sig skakas. Det gällde också att se upp eller snarare ner för de digitala myrorna, som vandrade runt på jakt efter skadeinsekter. De lämnade efter sig digitala spår som doftspåren hos sina analoga kusiner på Jorden. När en digital myra upptäckte ett problem, rusade andra till platsen och när man såg en sådan svärm, var det bäst att hålla sig borta.

Vi var tre gamlingar, som höll på med att skaka träd och att vårda och skörda mullbärsskott. Tre andra skötte robotarna och tre höll på med avel och omsorg om silkesmaskarna själva.

Mycket annat fanns bland träden. Jag trodde att ingen kunde ha det sämre än vi som bodde under jorden, tills jag upptäckte de verkligt fattiga, de som sällan syns. Många klagar över skyhöga markpriser och osannolika hyror, men det berodde på att staden, likt andra på Mars, led av konstant överbefolkning trots problemet att föda barn i den låga gravitationen. Detta leder också till att man antingen gräver sig ner under jorden eller bygger på höjden och får detta gytter av hyreshus, ofta fem eller sex våningar höga, längs krokiga gator, som i regel inte överstiger fem meter i bredd. För det mesta är de betydligt smalare än så, med trängsel, trafikstockningar, larm och oväsen, livlig kommers och ständiga byggnadsarbeten både dag och natt.

Trots detta är det som bekant få förunnat att ha en egen lägenhet, så man hyr i andra hand, bor som inneboende eller i olika former av korridorer med gemensamt vardagsrum. Både över och under jord delar flera familjer på en lägenhet bestående av bara ett rum. Det är enda sättet att få råd med hyran. När jag sökte jobb upptäckte jag också att de som drev en butik eller verkstad ofta bodde med sin familj i samma lokal.

Många är daglönare och saknar fast inkomst. De har därmed svårt att få ett längre hyreskontrakt och är hänvisade till enkla pensionat eller sovssalar under jorden, där man betalar per natt. Den första juli varje år, när de flesta hyreskontrakt går ut måste många ta sina ägodelar och ge sig ut på gatorna på jakt efter en ny lägenhet.

Många människor, som försörjer sig på tillfälliga arbeten har svårt att få ihop ens till livets nödtorft. För de allra fattigaste återstår bara att bo i egenhändigt hopsnickrade skjul. Dessa hittade jag ofta inklämda mellan träden tillsammans med hemlösa och utslagna, som i bästa fall kunde värma sig på krogarna eller i de praktfulla offentliga baden.

Många av dem levde i största misär och tiggde mig om vattnet, som jag använde för att vattna träden. Friskt vatten måste de annars bära från springbrunnarna i centrum.

Många får handla överbliven mat på krogarna eller av kringvandrande försäljare, vilka man finner både på gatorna, baden och teatrar. Det blir mest vegetabilisk kost som bröd, olivolja, baljväxter och andra grönsaker. Åter man kött så var det i regel gammal korv och jäst fiskrens.

Fastän sådan mat är förhållandevis billig räcker inte alltid pengarna till. När Svartskägget tog över gick han därför in för att trygga de mindre bemedlades tillgång på livsmedel genom utdelning av olika basvaror, vilket säkrade honom om deras fanatiska stöd. De kunde nu låta mala sin spannmålsranson och få bröd bakat hos en bagare. Många hade dock inte råd med det, och fick, om de hade möjlighet, själva koka sin gröt eller baka enkelt bröd.



Jag vet inte hur många morgnar jag stod där vid ett träd och såg folket tvärs över bosättningen i en av de mera exklusiva områdena vakna, tända lampor, röra sig genom sina rum och förbereda sin morgon och sin dag, medan de fattiga bland träden släpade sig ut ur sina skjul. Avståndet var bara något hundratal meter mellan de som hade och de som inte hade.

Kanske tyckte förmannen att jag delade med mig för mycket av vattnet för jag blev inte kallad till arbete på ett tag. Arbetet delades ju ut per timme och han krävde alltid direkta svar. Det gällde att alltid vara beredd att rycka in. En missad kallelse i ögonlinserna kunde innebära en vecka utan arbete och lön. Mitt i natten kunde kallelsen komma, särskilt om man hade ådragit sig hans misshag. Jag såg till att ögonlinserna skulle tändas och väcka mig om det hände.

Så gick jag sysslolös igen och irrade ensam omkring i den dammiga staden. Jag vågade inte gå tillbaka till baden eller binda upp mig för något annat. Jag strövade runt och fördrev tiden. Såg men utan att se. Väntade på en kallelse. Dagsljuset stannade kvar till klockan sju då natten tog vid. Då gick jag hem. Min fru var inte glad då jag kom till vår robotserverade middag och grannkvinnorna viskade åter med varann.