



BEVINGAT

Nr 3/2023

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Bland nyheterna

Northvolts flygbatteri	24
Chalmers vätgascentrum	25
Mera fågelkollisioner	26
Ödla för Mars?.....	27
Rockton vill ha Heart.....	28
Vikbar vinge.....	29
Europas flygförsvar.....	30
Flygplatser för miljö.....	31
Klart för NFFP8.....	32
OHB i ESAs Ariel.....	33
Raketprov på Esrange.....	34
Digitala tvillingar.....	35
EU:s planer på nollutsläpp.....	36
Bredband för hela planeten.....	37
GKN i Clean Sky.....	38



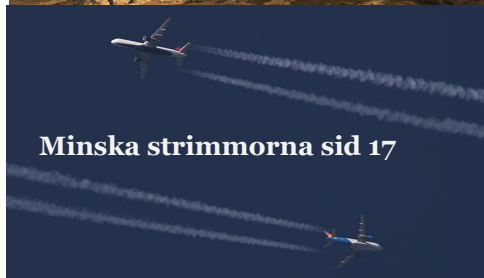
Elflygplan sid 6



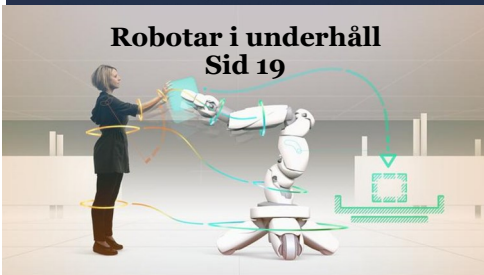
Antisatellitvapen sid 13



Rovers på Mars sid 15



Minska strimmorna sid 17



Robotar i underhåll
Sid 19

Årsmöte och utdelning av Thulinmedaljer

Thulinmedaljen är den förnämsta utmärkelsen inom flyg- och rymdbranschen i Sverige. Den utdelas årligen till minne av den svenske flygpionjären Enoch Thulin. Vid Flygtekniska Föreningens årsmöte den 12 maj gick guldmedaljen till Eddy de la Motte. Linda Lyckman tilldelades diplommet "Årets kvinnliga förebild inom flygteknik".

Se sid 2



Förra chefredaktören för Flygrevyn, Christina Lindberg mottog 2018 Kernellpriset för sina flygjournalistiska insatser och för sina inträngande personporträtt. Nu har hon låtit 41 utvalda personintervjuer ingå i en bok med titeln **Vingprofiler - De förde flyget framåt**. Se sidan 4.

ICAS 2024

Call for Papers for ICAS 2024 in Florence, Italy is now available [HERE](https://www.icas.org).

Read more on the ICAS website www.icas.org and on the ICAS 2024 congress website www.icas2024.com.

Se också sidan 5



Historia flygledning sid 22



Candy i storm sid 39



Eddy de la Motte guldmedaljör 2023.

“Medaljen i guld tilldelas för utomordentliga insatser, i Sverige eller utomlands, av övergripande betydelse för svensk flygteknisk verksamhet. Utdelandet av guldmedaljen kräver styrelsens enhälliga beslut, som godkänts av Ingenjörsvetenskapsakademien”.

Flyg- och rymdtekniska Föreningen och Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien tilldelar Eddy de la Motte Thulinmedaljen i guld för hans utomordentligt förtjänstfulla insatser för svensk flygteknisk verksamhet i Sverige och internationellt.

Eddy de la Motte blev civilingenjör inom flygteknik 1986 vid Kungliga Tekniska Högskolan. Han startade sin karriär på Försvarets materielverk där han arbetade med hållfasthetsanalyser för JAS 39 Gripen och blev senare chef för Flygplanbyråns hållfasthetssektion. Under denna tid påbörjade Eddy de la Motte sin internationella karriär med en utbytestjänstgöring hos amerikanska flygvapnets vetenskapliga center på Wright Patterson Air Force Base. Därefter fortsatte arbetet med design och kravställning för nyare versioner av JAS39 Gripen.

Efter tiden på FMV övergick Eddy de la Motte till Saab AB för en tjänst inom projektledningen för JAS39. Han hade också en central roll i den första exportaffären av Gripen, då Saab tillsammans med British Aerospace sålde Gripen-systemet till Sydafrika. De fortsatta exportframgångarna och uppgiften att anpassa flygsystemet till nya kunder och krav innebar ett grannliga arbete med verifiering och certifiering där Eddy de la Motte i allra högsta grad var delaktig. Detta arbete ledde till att han senare blev Head of Design (konstruktionschef) för Saabs militära flygande system. Efter detta arbete fick han uppgiften att på plats leda det strategiskt viktiga arbetet med att offerera flygplanet till indiska flygvapnet.

Nästa stora uppgift blev att för Saab leda den med Boeing gemensamma utvecklingen av ett nytt amerikanskt skolflygplan. Tidplan och villkor var pressade då industrin på egna medel under fyra år skulle utveckla ett förserieflygplan/en prototyp som kunde utvärderas av amerikanska flygvapnet. Nyckeln att lösa detta var en högt digitaliserad process i utvecklingsarbetet och ett modellbaserat arbetsätt vilket bidrog till en gemensam kultur och tekniskt tillvägagångssätt hos två olika industrier. Under denna utvecklingstid var Eddy de la Motte stationerad hos Boeing i St Louis och lyckades därifrån både utveckla arbetsätt och lösa praktiska frågor som dök upp efterhand. Genom den dagliga kontakten med Saabs chefsingenjör, som ledde arbetet på hemmaplan med ca 400 ingenjörer till sitt förfogande, lyckades de åstadkomma ett mycket effektivt arbetsflöde som på grund av tidsskillnaden kunde liknas vid tvåskift.

Mellan 2019 och 2022 avslutade Eddy de la Motte sin karriär i rollen som Head of Design för JAS39 Gripen E, en av de viktigaste tjänsterna inom Saabs stridsflygutveckling. Det vittnar om en kompetens och en lojalitet mot Sveriges flygtekniska utveckling som alltid präglade Eddy de la Mottes långa karriär.



Eddy de la Motte har under hela sin yrkesbana på ett utomordentligt sätt bidragit till att ge Sverige förutsättningar för att leverera stridsflygplan med höga krav och med komplexa ledarutmaningar. Han har därmed gjort sig synnerligen väl förtjänt av Thulinmedaljen i guld.

Linda Lyckman årets kvinnliga förebild inom flygteknik

Diplomet "Årets kvinnliga förebild inom flygteknik" -Ulla Teige diplomat- in- stiftades 2021 och utgör ett komplement till Thulin-medaljen med avsikt att uppmuntra kvinnor som verkar inom flyg- och rymdteknik. Diplomet tilldelas en kvinnlig förebild och ska bidra till en ökad jämvikt mellan könen inom området. Diplomet har namngivits efter Ulla Teige, som 1962 blev Sveriges första kvinnliga civilingenjör inom flygteknik.

Flyg- och rymdtekniska föreningen tilldelar Linda Lyckman diplomtet "Ulla Teige-diplomet som årets kvinnliga förebild inom flyg- och rymdteknik" för hennes inspirerande arbete inom rymdteknik.

Vid 26 års ålder började Linda Lyckman studera till rymdingenjör vid Umeå Universitet och sedan på Luleå Tekniska Universitet i Kiruna. I slutet av sin utbildning tillbringade hon nästan ett år på NASA Goddard Space Flight Center, och arbetade där med satellitmissionen ST5 (Nanosat Constellation Trailblazer mission). Efter examen och NASA började hon sin karriär med sonraketer som Systemingenjör hos SSC/Rymdbolaget i Solna. Under sina första 11 år på SSC arbetade hon även periodvis med affärsutveckling, men sedan 2019 har hon haft sin nuvarande roll som Senior Vice President Business & Technology Innovation på SSC. Hennes ansvar är att leda innovationsarbetet hos SSC, samt vara en del av ledningen som för SSC framåt. Linda Lyckman har utanför SSC tillbringat ett år på Kongsberg Satellite Services som internationell säljare, och även en tid på Saab Ericsson inom satellitkommunikation.

Linda Lyckman beskrivs av sina kollegor som en inspirerande och ödmjuk ledare, som på riktigt hjälper sina medarbetare att både definiera och nå sina mål. Hon utmanar, sporrar och stöttar i vått och torrt. Linda Lyckman är en inspiration inom rymden för kvinnor i Sverige, då hon visat att det går att göra en framgångsrik karriär inom rymdindustrin och fortsatt vara sig själv i den rollen. Hon delar gärna med sig av sina erfarenheter och vad hon gjort för att hamna där hon är idag. Linda Lyckman med sin kompetens, erfarenhet, och positiva inställning till utmaningar är därför utomordentligt förtjänt av Ulla Teige-diplomet för årets kvinnliga förebild inom flyg- och rymdteknik.



Vingprofiler—De förde flyget framåt



Flyg- Vingprofiler – De förde flyget framåt

Förre chefredaktören för Flygrevyn, Christina Lindberg mottog 2018 Kernellpriset för sina flygjournalistiska insatser och för sina inträngande personporträtt. Nu har hon låtit 41 utvalda personintervjuer ingå i en bok med titeln Vingprofiler - De förde flyget framåt. Dessa intervjuer baserar sig på artiklar som publicerades i tidningen Flygrevyn från mitten av 1980-talet fram till tidigt 2000-tal. Till sin hjälp har hon haft vår medlem, flyghistorikern Lennart Berns vilken svarar för biografier, bildurval och bildtexter till var och en av de intervjuade personerna. Det tankeväckande förordet har skrivits av flygkaptenen och fil.dr Roland Karlsson, ordförande i Flygtekniska Föreningen. Det är ett brett urval av personer vi får möta vilka har haft en stor eller mycket stor betydelse för luftfartens utveckling. Som exempel kan nämnas Thulinmedaljörerna Erik Bratt, Bo Lundberg, Åke Sundén, Harald Schröder, Nils Söderberg, Håkan Lans, Bengt Halse och Aage Röed. Boken är inbunden, omfattar 220 sidor i A4-format, har ISBN 978-91-527-4082-8 och ges ut av Aeroproducton förlag.

Svensk Flyghistorisk Förening (arkiv@flyghistoria.org) säljer den för 395:- + frakt 69:-, alternativt över disk på Flygvapenmuseum för 450:-.

ICAS 2024



It is with great pleasure that we invite you to participate in the 34th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS). ICAS was established in 1957 under the leadership of Professor Theodore von Kármán. Today ICAS continues to support the work of aerospace professional Member Societies around the world. Through Associate Memberships, ICAS brings together aerospace companies, national laboratories and educational institutions. The 2024 ICAS Congress will be held in Florence, Italy, from 9 to 13 September 2024: we will be hosted by one of the premier aerospace nations in a city famed for its creativity since Renaissance times. In Florence we will build on the great success of the 2022 Stockholm Congress, where our global aerospace community was able to meet face-to-face for the first time in four years and reflect on the momentous events of 2020-2022. The Stockholm programme was boosted by the invited participation of leading researchers, designers, managers and policy-makers who were able to share their strategic vision for the future of aerospace with our delegates: the same will happen in Florence, as our world faces challenges which were unimaginable in 2022, while continuing to strive for a sustainable future. The ICAS Congress has three distinctive characteristics: it is multi-disciplinary, recognising that major advances must involve experts working together across a range of specialisms; it recognises that social interaction and conviviality are essential ingredients of knowledge exchange, and are enhanced by selecting culturally rich settings for our Congresses; and it offers unparalleled opportunities for early career researchers to develop their network and to make a real contribution to international collaboration. The unique atmosphere of an ICAS Congress builds life-long collaboration, mutual understanding and international friendship, while sending a strong message to society that our global community is working together to solve global challenges. For 2024 we particularly welcome papers which cross over between the traditional topic areas listed later in this call, and which bring in ideas from other sectors, especially novel concepts in energy, control, materials and the increased gathering and use of data, particularly where the certification of these disruptive technologies is addressed. We very much look forward to seeing you in Florence in 2024 and to hearing about your contribution to solving the challenges facing our industry, be it novel ideas or new ways of working. Please respond to this Call for Papers and share your latest work at our biannual celebration of the aeronautical science, innovation and creativity – in the home of some of history's most imaginative minds

ICAS 2024

Call for Papers for ICAS 2024 in Florence, Italy is now available [HERE](#).

Read more on the ICAS website www.icas.org and on the ICAS 2024 congress website www.icas2024.com.

Elektriska flygplan

Flyget står för 2-3 procent av alla koldioxidutsläpp. Genom att elektrifiera flygplan och minska energiförbrukningen kommer kol och andra typer av utsläpp att minska. Forskning har visat att elektrisk framdrivning kan minska energianvändning, utsläpp och driftskostnader. Flera flygplanskoncept som betjänar korta flygningar, regionala marknader och engångsmarknader har identifierats som möjligheter för denna teknik.

[Electrified Aircraft Propulsion \(EAP\) - Glenn Research ...](#)

[Green aviation takes wing with electric aircraft designs the next generation of electric-powered and zero-emission aircraft technology](#)

[Proving ground for electric flight](#)

<https://www.aerosociety.com/news/will-evtol-pass-the-test/>

[Aviation Today](#)

I takt med att flygindustrin kommer ur effekterna av covid-19-pandemin då passagerarantalet rasade, ökar antalet flygningar igen. Branschen håller på att återhämta sig till nivåerna före pandemin och vissa uppskattningar förutspår över 40% tillväxt fram till 2050. Hittills har flygresandet fördubblats vart 15:e år. Om flyget idag står för 2 % av de globala växthusgasutsläppen, så skulle detta tredubblas fram till 2050 med den nuvarande utvecklingen.

Med tanke på att EU kräver klimatneutralitet senast 2050 krävs en grön omställning för att förbättra luftfartens hållbarhet. Vätgas är lovande, men kräver intensiva investeringar och kommer att ha stora problem att övervinna. Även om hållbara flygbränslen utgör ett viktigt steg på kort sikt för att minska utsläppen betraktas de i allt högre grad bara som en bro till utsläppsnåla eller utsläppsfria flygplan som drivs med elektricitet, ofta med vätgas som bränsle för att generera el. Även om dessa framdrivningsmetoder ännu inte är lämpliga för långdistansresor, kan de vara fördelaktiga på kortare sådana. Flygplatserna får i allt högre grad bukt med utsläppsproblemet, eftersom markfordon är relativt lätta att ersätta med batteridrivna, men med flygplan är det svårare att fasa ut fossila bränslen.

Oavsett hur svårt det är så är det avgörande, inte bara av miljöskäl utan också ekonomiskt. I Europa, där EU:s system för handel med utsläppsrätter håller på att sätta i gång, kommer flygbolagen i slutet av detta årtionde att stå inför potentiellt förödande kostnader om de inte minskar avgasutsläppen från sina flygplan.

Innovationer inom det europeiska luftrummet har potential att blåsa nytt liv i de regionala och framväxande marknaderna för mindre flygplan. NASA har också gjort kritiska åtaganden att demonstrera elektriska system av megawatt-klass för sådana flygplan. Mot denna bakgrund tar en ny generation mindre flygplan med kraftigt minskade eller till och med obefintliga utsläpp snabbt form. Teknikdemonstratorer av flygtaxi så kallade eVTOL är redan i luften och praktiska passagerarbärande flygplan planeras att fungera mycket tidigare än vad man trodde var möjligt för bara några år sedan.

Sverige satsar 15 miljoner kronor per år på elflyg. Trafikverket har fått i uppdrag att göra riktade satsningar för att utveckla och prova teknik för att elektrifiera flyget. Myndigheten ska också utreda hur elflygplan kan användas för statligt stödda inrikes-flyg.

Det svenska företaget Heart Aerospace siktade ursprungligen på den 19-sitsiga kategorin eftersom flygplan under 20 platser styrs av den enklare del 23-certifieringsprocessen. En ytterligare faktor är att ett sådant flygplan kan använda samma typ av laddningsutrustning som en elektrisk lastbil, vilket är billigare för små flygplatser.



Heart Aerospace kommer nu att bygga ett 30-sitsigt hybrid-elektriskt regionalt flygplan som heter ES-30 och släpper tidigare planer på en 19-sitsig ES-19. Även om ES-30 behåller fyrmotorlayouten hos sin ES-19-föregångare, har designen nu ett vingkroppsstag 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. Hearts ambitioner är att få 3000 cykler ur sina batterier innan de byts ut. Flygplanets livslängd kommer att vara 20 år.

Heart Aerospace räknar med att leverera sitt första ES-30-flygplan 2028. Så sent som i fjol investerade amerikanska United Airlines 300 miljoner kronor i bolaget. United Airlines och dess Mesa Air regionala partner, som tidigare gjorde åtaganden att köpa upp till 300 ES-19, har nu valt att ta den större ES-30 i stället. Air Canada och Saab tar också minoritetsandelar i Heart Aeroespaces verksamhet. Air Canada har beställt 30 ES-30 elflygplan från Heart Aerospace och fått en aktieandel på 5 miljoner och Saab investerar fem miljoner dollar i bolaget. Andra kunder som byter från ES-19 till ES-30 inkluderar Braathens Regional Airlines, Icelandair, SAS och Nya Zeeland-baserade Sounds Air. Göteborg blir produktionsort. Det väntas ge 500 arbetstillfällen och dessutom ytterligare 500 jobb i Sverige till 2025. Idag har bolaget 130 anställda. Planet utvecklas i hangarer vid Säve flygplats, där även huvudkontoret är beläget.

En konkurrent är Alice, ett niositsigt plan som utvecklas av det israeliska företaget Eviation. Flygplanet, som har varit under utveckling i flera år, har utformats för att flyga upp till 1000 km enbart på elkraft. Man vill skapa nya flygnätverk, med små helt elektriska flygplan som levererar passagerare på korta hopp från lokala flygfält till regionala nav. Där skulle större hybridflygplan vara tillgängliga för att transportera dem på resor på upp till 500 km. Det skulle vara en hybrid, som kombinerar elmotorer med konventionella motorer eller inbyggda generatorer.



Eviation Aircraft har vunnit order på 12 av sina Alice eldrivna flygplan från pakettleverantören DHL Express, för leverans 2024. Alice är planerad som fraktpplan och kan också fungera som ett nio passagerares pendlarflygplan. Northern Territory Air Services, ett reguljärt flygbolag och charteroperatör, har lagt in en order om över 20 flygplan till Australien med planer på att flyga passagerare från Darwin till Uluru och Mount Isa. Cape Air och Global Crossing Airlines, båda USA-baserade regionala flygbolag, har också lagt beställningar på 75 respektive 50 Alice-flygplan.

Alice producerar inga koldioxidutsläpp, minskar bullret avsevärt och kostar en bråkdel per timmes flygdrift jämfört med lätta jetplan eller avancerade turboprops. Den har en maximal hastighet på 450 km/h och en maximal nyttolast på 1100 kg för passagerarversionen och 1170 kg för eCargo-versionen. Den drivs av två magni650 elektriska motorer från MagniX, de enda flygprovade elektriska framdrivningssystemen i denna skala. Andra viktiga leverantörer inkluderar AVL (batteristöd), GKN (vingar), Honeywell (avancerat fly-by-wire-system, flygkontroller och avionik), Multiplast (flygkropp), Parker Aerospace (sex teknisksystem) och Potez (dörrar).

I USA producerar MagniX elmotorer på 350 kW till 650 kW avsedda att konvertera befintliga pendlarflygplan som Cessna Grand Caravan och DHC-2 Beaver, och även att driva Eviations nya niositsiga Alice-modell. Alices avancerade batterisystem är mycket effektivt och kan kontinuerligt uppdateras, vilket möjliggör förbättringar i räckvidd när batteritekniken utvecklas. Flygplanet har också en fly-by-wire cockpit, vilket ger ökad systemtillförlitlighet och redundans. Alice finns i tre varianter: ett flygplan med nio passagerare, en elegant och sofistikerad business-kabinversion med sex passagerare och en eCargo-version.

Ett annat företag, Kalifornien-baserade Wright Electric, planerar att ta ett helt elektriskt 100-sitsigt flygplan i drift i mitten av decenniet. Det skulle baseras på den befintliga Bae146, med sina fyra turbofläktmotorer ersatta av elmotorer. Företaget, som har ett partnerskap med Easyjet, säger att flygplanet kan användas för entimmes flygningar, så att det kan betjäna rutter som London-Paris, New York-Washington eller Hong Kong-Taipei.

Uppstartföretaget H3X arbetar också på en eldrift med effektivitet på 12,5 kW/kg för att konvertera befintliga 50- till 100-sitsiga flygplan till helt elektrisk framdrivning.

Rolls-Royce utvecklar också helt elektriska framdrivningssystem för fyra passagerares eVTOL-flygplan som produceras av Vertical Aerospace och Eve. I februari lanserade Rolls-Royce och brasilianska Embraer en gemensam studie av en ny Energia-familj av utsläppsfria flygplan med mellan 9 och 50 platser.

Rolls-Royce och italienska Tecnam gick också samman med det norska flygbolaget Widerøe för att leverera ett helelektriskt pendlarflygplan P-Volt redo för service 2026. På grund av sin topografi, som begränsar väg- och järnvägsförbindelser i många delar av landet, använder Norge i stor utsträckning luftfart för regionala förbindelser och har en ambition att alla inrikesflyg ska vara nollutsläpp år 2040. Widerøes nätverk av ultrakorta sektorer och STOL-flygplatser på Norges västkust och längst i norr är särskilt lämpliga för nollutsläppsflygplan.

Rolls-Royce arbetade med Tecnam för att tillhandahålla ett framdrivningssystem för P-Volt elektriska version av deras P2012-flygplan. Projektet fick dock skrinläggas sedan Tecnam övergett planerna på att utveckla P-Volt helelektriska pendelflygplan efter att ha kommit överens med partnern Rolls-Royce om att batteritekniken är otillräcklig för att stödja en kommersiellt gångbar produkt. Efter tre års forsknings- och utvecklingsarbete sa Tecnam att för närvarande tillgängliga batterier inte skulle vara lönsamma för operatörer, främst på grund av behovet av att byta ut dem ofta.

Många projekt pågår således, men de står inför många utmaningar, inte minst på grund av batterierna. Även om helt elektriska regionala flygplan kan vara en möjlighet inom tio år, kommer dessa kortdistansflygplan att behöva klara av vikten på batterier, som förblir densamma under hela flygningen, till skillnad från dagens flygplan som blir allt lättare när fotogen bränns av under flygning.

Den största bristen i nuvarande generationens batterier är dock deras låga energitäthet jämfört med fotogen och väte. Till exempel når densiteten hos litiumjonbatterier (Li-Ion) som ofta används av bilindustrin cirka 200 wattimmar per kilo (Wh/kg). Som jämförelse är fotogens energitäthet cirka 50 gånger högre. Även om många studier hävdar att Li-Ion har ytterligare utrymme för förbättringar, behöver elektrifiering av flygplan något ändå kraftfullare.

Högpresterande batteriteknik som litiummetall har funnits i över fyrtio år, men risken på grund av deras instabilitet är för hög. Fasta elektrolyter tar bort den risken och öppnar vägen för förbättrad prestanda. Till skillnad från de flytande elektrolyter som finns i Li-Ion-batterier minskar "fasta" elektrolyter risken för överhettning. Risken kvarstår men konsekvenserna är mycket mindre allvarliga, vilket gör det lättare att designa ett säkert batterisystem. Solid state ger lösningar på många Li-Ion-nackdelar, men realistiskt sett förväntar man sig inte att se prototyper av solid state-batterier som är anpassade för flygindustrin före 2030.

För att göra elektrifierade flygplan till en effektiv och kommersiellt verklighet behöver man även utveckla flera avancerade tekniker och innovativa funktioner för elkraft och värmehanteringsystem. Varje gång energi passerar genom ett objekt som inte är 100% effektivt, försvinner en del energi i luften som värme. Nuvarande flygplanssystem producerar stora mängder spillvärme och kräver tunga värmehanteringssystem. I nuvarande kraftsystem avleds 20% av energin som överskottsvärme som måste kylas.

NASA utvecklar ny teknik, inklusive motorer, omvandlare, krets-brytare, batterier och kylsystem för att hålla komponenterna kylta samtidigt som vikt och värmeförlust minimeras. Man undersöker också termiska metoder för att bättre sprida värme som genereras av elektriska komponenter medan man försöker se till att flygplanet förblir lätt, med hänsyn till storleken och vikten på nuvarande batterier.

EASIER-projektet har undersökt EMI-filtrerings- och ledningsalternativ med lägre volym och vikt för elektriska drivlinor i flygplan, plus "tvåfasiga" kylsystem och metoder för att förbättra värmeöverföringshastigheterna till ett flygplans exteriör. Till exempel har EASIER-projektet designat system för att begränsa elektromagnetisk störning (EMI) mellan komponenter som kan påverka ett flygplans funktion.

Andra projekt undersöker hur man kan optimera olika komponenter för framtida elektriska framdrivningssystem för att göra dem så lätta som möjligt, samt säkra och effektiva. Om man gör saker mindre minskar vikten, men de värms upp snabbare. Energin slösas bort och mer bränsle eller batterikraft måste transporteras. Vätskekylning kräver många komponenter för att pumpa kylvätska. En lösning är att avvisa värme genom flygplanets hud när luft strömmar över vingarna. Värmeavstötning genom ett flygplans hud är effektivare med större luftflöde. Extra vikt är den enda nackdelen.

Ny teknik måste också utvecklas för att säkerställa att motorn kan producera mer kraft per massa, samtidigt som den effektivt bibehåller nödvändiga kryogena temperaturer. Tre komponenter som byggs och testas är en roterande akustisk kryogen kylare, supraleddande rotorspoler och en högpresterande stator.

Statorn genererar ström med en kabel som består av 5 000 hårtunna ledningar. Att hysa rotorn i ett vakuumrör minimerar värmeöverföringen mellan statorn och rotorn. Supraleddande material kan bära mer ström än en vanlig ledare, vilket resulterar i en motor med högre resultat. Spinnspolarna måste hållas vid extremt kalla temperaturer (-223 °C) för att bibehålla sina supraleddande egenskaper. Den supraleddande rotorn kräver inget externt kylsystem, men kyla av en integrerad kryokylare. Cryocooler drivs av en snabbroterlig linjär motor och upprätthåller rotorspolarnas kryogena temperatur.

Oavsett teknik måste batterier laddas. En viktig begränsande faktor är hur batterierna försämrats när de cyklar genom laddningar. Detta innebär att det finns en hög kostnad för att ersätta dem. För kommersiell luftfart finns det två alternativ: byta utarmade enheter mot nya på marken eller installera laddningspunkter vid gaten, eventuellt med förnybar energi. Det senare kräver investeringar i infrastruktur, men på lång sikt skulle detta uppvägas av bränslebesparingar.

Även om regionala flygplan kan vara en möjlighet inom tio år, kommer långdistansflygplan att förbli ett tufft problem att knäcka. Så kallade engångsflygplan omfattar det största segmentet av flygbränsleförbränning. Även små förbättringar av bränsleeffektiviteten på denna marknad kommer att ha stor inverkan på utsläppen. Den största bidragsgivaren till utsläppen är långdistansflygning och det är det mest utmanande att göra något åt.

Ett elflygplan i engångsstorlek som tillverkas med den teknik som för närvarande finns tillgänglig skulle i slutändan vara för tungt för att flyga och skulle kräva extra vikt och energi för att kyla sina komponenter. Man måste hitta en kompromiss mellan



prestanda, volym och massa i ett flygplans vikt känsliga, aerodynamiskt optimerade miljö.

För att minska koldioxidutsläppen krävs en rad omstörtande lösningar som blandar nya bränsletyper och ny teknik. En sådan lösning, hybridelektrisk framdrivning, kan förbättra energieffektiviteten i varje flygplansklass. I hybrid-elektriska flygplan kan man justera mängden energi som skickas till turbinen och motorn när flygförhållandena ändras. Detta tillvägagångssätt möjliggör en minskad motorstorlek och vikt, vilket gör att batteriet för elmotorn kan inkluderas utan att lägga till betydande vikt i systemet. Enligt Rolls-Royce kommer man nu efter misslyckandet med P-Volt att prioritera sitt arbete med att utveckla hybridelektriska framdrivningssystem för trafikflygplan genom att utveckla en turbogenerator som kan drivas med hållbart flygbränsle.

Hybridframdrivning kan ge en kraftförstärkning till flygplanet under start och klättring. Med en hybrid kan man till exempel använda en bränslemotor med lägre effekt än normalt och fylla luckan för flygplanet att starta och klättra med en elmotor. Sådana hybridflygplan kan bli ekonomiskt lönsamma omkring 2030. Provet har indikerat en potentiell 50% minskning av koldioxidutsläppen under start och initial stigning och 20% under en hel tre timmars resa.

Turboelektriska engångsflygplan kan nå upp till 3,3% bränslereduktion. En bränsleminskning på 3 % är en betydande energifördel med tanke på flygtiden och antalet passagerare. I slutet av förra året flögs Tecnam P2010 som den första fyrsitsiga med hjälp av ett parallellt hybridssystem.

NASA och dess branschpartners har genomfört konceptuella flygplansdesignstudier för att uppskatta bränsle- och utsläppsminskningar och för att fastställa de tekniska kraven för varje konfiguration. Flygplanskoncepten spänner över en rad olika tidsramar av storlekar, marknader och teknikantaganden. Teknik som beaktas sträcker sig från supraleddande elektriska maskiner, som kyla med flytande väte, till konventionella maskiner på olika teknisknivåer.

NASA:s högeffektiva elektrifierade termiska forskning om flygplan (projekt HEATheR) visade genomförbarheten av ett kraftsystem med 4x mindre förlust- och värmegenerering än den nuvarande toppmoderna kraftsystemmodellen. Kraftsystemet som driver flygplanets propeller, i kombination med ett effektivt kylsystem, kan resultera i en bränsleminskning på upp till 15 % beroende på flygplansmodell. Den högeffektiva megawattmotorn (HEMM) kommer att ha 99 % effektivitet och har ny teknik, inklusive supraleddande material och självkylande komponenter.

Ett projekt undersökte potentialen hos hybrialelektriska system i så kallade "general aviation" (GA) flygplan. Denna kategori omfattar mer än 400 000 civila flygplan runt om i världen av privata flygplan, affärsflygplan, helikoptrar med mera, men inte kommersiella trafikflygplan. Som flygplan som tenderar att vara relativt små ses de som ett första steg mot att utveckla elektriska framdrivningssystem för bredare flygningar.

Flera företag inom flyg börjar utveckla hybrider innan man går till ren eldrift. Det engelska företaget Faradair planerar att utveckla och sälja ett hybrid-elektriskt passagerarplan, riktat till den regionala flygmarknaden. Det skulle ha upp till 19 platser och drivas av en fläkt som drivs av en elmotor. Den nödvändiga elen skulle tillhandahållas av en liten gasturbin.

Stora tillverkare av flygmotorer investerar kraftigt i elektrisk framdrivning. Rolls-Royce planerar att utveckla ny turbogenerator teknik för att stödja hybrid-elektriska drivlinor med effektbehov på mellan 500 och 1200 kW. Förra året genererade företagets testbädd Power Generation System mer än 1 MW kraft i markförsök, med målet att uppnå 2,5 MW.

Franska Safran räknar med att nästa år börja leverera sin EngineUs-familj av elmotorer med effekt på mellan 50 och 500 kW för hybrid-elektriska flygplan utvecklade av Aura Aero och VoltAero, och även för Bye Aerospace's helelektriska eFlyer-familj av två- och fyrsitsiga lätta flygplan.

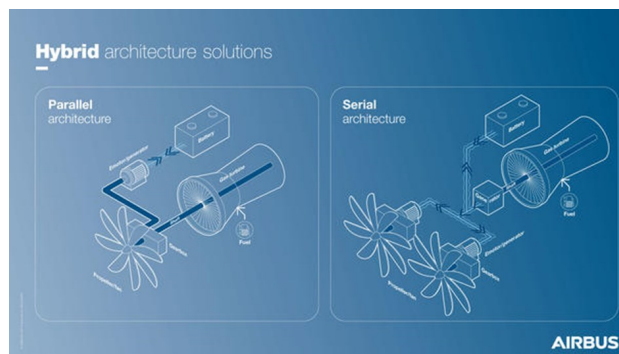
En annan lösning för att få in mer miljömedvetna flygplan är att eftermontera befintliga typer. Pratt & Whitney Canada (P&WC) och De Havilland Aircraft of Canada (DHC) har meddelat att de kommer att samarbeta för att integrera hybrialelektrisk framdrivning i en 39-sitsig Dash 8-100 turboprop. Collins Aerospace kommer att tillhandahålla elmotor- och styrsystemen för projektet, som hoppas kunna prova en demonstratormotor i år och flygprova en fullständig hybrialelektrisk demonstrator 2024. Den hybrialelektriska tekniken förväntas uppnå en 30% minskning av bränsleförbränning och CO₂-utsläpp, jämfört med en modern regional turboprop.

Naturligtvis kommer medelstora kommersiella och militära flygplan att kräva mycket mer elkraft, upp till en megawatt inbyggd genererad energi. Den energin kan användas för att driva vissa system och avlasta huvudmotorn under operationer som push-back och start.

På Airbus tror man att hybrialelektrisk kraft kan minska flygplanens CO₂-utsläpp med upp till 5%. Den siffran kan vara så hög som 10% för helikoptrar, i allmänhet lättare än flygplan med fasta vingar. Hybridisering är ett stort steg i flygsektorns utfasning av fossila bränslen och Airbus leder ett branschöverskridande arbete för att få det att hända.

Airbus har redan flygprovat ett hybrialelektriskt system som tar över från värmemotorn om den skulle gå sönder. Detta Engine Back-up System är föregångaren till större hybridframdrivningssystem som kommer att provas i ett senare skede, med hjälp av en demonstrerande rotorfarkost.

För att nå målet på mindre än 5 procent CO₂ krävs dock att Airbus och motortillverkarna gemensamt utvecklar en ny, effektivare gasturbinklass. För detta ändamål har Airbus redan initierat ett antal projekt för att demonstrera olika hybridmotorkoncept med olika effektnivåer. Att bestämma vilken elmotortyp som stöder dem är lika viktigt. Med tanke på de relativt få rör-



liga delarna de innehåller är elmotorer lättare att serva och mindre utsatta för fel än gasturbiner. De arbetar också vid lägre temperatur.

Elmotorer omvandlar elektrisk energi till mekanisk energi och generatorer utför motsatt operation. Det finns flera typer av elmotorer, men de viktigaste egenskaperna av intresse för hybridisering är deras effekt/vikt-förhållande och relativa verkningsgrad. På nuvarande nivåer är ett rimligt effekt/vikt-förhållande 6-8 kW/kg, men det är inte lämpligt för viktbegränsade applikationer. Lyckligtvis kommer dessa siffror sannolikt att fördubblas under de kommande tio åren.

För hybrialelektriska flygplan står valet mellan två arkitekturalternativ: seriell och parallell. I en seriell arkitektur driver en enda mekanisk strömkälla propellern eller fläkten. Batterier är inte den enda strömkällan. Det finns alternativ, inklusive vätebränsleceller. I vilket fall som helst drivs propellern alltid av en elmotor, vilket möjliggör distribuerad framdrivning. När det gäller hybridisering är detta seriearkitekturs största fördel. Men det innebär att lägga till vikt i form av en generator, för att omvandla mekanisk kraft till elektrisk kraft.

I en parallell arkitektur arbetar gasturbinen ibland under topp-effektiviteten. En mindre och lättare elmotor räcker dock för att uppfylla kraven. Så en parallell arkitektur passar bättre för hybridapplikationer. Där markinfrastruktur saknas, kan flygplanets motorer ladda batterierna under kryssningsfasen av en flygning.

Airbus och Renault Group tillkännagav ett partnerskapsavtal vid Airbus Summit i november 2022. De två företagen går samman för att främja forskning om energilagring och energihantering. Båda är avgörande tekniker inte bara för hybridisering, utan för hela transportsektorns långsiktiga hållbarhet.

Ecopulse är också under utveckling och är frukten av samarbete mellan Airbus, Daher och Safran. Denna demonstrator är baserad på ett lätt flygplan. Det hjälper till att öka kunskap om distribuerade framdrivningssystem och hantering av flera kraftkällor. Airbus tillhandahåller batteriteknik och övervakar aerodynamisk modellering för detta projekt, som syftar till att utnyttja fördelarna med distribuerad framdrivning för att förbättra flygplanens miljöprestanda. Ecopulse använder ett innovativt lätt, kompakt litiumjonbatteri med hög spänning som utvecklats av Airbus Defence and Space.

EcoPulse™ fokuserar på att utvärdera fördelarna med distribuerad framdrivning och dess möjliga integration på framtida flygplan. Distribuerad framdrivning är ett system som fungerar genom många små motorer placerade längs vingens spännvidd. Genom att minimera kraften hos varje framdrivningsmotor och därmed dess massa kan distribuerad framdrivning låsa upp en rad möjligheter till förbättrad flygplansprestanda som förbättrad kryssnings-, start- och landningsprestanda, minskat buller tack vare bättre synkronisering mellan flera propellrar, ökade energibesparingar tack vare minskad stjärttyta och bättre flygplanskontroll.

EcoPulse™ har en lätt flygplansplattform som levereras av Daher. Standardmotor- och propellersystemen förstärks av sex vingmonterade propellrar, som var och en drivs av 50 kW ENGINEUS™ elmotorer som drivs av batterier eller en extra kraftenhet. Airbus bidrar med utveckling av ett batteri med hög energitäthet, aerodynamisk och akustisk integration av det distribuerade framdrivningssystemet och utveckling av ett flygkontrollatorsystem. Daher bidrar med flygplansintegration av de komponenter som Airbus och Safran har tagit med sig på sitt skrov, flyg- och luftvärdighetsprovning och övergripande samordning av resultatanalys. Safran bidrar med distribuerad systemintegration (exklusive batterier).

EcoPulse-demonstratorprojektet™ är en del av Airbus färdplan för minskade koldioxidutsläpp, som fokuserar på att utveckla en blandning av lösningar för att stödja omställningen till klimatneutralt flyg. Andra viktiga projektmål är att identifiera de metoder, verktyg och resultat som behövs för design av ett distribuerat framdrivningsflygplan, att flygprova en ny högsämningsbatterikonfiguration, att förbättra simuleringsmodeller med alternativ framdrivning för användning på större flygplan och att utvärdera designens aerodynamiska vinster.

År 2017 lanserade Airbus E-X-demonstratorn med ambitionen att testa den teknik som skulle hjälpa till att fasa ut fossila bränslen. I provflygplanet var det tänkt att en av de fyra jetmotorerna skulle ersättas av en elmotor på 2 MW. På mindre än tre år uppnådde E-X framgångsrikt sitt mål att lansera och prova möjligheterna och begränsningarna med ett seriellt hybridelektriskt framdrivningssystem i ett demonstratorflygplan, det första i sitt slag i världen.

Airbus och Rolls-Royce fattade det gemensamma beslutet att avsluta E-X-demonstratorn i april 2020. De fortsätter att utforska nya vägar för CO₂-minskning och utnyttjar kunskapen som erhållits genom E-X för att göra detta.

Projektet H3PS (High Power High Scalability Aircraft Hybrid Powertrain) undersökte potentialen hos hybridelektriska system i så kallade "general aviation" (GA) flygplan. I projektet deltog Rolls-Royce och motortillverkaren Rotax. Ett av målen var att flyga ett fyrsitsigt flygplan som drivs av en så kallad "parallellhybrid drivlina" – som kombinerar både en traditionell förbränningsmotor och en elmotor.

I slutet av förra året lyckades projektet flyga sina Tecnam P2010 H3PS-flygplan. Som den första fyrsitsiga som gjorde detta med hjälp av ett parallellt hybridssystem lyfte H3PS fram prestationen som en viktig milstolpe på flygindustrins resa mot minskade koldioxidutsläpp och FoU på alternativa drivlinor. Projektet handlade mer om att visa genomförbarheten för sådana flygplan snarare än att skapa en produkt för marknaden.

NASA och GE utför också hybridelektriska framdrivningsprov. NASA:s Electric Aircraft Testbed (NEAT) är unikt bland flyglaboratorier eftersom det har förmågan att prova fullskaliga framdrivningssystem på simulerade höga höjder. GE:s system inkluderar effektstyrsystem, elmotorer, kraftomvandlare och kraftöverföringar. Dessa komponenter måste provas tillsammans på simulerad höjd för problem som kan påverka elsystemets prestanda under flygning.

GE började sina prov 2019 och skalade upp dem genom tillägg av megawatt-klassmotorer, generatorer och omvandlare. Höjdintegrationsprov lanserades 2021. Med hjälp av NEAT:s stora höjdkammare drev provpersonalen två uppsättningar kompletta hybridelektriska system, som representerade höger och vänster motor i ett flygplan på en flygnivå upp till 45 000 fot. När markproven är klara kommer NASA och GE att övergå till flygprov under NASAs Electrified Powertrain Flight Demonstration-projekt, som syftar till att introducera elektrifierad flygplansframdrivningsteknik till de amerikanska kommersiella kortdistans- och regionala flygmarknaderna under det kommande decenniet.

Pratt & Whitney arbetar också med ett hybridelektriskt framdrivningssystem för regionala flygplan. Pratt & Whitney uppnådde den första motorkörningen för sin hybridelektriska demonstrator och man fortsätter att förbereda sig för att börja flygprova 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 hybridelektriska drivlinan, ett batterisystem som tillhandahålls av det schweiziska företaget H55 och högsämningselektriska delar.

Amerikanska Electra provar en helt integrerad hybridelektrisk motor för ett elektriskt kort start- och landningsflygplan (eSTOL) som initialt kommer att drivas av hybridelektrisk framdrivning. eSTOL kommer att integreras med vätgas- och batterielektriska framdrivningssystem i framtiden, när tekniken har avancerat för att möjliggöra kommersiellt livskraftiga rutter med längre räckvidd för regional luftmobilitet. Det hybridelektriska systemet, som utvecklats av Electra, innehåller batteripaket med hög effekt tillsammans med en turbogenerator för att driva flygplanets åtta elmotorer och propellrar.

Ett alternativ till förbränningsmotorer är att använda bränsleceller. Inom EU:s Clean Aviation program ska ett konsortium, som leds av Avio Aero, kombinera en bränslecell och ett hybridelektriskt framdrivningssystem baserat på en GE Catalyst turbo-prop. 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.

Boeing SUGAR Freeze når en bränslereduktion på 56% genom en stagad vinge i kombination med en fläkt med gränsskiktsintag i en akter stjärtkon för att maximera aerodynamisk effektivitet. Akterfläkten drivs av en fast oxidbränslecells toppingcykel.

Embraer fokuserar på ett hybridelektriskt koncept och en vätgasbränslecellsstrategi 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 vätgasbränslecellsdrivna 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 propellarna nära flygplanets baksida, vilket hjälper till med brusreducering och designeffektivitet med tanke på deras närhet till elmotorer, eventuellt vätebränsletankar, bränsleceller, värmehanteringssystem och ledningsnät.

Ett hybridelektriskt system kan också kombineras med vätgasdrift. Airbus sonderar supraleddning med CERN som väg till lägre utsläpp. De syftar till att utveckla och prova en kryogen supraleddande drivlina på 500 kilowatt i slutet av 2025. Dagens elsystem blir för tunga vid de nödvändiga effektkraven. Supraleddande teknik har börjat dyka upp som en möjlig lösning för att öka elektrisk ledningsförmåga i drivlinor, inklusive distribution, kraftelektronik, 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.

DHC har meddelat ett samförståndsavtal med ZeroAvia för att utveckla ett linjepassnings- och eftermonteringsprogram för DHC-flygplan med vätgaselektrisk framdrivning. Detta program kommer att inriktas på användningen av ZeroAvias ZA2000 2MW+ drivlina för Dash 8-400. Avsikten är att identifiera en lämplig rutt med hjälp av flygplanen och sikta på att ta den i bruk inom de närmaste fem åren.

I oktober 2021 tillkännagav ZeroAvia ett utvecklingssamarbete med Alaska Air Group för en väteelektrisk drivlina som kan flyga 76-sitsiga regionala flygplan över 500 nm, med början med den första utplaceringen i en Dash 8-400. Företaget planerar

inledningsvis att eftermontera turboprops, med början i kategorin 19-sits (Dornier 228, DHC Twin Otter och Cessna Caravan är alla kandidater) men kommer sedan att gå vidare till större typer och utveckla en "turbocell", med en kompressor och bränslecell packad i de befintliga nacellerna av flygplanen.

ZeroAvia flyger världens största flygplan som drivs av en vätgaselektrisk motor. Det är ett tvåmotorigt Dornier 228-flygplan med 19 platser, utrustat med en prototyp av vätgaselektrisk drivlina i full storlek på flygplanets vänstra vinge. Det är en del av HyFlyer II-projektet, som stöds av det brittiska ATI-programmet att utveckla ett 600 kW framdrivningssystem för 9 - 19-sitsiga flygplan.

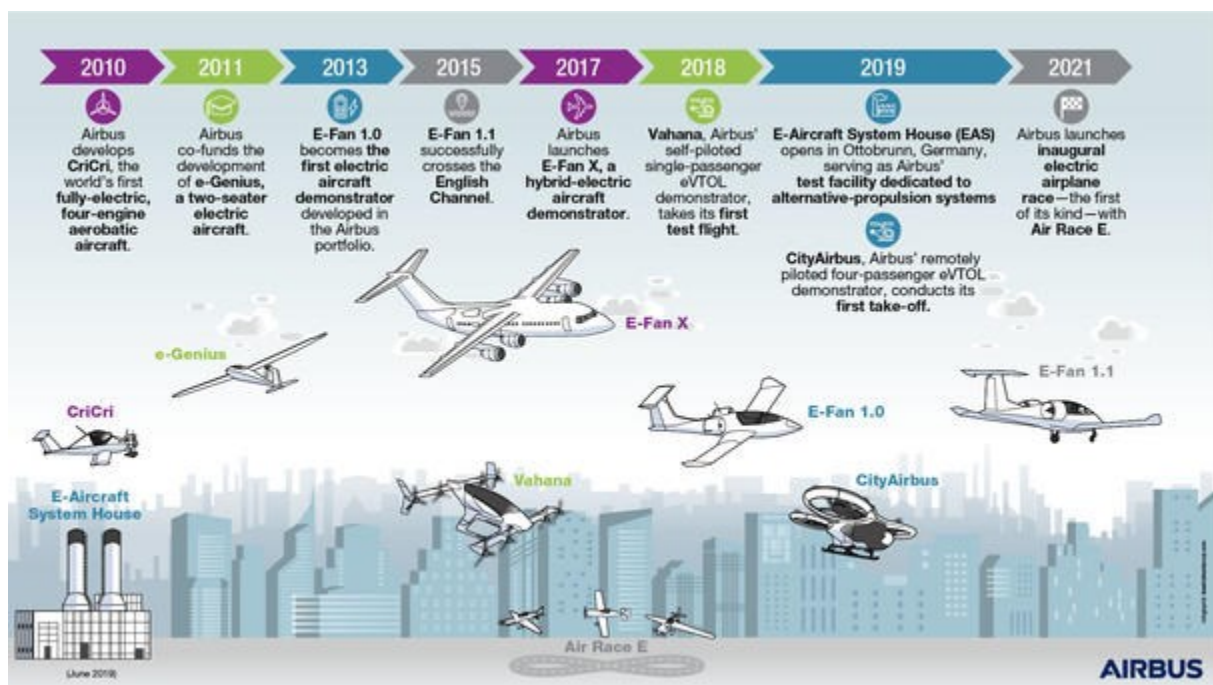
Det tvåmotoriga flygplanet modifierades för att införliva ZeroAvias väteelektriska motor på vänster vinge tillsammans med en enda Honeywell TPE-331-motor till höger. Den vätgaselektriska drivlinan bestod av två bränslecellsstackar med litiumjonbatteripaket, som ger maximalt effektstöd under start. Vätetankar och bränsleceller var inrymda i kabinen. I en kommersiell installation skulle extern lagring användas.

Detta är den största ZeroAvia-motorn som provats hittills och sätter företaget på direkt väg till en certifierbar konfiguration som ska slutföras 2023. Detta program kommer också att vara nyckeln till snabb teknisk utveckling för större flygplan. ZeroAvias 2-5 MW drivlineprogram, som redan pågår, kommer att utökas till ren motorteknik för flygplan upp till 90 platser, med ytterligare expansion till smalkroppsflygplan under det kommande decenniet.

Ett brittiskt initiativ som går vidare med elflygplansprojekt är FlyZero, som planerar att publicera flygplanskoncept för regionala, smala (cirka 180 passagerare) och medelstora (cirka 280 passagerare) flygplan. FlyZeros regionala flygplanskoncept kan transportera 75 passagerare i liknande hastigheter som dagens flygplan - vanligtvis 325kt, med en räckvidd på 800 nm. Det drivs av flytande väte lagrat i kryogena bränsletankar vid cirka minus 250 ° C i den bakre flygkroppen. Tillsammans med bränslecellssystemet, tar ett elektriskt distributionssystem kraften till sex vingmonterade propellrar.

FlyZero har redan identifierat protonbytesmembran (PEM) som en världsledande teknik som utvecklas i Storbritannien. Vätgasbränsle och syre omvandlas till elektricitet genom omvänd elektrolys. I PEM-bränsleceller leds väte genom en katalysator (anod), som delar upp bränslet i positiva joner och negativa elektroner. De positiva jonerna passerar genom ett semipermeabelt membran medan de negativa elektronerna färdas runt en extern krets till en katod och skapar en elektrisk ström.

Andra brittiska organisationer som arbetar med att utveckla nya, utsläppsfria flygplan är Cranfield Aerospace Solutions (CAeS) och Rolls-Royce. Den förstnämnda ligger bakom Project Fresson, som ska se en Britten-Norman Islander konverterad till vätgasbränslecellskraft 2023. Flygplanet kommer omedelbart att kännas igen av de två stora vätgastankarna under vingarna. Efter framgångsrika prov kommer Islander-konverteringen att industrialiseras och certifieras för flygning.



Om allt går bra, säger CAeS, kan passagerare gå ombord på världens första koldioxidfria passagerarflygplan år 2025. I januari i år meddelade lågprisbolaget easyJet att det skulle arbeta med CAeS för att stödja utvecklingen av vätgasbränslecellsframdrivningssystem för kommersiella flygplan. Det Luton-baserade flygbolaget kommer att ge en operatörs perspektiv på utvecklingen av vätgasdrift.

Airbus har avslöjat planer på att flygprova en vätebränslecells-motor 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 väte-tankar 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 väte-tankningssystem 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 teknikmålen 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.

Ett potentiellt problem kring elektriska flygplan som använder väte som bränslekälla är allmänhetens uppfattning att det är farligt. Många har sett filmer som visar slutet för Hindenburgs luftskepp. ZeroAvias nästa design kommer därför att ha väte-lagringstankarna monterade utanför flygplanet, så att eventuella läckor kommer att försvinna ofarligt.

Många olika projekt pågår således, men utmaningen med nettollutsläpp i flyg till 2050 är enorm. För flygplanskomponenter som helhet krävs fokus på produkternas hela livscykel och påverkan. En lokal ekonomi för batteritillverkning är avgörande. Detta kommer också att innebära att CO₂ inte bara sparas under drift, utan långt före och efter batteriets användning i ett flygplan.

Varje förändring som görs i ett flygplan för att göra det grönare kan potentiellt också öka dess vikt, vilket ökar mängden energi som förbrukas. Man måste göra saker mindre.

Det är också viktigt att se till att dessa nya system fungerar smidigt och säkert. Säkerheten är av största vikt och en enda krasch räcker för att skapa stora rubriker och mycket rädsla. Det behövs mycket investeringar och det kommer att vara många frågor att ta itu med under de kommande decennierna, men utvecklingen är ändå på väg.

Antisatellitvapen

Globala investeringar i så kallad "counter space"-teknik inklusive markbaserade och orbitala vapen, som kan förstöra eller inaktivera satelliter i omloppsbana, fortsätter trots ett allmänt erkännande att en konflikt i rymden skulle få katastrofala konsekvenser och äventyra alla nationers förmåga att få tillgång till och utnyttja rymden för fredliga ändamål.

[Space News](#)

[Anti-satellite weapons: History, types and purpose | Space](#)

[What are anti-satellite weapons? | Science and ...](#)

[Why Russia Tested Its Anti-Satellite Weapon - Foreign Policy](#)

Rymddomänen "genomgår en betydande och snabb omvandling. Antalet objekt i rymden fortsätter att skjuta i höjden och värdet på den globala rymdekonomin är rekordhøgt, men tyvärr är hotet mot domänen verkligt och oroande på grund av USAs, Kinas och Rysslands framsteg inom militarisering av rymdteknik.

Under de senaste åren har det skett regelbundna prov av reversibla icke-destruktiva förmågor samt en förstörelse av en satellit, som skapade ett skräpfält, vilket äventyrade säker drift av andra satelliter och indikerar att domänen kommer att fortsätta att bli mer ifrågasatt. Rysslands framsteg inom elektronisk störning har till exempel gjort att man har installerat störsändare, som kan neka USA: s tillgång till GPS Global Positioning System-satelliter.

Rymddomänen genomgår betydande förändringar eftersom ett växande antal länder och kommersiella aktörer engagerar sig i rymden, vilket resulterar i mer innovation och fördelar på jorden, men också mer trängsel och konkurrens. Spridningen av internationella och kommersiella farkoster i omloppsbana, samtidigt som man förebådar en ny era av rymd användning för alla aspekter av statliga, affärsmässiga och samhällsliga framsteg, kommer att kräva uppmärksamhet på ansvarsfull användning av rymden som en gemensam miljö.

Ur ett säkerhetsperspektiv vill ett ökande antal länder använda rymden för att förbättra sin militära kapacitet och nationella säkerhet. Den växande användningen av och beroendet av rymden för nationell säkerhet har också lett till att fler länder tittar på att utveckla sina egna system, som kan användas för att förvilla, störa, förneka, försämma eller förstöra rymdssystem.

Förekomsten av rymdvapen är inte ny, men omständigheterna kring dem är det. Idag finns det ökade incitament för utveckling och potentiell användning av offensiv motrymdskapacitet. Det finns också större potentiella konsekvenser av deras utbredda användning, som kan få globala återverkningar långt bortom militären, eftersom stora delar av den globala ekonomin och samhället blir alltmer beroende av rymdapplikationer. I takt med att rymden blir allt viktigare för markbunden verksamhet sprids de verktyg och vapen som finns tillgängliga för att störa och skada satelliter runt om i världen.

Från GPS på telefonen till sporten vi tittar på i TV har satelliter blivit en hörnsten i det moderna livet. Men förutom civil användning är de också grundbulten för att säkra militär och statlig kommunikation. Så det är självklart att varje fiendlig stat som vill orsaka störningar riktar in sig på dessa satelliter. Kända som antisatellitvapen (ASAT) har de funnits nästan lika länge som satelliterna själva.

Det var inte länge sedan det fanns bara två makter i rymden: USA och Ryssland. Baserat på information från öppna källor bedriver idag USA, Ryssland, Kina, Indien, Australien, Frankrike, Iran, Japan, Nordkorea, Sydkorea och Storbritannien motrymdskapacitet.



Image: 3dsculptor / Adobe

Att förstöra en fiendes satelliter, som kan ge avgörande underättelser och kommunikation i krig, anses vara en avancerad förmåga. När Sovjetunionen sköt upp världens första satellit Sputnik 1 1957 fruktade USA att deras rival under kalla kriget skulle utveckla ett nätverk av kärnvapenbestyckade satelliter. De svarade med sin första ASAT, en luftlanserad ballistisk missil som hette Bold Orion. Sovjet svarade med sin egen ASAT. Dessa var kända som co-orbitaler som i huvudsak skulle flyga tillsammans med satelliter och spränga sig själva och satelliten.

USA utförde de första antisatellitproven 1959 när satelliterna själva var sällsynta och nya. Bold Orion, utformad som en kärnvapenspetsad ballistisk missil, som användes för att attackera satelliter, lanserades då från ett bombplan och passerade tillräckligt nära Explorer 6-satelliten för att den skulle ha förstörts om missilen hade varit beväpnad.

Sovjetunionen utförde liknande prov ungefär samtidigt. Enligt Union of Concerned Scientists, en ideell forskningsorganisation, provade man på 1960-talet och början av 1970-talet ett vapen, som kunde lanseras i omloppsbana, närma sig fiendens satelliter och förstöra dem med en explosiv laddning.

År 1985 provade USA AGM-135, lanserad från ett F-15-stridsflygplan, och förstörde en amerikansk satellit som hette Solwind P78-1. Det gjordes inga ytterligare prov på mer än tjugo år. Sedan, 2007, gick Kina in på antisatellitarenan genom att förstöra en gammal vädersatellit i en hög, polär bana. Provet skapade det största orbitala skräpmolnet i historien enligt Secure World Foundation, en grupp som förespråkar hållbar och fredlig användning av yttre rymden. Året därpå genomförde USA Operation Burnt Frost, med hjälp av en fartygslanserad SM-3-missil för att förstöra en nedlagd spionsatellit.

Kina var en gång en eftersläpande i rymdloppet, men de senaste åren lanserade Kina flest satelliter av alla nationer, visade sin avsikt att projicera hård och mjuk makt genom tillväxten i militära stödfunktioner i omloppsbana och fångade uppmärksamhet och fantasi med sina motrymd demonstrationer som sträcker sig från hypersoniska missillanseringar till samorbital rendezvous med andra satelliter.

Indien, vars rymdprogram har utvecklat bärraketer, satelliter och sonder till månen och Mars provade ett antisatellitvapen 2019 och förstörde ett föremål i omloppsbana. Indiens utrikesdepartement sade i ett uttalande att provet gjordes i den lägre atmosfären för att säkerställa att det inte fanns något skräp i rymden och att det som var kvar skulle falla tillbaka till jorden inom några veckor.

Det indiska provet visade på en kapprustning i rymden. Grannlandet Pakistan, som Indien sedan länge har en infekterad relation till, har flera satelliter i omloppsbana, uppskjutna med kinesiska och ryska raketer. Kina, som satte dussintals satelliter i omloppsbana bara under 2018, ser enligt statliga medier Indiens spirande förmåga som ett hot. Indien å sin sida anser sig behöva bygga antisatellitvapen eftersom motståndaren Kina redan har gjort det.

Ryssland, den tidigaste innovatören i rymden, gjorde ett antisatellitprov med direkt uppskjutning 2021, som skapade ett hotande skräpfält genom att förstöra en av sina inaktiva satelliter på en höjd av cirka 500 km över jordens yta. På denna höjd kommer satellitens skräp att kretsa jorden under lång tid. USA har identifierat mer än 1 500 stycken. Det gjorde att astronauter på den internationella rymdstationen behövde ta skydd när skräpfältet passerade.

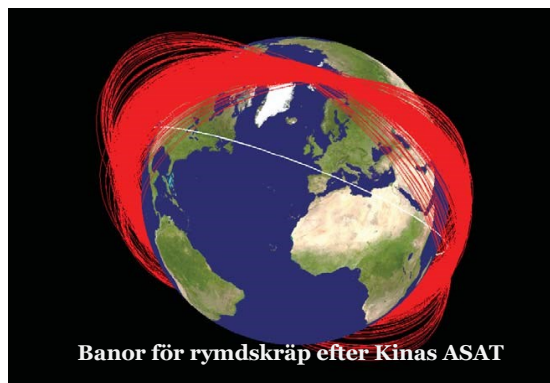
Tekniken har fortsatt att utvecklas. ASAT kan grovt delas in i två typer, de som använder "brute force" och de som inte gör det. Kinetiska ASAT kraschar fysiskt in i satelliter och kan vara praktiskt taget vad som helst, som kan nå dem, från ballistiska missiler till drönare och andra satelliter. En annan typ av ASAT är den icke-kinetiska typen. De använder icke-fysiska attacker som cyberattacker, störning och till och med blinda satelliter med lasrar. Dessa attacker kan alla utföras från luften, från låg omloppsbana eller till och med från markinstallationer.

Av alla vapen som kan användas för att ta ner satelliter är de mest oroande idag cyberattacker eftersom de är relativt lätta att iscensätta. Det sågs i attacken den 24 februari 2022 mot Viasats KA-SAT-nätverk, som avbröt satellitbredbandstjänsten i Ukraina precis när ryska styrkor började invadera landet. Det visar att attacker ofta inte är mot satelliterna utan mot marksystemet, i det här fallet modemen som användes för att skicka och ta emot data.

Ändå är det mest akuta problemet att när satelliter förstörs förvandlas de till skräp, som kretsar runt jorden. Skräp från antisatellitprov kan skapa problem för andra satelliter och rymdfarkoster i omloppsbana eftersom små bitar av skräp susar genom rymden många gånger snabbare än en gevärskula. Den internationella rymdstationen, till exempel, justerar regelbundet sin bana för att undvika skräp av alla slag.

Kinas prov 2007 anses vara det mest destruktiva. Eftersom kollisionen ägde rum på en höjd av mer än 800 km stannade många av de resulterande resterna i omloppsbana. Det amerikanska provet 2008 skapade inte så mycket orbitalskräp, och eftersom det var på en lägre höjd gjorde det atmosfäriska motståndet att mycket av det föll mot jorden och förbrändes på vägen.

När skräpet kraschar in i andra rymdfarkoster kommer de också att förvandlas till skräp. Det så kallade "Kesslers syndrom" är vad som händer när mängden rymdskräp i omloppsbana når en punkt, där det bara skapar mer och mer skräp, vilket kan orsaka



förödelse för alla rymdprogram. Det är uppkallat efter den tidigare NASA-forskaren Donald Kessler, som beskrev grundidén i en rapport från 1978 "Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt". Han och medförfattaren Burton Cour-Palais förstod att sannolikheten för satellitkollisioner skulle öka när fler och fler rymdfarkoster lanserades.

Fortsatta prov har lett till en farlig ökning av rymdskräp, som kretsar runt jorden. Fyra länder – USA, Kina, Ryssland och Indien – har förstört sina egna satelliter i ASAT-prov. Men precis som Sovjet och USA en gång satte sig ner för att tala om kärnvapenedrustning, så finns det en växande rörelse för att bli av med ASAT också.

I april 2022 blev USA det första landet, som meddelade att det förbjuder användningen av missiler mot satelliter. Många länder har också antagit aktiv försvarspolitik för att utveckla inhemsk motrymdkapacitet. Till exempel utfärdade Frankrike en rymdförsvarsstrategi för att tydligare fokusera på militär rymdaktivitet. Storbritannien har också börjat omstrukturera sin rymdorganisation och kapacitet. Japan har beslutat inrätta en ny militär organisation för att skydda sina satelliter.

I december 2008, några månader efter att USA förstört en felaktig amerikansk satellit på mycket lägre höjd, föreslog EU en internationell uppförandekod för rymden. Koden diskuterades i flera år, men processen slutfördes inte. Den genuina oron för ett förvärrat rymdskräpproblem kommer dock sannolikt att driva stormakterna att förbjuda åtgärder och experiment av den typ som Ryssland utförde.

Den 1 november 2022 antog en FN-arbetsgrupp för första gången en resolution som uppmanar länder att förbjuda destruktiva antisatellitmissiltester på ett brittiskt initiativ, med stöd av USA. Även om resolutionen inte är rättsligt bindande återspeglar den ett ökat internationellt politiskt stöd för ett förbud mot dessa vapen. Historiskt sett har tider av intensiv stormaktsrivalitet gett bördig jord för att främja internationell reglering. Nu är det allt mer troligt att det internationella samfundet kommer att utveckla och godkänna strängare regler för rymdvapen.

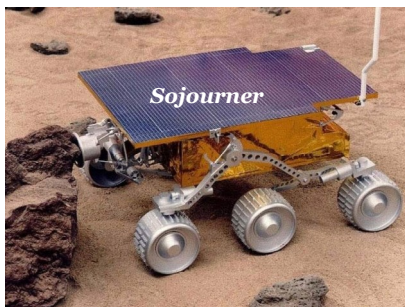
Rovers på Mars

Sedan maj 2021 har det funnits sex framgångsrika robotstyrda Mars-rovers. De första fem från amerikanska NASA Jet Propulsion Laboratory, var efter datum för Mars-landning: Sojourner (1997), Spirit (2004–2010), Opportunity (2004–2018), Curiosity (2012–) och Perseverance (2021–). Den sjätte, som förvaltas av Kinas nationella rymdadministration, är Zhurong (2021–).
<https://astronomy.com/magazine/news/2023/04/the-many-personalities-of-mars-rovers>
Mars rover Zhurong finds evidence of water at red planet's low ...

En Mars Rover är ett motorfordon, som är gjort för att resa runt på Mars yta. Rovers har flera fördelar jämfört med stationära landare. De undersöker större områden, de kan koncentrera sig på intressanta saker, de kan placera sig i soliga lägen för att klara vintermånaderna och de kan öka kunskapen om hur man utför mycket avlägsen robotfordonskontroll. De tjänar ett annat syfte än orbitala rymd farkoster som Mars Reconnaissance Orbiter. En nyare utveckling är Mars-helikoptern.

De sovjetiska sänderna, Mars 2 och Mars 3, var stationära sonder. Sojourner var beroende av Mars Pathfinders basstation för kommunikation med jorden. Opportunity, Spirit och Curiosity klarade sig på egen hand. Från och med februari 2023 är Curiosity fortfarande aktiv medan Spirit, Opportunity och Sojourner slutförde sina uppdrag innan de tappade kontakten. Den 18 februari 2021 landade Perseverance, den nyaste amerikanska Mars-rovern, framgångsrikt. Den 14 maj 2021 blev Kinas Zhurong den första icke-amerikanska rovern som framgångsrikt opererade på Mars.

De första hjulen på Mars 1997 tillhörde Sojourner-rovern, som var en teknikdemonstrator och en del av NASA:s Mars Pathfinder-uppdrag. Ungefär lika stor som en mikrovågsugn körde Sojourner bara korta sträckor och höll sig alltid inom synhåll från Pathfinder-landaren.



I januari 2004 öppnade två andra rovers sina ögon för första gången på Mars. Deras vetenskapskameror hade en upplösning motsvarande mänsklig syn och placerades i medelhöjd av en persons ögon. Deras robotarmar var längden på en lång

mänsklig arm, med axel-, armbågs- och handleder.

De var identiska tvillingrobotar med samma mål: att söka efter tecken på tidigare vatten i stenar och mineraler. Opportunity hittade omedelbart bevis för forntida vatten medan Spirit sökte i årtal. Nära ekvatorn utforskade Opportunity. Längre söderut var Spirit tvungen att krypa ner för varje kall, mörk marsvinter. När Opportunity fastnade i sanden kämpade den sig fri. När Spirit fastnade i sanden kämpade den och kämpade och sedan kom vintern, och den dog.



Tidigt i sitt uppdrag, redan den 17:e marsdagen, eller sol, gjorde ett problem med rovers flashminne att datorn startade om och om igen hela natten och tömde batteriet. Många trodde att detta skulle vara slutet på Spirit, men ingenjörerna skickade kommandon för att formatera om hela flashminnessystemet, vilket räddade uppdraget.

NASA skickade Spirit till Gusev Crater och förväntade sig att hitta stenar som bildades i en gammal sjö. Istället såg Spirit bara basaltiska stenar gjorda i lavaflöden. Då kördes rovern österut i två år mot en rad kullar vid horisonten.

Längs vägen blev Spirits solpaneler dammiga, vilket blockerade deras tillgång till solen och begränsade rovers kraft. En dammdjävul gjorde en direkt träff på Spirit, men det störde inte rovern eller orsakade någon skada. Istället sopade den Spirits solpaneler rena och återställde rovern till full effekt. Flera gånger under

sitt utökade uppdrag skulle Spirit ha tur med dessa dammdjävlar, det närmaste på Mars till en biltvätt.

När Spirit anlände till Columbia Hills nådde den högsta toppen, men dess högra framhjul slutade svänga. Under resten av sitt uppdrag var Spirit tvungen att köra bakåt, dra sitt döda hjul bakom sig och gräva en dike i smutsen hela vägen. Detta saktade ner saker och ting, men ledde slutligen till en av de mest spännande upptäckterna under uppdraget.

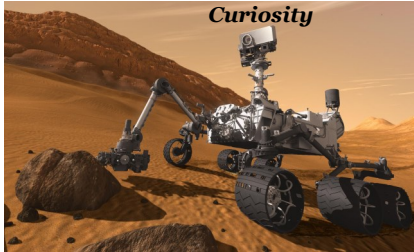
I hjulspåret syntes en ljusgul strimma. Det var sulfater och opalin kiseldioxid, de typer av mineraler som bildas i varma våtmiljöer, den gamla Mars motsvarigheten till Yellowstone National Park.

Opportunity landade i Meridiani Planum 2004. Rovern hamnade i en liten krater bara 22 meter tvärs över, vänd mot en vägg av exponerad, skiktad berggrund. Berggrunden är mycket eftertraktad av Mars upptäcktsresande. Det är planetens exoskelett. Detta var den allra första sedimentära berggrunden, som påträffades på Mars, gjord av sandstenar som bildades i grunt vatten.



Små sfärer av hematit var inbäddade i sandstensskikten. Dessa "blåbär" hade bildats av grundvatten och fälldes ut när vätskan sipprade genom klipporna. Så omedelbart efter landningen upptäcktes två distinkta episoder av vattenaktivitet på forntida Mars.

Opportunity klättrade ut ur Eagle Crater och körde över slätterna till den större, 130 m breda Endurance Crater, som hade ännu fler sandstensklit exponerade. Sedan kryssade den över till Victoria Crater, 800 meter bred, och slutligen, Endeavour 22 km tvärs över. År 2015 hade Opportunity gjort ett maratonlopp. Toppfarten var cirka 100 m/h, vilket innebär att det tog nästan en timme att köra längden på en fotbollsplan.



Curiosity är med en vikt på nästan 900 kg tyngre än alla tidigare rovers tillsammans. Den drivs av en plutoniumreaktor istället för solpaneler. Dess masthöjd är 2,1 m, armen 2 m lång och instrumenten på tornet väger nära 90 kg. Det är så tungt att på jorden kunde Curiosity inte lyfta sin utsträckta arm av egen kraft. Curiosity är en sann marsian, byggd för att överleva och frodas i den röda planetens låga gravitation. Den har också en inhemsk diet: Curiosity äter Mars stenar till frukost. Den borrar i dem, krossar dem och intar dem. Provanalysen på Mars (SAM) - instrumentet värmer upp bergproverna till hundratals grader och analyserar sedan gaserna de avger. Det kan berätta vad stenarna är gjorda av och om de innehåller organiska molekyler. Curiosity spränger också hål i stenar med en laser på sin kemikamera (ChemCam), som sitter ovanpå masten som ett cyklopöga.

Curiositets landningsplats i Gale Crater låg bredvid Mount Sharp, ett högt berg av sedimentära bergarter. Lerstenarna vid basen bildades under den varmaste, våtaste perioden i Mars historia. All körning under de senaste tio åren har orsakat förödelse på Curiositets hjul, som har strimlats av spetsiga stenar.

Perseverance lägger grunden för att skicka stenar tillbaka till jorden med det stora Mars Sample Return-uppdraget, ett samarbete mellan NASA och ESA som kommer att innehålla en landare och två Ingenuity-liknande helikoptrar. Det är ett föreslaget uppdrag för att samla sten- och dammprover på Mars och återföra dem till jorden. Även om NASA och ESAs planer på att återföra proverna till jorden



fortfarande är i designstadiet har prover redan samlats in på Mars av Perseverance-rovern.

Med sitt häpnadsväckande komplicerade provtagningssystem borrar den bergkärnor, sätter dem i sofistikerade rör och täcker dem med hermetiska tätningar. Planen är att Perseverance ska leverera sina bästa prover till en omloppsbanan runt Mars och möta en rymdfarkost där, som kommer att leverera stenarna till jorden på 2030-talet. Som en säkerhetskopiering kommer den att släppa en mindre cache med prover på en säker plats på golvet i Jezero Crater.

Ingenuity-helikoptern, som liftade till Mars med Perseverance, var den första rymdfarkosten som försökte flyga i atmosfären på en annan planet. Sojourner och Ingenuity har likheter. Båda byggdes som tekniska demonstratorer. Men det finns också vissa skillnader. Sojourners uppdrag hade ett antal vetenskapliga mål, Ingenuitys uppdrag har inga. Att flyga fem gånger var Ingenuitys mål. Ingenuity genomförde sina fem första flygningar med glans och nu har den flugit hela 50 gånger.

Zhurong är en kinesisk rover på Mars, landets första som landade på en annan planet efter att man tidigare landat två rovers på månen. Rovern är en del av Tianwen-1-uppdraget till Mars som utförs av Kinas nationella rymdadministration (CNSA). Farkosten sköts upp den 23 juli 2020 och sattes in i Mars omloppsbanan den 10 februari 2021. Landaren, som bar rovern, utförde en mjuklandning på Mars den 14 maj 2021, vilket gör Kina till det andra landet som framgångsrikt mjuklandat en rymdfarkost på Mars och etablerat stabil kommunikation från ytan efter USA.

Designad för en livslängd på 90 solar (93 jorddagar), har Zhurong varit aktiv i 347 solar (356,5 dagar) sedan dess utplacering på Mars yta. I maj 2022 byttes Zhurong till viloläge för att skydda mot den kommande marsvintern och en annalkande stor sandstorm med ett förväntat uppvaknandedatum den 26 decem-

ber 2022.

I januari 2023 rapporterade emellertid South China Morning Post att CNSA-forskare inte fick någon signal från rovern. Den 21 februari 2023 bekräftade Mars Reconnaissance Orbiter att rovern inte ändrade sin position efter viloläget mellan september 2022 och februari 2023.

Det spekulerades i den vetenskapliga tidskriften Nature att dammstormar minskade solstrålningen på Mars yta och täckte solpanelerna, vilket ledde till otillräcklig energi för att starta om den soldrivna rovern. Den är utrustad med vändbara fjärlsliknande solpaneler för att ta bort ackumulerat damm och skräp, men rengöringsfunktionen kräver att den är i drift först. Rovern bär inte en radioisotopvärmeeinheit, och uppvärmning tillhandahålls istället av den kemiska föreningen n-undekan för att lagra energi.



Zhurong kan möjligen starta om virvelvindar rengör solpanelerna och solstrålningen stiger under den kommande mars-sommaren. Medan den var aktiv hann den ändå med att ge viktiga observationsbevis på flytande vatten på Mars.

Framöver kommer ESA att skicka sin Rosalind Franklin-rover till Mars 2028 för det mest ambitiösa livssökande uppdraget hittills. Det är en planerad robotiserad Mars rover, en del av det internationella ExoMars-programmet, som leds av ESA och ryska Roscosmos State Corporation. Den ryska invasionen av Ukraina 2022 har orsakat en obestämd försening av programmet och uppskjutningen förväntas inte ske före 2028 på grund av behovet av en ny icke-rysk landningsplattform.

Och sedan finns som sagt det stora Mars Sample Return-uppdraget planerat att anlända 2028 och återvända till jorden på 2030-talet.

Hur minska strimmorna?

Det är nu klarlagt attt kondensstrimmor är skadliga för klimatet. Att undvika bildandet av kondensstrimmor är därför på väg att bli ett nytt fokus inom flygplanering och flygledning. Även små driftförändringar kan ha betydande gynnsamma effekter.

[Aviation Week](#)

[Contrail - Wikipedia](#)

[Contrails 101 - faa.gov](#)

[BBC Future](#)

[Airbus' most popular aircraft takes to the skies with 100 ...](#)

Om luften är mycket torr bildas inte kondensstrimmor alls eller är av kort varaktighet, men i synnerhet om luften är övermättad med avseende på isbildning förvandlas vattenångan i motorns jetstråle omedelbart till ispartiklar, som sedan kan bli långlivade. Under fuktiga förhållanden kan också minskningen av trycket (och temperaturen) över en ving vid höga lyftförhållanden ge kondens över vingen och bilda strimmor.

Om detta inträffar på höjd i en övermättad atmosfär blir de kondenserade vattenpartiklarna till ispartiklar som lämnas bakom flygplanet. Partiklarna fungerar som "frön" i den övermättade atmosfären och växer i storlek över tiden. Cirka 65% av jetplan, som flyger på marschhöjder på 30 000 till 38 000 fot skapar kondensstrimmor, men de flesta av dessa kondensstrimmor försvinner inom några minuter och har liten uppvärmningseffekt. Cirka 10% är ihållande, som kan hänga kvar i timmar.

Kondensstrimmor bildas lättast på höjder där flygplan flyger mest effektivt eftersom luften är tunn. Men huruvida ett plan gör kondensstrimmor beror på en mängd olika faktorer, inklusive temperatur, höjd och fuktighet. En liten andel av flygningarna sker på natten, men de skapar flest kondensstrimmor.

Effekten av sådana flygplansgenererade moln har länge varit svår att bedöma, men det är nu klart att de spelar en stor roll i flygets klimatpåverkan. På dagtid reflekterar molnen delvis solenergin, vilket hindrar den från att värma upp luften under dem och marken. På natten reflekterar de infraröd strålning som kommer från marken och stänger inne värme i den lägre atmosfären. Konsensus är att den svaga kyleffekt som de skapar på dagtid överkompenseras av deras värmande effekt på natten.

Medan CO₂ har en kumulativ effekt och kvarstår i atmosfären i cirka 100 år, har strimmorna en mycket starkare och omedelbar effekt. Den är dock kortfattad. Det råder fortfarande osäkerhet om strimmornas exakta beständighet. Efter 2-3 minuter är påverkan försumbar. Efter tolv timmar omvandlas de dock till cirrusmoln, som har en stor effekt.

Det pågår en debatt om strimmornas andel av flygets klimatpåverkan. Satavia, ett företag som erbjuder ett mjukvaruverktyg för att hjälpa till att undvika områden där det är troligt att de bildas, uppskattar att andelen är 60 %. De flesta forskare är överens om att mätt i genomsnittlig temperaturrespons över 20 år bidrar strimmorna med 30-40 % av CO₂-utsläppens påverkan. Trots oenighet om de exakta siffrorna har enighet bildats om relevansen av att vidta åtgärder. Den goda nyheten är att detta faktiskt kan vara en ganska enkel sak att ta itu med. Forskare har visat att bara 2,2% av flygningarna bidrar med 80% av denna påverkan och att relativt små justeringar av höjderna för dessa flygningar - till en liten bränslekostnad - kan enormt minska kondensstrimmornas uppvärmningseffekt. Strimbildning kan också minskas genom att minska mängden sotpartiklar



som emitteras av flygningar, eftersom dessa ger kärnor där iskristaller kan bildas.

Forskare har ännu inte exakt beskrivit alla komplexa fenomen i strimbildning, uthållighet och miljöpåverkan. Men försök och tidiga kommersiella insatser kopplade till åtgärder för att undvika strimbildning verkar peka i samma riktning, vilket tyder på att mindre förändringar av banor på ett begränsat antal flygningar kan eliminera de flesta strimmorna.

Att undvika att flyga genom mycket fuktig luft, där ihållande kondensstrimmor kan bildas, är den viktigaste åtgärden genom att flyga ovanför, under eller runt dessa regioner. Men det behövs bättre väderprognoser för att underlätta detta. De väderprognoser, som vi har idag, är inte tillräckligt exakta för det ändamålet. En svaghet med nuvarande väderprognoser är att förutsäga luftfuktighet på höjd. Mer forskning behövs för att bättre lokalisera vattenmättade områden, som är klimatkänsliga.

Ineffektivitet är kopplat till osammanhängande mål för piloter och flygledare. En besättning optimerar sin flygning. Flygledare optimerar sin sektor. Flygledare och piloter har redan ett jobb att göra för att säkerställa flygsäkerhet och punktlighet, och de kan se motverkande av strimmor som ytterligare, lägprioriterat arbete.

Den europeiska flygsäkerhetsmyndigheten Eurocontrol, den organisation som ansvarar för flygledningstjänsten i Europa, har genomfört liveförsök sedan början av 2021. I ett av de mest trafikerade flygkontrollcentren i Europa har det modifierat den vertikala flygprofilen för 209 flygningar på 10 månader. Utvärderingen visar att det är genomförbart att inkludera förebyggande åtgärder i de registeransvarigas normala uppgifterna.

Företaget Thales har expertis inom både flygelektronik och flygledningssystem för piloter och flygledare. Företagets tillvägagångssätt har varit att börja med en gemensam mjukvarubas för piloter och flygledare.

Verktöget, Flights Footprint Estimator, designades utifrån idén att optimering måste börja med noggrann mätning. Amelia, ett litet franskt flygbolag i Regourd Aviation-gruppen, testar Flights Footprint. De har tagit fram ett verktyg för att uppskatta och förutsäga en flygnings klimatavtryck på alla delar av dess bana. När det gäller den globala påverkan på uppvärmning såsom bidraget från kväveoxider och vattenutsläpp, använder Flights Footprint även klimatmodeller.

Byggt från register över tidigare flygningar, är databasen en grund för förutsägelser. Små förändringar som görs på ett litet antal flygningar som genererar små mängder extra CO₂ kan leda till en massiv minskning av kondensstrimmor.

Satavia är en annan specialist inom dataanalys och atmosfärsvetenskap tillämpad på luftfart. Satavias DecisionX: NetZero-program hjälper till att beräkna små höjd- och ruttändringar för att undvika strimmor. Strimbildning och varaktighet beror på ständigt föränderliga atmosfäriska parametrar som inkluderar relativ fuktighet, vilket beror på vattenhalt, temperatur och tryck.

Kärnan i Satavias kunskande är väderprognoser på hög höjd och förbättrade funktioner kring molnmikrofysik. Den senare är en gren av atmosfärsvetenskap som förutsäger både bildandet och livslängden för luftfuktighet inklusive vattendroppar, ånga och iskristaller. Satavias tillvägagångssätt för att undvika strimmor är tvådelat. Den första delen är flygplansplaneringsprogramvaran med smartare planering och taktiska ruttändringar för att undvika strimbenägna områden. Den andra delen handlar om att se till att sådana insatser räknas som koldioxidkrediter. Hitills har detta fungerat för frivilliga marknader. I slutändan vill man integreras i Corsia, den internationella civila luftfartsorganisationens kompensationsystem för internationella flygningar.

En utmaning ligger i integrationen av DecisionX:NetZero-verktöget med äldre programvara som används av leverantörer av flygtrafikjänster och vissa praktiska frågor måste fortfarande lösas. Om ett flygplan är nära sin destination, kommer det då att vara effektivt att lämna det på den låga höjd som tilldelats för att undvika en strim-benägen zon eller skulle det vara bättre att låta det klättra tillbaka till sin ursprungliga kryssningshöjd, där bränsleförbrukningen minskar?

En av utmaningarna i Satavias och Eurocontrols strategi är att mäta effekterna av förändringarna. Att utöka Eurocontrols försök till alla flygplan i det europeiska luftrummet kan vara utmanande, eftersom det är avgörande att upprätthålla den högsta flygsäkerhetsnivån. Samtidigt behövs mer forskning för att bättre förstå strimbildningsdynamiken. Skapandet av en övermåttad plym som kan generera en strimma beror på mängden vattenånga, liksom plymens temperatur och tryck. Dessa är kopplade till motorvarvtal, flygplans aerodynamik och höjd.

Mer än en faktor påverkar strimbildning såsom förekomsten av kondensationskärnor, som främst är kopplade till motorutsläpp. Sot som produceras genom förbränning av bränslen, varav de flesta är gjorda av rent kol eller kolväten, kan ge kärnor. Andra aerosoler som också kan bilda kärnor inkluderar naturliga (som mineraldamm som kommer från ökenregioner) och antropogena (som sulfater från svaveldioxid).



Att lokalisera de miljöer där strimmor är benägna att bildas kan göras med begränsad noggrannhet. Det som försvårar prognostiseringen är bland annat förekomsten av luftlager med olika fuktighetsnivåer. Detta innebär att mätfel och modelleringsinexakthet är höga. Dessa metoder fungerar statistiskt över längre intervall men inte varje gång. Det är därför det är viktigt att testa dem under långa perioder.

Banmodifiering är en lösning bland flera. Man bör också överväga att minska partikelutsläppen, vilket motortillverkarna har eftersträvat. Användningen av hållbara flygbränslen (SAF) skulle kunna minska sotutsläppen avsevärt. Dessutom innehåller SAF varken aromater eller svavel, en funktion som hjälper till att förhindra strimmor.

Volcan-projektet, som finansieras av den franska civila luftfartsmyndigheten DGAC, skulle kunna bidra till att ge forskarna en bättre uppfattning om sådana fördelar. Airbus och dess partners flyger där en A321neo-version som drivs av LEAP-1A-motorer från CFM International. Det ger en möjlighet att utvärdera de potentiella fördelarna med oblandad SAF jämfört med konventionellt flygbränsle. Denna A321neo är det första Airbus-engångsflygplanet och det senaste Airbus-flygplanet totalt – efter A350 och A330MRTT – som testar 100 % hållbart flygbränsle på båda motorerna.

För att samla utsläppsdata för detaljerad analys, flygs ett "jaktflygplan", ett mycket modifierat Dassault-jetplan från German Aerospace Center DLR, inom 100 meter från A321neo.

VOLCAN-utvärderingarna är fokuserade på utsläppen av oblandad SAF, som – till skillnad från SAF-blandningar som alltmer används inom flyget idag – inte blandas med några fossila bränslen. Att analysera prestandan för oblandad SAF och dess löfte om att minska utsläppen (CO₂ och icke-CO₂) är ett viktigt steg mot mindre koldioxidutsläpp av flygindustrin.

För närvarande kan kommersiella och militära flygplan såväl som helikoptrar flyga med en blandning av upp till 50 % SAF. Målet är att säkerställa 100 % SAF-kapacitet till 2030. Potentialen att minska utsläppen med upp till 80 % jämfört med traditionellt flygbränsle belyser de enorma möjligheterna för SAF-användning inom flygsektorn.

Robotar i underhållsarbete

Företag har utvecklat användning av robotar i motorunderhåll sedan en tid tillbaka för att göra processer mer effektiva, men nya innovationer kan nu ge fördelar som går ännu längre. Enligt flygmotortillverkare som GE Aviation och Rolls Royce kan användningen av robotik och automation hjälpa industrin att bättre underhålla motorer och tackla hållbarhets- och arbetskraftsbrist.

[Engineering360: The Technologies behind cobots](#)
[GE Aviation Ramps Up Robotics For MRO](#)
[Rolls-Royce Lanserar Nytt Teknikprojekt](#)

Robotar har blivit allstädes närvarande i tillverkningsmiljöer och interaktion mellan människa och robot har blivit ett krav. Det är inte längre något som aktivt undviks för att förhindra skador på människan. Det är faktiskt nödvändigt, eftersom programmering av dessa typer av robotar inte alltid görs av en programmerare bakom en dator. I allt högre grad står ingenjörer och tekniker bredvid maskinerna och undervisar, övervakar eller fixar dem medan andra robotar surrar i närheten. Dessa robotars samarbetskaraktär har myntat termen cobot.

Cobots är obegränsade av gränser eller staket och inskränkningar i arbetsyta för konventionell industriell robot- och automatiseringsteknik. De främsta skillnaderna mellan en cobot och en konventionell fabriksrobot är de förbättrade säkerhetsfunktionerna, som möjliggör drift i närheten av den mänskliga operatören och förenklade programmeringstekniker som möjliggör enkel distribution och omfördelning inuti en anläggning.

Olika scenarier för samarbete mellan människa och robot definieras vanligtvis för att säkerställa en säker arbetsmiljö. Om en människa till exempel passerar gränsen till ett definierat utrymme runt en cobot, stoppar den helt sin verksamhet, så att människan säkert kan utföra de nödvändiga uppgifterna.

Dessutom arbetar cobots så att ju närmare den kommer en mänsklig operatör desto långsammare rör den sig och vid en förutbestämd tröskel stannar coboten helt. Detta avaktiverar också vridmomentet som används av roboten när en människa är i närheten, vilket begränsar påverkan om människan och roboten berör varandra.

Cobots måste alltså vara fullt medvetna om sin omgivning och den mänskliga närvaron i den. För att uppnå detta använder cobots olika sensorer för att spåra människor och andra hinder i miljön och bilda en komplett 3D-karta över omgivningen. Närvarodetektering kan göras med många tekniker, från ljusridåer till rumslig kartläggning via lidar eller 3D-vision.

Alla cobots använder någon kombination av teknik, som simulerar viktiga mänskliga sinnen. Följaktligen inkluderar de sensorer, som finns i cobots, i allmänhet syn, beröring, hörsel, temperatur, avståndssökning, acceleration och andra liknande sensorer.

Cobots är också utrustade med sensorer, som mäter själva robotens tillstånd. Dessa mätningar inkluderar hjul- och fogpositioner, motormoment, hastigheter och andra parametrar. Dessa sensorer är nyckeln till datainsamling och analys för processoptimering och maskinunderhåll. Data från dessa sensorer är också avgörande för att styra robotrörelsen och för att begränsa kontaktkraften vid en kollision.

En annan funktionalitet är viktig för självunderhåll av cobots. Till exempel kan en cobot känna igen när dess batterier behöver laddas och själv söka en laddare. Den kan också upptäcka värme



när dess inre temperatur är för hög för att fungera tillsammans med människor.

Programmering gör det möjligt för en cobot att förstå sin miljö och utföra egna åtgärder för att anpassa sig till den. Traditionellt programmeras industrirobotarna offline och dessa program kan inte modifieras under uppgiftskörningen. Följaktligen arbetar en robot i en miljö där operatören inte deltar.

Cobots utmanar det traditionella sättet att lära robotar hur man arbetar i en industriell miljö. Det är fortfarande möjligt att mata uttryckliga instruktioner till systemet via ett digitalt gränssnitt, men i allt högre grad är detta inte fallet. Handstyrning är en funktion för många cobotsystem, där en mänsklig operatör fysiskt guidar maskinen genom önskad rörelse och uppgift, medan en dator loggar aktiviteten. Ett annat alternativ är att coboten använder maskininläring för att lära av både människor och andra cobots på anläggningen.

Nettoresultatet är en robotcell som är extremt anpassningsbar och lätt att omprogrammera, vilket är viktigt eftersom programvarukompetensgapet inom tillverkningssektorn fortfarande är formidabelt.

Många av de mekaniska komponenterna och rörelsekontrollsystemen från en standard fleraxlig robotarm skulle kunna användas i en cobot - nämligen motorer, servon, ställdon, växelsatser, bromsar, kopplingar, sensorer och drivenheter.

På grund av behovet av att utöva kraftkontroll är cobotar emellertid ofta utrustade med fleraxliga vridmomentsensorer. När roboten upptäcker vridmoment eller motstånd på ett oväntat sätt informerar den robotstyrenheten, som upphör med cobotoperationen. Av denna anledning kan många cobots i upptagna omgivningar välja indirekt kraftkontroll, där coboten har förinställda styvhets- och impedanskontroller inbyggda.

I många avseenden är cobotindustrin fortfarande i sin linda, och affärsmodeller, värdeerbjudanden och kunder utvecklas fortfarande. Ändå kombinerar cobot-tekniken optimalt mänskliga färdigheter med avancerad robotteknik för att skapa en toppmodern industriell miljö.

Även om cobots delar gemensamt DNA med industrirobotar, kräver deras närhet till människor olika strategier och tekniker för att säkerställa att människor förblir säkra, och cobots förblir produktiva.

Ett exempel på cobots är ormotorar. Robotarna ger bättre tillgång till svåråtkomliga områden i en flygmotor fokuserat på tre nyckelområden: rengöring, inspektion och reparation.

Även om manuellt styrda inspektionstekniker som boroskop kan användas för att titta in i dessa trånga utrymmen har de sina begränsningar. De saknar förmågan att styra och navigera inuti dessa utrymmen. Ormotorar ger också möjligheter att gå tillbaka till samma plats igen och kunna se samma områden gång på gång från olika vinklar och synpunkter.

Inspektion är bara en pusselbit. Trånga områden måste också nås för rengöring och underhåll, vilket ofta kan kräva att motorerna tas av vingen. Man utvecklar nu teknologier för att utföra vissa av dessa uppgifter på vingarna.

Ett exempel är att reparera termiska barriärbeläggningar. Slitage på dessa beläggningar kan vara särskilt utmanande för operatörer som flyger motorer i regioner med varmt och hårt väder. Man har designat små robotarmar, som kan komma in i tändarportarna på brännkammare för att applicera dessa beläggningar, med hjälp av robotsystem som kan monteras på utsidan av motorn. Tekniken kan användas på vingen, vilket kan öka motorns hållbarhet och minska underhållsbröden.

Man använder också automatiserad teknik för att förenkla motorrengöring. Detta resulterar i både minskad underhållsbröda för kunden och mer hållbar motorprestanda. Det minskar också hållbarhetspåverkan i leveranskedjan, eftersom motorer behöver transporteras till reparationsanläggningar mer sällan.

Rolls-Royce lanserar ett nytt projekt för att utveckla 20 nya tekniker som syftar till att möjliggöra bättre motorunderhåll och samtidigt minska flygstörningar och miljöpåverkan. Projektet kallas REINSTATE och är en gemensam statlig och industriell investering, som försöker öka Storbritanniens position inom civil flyg- och rymd.

Några av fokusteknikerna för projektet utvecklades redan av Rolls-Royce, inklusive ormotorar som används i motorer för att komma åt och reparera komplexa delar, inbyggda kameror och additiva reparationsmetoder. Ytterligare teknik som utvecklas inom projektet inkluderar användning av data från motorsensorer för prediktivt underhåll och avancerad automatiserad reparationsteknik av delar, som för närvarande inte kan repareras. En del av projektet kommer att innebära att man tittar på teknik för att analysera och reparera framtida gasturbin- och elektriska luftfartsprodukter, vilket Rolls-Royce säger kommer att hjälpa det att stödja dess nuvarande och framtida flotta.

General Electric GE förvärvade brittiska OC Robotics 2017, och sedan dess har det arbetat med att utveckla och anpassa deras ormotorteknik för användning i underhåll av flygmotorer. Robotarna ger bättre åtkomst till svåråtkomliga områden i motorer, och GE utnyttjar detta för att fokusera på tre nyckelområ-



Credit: OC Robotics/GE Aviation

den: rengöring, inspektion och reparation.

För att främja hållbarhetsarbetet har GE också börjat anstränga sig för att lokalisera reparationstekniker genom nya automatiserade robotar. GE Aviation har investerat i automatiserad svets-teknik som det börjat rulla ut över sitt reparationsnätverk.

Det gäller bl a kall metallöverföring, nästa generation av svets-teknik, som tillåter att ha ett laservisionssystem och en modifierad MIG-svetsapplikation (metall/inert gas) som tillför mindre värme vid reparation av motordelar. Det är fyra gånger snabbare än manuell svetsning och ger betydande hållbarhetsfördelar. Eftersom det är en mycket effektivare svetsprocess kan man flytta över många konventionella svetsreparationer från centraliserade centre of excellence och reparationsnätverk till över-synsnätverket. Det innebär att reparationsarbetet utförs där motorn håller på att överses, vilket minskar transport av delar som repareras och återförs till motorn.

GE har redan installerat sitt första av dessa system i Cardiff, Wales och planerar att därefter lägga till fler vid sina anläggningar i Brasilien, Kaledonien, Skottland, Ungern och Singapore.

GE investerar också i andra automations- och robottekniker som har hjälpt det att lägga reparationsarbetet där motorerna servas. En sådan investering är ett automatiserat och artificiell intelligens (AI)-aktiverat fluorescerande penetrantinspektions-system (FPI) i Singapore. Nu görs 90 % av dess CFM56-flygplansinspektioner på platsen av ett AI-drivet robotsystem, vilket är en unik möjlighet att ta bort subjektiviteten från inspektionen.

Automatisering genom Artificiell Intelligens AI kan minska arbetsstyrkan och kraven på utbildning. Till exempel kan certifierade inspektionstekniker som FPI kräva hundratals timmars utbildning på jobbet. AI, som har all den inneboende maskinlärlningen och har sett hundratalsentals, om inte miljoner, motordelar tidigare, har en teknisk standard som kan uppnås i realtid utan att behöva lägga 400 timmar på att träna människor. Det ger möjligheten att arbeta på nya sätt, särskilt med automatiserade och AI-aktiverade inspektioner.

Befjädrad robotvinge för flaxande drönare

Fåglar flyger mer effektivt genom att fälla in vingarna under uppslaget, visar en färsk studie från Lunds universitet och schweiziska EPFL. Resultaten kan innebära att vingfällning är nästa steg för att öka förmågan till framåt-drivande kraft och aerodynamisk effektivitet i flaxande drönare.
[Advanced Intelligent Systems.](#)

Redan förstadierna till fåglar – utdöda fågelliknande dinosaurier – gynnades av att vika vingarna under uppslaget när de utvecklade aktiv flygning. Bland nu levande flygande djur är fåglarna de största och de mest effektiva. Detta gör dem särskilt intressanta för utvecklingen av drönare. Men för att avgöra vilken flaxande strategi som är bäst krävs aerodynamiska studier av alternativa sätt att flaxa med vingarna. Därför har ett svensk-schweiziskt forskarlag konstruerat en robotvinge som kan åstadkomma just det – att flaxa som en fågel och mer därtill. Genom att mäta vingens prestanda i vindtunnel har man studerat hur olika sätt att göra vinguppslaget påverkar krafter – och den energi som krävs för att skapa dem.

Fågelflax kan revolutionera framtida drönare eftersom det avsevärt kan förbättra långsam flygning och utöka den aerodynamiska prestandan, men hittills har relativt få robotar använts för att studera flaxande djurflygning. Huvudfokus har legat på små, insektsliknande system med plana, ovikta vingar och höga flaxfrekvenser och på robotfladdermöss med flexibla membranvingar.

De få robotar som använts för att studera fågelflaxflygning har haft förenklade vingegeometrier som flexibla membranstrukturer eller standardvingeprofiler, medan riktiga fågelvingar har en komplex, flexibel, aerodynamisk form gjord av fjädrar, ben och muskler. Dessutom kan fåglar aktivt slå och vika sina vingar, men nuvarande fågelinspirerade flaxande robotvingar kan bara flaxa med vingarna medan vinkeln och vingformen förblir konstanta.

Artikeln beskriver en robotflaxvinge som kan göra samtidig flaxning, stigning och vikning, och som kan monteras på klaff i olika slagplanvinklar. Den är utrustad med naturliga fjädrar och ger betydligt högre kinematisk komplexitet och aerodynamisk kontroll än tidigare fågelinspirerade robotar - oavsett om de flyger fritt eller installeras i vindtunnlar. De aerodynamiska krafterna mättes med partikelbildsvelocimetri (PIV).

Studien av levande fåglar är tidskrävande, mödosam och begränsad till djurets flaxande rörelse. Det senare omöjliggör systematiska studier av alternativa flaxningsstrategier och begränsar vår förmåga att testa varför fåglar väljer en specifik kinematik. Artikeln beskriver en biohybrid-robotvinge, delvis byggd av riktiga fjädrar, med mer avancerade kinematiska förmågor än tidigare robotvingar och liknande en riktig fågels. I en första fallstudie används robotvingen för att studera de aerodynamiska konsekvenserna vid olika flyghastigheter och slagplansvinklar. Resultaten indikerar att vingfällning under uppslag inte bara gynnar tryckproduktionen, som förväntat, utan också minskar aerodynamisk kraft. Det visas också att tryckkrav sannolikt dikterar vingens lutning. Sammantaget kan roboten användas för att svara på många öppna frågor om flaxande flygning, som är omöjliga att ta itu med genom att observera fritt flygande fåglar.

Resultaten visar att vingfällning under uppslaget inte bara ökar den dragkraft som genereras utan också ökar den aerodynamiska effektiviteten (kraftspecifik effekt) jämfört med att ha en förlängd vinge genom hela vingslaget. Dessutom visar det sig att den mest effektiva flaxningsstrategin är att producera lyft genom att applicera en positiv angreppsvinkel under uppslaget, men att relativt höga tryckkrav (t.ex. på grund av högt kroppsmotstånd) kan tvinga djuret att använda

Forskaren Christoffer Johansson har utvecklat en befjädrad robotvinge för att bättre förstå hur fåglar flyger.
 Foto: Anders Örtegren



ett dragkraftsgenererande (negativ angreppsvinkel) uppslag, vilket minskar den aerodynamiska effektiviteten.

Tidigare studier har visat att fåglar flaxar vingarna mer horisontellt när de flyger långsamt. Den nya robotstudien visar att fåglarna troligtvis gör det, trots att det går åt mer energi att skapa en viss kraft, för att det är enklare att skapa en tillräckligt stor uppåtriktad kraft. Detta är något som drönare kan ta efter för att öka spannet av hastigheter de kan flyga med.

Forskningen med robotvingen kan förklara varför fåglar flaxar som de gör, genom att ta reda på vilka rörelsemönster som skapar mest kraft och vilka som är mest effektiva. Resultaten kan även användas i andra forskningsområden, exempelvis för att bättre förstå hur fåglars flyttning påverkas av klimatförändringar och förändrade födoförhållanden. Det finns många potentiella användningsområden för drönare där dessa insikter kan tas tillvara. Till exempel för den ständiga utvecklingen av varuleveranser – här kan drönare vara framtidens melodi.

Flaxande drönare skulle kunna fylla en nisch där, men det bygger på att de blir tillräckligt effektiva och klarar av att lyfta de extra vikter som varorna innebär. Hur vingarna flaxas har stor betydelse för prestandan, och här kan nuvarande och framtida forskning visa vägen.

Flygledningens historia

Flygkontrolltjänster föddes praktiskt taget samtidigt som kommersiell luftfart, under det första decenniet av förra århundradet. När flygplatser först togs i drift blev det nödvändigt att någon informerade piloterna om banans skick, vindriktningen och förekomsten av andra flygplan eller fordon i området, med hjälp av flaggor, blinkande lampor eller radiokommunikation.

Första världskriget (1914-1918) medförde en stor utveckling inom luftfarten. Det stod snart klart att kommersiell luftfart skulle bli en stor framgång och att regleringar måste fastställa en uppsättning regler så snart som möjligt för att reglera verksamheten. Under paragrafen av Versaillesfördraget efter kriget skapades International Commission for Air Navigation (ICAN) 1919, som utvecklade det första regelverket för flygtrafik, ursprungligen undertecknat av 19 stater. Denna fråga var särskilt viktig i Europa, där det stora antalet gränser och språk liksom idag hämmade harmoniseringen av regler.



Den första flygplatsen som tillhandahöll en verklig flygkontrolltjänst var Croydon, söder om London. Med det ökande antalet flygplan som korsade himlen och då Croydon blev den mest trafikerade flygplatsen i världen var det ingen överraskning att ett behov av ordning och reglering uppstod efter några incidenter och tillbud.

Den 25 februari 1920 detaljerade Storbritanniens flygministerium specifikationen och konstruktionen av världens första tekniska byggnad för att kontrollera flygtrafiken, "Aerodrome Control Tower", som skulle installeras på Croydon Aerodrome. Detta var också första gången som terminologin "Control Tower" användes. Luftministeriets specifikation uppgav att "tornets plattform ska vara 15 fot över marknivå", "ha stora fönster placerade i alla fyra väggarna", "med en vindflöjel som ska monteras på taket med en nedväxlad indikator placerad inuti så att kontrolltjänstemän kan läsa av vindförändringar". Världens första flygledartorn föddes. Det beställdes den 25 februari 1920 och gav grundläggande trafik-, väder- och platsinformation till piloter.

Flygledningen som vi känner den idag såg alltså sin första utveckling 1920 på Croydon. Det första kontrolltornet togs i drift och strax efter certifierades den första

flygledaren. Den snabba tillväxten av flygtrafiken gjorde det nödvändigt att markoperatörer inte bara informerade piloterna utan också gav dem instruktioner när de avgick eller landade för att undvika eventuella kollisioner. Och det var där flygledningens historia började.

År 1922, efter en mindre kollision mellan ett ankommande och ett avgående flygplan, publicerade flygplatsen en NOTAM där det uppgavs att alla piloter var tvungna att få ett sekvensnummer för avgång, samt tillstånd från tornet för att starta. Detta tillstånd gavs med en röd flagga från utsiktstornet.



Croydon var också pionjär när det gällde att etablera ett flygradionavigationssystem, mark-luftkommunikation och också en kontrollzon där det krävdes att piloterna hade tillstånd från styrenheten innan de gick in i den. De utvecklade också de första standardprocedurerna för starter, dock mer inriktade på att blidka grannarna som klagade på bullret än av säkerhetsskäl. Från kontrolltornet markerade regulatören flygplanets situation på en karta med små flaggor enligt radiosignalerna som piloterna skickade och kunde därför varna dem om han beräknade att de skulle flyga för nära varandra.

Den 7:e april 1922 ägde den första kollisionen i luften rum i Frankrike på grund av dimma och sju personer dog. Detta tvingade myndigheterna att fastställa de första flygrutorna över Engelska kanalen och att göra det obligatoriskt att använda radioutrustning ombord och utbyta meteorologisk information mellan flygplatserna.

G.J.H "Jimmy" Jeffs, Croydon Civil Air Traffic Officer, var en av de stora innovatorerna i utvecklingen av den nya disciplinen. Utfärdad med flygkontrolllicens nr 1 daterad den 22 februari 1922 utvecklade Jeffs många av de system och förfaranden som godkändes av flygministeriet och fortfarande används. Efter att ha etablerat över tjugofem ATC-enheter i Storbritannien var det USA som bad att Jeffs skulle leda etableringen och organisationen av det nordatlantiska luftrummet under andra världskriget. Jeffs hade en framstå-

ende karriär inom civil och militär flygtrafikledning, som kulminerade i tilldelningen av utmärkelser som US Legion of Merit.

Under åren som följde denna revolution i Croydon såg USA en ökning av flygplanstransporter på grund av United States Postal Service. Flygplan var det snabbaste sättet att ansluta USA via post. Större flygplan byggdes och USPS lade ut posttransporter till företag och fler och fler passagerare transporterades med flyg.

Den första flygpostradiostationen (AMRS) skapades 1922 efter första världskriget, när det amerikanska postkontoret började använda tekniker som utvecklats av armén för att styra och spåra spaningsflygplanens rörelser. Med tiden förvandlades AMRS till flygservicestationer. Dagens flygservicestationer utfärdar inte kontrollinstruktioner, men förser piloter med många andra flygrelaterade informationstjänster.

Det första flygkontrolltornet, som reglerade ankomster, avgångar och ytrörelser för flygplan på en specifik flygplats, öppnades i Cleveland 1930. Efter några kollisioner i luften av kommersiella flygplan, började ett konsortium av flygplan övervaka driften av sina egna flygningar. År 1935 i Newark (New Jersey) skapade flera flygbolag det första flygkontrollcentret för att tillsammans övervaka sina flygrutur. 1936 öppnas ytterligare två centra i Cleveland och Chicago. Handelsdepartementet tog sedan kontrollen över operationerna och öppnade kort därefter ytterligare åtta enheter för att täcka USA: s luftrum.

Vid den tiden använde man tavlor för att registrera de positioner som piloterna rapporterade och kartlägga flygplanens läge för att undvika kollisioner i luften. Med hänsyn till flygplanets hastighet och flygtiden kunde flygledarna förutse planens framtida position och varna piloterna om en konflikt upptäcktes.

Denna metod för att beskriva och separera trafiken, baserat på uppskattade positioner och tider som rapporterats av piloterna, kallas "procedurkontroll". Denna typ av kontroll används fortfarande på liknande sätt i havsområden där det inte finns någon radartäckning eller på flygplatser med låg arbetsbelastning. Nästa steg för flygledningen skulle komma 1950, då flygledningscentralerna försågs med långväga direktkommunikation mellan piloten och flygledaren.

Radarns ankomst i mitten av 50-talet skakade om flygledningssystemet. Precisionen i detta verktyg, de moderna flygnavigationsystemen och förbättringen av mark-luftkommunikationen gör det möjligt att flygplan som flyger i över 1000 km/h, idag bara behöver separeras med 5 km, vilket gör att systemet säkert kan anta och integrera det ständigt ökande antalet flygoperationer över hela världen.

De första civila flygledarna i Sverige hade en bakgrund som trafikpiloter i Aktiebolaget Aerotransport, ABA. De var till en början också anställda av ABA, men den 1 juli 1939 förstatislades all civil flygledning och samlades i en organisation, en enhet inom Kungliga Väg och vattenbyggnadsstyrelsens järnvägs- och luftfartsbyrå. Personalen inom flygledningen uppgick då till 12 personer. De första militära flygledarna, som då kallades trafikledare, började anställas på flottiljerna 1942. De hade tidigare varit piloter. Affärsverket Luftfartsverket bildas 1947.

1966 tillsattes den statliga utredningen Flygtrafikledningskommittén (FTK), som tog ett helhetsgrepp om flygtrafiktjänstens utveckling. Dess förslag ledde fram till ett beslut i riksdagen 1973. Resultatet blev bland annat följande:

All flygtrafiktjänst, både civil och militär, samlades från och med 1978 i en gemensam organisation i Luftfartsverket. Detta var en mycket framsynt lösning, som fortfarande är unik i Europa. En gemensam utbildning för alla flygledare vid den nya flygtrafikledningsskolan SATSA, Swedish ATS Academy, startade 1974.

Efter kollisionen i luften över Grand Canyon 1956, som dödade alla 128 ombord, fick FAA flygtrafikansvaret över USA 1958, och detta följdes av andra länder. 1960 inrättade Storbritannien, Frankrike, Tyskland och Beneluxländerna Eurocontrol, med avsikt att slå samman sina luftrum.

Eurocontrolkonventionen undertecknades 1960 och ratificerades 1963. Redan innan konventionen trädde i kraft 1963 fanns det indikationer på att frågan om nationell suveränitet skulle komplicera ett fullständigt genomförande av organisationens grundande uppdrag. Den första europeiska planen för ett harmoniserat flygkontrollsystem (ATC), som föreslogs 1962, bromsades av Frankrikes och Storbritanniens vägran på grund av skäl som var nära kopplade till deras nationella militära luftrumskontroll.

De övriga fyra ursprungliga medlemmarna Tyskland, Belgien, Nederländerna och Luxemburg enades 1964 om att inrätta ett enda internationellt flygkontrollcentrum. Det första och enda försöket att slå samman kontrollanter mellan länder blev Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC), som grundades 1972



av Eurocontrol och omfattar Belgien, Luxemburg, Nederländerna och nordvästra Tyskland.

Europaparlamentet uttryckte då oro över bristen på tydliga mellanstatliga avtal för att säkerställa gemensamma flygkontrolltjänster över hela kontinenten. År 1979 undertecknade Eurocontrol ett samarbetsavtal med Europeiska kommissionen i ett försök att skapa synergi mellan Eurocontrols tekniska expertis och EU:s tillsynsmyndigheter.

År 1986 var trycket på det europeiska nätverket så stort att ett nytt, bredare mandat övervägdes. En reviderad Eurocontrolkonvention undertecknades 1997, vilket överträffade den ursprungliga visionen i 1960 års konvention. I juni 1998 undertecknade Eurocontrol, Europeiska rymdorganisationen (ESA) och Europeiska kommissionen (EG) också ett avtal som formaliserade samarbetet på området för satellitnavigeringssystem och satellitnavigeringstjänster.

År 1999 lade Europeiska kommissionen fram sin plan för ett gemensamt europeiskt luftrum för Europaparlamentet, följt av två högnivågrupper. Högnivågruppens rapporter om det gemensamma europeiska luftrummet ledde till inrättandet av Europeiska byrån för luftfartssäkerhet (Easa) och stärkte Europeiska kommissionens roll som den enda europeiska tillsynsmyndigheten för luftfartssäkerhet, samtidigt som Eurocontrols tekniska expertis när det gäller genomförandet av dessa förordningar erkändes.

Det tidiga 2000-talet stördes av flera dödsolyckor i Europa, såsom katastrofen på Linatreflygplatsen 2001 och Überlingen-kollisionen i luften 2002, som båda var relaterade till brister i flygtrafiken. Trycket förvärrades ytterligare av attackerna den 11 september, vilket ökade behovet av ett snabbt europeiskt reglerings- och samordningsorgan.

År 2001 siktade EU därför på att skapa ett "gemensamt europeiskt luftrum" i hopp om att öka effektiviteten och uppnå stor-driftsfördelar. I maj 2003 hade Eurocontrol och Nato undertecknat ett samarbetsmemorandum, följt av ett liknande memorandum med Europeiska kommissionen i december 2003. I februari 2004 in-

ledde Eurocontrol arbetet med de första mandaterna från Europeiska kommissionen och i april 2004 antog Eurocontrol förordningarna om det gemensamma europeiska luftrummet. I mars 2006 lanserade Europeiska kommissionens Sesar-programmet (Single European Sky ATM Research) av Stakeholder Consultation Group (SCG) under Eurocontrols överinseende.

Även om Eurocontrol inte är ett EU-organ har EU delegerat delar av sina förordningar om det gemensamma europeiska luftrummet till Eurocontrol, vilket gör det till den centrala organisationen för samordning och planering av flygkontroll för hela Europa. Alla EU:s medlemsstater är för närvarande också medlemmar i Eurocontrol. Organisationen samarbetar med nationella myndigheter, leverantörer av flygtrafiktjänster, civila och militära användare av luftrummet, flygplatser och andra organisationer. Dess verksamhet omfattar alla flygnavigeringstjänster från gate till gate, strategisk och taktisk flödeshantering, flygledarutbildning, regional kontroll av luftrummet, säkerhetssäkrad teknik och säkerhetssäkrade förfaranden samt uppbörd av flygtrafikavgifter.

En ny teknik för fjärrstyrd flygledning har nu börjat utvecklas. Sverige blev först i världen med att fjärrstyra flygledartorn i riktig drift genom ett nära samarbete mellan Luftfartsverket (LFV) och Saab. LFV utarbetade och utvecklade de operativa koncepten och Saab utvecklade de tekniska lösningarna. Säkerheten har ifrågasatts men intresse finns i flera europeiska länder.

Systemet använder ett antal kameror, ljud och andra sensorer för att ge en kontinuerlig, heltäckande bild av en flygplats. Denna information och data matas till en central (Remote Tower Center) där videon strömmas direkt till en styrenhet och projiceras på flera LCD-skärmar. Flygledaren har fullständig kontroll över alla sensorer tillsammans med integrerade flygdata, flygplatsutrustning, elektroniska "strippar" och andra hjälpmedel. Tanken är att till en central kunna knyta ett antal flygplatser och därifrån styra flygtrafiken, starter och landningar på distans.

Ett antal flygplatser, som inte är statliga, som Örnsköldsvik, Sundsvall Timrå, Linnköping och Särens flygplats, är idag fjärrstyrda. Luftfartsverket och Swedavia skrev 2017 ett avtal om flygtrafikledning på distans gällande fyra flygplatser. Under 2021 blev Kiruna flygplats och Åre Östersund fjärrstyrda. Från februari 2023 fjärrstyrs Umeå flygplats växelvis och i slutet av året väntas Malmö också gå över till växelvis fjärrstyrning. På sikt kan alla plan komma att fjärrstyras från Stockholm eller kanske från Bryssel.

Northvolts flygbatteri



27 april Actualidad Aeroespacial Northvolt utvecklar batterisystem för elflyg. Cuberg, Northvolts dotterbolag, har presenterat ett nytt program för utveckling av högpresterande batterisystem, som möjliggör säkra och hållbara elektriska flygningar. Det nya batterisystemet kommer att utnyttja Cubergs litiummetallcellteknik för att möjliggöra säkra och hållbara elektrisk flygning. Cuberg kommer att leda programmet genom att designa och bygga systemlösningar för flygindustrin baserat på sin innovativa litiummetallbatteriteknik. Cubergs teknik använder en litiummetallanod och en egenutvecklad flytande elektrolyt för att samtidigt lösa de sammankopplade utmaningarna med batteriprestanda och tillverkningsbarhet. Medan befintlig batteriteknik, såsom litiumjon, kan vara för tung och ha för låg prestanda för användning i flygplan, är Cubergs battericeller lätta och högpresterande. Tekniken stöder också industristandardtillverkningsmetoder, vilket möjliggör skalbarhet, tillförlitlighet och spårbarhet genom hela värdekedjan. Cuberg har konstruerat och producerat en flygmodul, baserad på sina 20 Ah litiummetallceller, med en specifik energi på 280 Wh/kg.

Undvika drönarkollisioner



1 maj Electronics360 Forskare vid MIT har skapat en banplanerare som ger kollisionsfria banor för drönare. Robust MADER är en algoritm som innehåller ett fördröjningskontrollsteg under vilket en drönare måste vänta en viss tid innan den förbinder sig till en ny bana. Om den får en ny bana från andra drönare under fördröjningsperioden kan den överge sin nya bana och starta optimeringsprocessen igen. MIT testade MADER i simuleringar och flygexperiment med riktiga drönare. Det uppnådde en 100% framgångsgrad för att generera kollisionsfria banor. Restiden var långsammare än med andra tillvägagångssätt, men säkerheten var säkerställd. Den ursprungliga versionen av MADER hade problem och resulterade i flera kollisioner. Men Robust MADER med en ny algoritm orsakade inte en enda krasch i någon av hårdvaruproven. Drönare kunde flyga 3,4 meter per sekund med Robust MADER och det var kollisionsfritt i varje experiment. Nästa steg är att testa drönarna med Robust MADER-tekniken utomhus där många hinder och typer av buller kan påverka kommunikationen. Dessutom vill MIT utrusta drönarna med visuella sensorer som kan upptäcka andra agenter eller hinder samt förutsäga deras rörelser.

Kinas rymdvetenskap



27 april Actualidad Aeroespacial Kina utarbetar plan för vetenskapliga satelliter. National Space Science Plan, som för närvarande utvärderas, är den första nationella och långsiktiga planen för Kinas rymdvetenskapsprogram, med en tidshorisont som sträcker sig från 2023 till 2045. Under dess fem teman finns det 17 stora vetenskapliga prioriteringar, inklusive mörk materia och fysik under extrema förhållanden, universums ursprung och utveckling och studier av baryoner i det heta universum med hjälp av röntgen. Kruksningen av rymdtiden skall utforskas genom ett observatorium för gravitationsvågor. Soljordskapet omfattar utforskning av det yttre solsystemet, observation av solen och rymdvädet i solsystemet och omfattande analys av jord-månrymden. Det beboeliga planettemat inkluderar studier av jorden, solsystemets isiga månar och extrasolära planeter, sökandet efter utomjordiskt liv samt karakterisering och avbildning av exoplaneter. När det gäller biologiska och fysiska vetenskaper i rymden hänvisas till vetenskapen om mikrogravitet, kvantexperiment, livets ursprung och anpassning i universum med Kinas rymdstation som huvudplattform.

A350 som klimatlab



27 april Actualidad Aeroespacial Lufthansa förvandlar en A350 till det första klimatforskningsflygplanet. Detta är ett världsunik projekt som ska samla in klimatdata till den europeiska forskningsinfrastrukturen IAGOS-CARIBIC. Lufthansas experter har fäst mätsystemet som utvecklats speciellt för projektet på undersidan av A350-flygkroppen och framgångsrikt testat det under flygning. Lufthansas piloter genomförde ett samordnat flygprogram med certifieringsmyndigheter i sydtyskt lufttrum. Mätsystemet som nu testas på flygplanet är det mest komplexa i sitt slag och har, förutom luftintagsfunktionen, sensorer för högfrekvent precisionstryck och temperaturmätning. Under de kommande månaderna kommer ett mätlaboratorium som väger cirka två ton och utvecklats speciellt för projektet att installeras. Ett 20-tal mätinstrument kommer att installeras i laboratoriet, som sedan lastas i lastrummet som lastcontainer och ansluts till mätsystemet i flygplanets yttre flygkropp. Nästa år kommer detta högteknologiska laboratorium att lyfta för första gången och samla in väderdata om utvalda flygningar i Lufthansas reguljära verksamhet runt om i världen. Labbet registrerar kontinuerligt mer än 100 olika parametrar av spårgaser, aerosoler och moln på en höjd av nio till 13 kilometer, vilket är det som gör det speciellt.

Chalmers vätgascentrum



4 maj Chalmers Chalmers kompetenscentrum TechForH2 skall utveckla ny teknik inom vätgasframdrivning. Genom att forskarvärlden och industrin går samman kan man möta de behov och utmaningar som finns inom industrin. Det gäller såväl sensorutveckling som annan forskning som knyter an till framdrivning av tunga fordon och vätgas. Ett eldrivet flygplan med en räckvidd på 500 kilometer skulle kunna öka sin räckvidd till 3000 kilometer om det drevs med vätgas. TechForH2 är en gemensam satsning mellan Chalmers, Rise, Volvo, Scania, Siemens Energy, GKN Aerospace, PowerCell, Oxeon, Inspiorion, Johnson Matthew och Stena och samarbetet förväntas sätta Västsverige på kartan för vätgasforskning. Centrumet finansieras med närmare 54 miljoner av Energimyndigheten och har en total budget på 161 miljoner kronor under kommande fem år. Satsningen har öppnat upp för nio nya doktorander och åtta post docs att ta plats på centret. Forskarvärlden och industrin försöker öka elektrifieringen av flyget och tunga transporter för att på så vis kunna nå EU:s klimatmål. Batterier är väldigt bra men kan ofta inte erbjuda tillräcklig räckvidd för tyngre fordon. Och då är vä-

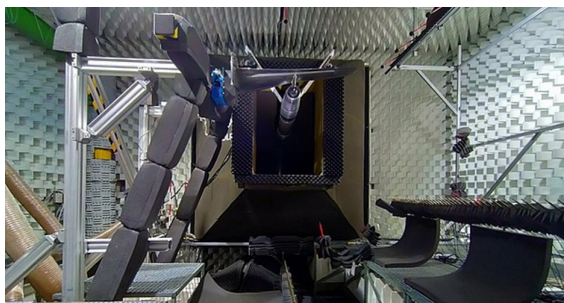
gasen ett sätt att öka räckvidden. Ett eldrivet flygplan skulle till exempel som högst kunna ta sig 500 kilometer. Med vätgas skulle räckvidden kunna öka till 3000 kilometer, förklarar Tomas Grönstedt, professor i turbomaskiner vid institutionen för Mekanik och maritima vetenskaper på Chalmers och föreståndare för TechForH2. Säkerhetsriskerna med att lagra eller använda väte är välkända. Det krävs bara fyra procent väte i luften för det ska bildas knallgas som kan antändas vid minsta gnista. Därför är det viktigt att superkänsliga sensorer finns på plats och kan bevaka läckor och larma vid kritiska nivåer. Tillsammans med nederländska kollegor har nu forskare vid institutionen för fysik på Chalmers tagit fram en optisk vätgassensor som känner av rekordlåga halter av vätgas. Den sällar sig därmed till de känsligaste sensorerna i världen. Den optiska vätgassensorn består av många nanopartiklar i metall som samverkar för att känna av vätgas i sin omgivning. Den bygger på ett optiskt fenomen, plasmoner, som uppstår när nanopartiklar av metall fångar upp ljus och ger partiklarna en distinkt färg. Är nanopartiklarna gjorda av palladium eller en palladiumlegering så ändras deras färg när mängden vätgas i deras omgivning förändras och sensorn kan slå larm om nivåerna blir kritiska. För att hitta den ultimata placeringen av partiklarna i sensorn använde sig forskarna av en artificiell intelligens-algoritm kallad partikelsvärmsoptimering. Syftet var att partiklarnas placering skulle leda till högsta möjliga känslighet för exponering av väte. Att placera partiklarna i ett mycket exakt definierat regelbundet mönster visade sig vara svaret. Utifrån AI-beräkningarna tillverkades den optiska vätgassensorn, vilken är den första i sitt slag att optiskt detektera väte i "parts per billion"-intervallet (250 ppb – alltså 2,5 hundratusendelar av en procent). Den nya sensorns praktiska tillämpbarhet undersökts nu vidare inom det nystartade kompetenscentrumet TechForH2.

Färgade kondensstrimmor



2 maj RAeS På sociala medier hävdas att någon använder flyg för att "spraya" jordens befolkning med olika kemikalier. Orsaken är ett sällsynt och vackert atmosfäriskt och aerodynamiskt fenomen. Under fuktiga förhållanden kan minskningen av trycket (och temperaturen) över en vinge vid höga lyftförhållanden ge kondens över vingen. Om detta inträffar på höjd i en övermättad atmosfär blir de kondenserade vattenpartiklarna till ispartiklar som lämnas bakom flygplanet. Partiklarna fungerar som "frön" i den övermättade atmosfären och växer i storlek över tiden. När de belyses av solen sprider partiklarna ljus med färger som bestäms av partikelstorleken. Det säger sig nästan självt att vädet ska vara fint och soligt. Kondensstrimmor när det gäller temperatur och luftfuktighet bör finnas vid (vanligtvis) 25 till 30 000 fot. Övermättad och en temperatur nära dagpunkten krävs också. Det finns ofta små mängder altocirrusmoln närvarande indikerande en annalkande varmfront. Själva flygplanet måste vara tungt (till exempel nära starten av en transatlantisk flygning) så att lyftkoefficienten är tillräckligt hög för att ge en "hel aerodynamisk vak" -contrail. Spridning av solljus krävs och helst ska flygplanet passera (sett av observatören) inom cirka + - 10 grader av solens höjd. Om den är närvarande kommer den iriserande vaken att vara synlig över ett betydande avstånd bakom flygplanet. Färgspridningen i kölvattnet blir ljusare när flygplanet kommer närmare siktlinjen till solen.

Bullerprov



2 maj DGLR DLR undersöker effekterna av olika motorkonfigurationer på flygplansbuller. För EU-projektet "Reduce Jet-Installation Noise" (DJINN) spårade forskarna flygplansbuller med hjälp av vindtunnel. Det handlar om buller, som framför allt genereras av samspelet mellan motor och flygplan. Mer kraftfulla och större motorer på stora flygplanskroppar och vingar orsakar mer buller på grund av interaktionen med luften. Under experimenten i vindtunneln undersökte forskarna två olika flygplanskoncept: ett flygplan där motorn är installerad under vingen, som i ett typiskt stort kommersiellt flygplan, och ett typiskt affärsflygplan där motorn är placerad i stjärten. De undersökte bland annat hur flygplanskroppens yta belastas av akustiska vibrationer, det vill säga effekterna av så kallad "akustisk utmattning" av materialet. De valde ett poröst material för landningsklaffarna. DLR har redan kunnat bevisa i andra experiment att porösa material har positiva akustiska egenskaper. Porösa material minskar tryckfluktuationerna i det turbulenta gränsskiktet, som därefter inte längre omvandlas till ljud vid landningsflikens bakkant. Resultaten bidrar till att utveckla teknik som kan minska flygplanets bullernivå i framtida flygplan.

Mera fågelkollisioner



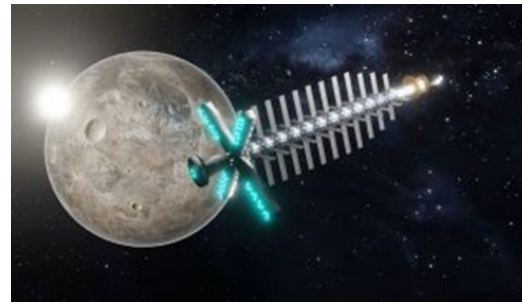
5 maj [aiaa.org/news](https://www.aiaa.org/news) En kollision i veckan tvingade ett American Airlines-plan att återvända till flygplatsen. Faktum är att mer än 2 300 djurkollisioner redan har rapporterats 2023 - 97 procent involverar fåglar. Fågelkollisioner med flygplan ökar i USA och på andra håll. Växande vilda populationer, ökning av antalet flygrörelser, en trend mot snabbare och tystare flygplan har alla bidragit till den observerade ökningen. FAA säger att över hela världen dödade mer än 300 människor på grund av fågelkollisioner och nästan 300 flygplan förstördes mellan 1988 och 2021. De allra flesta - 92 procent - hände vid 3500 fot eller lägre, enligt FAA. Förra året fick FAA rapporter om 17 195 kollisioner i USA eller på amerikanska flygbolag på utländska flygplatser. Det är något lägre än antalet rapporter 2019, 17 337, men högre än något år sedan. Skador rapporteras i en liten andel incidenter. Förra året involverade 695 någon form av skada - och endast 36 av dem orsakade "väsentliga" skador. Några av de mest störande typerna av kollisioner kan hända när en eller flera fåglar går in i ett flygplans motor.

Turkisk drönare



5 maj [Aviation Week](https://www.aviationweek.com) Turkish Aerospace utvecklar en familj av obemannade stridsflyg (UCAV) baserat på sin nyutvecklade Anka-3-plattform. Företaget undersöker utvecklingen av fyra olika storlekar UCAV. Anka-3 använder system som utvecklats för tidigare Anka-plattformar. Den nuvarande prototypen har flera externa antenner och ett motorutlopp, som sticker ut från baksidan av flygplanet och skulle kunna förråda plattformens radartvårsnitt, men företaget syftar till att ge flygplanet en all-aspect låg observerbar kapacitet. Roller för flygplanet inkluderar djup attack och underrättelse, övervakning och spaning. För attackuppdraget kan två interna fack vardera bära fyra inhemskt utvecklade bomber med liten diameter, medan externa pyloner gör det möjligt för flygplanet att bära tyngre vapen, inklusive SOM-J-standoff-missilen. Lastkapaciteten är cirka 1 200 kg. Motorn är en hemlig, ukrainsk 5000-lb. tryckmotor. Anka-3 skall sannolikt komplettera den "luft-till-luft-uppdragsoptimerade" Baykar Kizilema UCAV, som för närvarande är i flygprov. Det har också framkommit att bolaget vidareutvecklar sin måldrönare Simsek som skulle kunna stödja bemannade stridsflygplan. Företaget undersöker att omvandla Simsek till ett modulsystem som kan bära upp till 11 olika nyttolaster, inklusive strömsändare, samt ge den en stridsspets för attackförmåga.

ESAs atomraketer



7 maj [SPACE](https://www.space.com) Europeiska rymdorganisationen (ESA) finansierar flera studier om kärnkraft för utforskning av rymden. En av studierna är pReliminary eurOpean reCKon on nucLEar elecTric pROpuLsion for space appLications (RocketRoll). Den leds av forskare från universiteten i Prag och Stuttgart och ingenjörer från OHB Czechspace och OHB System i Bremen. RocketRoll kommer att ge en översikt över befintlig europeisk erfarenhet, teknik och industriell kapacitet för utveckling av en kärnkraftsdriven rymdfarkost. Dessutom kommer studien att ge en konceptuell design av en kärnkraftselektrisk framdrivningsmotor. Användningen av kärnbaserad elektrisk framdrivning för krävande rymduppdrag har behandlats i ett antal studier tidigare. Tack vare den nuvarande tekniken är detta ämne återigen relevant inom Europa. När resultaten av RocketRoll levereras nästa år kan de ligga till grund för ytterligare ESA-program som tittar på genomförbarheten av rymdfarkoster som kan vara i drift 2035, om allt går enligt plan. NASA har öppnat sitt eget program för att studera användningen av kärnraketer. Byrån samarbetar med Pentagons Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) för att utveckla en kärnkraftsmotor och flyga i en demonstration i rymden 2027.

Europeisk Starlink?



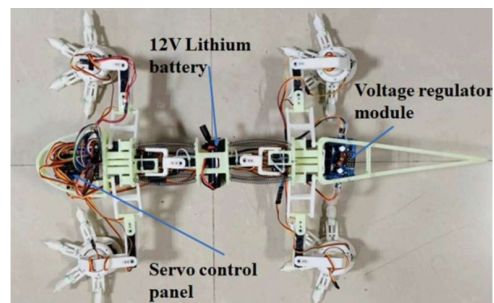
7 maj [Ars Technica](https://www.ars-technica.com) Europas stora satellitaktörer inklusive Airbus Defence and Space, Eutelsat och SES ställer upp för att bygga Starlink-konkurrent. I huvudsak skulle en sådan konstellation ge Europeiska unionen anslutning från låg jordbana som liknar vad SpaceXs Starlink erbjuder. Europa strävar efter att förbli en viktig aktör inom rymdfartsverksamhet, som i allt högre grad omfattar satellitbaserad kommunikation. För närvarande uppskattar Europa kostnaden för denna konstellation till cirka 6 miljarder euro och önskar att den ska vara redo att tillhandahålla global täckning år 2027. Både budgeten och tidsplanen för detta projekt är sannolikt mycket ambitiösa, med tanke på den mängd samordning som behövs och det är osannolikt att Europas Ariane 6-raket kommer att ha den reservuppskjutningskapacitet som krävs för att få hundratal satelliter i låg omloppsbana runt jorden med början i mitten av 2020-talet. Ariane 6-raketen debuterar inte förrän tidigast 2024. EU vill dock inte bli beroende av Elon Musk och hans Starlink-konstellation. Man lämnade också OneWeb, ett nätverk delvis ägt av Storbritannien, som ju lämnade EU för några år sedan och kanske inte har kapacitet att tillgodose alla Europas behov. Kina håller också på att utveckla sin egen megakonstellation.

Turkiets Kaan- fighter



5 maj Aviation Week Kaan - turkiska för "kungarnas kung" - är central i ansträngningarna att göra Turkiet till en stor försvarsexportör. Kaan, tidigare känd som TF-X eller helt enkelt "Turkish Fighter", liknar Korea Aerospace Industries KF-21 Boramae och utnyttjar turkiska TAI:s erfarenhet av att utveckla skolflygplan och licensbyggda utländska plattformar. TAI har utvecklat både Hurkus turboprop och Hurjet avancerade jetskolflygplan - ett supersoniskt kapabelt, fly-by-wire-flygplan- allt under de senaste 15 åren. Dessa projekt, liksom arbetet med helikoptrar och UAS, har varit avgörande språngbrädor i Kaan-fighterns utveckling. Målet är att producera en femte generations stridsflygplan i klass med amerikanska Lockheed Martin F-22 Raptor, kinesiska Chengdu J-20 och ryska Sukhoi Su-57. Kaan förväntas kunna superkryssa och arbeta i hastigheter upp till Mach 1.8. Utvecklingen följde efter USA: s beslut att ta bort Turkiet från Lockheed Martin F-35 Joint Strike Fighter-programmet efter att Ankara köpte det ryska S-400-luftförsvarssystemet. Turkiet utvecklar också Anka-3, den första i en familj av obemannade stridsflygplan (UCAV), och T929 ATAK-2, en ny tung attackhelikopter, den största rotorfarkosten som produceras i landet.

Ödla för Mars?



10 maj GlobalSpec Forskare vid Kinas Nanjing University har utvecklat en ödleinspirerad robot som en dag kan användas för att utforska Mars yta. Den fyrbenta, ödleinspirerade roboten kan en dag användas för att hitta tecken på tidigare eller nuvarande utomjordiskt liv på Mars, avslöja former av gammalt mikrobiellt liv eller för att upptäcka resurser som finns utanför jorden. Roboten har en flexibel ryggradsliknande struktur och fyra ben, som var och en har två gångjärn och ett redskap som framkallar en svängande rörelse. Dessutom består var och en av robotens höftleder som förbinder benen med ryggradsstrukturen av två servon och en fyrleds mekanism som gör att roboten kan lyfta utan att tappa balansen. Robotens fötter har flexibla tår som består av två gångjärn och en klo - en design som enligt uppgift gör det möjligt för den ödleliknande enheten att röra sig i olika terräng. Forskarna skapade också en mängd olika kinematikmodeller för var och en av robotens komponenter för att efterlikna ödlornas rörelser. Dessa modeller och numeriska beräkningar användes sedan för att kartlägga robotens rörelser.

Kinesisk rymdskyttel



10 maj aftonbladet Efter 276 dygn i rymden har Kinas nya hemlighetsfulla rymdskepp landat igen. Skeppet landade planenligt på Jiuquan-basen i Gobiöknen, samma plats det skickades upp ifrån. Att farkosten är återanvändbar som gamla Rymdskytteln är ett epokskifte för Kina, men ingen information finns om den teknik som provats ombord, eller hur högt och varthän skeppet flugit. Inte heller finns några bilder på farkosten, som i alla fall i nuläget ska vara obemannad. Enligt uppgift landar den horisontellt, alltså som ett flygplan, och inte vertikalt som Space X-raketerna. Det öppnar för spekulationer om att Kinas skepp liknar amerikanska X-37B. Även den farkosten har varit uppe på långa rymdturer, i något fall cirka två år, men beskrivs fortfarande som en "testplattform". USA har förnekat att X-37B utvecklas för att kunna bära vapen. X-37B har gjort sex uppdrag, det senaste för att testa ett solenergisystem som strålar energi till jorden med en laser. Den amerikanska farkosten tillbringade förra året 908 dagar i omloppsbana på sin femte flygning sedan den introducerades 2010.

Ny rymdstation?



12 maj Space News Vast och SpaceX planerar en kommersiell rymdstation så snart som 2025. Den lilla rymdstationen skulle passa i lastrummet på SpaceX:s Falcon 9 bärraket och skjutas upp till en låg omloppsbana kring jorden på cirka 500 km. Företagen planerar att lanseringen av Haven-1 snabbt ska följas av uppskjutningen av ett besättningsuppdrag till rymdstationen ombord på en SpaceX Dragon-rymdfarkost. Den skulle bära fyra besättningsmedlemmar och docka med Haven-1 för ett 30-dagars uppdrag. Haven-1 kommer att rotera för att skapa artificiell gravitation likvärdig med den på månen. Vast planerar att använda den ursprungliga kommersiella rymdstationen för att experimentera med och vidareutveckla sin artificiella gravitationsteknik. Om Vast lyckas skulle det komma före rivaler som har NASA-stöd för att utveckla kommersiella rymdstationer avsedda att efterträda den internationella rymdstationen i slutet av decenniet. Tre team, ledda av Blue Origin, Northrop Grumman och Voyager Space, vann finansierade Space Act -avtal från NASA: s Commercial Low Earth Orbit Destinations, eller CLD, i slutet av 2021 för att stödja designarbete på kommersiella stationer. Ett fjärde företag, Axiom Space, har ett avtal med NASA om att installera kommersiella moduler på ISS som en föregångare till en kommersiell station.

Rockton vill ha Heart



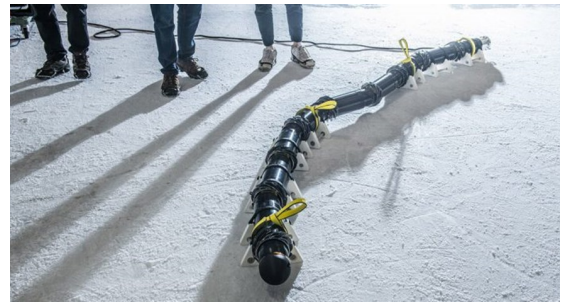
12 maj Actualidad Aeroespacial Svenska flygplansuthy-
raren Rockton köper upp till 40 ES-30 från svenska
Heart Aerospace. Det svenska flygplansinvesterings- och
leasingföretaget Rockton kommer att förvärva upp till 40 re-
gionala elflygplan från Heart Aerospace, ES-30, och omvandla en
tidigare avsiktsförklaring med den svenska flygplanstillverkaren
till fasta inköpsorder på 20 flygplan med köprätter för ytterli-
gare 20. Rockton fokuserar uteslutande på investeringar i ny
teknik som mildrar luftfartens negativa klimateffekter och säger
att branschens mål att nå netto noll år 2050 ökar efterfrågan på
hållbara lösningar. ES-30 är ett regionalt elflygplan med en
standardkapacitet på 30 passagerare som drivs av batteridrivna
elmotorer. Det kommer att ha en helelektrisk räckvidd på 200
kilometer med nollutsläpp, en utökad hybridräckvidd på 400
kilometer med 30 passagerare och flexibilitet att flyga upp till
800 kilometer med 25 passagerare, alla med typiska flygbok-
ningar. Planen är att ES-30 ska tas i bruk 2028. Heart
Aerospace har nu totalt 250 fasta order på ES-30, med optioner
och köprätter på ytterligare 120 flygplan. Företaget har också
avsiktsförklaringar för ytterligare 91 flygplan.

Motorväg för drönare



16 maj The Washington Post Storbritannien ska
bygga motorväg för drönare. Project Skyway fick grönt
ljus av regeringen förra året och stöds av ett konsortium
som leds av Altitude Angel - ett Reading-baserat drönarflyg-
kontrollföretag - och telekomjätten BT Group Plc. Den
första delen av korridoren är planerad att ansluta Reading
och Coventry. Så småningom är förhoppningen att ett nät-
verk av ruttor också kommer att ansluta Oxford, Milton
Keynes, Cambridge och Rugby och kanske en dag sträcka
sig till kusterna vid Southampton och Bentwaters nära
Ipswich. Korridoren är avsedd att så småningom bestå av
flera lager. Mindre drönare, som bär paket, kan röra sig i
lägre lufttrum under större drönare som transporterar män-
niskor. Allt detta kommer att övervakas av sensorer på mar-
knivå som tittar upp och möjliggör ett "automatiserat flyg-
kontrollsystem" som ska vara driftskompatibelt mellan
drönarstillverkare utan behov av extra hårdvara. Om något -
till exempel en helikopter - flyger genom korridoren, ska
drönarna automatiskt reagera för att undvika en kollision.
Mänskliga drönare är långt borta. Men lättare nyttolaster,
som paket, är en mer omedelbar möjlighet. De första tester-
na av motorvägen, som startar i juli, kommer att äga rum i
en liten del av korridoren och pågå fram till hösten.

Robot för Saturnus



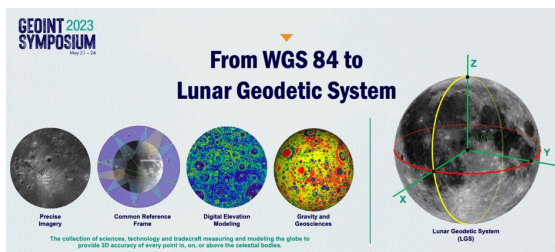
13 maj Actualidad Aeroespacial NASA provar en robot
som kan dyka ner under isen på Saturnus måne Ence-
lados. Det är en ormformad robot för att korsa extrem terräng.
Den självgående autonoma roboten kallas EELS (Exobiology
Extant Life Surveyor) och inspireras av en önskan att söka efter
tecken på liv i havet under den isiga skorpan på Saturnus måne
Enceladus, där den kan sjunka ner genom smala ventiler på ytan
som spyr gejsrar ut i rymden. I sin nuvarande form, kallad EELS
1.0, väger roboten cirka 100 kilo och är fyra meter lång. Den
består av tio identiska segment som roterar, med skruvgångor
för framdrivning, dragkraft och grepp. Man har testat en mängd
vita 3D-printade plastskruvor med en diameter på 20 centime-
ter för lösare terräng och smalare, vassare svarta metallskruvor
för is. EELS skapar en 3D-karta över sin omgivning med hjälp
av fyra par stereo- och lidarkamror, som liknar radar, men
använder korta laserpulser istället för radiovågor. Med data från
dessa sensorer upptäcker navigeringsalgoritmer den säkraste
vägen att följa.

GKN i Rolls Royce UltraFan



19 maj Actualidad Aeroespacial Rolls-Royce slutför
framgångsrikt de första proven av sin UltraFan-
teknikdemonstrator. Detta är ett historiskt ögonblick för
Rolls-Royce. Det är första gången på 54 år som flygmotortillver-
karen har provkört en helt ny motorarkitektur. UltraFan erbu-
der en 10% effektivitetsförbättring jämfört med Rolls Trent
XWB, som redan är världens mest effektiva stora flygplansmo-
tor i drift. Proven genomfördes med 100% hållbart flygbränsle
(SAF). UltraFan har tagit ett decennium att utveckla, och kon-
ceptet presenterades offentligt 2014. Det är en fundamentalt
annorlunda designarkitektur än de cirka 4200 Rolls-Royce civila
stora motorerna som för närvarande är i drift, eftersom den
innehåller en växlad fläkt, som ger effektiv kraft med hög drag-
kraft och högt bypass-förhållande, som ingen annan branschak-
tör har producerat i denna storlek tidigare. Kraftväxellådan
drivs på 64MW, ett flygrekord. Andra viktiga tekniska funk-
tioner i demonstratorn inkluderar en beprövad ny kärnmotorarki-
tektur i kombination med ett lean mix-förbränningssystem för
att leverera maximal bränsleeffektivitet och låga utsläpp samt
titan- och kolfläktblad och kompositus. GKN i Trollhättan
med partners som Brogren Industries och AIM har levererat en
optimerad kompressorstruktur, svetsad av gjutna segment och
med ingående delar tillverkade med 3D-printing av AIM.

GPS på månen



24 maj Space News USA kartlägger månens geografi för att möjliggöra GPS där. USAs National Geospatial Intelligence Agency arbetar med NASA för att utveckla ett positionerings- och navigationssystem för att vägleda besökare runt månens yta lika exakt och säkert som GPS gör på jorden. Gravitationen på månen, där det inte finns någon atmosfär, skapar en annan uppsättning utmaningar för navigering. Man behöver något som är månens motsvarighet till WGS 84. World Geodetic System 1984 (WGS 84) är en tredimensionell referensram för att fastställa latitud, longitud och höjder för navigering och positionering. Det är ett globalt geodetiskt referenssystem för jorden som används för kartläggning, geopositionering och navigering.

Atomraket för Mars



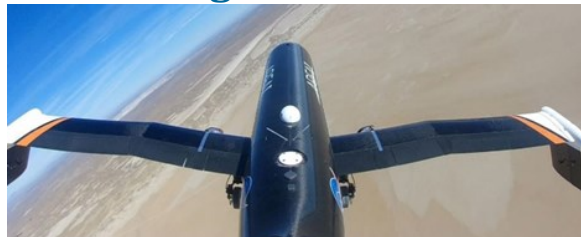
23 maj NBC News NASA har siktat inställt på Mars med hjälp av en kärnraketmotor. En konventionell rymdfarkost, som drivs av flytande bränsle, tar vanligtvis cirka sju eller åtta månader för att nå den röda planeten. Forskare har sagt att kärnraketmotorer kan korta av minst en tredjedel av den tiden. En kortare rundresa innebär också att astronauterna utsätts för mindre kosmisk strålning i rymden. Studier har visat att utan skydd av jordens atmosfär och magnetfält kan människor få motsvarande ett helt års strålning på jorden på bara en dag i rymden. För uppdrag till Mars betyder det att en astronaut kan utsättas för strålningsnivåer 700 gånger högre än på jorden enligt ESA. För att minska dessa risker utvecklar DARPA - den gren av försvarsdepartementet som ansvarar för att experimentera med ny och framväxande teknik - en raket som drivs av nukleär termisk framdrivning. Programmet har kallats DRACO, förkortning för Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations. Systemet använder hög värme från en fissionsreaktor för att förvandla flytande drivmedel till en gas, som sedan kanaliseras genom ett munstycke för att driva rymdfarkosten. Denna typ av framdrivning kan skapa mer dragkraft och är minst tre gånger så effektiv som kemiska raketer, enligt NASA. Det innebär att man behöver bära mindre bränsle ombord, vilket frigör utrymme för att ta mer utrustning, vetenskapliga experiment eller annan last till Mars yta. Även om systemet körs på kärnkraft skulle det använda låganrikat uran snarare än höganrikat uran av vapenkvalitet. Ritningar för en kärnraketmotor utarbetades ursprungligen på 1960-talet. Men programmet lades ner efter Three Mile Island-olyckan 1979 och Tjernobylnkatastrofen 1986, som vände den allmänna opinionen mot kärnteknik.

VoltAeros Cassio



24 maj Actualidad Aeroespacial Kawasaki blir strategisk investerare i VoltAero och ansluter sig till B-seriens finansiering för utveckling, produktion och certifiering av företagets Cassio-familj av hybridelektriska flygplan. Cassio-flygplanet kommer att använda elmotorer i det bakre flygkroppsmonterade framdrivningssystemet för att få elektrisk kraft under taxning, start, huvudflygning (om avståndet är mindre än 150 kilometer) och landning. Hybridfunktionen, med en förbränningsmotor kommer in som en räckviddsförlängare och laddar batterierna under flygningen. Dessutom fungerar detta hybridelement som en säkerhetskopiering i händelse av problem med den elektriska framdrivningen, vilket säkerställer felsäker funktion. Cassio-flygplan kommer att byggas i tre versioner, som var och en kommer att dela en hög grad av modularitet och gemensamma funktioner med hög kapacitet för regionala kommersiella operatörer, flyg-/chartertaxiföretag, privata ägare samt tjänster av allmännyttig kvalitet för last, postleverans och medicinsk evakuering. Den första som tas i bruk är den femsitsiga Cassio 330, som drivs av 330 kilowatt hybrid-elektrisk drivlina. Den sexsitsiga Cassio 480 som kommer senare kommer att ha en hybridelektrisk framdrivningseffekt på 480 kilowatt, medan Cassio 600 har en kapacitet på 12 platser med en hybridelektrisk framdrivningseffekt på 600 kilowatt.

Vikbar vinge



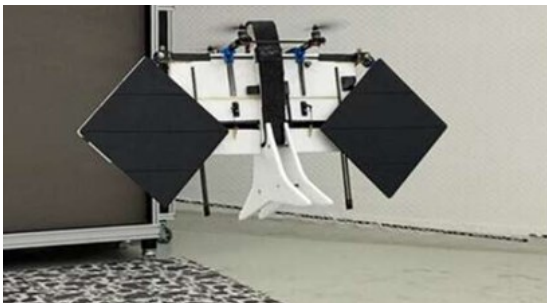
24 maj globalspec Shape Memory Alloy möjliggör vikbara flygplansvingar under flygning. Nu har en ny flygteknik demonstrerats som gör att vingarna kan fällas upp och ner vid behov. En sådan omkonfigurering av vingformen kan förbättra aerodynamisk prestanda genom att ge möjlighet att anpassa sig till olika flygförhållanden. Proven ägde rum vid NASA:s Armstrong Flight Research Center i Kalifornien som en del av Spanwise Adaptive Wing (SAW) -projektet. Nyckeltekniken som möjliggjorde de vikbara vingarna var ett formförändrande lättviktsmaterial som kallas formminneslegering integrerat i ställdon. När formminneslegeringen värmdes upp och kylades av en styrenhet initierades en vridningsrörelse i rör, som fällde den yttre delen av vingarna upp till 70 grader över och under horisontellt. Vikbara vingar har provats tidigare, bland annat på det supersoniska XB-70 Valkyrie-provflygplanet, men det innovativa formminneslegeringsmaterialet kan möjliggöra en viktnedskning på 80 procent i motsats till skrymmande konventionella hydrauliska manövreringssystem och motorer.

USAs hypersonik



24 maj Aviation Week USA:s hypersonikprovning visar blandade resultat. USAs provning av prototyper av hypersoniska vapen ökar stadigt, men proven går fortfarande långt ifrån förväntningarna. Armén avser fortfarande att ställa upp det första batteriet i Long-Range Hypersonic Weapon (LRHW) i år, även om ett framgångsrikt prov av den kombinerade Common Hypersonic Glide Body (CHGB) och tvåstegsboostern ännu inte har uppnåtts mer än tio månader efter första försöket. Flygvapnet har under tiden avbrutit planerna på att förvärva Lockheed Martin AGM-183A Air-Launched Rapid Response Weapon (ARRW) efter blandade provresultat. Programmen startade 2017 när Kinas överraskande försprång när det gäller hypersoniska vapen blev uppenbar. People's Liberation Army Rocket Force har sedan dess ställt upp medeldistans DF-17 och medeldistans DF-27 HGV samtidigt som de har fortsatt att prova en serie hypersoniska kryssningsmissiler. Som svar påskyndade Pentagon DARPAs utveckling av scramjet, medan flygvapnet, armén och marinen gick ihop för att anpassa ett decenniegammalt program till en konventionell missil. Sedan dess har provtaket legat under förväntningarna. I juni 2019 planerades att slutföra 40 hypersoniska vapenprov i slutet av 2023. I slutet av april har amerikanska militära tjänstemän offentligt tillkännaggett 14 prov av de operativa prototyperna med åtta beskrivna som framgångar, ett som en partiell framgång och fem som misslyckanden.

Formskiftande drönare



23 maj Aerospace Technology Ett spinoff-företag från Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL) kallat Elythor har utvecklat en ny inspektionsdrönare. Morpho är en kombinerad bevingad drönare och quadcopter som kan ändra form beroende på vilken uppgift som ska utföras. Den kan anpassa sig till förändrade vindförhållanden och flygpositioner i realtid och därmed minska sin energiförbrukning. Morpho-drönaren kan också ställa om sina vingar för att flyga antingen vertikalt eller horisontellt. Den kan användas för inspektion av kraftledningar, vindkraftverk och olje- och gasplattformar till havs, eftersom den kan närma sig och landa på sådana strukturer relativt enkelt. Morphos adaptiva vingar förlänger enligt uppgift drönarens flygtider. Vidare gör inbyggda sensorer och kameror det möjligt för Morpho att flyga lika bra i slutna utrymmen som utomhus, enligt dess utvecklare.

Europas flygförsvar



24 maj Aviation Week Ramverket European Permanent Structured Cooperation (PESCO) uppmuntrar nationer att samarbeta kring framtida försvarsprogram. Diehls IRIS-T kortdistans, infraröd, luft-till-luft-missil används nu med Eurofighter Typhoon i Tyskland, Italien och Spanien och Saab Gripen i Ungern och Sverige. Tyskland, Ungern, Italien, Spanien och Sverige har nu gemensamt lanserat initiativet Future Short-Range Air to Air Missile (FSRM). FSRM skall bekämpa moderna femte generationens och framtida sjätte generationens stridsflygplan. Nationerna har också lanserat ett Next Generation Medium Helicopter (NGMH)-projekt. Den franskledda insatsen inkluderar Finland, Italien och Spanien. Ett annat projekt är det integrerade flerskiktiga luft- och missilförsvarssystemet (Imlamd). Det leds av Italien och stöds av Frankrike, Ungern och Sverige för att utveckla ett nytt koncept för Integrated Air and Missile Defense (IAMD) och stridsledning. Samtidigt föreslår Frankrike, Ungern, Italien, Portugal och Spanien utvecklingen av en European Defence Airlift Training Academy (EDA-TA). Det skulle vara ett nätverk av tre skolor för att erbjuda en europeisk lösning för pilotutbildning för militär flygtransport.

Hållbart bränsle från väte



25 maj Aviation International News Vätgas kan driva framtida flygplan men det kan också användas för att skapa hållbart flygbränsle. Väte kan vara framtidens bränsle, men det används förmodligen bäst för att skapa hållbart flygbränsle (SAF) snarare än som direkt bränsle för vätgasdrivna flygplan, som ännu inte finns idag enligt Rolls-Royce. Man skulle föredra att väte används för att skapa eFuels, en syntetisk form av SAF, som kan användas i dagens motorer, snarare än att utveckla flygplan med helt andra framdrivningssystem. Sådana bränslen tillverkas genom att kombinera koldioxid, som fångas direkt från luften, med "grönt" väte eller väte som produceras hållbart genom elektrolys, som använder el för att dela vatten i väte och syre. Befintliga flygplan som körs på jet-A kan använda eFuel och andra former av SAF utan behov av förändringar på sina framdrivningssystem. eFuel kan produceras lokalt lättare och mer hållbart än vanlig SAF, som tillverkas av jordbruksråvaror. Detta skulle göra eFuel mer tillgängligt än vanlig SAF, som bara produceras i en handfull anläggningar runt om i världen idag.

Flygplatser för miljö



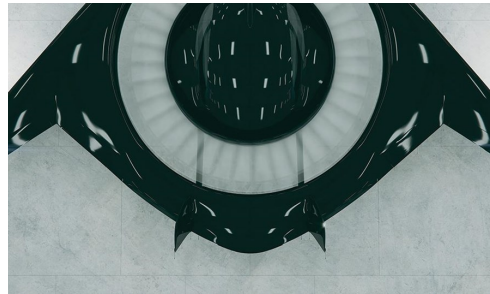
30 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Mer än 500 flygplatser är redan aktivt involverade i utfasningen av fossila bränslen. Airport Carbon Accreditation firade en viktig milstolpe på vägen mot utfasning av fossila bränslen i flygplatsindustrin. Mer än 500 flygplatser över hela världen är nu certifierade enligt programmet, efter att ha uppfyllt de stränga kraven som ställs av dess ackrediteringsnivåer. Airport Carbon Accreditation-programmet lanserades 2009 av ACI Europe med endast 17 banbrytande flygplatser som uppnådde ackreditering och har sedan dess blivit den globala standarden för koldioxidhantering på flygplatser. Airport Carbon Accreditation spelar en avgörande roll för att säkerställa att flygplatsbranschen gör framsteg mot att uppnå sitt åtagande om netto-noll koldioxidutsläpp senast 2050. Sedan 2019 har ACI Europe åtagit sig att alla europeiska flygplatser ska uppnå nettonoll CO₂-utsläpp senast 2050. Den internationella civila luftfartsorganisationen ICAO: s historiska långsiktiga ambitiösa mål, som röstades fram av treårsförsamlingen i oktober 2022, kopplar också den globala flygindustrin till nettonollmålet,

Tempest cockpit



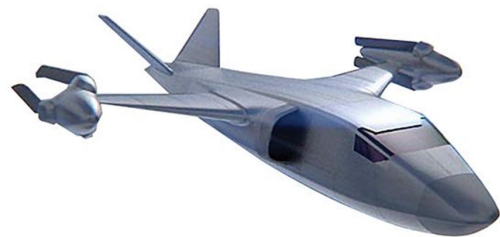
23 maj [RAeS](#) Ungefär fem år har gått sedan Storbritannien avslöjade "Tempest" som sin framtida fighter. Insatsen har nu blivit global och utvidgats med Japan som partner i december. Målet är att flyga en supersonisk, smygande demonstrator inom de närmaste fyra åren. Nästa stora milstolpe är att lansera det fullständiga design- och utvecklingsprogrammet i början av 2025. Bara i Storbritannien omfattar programmet cirka 580 företag och organisationer och sysselsätter nästan 3 000 personer direkt. Användningen av digitala tvillingar och modellbaserad systemteknik (MBSE) i digital design och utveckling har redan lönat sig. Användningen av moderna mjukvaruprocesser visar 50-70% schemabesparingar och 25-30% kostnadsbesparingar jämfört med äldre projekt. Augmented reality cockpitkonceptet för GCAP / Tempest har nu förbättrats och uppdaterats med en karta, som kan växlas från ett 2D- till ett 3D-isometriskt perspektiv. Detta kan lutas, roteras och zoomas in och ut - med kontakter klickade på för att få fram ytterligare information. Denna AR-cockpit kommer också att innehålla biometri, medvetenhet, ögonspårning och stressövervakning av den mänskliga delen av systemet. Personligt anpassat för varje individ kommer detta att göra det möjligt för flygplanet att ta över några av kärnfunktionerna om det känner att piloten blir överväldigad eller uppgiftsmättad.

Maglevrotor



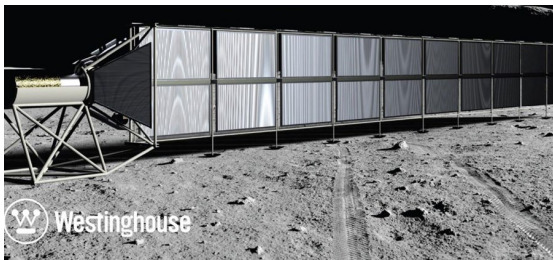
31 maj [Aviation Week](#) Amerikanska MagLev Aero utvecklar ett radikalt annorlunda framdrivningssystem för elektriska vertikala start- och landningsflygplan. Genom att utnyttja den magnetiska levitationsprincipen som används i tåg lovar systemet hög effektivitet med lågt buller och ökad säkerhet. I järnvägstransporter använder magnetisk levitation (maglev) elektromagneter för att lyfta tåget och sedan driva och styra det längs dess spår utan friktion. MagLev Aero har anpassat principen från en linjär skena till en cirkulär rotor. HyperDrive-systemet är en ringformig rotor med många blad upphängd, styrd och fälldriven av ett cirkulärt maglev-system. De tunna, svepande bladen är formade för att öka effektiviteten och minska bullret jämfört med en konventionell helikopterrotor. Konventionella axeldrivna rotoror producerar lyft från ett litet antal blad med relativt hög tjocklek, spets hastighet och bladbelastning. Rotorbladen är långa, men luft hastigheten gör de inre delarna ineffektiva. HyperDrive använder bara de mest effektiva yttre bladsektionerna och möjliggör dramatiskt högre bladantal och lägre spets hastigheter.

DARPA:s vertikala start



5 juni [Aviation Week](#) Amerikanska DARPA studerar olika höghastighetsflygplan med vertikal start och landning. Ersättaren för Bell Boeing CV-22 Osprey-tiltrotor kommer att kunna plocka upp ett US Special Forces-team och flyga dem 500 nm till ett mål, inklusive de sista 75 nm bakom fiendens linjer. För att överleva måste dessa framtida infiltrerande transporter hålla jämna steg med eskorterande jaktplan genom att nå hastigheter över 400 kt., eller åtminstone 30 % snabbare än en CV-22, men ändå vertikalt lyfta och landa som en helikopter. Bland de 400-kt. koncept som studerats är Bells tiltrotorflygplan med en rotor som stannar och faller under horisontell flygning, Jetopteras adaptiva vätskeframdrivningssystem kombinerat med ett flygplan med blandad vingkropp, Piaseckis PA-1459 multithruster tilt-duct-flygplan, Transcend Airs GE Aerospace T901 500 tiltwing, Continuum Dynamics/Piaseckis tiltrotor med variabel diameter, Odys Aviations box-wing-flygplan med distribuerad framdrivning, Valkyrie Systems Aerospaces fläkt-i-vinge Hoverjet Guardian, Liberty Lifter i Boeing C-17-storlek ving-i-mark-effekt och upp-och-bort-flygning, programmet Advanced Aircraft Infrastructure-Less Launch and Recover, ett General Atomics MQ-9 Reaper-storlek VTOL-flygplan för amerikanska flottans fartyg och programmet Control of Revolutionary Aircraft with Novel Effectors för att demonstrera aktiv flödeskontrollteknik.

Rymdreaktor



6 juni Aviation Week Westinghouse och Astrobotic utforskar utvecklingen av rymdkärnteknik. Westinghouse utvecklar eVinci Microreactor, ett modulärt och fabriksbyggt kärnkraftverk för markbunden användning. En eller flera sådana reaktorer kan utgöra ett kärnkraftverk som levererar mellan flera kilowatt till 5 megawatt el. Förra året tilldelade NASA och Department of Energy Westinghouse ett kontrakt för ett initialt koncept för ett 40-kW mårnkraftverk som en del av Artemis-programmet. Westinghouse samarbetade med Aerojet Rocketdyne och Astrobotic för insatsen. Westinghouse utvecklar också en förminskad version av 5-megawatt eVinci-mikroreaktorn för att driva rymdfarkoster i omloppsbana eller för utplacering på Månen eller Mars. Den inneboende enkelheten i eVinci-tekniken stöder dessa kritiska rymduppdrag genom att tillhandahålla ett pålitligt kraftgenereringssystem med låg massa som kan drivas autonomt. Tekniken är idealisk för elproduktion för månens yta, satelliter och elektrisk framdrivning. Astrobotic utvecklar å sin sida månlandare och rovers, såväl som "LunaGrid", en kommersiell krafttjänst utformad för att tillhandahålla elektricitet vid månens sydpol.

Ombyggd Rafale



6 juni Aviation Week Den franska upphandlingsbyrån DGA fortsätter att bygga om Dassault Rafale. Kontraktet att uppgradera Rafale tilldelades Dassault Aviation i januari 2019 som en del av ett utvecklingskontrakt på 1,9 miljarder euro. Arbetet är uppbyggt kring pelarna för ökad anslutning, förbättrad vapenkapacitet, förbättrade upptäcktssystem, förhöjd cyberresiliens och bättre tillgänglighet. Uppgraderingen kommer bland annat att innehålla ökad samarbetsförmåga i luftstrid, integration av den 1 000 kg tunga Armement Air-Sol Modulaire (AASM) precisionsstyrda bomben, nya funktioner för Thales RBE2 aktiva elektroniskt skannade arrayradar och Thales Talios målsensor samt de första elementen för ökad anslutning. Dassault Aviation kommer att leverera 39 Rafales år 2026 och förhandlingar pågår för ytterligare 42 flygplan. Rafales flotta kommer att omfatta 141 flygplan, 100 för det franska flygvapnet och 41 för den franska flottan, i slutet av 2023.

Strategi mot nollutsläpp



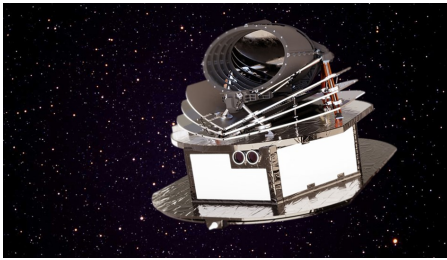
5 juni Aviation Week International Air Transport Association (IATA) har en detaljerad analys av hur flygindustrin kan nå netto noll år 2050. IATA uttryckte först nettonollmålet för 2050 vid sin årsstämma 2021, följt av ICAO: s antagande av samma långsiktiga ambitiösa mål. Färdplanerna för nettonoll som presenterades av IATA tar upp att minska mängden energi som behövs för att flyga, nya bränslen som används och att återvinna koldioxid som ändå släpps ut. Detta täcker fem olika områden: flygteknik, energiinfrastruktur, drift, ekonomi och politik. Flygteknikområdet omfattar utveckling av effektivare flygplan och motorer, inklusive de åtgärder som krävs för att möjliggöra flygplan som drivs av 100% hållbart flygbränsle (SAF), väte eller batterier. Det inkluderar också nya motorer, aerodynamik, flygplansstrukturer och flygsystem. Under rubriken energi och ny bränsleinfrastruktur fokuserar IATA på bränslen och ny infrastruktur för energibärare uppströms från flygplatser, vilka kommer att behövas för att underlätta användningen av flygplan som drivs av SAF eller väte. Verksamheten omfattar möjligheter att minska utsläppen och öka energi-effektiviteten genom att förbättra hur befintliga flygplan används. Det inkluderar automatisering, datahantering och integration av ny teknik för att optimera flygledningstjänsten och förbättra lufttransportsystemets övergripande effektivitet.

Klart för NFFP8



8 juni INNOVAIR Regeringen ger klartecken för NFFP8! Regeringen ger Vinnova i uppdrag att stärka svensk flygteknisk forskning, utveckling och innovation genom en ny programperiod av det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP). Satsningen uppgår till totalt 400 miljoner kronor under perioden 2023–2027. NFFP omfattar flygteknisk forskning av både civilt och militärt intresse och Vinnova ska genomföra uppdraget i samverkan med Försvarmakten. En ny programperiod av NFFP möjliggör för svenska aktörer att bidra till en reduktion av flygets globala utsläpp genom utvecklandet av nya tekniska lösningar. Samtidigt bidrar den flygtekniska forskningen till att stärka svensk industris konkurrensförmåga. Uppdraget stödjer därmed den fastlagda inriktningen i regeringsförklaringen om att utveckla Sveriges förmågor i bland annat luftdomänen och möjliggöra anpassning till den snabba teknologiska utvecklingen. NFFP har bedrivits i olika etapper sedan början av 1990-talet. Programmet har som syfte att vidareutveckla forskningsresurserna inom såväl svensk industri som forskningsinstitut, universitet och högskolor samt att samordna utnyttjandet av dessa resurser. Historiskt har huvuddelen av medlen inom NFFP finansierat doktorandprojekt.

OHB i ESAs Ariel



9 juni [ohb-sweden](#) OHB Sverige fortsätter på sin framgångsrika väg att bygga ESA-uppdragets framdrivningssystem. OHB Sweden AB, ett dotterbolag till rymd- och schweiziska teknikkoncernen OHB SE, har tecknat ett kontrakt för leverans av ett framdrivningsdelsystem för ESA:s Ariel-uppdrag. OHB Sweden fortsätter därmed sin väg mot att bli Europas ledande inom avancerade framdrivningssystem. Förutom ESA-uppdrag som Solar Orbiter (uppskjuten 2020), Biomass, Euclid och PLATO har OHB Sweden påbörjat arbetet med att designa, tillverka, integrera, prova och leverera ett monodrivmedelssystem till ESA:s uppdrag Ariel. Ariel (Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey) är ett uppdrag, som kommer att studera hur planeter och planetsystem bildas och utvecklas genom att kartlägga ett stort, varierat urval av cirka tusen extrasolära planeter samtidigt i synliga och infraröda våglängder. Det är det första uppdraget som ägnas åt att mäta den kemiska sammansättningen och termiska strukturerna hos hundratals exoplaneter bortom solsystemets gränser.

Fjärrstyrd helikopter



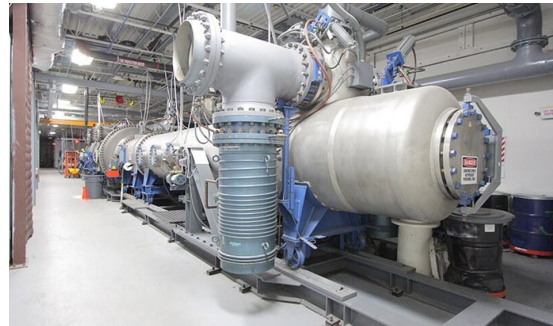
6 juni [Actualidad Aerospacial](#) Leonardo presenterade den nya fjärrstyrda helikoptern AWHero. Den är ett RUAS (Rotary Uncrewed Aerial System) som tillhör vikt-kategorin 200 kg. AWHero är den första och enda RUAS i sitt slag som har erhållit militär certifiering, uppnådd i Italien i slutet av 2021 och baserad på globalt erkända standarder. Bland nyheterna märks framför allt ett framdrivningssystem för "tunga bränslen" baserat på en unik tvåmotorig lösning som ökar effektiviteten, säkerheten och intervallet mellan översynerna. Modifieringar av flygkroppen ger betydande drifts- och supportfördelar när det gäller motorintegration, lastrumskapacitet, system- och sensorintegration, synfält, underhållsmässighet och däckstabilitet. Avancerad modularitet av sensorer och Leonardo Gabbiano TS ultralätt maritim övervakningsradar ger bred och överträffad täckning under alla väderförhållanden för ökad överlevnadsförmåga och cyberresiliens. AWHero upprätthåller dock den certifierade och testade grundkonfigurationen som inkluderar rotor och huvudavionik. AWHero är optimerad för att stödja underrättelse, övervakning och spaning, motverkande av ubåts-hot, elektronisk krigföring, kommunikation, gränsskydd, stridsstöd och skydd av styrkor i fält och den kan integreras med marinstridsledningssystem.

Banlinjer minskar vakvirvlar



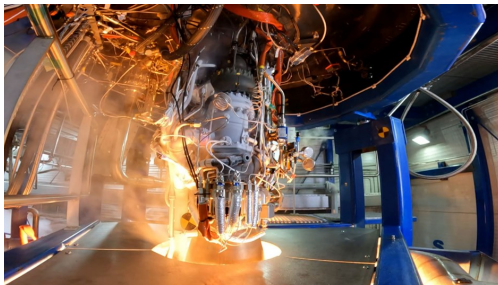
8 juni [DGLR](#) "Banlinjer" minskar livslängden på vakvirvlar och ökar säkerheten vid landningar. För att mildra vakvirvlar i inflygningsområdet har German Aerospace Center (DLR) utvecklat en ny metod och framgångsrikt testat den tillsammans med Austro Control på Wiens flygplats. Under 2019 genomförde projektgruppen en sju månader lång provkampanj på Wiens internationella flygplats. Plattor som var cirka nio meter långa och fyra och en halv meter höga, installerades på ett sådant sätt att panelerna förankrades i marken och placerades parallellt med varandra. Sekundära virvlar bildas på plattorna, vilket gör att vakvirvlarna efter flygplan sönderfaller mycket snabbare. Utvärderingen visade att livslängden för vakvirvlar nära marken för medelstora flygplan minskades med 22 procent. För stora flygplan var minskningen till och med upp till 37 procent. Vid första anblicken är detta förvånande, men det beror på att större virvlar förekommer i större flygplan och de kommer i kontakt med plattorna tidigare.

Hypersoniska vindtunnlar



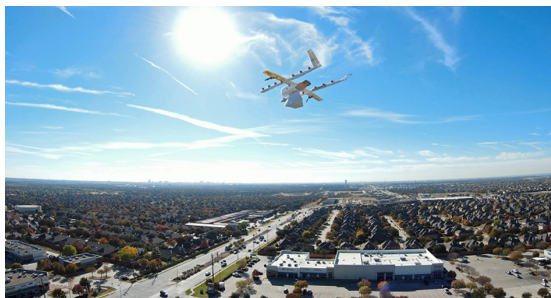
8 juni [Aviation Week](#) Hypersonisk provning dyker upp som ett nytt ämne för rivalitet mellan USA och Kina. En hårdnande konkurrens mellan Kina och USA om behärskandet av höghastighetsflyg framgår av öppnandet av hypersoniska vindtunnlar tätt efter varandra. Den 2 juni tillkännagav Kina öppnandet av JF-22 hypervelocity testanläggning vid Institute of Mechanics i en nordlig förort till Peking. Den 5 juni höll amerikanska Purdue University en mediapreview för Hypersonic and Applied Research Facility (HARF) i West Lafayette, Indiana. HARF kommer att återaktivera den historiska och omlokaliserade Hypersonic Pulse provanläggningen och inviga en ny "tyst" hypersonisk vindtunnel som är designad för att eliminera aerodynamiskt brus. Båda länderna spenderar nu miljarder på att utveckla förbrukningsbar och återanvändbar hypersonisk teknik för vapen, flygplan och rymdflyg. I Kina är JF-22 den senaste och mest avancerade delen av ett nationellt nätverk av provanläggningar för höghastighetsflyg. Den 167 m långa tunneln, som inkluderar en 4 m diameter provkammare och ett 2,5-m munstyckesutlopp, är designat för att producera vindhastigheter upp till cirka Mach 30.

Raketstegprov på Esrange



9 juni Esrange För första gången i Europa, och andra gången i världen, har ett privatutvecklat förbränningssteg framgångsrikt varmprovats. Provet utfördes av det tyska raketföretaget Rocket Factory Augsburg (RFA) på Esrange Space Center i norra Sverige, som ägs och drivs av Swedish Space Corporation (SSC). Det övre steget varmkördes under 280 sekunder vid företagets provbäddsanläggning, en milstolpe för SSC och Esranges unika provbäddsinfrastruktur. Esrange är idag en av få platser i världen med kapacitet för fullständig stegprovning av orbitalraketer. Flera provbäddsanläggningar är för närvarande i drift på basen, utvecklade av SSC enligt respektive raketpartners behov och specifikationer. För RFA är detta den viktigaste milstolpen hittills i utvecklingen av Helix-motorn. Totalt 280 sekunders stationär förbränning provade funktionaliteten och kompatibiliteten hos alla övre stegsystem, inklusive bränsleprocesser, bränslehantering, trycksättning, sensorer, framdrivning och kontroll. Motorns gångtid var 280s och inga skador kunde identifieras efter provet.

Nokia drönare



9 juni Aerospace Technology 5G automatiserad drone -in-a-box lanseras av Nokia. För att möta växande krav från offentliga säkerhetsbyråer, smarta städer, bygg-, energi- och försvarsorganisationer har Nokia lanserat en CE-certifierad, 5G drone-in-a-box-lösning. Målet är att tillhandahålla en allt-i-ett-produkt som uppfyller kraven i Europeiska unionen och som enkelt kan anslutas via offentliga och privata 5G- och 4G / LTE-nätverk för att förbättra situationsmedvetenheten. Fördelen med att ansluta till både offentliga och privata 5G-nätverk möjliggör högre datahastigheter och lägre latens än om data från dessa drönare strömmades via Wi-Fi. Dubbel modemanslutning gör det möjligt för drönarna att ansluta till flera nätverk med systemredundans som krävs av luftfartsmyndigheter. Nokia Drone Networks kan fjärrstyras, vilket gör det lämpligt för sök- och räddningsaktiviteter eller för att bedöma skador i miljöer som är hårda för människor. Drönarna kan också schemaläggas för autonoma flygningar för applikationer som säkerhet vid stora evenemang eller för att hantera inspektioner av fjärrutrustning. Dockningsstationen som ingår i lösningen skyddar drönaren och nyttolasten från yttre faror och väder samt laddar drönaren för nästa flygning. Drönarna har mer än 50 minuters flygtid och täcker avstånd på mer än 30 kilometer.

Obemannat stridsflygplan



8 juni Aviation Week X-62 lyfte från Edwards AFB den 25 maj med den digitala modellen av Fury i sitt unika simuleringssystem. Ett autonomt flygplan vid namn Fury, som ännu inte existerar fysiskt, var ett ögonblick från att "lyfta" för första gången vid Edwards AFB. Fury existerar endast som en digital ingenjörsmodell laddad i en dator ombord på Air Force Test Pilot Schools X-62 Variable In-Flight Stability Test Aircraft. År 2022 beställde Air Force Research Laboratory designen av Mach 0.95 Fury från North Carolina-baserade BFT, ett litet företag som försöker bryta sig in i militärens framtida flotta av autonoma flygplan med en relativt billig och högpresterande design. För att efterlikna flygegenskaperna hos Furys digitala ingenjörsmodell använder X-62 en algoritm utarbetad av Lockheed Martins Skunk Works, som laddas in ombord. Om en pilot beordrar en högersväng, simulerar X-62 att göra en högersväng som om det vore den digitala versionen av Fury.

Destinus bränner väte



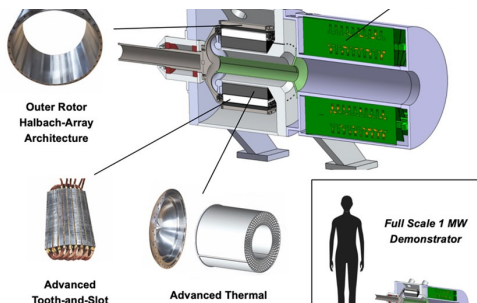
8 juni Actualidad Aeroespacial Destinus testar väte efterbränningsanordning. Destinus är ett privat europeiskt flyg- och rymdföretag specialiserat på flyg-, försvars- och energilösningar som grundades 2021 i Payerne, Schweiz. Företaget syftar till att flytta gränserna för supersonisk och hypersonisk luftfart, väte, teknik med dubbla användningsområden och kraftproduktion. Destinus designar ett hypersoniskt passagerarflygplan Mach 5, som drivs av väte för ultralångväga transporter över hela världen med introduktion på 2030-talet. Destinus utvecklar också kortsiktiga produkter inklusive drönare, väteframdrivningsteknik och gasturbiner. Destinus avancerar nu inom hypersonisk luftfart med flygprovet av den sju meter långa Destinus 1-prototypen, med en innovativ användning av väte i dess efterbrännkammare. Med detta prov närmar sig företaget en hybrid turbojetmotor, med förmågan att fungera i två lägen: som en turbojet vid låga subsoniska och supersoniska hastigheter och som en ramjet vid höga supersoniska och hypersoniska hastigheter. Medan många är inriktade på fotogendriva turbojets, använder Destinus flytande väte inte bara som bränsle för efterbrännkammare och ramjet, utan också som kylvätska i förkylarsystemet. Denna dubbla användning förbättrar motorens effektivitet och uppnår högre hastigheter. Nästa steg är överljudsprototypen Destinus 3 utrustad med en väteefterbrännkammare, en flytande vätetank och en vätepump.

Digitala tvillingar



9 juni Actualidad Aeroespacial Flyg- och försvars investeringar i digitala tvillingar ökar med 40%. En ny studie från Capgemini Research Institute, "Mirroring Reality: Digital Twins in aerospace and defense", konstaterar att investeringar i flyg- och försvarsindustrin i digitala tvillingar har ökat med 40% under det senaste räkenskapsåret och står för 2,7% av dessa organisationers intäkter. Detta beror på ett växande förtroende för denna tekniks förmåga att generera fördelar bortom produktdesignfasen och längs hela värdekedjan från tillverkning till pågående verksamhet. Många företag inser den avgörande roll som digital tvillingteknik kan spela för att minska utsläppen av koldioxid. Idag strävar flygföretag efter vätebränsle och elektriska batterier för avkolning. Men med båda alternativen måste ingenjörer utvärdera ett antal scenarier i de tidiga utvecklingsfaserna. Dessutom kan tekniken öka effektiviteten hos befintliga motorer och förbättra deras utnyttjande för att undvika utsläpp av betydande mängder kol.

Elmotor för flyg



12 juni MIT En megawatts elmotor designad av MIT-ingenjörer kan hjälpa till att elektrifiera luftfarten. För att elektrifiera större, tyngre jetplan, såsom kommersiella flygplan, krävs motorer i megawattskala. Dessa skulle drivas av hybrid- eller turboelektriska framdrivningssystem där en elektrisk maskin är kopplad till en gasturbinmotor. För att möta detta behov skapar ett team av MIT-ingenjörer nu en enmegawattmotor som kan vara en viktig språngbräda mot elektrifiering av större flygplan. Teamet har designat och testat motorns huvudkomponenter och visat genom detaljerade beräkningar att de kopplade komponenterna kan fungera som en helhet för att generera en megawatt effekt med en vikt och storlek som är konkurrenskraftig med nuvarande små flygmotorer. För helelektriska applikationer föreställer sig teamet att motorn kan kopplas ihop med en elkälla som ett batteri eller en bränslecell. Motorn kan sedan förvandla den elektriska energin till mekaniskt arbete för att driva ett plans propellrar. Den elektriska maskinen kan också kopplas ihop med en traditionell turbopådriftmotor för att köras som ett hybridframdrivningssystem, vilket ger elektrisk framdrivning under vissa faser av en flygning. MIT-megawattmotorn (visad i tvärsnitt längst upp till höger och i full skala längst ner till höger) består av viktiga möjliggörande tekniker: en höghastighets permanentmagnet, yttre rotor, en tand-och-slits-stator, en avancerad värmeväxlare och integrerad, högpresterande kraftelektronik.

Ny rymdskytte



8 juni Space News Sierra Space Dream Chaser tog ett steg närmare sin efterlängttade första flygning genom ett nyckelprov. Företaget meddelade att det för första gången hade matat elektrisk kraft in i farkosten, som i rymden skulle genereras av dess solpaneler, och slagit på flygdatorer och andra komponenter. Rymdfarkosten kommer nu att genomgå termiska vakuumtester innan den skickas till Cape Canaveral för slutliga lanseringsförberedelser i slutet av året. Det schemat beror inte bara på läget för Dream Chaser utan också planerna för uppdrag till den internationella rymdstationen samt statusen för United Launch Alliances Vulcan Centaur-raket. Med hjälp av sin Shooting Star-servicemodul™ kan Dream Chaser leverera upp till 5 500 kg last till rymdstationen, inklusive mat, vatten, förnödenheter och vetenskapliga experiment och återvända till jorden. Dream Chaser är 9 meter lång och kan bära upp till sju astronauter till och från rymdstationen.

Copernicus 25 år



8 juni Actualidad Aeroespacial EU firade 25-årsjubileet av satelliten Copernicus och dess uppdrag i Stockholm. EU-kommissionen uppmärksammade på torsdagen 25-årsjubileet för Copernicus, EU:s flaggskeppsprogram för jordobservation, med ett evenemang som ägde rum på Rymdstyrelsen i Stockholm. Evenemanget firade ett kvarts sekel av Copernicus framgångar och prestationer, med fokus på dess många användare och människorna bakom programmet. Olika paneler diskuterade Copernicus roll när det gäller att stödja havsmiljöövervakning, markförvaltning, katastrofinsatser, övervakning av luftkvalitet för folkhälsan, anpassning till och begränsning av klimatförändringar samt hur Copernicus stöder entreprenörskap och innovation inom ett brett spektrum av sektorer. Copernicus lanserades 1998 med undertecknandet av "Bavenomaniestet" som en idé till ett program för övervakning av miljön. Programmet kallades ursprungligen global övervakning för miljösäkerhet och utformades för att förse EU och dess medlemsstater med värdefulla rymdburna data som skulle kunna bidra till olika aspekter av den offentliga politiken för att bättre förstå och mildra effekterna av klimatförändringarna och säkerställa civil säkerhet. Utbudet av tillämpningar som möjliggörs av Copernicus är enormt. Några viktiga tillämpningar är jordbruk, klimatförändringar och miljö, utveckling och samarbete, energi, skogsbruk, hälsa, katastrofhantering, säkerhet och försvar, turism, transport och stadsplanering.

Hållbart X-plan



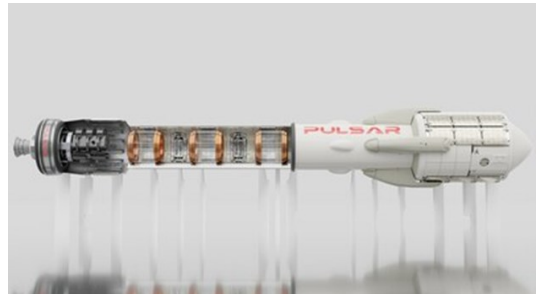
13 juni Aviation Week NASA och Boeing bygger X-66 A, Sustainable Flight Demonstrator. I samarbete med NASA kommer Boeing att bygga, prova och flyga ett storskaligt demonstrationsflygplan med extra långa, tunna vingar stabiliserade av diagonala stöttor, känt som Transonic Truss-Braced Wing-konceptet. Flygplanet som produceras genom NASA:s Sustainable Flight Demonstration Project har utsetts av det amerikanska flygvapnet som X-66A. Det nya X-planet syftar till att introducera en möjlig ny generation av mer hållbara engångsflygplan. X-66A är det första X-flygplanet som specifikt fokuserar på att hjälpa USA att uppnå luftfartens nettollutsläppsmål, som formulerades i Vita husets klimathandlingsplan för luftfart. På grund av sin intensiva användning står engångsflygplan idag för nästan hälften av flygutsläppen över hela världen. Att skapa design och teknik för en mer hållbar version av denna typ av flygplan har potential att ha en djupgående inverkan på utsläppen.

Norskt elsflygplan



16 juni Aviation International News Norska Elfly lanserar Noemi helelektriska sjöflygplan. Elfly Group tillkännagav planer på ett helelektriskt sjöflygplan som kommer att vara redo att gå in i kommersiell passagerartrafik 2030, med en lastversion klar 2028. Vid ett avtäckningsevenemang i Oslo den 14 juni sa företaget att tidiga versioner av Noemi-flygplanet kommer att ha mellan sex och 13 platser och kommer att flyga upp till cirka 200 kilometer i hastigheter upp till 250 knop. Noemi (som står för "inga utsläpp") kommer att drivas av ett par ännu ospecificerade elmotorer med en sammanlagd effekt på en megawatt. Elfly planerar att certifiera flygplanet enligt EASA:s CS23 Level 4-regler för att ge det utrymme att skala upp designen för att transportera så många som 19 passagerare. Det avser också att erbjuda last (med upp till fyra standardpallar på ett ton) och versioner för akut medicinsk support. Enligt Elfly kommer man att vara redo att flyga en prototyp av Noemi 2025. Företaget avser att vara lanseringsoperatör för flygplanet och kommer att ansöka om ett flygoperatörscertifikat för att börja flyga längs Norges västkust med en initial flotta på 15 sjöflygplan som flyger mellan fjordar. Det norska flygbolaget Widerøe har tittat på att använda eVTOL-flygplan, till exempel modellen med fyra passagerare som utvecklas av Eve Air Mobility, för att ansluta vissa samhällen. Det har också utvärderat Tecna's nya eldrivna PVolt-flygplan med fasta vingar, men den här veckan meddelade den italienska tillverkaren och Rolls-Royce att de skrotar detta projekt.

Fusionsraket



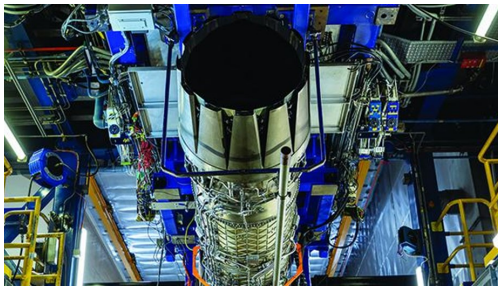
13 juni Pulsar Fusion Det brittiska företaget Pulsar Fusion och USA-baserade Princeton Satellite Systems PSS forskar om en hypersnabb rymdraketmotor som kan nå Saturnus månar på bara två år. Resultaten av forskningen kommer att avgöra hur en fusionsplasma kommer att bete sig när den lämnar en raketmotor och avger avgaspartiklar med hundratals kilometer per sekund (km/sek). Med fusionsframdrivning är solsystemet realistiskt inom räckhåll, vilket ger oss möjlighet att resa meningsfulla avstånd i rymden inom månader och år - inte under en livstid. I den första studien i sitt slag kommer PSS och Pulsar Fusion att använda data från plasma genererad med hjälp av PFRC-2-reaktorn, som utvecklats i samarbete med Princeton Plasma Physics Laboratory (PPPL). Partnerskapet kommer att tillämpa de mest avancerade maskininläringsteknikerna för att analysera beteendet hos superhet fusionsplasma i en raketmotorkonfiguration.

EU:s planer på nollutsläpp



16 juni Aviation International News Projekt för ren luftfart pekar på ett regionalt trafikflygplan för vätgas. Europeiska unionens (EU) insatser för att uppnå en framtid med nettonollutsläpp av koldioxid för luftfarten senast 2050 påskyndas i år med lanseringen av en rad forsknings- och utvecklingsprojekt under överinseende av det gemensamma företaget Clean Aviation. Mycket av arbetet kommer att fokusera på att utveckla regionala flygplan för att minska koldioxidutsläppen för kortdistansflygning med framstående flyg- och rymdgrupper - inklusive Honeywell, Collins Aerospace, Textron, Airbus, Rolls-Royce och GE Aviation. Under Project Newborn har Honeywell till exempel tecknat avtal med 17 andra partners från 10 europeiska länder för att utveckla ett framdrivningssystem för vätgasbränsleceller avsett för ett demonstrationsflygplan av Textron eAviation-dotterbolaget Pipistrel inom Unifier19-projektet. Det fokuserar på att utveckla ett 19-sitsigt, vätgasdrivet regionalt flygplan. Slovenien-baserade Pipistrel koncentrerar i övrigt sina ansträngningar för att skala upp framdrivningssystem för flytande väte och tillhörande teknik för användning i lämpliga flygplansskrov. Pipistrel har redan börjat arbeta med Tysklands DLR-rymdforskningsbyrå och företaget H2Fly. Provflygningar beräknas starta senare i sommar som en del av det EU-stödda Project Heaven för att visa möjligheten att använda en flytande, kryogen vätedriven bränslecellsdrivlina i ett flygplan.

Fördel Tempest



16 juni Aviation Week Storbritannien avancerar Tempest Demonstrator mot 2027 års första flygning. Nästan ett år efter att utvecklingen av det bemannade, överljuds-, lågobserverbara flygplanet tillkännagavs vid förra årets Farnborough Airshow, går man vidare med en kritisk designgranskning inför den förväntade början av monteringen 2024-25 och den planerade första flygningen 2027. Att uppfylla dessa milstolpar kommer att sätta Tempest-demonstranten minst två år före det europeiska framtida stridsflygsystemets nästa generations jaktflygplan som nu förväntas flyga 2029. Team Tempest deltagare, inklusive BAE Systems och Rolls-Royce, har utvecklat hybridmarktestrigger på vilka man kan utvärdera flygkontrollmanöverdon i samband med flygkontrollsystemet. Teamet har kvalificerat demonstrantens pilotflyktsystem med raket-slädeförsök av en Martin-Baker Mk. 16 utkastssäte och har genomfört aerodynamiska motorförsök, utvecklat en serpentin-kanal och luftintag. Detta kommer att göra det möjligt för flygplanets två Eurojet EJ200-motorer, donerade av det brittiska försvarsministeriet, att fungera över demonstratorns hela flygområde. Rolls-Royce har provat EJ200 och den 10 m långa motorkanalen i anläggningar som tidigare använts för att utvärdera Concorde Olympusmotor.

5G och flyg



21 juni Aerospace Technology Flygbolag är oroliga för att 5G-frekvenser kommer att störa deras radiohöjdmätare. Radiohöjdmätaren är en viktig del av ett flygplans navigationssystem som hjälper piloter att bestämma avståndet mellan planet och landningsbanan. Denna information vidarebefordras till markkontrollsystem som sedan hjälper till att styra planet säkert under start och landning. Problemet med radiospektrumets C-bandssegment är att det fungerar på frekvenser som ligger farligt nära dem som används av flygledare och navigatörer. Detta kan potentiellt störa flygsignaler, vilket leder till ökad risk för olyckor och störningar i flygningar. Dessutom används vissa av dessa frekvenser som en del av befintliga kommersiella radionät, vilket innebär att de kan vara svårare att återanvända för 5G-användning utan att orsaka störningsproblem. För att ta itu med detta problem har flera lösningar föreslagits, inklusive mobilnätoperatörer som stänger av vissa celltorn under topperioder eller använder riktade antenner som pekar sin signal bort från luftrummet. Dessutom finns det farhågor om de potentiella hälsoeffekterna av 5G-strålning på flygplanspersonal och passagerare. Även om det inte finns några bevis för att 5G-tekniken utgör någon risk för människors hälsa, är vissa människor oroad. För närvarande är dessa frågor fortfarande olösta.

Bredband för hela planeten

ARIELSPACE · SE

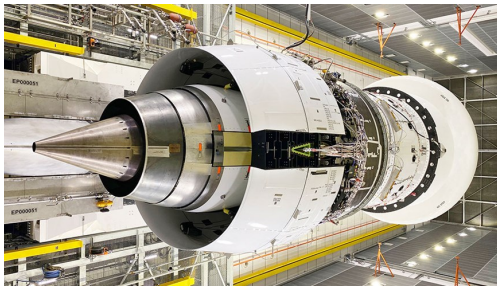
13 juni Arielspace Amazon vill skjuta upp 3236 satelliter men har inga egna raketer. Då vill de betala för uppskjutning med raketer som aldrig använts förut!! Sverige är med på ett hörn! Amazon anlitar därför ULA, Arianespace och Blue Origin för att sända upp satelliterna. ULA (United Launch Alliance) utvecklar en ny raket. Raketen Vulcan ska ersätta Atlas V och Delta IV Heavy. Men i juni 2023 har premiärflygningen ännu inte ägt rum. Arianespace utvecklar en ny raket. Raketen Ariane 6 ska ersätta Ariane 5. Arianespace ska göra 18 uppskjutningar med Amazons satelliter. Man kommer att bygga lite olika versioner av Ariane 6 och den största beräknas kunna lyfta upp minst 35 Kuiper-satelliter med en uppskjutning. Ordern från Amazon är den största någonsin både i antal satelliter och värdet. Ordern är viktig för Arianespace. Den tredje raketen som Amazon ska använda tillverkas av Blue Origin som utvecklar raketen New Glenn. Den raketen ska göra 12 uppskjutningar med Kuiper-satelliter. New Glenn beräknas göra sin premiärresa under 2023 eller 2024. Vad har Sverige med detta att göra? Jo, RUAG Space har bytt namn till Beyond Gravity. Företaget är världsledande på en mekanism, s.k. separations-ring, som ska se till att satelliter lösgör sig från raketsteget på rätt sätt. Amazon har avtalat med Beyond Gravity att konstruera en separationsmekanism som är flexibel och kan ha olika storlekar för att den ska passa olika typer av raketer. Beyond Gravity kommer att fördubbla sin tillverkningskapacitet genom att man bygger en ny fabrik i Linköping.

Rymdteknik i flyg



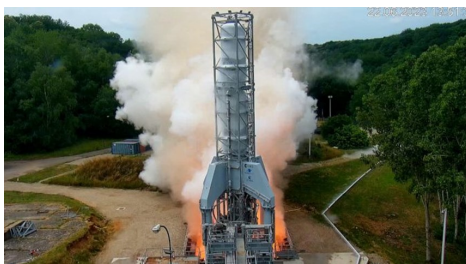
21 juni Actualidad Aeroespacial Framgång för HyPERION pilotprojektet banar väg för vätgasframdrivning inom civil luftfart. ArianeGroup, ett joint venture mellan Airbus och Safran, har framgångsrikt provat ett vätgaskonditioneringsystem som kan driva en flyggasturbin. Detta första experiment var möjligt tack vare återanvändning av utrustning (elektrisk pump, gasgenerator, växlare) som ursprungligen var utformad för rymdapplikationer. Denna demonstration är det första steget i att utvidga ArianeGroups rymdteknik till flygtekniska tillämpningar. HyPERION har möjliggjort betydande framsteg när det gäller definitionen av vätgasframdrivningssystem för kommersiella flygplan och identifiering av de olika tekniker som fortfarande återstår att utveckla. Studien omfattade hela processen från bränslets utlopp från tankarna till utdrivning av de antända gaserna. Arbetet baserades till stor del på ArianeGroups erfarenhet av bränslebetande i Arianes bärraketer. Vätgasen lagras som en vätska och konditioneras sedan för att nå en optimal temperatur och tryck i motorerna. Flera delprogram genomfördes inom ramen för HyPERION-projektet: väteförbränningsprov utförda i nära samarbete med det franska flyg- och rymdlaboratoriet ONERA, kompatibilitetsprov på metalliska material och prov av ett första vätekonditioneringsystem (tryck- och temperaturkontroll).

GKN i Clean Sky



22 juni [GKN Aerospace](#) GKN Aerospace i Trollhättan deltar i flera projekt i det stora europeiska demonstratorprogrammet Clean Aviation. En viktig demonstrator för GKN Aerospace och flera SMF-partner i Innovairs Intdemo-program är Rolls-Royces Ultrafan-demonstrator. Detta är världens största demonstratormotor med växlad fläkt. UltraFan är även en del av det europeiska Clean Sky-2-projektet som är inne på sitt sista år i år. GKN med SMF-partner som Brogren Industries och AIM har levererat en optimerad kompressorstruktur, svetsad av gjutna segment och med ingående delar tillverkade med 3D-printing av AIM. 2023 startar det nya stora europeiska demonstratorprogrammet Clean Aviation på allvar. GKN Aerospace i Trollhättan deltar i två större projekt i första utlysningen, OFELIA och SWITCH. Inom projektet OFELIA, som leds av franska Safran med General Electric som viktig partner, sker utveckling och provning av en så kallad Open Fan-motor. GKN Aerospace ansvarar för ett antal viktiga motorstrukturer både i kompressor och turbin, delvis framtagna med företagets 3D-printteknik. Projektet SWITCH, lett av tyska MTU med amerikanska Pratt & Whitney som viktig partner, utvecklar en helt ny motorarkitektur, så kallad Water-Enhanced Turbofan (WET), med vilken det är möjligt att minska CO₂- och NO_x-utsläpp liksom kondensstrimmor. GKN Aerospace ansvarar för motorstrukturer, och Chalmers kommer att prova en värmeväxlare i sin unika turbinutloppsrigg som utvecklats via flera Innovair-projekt. Båda projekten utvecklar och demonstrerar ny motorteknik för nästa generations ultraeffektiva medeldistansflygplan (typ Airbus 320). Motorerna kommer att kunna köras på 100 % fossilfria flygbränslen (SAF) och vara lätta att konvertera till vätgasdrift.

Prometheus tänds



27 juni [Actualidad Aeroespacial](#) Arbetet med en återanvändbar motor för europeiska raketer fortskrider, med full tändning av en tidig prototyp av Prometheus. Enligt ArianeGroup kommer proven att fortsätta till slutet av 2023 vid den tyska flyg- och rymdbyrån DLR:s testcenter i Lampoldshausen, Tyskland. Prometheus, med en dragkraft på 100 ton, har omfattande användning av nya material och tillverkningstekniker som är utformade för att minska kostnaden till bara en tiondel av Ariane 5:s Vulcain 5. En förbättrad version, Vulcain 2.1, driver Ariane 6-kärnsteget. Prometheus bränner flytande metan och flytande syre för att möjliggöra återanvändning och minska kostnaderna för markoperationer före och efter flygningen. En version som använder flytande väte-flytande syre utvecklas också. Additiv tillverkning, så kallad 3D-utskrift, minskar antalet delar.

Paris Air Show



25 juni [RAeS](#) Paris Air Show är tillbaka efter pandemin. Airbus och Boeing fick order eller åtaganden på 1 100 plan, där Airbus säkrade order på cirka 830 ledda av ett avtal med indiska IndiGo om 500 plan. Med betydande beställningar på flygplan, ökat intresse för militär kapacitet på grund av kriget i Ukraina, synliga framsteg inom hållbar teknik och den historiska milstolpen för den första eVTOL som flög vid en internationell flygshow bevisade årets Paris Air Show att den globala flygindustrin äntligen hade Covid-pandemin bakom sig. Det svindlande utbudet av nya elektriska, hybridelektriska eller vätgasdrivna projekt var också en indikation på de innovationsnivåer som hållbarhetsutmaningen har släppt lös. Många är inriktade på marknaden för "regional luftmobilitet" utöver luftmobilitet i städer, där gröna, koldioxidsnåla punkt-till-punkt-resor skulle kunna utnyttja befintliga underutnyttjade små flygplatser. På den militära sidan har kriget i Ukraina fokuserat på motdrönare och mothypersonik som viktiga trender på utställningen. Rymden stod också på agendan under veckan - både som ett sätt att övervaka framstegen för hållbarhet på jorden och miljön, utforska kosmos, men också som en "miljö" i sig. Slutligen var i nästan varje presskonferens och utställning det övergripande temat hållbarhet med mål att minska koldioxidutsläppen.

Ariane 6 visad



27 juni [Actualidad Aeroespacial](#) Ariane 6 visas för första gången på startplattan. Ariane 6 är en i grunden helt ny design, som ska efterträda Ariane 5 som den tunga lyfraketen i Europa. Ariane 6 förbereder sig för en serie prov av Vulcain 2.1-motorn. Dessa prov kommer att äga rum på startplattan som en del av de pågående förberedelserna för den första flygningen av Ariane 6. Bäraraketen Ariane 6 som ses här är inte utformad för att flyga. Den används för att kontrollera monteringsprocedurer, el- och bränsleanslutningar eller telemetri. Flygmodellerna, inklusive raketerna som ska utföra jungfruflygningen av Ariane 6, byggs i Europa och integreras av huvudentreprenören Ariane Group. Efter leverans till Franska Guyana monteras kärnan och de övre stegen i Ariane 6 horisontellt innan de överförs till startplattan och lyfts upprikt inuti portalen, där fastbränsleboosterarna och nyttolasten är anslutna. Den horisontella monteringsmetoden minskar tiden och kostnaden för en uppskjutning och är den första för en Ariane-raket. Den sista uppskjutningen av den nuvarande raketerna Ariane 5 skall äga rum i juli.

58. Candy i storm



Nu blev det i alla fall ingen storm. Rovern stannade och vi steg ur framför två man med ett rör och en slägga. Den ene drev ner röret med släggan så att gnistorna flög åt alla håll och till och med upp i hjälmen på den som höll röret. Det gällde att slå i det rakt. Kom det snett frös det omedelbart fast. Han som höll måste ha känt stöten i händerna när slaget träffade. Så satt röret där. Då tog han ett nytt rör ur en hög medan den andre väntade med släggan. Han gjorde det försiktigt för att inte handskena skulle fastna. Rören var utgångspunkter för roboten, som skulle gräva ut platsen där ett nytt växthus skulle stå. De slog ner dem med släggor. Det fanns ingen robot för sådant, men en grävmaskin liknande den jag såg på Månen stod redan och väntade. Den fick förstås inte själv bestämma var den skulle gräva.

På ett annat ställe höll en redan på att gräva. En stor jordhöj var redan uppgrävd. Två man stod och tittade på medan grävskopan försökte komma igenom den frusna marken. Grävskopan var ju en robot och säkert litade marsianerna inte riktigt på sådana. Helt rätt av dem, tänkte jag, man ska aldrig lita på en robot. Den kan få för sig vad som helst.

För att isolera växthuset från den kalla jorden grävdes ett dike på några meters djup. Hålet fylldes med en uppblåsbar ballong, som förankrades i botten med ihåliga stakar som frös fast i marken när ånga blåstes ner i dem. Sedan fylldes diket igen genom att packa sten och jord runt ballongen. Plasten var flera millimeter tjock och vägde säkert många ton där den släpades fram av en hel svärm av små robotar, som kröp omkring på marken.

De hakförsedda krökta benen på de små sexbenta robotarna kunde svänga var och en för sig runt fästet i kroppen så att de lätt kunde ta sig fram på den steniga marken. De såg ut som små lådor på sex ben och de fyrkantiga kropparna var 3D-tryckta, vilket gjorde dem billiga och lätta att skriva ut.

På ett annat ställe var den isolerande grunden redan klar och robotar höll på att resa själva växthuset över den. Några arbetare i rymddräkt smälte ner regolit med mikrovågor med en liten fyrkantig maskin och hällde den i gjutformar, där den sintrades och komprimerades till svagt rökliknande genomskinliga plattor. En del plattor låg kvar i formarna. Andra stod på kant direkt på marken. De fanns överallt halvt begrävda i den silande sanden.

Växthuset robotarna byggde var redan halvfärdigt. Det var kanske omkring femtio meter långt och halvt nedgrävt, gjort av de triangulära glasplattorna utskrivna från regoliten till rätt krökning och med en ultraviolett beläggning för att skydda växterna från strålningen.

Mars saknar samma grad av skydd mot kosmisk strålning som jordens atmosfär och magnetfält ger. I motsats till Jorden finns det nästan ingen atmosfär med ett skyddande ozonskikt. Mars saknar också ett eget magnetfält och ligger därför nästan öppen för farlig strålning från solen. Grödor som odlas i växthus på Mars yta utsätts ständigt för en strålningsdos sjutton gånger högre än på Jorden. Groningen påverkas inte så mycket men biomassan blir nästan halverad. Men man kan inte isolera växthuset helt från den kosmiska strålningen för då förlorade man solstrålningen. Alla växter behöver sex till sju timmars solljus och tolv till fjorton timmar artificiellt ljus. På Mars är solljuset bara fyrtio procent av Jordens men det räcker för växter.

Robotarna myllrade över glasväggen. De arbetade utan någon mänsklig kontroll alls. För att sporra svärmen till handling får den en matematisk modell av strukturen som skall byggas. Varje robot använder modellen för att beräkna var den ska placera nästa platta den plockar upp eller gå vidare till en annan plats om dess planerade placering

redan har slutförts av en annan robot. Den använder ultraljud och infraröda sensorer och en intern accelerometer, för att räkna ut var den är i förhållande till den struktur den bygger.

Stora byggnader kunde snabbt byggas av dessa robotakrobater, som puzzlade ihop plattorna i rätt ordning. De kunde både klättra och gripa. Människorna stod mest och tittade på, när de inte måste ingripa för att hjälpa robotarna att undvika att haka fast i varandra.

Det var inget problem för de små robotarna att hantera plattorna. De är lätta för materialet är mycket poröst. De kan bestå av 99 procent luft och ändå behålla sin fasta styrka. Fördelen är att solens strålar kan passera det halvt genomskinliga materialet och värma upp växt-huset.

Vi gick för att leta reda på förmannen. Byggområdet var mycket stort och det tog tid att gå över det. Vi gick med jämna avmätta steg, det



fanns ingen anledning att raska på, bort mot ett växthus, som såg ut att vara så gott som färdigt. Det var kallt och jag slog ihop händerna i vantarna och travade på efter Pecka för att värma fötterna. Solen gick upp men utan strålar som i dimma och runt omkring stack det upp stolpar. Man höll på att installera solvärmearläggningarna. Linjära speglar koncentrerade solstrålningen på trycksatta vattentankar. Det trycksatta vattnet fick expandera till ånga som drev turbiner för elgeneratorer och cirkulerade sedan i växthuset för att värma det.

Det fanns också paraboliska speglar som koncentrerade solljuset på värmerör med smält salt för att leda in värme i växthuset. Fälten av tusentals speglar var ordnade så att solenergin maximerades under dagen genom att varje spegel följde med solen. Spegel reflekterade också solljuset mot solpaneler, som stod längs långa räls och där gick redan robotar, som gjorde rent dem från damm. Långa dammstormar minskar solljuset så man måste hålla anläggningarna rena.

Växthuset skulle också få eget vatten. Vatten skaffade man sig på många olika sätt på Mars. Man fick ta vara på allt vatten. Det räckte inte att rovers och robotar plockade upp regolit från ytan för vattenutvinning. För att det skulle fungera måste vattnet vara ganska nära ytan som is eller fuktig regolit.



Den metoden var för omständlig här, men Valles Marineris kanjonsystem på Mars, där vi befann oss, innehöll stora mängder vatten i minisjöar under ytan, flera i ett band nära ekvatorn. Man letade reda på vattnet genom att upptäcka förändringar i nivån av neutronutsläpp vid marsytan. En minskning av neutroner indikerar en stor mängd väte, vilket tyder på att det finns vatten under ytan.

Den torra öknen på dagens Mars kan verka som den sista platsen man skulle leta efter vatten, men den röda planeten innehåller faktiskt massor av vatten. Det är bara det att vattnet ofta är som is så man måste borra sig ner genom regoliten tills man når det. Nära kärnreaktorerna kunde komprimerad marsatmosfär upphettad av överskottsvärme från reaktorerna pumpas ner i hålet för att smälta isen. Här måste man använda en borr med ett huvud som avgav värme eller mikrovågor för att smälta vattnet innan det kunde pumpas till ytan för att renas och bearbetas. Vatten absorberar mikrovågor, korta elektromagnetiska vågor, mycket bra, men is gör det inte, så mikrovågsstrålarna värmer faktiskt upp berget, vilket smälter isen vid kontakt.

De hade redan borrar sig ner till vattnet. En mobil borrhög stod på en räls. Den drevs av en värmepump, som samlade energi från den lilla temperaturskillnaden mellan marsytan och brunnen genom att utnyttja temperaturskillnaden mellan natt och dag. De dagliga temperaturvariationerna på ytan, vanligen omkring hundra grader, var tillräckligt stora för att man skulle kunna få ut energi från dem genom att borra sig ner till regioner där temperaturen höll sig konstant.

Mitt i byggområdet stod en stor vattentank. De isolerade rören från borrhöningen var redan framdragna till den. Därifrån skulle vattnet rinna genom uppvärmda rör in i växthusen. Nu återstod att koppla in dem på växthuset. Det arbetade man med. Det var viktigt att det var tätt för om vattnet kom i kontakt med atmosfären skulle det koka bort i det låga trycket.

Vinden ven hela tiden rakt emot oss. Jag hade aldrig kunnat tro att det behövdes en så stor anläggning för att vinprovarna på Jorden skulle få vad de ville ha. Det hade naturligtvis varit mycket bättre att odla vinet på Jorden, men det gick ju inte, eftersom Plurimax inte ville ha någon konkurrens till sitt opiumöl.

Till slut tog vi oss fram till ett växthus som redan var rest. Det såg ut som en avlång ballong, som låg på den röda sanden. Där hittade vi till slut förmannen. Han var gråhårig med vita ögonbryn och hans ansikte, som skyttade bakom hjälmens visir, var fullt av rynkor. Han var bred om axlarna i sin rymddräkt och det märktes på honom att han var van att kommendera. Tillsammans gick vi in i det redan resta växthuset.

Mitt i växthuset låg en stor svart sten. Den var till för att undvika att temperaturen föll för mycket under kalla nätter. Här nära ekvatorn var dagarna varma nog för uppblåsbara växthus om sådana stenar absorberade solvärmens under dagen. Där stod vi nu allihop. Det var skymning därinne. Spegelarna som reflekterade solljuset in i växthuset räckte inte till för att lysa upp det. Solljuset på Mars är ju bara hälften av Jordens. Särskilt under den långa vintern med sina dammstormar måste växthuset också ha artificiellt ljus, men LED-lamporna var ännu inte installerade.

Det var högt i tak och golvet var ännu ett jordgolv. Några robotar höll på att gjuta golvplattor. En del plattor låg kvar i formarna, andra höll de på att lägga ut. Med min vadderade byxbak lutade jag mig mot den svarta stenen och putsade min nedisade hjälm. Benen var kraftlösa efter vandringen genom arbetsplatsen och det värkte i ryggen över högra skinkan. Det var en gammal skada som lätt gick upp.

Robotarna fortsatte sitt arbete utan att bry sig om mig. Förmannen såg på mig men hans blick var tom. Sedan vände han sig till Pecka och visade på flera våningar av växtbäddar. Där skulle vi lämna av jorden vi hade med oss. Växtbäddarna hängde från taket för att det skulle bli tunnare och ge mer ljus. Nu var det marsatmosfär här inne med en hundradel av trycket på Jorden, men sedan måste man upp till en tredjedel för att de pollinerande bina skulle kunna flyga omkring. Då skulle taket lyfta sig på växthuset om man inte tyngde ner det.

Hur Pecka fick vår rover att köra till oss vet jag inte, men till slut dök den tvekande upp mellan solpanelerna. Tillfarten var igenkordad av sanden, som blåste omkring överallt. Ingen maskin hade varit inne där på länge, men det var djupa fotsår i sanden. Förmannen beordrade fram två man med skovlar som fick skotta upp en väg så att rovern kom in.

Sanden var mycket finkornig och packade ihop sig i drivor precis som det sägs att snön, dessa frusna vattenflingor, en gång gjorde på Jorden. Efter mycket krångel och backande fram och tillbaka lyckades rovern att ta sig in i växthuset. Nu skulle arbetet börja. Men nu kom problemet. Skopan på rovern fungerade ju inte.

Förmannen blev arg och skällde ut oss fast det ju inte var vårt fel. Sedan beordrade fram en montör, som började rota omkring i rovern medan jag och Pecka stod vid sidan om och tittade på. Mina fingrar styvnade och tappade känslan och jag frös om fötterna. Marken var ju mycket kall trots den isolerande ballongen under golvet och stövlarna borde haft tjockare sulor.

Pecka såg hur jag trampade omkring och sade till mig att lägga mig på rygg med fötterna mot taket. Det är kallast vid soluppgången, sade han. Det blir bättre sen.

Där låg jag på rygg och försökte lyfta huvudet för att se på montören, som rotade i rovern. Andra avlöste honom. Snart var det en som jobbad och åtta som såg på. Det började bli imma i hjälmen trots elledningarna i glaset. Till slut var det en, som tydligen var någon slags expert, som sa att ett kretskort måste bytas ut och det kunde de inte göra nu.

Det är konstigt att något alltid ska gå sönder, när det behövs som bäst. Vad skulle vi nu göra? Först tänkte vi köra tillbaka till basen, men rovern vägrade. Den bara skakade till och stegrade sig på bak-hjulen, när Pecka försökte övertala den. Sedan ställde den sig orörlig på alla sex hjulen. Vi förstod att den inte ville köra tillbaka förrän den var urlastad.

-Ni får väl lasta ur för hand, morrade förmannen, som stod och såg på. Vi kan inte vänta på er. Sätt igång innan skiten fryser. Skovlar får ni låna av oss.

Han gav tecken till de två som rensade ingången och som nu stod där och tittade på med sina skovlar. Man kunde ju tycka att de kunde fått fortsätta med vår jord, men, nej, det var inte deras jobb. De gav oss skyfflarna och gick sin väg. Det var väl inget annat att göra då, hur tungt det än var att börja arbeta i rymddräkten. Vi fyllde på dräkterna med metanol och flytande syre från rovers bränslecell och satte igång. Vi fick ställa oss vid den ena växtbädden efter den andra och locka till oss den motvilliga rovern. Sedan fick vi skotta över jorden för hand. Det gick meter för meter.

Jorden i rovers lastrum var frusen. Det blev väl aldrig stängt som det skulle. Det var till och med tjäle av vattnet i den. Vi högg i den med hackor vi fick låna men de bara slant så det gnistrade innan vi lyckades ta oss igenom skorpan och kunde ta till skyfflarna för att få loss en gnutta jord.

Jorden var totalt uttorkad efter att ha varit utsatt för den tunna atmosfären på Mars och bakterierna i den var nog döda. Det var bara bra att man tog död på smittämnena, sa Pecka. Där fanns säkert andra ämnen, som gjorde att den kunde användas. Som cyanobakterier för att producera syre och ge bättre plantväxt. Tillsatte man bara vatten och bakterier skulle de snart yngla av sig. Det var lika bra att inte säga något till förmannen. Inom en vecka skulle man säkert kunna odla vin här.

Om inte Plurimax hann stoppa vinsmugglingen innan dess, tänkte jag. Egentligen borde marsianerna sälja jord till Månen istället för vin. Månen saknade nästa helt kväve, väte och kol. Om smittämnen följde med så fick de väl göra det. Marsjorden innehåller ju en halv procent perklorat som kan förstöra sköldkörteln på folk. Som tur är kan det lösas upp i vatten så att det lätt kan tas bort ur jorden tillsammans med andra salter. Jag antog att den här jorden var ren. Men man fick väl bättre betalt för vinet förstås.

Den undre växtbädden gick väl an. Dit kunde vi kasta över jorden för hand. Med hundra kilo rymddräkt och ytterligare femtio kilo utrustning var bara det ett hårt arbete. Ändå vägrade ju allting hälften så mycket som på Jorden. Det värkte i ryggen. Jag var inte van vid dräkten. Det var ett hårt arbete, men som vanligt försökte jag låta bli att tänka när jag arbetade. Det var som om alla tankar sveptes bort ur mitt huvud tillsammans med jorden.

Värre var det med den övre bädden. Dit fick vi bära jorden i lådor. Trappan dit och landgången längs bädden var trång och smal och man fick akta sig för att inte slinta. Spiraltrappan steg brant tills trappstegen längre fram verkade stiga vertikalt, sedan fortsatte stigningen att öka tills den började svänga tillbaka över mitt huvud för att slutligen försvinna ur synhåll bakom mig. Det fanns ett räcke i trappan, men det var mest i vägen för lådan.

Vattenrören var redan monterade längs kanten av bädden. Jag fick sträcka mig över dem för att nå längst in med jorden. Det gick långsamt. Vi hamrade och slog och fyllde våra lådor. Pecka fick bära det mesta. Jag orkade knappt fylla min låda ännu mindre bära upp den. Skyfflarna var utan tvärså på skaftet och det var ingen styrsel på

dem. Blåsten blev starkare och glasväggen, som bädden och trappan hängde i, vibrerade. Det gjorde det ändå svårare. Jag kände hur jag blev blöt under tröjan i dräkten, men händerna frös i vantarna och tårna domnade. Det här var ett jobb för robotar, tänkte jag.

Pecka hetsade på. Jag förstod att han var rädd att det skulle bli storm, så att vi inte kunde ta oss tillbaka till basen. Rovern kunde ju köra vilse. Om vi inte lyckades göra slut på jorden skulle vi bli kvar här över natten och jorden skulle frysa och bli som sten. Man skulle inte kunna dela den ens med hacka. Den lilla blå solen, som skymtade genom taket, försvann som i en dimma. Förmannen kom och tittade och sa att de hade en lyftkran, men den var på verkstad. Kanske kunde vi få låna den i morgon. Det var då så dags.

Äntligen var lastrummet tomt och till vår lättnad gick rovern med på att köra hem. Solen höll på att gå ner i en röd gloria och i luften föreföll den gråaktig när vi körde ut ur växthuset. Ändå lyste den så bländande att man måste kisa bakom visiret. Blåsten hade blivit starkare och jag såg hur glasväggen vibrerade. Omkring oss försvann landskapet mot horisonten. Till och med de låga kullarna kastade långa skuggor ut över öknen.

Rovern gick in i en lång sväng. Jag såg ut över ett landskap som gick fram till himlen vid den fjärran horisonten med sina blodröda berg, som sträckte sig så långt man kunde följa dem. De sista strålarna från den nedgående solen fångades på topparna. Sanddynen marscherade mot horisonten med svarta skuggor mellan sig. Här och där visade röda klippor annat än sand.

Jag såg ut över det brutna landskapet med sina klyftor av trasiga klippor och sina fläckar av grå regolit korsade av svarta sprickor. Under oss började den brutna marken falla undan i vindlande raviner mot en öde slätt.

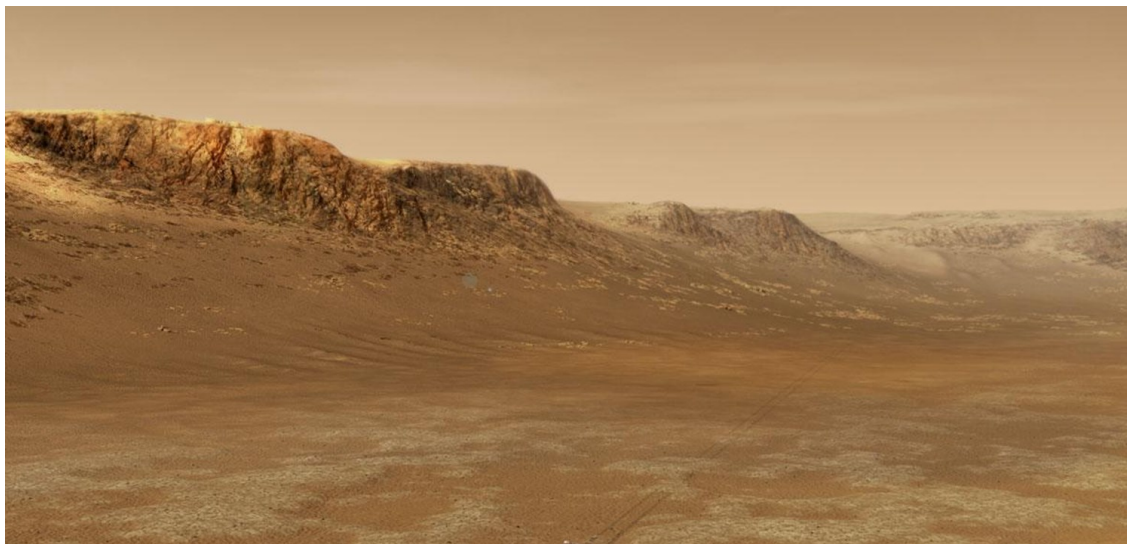
Vi korsade en grund krater med grå sand som öppnade sig mot en trång dal. Den brutna terrängen framför oss föll iväg i låga dynor med svarta sänkor mot en kal klippa. Det såg ut som om sanden började rör sig under oss. Fläckar av damm dolde den här och där. De samlades till en jättelik virvel långt åt sidan, som rörde sig fortare och fortare. Sand och damm började fylla luften runt oss och tog bort sikten.

Jag kände inte igen terrängen från när vi kom. Roboten höll hög fart. Jag fick en känsla av att den tog en genväg för att komma hem så snart som möjligt. Allt gick ändå bra tills Pecka knuffade mig i sidan och pekade framåt. Jag kunde bara sitta och stirra förlamad av häpnad. Det såg ut som en egendomligt suddig orangefärgad klippa, som vi svepte fram emot bara några kilometer bort.

Det var något mycket konstigt med den där klippan, som vi så hastigt närmade oss och till slut gick sanningen upp för mig. Det var inte vi som närmade oss klippan utan den som svepte fram emot oss. Täta sandmoln började nu torna upp sig omkring oss. Vi for mot en mur av sand, som snart gick från öknen nästan upp till yttersta kanten av himlen.

Vi for rakt in i muren. Rovern kastades våldsamt från sida till sida och genom det tunna skrovet hördes ett intensivt vislande ljud, det mest skrämmande jag någonsin hört i hela mitt liv. Vi gled in i ett dammoln som blev tätare och tätare tills man inte såg vare sig öken eller himmel. Vi for hjälplösa fram genom ett ökande mörker.

Kastvindar fångade oss. Jag fick en känsla av styrkan i de krafter som svallade omkring oss när jag såg in i de rullande rödbruna massorna. Vinden ryckte och kastade omkring rovern. Luften var fylld av damm över det öde landskapet. Stormen fångade oss som en jättelik hand och kastade oss uppåt och nedåt.



En låg kulle svepte förbi och försvann i mörkret. Rovern girade kraftigt för att undvika en stor sten, lyftes plötsligt upp i luften och slog ner i marken igen innan den gjorde ett nytt språng.

Ibland ljusnade det. En virvel framför oss vände sig tippade över och vreds. Vi skakade av den dammfyllda luften. En stöt skakade hela farkosten. Sedan såg jag den dammfyllda virveln som en pelare dra bort, men en mörk vägg reste sig snart framför oss igen. Ett nytt utbrott av kraft lyfte oss. Vi pressades bakåt och sköts sedan framåt i stormen och den röda böljande öknen.

-Vi är precis i utkanten, sa Pecka. Det blir värre innan det blir bättre, tillade han, men det blir nog inte mer än trettio sekundmeter. Vindarna här är svagare än på Jorden för luften är så tunn.

Det hade jag svårt för att tro när stormen kastade omkring oss och roboten kämpade för att hålla oss på rätt köl. Pecka lät lugn, men jag såg hur han tittade åt höger och vänster ut genom fönstren.

De mörka molnen jagade fram tätt över marken. Däruppe i himlen rasade det ohörbara ovädret. Vi kom allt längre in i denna malström. Jag hörde hur väggarna knakade och skälvde inför vindens brutala angrepp. Vi kurade ihop oss i rovern som skälvde i den rytande vinden.

Rovern började tippa åt sidan, men roboten kämpade den tillbaka. Jag höll krampaktigt om armstöden. Tänderna skallrade. Jag bet ihop. Sanden rusade förbi utanför. Dynor och klippor. Jag hade en underlig känsla att vi stod stilla och att all rörelse var utanför.

Jag märkte ändå hur vant roboten hanterade maskinen och hoppades bara att vi inte skulle köra vilse. Att navigera på Mars är nämligen ett problem. Magnetfältet är för svagt för att man ska kunna använda kompasser för Mars har ingen rörlig järnkärna som Jorden. För att göra det ändå värre finns det lokala områden där magnetfältet är mycket högre. Jag visste inte hur roboten bar sig åt. Alla landmärken var ju försvunna i stormen. Förhoppningsvis hade den kontakt med någon satellit.

Farten ökade. Jag fick svindel och försökte tänka på annat. Så kände jag hur jag trycktes ner i sitsen, när rovern kasta-

des upp i luften. Jag fick nästan panik och höll mig i stolen. Pecka i stolen bredvid grep tag i armstöden. Så slog vi i marken. Vi snuddade en dyntopp för över till nästa topp. Vi sladdade snett nerför nästa dyn och stannade tvärt med nosen inborrad i sanden.

Där satt vi fast täckta av damm och måste vänta i den trånga kabinen medan dammstormen bedarrade. Alltihop var över på några minuter men det kändes som en evighet.

Äntligen bedarrade stormen, sandmolnen skingrades och himlen återtog sin vanliga rödaktiga färg. Som en projektil bröt den djupt vinfärgad skymningen fram och genom det bakre fönstret fick jag en sista skymt av stormen, som slet med sig ökensanden på sin väg.

Det fanns inte något som tydde på att stormen skulle bedarra men vinden mojade snabbt och då lade sig långsamt dammet som fördunklade landskapet. Man hade fri utsikt över den kringliggande röda öknen. De drivande röda dammolnen var tillfälligt borta. Svarta skuggor visade var klipporna började bortom dynerna som övergick i varandra. Jag märkte att jag flåsade. Jag kände hjärtat slå. En av månarna, om det nu var Phobos eller Deimos, syntes röd i dammet mot den blåa solnedgången.

Rovern satt fast. Den gjorde några hjälplösa försök att komma loss, men sedan gav den upp. Jag höll på att få panik igen. Skulle vi klara oss över natten? Skulle man hitta oss frusna till is i morgon? Och stormen kanske var på väg tillbaka.

Men då pekade Pecka framåt. Fram mot horisonten syntes den silande sanden som ett golv, men över det skymtade konturerna av domerna, vårt hem.

Vi krånglade oss ur den havererade rovern och vandrade trötta fram mot dem i våra dräkter. Den lösa sanden såg oss tillbaka och dammet började täcka oss. Luften var full av fint stoft. Det skulle bli problem att bli av med det, när vi väl kom fram. Marsdamm är extremt dåligt att andas. De taggiga barberarna kan riva upp lungorna. Men det fick bli ett senare problem. Marsianerna längtar ständigt efter att komma ut ur sina grottor, men nu ville jag bara komma in i dem igen. Så fort som möjligt.