



BEVINGAT

Nr 2/2022

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



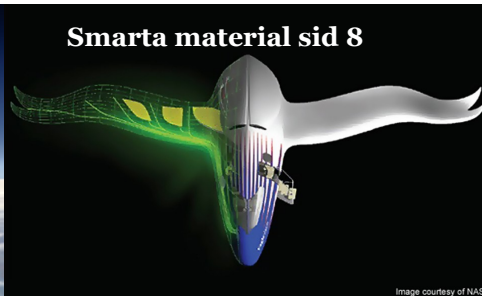
Bland nyheterna

GKN turbinstativ	18
Chalmers svarta hål.....	19
Kongsbergs månantennor	20
Danskt vindbränsle.....	21
5000 exoplaneter.....	22
NASAs nya rymdteknik.....	23
Robotiserad insekt.....	24
USAs hypersonikprov.....	25
Naturlig vinge.....	26
Bränsle från cement.....	27

Supersonik tillbaka sid 2



Smarta material sid 8



Miljövänliga flygmotorer sid 11



Vädersatelliter sid 4



Atomdrift sid 5



Digital Teknik sid 6



Är tång flygets framtid? Sid 14



Furhinblad som morrhår sid 15



Variabel vinge historia

Sid 16



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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>



Candy och Svartskägget
Sid 28

Supersonik kom tillbaka 2021

Ett traditionellt supersoniskt flygplan skapar en ljudbang på mer än 100 decibel. Det ledde till att flygning över land förbjöds 1973 och dödade Concorde. Nu utformas nya flygplan perfekt utformade för att flyga överljud så tyst som möjligt.

The Return Of Civil High-Speed Flight

The quiet supersonic airplane that could let you fly faster than ever

Från 1965 till 1979 byggdes endast 20 Concorde, varav 18 fortfarande finns. Vad med de andra två? Ett Air France-flygplan (Concorde 203) förstördes i en krasch utanför Paris år 2000, som dödade 113 människor. Den andra (Concorde 211) skrotades 1994 och många av dess delar auktionerades ut 2003.

2016 ingick NASA ett avtal om design av en modern SuperSonic Transport (SST) prototyp med låg ljudnivå, den första i en serie "X-plan" som ingick i NASA:s New Aviation Horizons-initiativ. Lockheed Martin Aeronautics fick i uppdrag att övervaka den preliminära designen för denna Quiet Supersonic Technology (QueSST). Kallad X-59 är den planerad att flygprovas 2022.

När ett plan flyger sprids det ut vågor av tryckluft i alla riktningar och flyger det snabbare än ljudets hastighet, samlas dessa vågor till en stötvåg, som hörs på marken som en ljudbang.

Varje stor variation i kroppens form som en cockpit eller stjärtfena kan producera en stötvåg. För att minimera stötvågorna som rör sig ner till marken måste man göra planet mycket mer strömlinjeformat, jämna ut variationerna i formen och sprida dem över en mycket längre kropp.

Det är vad NASA och Lockheed har gjort med X-59. Flygplanet är 30 meter långt, nosen tar upp ungefär en tredjedel av planet och leder sömlöst till de bakåtsvepta vingarna och en enda motor bak. Man vill hålla stötvågorna parallella och åtskilda från varandra så att de inte kombineras till en hög ljudbang.

X-59 är så lång och strömlinjeformad att sittbrunnen inte har något framåtriktat fönster. Istället använder piloten ett External Vision System (XVS), som skapats av NASA för att flyga planet. XVS använder en kamera ovanför och en under flygplanet för att skapa en realtidsvy, som visas på en HD-skärm.

År 2022 kommer Lockheed att genomföra inledande flygprov för att se till att allt fungerar som förväntat och att planet flyger med rätt hastighet och höjd med målet om den första flygningen i slutet av året.



Sedan överlämnar Lockheed nycklarna till NASA, som kommer att börja "akustisk validering" 2023. Detta kommer att innebära att X-59 skickas upp med ett F-15 stridsflygplan som mäter stötvågorna. NASA kommer att ta bilder av vågorna, en process som kallas schlieren-fotografering. NASA kommer också att ställa upp en rad mikrofoner över en lång sträcka i Mojave-öknen i Kalifornien för att mäta ljudet och se till att det är så lågt, som det var tänkt.

Sedan kommer den tredje provfasen 2024 när X-59 kommer att flyga över en handfull städer över hela USA, varefter allmänheten kommer att yttra sig om vad de hört.

baserade företaget att lansera sitt Overture program 2022.

Booms Overture är ett överljudsflygplan med 65-88 platser. Utrullning av en prototyp planeras 2025. Flygprov väntas pågå 2026 med ibruktage 2029. Programmet fick ett stort lyft 2021 när United Airlines lade fasta order på 15 flygplan med optioner på ytterligare 35.

Boom Supersonic har också tecknat ett avtal värt 60 miljoner dollar med det amerikanska flygvapnet (USAF) för att påskynda teknik och utveckling av världens mest hållbara överljudsflygplan.

En konkurrent, Aerion Supersonic, lyckades inte få någon finansiering för fortsatt utveckling av sin AS2 överljudsjet och



Flera företag vill inte vänta på resultaten utan har redan satt igång att utveckla sina egna flygplan. En av dem är Boom Supersonic, som började markprova sitt flygplan XB-1 (22 meter långt) efter att ha rullat ut det i oktober 2020. Med hjälp av lärdomar från denna subskaliga supersoniska demonstrator planerar det Denver-

avslutade verksamheten, men rymdindustriföretaget Virgin Galactic tillkännagav långsiktiga planer på att utveckla ett höghastighets tvåmotorigt, deltavingat flygplan med plats för upp till 19 passagerare, som kan kryssa på Mach 3 på höjder över 60 000 fot.

Supersonik 2021

Tills nu har litet släppts om projektet som också involverar NASA. Enligt ett avtal med Virgin och dess dotterbolag The Spaceship Company arbetar NASA tillsammans med dem för att främja teknik för farkoster med höga Machtal. Forskningsarbetet med NASA ska inkludera farkostens termiska hantering och framdrivningssystem över Mach 3.

Den civila hypersoniska flygplansutvecklaren Hermeus arbetar också med det amerikanska flygvapnet för att utvärdera hur det Atlanta-baserade företags Mach 5-koncept kan modifieras till en höghastighetsfarkost, inklusive potentiellt en presidenttransport. Hermeus konceptfarkost drivs av en turbinbaserad kombinerad cykelmotor och är tänkt att transportera upp till 20 passagerare över transatlantiska räckvidder. Ibrukttagandet är inriktat på slutet av decenniet. Företaget, som också arbetar med NASA, vann ett flygvapenkontrakt värt 60 miljoner dollar i augusti 2021 för att utveckla och testa tre enmotoriga nedskalade flygande demonstratorer till 2024.

Spike Aerospace's affärsflygplan S-512 har två funktioner som man anser vara avgörande för marknadsframgång: 18-passagerarsäten och låg ljudbang. Företaget siktar på en ljudstyrka vid flygplanets Mach 1.6-kryssningshastighet på mindre än 75 dB - NASA:s mål för allmänhetens acceptans av överljudsflygningar över land. Spike siktar på att komma in i tjänst 2028 för lukrativa transkontinentala affärsrutter, särskilt i Asien, där överljudsflygning över land är avgörande.

Det amerikanska företaget Exosonic siktar på att utveckla världens första 5000 nautiska mils räckvidd, tysta överljuds passagerarflygplan. Företaget har genomfört låghastighets vindtunnelprov av sitt 70-sitsiga koncept i University of Washingtons Kirsten Wind Tunnel i Seattle. Den 8 fot långa modellen provades i hastigheter upp till 240 km/h för att utvärdera start- och landningsprestanda.

Det kinesiska företaget Lingkong Tianxing har meddelat planer på att utveckla en familj av hypersoniska fordon som sträcker sig från ett rymdturismplan i omloppsbana till ett interkontinentalt passagerarplan. Baserat på teknik som utvecklats och testats från och med 2019 är företagets ursprungliga mål att påbörja flygprov av en småskalig prototyp under 2023. Bolaget, som nyligen fick finansiering från kinesiska investerare, tror sig kunna genomföra den första bemannade



provflygningen av sitt suborbitala rymdturismfordon 2025. En version av ett hypersoniskt transportflygplan är tänkt för första flygning 2028, med en fullskalig farkost planerad till 2030.

År 2005, under NEXST-1-programmet, provade japanska JAXA i delskala en modell av ett bränsleeffektivt överljudsflygplan i Woomera, Australien, vilket visade 13% lägre överljudsmotstånd än Concorde. Tio år senare, 2015, provade JAXA en småskalig modell av ett överljudsflygplan på Esrange Space Center i Sverige under D-SEND-projektet. Man planerar nu flygdemonstration av en robust design med låg bang över ett brett driftområde. Forskare vid Japan Aerospace Exploration Agency har också utvecklat beräkningsmetoder för att simulera ljudbangar i atmosfären.

I Europa lanserades H2020-projektet SENECA i januari 2021 för att ta itu med motorrelaterade miljöaspekter av överljudsflygplan, inklusive utsläpp, contrails och landnings- och startbuller. Det EU-finansierade projektet samlar elva partner från den akademiska världen och industrin i hela Europa.

Att få motorerna att fungera vid höga Machtal är överhuvudtaget ett problem. Detonationsförbränning, där reaktionszonen breder ut sig snabbare än ljudet i brännkammaren, är ett område av stort intresse för både framdrivnings- och kraftgenereringstillämpningar.

I USA deltog forskare vid Aerojet Rocketdyne, baserat i Kalifornien, i flera provkampanjer för att utveckla luftandande detonationsmotorer för nya flygsystem under 2020 och början av 2021.

I januari avslutade Tsinghua University i Kina experimentella och numeriska stu-

dier om flytande bränsleinsprutning för att utforska påverkan av droppstorlek och blandningsförhållanden på detonationsmotorers dragkraftsprestanda.

Institute of Space Propulsion vid German Aerospace Center, DLR, driver en provanläggning i Lampoldshausen, som kan simulera höghastighetsbrännkammarens inloppsförhållanden vid Mach 5,5 till Mach 8.

I juli demonstrerade Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA, och dess medarbetare driften av en detonationsmotor ombord på en raket på en höjd av cirka 165 kilometer.

I januari 2021 initierade Tekniska universitetet i Berlin sitt Marie-Curie Innovative Training Network. Det består av femton forskare i ett tidigt skede från åtta värdinstitutioner över hela Europa och de ska fokusera på flera viktiga ämnen i samband med detonationsförbränning under några år.

I september 2021 avslutade tyska DLR en provkampanj för kompositmaterial för scramjetmotorer, som startade 2020. Uppdateringen av provanläggningens system för datainsamling och optisk mätteknik ingår i det europeiska multinationella projektet för miljömässigt hållbart överljudsflyg. Projektet startade 2021 och undersöker föroreningar och atmosfärisk påverkan av förbränningsprocesser för höghastighetsflygning och överljudstransporter med fokus på biobränslen. Resultaten av detta fyraåriga projekt kommer att vara avgörande för en europeisk rättslig ram för överljudsbestämmer som åtföljer USA:s från FAA, NASA och andra.

Svenska satelliter för klimat och väderprognoser

För att kunna leverera tillförlitliga, detaljerade och färsk prognoser av väder och klimat finns ett särskilt behov av täta och noggranna observationer i tid och rum av bland annat moln, fukt, vind och temperatur. Satellitdata har under de senaste mer än trettio åren visat sig allt mer avgörande för prognosernas kvalitet genom indirekta eller direkta mätningar av dessa variabler.

Ny svenskbyggd minisatellit banar väg för bättre ... - SMHI

Satelliten Mats - Rymdstyrelsen

Vågor i atmosfären utbreder sig i form av periodiska förändringar av tryck, temperatur och vindhastighet. Ny forskning har visat att dessa vågor kan länka ihop skeenden i vitt skilda delar av atmosfären, och kunskap om vågorna kan därför hjälpa oss att förstå utvecklingen av vårt klimatsystem.

Mats (Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy) är en svensk forskningssatellit som ska undersöka vågor i de övre delarna av atmosfären och deras inverkan på jordens klimat. Det här görs genom att studera variationer i ljuset som syremolekyler avger vid 100 kilometers höjd, samt i strukturer i atmosfärens högst belägna moln, så kallade nattlysande moln. Instrumentet använder ett teleskop bestående av tre specialformade speglar för att göra observationerna.

Mats kommer att kunna ta fram de första globala kartorna, som visar utbredningsegenskaperna hos dessa vågor i atmosfären. Med en tomografisk analys av bilderna kan forskarna skapa 3D-konstruktioner av vågorna. Data som Mats samlar in kommer att fylla en viktig lucka i förståelsen av hur atmosfären fungerar.

Mats är stor som en diskmaskin, 60x70x85 centimeter, och väger cirka 50 kilo. Omloppsbanan är solsynkron på 600 kilometers höjd och livslängden cirka två år. Planen var att uppskjutningen skulle skett från rysk mark, men krigsutbrottet i Ukraina ändrade förutsättningarna. Det är idag inte fastställt varifrån Mats kommer sändas upp och när.

Vetenskaplig initiativtagare till Mats är Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet (MISU) tillsammans med forskare på Institutionerna för rymd- och geovetenskap vid Chalmers Tekniska Högskola och Rymd- och plasmafysik vid Kungliga Tekniska Högskolan. Satelliten har utvecklats av OHB Sweden, ett dotterbolag till rymd- och teknikkoncernen OHB SE, i samarbete med ÅAC Microtec, medan instrumentet till största delen utvecklats av Omnisys Instrument. Projektet finansieras av Rymdstyrelsen.

Europeiska rymdorganisationen ESA, har också tecknat avtal med OHB Sweden som huvudentreprenör för utvecklingen av programmet Arctic Weather Satellite (AWS).

De geostationära satelliter som har sin position högt över ekvatorn ger värdefulla data över Centraleuropa med frekvent uppdatering flera gånger i timmen, men gör inte så mycket nytta på höga breddgrader nära polerna.

För att täcka in motsvarande behov av täta observationer över Arktis och höga breddgrader behövs istället ett system av många satelliter i olika banor över polarområdena. Det finns redan flera sådana polära satelliter i omlopp, men inte tillräckligt många för att säkra en kontinuerlig täckning av områden som till exempel Skandinavien. Dagens polära satellitsystem är också mycket kostsamma och håller inte för alltid.

Det är här Arctic Weather Satellite, AWS, kommer in. AWS har en enda nyttolast (korssparsskanning av mikrovågsradiometer) och den är betydligt mindre än de befintliga polar-orbiting meteorologiska satelliterna. Avtalet omfattar utveckling av satelliten (inklusive instrumentet), utveckling av marksegmentet och även förberedande aktiviteter för AWS-konstellationen. AWS är en del av ESA:s Earth Watch-program och består av en enda satellit, som är prototypen för en möjlig framtida konstellation av AWS-satelliter. Satelliten är utrustad med en nyttolast, som är särskilt utformad för att ge globala mätningar av atmosfären för att förbättra väderprognoserna (särskilt över Arktis). Uppdraget har fått finansiering vid ESA:s ministerkonferens (Space19+). Det undertecknade kontraktet har ett totalt värde på 32,5 miljoner euro.

Om AWS-prototypen visar sig kunna leverera den kvalitet på data som förväntas är planerna att en konstellation av många små AWS-satelliter ska skickas upp under andra halvan av 2020-talet. Ett sådant system kan vara mycket kostnadseffektivt för att förbättra väderprognosernas träffsäkerhet. Kostnaden för AWS-prototypen inklusive ett års operationell drift har förvisso en prislapp på ca 42 miljoner Euro, men det är ändå bara en bråkdel av vad dagens motsvarande polära satellitsystem kostar, och dessa har redan gett pengarna tillbaka flera gånger om genom att skydda liv och egendom.

AWS-instrumentet kommer, genom sina 19 olika kanaler över 4 olika frekvensband (50-57, 89, 165-183 och 325 GHz), att kunna ge information om fukt, temperatur, neder-



börd och moln i atmosfären.

Merparten av de data som AWS kommer att leverera är väl beprövade och hör till den typ av observationer som redan idag är viktiga för prognosernas träffsäkerhet.

Utöver de välkända frekvensbanden för att mäta temperatur (50-57 GHz) och fukt (165-183 GHz) i atmosfären, där mätningar från satellit redan har visat sitt värde i decennier, ger AWS också nya möjligheter. Fyra kanaler i frekvensområdet runt 325 GHz är tänkta att förbättra mätning av fuktighet generellt men kommer också att kunna ge ny information om ismoln, vilket oftast är höga moln, som främst består av iskristaller.

AWS kan också delvis se igenom molnen och ner till marken och kommer därför att kunna bidra till kartläggning av havsisen över Arktis oavsett väder eller solhöjd. Dessa mätningar kommer också att stödja klimatforskning och klimattillämpningar.

De viktigaste AWS-mätningarna är emellertid luftfuktighet och temperatur i atmosfären. I synnerhet kan atmosfärisk vattenånga förändras snabbt och man skulle ha stor nytta av mer frekventa observationer. Därför föreslås en konstellation av satelliter i polär omloppsbanan som ger passiva mikrovågsljud i atmosfären med frekventa återbesöksstider över polarområdena.

AWS Ground Segment innehåller ett mycket innovativt DBFN (Digital Beam Forming Network) i Svalbard från Thales Alenia Space, vilket gör att flera satelliter kan spåras samtidigt från en enda antennmatris elektroniskt utan några rörliga delar. Denna teknik är avgörande för att stödja konstellationens behov av snabbhet.

Satellituppskjutningen av AWS (Proto-Flight Model) planeras 2024 och implementeringen av AWS-konstellationen kan starta omedelbart därefter.

Atomdrift

I november förra året sprängde Ryssland en nedlagd satellit och skapade splitter som kommer att kretsa runt jorden i årtionden. Det blir svårt att utkāmpa ett krig om kritiska satelliter slås ut. Pentagon vill där- för att nästa generation satelliter ska ha tillräckligt med kraft för att kunna undvika attacker. De tror att svaret ligger i framdrivning med kärnkraft.

Why space is about to enter its nuclear age | The Economist

Två initiativ kommer att undersöka konceptet. Det första, lett av Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA), kommer att testa en teknik som kallas "nukleär termisk framdrivning" i samarbete med amerikanska företag som Blue Origin, General Atomics och Lockheed Martin. En rymdfarkost kommer att ha en liten kärnreaktor för att hetta upp flytande väte, som tas från en tank ombord på rymdfarkosten. Vätgasen, med en lagringstemperatur kallare än -253°C , kommer snabbt att expandera när den värms upp och skjutas ut ur ett munstycke för att producera dragkraft.

En sådan rymdfarkost kan klättra upp till en geostationär bana ovanför jorden, nästan 36 000 km upp, på bara några timmar. Satelliter som bränner vanligt raketbränsle behöver flera dagar för samma resa. Atomdrivna satelliter skulle också vara svåra att förstöra ty deras banor kan ändras tillräckligt ofta för att bli oförutsägbara. DARPA vill prova sin rymdfarkost DRACO (Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations) i omloppsbana 2025.

Pentagons enhet för försvarsinnovation (DIU) undersöker alternativa förslag. Ett är att använda kärnreaktorer, men inte för att värma flytande väte, utan för att generera el som sedan via ett elektriskt eller magnetiskt fält appliceras på en drivmedels- gas som xenon. Detta kommer att jonisera gasen och få den att strömma ut ur ett munstycke för att producera dragkraft.

Jondrift är inte en ny idé, men en kärnreaktor skulle kunna producera mycket mer el för jondriften än till och med en stor solcellsanläggning. Satelliter utan solpaneler skulle också vara svårare för fiender att spåra och bekämpa.

Andra förslag är radioisotopiska termoelektriska generatorer. Den typen av "kärnbatterier" har länge använts för att driva sonder som skickas ut i rymden, där solenergin är särskilt svag. I stället för att en kärnreaktor används ett termoelement för att producera ett blygsamt wattal från värmen, som frigörs vid sönderfall av radioaktiva isotoper. Plutonium-238, som är en biprodukt av vapenutveckling, har använts av NASA för att driva både Voyager-sonder, som lanserades på 1970-talet och fortfarande fungerar, liksom Curiosity-rovern, som för närvarande går runt på Mars.

Plutonium-238 är dock en bristvara och med en halveringstid på 87,7 år är värmen från det radioaktiva sönderfallet låg. Kobolt-60, med en halveringstid på 5,3 år, är ett mer lovande alternativ och tillgängligt kommersiellt.

Men hur säkert är det att skicka ut kärnladdningar, särskilt reaktorer, i rymden? En explosion på startplattan skulle inte innebära större fara än explosionen av en konventionell rymdfarkost, eftersom reaktorn inte skulle ha slagits på. Ett större problem skulle vara om kärnreaktorn kraschade i havet. Vatten kan starta en kedjereaktion där uranatomer splittras och frigör neutroner, som kan fortsätta att dela ytterligare uranatomer. Om den är okontrollerad kan denna kedjereaktion leda till en härdsmälta. I DRACO kommer man att använda bor för att dämpa – eller till och med stoppa – kärnklyvningen.

En annan fara är oavsiktligt atmosfäriskt återinträde. Sovjetun-



ionen flög minst 33 spionsatelliter med kärnreaktorer för ombordkraft (men inte framdrivning). I en olycka 1978 misslyckades reaktorn i en satellit vid namn Kosmos 954 att nå en tillräckligt hög "avyttringsbana" i slutet av sitt uppdrag. Den sprutade radioaktivt skräp över en del av Kanadas nordvästra territorier. För att undvika en liknande olycka kommer DARPA:s kärnreaktor inte att flygas i låga banor.

Under lång tid trodde forskare att för att en kärnreaktor skulle få plats på en raket skulle den behöva köras på bränsle, som var mycket anrikat med uran-235, en isotop av uran som lätt splittas. Bränslet till den sovjetiska Kosmos 954 var till exempel 90% uran-235, liknande materialet som användes i atombomben, som detonerade över Hiroshima 1945. Men bättre datormodellering har under de senaste åren gjort det möjligt att konstruera reaktorer där bränslet är anrikat till mindre än 20 procent uran-235. Det är under vapenklass så restriktioner blir mindre betungande.

Kina och Ryssland utvecklar också kärnkraft för rymden. Kinas önskelista innehåller en flotta av kärnvapendrivna rymdfärjor. Ryssland konstruerar en elektrisk driven lastfarkost kallad Zeus, som kommer att drivas av en kärnreaktor. Roscosmos, Rysslands rymdmyndighet, hoppas kunna lansera den 2030.

Atomrymdfarkoster med riklig elektrisk energi kan användas för att störa satellitkommunikation. Dokument från KB Arsenal, ett företag i Sankt Petersburg, som arbetar med Zeus och enligt uppgift en annan atomrymdfarkost som heter Ekipazh, hänvisar till möjligheten att använda stora antenner för att översvämma ett område med mycket elektromagnetisk strålning. Detta kan överväldiga de relativt svaga radiosignaler, som normalt skickas och tas emot av kommunikationssatelliter.

Inte allt intresse för kärnkraft kommer från de väpnade styrkorna. NASA studerar reaktordriven elektrisk framdrivning och arbetar med ett projekt Power-Adjusted Demonstration Mars Engine. Prototypen är planerad att provas 2026. Den kommer att väga cirka 3,5 ton och kommer i omloppsbana att kunna accelerera en stor rymdfarkost till 12 km per sekund på 15 minuter. En sådan farkost kan nå Mars på mindre än sex månader, tre mindre än med kemisk framdrivning. NASA vill prova den på ett möjligt lastuppdrag till Mars på 2030-talet. I slutet av detta decennium vill NASA också ha ett kärnkraftverk för att driva en bas på månen. Allt detta innebär att rymden på ett eller annat sätt går in i sin nukleära tidsålder.

Digital teknik

I takt med att flygplanen blir mer anslutna och deras delsystem alltmer tillgängliga inte bara för piloter och andra ombord utan också för analytiker, tekniker och operativ supportpersonal, så blir den digitala teknikens roll allt mer grundläggande. Den förändrar inte bara hur flygplan fungerar, den påverkar alla aspekter av flygplanens konstruktion. Det inkluderar att optimera komponenter för vikt och effektivitet, att tillverka former, som inte skulle vara möjliga utan att använda digital design och additiv tillverkningsteknik, att integrera olika delar av byggprocessen på ett sätt som gör det möjligt att förändra den fysiska produkten samt stödande dokumentation med mera.

Aviation Week



Avancerade digitala system kan skapa konkurrensfördelar. De minskar design- och produktionskostnader, förkortar utvecklingstiden och möjliggör tillväxt inom teknikdrivna nya program när ingenjörer brottas med utmaningen att integrera elektriska, bränslecells-, hybrid- och väteframdrivningssystem i morgondagens flygplan.

Konceptet med en digital tvilling har funnits tillräckligt länge för att nu vara en del av avancerade designprogram. Genom att skapa en virtuell simulering av produkten, kan förändringar implementeras snabbt och med begränsad kostnad, testas för livskraft i den virtuella miljön och bara föras till fysisk tillverkning om datorkörningar bekräftar deras användbarhet och livskraft.

Konceptet gör det också möjligt att införa tillverknings- och underhållsöverväganden i ett mycket tidigare skede av programmen. På så sätt kan sena designändringar genomföras utan långa eller kostsamma förseningar och kunden kommer att få en mer kapabel, uppdaterad produkt. Den digitala tvillingen kan användas för att simulera en produktionsprocess för att säkerställa genomförbarheten av föreslagna produktionsmetoder i förväg. Dessutom kan konceptet att dela upp varje program i mindre, mer hanterbara segment, ytterligare effektivisera proces-

sen. Ett uppenbart sätt på vilket digital teknik förbättrar ett projekt är att automatisera den process genom vilken ändringar i konstruktionen kartläggs och hanteras över alla faser.

Mekanisk datorstödd konstruktion (MCAD) och dess elektroniska syskon elektronisk datorstödd konstruktion (ECAD) är båda utbredda inom flera branscher. Att hantera förändringar är avgörande inom båda, men förändringar i den ena måste spåras och genomföras i den andra. Det kräver system som automatiskt kan synkronisera data över båda domänerna, men som också kan markera dessa förändringar för konstruktörer och andra projektarbetare på ett sätt som hjälper dem att snabbt och enkelt förstå utan att överbelasta dem med för mycket information.

Exempel på förändringshantering inom digitala och fysiska områden har redan börjat överföras från forskning till produktion. Vid Dassault Aviations fabrik i Biarritz i sydvästra Frankrike kan teknisk personal, som arbetar med flygplanskroppen till Falcon 6X, se monteringsinstruktioner på ett virtual reality-headset. Data extraheras från den digitala tvilling-mockup, som utvecklats av Dassault för 6X. Mockupen skapades med hjälp av 3Dexperience-plattformen, en serie mjukvaruverktyg,

som utvecklats av Dassault Systems.

Företaget har legat i framkant av CAD och digital projektledning av mjukvaruutveckling sedan 1980-talet, när det släppte den första iterationen av sin datorstödda 3D interaktiva applikationssvit, som företaget säger används av över 220 000 kunder i mer än 140 länder i flera branscher.

Virtual reality- eller augmented reality-headset visar sig bli allt populärare i olika delar av flygplanens konstruktion, produktion och underhåll. På bilden utför en mekaniker, som arbetar på Dassault Aviations militära stödivdelning i Merignac, i sydvästra Frankrike, underhåll på en Rafale-fighter medan han tittar på instruktioner på ett headset. (Instruktionerna är bara synliga i headsetet men har lagts till i bilden för att visuellt förklara konceptet.)

Utplaceringen av detta verktyg följde på ett provprogram under 2018, som utfördes av Frankrikes försvarsupp-handlingsbyrå vid två flygbaser, vilket involverade underhållare som arbetade på Rafale-planen och deras Mk. 16 utskjutningssäten. Förutom att projicera instruktioner och information tillåter headseten underhållare att kontakta back-office-expert för diagnos och råd i realtid under komplexa procedurer.

Digital teknik

Framtidens fabrik, som öppnades förra året av BAE Systems på dess Warton-anläggning, utforskar nya sätt på vilka människor och maskiner kan arbeta tillsammans i flygdesignprogram. Teknik som beskrivs som "cobotic and flexible robotic" gör det möjligt för anläggningen att snabbt övergå från att producera en plattform eller produkt till en annan.

Det finns vissa områden där digitala verktyg är viktiga delar av enorma nya infrastrukturprojekt. Rolls-Royce's Testbed 80 öppnades i Derby, England 2021 och företaget säger att anläggningen för 90 miljoner pund (125 miljoner dollar) är världens största provbädd för inomhusflygning. Övervakning av motorer som provas innebär att man tar cirka 200 000 datapunkter per sekund över mer än 10 000 parametrar, medan en röntgenmaskin registrerar 30 bilder varje sekund.

Den enorma investeringen i Testbed 80 har delvis gjorts nödvändig av Rolls-Royce's UltraFan-program. En demonstratörenhet för den nya motorn byggs för närvarande och förväntas börja provas på Testbed 80 i år. Företaget har också meddelat att det som en del av UltraFan-projektet utvecklar en rad miniatyrunderhålls-, inspektions- och reparationsverktyg, inklusive "ormrobotar" för att arbeta inuti motorer och automatiserad reparationsteknik för att möjliggöra reparationer av komponenter, som för närvarande skrotas.

Det brittiska Tempest-programmet utnyttjar en rad digitala designtechnologier när det försöker ta fram ett sjätte generationens jaktplan. Vindtunnelmodellen på bilden är i sig en digital produkt – tillverkad med 3D-utskrift – och konstruerad och provad i en digital miljö innan den någonsin existerade i den fysiska världen. Den fysiska modellen provades i en vindtunnel vid BAE Systems anläggning i Warton, England. Data från försöken kommer att ingå i senare iterationer av flygplanets slutliga form.

Även om den här bilden vid första anblicken ser ut att vara en digital illustration, är det i själva verket ett fotografi av en av Tempest-programmets vindtunnelmodeller. Färgningen är resultatet av en teknik som kallas ytjeflö-



desvisualisering, där fluorescerande pulver blandat med antingen olja eller fotogen - beroende på lufthastigheten under den relevanta fasen av vindtunnelprovet - anbringas på modellen i förväg. Efter provet belyses modellen med ultraviolett ljus, och de resulterande markeringarna hjälper konstruktörerna att förstå flödesseparation och bestämma var övergång mellan laminärt och turbulent flöde äger rum.

I och med att användningen av digital teknik ökar, både inom flygplansdesign och ombordfunktionalitet, börjar nya verksamhetskoncept växa fram. Ett område under aktiv utredning handlar om att komplettera pilotens förmåga med en rad digitala assistenter.

BAE Systems har i samarbete med småföretag och akademi tittat på tekniker som en "bärbar cockpit" – ett sätt att styra ett flygplan, som kan konfigureras för individen, med hjälp av teknik för förstärkt och virtuell verklighet som utvecklats främst för videospelsindustrin och på en serie AI-aktiverade verktyg (Artificial Intelligence), som kan ta på sig en del av pilotens arbetsbörda. Dessa kan en dag existera som en avatar som kan vara synlig i en flygplanscockpit och kunna interagera med en mänsklig pilot.

Andra program undersöker nya digitala cockpitkoncept. Det alleuropeiska projektet New-Generation Fighter (NGF) gick in i en preliminär utvecklingsfas efter undertecknandet av ett konceptstudiekontrakt i januari 2019. Senare anslöt sig Spanien till det fransk-tyska

programmet, som är en del av ett övergripande "future combat air system", som omfattar nuvarande stridsflygplan, obemannade system, kryssningsrobotar och satelliter.

Programmet innehåller också ett nätverk som utökar datadelning och annan anslutning och integration med mark- och maritima domäner. Mängden information, som är tillgänglig för piloten kommer att öka avsevärt när ett sådant operativt koncept blir verklighet, så nya sätt att hantera data kommer att behövas. NGF-konceptstudien inkluderar forskningsarbete för att omforma gränssnittet mellan människa och maskin och undersöka hur AI kan införlivas i nästa generations cockpitoperationer.

En hållbar drift och ett hållbart underhåll är en vinst både för ekonomi och klimat och här kan digitala tvillingar möjliggöra att nå uppsatta mål. Realtidsdata och statistik inom konstruktion, produktion och underhåll, som det tidigare tog dagar och veckor att sätta samman kan nu presenteras inom sekunder! Man kan vid felmeddelanden direkt få förslag på olika sätt att lösa felet. Investeringar, underhåll och stopp kan planeras utifrån utvärdering av realtidsdata och simuleringar från den egna anläggningen men också från andra liknande anläggningar. Med tiden kommer virtuella kopior av praktiskt taget alla delar av vår värld att anslutas med deras verkliga motsvarigheter samt med varandra för att optimera drift, ekonomi, säkerhet, hållbarhet och miljö.

Smarta material för formbara vingar

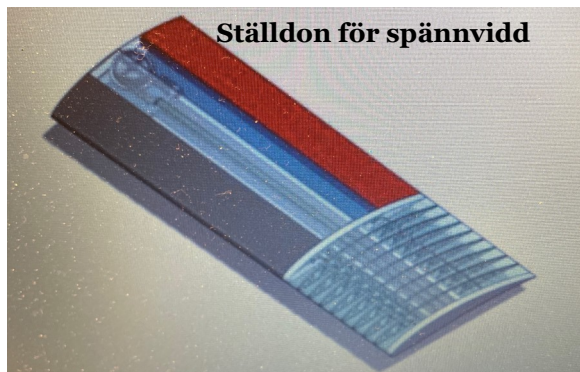
Den traditionella stela strukturen hos ett flygplan har inneburit att dess vingar inte har kunnat fungera med sin fulla effektivitet i alla olika skeden av flygningen. Men utvecklingen av ny teknik och formbara material gör det nu möjligt att skapa nya flygplan, som kan ändra form under flygning.

[Bio-inspired - Aerospace America](#)
[\(PDF\) A Review of Morphing Wing - ResearchGate](#)
[Shape shifters - Royal Aeronautical Society](#)

Formen på ett flygplans vingar påverkar dess prestanda. Flyginjörer har därför studerat hur fåglar kan justera formen och positionen på sina vingar. När fåglar är i luften sträcker de ut sina vingar för att minska luftmotståndet och hålla sig högt, när de vill röra sig snabbare stänger de sina vingar, som rovfåglar gör i ett attackdyk för att fånga bytesdjur.

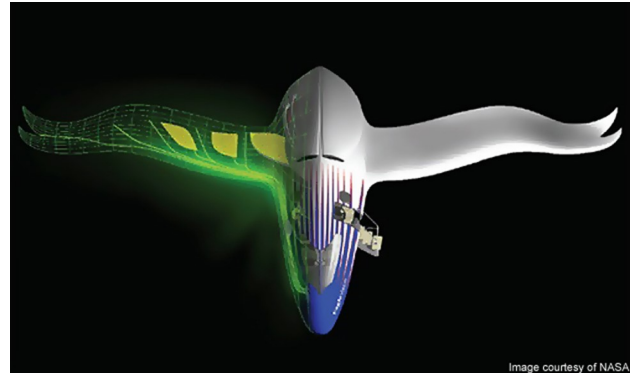
Det skulle finnas många fördelar om flygplan kunde efterlikna fåglarna och ändra sin vingform i olika flygstadier. Adaptiva eller "morphing" vingar kunde ge en betydande ökning av prestanda, inklusive bränslebesparing, längre räckvidd och minskat buller. Olika vingformer kan också hjälpa flygplan att flyga mer effektivt vid förändringar i vikt och viktfordelning, t ex då bränsle förbrukas under flygningen.

Det nuvarande sättet för vingformsändring är att montera mekaniska ställdon, som är fästa på interna mekanismer i vingen täckta med flexibla/glidande aerodynamiska ytor. Detta kräver en uppsättning ställdon, mekanismer och material som glider i förhållande till varandra. Systemet måste även kunna låsas på plats när vingen är belastad.



I många fall ger ett sådant system av ställdon så mycket vikt till strukturen att det upphäver alla effektivitetsfördelar. Hastigheten med vilken formändringen sker är också viktig, eftersom snabba förändringar avsevärt kan öka flygplanens manövrerbarhet. Flygplan kommer också att behöva extra kraft för att driva ställdonen och frågan är vad som händer vid strömvabrott då ställdonen inte fungerar och vingen lämnas i ett suboptimalt läge.

En annan fråga är utformningen av en flexibel hud, som kan böjas och sträckas. Även om konventionella gångjärnsmekanismer är effektiva för att kontrollera luftflödet skapar de diskontinuiteter i ytan, vilket resulterar i oönskade aerodynamiska fenomen. Huden måste vara tillräckligt mjuk för att tillåta formförändringar och ändå styv nog för att motstå aerodynamiska



belastningar och behålla sin form. Den kan antingen tillverkas av ett enda flexibelt material eller konstrueras med överlappande delar som imiterar fjäll eller fjädrar.

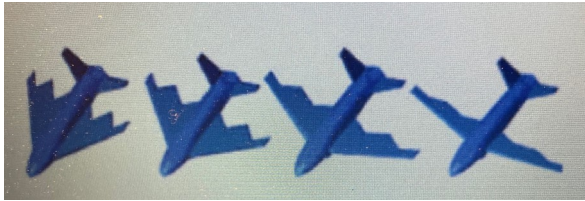
Utvecklingen av formbara vingar har underlättats av den senaste utvecklingen av nya material och mekanismer som kan möjliggöra skapandet av rörliga strukturer i en grad som tidigare inte varit möjligt. Man utvecklar nu smarta material som bäddar in aktiva element i konventionella konstruktionsmaterial. Det finns två olika tillvägagångssätt för att använda dessa material. Den ena är att skapa strukturer som kombinerar styva och flexibla element och den andra att kombinera elementen från båda i ett flexibelt galler som kan böja sig men sedan återgå till sin ursprungliga form, liknande en svamp.

Smarta strukturer kan antingen använda ställdon för att få en struktur att böjas eller införliva ställdon i själva materialet. Typiska ställdon för smart struktur inkluderar formminneslegeringar (SMA), piezoelektrisk och elektrostriktiv keramik, magnetostriktiva material och elektro- och magnetoreologiska vätskor och elastomerer. När den är inbäddad med ett nätverk av sensor- och kontrollsystem kan vingens strukturella prestanda ändras för att uppfylla olika driftsprestandakriterier, såväl som för att reparera skador.

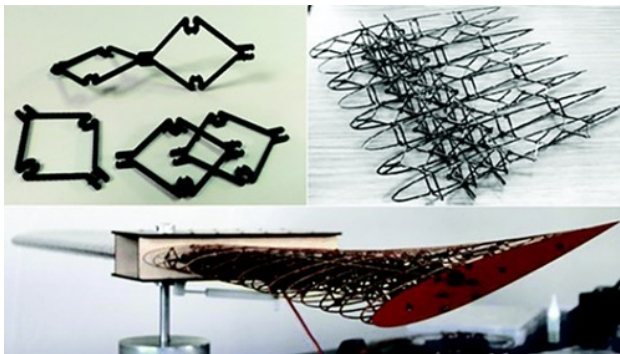
De möjligheter som smarta strukturer erbjuder har uppmärksammats av militära designers i syfte att minska kostnaderna och upprätthålla försvarsförmåga med ett mindre antal mer avancerade system. DARPA sponsrade Smart Wing Project med Northrop Grumman från 1995-2001 för att utveckla tekniker för vingvridning och camberkontroll med hjälp av smarta strukturer. Cornerstone Research Group har utfört arbete på en strukturellt adaptiv vinge för integration med Lockheed Martins Low Cost Autonomous Attack System (LOCAAS) med användning av CRG:s formminnespolymer (SMP), dynamiska modulkompositer (DMC och dynamiskt moduls-kum (DMF) med syftet att utveckla morphing missiler och flygplan för det amerikanska flygvapnet.

Smarta material för formbara vingar

Smarta strukturer tillämpas på ett brett spektrum av potentiella tillämpningar för att förbättra flygplanens prestanda. Fyra områden inkluderar vibrations/akustisk kontroll, formkontroll, multifunktionella smarta strukturer och morphing flygplan. Mellan 2002 och 2005 finansierade EU forskning i projektet Active Aeroelastic Aircraft Structures (3AS) för att utveckla aktiva aeroelastiska designkoncept för att förbättra flygplanens effektivitet. AAS kan manipulera den aerodynamiska formen på en lyftyta genom att modifiera den inre strukturen och sägs ha potential att förbättra motståndsprestanda.



Dessutom har det skett framsteg inom smarta material som kan ändra form. Ett exempel är formminneslegering (SMA) som drar ihop sig när den värms upp över en viss temperatur medan ett annat är "piezoelektrisk" som kan dra ihop sig eller förlängas när ett elektriskt fält appliceras på den. Genom att använda en kombination av dessa material kan en hel vinge ändra form.

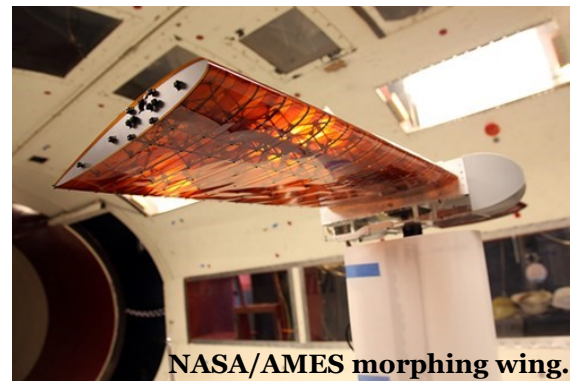


Ett annat forskningsområde har handlat om cellulära fasta ämnen som består av sammankopplade bikakor av balkar eller plattor som bildar kanterna och ytorna på celler och erbjuder både hög hållfasthet och styvhet per vikt vid mycket låg massdensitet. Dessa kan användas för att konstruera komplexa kompositstrukturer som kan monteras i olika rumsgeometrier för att uppvisa en mängd olika belastningssvar. EU 3AS-projektet tittade också på utvecklingen av "smarta bjälkar" för att möjliggöra kontroll av flygplansvingarnas böjning och vridstyvhet genom förändringar i den interna flygplansstrukturen.

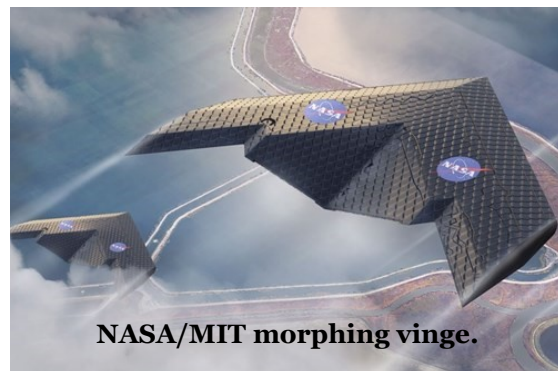
Smarta material kan också innehålla inbyggda sensorer för att tillhandahålla inbyggd strukturell kvalitetsbedömning. Typiska sensorer för smart struktur inkluderar fiberoptik och piezoelektrisk keramik och polymerer. Sådana strukturer kan sedan känna av yttre stimuli och svara med aktiv kontroll.

Forskare från MIT arbetar med ett projekt som gör hela vingen till mekanism så att dess form kan ändras och vridas jämnt längs

dess längd genom att aktivera två små motorer som applicerar ett vridande tryck på varje vingpets. Forskning bedrivs också på konstruktion av vingar (och andra strukturer) från "digitala material" - små, lätta strukturella delar som kan sättas ihop till en oändlig mängd olika former med hjälp av miniatyrrobotar som kryper längs eller inuti strukturen allt efter dess form. Strukturer skapade med denna metod sägs ha en exceptionell kombination av styrka, låg vikt och flexibilitet till skillnad från konstruktionen av kompositvingar, som kräver specialutrustning för skiktning och härdning av materialet.

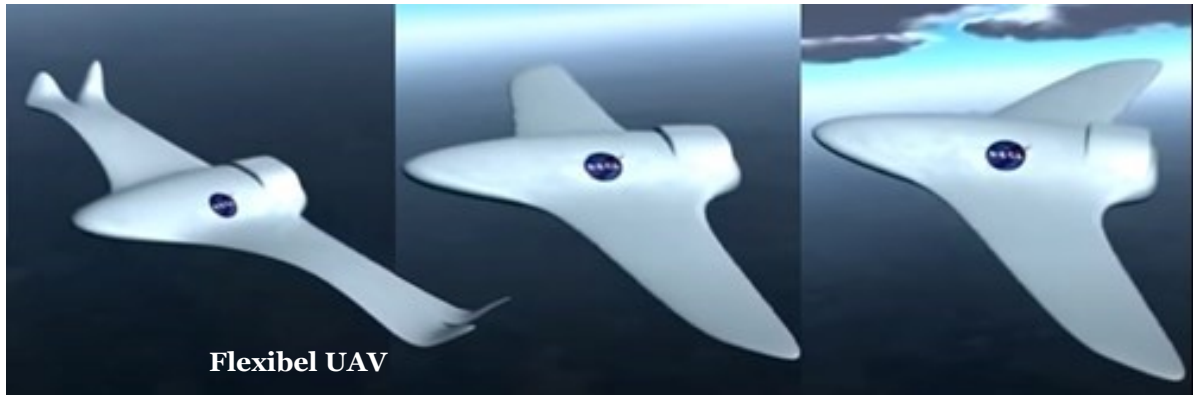


Under 2017 skapade ett team vid NASAs Ames Research Center vid namn MADCAT (Mission Adaptive Digital Composite Aerostructure Technologies) i samarbete med studenter från Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cornell University, UC Santa Cruz, UC Berkeley och UC Davis en ultralätt vinge som aktivt kan ändra form. Vingen konstruerades av avancerade kolfiberkompositmaterial sammansatta till ett galler och försedda med ställdon för att göra det möjligt för den att morphas och vridas. NASA Ames' kompositcellmaterial som förvandlar vingen kan vrida och röra sig utan behov av vingklaffar eller skevroder.

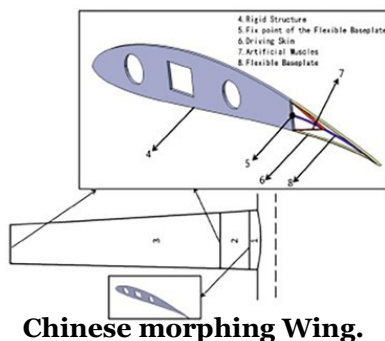


MIT och NASA hade 2019 byggt och provat en flygplansvinge, sammansatt av små underenheter till en lätt gitterram och täckt med ett tunt lager av liknande polymermaterial. Eftersom vingstrukturen mestadels består av tomt utrymme, bildar den ett mekaniskt "metamaterial" som kombinerar den strukturella styvheten hos en gummiliknande polymer med den extrema lättheten och låga densiteten hos en aerogel. Vingen kan automatiskt reagera på förändringar i aerodynamisk belastning genom att ändra sin form.

Smarta material för formbara vingar



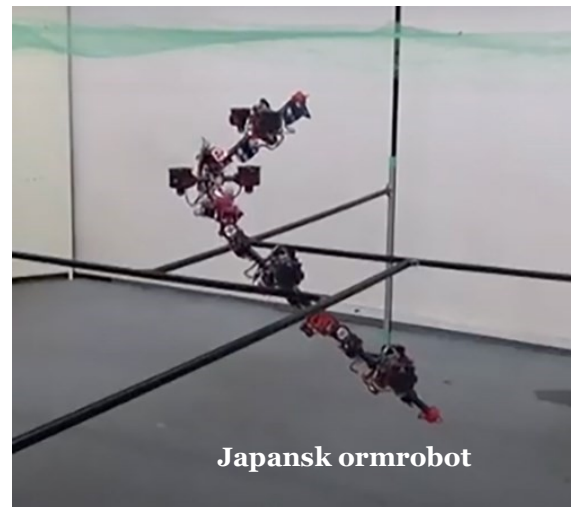
Det finns dock en gräns för hur långt stora kommersiella flygplan kan gå för att imitera fåglars beteende, eftersom fågelmanövrar som svep och dykning inte är förenliga med passagerarnas komfort och säkerhet. Kommersiella flygplan kan också vara för stora för att modifiera vingar för att säkert bibehålla styvheten. Samma gäller även för militära flygplan med besättning. Även om de är tillräckligt små för att upprätthålla strukturell integritet och piloter kan skyddas med säkerhetsbälten och g-dräkter, så kan de fortfarande inte flytta sig runt himlen på samma sätt som en fågel kan.



Chinese morphing Wing.

Inga sådana restriktioner behöver gälla för obemannade flygplan (UAV), som både kan vara tillräckligt små för att upprätthålla strukturell integritet och kan utföra manövrar utan hänsyn till pilotens säkerhet. UAVS har också använts som testplats för morphing och smarta strukturer.

Forskare har utvecklat olika UAV med expanderande vingar. En artikel publicerad i RAeS' The Aeronautical Journal i januari 2021 tittade på ett kinesiskt förslag om en "smart morphing" UAV som kan öka räckvidden på militära spanings- och övervakningsuppdrag.



UAV:n kan ändra form autonomt till olika vinggeometrier, beroende på flyguppgifter och flygmiljöer. UAV:ns kontrollsystem är baserat på partikelsvårptimering, en intelligent algoritm utformad för att imitera fåglars födosöksbeteende. Formändringen uppnås genom den kontinuerliga deformationen av vingen, byte av camber, spännvidd och svepvinkel med hjälp av följ samma löpare som drivs av linjära ultraljudsmotorer.

Forskare har undersökt hur formförändrande drönare kan användas för att utföra undersökningar eller spaningsuppdrag som innebär att de passerar genom trånga utrymmen. Dessa inkluderar quadcopters som kan dra ihop sina rotorarmar för att passera genom smala luckor, drönare som kan anta olika former och länkade roterande vingdrönare, som kan flyga ormlikt i en rak linje eller linda sig runt föremål för att lyfta dem.

Miljövänliga flygmotorer

Motorn är en väsentlig del av flygplanet och ger den kraft, som krävs för att driva ett flygplan och hålla det i luften. Motorer bestämmer också flygplanets utsläpp och bränsleförbrukning och de har blivit allt viktigare.

Sustainable And Green Engines

Sustainable And Green Aero-Engines

Av Week: Propulsion Programs For A Greener Future In Aviation ; Pratt & Whitney And Rolls-Royce Downplay CFM Open-Fan Threat ; GE Aviation's RISE Meets Some Industry Skepticism ; CFM Details Open-Fan Plan For Next-gen Engine



Vid köp av flygplan kan flygbolagen välja vilka motorer som de ska ha på sina plan. Säkerhet är vanligtvis inte ett problem med de flesta motorer, även om några har sett återkommande problem, så flygbolagen fattar vanligtvis beslutet enbart på pris.

Motormarknaden är konkurrenskraftig, med företag som driver på för att göra de mest kraftfulla och effektiva motorerna. General Electric, GE, är fortfarande den obestridda ledaren på marknaden för flygmotorer. Baserat på kraft, order och utbud av tillgängliga motorer, styr det amerikanska konglomeratet marknaden. GE, med sina joint ventures, har cirka 55% av motormarknaden, långt före sina konkurrenter.

GE tillverkar dock inte bara motorer under sitt eget paraply, utan samarbetar med andra. GEs mest framgångsrika partnerskap har varit med franska Safran inom CFM International. Varumärket CFM har 39% marknadsandel, medan GE ensamt innehar 16%.

CFM tillverkar CFM56- och LEAP 1 -motorerna, som finns i stor utsträckning på flygplanen A320 och 737. GEs motorer finns på alla populära kommersiella jetplan, med undantag för A350. Det betyder att GE-motorer finns på 777, 747, 787,

737, A320, A330 och A340.

Pratt & Whitney kommer in som nummer två och äger 26% av motormarknaden. P&W-motorer finns på A220, A320-familjen, A330, 747-400s, 767 och Embraer E-jet. P&W har också samarbetat med japanska Aero Engine Corporation och tyska MTU Aero Engines, som har producerat IAE V2500. Den finns på tidigare A320 och nyligen pensionerade McDonnell Douglas MD-90.

Pratt & Whitneys senaste motor har varit för A220-familjen och man är den exklusiva leverantören för flygplanet. Man har stött på vissa problem de senaste åren, med sin populära PW1000G (finns på A320 och A220) som haft motorfel. Detta har tvingat P&W att byta ut många av motorerna, vilket orsakat stora förluster. Ändå förblir P&W en dominerande aktör på motormarknaden.

Storbritanniens Rolls-Royce kommer på tredje plats i denna lista och innehar cirka 18% av motormarknaden. Tillverkaren är ett populärt märke och tillverkar motorer exklusivt för flygplan med bred kropp, med A330, A340, A350, A380, 777 och 787.

Även om det kanske inte leder marknaden, har Rolls-Royce ett starkt varu-

märke som är populärt från bilbranschen. Rolls-Royce tillverkar kraftfulla motorer, med A350 exklusivt med sina Trent XWB-motorer. Dess fokus på bredkroppsmarknaden skiljer den från andra på listan.

Rolls-Royce-motorer använder namnet Trent för varje motor. Trent XWB driver A350 och Trent 1000 driver 787. Rolls-Royce har dock också fastnat i problem med några av sina motortyper. Trent 1000 har sett flera problem genom åren, som krävt utbyte och avställning av flygplan över hela världen.

Marknaden för flygmotorer präglas av intensiv konkurrens, med tillverkare som alltid vill förnya sig och erbjuda bättre alternativ till lägre priser. Eftersom många flygplan har flera motoralternativ har arbetet med att göra nyare motorer blivit svårare med åren.

GE, P&W och Rolls-Royce (tillsammans med sina joint ventures) har nästan en marknadsandel på 100% för kommersiella flygplan. Även om andra försöker göra nyare plan, som Kinas COMAC C919, kommer de att fortsätta att tillhandahålla motorer för dem, vilket säkerställer deras dominans för lång tid framåt.

CFM väckte sensation tidigt 2021 genom att presentera planer på att utveckla en öppen fläktmotor. Programmet är känt som RISE (Revolutionary Innovation for Sustainable Engines) och syftar till en minskning av bränsleförbrukningen och koldioxidutsläppen med 20% jämfört med nuvarande motorer.



RISE

Det riktar sig helt och hållet till en efterträdare till den nuvarande Leap-1-turbofläkten. Demonstrationsprogrammet räknar med att kulminera 2024-2025 med flygprov av en enstegs, växeldriven fläkt parad med aktiva statorer i en traktorkonfiguration-en design som aldrig tidigare testats i full skala.

Utöver tester av en växeldriven rotor med mer än 3.5 m diameter kommer RISE också att innehålla en serie disruptiva tekniker som alla stöder CFM:s långsiktiga hållbarhetsmål för nästa generations flygplan. Dessa inkluderar flera nya brännkammarskonstruktioner för att säkerställa framtida kompatibilitet med både hållbara flygbränslen (SAF) och flytande väte. Andra tekniker inkluderar motorer och startgeneratorer för hybrid-elektrisk anpassning, en kompakt högttryckskärna och ett system för att förvärma förbränningsluft med spillvärme från avgaserna.

Ivriga att skydda sin växande närvaro på engångsmarknaden studerar Pratt&Whitney uppgraderingar för PW1100G-versionen, som kommer att ge möjlighet till ytterligare dragkraft för tyngre applikationer som Airbus A321XLR. Fokus ligger på att leverera ytterligare kraft och tillförlitlighet för samma låga bränsleförbrukning som baslinjemotorn. Längre fram i tiden utvärderar Pratt också ytterligare förbättringar inklusive korta kanalinslopp, som skulle bidra till att minska nacellens vikt och motstånd. Dessa ansträngningar skulle bygga på tidigare prov av avancerade inslopp som utförts som en del av FAA:s CLEEN-miljöprogram.

Pratt & Whitney studerar också alternativ för att utveckla den växlade turbofläkten till ett parallellt turboelektriskt hybridkraftverk. Dessa inkluderar att lägga till en motorstartgenerator monterad på motorns högttrycksspole och en motor-generator på lågttrycksspolen, och kommer att utnyttja NASA:s elektrifierade powertrain flight demonstration (EPFD) projekt. Programmet, som ingår i NASA:s bredare strategi för luftfartshållbarhet, syftar till att mogna framdrivningssystem för kortdistans-, regional- och engångs-flygplan som kan tas i bruk 2035.



UltraFan

Trots långvariga leveransuppehåll på grund av COVID-19-pandemin säger Rolls-Royce att komponenter till den första UltraFan-demonstratorn äntligen börjar anlända i kvantitet till företagets anläggning för slutmontering i Derby, England. Propellerdemonstratorn, som förväntas köras i början av 2022, är utformad för att bevisa en ny arkitektur som kommer att bränna cirka 25% mindre bränsle än Trent 700.

Växellådans montering i hjärtat av UltraFan satte nyligen en rekordhög nivå av kraftöverföring under förinstallationsproven i Tyskland. Kraftväxellådan utvecklades i samarbete med Liebherr-Aerospace genom joint venture-bolaget Aerospace Transmission Technologies och överförde 64 megawatt – eller motsvarande 85 800 hk under prov vid Rolls-Royces anläggning i Dahlewitz, Tyskland.

Flygresor fortsätter att se mycket hög tillväxt, särskilt i stora utvecklingsländer och tillväxtekonomier. Därför är det angeläget att ta itu med problemen med utsläpp och buller genom tekniska innovationer. De två mest använda flygplanen idag - Boeing 737 och Airbus A320- har visat att nyare modeller kan bära fler passagerare och nyttolast samtidigt som de bränner 23 procent mindre bränsle.

Initiativ tas både i EU och i USA för att utveckla flygmotorteknik med nya motorkonstruktioner som erbjuder möjligheter till minskning av koldioxidutsläppen i förhållande till nuvarande turbofläktmotorer. Områden som tas upp är lätta lågttryckssystem för turbofläktar, inklusive kompositfläktblad och högeffektiva lågttrycksturbiner och brännkammare med låga utsläpp för nästa generations motorer. Utveckling sker också inom kontroller och elektronik, lättmetalliska och kompositmaterial, hydrauliska och pneumatiska system, nya tillverkningsmetoder och specifika flygmotordelar som hölje, tankar och rör.

Europeiska unionens SAGE 2-projekt som leds av Rolls-Royce och Safran fokuserar på att demonstrera teknologier som kompositfläktblad med aero-akustisk optimering, elektriska avinsningssystem och utrustning. Gasgeneratorn som används i SAGE 2, en öppen rotordemonstrator, härrör från en Snecma M88 - motor. Den nuvarande planen är att använda Airbus A340-300 MSN001 för flygprov med en full storlek Contra Rotating Open Rotor (CROR) påskjutningsmotor ansluten till en representativ pylon och motorfäste.

Öppen rotorteknik erbjuder potential för betydande minskningar av bränsleförbrukningen och koldioxidutsläppen i förhållande till turbofläktmotorer med motsvarande dragkraft. Öppna rotormotorer använder fläkten utan omgivande nacelle, vilket gör att ultrahöga bypassförhållanden kan uppnås. Installation av den öppna rotormotorn på flygplanen har sina komplexiteter, eftersom luftflödet genom propellrarna interagerar med den bärande konstruktionen på ett annat sätt. Trenden till motorer med mycket högt bypassförhållande (VHBR) kräver teknikutveckling över ett brett spektrum av komplexa gasturbinsystem, från fläktinslopp till komplett kompression, förbränning och turbin till avgaser.

Ett exempel på en "grön" designförändring kan ses i den blandade vingen och kroppen på den underskaliga, flygande X-48B-flygplansprototypen. Andra koncept kan innefatta att utnyttja potentialen hos avancerade elkrafttekniker som batterier eller bränsleceller för att minska mängden bränsle som behövs. Användning av högteknologiska motorer, propellereffektivitet och avancerad aerodynamik kan resultera i högre bränslebesparingar och mindre gasformiga utsläpp.

Miljövänliga flygmotorer

Förbättring av prestanda kan uppnås genom att gå från en komponentbaserad design till en helt integrerad design genom att inkludera vinge, stjärt, pylon, motor och höglyftsanordningar. Vid ILA Berlin Air Show i april 2018 presenterades en högeffektiv kompositcykel kolv-turbofan hybridmotor för 2050, som kombinerar en växlad turbofan med en kolvmotorkärna. Även om motorvikt ökade med 30 procent, minskade flygplanets totala bränsleförbrukning med 15 procent.

Ett antal eldrivna flygplan som QinetiQ Zephyr har designats sedan 1960-talet. År 2007 flög Frankrike ett konventionellt lätt flygplan som drivs av en 18kW elmotor med litiumpolymerbatterier och blev det första elektriska flygplanet som fick ett luftvärdighetscertifikat. Soldrivna bemannade flygplan utformade för att flyga både dag och natt utan behov av bränsle, är redan under utveckling. Solar-elektrisk framdrivning har utförts genom det bemannade 'Solar Impulse' och det obemannade NASA 'Pathfinder' -flygplanet. Flera stora företag som Siemens utvecklar högpresterande elmotorer för flygplan. Små drönare och taxiflyg under utveckling drivs nästan alltid av elmotorer.

Två nya motorkoncept som för närvarande undersöks inkluderar 'Combined Brayton Cycle Aero Engine' och 'Multi-Fuel Hybrid Engine'. Även om moderna motorer är mycket effektiva, matas över 50 procent av energitillförseln ut som spillvärme. Förbättrad prestanda genom värmeåtervinning är därför möjlig. En värmeväxlare integrerad i en turbofläktkärna kan omvandla återvunnen värme till användbar kraft som kan användas för system ombord eller för att driva en elektriskt driven fläkt för att producera hjälpkraft.

Utsläppen kan minskas genom en brännkammare med väte/metan, kryogen bränsle eller flytande naturgas mellan HP-kompressor och HP-turbin och en andra brännkammare med fotogen/biobränsle före LP-turbinen. Kryogen kylning av utloppsluften kan också förbättra motorns termodynamiska effektivitet genom att kallare kylluft till turbinen tillåter högre turbintemperatur. Kontra-roterande fläktar kan använda gränsskiktintag för att minska både buller och förbättra framdrivningseffektiviteten.

GE Adaptive Cycle Engine (ACE) är utvecklad under det amerikanska försvarsdepartementets Adaptive Versatile Engine Technology (ADVENT) och Adaptive Engine Technology Development (AETD) -program. Till skillnad från traditionella motorer med fast luftflöde är GE ACE en motor med variabel cykel som automatiskt växlar mellan ett högkraftsläge för maximal effekt och ett högeffektivt läge för optimala bränslebe-

bränsleförbrukning och avsevärt lägre NOx -utsläpp.

Pulse Detonation Engine (PDE), som har potential att radikalt öka värmeeffektiviteten, är en av de mer spännande framdrivningstekniker som det forskas kring. PDE använder detonationsvågor för att förbränna blandningen av bränsle och oxidator istället för normal förbränning.



sparing. ACE är utformat för att öka stridsflygplanets dragkraft med upp till 20 procent, förbättra bränsleförbrukningen med 25 procent för att utöka räckvidden med mer än 30 procent. Dessa adaptiva funktioner är kopplade till en extra ström av kylluft för att förbättra bränsleeffektiviteten och sprida flygplanets värmebelastning.

Med en gemensam GE och statlig investering på över 1 miljard dollar kommer ACE-motorn att innehålla både värmeständiga material och additiva tillverkade komponenter. I ADVENT-programmet nådde GE de högsta kombinerade kompressor- och turbintemperaturerna någonsin.

Utmaningar kvarstår i att gå till högre tryckförhållande i motorer på grund av ökande kylluftstemperaturer, krav på ny materialteknik och ökad vikt och luftmotstånd på motorer med extremt högt bypassförhållande.

GE Aviation's Passport -motorer har ett högre tryckförhållande och en kompressor av nya - och namnlösa - avancerade material. GE förutspår att motorerna kommer att uppnå åtta procent lägre

lite statistik kan förklara utmaningarna kring flygmotorer. Varje fläktblad utövar en centrifugalkraft på cirka 70 ton - motsvarande vikten av ett modernt lok och varje högttrycksturbinblad genererar samma effekt som en Formel-1-bil. Flygmotorer blir ändå mer och mer bränsleeffektiva och miljövänliga. Moderna flygplan är 40 procent effektivare än för 15 år sedan. Men mera måste till för att flyget ska ta sin del i åtgärderna mot klimatförändringarna.

Är tång flygets framtid?

I det grunda vattnet nära havsstränder växer jättetång i täta kluster. Precis som en skog på land ger de tjocka bladen mat och skydd till tusentals djur och växter. Det är inte det första stället att leta efter för att hitta flygets framtid, men det är precis vad dessa lugna undervattensskogar skulle kunna vara, en lösning på flygindustrins betydande koldioxidutsläppsproblem.

BBC Future: Är tång flygets framtid?

Luftfarten släpper ut 2,4 procent av de globala växthusgaserna. Eftersom världen strävar efter att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 °C genom att minska koldioxidutsläppen till noll i mitten av detta århundrade måste man hitta alternativ till fossila bränslen för att driva flygplan.

I sin inhemska livsmiljö på ett djup av cirka 15 meter absorberar tång solljus och suger koldioxid från atmosfären genom fotosyntesen. Jättetången växer med en hastighet av nästan 60 cm dagligen, vilket gör den till en av de snabbast växande algerna i världen. Om den flyttas till ett mer näringsrikt djup på 80 m, växer den till och med snabbare. Det är denna snabba tillväxt som gör det möjligt för tången att ta upp stora mängder kol.

Men tång kan också skördas och omvandlas till biobränsle. Även om det fortfarande kommer att släppa ut växthusgaser i atmosfären, eftersom bränslet är tillverkat av kol som redan sugits från luften av algerna, bör det inte bidra med ytterligare utsläpp. Som en extra bonus kan gigantiska tångskogar stödja annat marint liv, som också hjälper till att avlägsna ytterligare kol från atmosfären. Vissa analyser uppskattar att användning av makroalger för biobränslen till och med kan vara koldioxidnegativt totalt sett under rätt förhållanden, även om detta fortfarande måste testas noggrant i praktiken.

En av de stora fördelarna med biobränsle från tång är att det kan använda all befintlig raffineringinfrastruktur inom den petrokemiska industrin. Tångbaserade biobränslen ser i många fall ut som råolja och de går igenom samma processer.

Problemet för luftfartsindustrin är hur man ska få fram tillräckliga mängder av det högkvalitativa bränsle som behövs för flygplanen. Forskare har funnit att tång, som odlas på 80 meters djup ger nästan fyra gånger så mycket biomassa som på grundare djup närmare sin naturliga livsmiljö. Dessutom växer de djupodlade mycket snabbare – med 5% per dag mot 3,5% för de i den naturliga livsmiljön. Detta beror på att medan tång behöver solljus för att växa, behöver den också näringsämnen, som är mer rikliga längre från ytan, där ljuset är svagare. Näringsämnen i ytvattnet tas ganska snabbt upp av fytoplankton, så havsytan är inte så näringsrik.

Djupodlad tång är alltså ett lovande alternativ för biobränsle eftersom det gör det möjligt för tången att dra nytta av både solljuset närmare ytan och de högre näringsämnena längre ner i vattnet. Det skulle kunna göra det möjligt att odla tång för biobränsle, vilket skulle vara attraktivt eftersom det inte konkurrerar med livsmedelsproduktionen, till skillnad från andra källor som majs, sojabönor och palmolja.

Det skulle bara krävas att 0,5% av jordens hav användes för att odla tång för att tångbaserad bioenergi skulle kunna ersätta flytande bränslen för alla långdistansfordon och flygplan över hela världen. År 2013 användes uppskattningsvis 4 procent av den globala jordbruksmarken för att odla biobränslen – en siffra som sannolikt har ökat sedan dess i takt med att efterfrågan har ökat.

Tång är lätt att bearbeta till koldioxidneutrala bränslen eftersom det inte har lignin och lite cellulosa. Den kan skördas var 90:e



dag utan att döda den. Flera metoder för att omvandla tång till biobränslen har redan undersökts, inklusive en process som kallas hydrotermisk kondensering. Detta innebär extraktion av bio-råoljor genom att bryta ner den fasta kolhydratrika biomasan till flytande komponenter i varmt trycksatt vatten.

När bio-råolja har extraherats kan den bearbetas med befintlig raffinaderiteknik och matas in i traditionella distributionskanaler. Det har varit en utmaning att producera biobränslen med tillräcklig energitäthet för att ersätta fossila bränslen med en energitäthet på cirka 43 MJ/kg. Industrin har kunnat utveckla biojetbränslen som kan leverera liknande prestandanivåer, men kostnaden för biobränslen är fortfarande ett stort hinder. Det behövs sätt att producera biomassa billigt i stor skala.

Om tång kan odlas storskaligt kan det ge en billig bränslekälla. En extra bonus med att använda tång är att det inte behöver gödningsmedel eller bekämpningsmedel för att växa. Man skulle kunna odla miljontals ton tång flytande på öppet hav bogserade med obemannade drönarubåtar.

Vissa delar av flygindustrin ser redan det potentiella värdet av algbaserat biobränsle. Airbus visade att man kan flyga flygplan med algbränsle under 2010 och samarbetar nu med forskare för att hitta nya sätt att odla det. NASA är bland dem som testar livskraften hos biobränslen för användning i stora jetmotorer.

Technische Universität München, Tyskland, försöker odla alger som trivs i salthaltiga miljöer för biobränsle. Man samarbetar med Airbus i projektet och har identifierat en mikroalg, som heter *Picochlorum renovo*, som växer extremt snabbt i en rad salt- och temperaturförhållanden. Man tror att man kan öka toleransen mot höga saltförhållanden ytterligare med hjälp av genteknik. Detta skulle göra det möjligt att odla algerna i miljöer som är alltför ogästvänliga för livsmedelsproduktion eller andra typer av jordbruk.

Till skillnad från tång kommer detta dock att kräva nya raffinaderier och distributionssystem, och finansiering är fortfarande ett stort hinder för konceptet. Regeringar i Europa måste investera i tång- eller algodlingstekniken och bygga minst ett raffinaderi för att få konceptet att komma igång.

Turbinblad som morrhår

Forskare inom turbomaskiner vid NASAs Glenn Research Center i Ohio utformar turbinblad med lågt motstånd inspirerade av sälars morrhår. Forskningen är en del av NASA:s Advanced Air Transport Technology Project, ett försök att utveckla effektivare jetmotorer med lägre bränsleförbrukning.
Bio-inspired - Aerospace America



Morrhåren liknar i viss mån mogna bönskidor. De har utbuktningar och kanterna är vågiga. På det sättet producerar morrhåren mycket mindre vakar och betydligt lägre turbulens och motstånd än släta morrhår. Detta håller morrhåren relativt stilla medan sälen simmar, så att de kan känna av de små vibrationerna och vakarna från skaldjur i de grumliga arktiska vattnen.

Forskare började kartlägga parametrarna i sälarnas morrhår för åtta år sedan och skapade förstörade 3D-plastmodeller för prov i en låghastighets vindtunnel. Målet var att utveckla ledskenor som skulle leda in luft i turbinsteg i framtida hybrid- elektriska jetmotorer med mindre motstånd än idag. Det skulle dramatiskt kunna förbättra bränsleeffektiviteten och sänka utsläppen.

Vindtunnelproven bekräftade att morrhårens utbuktningar och sicksackkanter, precis som i vattnet, hjälpte till att hålla flödet fäst vid ledskenornas ytor. Topparna, dalarna och vågigheten skapade lågtrycksvägar för luftflödet att följa längs morrhåren och hindrade flödet från att separera och skapa motstånd.

Turbinblad med liknande utbuktningar och sicksack vid sina främre och bakre kanter skulle också kunna minska motståndet, så att de kunde snurra med mindre energi. Det skulle vara fördelaktigt för hybrid-elektriska jetmotorer som kopplar ihop en konventionell turbojetmotor med en fläkt som drivs av en elektrisk motor. I denna konfiguration ger jetmotorn dragkraft men överför också kraft till elmotorn för att driva fläkten och skapa ytterligare dragkraft. För att leverera kraft till elmotorn krävs att turbinmotorn arbetar över ett brett spektrum av effektinställningar, vilket får turbinbladen att snurra vid snabbare och långsammare hastigheter än bladen i en konventionell jetmotor som arbetar över ett mindre varvtalsområde.

Tänk på varje blad som en ving. Liksom en ving är turbinbladen formade för att fungera bäst i specifika vinklar i förhållande till inkommande luft. Att snurra bladen snabbare eller långsammare än varvtalsområdet de är formade för kan ändra vinkeln vid vilken varje blad möter luften tillräckligt för att luftflödet ska separeras från dem. Separerat luftflöde ger mindre dragkraft för en viss mängd bränsle än jämnt flödande luft och begränsar utbudet av effektinställningar som en jetmotor kan arbeta med.

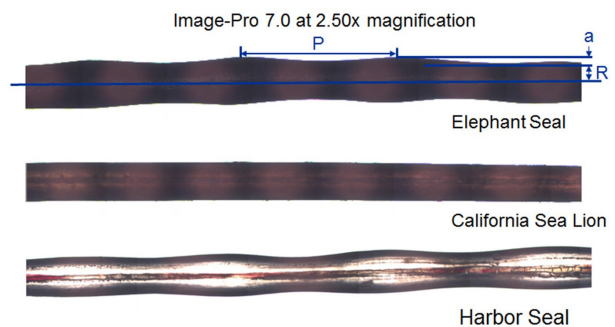
När man jämförde modeller av släta turbinblad med blad med utbuktningar och vågiga kanter, fann man att den bioinspirerade formen minskade luftmotståndet, vilket gjorde det möjligt för turbinbladen att fungera effektivt vid ett bredare spektrum av hastigheter. Det skulle kunna öka dragkraften och minska bränsleförbrukningen.

Men formen på de morrhårsinspirerade turbinbladen kommer att kräva finjustering. Till skillnad från sälarnas morrhår, som har utbuktningar över hela ytan, måste turbinbladen endast ha utbuktningar på ena sidan.

Det beror på att bladen måste ha en lågtryckssida som den övre sidan av en ving och en högtryckssida som undersidan av en ving för att producera lyftkraft när blandningen av luft och förbränningsavgaser rusar över bladen. Denna lyftkraft är det som får bladen att snurra för att generera kraft. Bladens lyftsida, den krökta undersidan, får inte ha några vågor.

Modellering av turbinblad med utbuktningar och sicksack vid sina bakre kanter har också visat att vågigheten kan minska buller eftersom formen ger mindre turbulens.

Man fokuserar nu på att översätta resultat till en 3D morrhårsinspirerad design för prov i simulerade miljöer så nära realistiska som möjligt under de kommande fem åren. Slutresultatet kanske inte ser ut som sälarnas morrhår men kommer att inkludera vågigheten.



Jämförelse av morrhår hos tre olika säl

Historien om variabela vingar

Den traditionella stela strukturen hos ett flygplan har inneburit att dess vingar inte kan fungera med sin fulla effektivitet i olika skeden av flygningen. Man har därför varierat formen på ett flygplan och dess vingar beroende på deras avsedda användning.

[Bio-inspired - Aerospace America](#)
[\(PDF\) A Review of Morphing Wing - ResearchGate](#)
[Shape shifters - Royal Aeronautical Society](#)

Sedan starten av flyget har man strävat efter att skapa en i stort sett stel struktur som kan motstå påfrestningarna vid flygning, inklusive sådana faktorer som hög hastighet, ogynnsamt väder och höga och låga temperaturer. Flygplanskonstruktioner är också så lätta som möjligt för att maximera hastighet, räckvidd och bränsleeffektivitet.

Formen på ett flygplans vingar påverkar dess prestanda. Vingformer definieras ofta av sidoförhållandet, vingspannet dividerat med medelvärde av kordan (avståndet mellan fram- och bak-kant). Flygplan med stort sidoförhållande har bra räckvidd och bränsleeffektivitet men är långsammare och mindre manövrerbara. Flygplan med lågt sidoförhållande är snabbare och mer manövrerbara men har mer aerodynamiskt motstånd.



Till exempel har långsamma segelflygplan långa tunna vingar medan stridsflygplan har korta avsmalnande vingar för snabb flygning. Dessutom måste flygplan också kunna starta, landa och manövrera och därför har de rörliga kontrolltytor i roder och vingar samt klaffar eller lameller för att ändra vingarnas geometri.

När fåglar är i luften sträcker de ut sina vingar för att minska luftmotståndet och hålla sig högt – på liknande sätt som ett segelflygplan, som försöker öka lyftet och minska motståndet. När fåglar vill röra sig snabbare stänger de sina vingar – som rovfåglar gör i ett attackdyk för att fånga bytesdjur.

Det skulle finnas många fördelar om flygplan kunde efterlikna fåglarna och ändra sin vingform i olika flygstadier. Adaptiva eller "morphing" vingar kunde ge en betydande ökning av prestanda, inklusive bränslesparning, längre räckvidd och minskat buller. Olika vingformer kan också hjälpa flygplan att flyga mer effektivt vid förändringar i vikt och viktfördelning, t ex på grund av att bränsle förbrukas under flygningen.

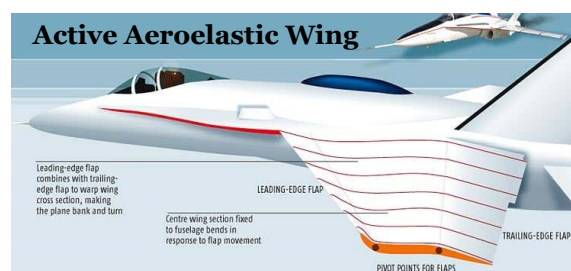
Formbara vingar är ingen ny idé. Den ursprungliga bröderna Wright Flyer 1 från 1903 styrdes med hjälp av vajrar och remskivor som kontrollerades av piloten, vilket böjde och vred vingarna av trä och duk. Det har också funnits exempel på "polymorfa" flygplan, inklusive Westland Pterodactyl IV från 1931 och ett ryskt jaktplan IS-1 från 1940, som kunde byta från en biplanskonfiguration till ett snabbare monoplan.



Ett antal militära stridsflygplan har utrustats med vingar med variabelt svep i syfte att maximera prestanda vid både låga och höga hastigheter. De inkluderar General Dynamics F-111, Grumman F-14 Tomcat, Panavia Tornado, Sukhoi Su-22 och Su-24, Mikoyan Mig-23, Tupolev Tu-160 Blackjack, samt Rockwell B-1 Lancer bombplan. Även om variabelt svep kan ge många fördelar, särskilt vad gäller startsträcka och lastbärande förmåga, så medför det också ett avsevärt straff i vikt och komplexitet.



På 1980-talet genomförde Rockwell programmet Active Flexible Wing (AFW) som anpassade konventionella kontrolltytor för att användas som aerodynamiska klaffar för att kontrollera vingens aeroelastiska vridning, vilket gjorde det möjligt för flygplanet att operera bortom det dynamiska trycket där konventionella skev-roder börjar användas. AFW följdes av forskningsprogrammet Active Aeroelastic Wing (AAW), finansierat av US Air Force och NASA mellan 1996-2005 som använde AFW-teknik på en modifierad F/A-18.



Variabla vingar

Sådana smarta strukturer är ingen ny idé. En DARPA-artikel publicerad 1993 om smarta flygplansstrukturer konstaterade att idén om smarta material och strukturer går tillbaka till koncept som publicerades av Henry Clauser 1968.

Ingenjörer från USAF Research Laboratory och NASA:s Armstrong Flight Research Center i Kalifornien flög 22 forskningsflygningar mellan 2012 och 2014 med hjälp av ACTE-flygkontrolltytor (Adaptive Compliant Trailing Edge) monterade på ett Gulfstream III-provflygplan, som kunde ändras till ett brett spektrum av positioner och vinklar under flygning och erbjöd betydande effektivitetsförbättringar jämfört med konventionella flygplansklaffar.



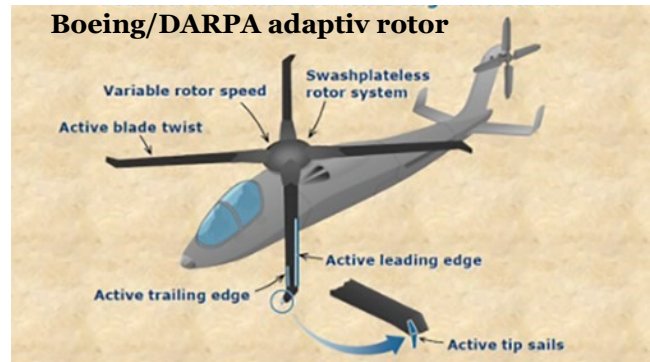
Traditionella klaffar skapar luckor mellan framkanten, sidorna av klaffarna och vingytan när de sänks. En böjbar vingkongfiguration ger en nivå av kontroll över hur och var vingen reagerar på vindbyar. Denna konstruktion kan avsevärt minska en stor källa till skrovvuller, vilket gör start och landning tystare.

De senaste åren har också sett utvecklingen av flygfarkoster, som är designade för att ändra form under olika faser av flygningen. Många konstruktioner inom den nya generationen av "flygande taxi" för urban luftmobilitet kan förvandlas från roterande vinge under start och landning till fast vinge under flygning.

Morphing-teknologi har också tillämpats på flygplan med roterande vingar. Helikopterbladen utsätts för ett komplext flödesfält där varje sektion av rotorbladet möter olika inkommande flödes-hastigheter. Precis som med fasta vingar har ingenjörer varit tvungna att kompromissa mellan olika optimala lösningar för olika flygförhållanden och designa bladet med en förbyggd vridning för att kompensera för detta.

Helikoptrar har försetts med rotorblad med variabel diameter, som använder centrifugalkraft för att öka rotorbladets spännvidd med rotorhastigheten. Tilt-rotor-konstruktioner har motorer, som kan rotera i olika vinklar, vilket gör det möjligt för flygplan att både starta och landa vertikalt och att flyga vertikalt. Kordan på en fast flygplansvinge kan ändras med hjälp av främre eller bakre kantklaffar, men den smala bredden på ett helikopterblad gör detta svårt, eftersom sådana mekanismer lägger till vikt och komplexitet.

Under 2009 genomförde DARPA forskning om Mission Adaptive Rotor (MAR) för att designa en rotor som kan ändra sin konfigu-



ration mellan ett uppdrag och även under flygning. Projektet identifierade en rad sätt att omkonfigurera rotorn under flygning, inklusive varierande bladdiameter, svep och korda, spetsformer, varierande bladvridning, spets-hastighet, styvhet och dämpning. Målet var att öka rotorfarkosternas nyttolast med 30 % och räckvidden med 40 % samtidigt som bullret minskade med 50 % och vibrationerna med 90 % jämfört med rotorblad med fast geometri.

Morphing-tekniker har också tillämpats på inloppssystemen för jetmotorn på F-15-jaktplanen. Projektet bestod av mark- och vindtunnelprov av en F-15 med ett fast geometriinlopp där luften, som kommer in i motorn varierar under olika flygförhållanden som hastighet, höjd, anfallsvinkel och motorluftflöde. Vid låga hastigheter, såsom start, är det önskvärt att ha stora inlopp med trubbiga läppar för att tillåta höga luftflöden i inloppet utan flödesseparering. Vid marschhastigheter ger skarpare inloppsläppar mindre motstånd. Vid överljudshastigheter måste luftflödet bromsas från överljuds- till underljudshastighet, vilket resulterar i en förlust av tryck och dragkraft. F-15 var utrustad med inlopp med variabel geometri som förbättrade prestandan under en rad förhållanden men dess mekaniska komplexitet ökade vikt och kostnad.

De senaste åren har sett ett förnyat intresse för flygplanskonstruktioner, som kan ändra form med hjälp av konventionell teknik. Att öka vingbredden minskar luftmotståndet på vingen, vilket kan möjliggöra ökningar av ett flygplans räckvidd. Det finns dock ett problem eftersom ett längre spann är mer utsatt för vingrotsböjning och vingen måste vara tillräckligt stark och flexibel för att motstå de ökade krafter den utsätts för. En stor vinge kommer inte heller att ha samma strukturella styvhet som en liten vinge.

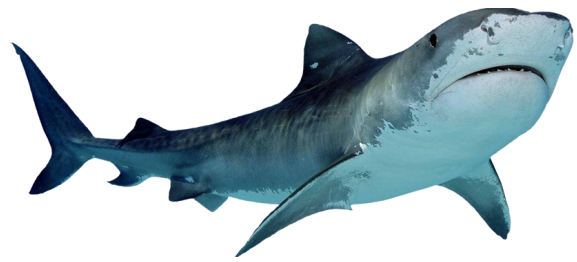
Det har också förekommit svårigheter med försök att vrida och deformera vingar. Vingar på högpresterande flygplan är medvetet styvare än de i långsammare flygplan, eftersom för mycket flexibilitet kan orsaka negativ aeroelastisk vridning, som försämrar kontrollen vid höga aerodynamiska tryck. Modifierande versioner av sådana flygplan måste ha en struktur som inte bara är svårare att böja utan som också är tillräckligt stark för att motstå de extra belastningarna och påfrestningarna. På grund av detta, förutom för variabelt svep, har de flesta formbara vingmorphing-applikationer begränsats till lätt belastade, relativt låga hastigheter.

Airbus eldrift till Mars



24 feb Actualidad Aeroespacial Airbus utvecklar ett **helelektriskt drivsystem för det ambitiösa internationella Mars-provreturuppdraget**. Airbus har kontinuerligt utvecklat eldrivteknik under de senaste 20 åren, med ett genombrott 2017 med rymdfarkosten Eutelsat 172B för telekommunikation. Det helelektriska framdrivningssystemet i Eutelsat 172B sparade 40 % i satellitens massa vid start, vilket gjorde det möjligt att bära mer reläkapacitet ombord för att förbättra kommunikationstjänsterna. Dessutom nådde denna rymdfarkost rekordsnabbt omloppsbana och konsumerade sex gånger mindre drivmedel än en traditionell kemiskt driven satellit. Idag tänjer denna teknik gränserna ännu mer genom att undersöka solsystemets mysterier, såsom den europeiska sonden BepiColombo, på väg till planeten Merkurius. Airbus utvecklar nu ett helelektriskt system för det internationella Mars-provreturuppdraget som kommer att hämta hem de första marsstenarna. Detta elektriska framdrivningssystem, tre gånger kraftfullare än i Merkurius-uppdraget, kommer att driva rymdfarkosten Earth Return Orbiter till den röda planeten och sedan tillbaka hem med sin dyrbara last samlad från Mars yta.

Hajar minskar motstånd



2 mars How Sharks Are Helping SWISS Cut Emissions Flygbolaget SWISS kommer att kunna spara cirka **15 200 ton koldioxidutsläpp varje år**. Flygbolaget kommer att arbeta med Lufthansa Technik, för att applicera hajskinnfilmer på alla sina tolv Boeing 777-300ER-flygplan. Lufthansa Technik kommer att täcka varje flygplan med cirka 950 kvadratmeter film. Även om den är osynlig för blotta ögat, är den exponerade sidan av beläggningen full av mikroskopiska gravyrer. Dessa gravyrer är ungefär 50 mikrometer stora och kallas riblets. De unika spåren ingraverade i filmen efterliknar en hajs hud. Hajarna har utvecklats för att simma med minimalt motstånd under miljontals år. När ett liknande mönster tillämpas på flygplan uppnås en liknande effekt med det luftmotstånd, som flygplanet upplever. AeroSHARK-hajskinnsskiktet applicerades först på ett av Lufthansas Boeing 747-400-flygplan på försöksbasis. Vid den tiden var endast en del av flygplanskroppen täckt, men Lufthansa Technik kunde bekräfta en 0,8% minskning av friktionen. Man tror nu att man kan minska koldioxidutsläppen från ett flygplan med cirka 3 procent genom AeroSHARK.

Flygtimmar för kommersiella flygplan i februari 2022 var 52 % högre än i februari 2021 men 21 % lägre än samma månad 2020. (Aviation Week)

GKN turbinstativ



2 mars GKN Press GKN i Trollhättan har framgångsrikt **provat en ny lättvikts turbinstruktur TRS**. Det var en del av forskningsprogrammet Clean Sky-2 Engines. Syftet med TRS är att hantera flödet från motorns lågtrycksturbin och maximera axiell dragkraft. Det är en nyckelkomponent för att förbättra effektiviteten hos en jetmotor. Innovativ design och toppmoderna tillverkningsmetoder resulterade i en kortare och 14% lättare struktur jämfört med en traditionell TRS. Detta uppnåddes genom att använda en ny metallisk legering med högre temperaturkapacitet, liksom både metallgjutning och 3D-tryckt teknik. Den komplexa komponenten tillverkades med lasersvetsade monteringsmetoder och additiv tillverkningsteknik vid GKN medan aerodynamisk validering skedde vid en unik provanläggning vid Chalmers finansierad av Vinnova genom NFFP-programmet. Brogren Industries, som också finansieras av Vinnova i det nationella Innovair-programmet INTDEMO MOTOR, tillhandahöll stödverksamhet.

Flygtaxi i Florida



6 mars Aviation News NetJets köper 150 Lilium eVTOL elektriska vertikaltstartande farkoster för **Floridanätverk**. NetJets planerar att driva dem som charterflygplan. De kommer tydligen att vara baserade i Florida där Lilium avser att bygga ett eVTOL-nätverk som betjänar centrala och södra delarna av staten. NetJets kommer att vara en partner i nätverket, som kommer att länka större städer med befintliga och nybyggda "vertiport"-anläggningar. Liliums senaste flygplan använder dussintals små kanalfjädrar på lutande kanarder och vingar, och företaget säger att det kommer att transportera sex passagerare med 300 km/h och en räckvidd på över 300 km.

P&W väteframdrivning

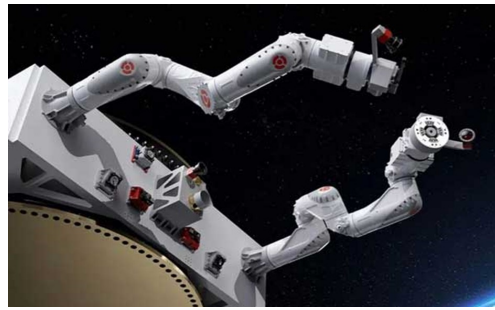


8 mars **Flight Global** Pratt & Whitney har valts ut av U.S. Department of Energy (DoE) för att utveckla en ny, högeffektiv väteframdriven framdrivningsteknik. Projektet Hydrogen Steam Injected, Inter-Cooled Turbine Engine (HySIITE) kommer att använda flytande väteförbränning och vattenångaåtervinning för att uppnå noll koldioxidutsläpp under flygning, samtidigt som kväveoxidutsläppen (NOx) minskas med upp till 80 procent och bränsleförbrukningen med upp till 35 procent för nästa generations flygplan. HySIITE-motorn kommer att bränna väte i en termodynamisk motorcykel som innehåller ånginsprutning för att dramatiskt minska utsläppen av NOx, en växthusgas. HySIITE kommer att uppnå en termisk verkningsgrad, som är större än bränslecellers och minska de totala driftskostnaderna jämfört med att använda hållbara flygbränslen i vanliga jetmotorer.

Att läsa om hållbart flyg

14 mars **The Wiley Network** Här är en lista på böcker om hållbar luftfart. Med fokus på hållbara flygkoncept tar expertförfattare itu med flygets påverkan på miljön. **Advanced Multifunctional Lightweight Aerostructures: Design, Development, and Implementation** En djupgående analys av de termiska, elektriska och mekaniska egenskaperna hos multifunktionella lätta strukturer. **Aircraft Propulsion: Cleaner, Leaner, and Greener, 3rd Edition** Den senaste utgåvan av en ledande skrift inom hållbar luftfart, alternativa jetbränslen och nya framdrivningssystem. **Future Propulsion Systems and Energy Sources in Sustainable Aviation** En översyn av de vetenskapliga och tekniska principer som ligger till grund för begreppen framdrivningssystem och energikällor inom hållbara lufttransporter. **Light Weight Materials: Processing and Characterization** Denna bok ger forskare och studenter en översikt över de senaste framstegen inom lätt materialbearbetning och tillverkning. **Design and Development of Aircraft Systems, 3rd Edition** Denna nya utgåva utökar sitt redan omfattande innehåll till att omfatta både konventionella och obemannade system. **Essentials of Supersonic Commercial Aircraft Conceptual Design** Boken undersöker utmaningarna med höghastighetsflygning som aerodynamiska fenomen i överljudsflöde och aerodynamiskt motstånd. **Flight Theory and Aerodynamics: A Practical Guide for Operational Safety, 4th Edition** Ett pilotorienterat förhållningssätt till flygaerodynamik utan att förutsätta en teknisk bakgrund. **Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, 5th Edition** Den ger en översikt över designaktiviteter och processer med detaljerade beskrivningar och exempel. **Mechanics of Aircraft Structures, 3rd Edition** Ger en kombination av grunderna i flygplansstrukturen med en översikt över nya material och en samling rigorösa analysverktyg.

Rymdrobot



9 mars **Aviation Week** Motiv och Blue Origin utvecklar modular och skalbar rymdrobotik. Företaget Motivs avancerade rymdrobotteknik möjliggör en ny era av rymdutnyttjande där utplacerade rymdfarkoster kan repareras eller modifieras för att göra dem mer motståndskraftiga och modulerbara. ModuLink Robotics Applique med sina två robotarmar, sensorer och modulerbara gränssnitt kan installeras på en mängd olika rymdfarkoster och gör robotrymdsuppdrag tillgängliga för en bred användarbas. Denna kommersiellt tillgängliga produkt kommer att göra det möjligt för både den amerikanska regeringen och den kommersiella rymdindustrin att med robot hämta och leverera nyttolaster, reparera eller ersätta åldrande eller misslyckade komponenter, tanka satelliter, ta bort rymdskrot, flytta satelliter och montera rymdfarkoster i rymden. Motiv och Blue Origin planerar att använda en version av Robot Operating System (ROS) kallad Space ROS för att fungera som ModuLink mjukvaruarkitektur, som Blue Origin utvecklar i samarbete med NASA.

Chalmers svarta hål



10 mars **Chalmers press** Nu presenterar forskare på Chalmers resultat som visar hur gravitation framträder ur ett speciellt kvantmekaniskt system. Modern teoretisk fysik strävar efter att hitta en "förenad teori" som kan beskriva alla naturens lagar, en förening mellan Einsteins allmänna relativitetsteori, som beskriver universum i stor skala och kvantmekaniken, som beskriver vår värld på atomnivå. Ett exempel på ett fenomen som kräver denna typ av samlad beskrivning är svarta hål. Ett svart hål kan bildas när en tillräckligt tung stjärna sloknar och kollapsar under sin egen gravitationskraft, så att all dess massa koncentreras i en ytterst liten volym. Den kvantmekaniska beskrivningen av svarta hål är ännu i sin linda och involverar avancerad matematik. I Einsteins teori har till och med den tomma rymden, universums vakuumtillstånd, en rik geometrisk struktur. Om man hade möjlighet att zooma in och betrakta detta vakuum på mikroskopisk nivå så skulle man se många kvantmekaniska fluktuationer, eller "bubblor", som kallas mörk energi. I en artikel ger forskarna en ny beskrivning av hur dessa mikroskopiska kvantmekaniska bubblor uppkommer. Detta är ett framsteg som ger nya pusselbitar i vår förståelse kring relationen mellan Einsteins gravitationsteori och kvantmekaniken, något som gäckat forskarna i decennier.

Kan 5G störa flyget?



14 mars [Engineering360](#) Boeing och Airbus har uttryckt oro för att 5G-nät skulle kunna störa flygplanens system. Flygplanstillverkarna har uttryckt farhågor för att 5G-nät kan störa viktig säkerhetsutrustning på flygplan. Det är det senaste draget i en pågående strid mellan flyg- och telekomindustrin i USA, vilket redan har lett till förseningar i utbyggnaden av 5G-nät. Flygindustrin hävdar att det trådlösa spektrum som används av 5G-nät skulle kunna störa radiohöjdmätare. Problemet är att c-bandfrekvensen som används för 5G i USA ligger nära de frekvenser som används av höjdmätare. Telekomföretagen säger att dessa farhågor är ogrundade. Hitills är bevisen för påverkan begränsade, och utredningar pågår. Man förväntar sig inte att problemen i USA kommer att påverka andra 5G-utrollningar runt om i världen, men konflikter mellan äldre enheter och 5G-nätverk kommer sannolikt att bli vanligare när användningen växer.

P&W 100% hållbart



18 mars [Actualidad Aeroespacial](#) Pratt & Whitney provade framgångsrikt GTF Advantage-motorn med 100% hållbart flygbränsle. Provet var en viktig del av ett omfattande utvecklingsprogram för att förbereda GTF Advantage motorn för ibruktagande 2024, genom att validera motorprestanda vid 100 procent SAF i dragkraft, start och drift-transienter. GTF Advantage är den grönaste och mest utsläppssnåla motorn i branschen och visar nu full operativ kapacitet för dagens och morgondagens grönare flygbränslen. 100% SAF är en viktig del i branschens åtagande av nettonollutsläpp av koldioxid senast 2050. Pratt & Whitney har varit aktivt involverade i SAF-provning i nästan två decennier och har hjälpt till att sätta de tekniska standarder som gör att dagens motorer kan fungera i SAF-blandningar på upp till 50% med standardfotogen. Pratt & Whitney arbetar för att validera sina motorer för att fungera med 100% SAF, och företaget fortsätter att ha ett nära samarbete med Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAIFI) och ASTM International för att nå det målet. Pratt & Whitney använde ett HEFA-SPK bränsle som köpts från World Energy för provet. HEFA-SPK är en specifik typ av hydrobehandlat vegetabiliskt oljebränsle som används inom luftfarten och anses vara en ledande alternativ ersättning för konventionellt jetbränsle. Det består av 100% hydroprocessade estrar och syntetiska paraffinfettsyror.

FlyZero vätgasflygplan



15 mars [FlyZero](#) I ett brittiskt teknik- och forskningsprojekt presenterade FlyZero tre koncept för vätgasbaserade flygplan. Tre nästa generations flygplanskoncept har skapats som en del av FlyZero-projektet för att förstå och demonstrera potentialen hos teknik med nollutsläpp inom luftfarten. Koncepten belyser också de avgörande framtida teknikmöjligheterna och dessutom har var och en sina egna specifika mål. Det regionala flygplanet FlyZero är utformat för att demonstrera genomförbarheten av ett bränslecelldrivet flygplan, medan narrowbody undersöker hur vätgas kan ersätta koldioxidbaserade bränslen i den största och mest konkurrenskraftiga kommersiella luftfartssektorn. Slutligen bedömer FlyZero midsize potentialen för vätgas på långdistansrutter, vilket omkullkastar uppfattningen att vätgasflygplan skulle begränsas till kortare rutter. Ytterligare forskning och utveckling behövs inom sex områden: kraftsystem (vätgasturbiner), vätelagrings- och bränslesystem, bränsleceller (för att omvandla väte och syre till elektricitet), värmehantering, elektriska framdrivningssystem och aerodynamik. Ytterligare sju områden har identifierats, som påverkar utformningen och driften av ett koldioxidfritt flygplan: flygplanssystem, hållbar kabindesign, material, tillverkning, design och validering, livscykelpåverkan och flygplatser, flygbolag och lufttrumskonsekvenser.

Kongsbergs månantenn



16 mars [Space News](#) Kongsberg Satellite Services skall etablera ett antennnätverk för manskommunikation.

KSAT:s globala markstationsnätverk omfattar cirka hundra antenner på Svalbard i Norge. I motsats till KSATlite tremeterantennerna som kommunicerar med små satelliter i låg omloppsbana runt jorden, kommer KSAT-männätet sannolikt att förlita sig på 20 meters antenner. I år designar KSAT männätet och identifierar tre platser för stora antenner för att ge kontinuerlig täckning för rymdfarkoster som arbetar nära månen. Man måste ha nätverket utspritt på olika longituder, vilket säkerställer kontinuerlig sikt mot månen när jorden roterar. KSAT tillkännagav i februari planer på att erbjuda kommunikation för uppdraget Lunar InfraRed Imaging (LunIR) med markstationer i Punta Arenas, Chile, Svalbard, Norge och Antarktis Trollstation. Trots de unika avstånden kommer många aspekter av manskommunikation att likna kommunikation med satelliter i jordens omloppsbana. KSAT avser att tillhandahålla kommunikation för varje steg i ett månuppdrag, inklusive lansering, månlandning, ytoperation, jordretur och atmosfäriskt återinträde.

Spårar rymdskrot



11 mars DGLR: Meldungen Ny laserstation stödjer spårning av rymdskrot. Efter intensiva prov togs ESA:s mätstation Izaña-1 i drift på Teneriffa överlämnad till ESA av det tyska företaget DiGOS. IZN-1-stationen, utvecklad och driven av ESA, är en testbädd för framtida teknik och installerades vid Teide-observatoriet i mitten av 2021. Stationen, teleskopet och lasern provades i flera månader innan de togs i drift i juli förra året. Sedan dess har den gröna strålen av laserljus riktats mot himlen för att upptäcka, spåra och observera aktiva satelliter. För närvarande fungerar lasern med en effekt på 150 mW, men snart kommer den att uppdateras för att kunna spåra skräppobjekt (Space Debris) förutom satelliter tack vare en ännu kraftfullare infraröd laser med en genomsnittlig effekt på 50 watt. Det finns dussintals sådana laserspårningsstationer i Europa, men Izaña-stationen har en dubbel funktionalitet. Den fjärrstyrda stationen kan nämligen också användas för optisk kommunikation och ska få ett toppmodernt, helt autonomt robotsystem. Det kommer att bli det första i sitt slag av förhoppningsvis många över hela världen.

Danskt vindbränsle för flyg



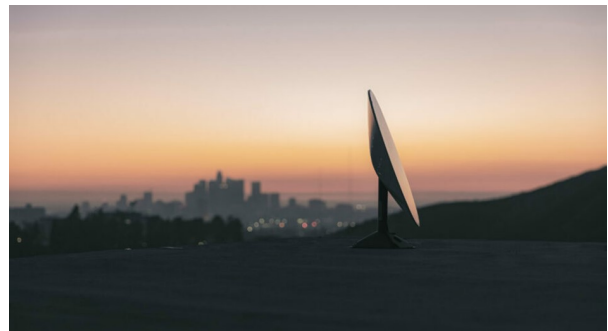
23 mars Aviation Week Danmark har planer på massiva vindkraftsparkar till havs för att driva väteelektrolysatorer. Med hänvisning till behovet av att lossa Rysslands grepp om Europas energiförsörjning har Danmarks regering aviserat en rad åtgärder för att påskynda produktionen av gröna bränslen från förnybar energi, inklusive syntetisk fotogen för flyg. Man syftar till att producera grönt bränsle för flygplan, fartyg och lastbilar för inhemsk användare och exportmarknader. Projektet inkluderar ett subventionssystem på 1,25 miljarder DKK (184 miljoner USD) i form av ett statligt anbud för produktion av grönt väte. Förbättrade incitament för producenter är också en del av planen. Danmark satte i januari upp målet att allt inrikesflyg ska vara fossilfritt år 2030. Enligt det nya avtalet planerar landet att bygga en elektrolyskapacitet på 4-6 gigawatt till 2030, vilket kommer att placera det i topp bland gröna väteproducenter i Europa.

Drönare mäter vindkraft



15 mars DGLR: Meldungen Med en svärm av drönare mäts flödesfenomen vid vindkraftverk. Vind är inte bara vind utan en komplicerad mängd av turbulenta strukturer som påverkas av miljön. Luftvirvlar skapas av landskapet, men också av byggnader, vägar eller vindkraftverk. I ESTABLIS-UAS-projektet forskar German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; DLR) om just dessa flödesfenomen genom att använda en svärm av drönare. Resultaten kan till exempel användas för att förbättra vindkraftverkens placering. När det gäller energiomställningen spelar förståelsen av de tredimensionella, turbulenta strukturerna en viktig roll. Det gör att vi kan förstå de laster som vindkraftverk utsätts för under sin livscykel och förutsäga vilken kraft de kommer att mata in i elnätet. Mätningarna utförs med upp till 20 små drönare. De är särskilt robusta så att de behåller sin position och levererar resultat även vid högre vindhastigheter. Förutom de befintliga flödesfenomenen genererar vindkraftverk också sina egna virvlar. Ett mål med vindkraftsforskningen vid DLR är därför att utveckla en modell som tydliggör effekterna på turbinerna i andra eller tredje raden.

Starlink når 250000



21 mars Space News Starlink når 250 000 abonnenter och riktar sig mot flyg och andra marknader.

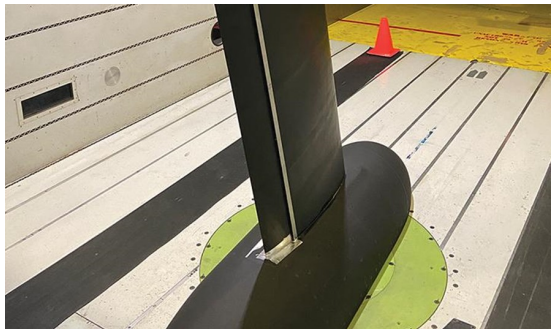
SpaceX har nu en kvarts miljon abonnenter för sin Starlink satellitbredbandstjänst och den ser ut att flytta in på nya marknader som flyg. SpaceX tillverkar nära åtta satelliter om dagen vid sin anläggning i Redmond, Washington när företaget bygger ut sin konstellation. Utöver konsumentbredband ökar efterfrågan på Starlink från andra marknader. En av tillväxtmarknaderna är flyget. Uppkoppling på flygplan är något man tror är moget för en översyn. Förväntningarna har förändrats snabbare än tekniken. SpaceX har utvecklat en flygantenn som för närvarande provas och arbetar för att få den certifierad på olika flygplan. Företaget planerar att erbjuda en tjänst för kommersiella flygplan som skulle vara oskiljbar från konventionell internetuppkoppling, en tjänst där varje enskild passagerare på planet kan koppla upp sig samtidigt.

Nu 5000 exoplaneter



23 mars CNET News JPL tillkännagav en kosmisk milstolpe med den bekräftade upptäckten av mer än 5 000 exoplaneter med tänkbart liv bortom vårt solsystem. De första exoplaneterna bekräftades i början av 1990-talet. Det nu pensionerade Kepler Space Telescope och den för närvarande verksamma Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) har använts för att hitta alla dessa avlägsna planeter. Det nyligen lanserade James Webb Space Telescope förväntas berätta mycket mer om exoplaneter och deras atmosfärer. Vi har inte hittat en like till jorden än, men exoplaneterna som hittills setts sträcker sig från steniga världar som vår till jumbogasjättar större än Jupiter. Medan 5 000 är ett imponerande antal, är det bara en liten del av vad som finns där ute. Vår galax har sannolikt hundratal miljarder sådana planeter.

Slitsad vingprofil



23 mars Aviation Week Prov visar att slitsar möjliggör laminärt flöde med lågt motstånd över en vingprofil. Naturligt laminärt flöde är ett känt sätt att minska flygplanens luftmotstånd och energiförbrukning, men dess praktiska genomförande är svårt för kommersiella flygplan i transoniska hastigheter. Ett team lett av University of Wyoming har funnit att åstadkommandet av ett naturligt laminärflöde genom utsugning av gränsskiktet genom en slits på en transsonisk, trussbraced wing erbjuder betydande fördelar jämfört med andra metoder. Arbetet fokuserade på aerodynamisk analys av ett flygplan under kryssningsförhållanden. Vingens prestanda är till stor del beroende av varaktigheten hos det laminära flödet. Således är korrekt förutsägelse av övergången från laminärt till turbulent flöde och dess känslighet för geometriska förändringar av högsta prioritet. Beräkningar utfördes i både två och tre dimensioner. Resultaten i två dimensioner överensstämmer väl med mätningar och illustrerar också känsligheten hos en airfoil för klaffpositionering. Resultat i tre dimensioner användes för att identifiera geometriska inkomplexiteter i vingsvep, vilket ledde till en omkonstruktion med förbättrad prestanda. Förutsagd övergång laminärt till turbulent på den aktuella konfigurationen inträffade dock tidigare än förväntat, vilket ledde till mindre än optimal prestanda.

Boeing fortsätter TTBW



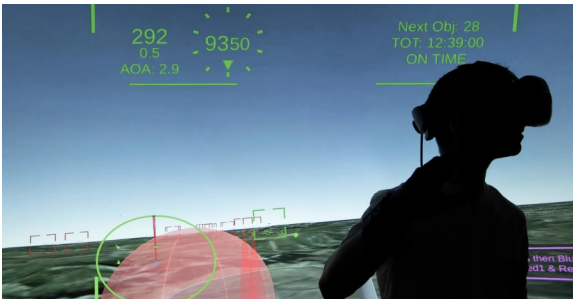
15 mars DGLR: Meldungen Boeing fortsätter att prova sin "transoniska truss-braced wing design för NASA:s hållbara flygdemonstrator X-plane. Boeing Transonic Truss-Braced Wing (TTBW) planerar att ändra hur plan är designade. Ursprungligen utformad 2010, är den i sin fjärde fas av testning och utvärdering. Om allt går enligt planerna förutspår Boeing att vi kan se sådana här flygplan så snart som 2030 – 2035. TTBW-konceptet är designat för att flyga upp till Mach 0,80, snabbare än något tidigare koncept med fackverksstöd vingar. Från spets till spets är detta konceptplans vingspann 51 m. Även om det är stort, är det inte lika stort som vingspannet på en A350 (65 m) eller ens 787 Dreamliner (60 m). Detta är dock inget widebody-flygplan, eftersom det ses som en utveckling av flygplansklassen Boeing 737. Jämfört med 737 MAX 8, till exempel, överskrider TTBW vingspannet med cirka 16 m. TTBW använder ett modifierat vingsvep och en ultratunn design, vilket minskar det inducerade motståndet hos vingen och förväntas ge planet en bränslebesparing på 9 %.

Bombplanet B-21



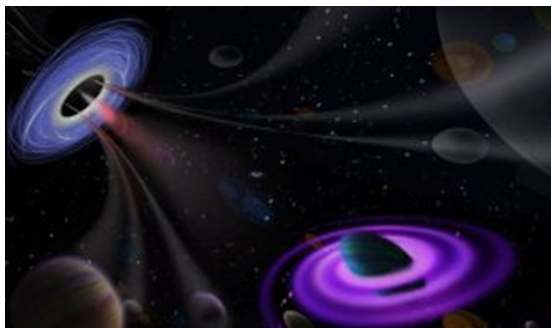
23 mars Aviation Week Northrop Grummans B-21A Raider är ett amerikanskt bombplan under utveckling som beräknas nå initial operativ förmåga i mitten av 2020-talet. Det amerikanska flygvapnet (USAF) har bekräftat några detaljer angående tekniska prestanda och egenskaper. Med tanke på den korta utvecklingstiden är det troligt att B-21 kommer att använda befintlig hårdvara och teknik, åtminstone i sin ursprungliga version, men ett krav, som anses uppenbart är bredbandssmygande för att göra det möjligt för flygplanet att undvika upptäckt även av sökradar som arbetar i VHF-bandet. Flygplanet kommer sannolikt att införliva en ny generation av smygteknik utöver F-35 när det gäller kapacitet, överlevnadsförmåga, producerbarhet och underhållbarhet. Bilder av B-21 som släpptes förra året visar en ny, uppåtlutande vindrutadesign. Byggande på mer än tre decennier av B-2-operationer visste Northrop att B-21 behövde en ny vindrutelayout i sittbrunnen. Även om B-2:ans fyrpanelslayout erbjöd utmärkt sikt framåt, behöver B-21-piloter bättre sikt i sidled, särskilt på sidorna av sittbrunnen under tankning. Den 3 mars 2022 meddelade USAF att det första B-21 Raider-testflygplanet har påbörjat markutvärderingar och det sjätte exemplaret har börjat tillverkas.

Dassault människa-maskin



24 mars Aviation International News Dassault Aviation förnyar sitt samarbete med forskningsinstitutionen ISAE-SUPAERO för att optimera interaktion mellan människa och maskin. Satsningen omfattar forskning om neuroergonomi, automatiserat beslutsfattande och systemteknik för att utforska olika aspekter av samarbete mellan människa och maskin. Detta inkluderar att utvärdera användarnas mentala tillstånd när de slutför uppgifter, utveckla algoritmer för automatiserat beslutsfattande och se till att AI fungerar i samarbete med besättningar. De första fem åren av initiativet omfattade utveckling av verktyg baserade på fysiologiska mätningar, maskininlärningstekniker och automatiserad åtgärdsplanering. Detta inkluderade att utveckla aktiva eller passiva hjälpfunktioner för att hjälpa piloter att förbättra sina prestationer. Dassault förväntar sig att integrera verktyg och tekniker som utvecklats genom denna forskning i sina civila och militära flygplan inom det närmaste decenniet.

Svarta maskhål



23 mars SPACE Spindelväv av maskhål kan lösa en svart hålparadox som föreslagits av Stephen Hawking. På 1970-talet upptäckte Hawking att svarta hål inte är helt svarta, men först insåg han inte det enorma problem han hade skapat. Innan hans upptäckt hade fysiker antagit att svarta hål var mycket enkla. Alla möjliga komplicerade saker föll i dem, men de svarta hålen låste in all den informationen, så att den aldrig sågs igen. Men Hawking fann att svarta hål frigör strålning, och så småningom kan avdunsta helt, i en process som nu kallas Hawking-strålning. Händelsehorisonten för ett svart hål hindrar per definition information från att lämna så den måste finnas kvar. Så när ett svart hål slutligen avdunstar och försvinner från universum, vart tar all dess inlåsta information vägen? På senare tid har flera grupper av teoretiker undersökt detta problem. Deras arbete ledde till en "kvantytta" strax under händelsehorisonten. Denna inre yta dämpar mängden information som lämnar det svarta hålet. För det andra avslöjade beräkningarna närvaron av maskhål, passager genom rymdtiden, många av dem. Dessa maskhål tycktes ansluta kvantytan till utsidan av det svarta hålet, så att informationen kan kringgå händelsehorisonten och släppas ut som Hawking-strålning.

NASAs nya rymdteknik



23 mars NASA NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC)-programmet finansierar studier i tidiga skeden. De utvalda koncepten inkluderar 12 nya projekt för Fas I-studier, samt fem Fas II, som gör det möjligt för forskare att fortsätta sitt tidigare arbete. De nya fas I-projekten inkluderar en bemannad rymdfarkost, som ger mer skydd mot strålning på långa resor, ett koncept för ett helt tyst elektriskt flygplan och en idé för en rymdfarkost, som kan utnyttja solens värme för att drivas fram i oöverträffade hastigheter. En skärm stor som en fotbollsplan i rymden skulle blockera ljuset från avlägsna stjärnor och tillåta astronomer att söka efter tecken på liv i andra stjärnsystem med markbaserade teleskop. En sond skulle hoppa fallskärm in i Venus atmosfär för att fånga ett prov av gas och moln. De utvalda fas II-projekten inkluderar små klätterrobotar som kan utforska underjordiska grottor på Mars, ett nytt sätt att använda kärnkraft för rymdfarkoster och en svärm av 3D-printade mikrorobotar som kan utforska havsvärldar som t.ex. månarna Enceladus, Europa och Titan. Dessutom fortsätter arbetet med artificiell gravitation i rymden med hjälp av en kilometerstor roterande struktur.

Nya Wingmen



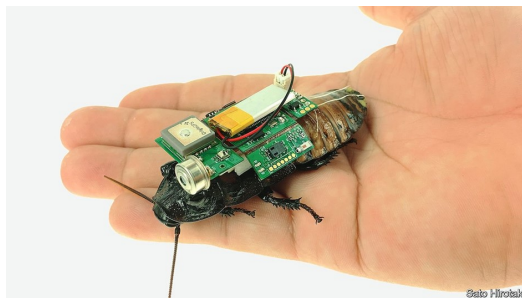
28 mars Aviation Week B-21 och NGAD-programmen skapar autonoma Shadow-flygplan. Ett nytt förslag från det amerikanska flygvapnet förändrar konceptet med en "Loyal Wingman" för bombplanet Northrop Grumman B-21 och framtida nästa generations Air Dominance-flygplan. Snarare än ett litet, återanvändbart, autonomt flygplan som är tillräckligt billigt för att offras på ett givet uppdrag, kräver två nya hemliga program i budgeten för 2023 nya typer av långdistansflygplan utan besättning (UAS), som kan transportera tusentals kilo ammunition, med en prislapp som är en storleksordning högre än de billiga systemen, som visats hittills. Ett nytt förslag för flygvapnets "wingman" UAS-koncept för flygplanen B-21 och Next-Generation Air Dominance (NGAD) påminner istället om de operativa versionerna som var tänkta att följa DARPA:s banbrytande Joint Unmanned Combat Air Systems (J-UCAS) program innan dess upphörande 2006. De kommer att vara utformade för att åtfölja och stödja besättningen på B-21:or och NGAD-stridsflygplan men kommer att vara kraftfulla vapensystem i sin egen rätt, som kostar upp till hundratals miljoner dollar vardera.

Projekt för effektivare flyg



28 mars Actualidad Aeroespacial NASA uppnår med sitt **ATD-projekt en effektivare och mer ekonomisk flygtrafik**. Projektet, som nyligen avslutades av NASA, har arbetat för att göra flygtrafiken mer effektiv under varje fas av en resa: från gaten, genom start, flygning och landning, till ankomst. För att uppnå sina många och olika mål delades ATD in i tre delprojekt, som var och en försökte förbättra effektiviteten i ett visst steg av ett flygplans flygning från avgång till ankomst. ATD-1 fokuserade på ankomst till flygplatsen när flygplan går ner mot landning. ATD-2 analyserade avgångarna på flygplatsen. ATD-3 undersökte väderundvikande i marschfasen av en flygning. De tre delprojekten utfördes med deltagande av regerings- och industripartner i utveckling, provning och demonstration under flygning av nya verktyg och tekniker: programvara och hårdvara. Dessa nya verktyg och tekniker har antagits av FAA och industrin och distribueras över hela landet. De potentiella fördelarna för flygplatser, flygbolag och den flygande allmänheten är tydliga. Flygbolagen kunde t ex spara nästan fyra miljoner liter jetbränsle på en flygplats under en fyraårsperiod genom ny datorprogramvara som kraftigt minskar trängseln på upptagna flygplatser.

Robotiserad insekt



26 mars Economist Robotiserade insekter kan söka i **kollapsade byggnader efter överlevande**. Nanyang Technological University i Singapore arbetar med elektronisk kontroll av kackerlackor. De drivs av algoritmer som svarar direkt på sensorer i ryggsäckarna, som fästs på kackerlackorna. De innehåller ett kommunikationschip, en koldioxidsensor, en rörelsesensor, en infraröd kamera och ett litet batteri. För sök- och räddningsoperationer i kollapsade byggnader skulle flottor av dessa kackerlackor släppas ut i rasmassorna. Där kryper de omkring medan de letar efter livstecken som rörelse, kroppsvärme och förhöjd CO₂-nivå från människors andning. Den artificiella intelligensen som avgör om en uppsättning signaler verkligen indikerar närvaron av en människa programmeras direkt in i kameran. Om den tror att den har sett någon, varnar den en räddare. Programvaran har visat sig kunna känna igen människor korrekt 87% av tiden.

Rymdteknik till Jorden



28 mars Space News Teknik i omloppsbana leder till **genombrott på Jorden**. Boeings program Technology in Space ger ett uppsving för nystartade företag som arbetar med biomedicinska innovationer genom att finansiera deras experiment på den internationella rymdstationen ISS. Varje ISS-besättning utför några hundra experiment under sina månadslånga vistelser i omloppsbana. Även gymnasieelever kan flyga experiment ombord på stationen i ett liknande program som heter Genes in Space. Boeings program Technology in Space grundades 2014. Sedan dess har programmet anslagit mer än 4,5 miljoner dollar i finansiering till 18 nystartade företag. Exempel på projekt är att CamMed testade en bandageliknande plåsterpump, miniPCR utvecklade en metod att göra DNA-analys till en bråkdel av kostnaden, Droplette testade leverans av stora molekylläkemedel genom huden, Angiex testade en ny cancerbehandling, Biorasis arbetade för att förbättra noggrannheten hos medicinskt implanterbara glukosbiosensorer för diabetes, RevBio gör ett patenterat benlim som heter Tetranite, som fixerar frakturer och påskyndar benreparation, MicroQuin skapar revolutionerande terapier för vård av cancer. LambdaVision Inc utvecklar en proteinbaserad konstgjord näthinna för att återställa funktionell syn till patienter, som är blinda i retinala degenerativa sjukdomar.

Destination Earth



31 mars Actualidad Aeroespacial Europa lanserar initiativet **"Destination Earth" för att främja en hållbar framtid**. Destination Earth (DestinE) som leds av Europeiska Kommissionen, syftar till att utveckla en digital modell av Jorden med hög precision för att övervaka och förutsäga miljöförändringar och mänsklig påverkan. Med hjälp av innovativa jordsystemmodeller, avancerad databehandling, satellitdata och maskininlärning kommer DestinE att göra det möjligt för sina användare att utforska klimatförändringarnas effekter på de olika komponenterna i jordsystemet, tillsammans med möjliga anpassnings- och begränsningsstrategier. Projektet kommer att bidra till att uppnå målen för den gröna omställningen och stödja åtgärderna i den gröna given och Europeiska Kommissionens digitala strategi för klimatförändringar, biologisk mångfald och avskogning. Det kommer också att bidra till att övervaka livsmedelsförsörjningen, förändringar i polarområdena och havsnivåhöjningen. ESA kommer att ansvara för DestinE Open Core Service Platform, som kommer att använda de mest omfattande och sofistikerade rymdbaserade observationsdata, inklusive data från ESA:s Earth Explorers, Copernicus Sentinel-serien, ECMWF-data och, på längre sikt, andra stora datainnehav i Europa. DestinE kommer att utveckla den öppna digitala plattformen och de två första digitala tvillingarna senast 2024, och senast 2030 en "fullständig" digital kopia av Jorden.

NASA mäter månljus



5 april Actualidad Aeroespacial NASA använder månljus för att förbättra satellitnoggrannheten. NASA:s luftburna mätinstrument (air-LUSI) flög ombord på ett ER-2-flygplan från 12 till 16 mars för att noggrant mäta mängden ljus som reflekteras från Månen. Reflekterat månsken är något, som forskare utnyttjar för att förbättra noggrannheten och konsekvensen i mätningar av jordobservationssatelliter. Månen är extremt stabil och påverkas inte av faktorer på Jorden som väder och klimat. NASA har mer än 20 jordobservationssatelliter som ger forskare ett globalt perspektiv på det sammankopplade jordsystemet. Många av dem mäter ljusvågor som reflekteras, sprids, absorberas eller avges av Jordens yta, vatten och atmosfär. Detta ljus inkluderar synligt ljus, som människor ser, liksom osynliga ultravioletter och infraröda våglängder och allt däremellan. Liksom musikinstrumenten i en orkester måste enskilda satellitinstrument "trimmas" till varandra så att forskare kan få ut det mesta av sina data. Genom att använda Månen som en "stämgaffel" kan forskare lättare jämföra data från olika satelliter för att observera globala förändringar under långa tidsperioder.

Amazons internet



5 april AP Amazon tecknar massivt raketavtal med tre företag för att skjuta upp internetsatelliter. Elon Musks SpaceX arbetar också för att tillhandahålla internettjänster till konsument, genom en tjänst som heter Starlink. Företaget har sedan 2019 satt cirka 1 800 Starlink-satelliter i låg jordbana. Nu vill också Amazon tillhandahålla internettjänster till konsument runt om i världen. Företaget har kontrakterat upp till 83 uppskjutningar från tre kommersiella rymdföretag Arianespace, Blue Origin och United Launch Alliance (ULA) för att lyfta internetsatelliter till rymden. De tre kommersiella rymdföretagen kommer att tillhandahålla tung lyftkapacitet för Project Kuiper, ett satellitsystem med låg omloppsbana, vilket ger Amazon kapacitet att placera ut i rymden 3 236 satelliter. Sammantaget utgör kontrakten den största kommersiella upphandlingen av rymduppskjutningstjänster i historien. Amazon spenderar 10 miljarder dollar på Project Kuiper med mål att betjäna enskilda hushåll, skolor, sjukhus, företag, katastrofhjälpsinsatser, myndigheter och andra organisationer som arbetar på platser utan tillförlitligt internet. Project Kuiper skall tillhandahålla en konstellation av avancerade LEO-satelliter med små, prissvärda kundterminaler och ett säkert markbaserat kommunikationsnätverk.

Hypersonisk kines?



5 april CNN Shanghai till New York på två timmar? Kina går med i den hypersoniska flygkapplöpningen.

Enligt ny analys av Emergen Research förväntas de globala intäkterna från suborbital transport- och rymdturism öka med en årlig tillväxttakt på 16,8%, och marknaden öka från 424 miljoner dollar 2020 till 1440 miljoner 2028. Peking-baserade Space Transportation vill utveckla en passagerarbärande farkost, som kan flyga mer än dubbelt så snabbt som Concorde. Företaget har släppt en reklamvideo, som visar ett 12-sitsigt rymdplan som ligger inbäddat under en aerodynamisk deltaformad struktur, flankerad av två boosterraketer. Farkosten skjuter vertikalt upp i himlen, och när den når kryssningshöjd separerar rymdplanet från sina boosters, flyger sedan vid rymdgränsen i 7 000 kilometer per timme och landar vertikalt på sin destination med hjälp av ett stativliknande underrede. Företaget siktar på att lansera sin första suborbitala flygning 2025.

USAs hypersonikprov



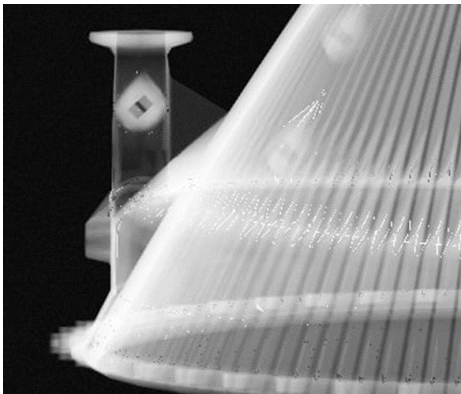
5 april Air Force Times Flygvapnet och Defense Advanced Research Projects Agency DARPA genomförde ett framgångsrikt hypersoniskt missilprov. Free-flight-provet involverade farkosten HAWC skapad av Lockheed Martin och Aerojet Rocketdyne och släpptes från en B-52 Stratofortress i mitten av mars. DARPA sade att HAWC-missilen ökade farten tills dess luftandande Aerojet-tillverkade scramjet-motor tändes och snabbt accelererade till hastigheter snabbare än Mach 5. Den nådde höjder högre än 65 000 fot och flög i mer än 300 nautiska mil. Det var den andra framgångsrika flygningen för HAWC, efter ett prov i september 2021 av Raytheon Technologies version av missilen. Hypersoniska vapen kan färdas i enorma hastigheter, mer än fem gånger ljudets hastighet, och är mycket manövrerbara. Eftersom de kan ändra kurs mitt i flygningen är de mycket svårare att spåra och skjuta ner än konventionella ballistiska missiler. Både Ryssland och Kina har redan utvecklat sådana hypersoniska missiler. Det lyckade amerikanska provet kommer efter en rad bakslag. Flygvapnets hypersoniska program, AGM-183A Air-Launched Rapid Response Weapon, eller ARRW, drabbades av fel och förseningar 2021.

Boeing går in i molnet



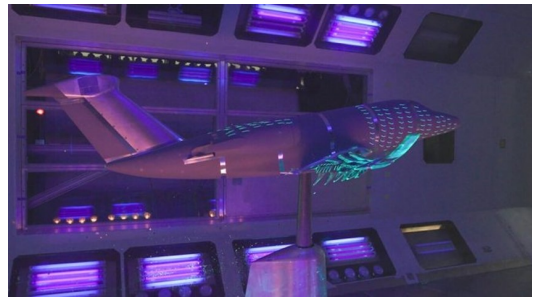
6 april Aviation Week Boeing ökar verksamheten i data-molnet med Amazon, Google, Microsoft. Som ett stort steg framåt i sin digitalisering och i hur man designar och bygger nya flygplan, tillkännagav Boeing en rad affärer med de högst profilerade molndataleverantörerna Amazon Web Services (AWS), Google Cloud och Microsoft för deras moln, artificiell intelligens (AI) och maskininlärning. Med Amazon kommer Boeing att överföra applikationer från lokala datacenter till AWS och skapa en teknisk grund för att stärka ingenjör- och tillverkningsprocesser. Med Google innebär det att överföra hundratals applikationer inom flera affärsgrupper och flygprodukter till Google Cloud. Med Microsoft kommer Boeing att utnyttja Microsoft Cloud och dess AI-kapacitet för att uppdatera sin tekniska infrastruktur och verksamhetskritiska applikationer med intelligenta nya lösningar som är datadrivna. Tillsammans representerar affärerna Boeings mest betydande steg mot att bli en mer digitaliserad enhet. Finansiella detaljer tillkännagavs inte, men 2021 rapporterade The Information att de tre tävlade om arbete för mer än 1 miljard dollar från Boeing.

3D-printade raketmotorer



15 april Aerospace Technology Ett röntgeninspektions-system för raketmotorer håller på att utvecklas på kontrakt från Europeiska rymdorganisationen ESA till Orbex och FORCE Technology. Det kommer att göra det möjligt för de två företagen att utföra icke-destruktiva röntgenkontroller av Orbex storskaliga 3D-printade raketmotorer före flygning och förväntas bli en viktig del av Orbex motortestsystem. Systemet har redan demonstrerats för icke-destruktiv inspektion av europeiska framdrivningssystem, och nästa utvecklingsfas kommer att tillämpa tekniken på mycket stora strukturer, inklusive 3D-printade raketmotorkammare. Enligt Orbex är tekniken den tekniska motsvarigheten till en medicinsk datortomografiskanner, som avslöjar detaljerna i insidan av ett testobjekt utan att skada det i processen. Orbex utvecklar billiga omloppstjänster för små satelliter och har produktionsanläggningar i Storbritannien och designanläggningar i Danmark, där konsulterna FORCE Technology har sitt huvudkontor. Den skraddarsydda 3D-skrivaren är den största 3D-skrivaren i metall med hög precision som används i Europa, vilket gör det möjligt för Orbex att producera världens största raketmotorer med monokropp.

Naturlik vinge



15 april Actualdad Aeroespacial Airbus slutför vind-tunnelprov av naturinspirerad vingdemonstrator.

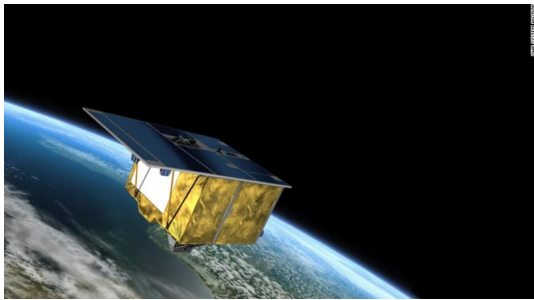
Airbus har lanserat ett extra högpresterande vingdemonstratorprojekt med fokus på att accelerera och validera teknik, som förbättrar och optimerar vingaerodynamik och prestanda. Man kommer att integrera och flyga banbrytande vingteknik på en Cessna Citation VII business jet-plattform. Olika tekniker kommer att undersökas för att möjliggöra aktiv kontroll av vingen, inklusive vindbysensorer, pop-up spoilers eller plattor som snabbt avböjs vinkelrätt mot luftflödet, multifunktionella bakkanter som dynamiskt förändrar vingen under flygning och ett semi aeroelastiskt gångjärn. Innan jetplanet lyfter till skyarna verifieras koncepten med hjälp av den toppmoderna låghastighetsvindtunneln i Filton, nära Bristol. Den delvis 3D-printade vindtunnelmodellen, som är skickligt byggd av aerodynamikteamet vid Airbus låghastighetsanläggning för vindtunnel i Bristol, är en nedskalad version av Cessna-jetplanet, som innehåller den lätta, långa designen av eXtra Performance Wing.

Volocopter lyfter



15 april Daily Mail (UK) Volocopter har slutfört jungfruflygningen av sin första fullstora, helt elektriska VoloCity-flygtaxi. Det vertikala start- och landningsfordonet, som ser ut som en gigantisk drönare med 18 rotorer, lyfte från Pontoise flygfält nära Paris. Målet är att flygtaxin VoloCity ska vara igång i tid för att tillhandahålla passagerartrafik vid OS i Paris 2024. Trots det stora antalet rotorer hävdar Volocopter att VoloCity är fyra gånger tystare än en konventionell helikopter. Volocopter presenterade först sitt VoloCity-koncept redan 2015. Sedan dess har man utvecklat ett flertal prototyper av flygplanet och genomfört 1 500 provflygningar. Företaget har dock nu bestämt sig för vad det beskriver som "flygplanets slutliga konfiguration". Det är en helt ny flygplansdesign, helt elektriskt med 18 rotorer. Det kan transportera två personer och flygas autonomt eller av en pilot ombord. Det har en topphastighet på över 100 km/h och en räckvidd på 35 km, vilket gör det väl lämpat för korta urbana rutter. Volocopter möter hård konkurrens från flera andra företag. Kinesiska EHang 184 lanserades redan 2016 och är autonom. Airbus flygande taxi kallades först Vahana men nu CityAirbus Nextgen. Slovakiska AeroMobil planeras att lanseras 2027. Tyska Lilium Aviation arbetar på ett tvåsitsigt flygplan. Amerikanska Terrafugia TF-X - är en bil med fällbara armar och rotorer med oklart lanseringsdatum.

Färgstark miljösatellit



16 april CNN Ny tysk satellit använder mer än 250 färger för att producera de mest exakta uppgifterna om vatten, mark och vegetation i satellithistorien. Bilderna enMAP kommer att ta är så högupplösta att forskare kommer att kunna studera miljön på en tidigare ouppnåelig detaljnivå. Den mycket sofistikerade satelliten utformades för att studera klimatkrisens miljöpåverkan, observera hur miljöer reagerar på mänsklig verksamhet och övervaka förvaltningen av världens naturresurser. EnMAP:s data kommer att hjälpa forskare att spåra och undersöka miljöförändringar i realtid, oavsett om de är naturliga eller konstgjorda, och potentiellt bidra till att utveckla nästa generations långsiktiga klimatprognosmodeller. Satellitens teknik använder nästan 250 olika färger för att bestämma egenskaperna hos det land eller vatten som den observerar. Spektrometrarna på satelliten tar först ett foto av en del av Jorden under den. I stället för att tilldela hela fotot en färg, dissekerar satelliten varje pixel i fotot och tilldelar var och en dess mest lämpliga färg på spektrumet. Detta möjliggör historisk precision. Satelliten nådde sin destination i omloppsbana den 9 april – åtta dagar efter att den sköts upp från Cape Canaveral, Florida, på en SpaceX Falcon 9-raket.

NASA satellitkommunikation



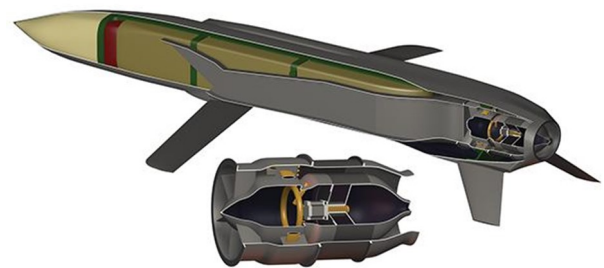
25 april Reuters NASA delar ut miljoner till SpaceX och Amazons Project Kuiper för satellitkommunikation. Sex satellitprojekt, inklusive SpaceX Starlink-nätverk och Amazons Project Kuiper, ska få totalt 278,5 miljoner dollar i NASA-finansiering för att demonstrera nästa generations rymdkommunikationstjänster i omloppsbana runt Jorden. Communications Services Project är avsett att underlätta övergången från NASA:s konstellation av dedikerade kommunikationssatelliter, så kallade Tracking and Data Relay Satellites eller TDRS, till ett kommersiellt styrt nätverk som bygger på flera leverantörer. Förutom SpaceX och Project Kuiper inkluderar entreprenörerna USA-baserade satsningar hos Inmarsat, SES, Telesat och Viasat. Varje företag kommer att vara skyldigt att slutföra teknikutveckling och demonstrationer i rymden senast 2025 för att bevisa att dess system kan leverera robusta, tillförlitliga och kostnadseffektiva tjänster – inklusive möjligheten till nya tvåvägslänkar med hög hastighet och hög kapacitet. NASA skall förhandla fram långsiktiga kontrakt med flera leverantörer för att förvärva tjänster för jordnära verksamhet till 2030, samtidigt som egna satellitkommunikationssystem fasas ut.

Bränsle från cement



23 april Aviation Week Kol från cementproduktion kommer att fångas upp och användas i hållbart flygbränsle. Olika officiella uppskattningar visar att cementindustrins andel av de globala utsläppen av växthusgaser är cirka 2-4 gånger större än kommersiellt flyg, upp till 8 %. Den CO₂ som genereras kommer från både energin som krävs för att producera cement och processutsläppen från tillverkningen. I ett försök att göra både flygresor och cementproduktion mer hållbara har tre företag med olika branschbakgrund gått samman för att producera hållbart flygbränsle (SAF) med hjälp av CO₂ som fångas upp från cementproduktion. Projektet Concrete Chemicals samlar det sydafrikanska kemikalieföretaget Sasol, den mexikanska cementtillverkaren Cemex och det tyska företaget Enertrag för förnybar energi. Cemex kommer att fånga upp CO₂ från cementproduktion, Enertrag kommer att producera grönt väte med förnybar el och den nya affärsenheten Sasol ecoFT kommer att bidra med Fischer-Tropsch-teknologi för att syntetisera flytande e-bränslen. Projektet kommer att baseras på Cemex-fabriken i Rudersdorf, Tyskland. I den första fasen av projektet kommer 15 000 ton per år av e-fotogen att produceras med 100 ton per dag av fångad CO₂ och 12 ton per dag av väte som produceras på plats.

Roterande detonation



25 april Aviation Week Jetmotorbyggaren Pratt & Whitney har fått ett nytt kontrakt från US Air Force Research Laboratory för att markprova en motor, som använder roterande detonation. Den roterande detonationsmotorn skiljer sig från vanliga typer av gasturbinmotorer. Luften och bränslet blandas (som vanligt) innan de injiceras i en lång, cirkulär förbränningskammare. Den första detonationen utlöser en cykel där trycket från antändningen fortsätter runt kammaren och tändar varje injektion i följd. Trycket från varje tändning håller cykeln i rörelse. Trycket tvingar sedan avgaserna ut ur förbränningskammaren genom ett avgasmunstycke och ger dragkraft. Den roterande detonationsmotorn RDE är en variant av pulsdetonationsvägmotorn, där förbränningskammaren måste rensas efter varje puls. Den roterande detonationsmotorn är en förbättring eftersom detonationsvägen ständigt cyklar runt kammaren, vilket eliminerar behovet av att slösa tid och energi på att rensa. En RDE skulle ha få rörliga delar och skulle kunna ge effektiv och kraftfull framdrivning för medel- och långdistansmissiler.

51. Candy och Svartskägget



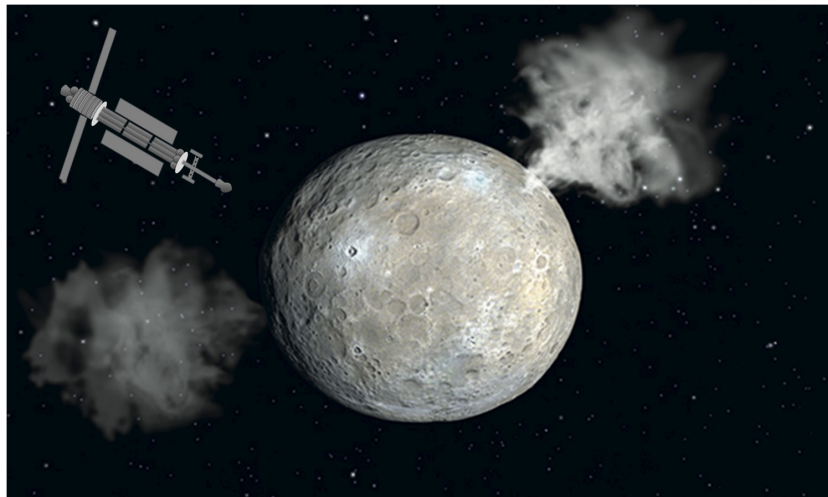
Man hade legat ute i nio månader utan att ta ett enda byte. Angreppet på asteroiden var en katastrof. På hemvägen träffade de bara på två skepp fast rymden borde vara full av dem. Båda gångerna gjorde de sig stridsberedda, men båda gångerna slapp bytet undan. Allt var kaptenens fel, så tänkte de. Han hade ingen lycka med sig. Det rådde ett växande, molande missnöje på gränsen till myteri. De var för få. Sjukdomar och hårt arbete plågade dem och skeppet var fullt av mögel.

När de kom ut ur asteroidbältet tangerades deras bana av ett jordiskt lastskepp eskorterat av två krigsskepp. Ett av dem anföll dem. Striden varade i sex timmar och tio av besättningen skadades. Det anfallande skeppet började dra sig ur striden, men trots ilska protester från den hämndlystna besättningen ville inte kaptenen följa efter. Vad skulle det tjäna till, sa han. Det var ju ett krigsskepp och inget lastskepp.

Det blev myteri medan det jordiska skeppet försvann i rymden. De missnöjda samlades runt en av kanonskyttarna, som förklarade att han och hans kamrater vare sig de fick order eller ej skulle följa efter jordskeppet. Kaptenen påminde om alla piratfartygs regler. När fientligt anfall hotade hade kaptenen och bara kaptenen absolut befäl. Stämningen blev hysterisk. Nu hotade ju inget anfall. Samma regler sade också att så fort faran var över kunde besättningen rösta bort kaptenen. Det tänkte de göra. Frågan var bara vem som skulle ta över. Kanonskytten dög nog inte till kapten.

Då ingrep Svartskägget. Med ett fruktansvärt slag slog han den uppstudsige kanonskytten upp i taket så att han aldrig reste sig mer. Detta var en kryssning, ropade han, som varit föga vinstgivande. Allt var bara elände, men det fanns oanade möjligheter att göra sig en verklig förmögenhet för dem alla om de tillsammans med honom ville jaga efter de verkligt värdefulla bytena. Det fanns ingen med avvikande mening. En omröstning hölls på stående fot. Svartskägget utsågs till kapten och den gamle sattes i arrest.

Sedan satte man ny kurs och Svartskäggets tur förde dem rakt på ett av de rikaste och mest sårbara skeppen i den jordiska flottan. Det gav sig efter bara ett skott. Det var väl lastat med livsmedel, som Svartskägget och hans män hade stort behov av, inte minst vin. Efter att den vanliga ransonen delats ut blev det en underbar orgie och den varade



länge och väl. Det dröjde innan någon var nykter nog att sköta skeppet, men inom mindre än en vecka tog man ännu ett skepp och sedan ännu ett. Sedan satte man kurs på Phobos.

Flera månader efter den dag de lämnade hamnen på Phobos, återvände de dit, delade upp rovet och skildes åt. Den gamle kaptenen fick packa ner sina tillhörigheter och ge sig av utan några fanfarer. Varenda man var tillräckligt förmögen för att slå sig till ro för resten av sitt liv, men de flesta spenderade sina andelar av bytet i en oavbruten serie av väldiga dryckeslag och tog sedan hyra igen. Nästan alla pirater kom från fattiga miljöer och de var notoriska slösare av det enkla skälet att de inte såg något annat sätt att utnyttja sitt byte. Så enkelt var det.

Så grundlades myten om Svartskägget. Snart ville alla pirater vara med honom. Han hade ju lyckan med sig.

När det gäller vinstgivande piratverksamhet och färgstarka kapten är det tvivelaktigt om någon tid kan konkurrera med asteroidernas. Piratnåsten frodades nästan överallt. Under någon tid hyste de tre största asteroiderna Ceres, Pallas och Vesta, alla över 500 kilometer i diameter, stora piratkolonier. På den största asteroiden, Ceres med en diameter på nästan tusen kilometer, mitt i leden från det yttre till det inre av solsystemet, finns de fortfarande kvar. Den tog över efter rymdstationen vid Venus, som mer eller mindre övergavs, när jordborna slutade skicka sina laster den vägen.

Ceres var så stor att den, till skillnad från de flesta asteroider, hade kunnat dra ihop

sig till ett klot. Inte många utom pirater vågade sig dit, för ångstrålar bröt rätt som det var ut från ytan. Ångan bildades antingen av värmen från solen som förångade isen under ytan, eller från en form av vulkanisk aktivitet, som tvingade ut vattnet från asteroidens varma inre.

Ceres släppte ut över tjugo ton vattenånga varje timme. Det kan låta mycket, men mängden var ändå liten för ett klot av sten, som mätte 950 km i diameter. Det viktiga var att här fanns vatten, som kunde delas upp i syre och väte med den urgamla MOXIE-tekniken, så att piraterna både kunde andas och driva sina rymdskepp.

Mellan asteroiderna förekom under en tid en livlig piratverksamhet. Kaptenerna på jordiska krigsskepp vägrade att jaga piraterna inne i de farliga labyrintherna. De nöjde sig istället med att konvojera lastskeppen med en kostnad av upp till tio procent av lastens värde. Denna utgift ovanpå de redan höga försäkringspremierna inskränkte ytterligare den lamslagna normala handeln.

Så utvecklad och vinstgivande blev piratverksamheten att affärsmän från både Jorden och Mars etablerade sig på marsmånen Phobos för att lättare kunna sälja förnödenheter till piraterna och köpa upp byte av dem. Bytet sändes till Jorden och Mars, där det avyttrades. De ofantliga vinster, som kunde göras genom handeln med piraterna, var en stark frestelse för många köpmän både på Jorden och Mars.

Det blev till och med vanligt att köpmännen skaffade sig andelar i piratskeppen. Plurimax hade till exempel inga skrupler, när han slog sig in i affärerna med sitt Interplanetära Kompani. Med hårdhänta metoder slog han under sig all handel i rymden. När Svartskäget blev borgmästare satte han emellertid punkt för sådant. I fortsättningen skulle handeln med Mars skötas av marsianer och helst gå genom honom. Det var ännu en orsak till att Plurimax hatade marsianerna.

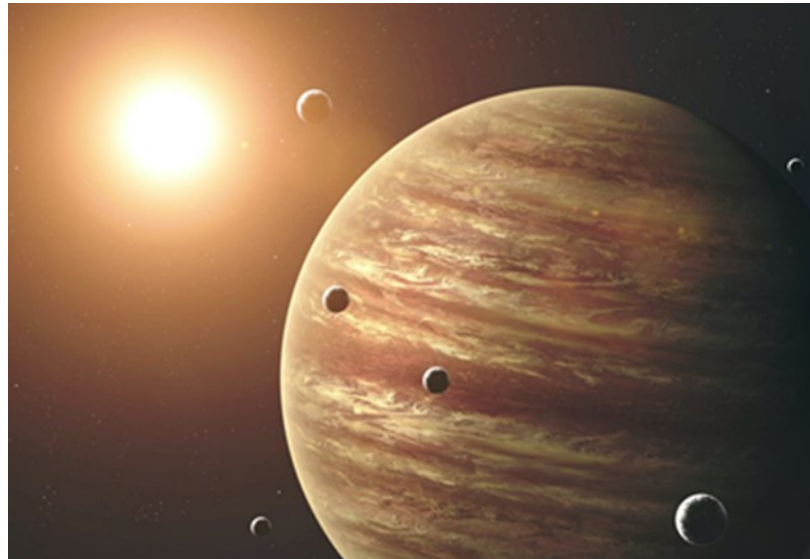
Men inget varar i evighet. När heliumet började ta slut på Månen eller smugglades till Mars bakom ryggen på Plurimax, så sökte han sig längre ut i solsystemet mot Jupiter och Saturnus. Där borde ju finnas stora möjligheter att hitta tungt helium, som kunde användas som fusionsbränsle i Jordens reaktorer.

Jupiter var den närmaste av de stora planeterna. Den ensam vägde mer än dubbelt så mycket som alla de andra planeterna tillsammans och bestod av 90% väte och 10% helium. Där fanns mer än nog av fusionsbränsle.

Jupiter var outgrundlig enligt Svartskäget. Den lät sig inte utforskas. Han talade om den som en levande varelse. I kärnan fanns väte, som pressats samman så hårt att det blivit flytande metalliskt. Den hade också moln av frusen ammoniak och gigantiska virvelstormar, som rörde sig över ytan. De såg ut som röda fläckar dubbelt så stora som Mars och kunde vara i hundratals år. Den rödaktiga färgen berodde på fosfor som drogs upp till ytan från planetens inre.

Tyvärr var gravitationen på Jupiter så stor, att det var mycket svårt att lyfta ut något därifrån. Flykthastigheten för att lämna Jupiter var 60 km/s mot Jordens 11 km/s. Dessutom var Jupiters magnetfält mycket kraftigt och fångade in laddade partiklar från stora avstånd. Strålningen i de inre delarna av Jupiters magnetosfär var så stark att den dödade en oskyddad människa omgående. Strålningen hade varit ett problem för alla expeditioner, som skickades dit.

Jupiters månar var en annan möjlighet. Jordborna försökte upprätta baser på den innersta månen Io. Därifrån ville man skumma av Jupiters atmosfär för att samla upp helium. När man skördade tungt helium fick man också stora mängder väte och vanligt helium, som kunde användas i atomdrivna rammotorer för att flyga ge-



nom planetens atmosfär. De måste förstås tåla det mycket höga trycket på Jupiter.

Men Io utsattes för starka tidvatteneffekter från Jupiter och dess månar, som rev och slet i den. Spänningarna gav en inre upphettning, som frigjordes på ytan och gjorde Io till en av de mest vulkaniskt aktiva kropparna i solsystemet. Vulkanerna spydde inte ut lava som på Jorden utan svavelföreningar. Io hade hela sjöar av flytande svavel. Strålningen var också så hög att man skulle behöva gräva ner sig mycket djupt. Det visade sig alldeles för besvärligt att upprätta en mänsklig bas där.

Nästa måne, Europa, hade en yta av is och där fanns sedan länge en vetenskaplig robotstation eftersom man trodde att det kunde finnas liv i vattnet under isen. Ännu hade man förstås inte hittat något, men robotarna fanns kvar. Men en värld av is var ju inte så lämplig för gruvor och Ganymedes och Callisto längre bort från Jupiter var ännu mindre attraktiva.

Varken Jupiter eller dess månar verkade alltså lämpliga för människor, möjligen för robotar, men de var svåra att styra från Jorden på grund av tidsförskjutningen. Därför fortsatte man längre ut mot Saturnus. Fördelen med Saturnus var att det var lättare att lyfta ut något därifrån. Flykthastigheten var 35 km/s, nästan hälften av Jupiters.

Saturnus var den sjätte planeten från Solen och den näst största i solsystemet. Även den var en så kallad gasjätte. Atmosfären bestod av väte, helium och små mängder

vatten, ammoniak och metan. Där fanns starka orkaner, som på Jupiter, och det uppstod vita moln på planeten då och då. Några fläckar, som på Jupiter, fanns inte, men däremot liknande ränder på ytan.

Själva planeten var ett stabilt roterande klot av väte delat i flera åtskilda skal. De yttre molnlagren bildade bara ett tunt skal, inte mer än 400 km tjockt och närmast ytan fanns ett tunt lager av vätgas. Detta övergick gradvis i en djup ocean av flytande väte, som också innehöll det eftertraktade heliumet.

Saturnus var den planet i solsystemet som hade flest månar, hela 82 stycken mot 79 på Jupiter. Jordborna försökte först sätta upp en koloni på månen Titan men det försöket måste avbrytas.

Titan var den största av Saturnus månar och något större än Merkurius med en diameter på ungefär 5150 km. Det var den enda månen, som hade atmosfär. Den var faktiskt mycket tätare än Jordens och bestod av kväve med en stor del metan, så kallad sumpgas. Den tjocka atmosfären dolde ytan helt. Temperaturen var bittert kall, allt för låg för att vatten skulle kunna finnas. Däremot fanns floder och sjöar av flytande metan och etan och regn av metan förekom. Kanske var det den ogästvänliga atmosfären, som gjorde att försöket avbröts, eller också var det för att Saturnus ringar var mer intressanta.

Jag kommer speciellt ihåg hur Svartskägget berättade om sina äventyr vid Saturnus. Den framträdde, sa han, med sina mångfärgade ringar och strimmiga gula yta med en väldighet som slog nykomlingen med häpnad. Ringarna på Saturnus är kanske det mest fantastiska naturfenomenen man kan få se i solsystemet. Jupiter, Uranus och Neptunus har också ringar men inte alls så som Saturnus.

Även om de typiska ringarna såg solida ut från Mars bestod de i verkligheten av oräkneliga partiklar av is och andra kometfragment. Partiklarnas storlek sträckte sig från ett sandkorn till flera meter och kanske upp till en kilometer. Ringarna var ytterst tunna, bara en kilometer, jämfört med diametern som var 250 000 km. Trots det imponerande utseendet så var det relativt lite material i ringarna. Minst 95 % var is och resten sten. Pressade man ihop allt till en enda kropp skulle den bara mäta 100 km.

Den främsta fördelen med en bas mellan Saturnus ringar var frånvaron av gravitation. Den andra var att det fanns mycket råmaterial att bygga av. Kolonier fanns redan på de små månarna Pan och Atlas. De låg i ytterkanten på den fjärde ringen inifrån, som var den mest massiva. Ändå var den väldigt tunn, bara upp till trettio meter tjock, men med en bredd på 14500 km.

Människor hade redan landat på både Pan och Atlas så de visste hur det gick till att flyga mellan ringarna. För att stanna i sin bana runt Saturnus måste stenarna ha en viss hastighet. Den lilla månen Pan drog till sig material och sopade liksom rent ett spår runt Saturnus, som kallades för Enckes delning. Från Pan kunde man se hur inneridan rörde sig framåt medan yttersidan gled bakåt. Men skillnaden i hastighet var bara ett par meter i timmen och ett rymdskepp kunde lätt manövrera i luckan.

Robotkolonier från Jorden var som sagt redan etablerade på Saturnus ringar och där fanns redan ett mindre antal människor. Planeten blev en praktiskt taget outtömlig källa av bränsle för fusionsenergin. Intelligent robotar fick sitt verkliga uppsving i samband med kolonisationen av Saturnus för att få tag i det dyrbara heliumet. Den skulle inte varit möjlig utan robotar eftersom förhållandena var för svåra för människor.

Det var marsianerna, som hade den mest avancerade robottekniken. De sålde robot-hjärnor till jordborna så att de kunde gräva



fram helium. Sedan stal de marsianska piraterna heliumet från dem.

Problemet för jordborna var ju att för att komma till Jorden så måste man passera asteroiderna och där fanns piraterna. De drog sig så småningom tillbaka till en bas på Ceres. Den hade ju redan länge använts som rastplats av pirater. Den var ett utomordentlig gömställe med sin skrovliga natur, men dess strategiska värde var att den låg mitt i asteroiderna. Strålningen från Solen var ett problem, som överallt annars i solsystemet utom på Jorden med dess täta atmosfär och magnetfält, men man lät robotar gräva ner alla anläggningar.

Det var här Svartskägget blev känd och fick sitt namn efter det uppseendeväckande skägg han lade sig till med, en flätad oljig kolsvart hårmassa som täckte nästan hela ansiktet och hängde ner på bröstet. Han var lika smutsig som hårig. Utdunstningarna av vin, svett och smusk kom nästan luften att virvla runt honom. Det enda som trädde fram var ett par sargade läderlappsöron, rödsprängda ögon, en krokig sönderslagen näsa och grova krökta läppar, som svullnade i hans vanligen berusade tillstånd. I kors över det breda bröstet hade han två kraftiga remmar, där laserpistoler satt instuckna.

Hans bedrifter var legendariska. Många skepp höll på att gå under när de drev mot månarnas vassa rev. Om ett lastskepp gled på ett sådant vimlade snart omgivningen av pirater. Han berättade hur han en gång upptäckte ett sådant byte, men i en stor solstorm slogs navigationsutrustningen ut och hans eget skepp gick på revet. Hela

besättningen omkom utom Svartskägget som lyckades överleva i sin rymddräkt tills han räddades av ett annat skepp.

Pan var den innersta av Saturnus månar och liknade en tjock skiva, 35 km tvärs över och 23 km tjock. Här blev Svartskägget en gång fångad i en fälla. Han låg förankrad vid månen då ett stort jordiskt krigsskepp lade sig utanför så att han inte kunde smyga sig iväg. Den jordiske kaptenen trodde att han hade gott om tid, men här hade han fel. Piraterna gled tyst in under hans skrov, tog sig in, dödade vakten och skrämde resten av besättningen till underkastelse.

En annan måne, Atlas, hade sin bana alldeles utanför Pan. Atlas var ännu mer oregelbunden än Pan och var omkring 40 km tvärs över och 19 km tjock. Det var här Svartskägget kapade Gigantica, som skulle bli hans flaggskepp. Gigantica var på 300 ton och kraftigt bestyckad med trettio kanoner. Hon var illa byggd från början men förbättrades efterhand sedan Svartskägget erövrade henne. Nästan alla piraternas skepp togs och byggdes om genom att armera dem och ändra om skrovet.

Atlas har en märklig form. Den har en mycket hög ås som sträcker sig runt hela ekvatorn. Svartskägget smög sig frsm i skydd av åsen och bogserade ut jordskeppet i rymden innan männen därinne upptäckte att deras skepp var kapat och att de var fångade i en fälla.

Ute i rymden öppnades dockningsporten och de fick erbjudande att ingå i piratbesättningen. Kaptenen var ingen annan än Ärransiktet, han som med Gigantica tog oss till Mars. Han erbjöds att förena sig med Svartskägget och när han till Svartskäggets häpnad accepterade övertog Svartskägget helt enkelt hans skepp och satte honom som styrman ombord med sig själv som kapten. Sedan var de oskiljaktiga tills Svartskägget drog sig tillbaka.

Under dess storhetstid fanns allting på Ceres. Den var den perfekta anfallsbasen. Asteroiderna låg ju mitt i rutterna från det yttre till det inre solsystemet. De tunga transportskeppen från yttre rymden måste passera genom asteroiderna och förbi piraterna på Ceres. När piratskeppets lastrum var fullt kunde de dra sig tillbaka till sin bas på Ceres. Skulle de räkna ut för ett krigskepp var det svårt att förfölja dem bland asteroiderna.

Det fanns ingen annan plats som förenade alla fördelar som skydd, närhet till avsättningsorten och flyktvägar. Även riskerna att förrådas var små. Belöningar för gripande av pirater var ständigt utlovade, men på Jorden var det ingen, som kunde göra anspråk på dem, och på Mars var man alltför beroende av piraterna för att bry sig.

Marsmånen Phobos, där vi ju mellanlandade på vår resa till Mars, förblev förstas piraternas huvudbas. På Ceres och Phobos kunde skeppen förtöjas och repareras. Utom i en särskilt utrustad hamn var detta en mycket besvärlig procedur, därför att skeppet måste göras fast i låg gravitation. Det var då hjälplöst och om en angripare råkade komma förbi, så hade han det och besättningen helt i sitt våld.

Men på Ceres och Phobos låg piraterna säkra bakom egna laserkanoner. Rengöring och reparationer kunde göras i lugn och ro, medan besättningen och kaptenerna tillbragte väntetiden på tavernorna och där verkade finnas en sådan för varje dussin pirater. Det var egentligen de enda riktiga byggnaderna.

Ceres styresman var en förfallen karl, som hade kommit med de första piraterna. Han svävade ständigt omkring i ett moln av vinångor. Alla pirater tilltalade honom skrattande som borgmästare. Han skötte sina egna affärer och lade sig inte i piraternas. Inga förhållningsregler fanns, främst därför att ingen pirat brydde sig om sådant. Skräp och avfall fick försvinna i rymdens vakuum.

Det var en oskriven lag att Ceres istället styrdes av den mest hårdföre av de piratkaptener, som för tillfället råkade finnas där. Han åtlyddes helt enkelt för att de andra föredrog att inte räkna ut för hans besättning. För övrigt gick var och en sin egen väg.

På Ceres hade Svartskägget sin bas. Här byggde han sitt observatorium. Det finns kvar än i dag. Därifrån kunde han övervaka ringarna runt Saturnus. Här höll han hov, avyttrade byte, förhörde aspiranter till sin nästa kryssning, planerade dess rutt och drack med sina gunstlingar bland vilka Ärransiktet nu var den främste.

De båda hade lycka med sig, kapade och terroriserade. Snart hade de mer än fyrahundra pirater under sig och en flotta av sex skepp. Svartskägget påstods ha tagit flera skepp, dödat flera män och samlat mer byte än någon annan inom sitt yrke. Han var berömd för sina snabba attacker. Han spillde inte bort någon tid utan svepte in mot lastskeppet och övermannade kaptenen och besättningen innan de fattade vad som hände dem. Från sina baser på Ceres och Phobos korsade han solsystemet och fyllde lastrummet på sitt skepp Gigantica med helium och sällsynta metaller, som marsianerna behövde för att överleva.

Men han var listig. Han dödade sällan sina fångar om de uppträdde undergivet. Istället inbjöds de att ingå i hans besättning med sitt skepp. Ryktet spred sig. Skepp som annars skulle ha försvarat sig föll i hans händer så gott som utan strid. Inom kort erkändes han som piratkaptenernas främste.

De skepp han inte behöll skickade han iväg sedan han först hade plundrat dem grundligt. Mindre baser överraskades togs över och användes som bränsle och vattende-påer.

Det måste ha varit en sorgesam tillställning när Svartskägget och hans pirater samlades till en avskedsceremoni. Han personifierade den lyckosamme piraten som arbetat sig upp från ingenting. Från skeppspojke hade han nått rykte och rikedom som ledare för en hel flotta. Utsikterna att göra det var inte stora. För att bli kapten måste en pirat visa sig hårdare och dristigare än många andra, men han måste också bli vald till kapten av besättningen. Han måste vinna och behålla deras förtroende.

Han och hans besättning hade haft en ytterligt givande tid. De kapade handelskepp mer eller mindre som de ville och fick av-

sättning för bytet. Det verkade inte finnas något skäl att inte detta skulle kunna fortgå i oändlighet. Men allting måste ha ett slut och i Ärransiktet ansåg han sig ha en värdig efterträdare. Till honom överlämnade han Gigantica, som han en gång tog från honom, och ledningen över sin flotta.

Jag kände mig smickrad över att det var just Ärransiktet, som han skickade till Jorden för att hämta oss. Det visade ju hur viktiga vi var. Fast det var förstås inte oss han var ute efter utan Candys databas, som Tertia ville ha för att rädda barnaföderskor från centrifugen. Kanske var det något mellan de två, tänkte jag. Det påstods vara en av Svartskäggets egenheter att han behandlade flickorna i hamnarna med större hänsyn än sina besättningsmän och oftast höll sig till en av dem under sina landpermissioner.

Piraterna var avogt stämda mot alla slags ceremonier. Svartskägget packade helt enkelt ner sina tillhörigheter, tog en sista överblick över Gigantica och gick in i luftslussen. Det sägs att han tog mer än femhundra skepp innan han drog sig tillbaka. Han blev glorifierad av talarna i alla städer på Mars, mest förstås i sin hemstad, och det blev, som vi har sett, grunden för hans politiska karriär. När vi anlände stod han på höjden av sin ryktbarhet. Hade de olika städerna kunnat enas om något så hade han säkert kunnat bli härskare över dem alla.

Han blev alltid glad att träffa sina gamla besättningsmän och visade slösande gästfrihet mot dem. På stadens bekostnad förstås. De talade om gamla minnen, om anblicken av solen ute i den tomma rymden, om känslan av frihet och oberoende därute, om sångerna när vinet delades ut, om spänningen när bytet kom i sikte. Han lånade gärna sina barskrapade besökare en hacka tills de hittade något arbete, hederligt eller ej, eller anställde dem i stadsförvaltningen om så krävdes. På så sätt skaffade han sig deras stöd och med piraterna bakom sig satt han säkert på sin post. De var trots allt populära. Piraterna var naturligtvis skurkar, rövare, människoplågåre och mördare men de hjälpte marsianerna att överleva på en planet, som på intet sätt var lämpad för mänskligt liv.