



BEVINGAT

Nr 6/2023

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Sjätte generationen sid 2



En nedskräpad måne sid 10



Vägar på månen sid 4

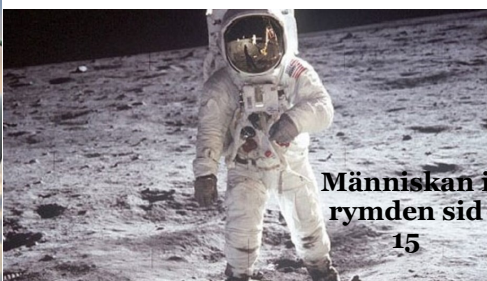


Miljövänliga motorer sid 12

Framtidens cockpit sid 5



Människan i
rymden sid
15



Varför så högt? sid 27



Tänk om någon stängde av
solen sid 6



Automatiska flygplan sid 8



Framtidens flygteknik sid 18



Motorvalet för Viggen
sid 28



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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>



Candy lämnar Mars
Sid 41

Bland nyheterna

Airbus seglar.....	30
Europeisk hypersonik	31
Nya rymdhamnar	32
Hur planeter bildas.....	33
Kraft från hönor.....	34
Ny Laika.....	35
Saab i Eurofighter.....	36
Rymdstationen 25 år.....	37
Nytt hybridplan.....	38
Nyheter från Innovair.....	39
Order till Heart Aerospace.....	40

Sjätte generationens stridsflygplan

Det amerikanska flygvapnet planerar att tilldela ett kontrakt för sin NGAD Next Generation Air Dominance-plattform 2024 för att ersätta F-22 Raptor. Flygvapnet började tidigt arbeta med experimentella prototyper av NGAD. Minst en NGAD-demonstrant har flugit och så många som tre demonstranter har testats. Det är det dyraste projektet någonsin. Varje bemannat NGAD-flygplan kommer att kosta hundratals miljoner dollar och cirka 200 är den tänkta flottans storlek.

[Aviation Week B-21 Raider: Designed For Low Risk](#)
[The Drive: F22 för att testa NGAD komponentteknologier](#)
[Defense News](#)
[The Drive: NGAD fighter performance](#)
[The Drive: Skunk Works](#)

Den futuristiska nästa generationens Air Dominance-stridsplattform som nu är på gång kommer sannolikt att vara ett av de mest komplexa vapenförvärven med högsta insatsen i det amerikanska flygvapnets historia.

Den sjätte generationens stridsflygplan förväntas innehålla ny teknik som sträcker sig från avancerade adaptiva motorer till autonoma drönare, som flyger längs vingarna. Om NGAD fungerar som man hoppas kan det visa sig vara kritiskt i ett potentiellt krig mot Kina.

I maj tog flygvapnet sitt viktigaste offentliga steg framåt hittills på NGAD när det meddelade att det hade skickat industrin en hemligstämplad begäran om ett teknik- och tillverkningsutvecklingskontrakt för det hemliga programmet. Flygvapnet sa också att det planerar att tilldela kontraktet 2024, med Lockheed Martin och Boeing som allmänt förväntas vara de två återstående anbudsgivarna. Flygvapnet hoppas ha NGAD i produktion i slutet av detta decennium.

Flygplanet skall ersätta F-22, som används för att testa NGAD-komponentteknik när det gäller kraftstruktur, men dess uppdrag skulle vara väsentligt annorlunda. Det bemannade NGAD-flygplanet optimeras för räckvidd, nyttolast och låg observerbarhet (stealth), inte extrem "fighter" manövrerbarhet. Dess uppdrag att slåss som en del av ett mycket integrerat, djupt penetrerande system över stora avstånd återspeglar dessa egenskaper. Sannolikt kommer det att vara i storleksklassen tung fighter / interceptor eller större. Nyligen avklassificerade amerikanska flygvapendokument understryker att man ser laserriktade energivapen för användning på stridsflygplan i defensiva och offensiva roller som en kärnförmåga inom ett bredare Next Generation Air Dominance-program.

Flygvapnet har upprepade gånger sagt att dess koncept för en NGAD-plattform inte exakt kommer att spegla ett traditionellt bemannat jaktplan som F-22 eller F-35. Det kommer istället att vara en "familj av system" som innehåller en bemannad flygplanskomponent samt samarbetande stridsflygplan. Ökad sensorkapacitet samt avancerade förmågor att ansluta till satelliter, andra flygplan eller andra tillgångar kan också vara en del av NGAD: s familj av system.

NGAD syftar till att utveckla flera nyckelteknologier inom områden som framdrivning, stealth, avancerade vapen, digital design (CAD-baserad teknik) och termisk hantering av flygplanets signatur. Det kommer att sitta som mittpunkten i NGAD-familjen av system, som inkluderar nya vapen, sensorer, nätverksarkitektur, motorteknik och framför allt en mängd mycket autonoma obemannade flygplan, inklusive Collaborative Combat Aircraft eller CCA. Det har också talats om laservapen om tillräckligt med energi kan genereras ombord på flygplanet.



Hittills har lite sagts om hur digital teknik bidrar till NGAD. Det här är inte första gången amerikanska flygvapnet tittar på en digital designrevolution för en ny generation flygplan. Under det senaste stora projektet, skolflygplanet T-7A Red Hawk, använde Boeing och Saab ett nytt sätt att designa och bygga flygplan. När tidigare fighters designades, skissades de ut på papper i två dimensioner. När de gick igenom den ena iterationen efter den andra, staplades dessa ark till pappersbuntar, som spårade varje steg i flygplanets utveckling. Men detta pappersberg ersattes av en ständigt utvecklande digital design. Under de kommande åren och till och med årtiondena kommer det att göra det lättare för NGAD att vidareutvecklas för att ligga före de hot som den kommer att möta.

NGAD: s framdrivningssystem blir det första helt nya militära framdrivningssystemet som digitalt designas och produceras. De företag som arbetar med Next Generation Adaptive Propulsion-systemet, eller NGAP, främst GE Aerospace och Pratt & Whitney tillsammans med Lockheed Martin, Boeing och Northrop Grumman, kan börja designa det i en helt digital 3D-miljö. Med tanke på att de sista stridsmotorerna, som designades för flygvapnet, skapades för årtionden sedan för F-35 och F-22, är detta ett nytt tillvägagångssätt. När det är dags att börja prototypa eller bygga motorerna, kan entreprenörerna skicka digitala 3D-ritningar till sina egna leverantörer för att göra komponenter, istället för att förlita sig på 2D-ritningar.

Vi vet att minst en NGAD-demonstrant har flugit i årtal och att så många som tre demonstranter sedan dess har testats. Mycket tyder på att det har skett ett val av bara två företag som kämpar om möjligheten att bygga det bemannade NGAD-flygplanet.

Lockheeds berömda Skunk Works avancerade projektavdelning har lagt upp en kryptisk planformritning av ett flygplan på Instagram. Flygplanet i fråga verkar vara en Next Generation Air Dominance (NGAD) -liknande bemannad taktisk flygplansdesign eller åtminstone på något sätt relaterad till den.

Den mystiska konturen ser väldigt mycket ut som vad vi har sett från flera entreprenörer, och särskilt Lockheed Martin, som en fiktiv bemannad NGAD-flygplansdesign. Den inkluderar en stor modifierad deltaliknande planform som saknar horisontella och vertikala stabilisatorer.

NGAD-fightern verkar vara en väldigt "slick" design, med en långsträckt blandad flygkroppss- och vingkonfiguration som saknar traditionella horisontella och vertikala stabilisatorer. Denna stjärtlösa konfiguration skulle till stor del bero på ansträngningen att maximera överlevnadsförmågan via låg observerbarhet (stealth) över ett brett radiofrekvensområde, men det borde också lämpa sig för aerodynamisk effektivitet.

Flygplanet skulle ersätta F-22 Raptor stealth fighter men dess uppdrag skulle vara avsevärt annorlunda. De bemannade NGAD-flygplanen kommer att vara optimerade för räckvidd, nyttolast och låg observerbarhet (stealth), inte extrem manövrerbarhet, men hur snabbt och högt NGAD-stridsflygplanet kommer att flyga är något som fortfarande är i total spekulaton.

Eftersom det kommer att behöva operera mot Kina över längre sträckor med en mycket större stridsradie än vad nuvarande amerikanska stridsflygplan besitter, så kommer förmågan att kryssa mycket effektivt att vara nyckeln med tanke på avstånden involverade i transitering till och från målområden.

Att kunna upprätthålla överljudsflygning utan användning av bränsleslukande och värmesignaturökande efterbrännkammare kan vara en oerhört fördelaktig förmåga. Detta skulle inte bara underlätta överlevnadsförmågan i vissa avseenden, utan ju snabbare den kan ta sig till den plats där den ska utföra sitt uppdrag och återvända, desto fler operationer kan den utföra. Detta gäller särskilt för en liten flygplansflotta. Man planerar för närvarande att skaffa bara 200 bemannade NGAD-flygplan.

Traditionellt sett skulle höghastighetsflyg förvandla det som är ett mycket smygande flygplan till ett osmygande på det alltmer kritiska infraröda spektrumet. Höga dragkraftsinställningar, särskilt användningen av efterbrännkammare, och huduppvärmning på grund av friktion med luften är ett stort problem för högre machtal.

Det är möjligt att avancerad materialvetenskap och termiska ledningssystem, såväl som beläggningar och motåtgärder, kan hjälpa till att "dölja" NGAD-jaktplanet från infraröd detektering eller på annat sätt dämpa dess termiska belastning även vid högre hastigheter där hudfriktion skulle öka jetplanets infraröda signatur. Lågobserverbara hudbehandlingar är inte heller kända för att vara hållbara vid hög värme under långvariga perioder. Det är här det kan hjälpa till om man kan eliminera behovet av efterbrännkammare om nästa generations motor är kapabel till det.

En annan av F-22:ans mest unika fördelar är de höjder som den kan arbeta på - över 60 000 fot. Detta är på gränsen till där en hel tryckdräkt skulle behövas för flygbesättningen. F-22 Raptor var idealiskt lämpad för att fånga upp och så småningom skjuta ner den kinesiska höghöjdsballongen tidigare i år och andra misstänkta farkoster som följde. Raptors kan hänga runt där uppe tack vare deras enorma kontrolltytor, höga dragkraft och speciellt konfigurerade F119-motorer, och särskilt deras dragkraftsvektorförmåga. Det är relativt säkert att påstå att NGAD kommer att ha liknande kapacitet.

Ändå, även för F-22, är manövrerbarheten mycket försämrad på dessa höjder. Att kunna flyga och manövrera på sådana höjder, speciellt utan F-22:ans gigantiska kontrolltytor, kommer sannolikt att kräva dragkraftsvektoring. Detta kan bli en del av NGAD-stridsflygplanet för att också öka dess förmåga att bättre manövrera överlag. Mycket av detta kommer att baseras på flygplanets motorer. Vi vet att ett stort åtagande pågår med flera entreprenörer som en del av det som kallas Next Generation Adaptive Propulsion-programmet, eller NGAP.

I augusti 2022 delade det amerikanska flygvapnet ut fem kontrakt till olika företag, vart och ett till ett värde av nästan 1 miljard dollar för att arbeta med NGAP. Boeing, Lockheed Martin och Northrop Grumman tilldelades sådana kontrakt. Alla tros ha varit med i kapplöpningen om att bygga NGAD-jaktplanet, åtminstone initialt, även om det kan ha ändrats. Dessutom tilldelades både Pratt & Whitney och General Electric kontrakt.

Denna ansträngning skulle kunna koppla ihop dessa flygplans-tillverkare med båda motortillverkarna för integration av deras individuella motorerbjudanden, vilket har varit fallet i tidigare tävlingar, såsom ATF och Joint Strike Fighter (JSF), även om det är spekulationer baserade på historiska prejudikat.

Denna NGAP-motorteknologi kommer att dra nytta av arbetet med Adaptive Engine Transition Program (AETP) som har utvecklats för att tillhandahålla ett ersättningsmotoralternativ för F-35. Dessa två motorer är General Electrics XA100 och Pratt & Whitneys XA101. En AETP-motor skulle kunna öka räckvidden för F-35A och C-varianterna med så mycket som 30 % och deras bränsleekonomi med mellan 20 % och 25 %, samt öka accelerationen markant, bland många andra fördelar, inklusive långt mer tillbehörs- och avionikkylningskapacitet.

Både XA100- och XA101-motorerna har en "tredje ström" av luftflöde, och de kan ändra sin flödeskonfiguration aktivt baserat på flygregimen för bättre prestanda och effektivitet. Behoven för F-35 och NGAD är dock markant olika, särskilt om hög höjd och ihållande höghastighetskryssning är designmål. En mycket anpassningsbar motor som kan fungera bra som turbofläkt på lägre höjder och som mer av en turbojet på högre höjder, skulle sannolikt vara ett nyckelmål. Dragkraftsvektorisering skulle lägga till ytterligare en kritisk integrationsutmaning om det verkligen är ett krav.

Flygvapnet vill ha det här planet i drift strax efter decenniumskiftet. Och insatserna är mycket höga. Detta kan mycket väl vara det sista bemannade avancerade jaktplanet som USAF köper och det kommer att sitta i centrum för NGAD-familjen.

Slutligen får vi inte glömma att marinen har sitt eget mycket liknande NGAD-program som också är ett bemannat taktiskt jaktplan som heter F/A-XX, som en del av ett liknande nästa generations luftstridsekosystem. Det finns inget som säger att den teoretiska designen vi ser inte representerar det också, eller fungerar för båda. Detaljer om detta flygplan, och hur långt programmet nått förblir begränsade. F/A-XX är en del av en större Navy Next-Generation Air Dominance (NGAD) insats, som inte ska förväxlas med flygvapnets initiativ med samma namn. Den förväntas ersätta F/A-18E/F Super Hornet, åtminstone delvis, och ett av dess kärnuppdrag kommer att vara som ledare för grupper av avancerade drönare, den kanske viktigaste nyheten i sjätte generationens stridsflygplan..

Hur man bygger vägar på månen

När astronauterna återvänder till månens yta kommer de förmodligen att köra mer bil än att gå, men för att hålla det böljande måndammet borta kommer de att behöva vägar. Ett ESA-projekt som rapporteras i *Nature Scientific Reports* testade hur man skapar trafiksäkra ytor genom att smälta simulerat måndamm med en kraftfull laser.

[How to make roads on the Moon](#)
[Paving the moon](#)

Med civilisationen kommer vägar, och det kommer att behövas särskilt på månen bara för att hålla dammet borta. Måndamm är ultrafint, slipande och klibbigt. Under Apollo-eran täppte damm till utrustning och eroderade rymddräkter.

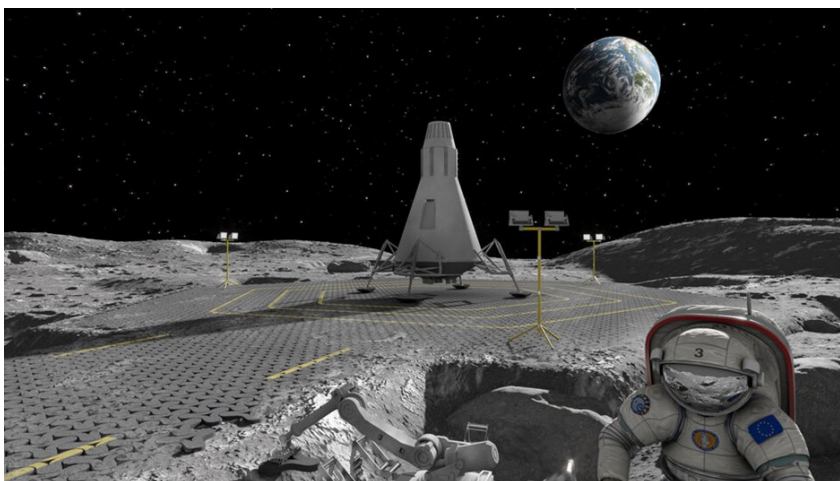
När Apollo 17:s månrover tappade sin bakskärm blev farkosten så täckt av uppkört damm att den hotade att överhettas, tills astronauterna improviserade fram en lösning med hjälp av återanvända månkartor. Sovjetunionens Lunokod 2-rover omkom mycket riktigt på grund av överhettning när dess kylare täcktes av damm.

Landaren Surveyor 3 sandblästrades med damm när månlandaren Apollo 12 landade cirka 180 meter bort. NASA:s nuvarande undersökningar tyder på att när månlandare landar kan de röra upp tonvis med stoft, vilket kan fastna på landarens ytor och täcka hela omgivningen av landningen.

Eftersom månen kan bli en hektisk byggarbetsplats vill man förhindra landare och rovers från att röra upp moln av förpestande måndamm. Vid låg gravitation skulle de slipande, elektrostatiskt laddade partiklarna sväva ovanför ytan och komma in i allt. Det kan orsaka mekanisk igensättning, elektriska faror och nedbrytning av rymddräkter.

Det mest praktiska svaret är att hålla dammet borta genom att asfaltera över aktivitetsområdena på månen, inklusive vägar och landningsplatser.

Smältning av regolit till kakel kan förhindra sådana dammbildningar. Idén att smälta sand för att göra vägar föreslogs först för jorden redan 1933. ESA:s projekt PAVER – Paving the road for large area sintring of regolith – undersökte genomförbarheten av samma tillvägagångssätt för att bygga vägar på månen, under ledning av Tysklands BAM Institute of Materials Research and Testing vid Aalen University i Tyskland, LIQUIFER Systems Group i Österrike och Tysklands Clausthal University of Technology, med stöd från Institutet för materialfysik i rymden vid German Aerospace Center. DLR.



Målet med det ESA-finansierade experimentet, som utfördes av tretton forskare, var att ta de första små stegen mot att en dag montera en solkoncentrator på månen för att smälta regolit till två typer av infrastruktur: landnings- och uppskjutningsrampor och vägar.

För att utveckla tekniken behövde man bestämma vilken ljusintensitet och strålbredd som bäst smälter regolit och sedan formulera regler för vilken typ av former som kunde skapas. I början av 2022 påbörjade åtta månaders experiment i ett labb vid Tekniska universitetet i Clausthal, söder om Hannover, Tyskland. En ESA-utvecklad månregolitsimulator hålls i en brickformad degel. Forskarna hade varken rover, lins eller tillgång till atmosfärsfritt solljus, så de valde att flytta degeln under en koldioxidlaser som avfyrades med olika effektnivåer och strålbredder.

PAVER-konsortiet använde sig av en koldioxidlaser på 12 kilowatt för att smälta simulerat måndamm till en glasartad fast yta, som ett sätt att konstruera asfalterade ytor på månen. Lasern fungerar som en ljuskälla för experiment, för att ersätta månens solljus som skulle kunna koncentreras med hjälp av en Fresnel-lins ett par meter tvärs över för att producera motsvarande smältning på månens yta.

Den bästa smältprestandan uppnåddes

vid en lasereffektnivå på 3 kilowatt med en strålbredd på 45 millimeter. Det beräknades att en Fresnel-lins med en yta på 2,4 meter skulle vara bäst, med tanke på att dess tunna, koncentrisk, ringformiga sektioner kan fokusera ljus med mindre material än ett konventionellt objektiv.

En laserstråle med en diameter på 45 mm producerar triangulära, ihåliga geometriskt former med en diameter på cirka 20 cm. Dessa skulle kunna kopplas samman för att skapa fasta ytor över stora områden av månen, som skulle kunna fungera som vägar eller landningsplattor.

Det resulterande materialet är glasliknande och sprött, men kommer främst att utsättas för nedåtriktade tryckkrafter. Ett enda smältskikt är cirka 18 mm djupt. Byggda konstruktioner och vägar kan bestå av flera lager, beroende på vilka lastkrafter som krävs. Till en början provades att överlappa ett nytt laserspår något med kanten på ett tidigare, men det resulterade i att det äldre spåret sprack. Så småningom drogs slutsatsen att en triangulär form, hålad i mitten, undvek sprickbildning samtidigt som den tillät tät sammanflätning. Man uppskattade att en 100 kvadratmeter stor landningsplatta med en tjocklek på 2 cm av tät material kan byggas på 115 dagar.

Framtidens cockpit

En stridspilot som reste genom tiden från en Sopwith Camel-cockpit till en Eurofighter Typhoon skulle märka grundläggande likheter i layout och kontroller. Men skulle detsamma gälla om han reste in i framtiden? Nu studeras framtida snabba cockpitteknologier för förbättrad stridseffektivitet genom avancerade gränssnitt mellan människa och maskin och ökad automatisering.

[Future cockpits - flying with the blink of an eye](#)

Programmet Tempest, eller Future Combat Air System FCAS, innehåller ett stort fokus på framtida cockpitteknik. Alla flygplan inom FCAS kommer att generera mer data från kraftfullare sensorer än dagens mest avancerade fighter F-35. Det kommer sannolikt att ställa större krav på piloterna genom högre prestanda och kräva att de arbetar inom ett team bestående av bemannade och obemannade agenter, kanske samtidigt som de kontrollerar en eller flera av de senare.

Pilotöverbelastning från tillgången till ökad data- och sensorkapacitet är ett verkligt hot. Att förenkla dataförsörjningen är en viktig faktor för Human Machine Interface (HMI) som är integrerad i alla framtida cockpitdisplay- och kontrollsystem. Ny HMI-teknik för cockpit syftar till att göra det möjligt för piloter att se data genom förbättrade hjälmmonterade displaysystem (HMD) för heads-up-visning och en stor area display (LAD) för ökad skärmfunktionalitet och anpassning, samtidigt som de erbjuder förbättrade metoder för skärminteraktion.

Nästa generations flygplan kommer sannolikt också att innehålla förbättrade autonoma förmågor, drivna genom en intelligent agent genom artificiell intelligens. Ett system som kan avgöra vilken information som är värdefull och hur den ska presenteras i en hanterbar form med hänsyn till det operativa sammanhanget bör bidra till att minska bördan för den mänskliga operatören, förutsatt att det finns förtroende för systemet.

Eftersom ett sjätte generationens flygplan sannolikt kommer att ha förbättrad autonom kapacitet, kan haptiska kroppssignaler t ex genom beröring ge ytterligare rumsliga signaler för att ge operatören uppmärksamhets- och varningsindikatorer. Haptiska signaler kan också programmeras för att aktivera ett visst antal sensorkombinationer med olika intensiteter.

BAE Systems har använt haptiska spelvästar i tidiga bedömningar för att avgöra hur dessa nya sensoriska ingångar kan förbättra pilotförmågan. Kroppshaptiska signaler kan ha potential att varna piloten för att förbereda sig för plötsliga förändringar i g-kraft, till exempel, som sannolikt används tillsammans med traditionella metoder i en multimodal matris för att förbättra reaktions- och svarstider snarare än att lägga till arbetsbelastning som en fristående ytterligare inmatning.

Eyetracking är en annan teknik som lovar närmare integration mellan människa och maskin. Eyetracking fångar en mängd olika mätvärden, inklusive blickdata, pupillutvidgning och blinkfrekvens, i realtid. Deras analys kan härleda mänskliga kognitiva, känslomässiga och fysiologiska tillstånd, inklusive mental arbetsbelastning och trötthet. Eyetracking kan också användas som en HMI-inmatningsmetod, vilket möjliggör markörkontroll genom val av blickpunkt.

Användningen av en dedikerad knapp som kan integreras på ett HOTAS-system (Hands On Throttle And Stick) kan användas som en enkel, pålitlig metod för att stödja ögonbaserad inmat-



ning. Tekniska framsteg görs för att säkerställa tillförlitlig spårning under höga omgivande ljusförhållanden, inklusive arbete utomhus i direkt solljus, vilket har varit en begränsande faktor.

Arbete som pågår i Australien, Storbritannien, USA och på andra håll utforskar koncept för blandade formationer med autonoma eller fjärrstyrda flygplan som flyger som "lojala vingmän" tillsammans med bemannade stridsflygplan. Under tiden inkluderar Boeings T-7A Red Hawk träningsystem för studenter och instruktörer som besätter avancerade simulatorer på marken för att "flyga" tillsammans med flygplan i den verkliga världen och Sikorsky har flugit försök med en mänsklig pilot som flyger tillsammans med en virtuell kollega.

Finns det plats i framtida snabba jetcockpits för ett sådant virtuellt baksäte? Ett sådant koncept kan ge viktiga fördelar, inklusive att minska plattformens storlek och vikt och arbetsbelastningen för en enda operatör. Starka kommunikationskanaler mellan operatörer skulle behövas för att ett partnerskap med besättningar på distans ska fungera framgångsrikt, tillsammans med en tydlig rollfördelning för att förhindra förvirring eller att viktiga uppgifter missas. Effektiva utbildnings- och driftsförfaranden skulle också vara avgörande. Den virtuella besättningsmedlemmen kan visas som en avatar som kan anpassas till utseende och röst för att förbättra interaktionen.

Konceptet "loyal wingman" väcker frågor om AI, kontroll och ökad arbetsbelastning i cockpit. Det är lätt att förbise värdet av diskussioner mellan piloter i en taktisk formation, var och en med en unik synvinkel och olika erfarenheter. Hur passar en virtuell loyal wingman in i detta scenario och hur kan det kontrolleras?

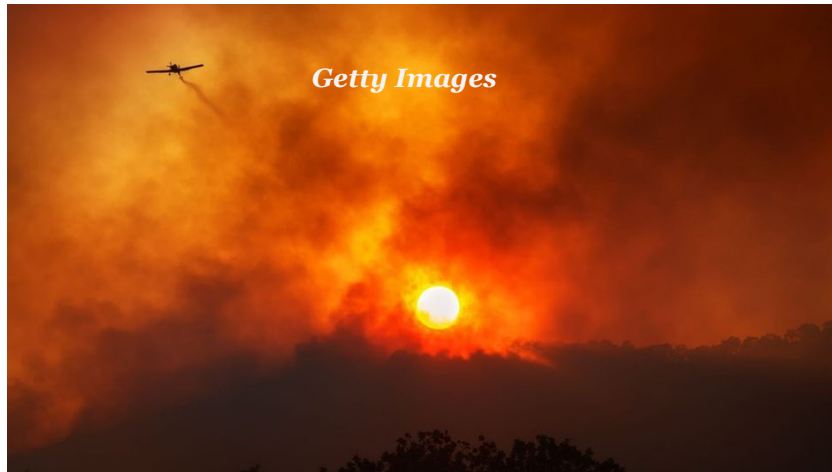
Begreppet ökad autonomi i cockpit väcker viktiga frågor. Är autonomins roll helt enkelt att avlasta piloten? Förbättrar det uppdagsförmågan utöver pilotens förmåga? Avlastar den uppgifter och lämnar piloter med kapacitet för andra? Och eftersom autonomi innebär AI och AI bygger på erfarenhet, vilka är de grundläggande utgångspunkterna? Hur som helst så kommer framtiden säkert att innebära mer avancerade gränssnitt mellan människa och maskin.

Tänk om någon stängde av solen

Vad skulle hända om klimatförändringarna blev så intensiva att ett land bröt mot internationella protokoll för att skydda sin befolkning? I fiktionen har det scenariot redan utspelat sig. Kim Stanley Robinsons roman "Ministry for the Future" från 2020 inleds med en katastrofal värmebölja i Indien som utlöser en klimatkatastrof av oöverträffad omfattning. 20 miljoner människor dör när extrema temperaturer skördar fruktansvärda offer. Ovilliga att låta ett sådant hot återkomma bestämmer sig landets ledare för att vidta drastiska åtgärder: genom att ensidigt fördunkla solen.

[Vad skulle hända om en skurknation fördunklade solen?](#)

[Solar geoengineering is becoming a respectable idea - The ...](#)



Dag efter dag i sju månader pumpar flottor av indiska flygplan enorma plymer av aerosoler upp i stratosfären. Därifrån sprider sig blandningen av svaveldioxid och andra kemiska partiklar långsamt över norra halvklotet och så småningom överallt.

Genom att reflektera solljuset tillbaka ut i rymden fungerar partiklarna som ett planetparasoll, vilket efterliknar effekten av storskaliga vulkanutbrott. Himlen blir vitare, solnedgångarna rödare och planeten svalnar. Det sänker också den globala temperaturen med en grad under tre år.

I den verkliga världen är tanken på att en sådan deus ex machina-teknik någonsin skulle kunna användas på ett säkert sätt fortfarande mycket spekulativ, med många risker och okända faktorer.

I januari i år undertecknade mer än 440 forskare ett öppet brev där de krävde ett icke-användningsavtal för så kallad solgeoengineering. De hävdar att sideeffekterna är oförutsägbara och att dess avkylande effekt kan skapa en "moralisk risk" genom att minska trycket på ansträngningarna att minska de underliggande CO₂-utsläppen. Ett planerat fälttest över Sverige 2021 ställdes in i kölvattnet av invändningarna.

Andreas Malm, docent i humanekologi vid Lunds universitet och författare till "How to Blow Up a Pipeline", håller med.

Utan extra incitament för att minska koldioxidutsläppen befarar Malm att världen skulle vara alltför frestad att helt enkelt skjuta upp utsläppsminskningarna.

Men metoden kan ha effekt. När en solförmörkelse passerade över Indien 2020 fann forskarna att den påverkade vädret i åtta städer. Förutom en tillfällig kyleffekt på grund av en kraftig minskning av solinstrålningen sjönk vindhastigheterna och luftfuktigheten steg. Minskningen av solljuset innebar också mindre markozon, en luftförorening.

I USA rekommenderade National Academies of Sciences, Engineering and Medicine därför förra året ett nationellt forskningsprogram om Solar Radiation Modification (SRM), som tekniken också kallas. Och i den privata sektorn flödar pengar från amerikanska teknikjättar och miljardärer till vidare utredningar.

Och det höjs allt fler röster för en tydligare internationell samsyn om regler – åt det ena eller andra hållet. FN:s miljöprogram har noterat en "brist på data" om effekterna, och EU har uppmanat till internationella samtal om dess risker.

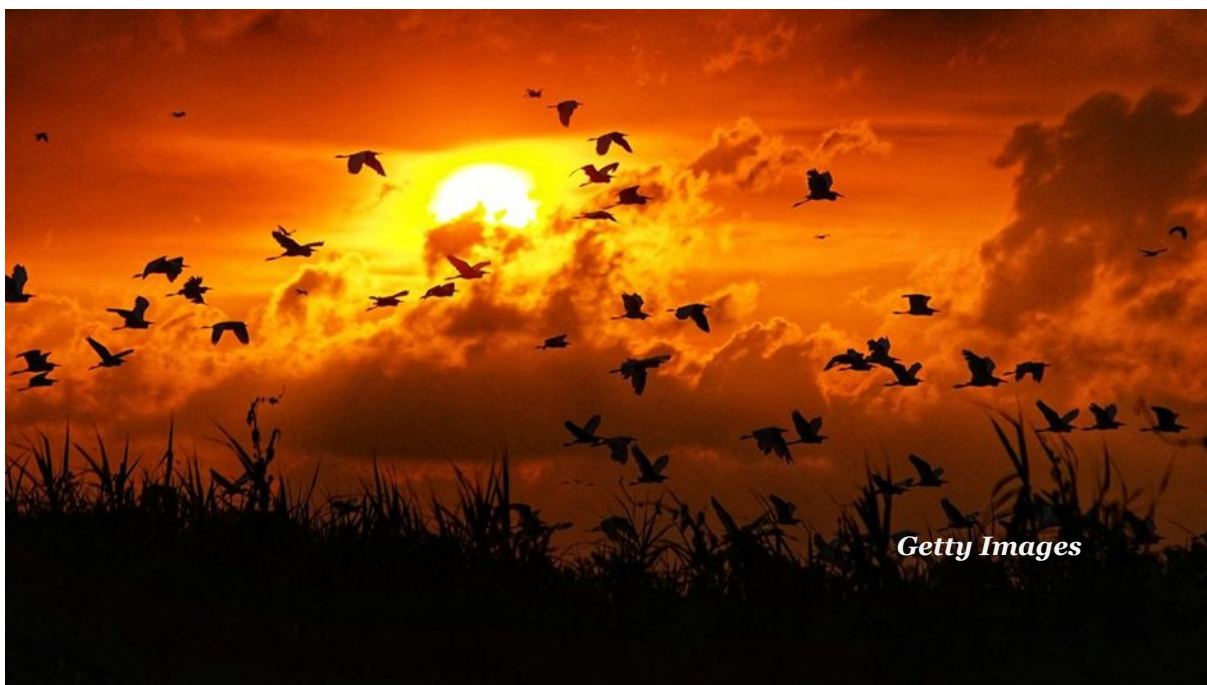
Alternativa metoder för solar geoengineering konkurrerar nu om sin plats i ramp-ljuset, från marina moln som gör att aerosoler från havssalt förs in i lågt liggande moln för att öka deras reflektionsförmåga till förtunning av cirrusmoln (som injice-

rar iskärnor i höga moln, vilket förkortar deras livslängd och gör det möjligt för mer värme att fly ut i rymden).

Men aerosolinjektion av stratosfäriskt sulfat med flygplan är fortfarande det bäst studerade förslaget för global påverkan. Tekniken skulle potentiellt kunna sänka temperaturerna i snabb takt och med relativt låg finansiering. En uppskattning från 2013 likställer startkostnader med "priset för en Hollywood-blockbuster". En nyare beräkning av driftskostnaderna uppgår till cirka 18 miljarder dollar.

Forskningen föreslår en mycket långsammare upptrappning, utplacering och nedgång än i Robinsons roman. En artikel rekommenderar att om stratosfäriska injektioner börjar runt 2030, bör de nå sin topp 50 år senare innan de avtar under två århundraden. En annan studie har injektioner som börjar 2035 och pågår åtminstone fram till 2100. En annan uppskattar en varaktighet på 245-315 år.

Partiklar faller tillbaka till jorden efter cirka 12 månader, så en för kort drifttid kan bara ge minimal kyleffekt. Men om längre utsläpp slutar alltför abrupt kan det också leda till en "avslutningschock", vilket leder till förödande uppdämd uppvärmning från utsläpp vars effekter bara har maskerats och inte tagits bort.



Stratosfärisk aerosolinjektion skulle kräva en flotta av flera hundra stora höghöjdsjetplan av ett slag som för närvarande inte existerar. Dessa specialplan skulle tillsammans behöva släppa ut miljontals ton kemikalier på en höjd av ungefär 20 km.

Det skulle inte heller vara möjligt för Indien att ensamt skapa den typ av global nedkylning som Robinsons roman föreställer sig. Om aerosoler släpptes ut över norra Indien skulle planetens rotation sprida dem till en ring runt jorden, varifrån ett atmosfäriskt system som kallas Brewer Dobson-cirkulationen skulle transportera dem till Nordpolen, där de skulle sjunka ner och direkt kyla ner norra halvklotet. En motsvarande utplacering på södra halvklotet skulle då också vara nödvändig för att försöka motverka den resulterande omfördelningen av vädersystemen.

Bortsett från möjligheten att det kan bromsa ansträngningarna för att minska utsläppen, finns det också många andra miljöfaror som kan bli resultatet. Kan forskarna förutse vilka dessa miljökonsekvenser kan bli?

Hittills har modeller och simuleringar visat att stratosfärisk aerosolinjektion kan påverka allt från jetströmmens position till att orsaka regional torka. En studie har noterat en potential för förlängd arktisk sommarförlust

av havsis, medan en annan pekar på en "betydande minskning" av monsun nederbörden. Och även om de används konsekvent kan grödorna fortfarande drabbas.

En av de mest potentiella följdeffekterna är skador på atmosfärens skyddande ozonskikt. I en UNEP-rapport från 2022 om dess utarmning noterades "brister" i modelleringen av solenergens inverkan. Tekniken skulle inte heller göra något för att stoppa stigande CO₂-koncentrationer från att försura haven.

Hur illa kan sådana biverkningar vara? Olika egenskaper hos olika aerosoler (sulfat, sot, organiskt kol och metaller) har alla olika effekter. Liksom hur högt, var, när och i vilken volym ämnena frigörs.

Som ovanstående antyder är inte alla solar geoengineerings effekter jämnt fördelade. Vad som kan vara välkommet som lägre nederbörd på en plats kan innebära katastrofal torka på en annan. Tekniken kräver styrsystem som är mycket mer sofistikerade än något som någonsin har funnits och som skulle behöva fungera under århundraden eller årtusenden – ett omöjligt krav.

Men det här året kommer med största sannolikhet att bli det varmaste som någonsin uppmäts. Berkeley Earth, en amerikansk forskargrupp, ser en mer än 90-procentig chans att 2023 års medeltemperatur överstiger 1,5 °C över förindustriella

nivåer – vilket gör det första året varmare än det lägre av de två temperaturmålen i Parisavtalet.

Människor gör redan något liknande genom att bränna fossila bränslen som innehåller svavel, till exempel kol eller den tunga eldningsolja som driver stora fartyg. Eftersom dessa utsläpp sker nära marknivå fångas de resulterande partiklarna i troposfären, det lägsta lagret i atmosfären. Människlighetens utsläpp har en kylande effekt på planeten på kanske några tiondels grader Celsius. Men de är också giftiga och tros orsaka hundratusentals dödsfall varje år.

Eftersom risken för att överskrida 1,5-gradersgränsen fortfarande blir allt högre (men ännu inte oundviklig), kommer alla möjliga medel att behövas för att dra ner CO₂ från atmosfären. Vi kanske måste prova olika metoder grupperade under ordet 'geoengineering' för att kyla ner saker och ting om vi kan, medan utfasningen av fossila bränslen fortskrider.

Automatiska flygplan

I motsats till vad vissa passagerare tror är moderna flygplan inte tillåtna eller utrustade för att resa från gate till gate helt på egen hand. Deras automatiseringsprogramvara fungerar bra under kryssning och landning, men den kan inte taxa flygplanet eller lära sig eller tänka igenom en kris som en mänsklig pilot kan. Vad skulle krävas för att komma dit?

[The elusive fully autonomous airliner](#)

[No Pilot, No Problem? Here's How Soon Self-Flying ...](#)

Idag arbetar piloter av passagerarflygplan i en hybridvärld av handflygning och automatisering. En liten kader av datavetare i USA och utomlands försöker utveckla programvara så sofistikerad och dynamisk att passagerarflygplan kanske bara behöver en enda pilot ombord, och kanske en dag, ingen pilot alls.

Dagens automatiserade funktioner är samtidigt kraftfulla och begränsade. Under vissa omständigheter kan autopilot och autolandprogramvara flyga flygplanet bättre än en människa kan.

Under dåliga väderförhållanden då sikten är under en viss tröskel och molntaket är mindre än 200 fot, måste piloterna använda autolandare. Å andra sidan är dagens automatisering inte tillräckligt smart, medveten eller tillräckligt tillförlitlig för att svara på alla typer av problem, som kan uppstå under en flygning, eller för att förutse pilotfel långt i förväg.

Hur gör vi autonoma flygsystem intelligenta nog att förstå att något är fel även om de relevanta sensorerna ger normala avläsningar? Det är idag ganska genomförbart att använda de för närvarande tillgängliga framstegen inom teknik, särskilt AI, för att designa, utveckla och träna fullt kapabla autonoma flygsystem som bokstavligen kan ta över och landa säkert om piloten inte längre kan av någon anledning.

Automatisering kan göra mycket, men ju mer det gör, desto mindre transparent blir det. Och desto svårare blir det att hålla piloten informerad när automatiseringen misslyckas och piloten måste ta över.

Datavetenskaparna utvecklar artificiellt intelligent programvara, som en dag kan vara tillräckligt sofistikerad för att reagera på sin miljö, anpassa sig och reagera på nya situationer. Istället för att programmeras att göra X som svar på inmatning Y, skulle en eller flera algoritmer lära sig att fungera korrekt genom att ta in ett stort antal exempel rika på komplexitet. Resultatet skulle bli nya svar som ingen programmerare kunde skriva.



University College London, har utvecklat sin kandidat, Intelligent Autopilot System IAS, sedan 2016. De tränade programvaran genom att ansluta den till en Boeing 787-flygsimulator, som flögs av professionella piloter, som efterliknade en flygning från Heathrow International Airport i London. Inuti fanns lager av sammankopplade "noder" som fungerade analogt med neuronerna i våra hjärnor. Programvaran tog emot pilotkontrollåtgärder från simulatoren, liksom flyghastighet, höjd, attityd, position, bland andra faktorer via dess ingångsnoder. Varje bit information representerades av en indatanod och multiplicerades med en numerisk vikt innan den skickades till en utgångsnod. Programvaran justerade kontinuerligt vikterna baserat på resultatet av kommandon, som skickades till de simulerade flygkontrollerna via utgångsnoder, och lärde sig gradvis vilka resultat som var säkra.

Efter denna utbildning löste IAS nya situationer, som den aldrig hade presenterats för i simulatoren. Det inkluderade att utföra säkra landningar under unika, extrema väderförhållanden. I ett scenario som simulerade en slutlig inflygning och landning höll IAS flygplanet på den perfekta glidslutningen bland sidvindar på 50 till 70 knop.

IAS skulle kunna installeras utan större omkonstruktioner av cockpits, vilket i huvudsak ersätter befintlig autopilotprogramvara.

Airbus och Boeing har tidigare sagt att de undersöker AI-baserad automatisering för framtida flygplan. Boeing har en applikation på ett helelektriskt autonomt flygplan som de kallar Wisk. Airbus genomförde flera autonoma taxi-, start- och landningsdemonstrationer ILS i slutet av 2019 och första halvåret 2020 i Frankrike med en modifierad Airbus A350-1000 och en säkerhetsbesättning ombord. Kameror på flygplanet avbildade terrängen framför och "inbyggd bildigenkänningsteknik" identifierade funktioner för att "se" landningsbanan, enligt Airbus, vilket eliminerar behovet av ILS-signaler. Airbus tränade programvaran under två år genom att genomföra hundratals piloterade testflygningar för att samla in bilder och video "för att stödja och finjustera algoritmer."

På Toulouse flygplats, nära Airbus huvudkontor i sydvästra Frankrike, testar tillverkaren en uppsättning pilotassistans-tekniker i en demonstrator som de kallar DragonFly. På samma sätt som riktiga trollsländor kan känna igen landmärken under flygning använder flygplanets system artificiell intelligens och sensorer på utsidan av planet för att "se" funktioner i landskapet och på ett säkert sätt manövrera autonomt i sin omgivning. Hittills omfattar funktionerna automatisk nöd-omdirigering vid kryssning, automatisk landning och taxiassistans.

På regleringsområdet är entreprenörer som arbetar för Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet, som fastställer besättningskrav för flygplan i europeiskt luftrum, mitt i ett forskningsprogram för att bedöma möjligheten att minska storleken på flygbesättningar för kommersiella passagerarflygningar.

EASA-projektet, som inleddes 2022, fokuserade inledningsvis på konceptet med utökad minimibesättningsverksamhet, där två piloter skulle vara vid kontrollerna för start och landning, och sedan under kryssningsfasen skulle bara en behöva vara vid kontrollerna.

EASA tog också upp en ännu djärvare möjlighet: att bara kräva en pilot ombord på flygplanet någon gång på 2030-talet. EASA har sedan dess backat från tidslinjen för sådana enpilotsoperationer och säger nu att det inte finns någon tidslinje. När det gäller den utökade minimibesättningsverksamheten hade EASA riktat in sig på detta för 2025 som en föregångare till end-to-end-enpilotsoperationer, men byrån har också backat från den tidslinjen.

För närvarande är den amerikanska flygsäkerhetsmyndigheten FAA: s riktlinje för att bestämma tillförlitligheten hos kritisk flygprogramvara, DO-178C-standard, inte utformad för att hantera neurala nätverk som är icke-deterministiska, vilket innebär att de reagerar annorlunda på samma situation vid olika tidpunkter.

Att göra det ekonomiskt lönsamt är ännu en annan sak. En prestandabaserad standard för AI-flygdatorer kan vara mer som ett körkortstest, där datorn flyger ett antal kilometer och utför vissa standardmanövrer för att visa tillförlitlighet. Att certifiera sådan teknik annars kan kräva extrem teknik, till exempel guldpläterade komponenter, vilket kan göra hela företaget för dyrt för att vara värt det.

Försäkringsbolag kommer också att vilja se till att de kan kvantifiera risken med autonom flygteknik. Dessutom finns det pilotfack som inte gillar tanken på att minska antalet piloter ombord. Och det finns piloter själva, som inser att teknikens marsch kan vara oundviklig, men ändå oroar sig för risker på vägen.

På grund av automatiseringen har vi sett en försämring av situationsmedvetenheten bland piloter och en försämring av manuella flygkunskaper. Ju bättre automatisering, desto mindre manuell flygtid



PIPISTREL AND TEXTRON

får piloter och desto mindre redo är de att hantera en nödsituation utan automatisering - och detta är ironiskt nog drivkraften för ännu mer automatisering. På samma sätt är den nuvarande automatiseringsnivån tillräckligt bra för att göra det svårt för piloter att hålla sina färdigheter uppe men inte tillräckligt bra för att göra piloter föråldrade.

Automatisering kan göra mycket. Men ju mer det gör, desto mindre transparent blir det. Och desto svårare blir det att hålla piloten informerad när automatiseringen misslyckas och piloten måste ta över.

Adaptiv automatisering är interaktiv med piloten, nästan som en andrepilot. En sådan autopilot kan vidta oberoende åtgärder samtidigt som piloten hålls informerad, ge rekommendationer till piloten eller göra båda.

Någonstans blir säkert AI tillräckligt kraftfull för att ta över efter piloter helt, även om tillsynsmyndigheter, och kanske samhället, under en tid fortfarande kan kräva en mänsklig pilot i cockpiten eller kanske i en markkontrollstation, liknande hur den amerikanska militären och underrättelsetjänsten flyger drönare.

Alla sådana förändringar kommer sannolikt att ses i fraktflygverksamheten först ledda av företag som Xwing, en startup i norra Kalifornien. De tog ett befintligt Cessna-flygplan, som är det mest använda expresslastflygplanet, och har modifierat det för att konvertera det till ett fjärrövervakat plan.

Under de senaste åren har Xwing kört automatiserade testuppdag, främst i Kalifornien. En färdplan lämnas in, precis som om det vore en mänsklig pilot, och flygningens parametrar förprogrammeras före start. När tekniken är certifierad planerar Xwing att introducera och driva dessa fordon i slutet av 2025 och sedan

göra den tillgänglig för andra operatörer.

Det är lättare att experimentera med enpilots- eller ingenpilotsoperationer när de enda passagerarna är kartonger som reser över ett hav. PiPistrels autonoma plan har mycket utrymme för last, men ingen cockpit för en pilot.

Det kommer att bli mycket svårare att övertyga 300, 400, 500 personer att gå på ett flygplan utan pilot. För sex år sedan uppskattade en rapport från den schweiziska banken UBS att autonoma flygplan skulle kunna spara flygtransportindustrin mer än 35 miljarder dollar per år. Ändå flaggade samma rapport för ett problem med allmänhetens uppfattning. En global undersökning från 2017 visade att en majoritet av människor skulle vara ovilliga att flyga i ett plan utan pilot, även om flygbiljetten var billigare. Året därpå visade en offentlig undersökning från Ipsos att 81 % av amerikanerna inte skulle känna sig bekväma med att resa med ett självflygande plan.

Förespråkarna påpekar samtidigt att bland de första att gynnas av självstyrande flygplan kommer att vara människor, som bor på landsbygden långt från de stora flygplatserna. En av anledningarna till att regionala flygplatser tappar kommersiell trafik idag är ju att det finns en betydande pilotbrist.

Självstyrande flygplan kommer nog på ett eller annat sätt. Om man lär sig något av historien så är det att tekniken går vidare, och vi kan inte stoppa den. För ett decennium sedan var det till stor del spekulativt. Men i dag tror många inom flygindustrin att små, självstyrande flygplan kan transportera passagerare i slutet av detta decennium. Sedan, om inga större säkerhetsincidenter inträffar, kan det ta så lite som ytterligare ett decennium innan större passagerarflygplan fungerar utan pilot på flygdäcket.

En nedskräpad måne

Även om historien om mänsklighetens resa till månen är väldokumenterad, är efterdyningarna av dessa månresor, särskilt det som lämnades kvar på månens yta, en mindre känd historia. Medan länder har tävlat om att placera sina flaggor på månen, har också ett arv av skräp lämnats kvar. Enligt NASA har människor lämnat cirka 225 ton sopor på månen. Hittills har det bara varit nio bemannade månfärder, men har mänskligheten redan börjat förorena sin närmaste himmelska granne?

[AeroTime https://www.aerotime.aero/articles/how-human-activity-littered-the-moon](https://www.aerotime.aero/articles/how-human-activity-littered-the-moon)

[Moon buggies and bags of poo: what humans left on the moon](#)

Sedan det första människotillverkade objektet nådde månen den 13 september 1959, nämligen den sovjetiska landaren Luna 2, uppskattas det att mer än 3 000 rymdfarkoster har landat på månens yta. Även om historien om mänsklighetens resa till månen är väldokumenterad, är efterdyningarna av dessa månresor, särskilt det som lämnades kvar på månens yta, en mindre känd historia.

Enligt NASA har människor lämnat mer än 225 ton sopor på månen. Apollo 11 uppnådde en enorm milstolpe i rymdforskningen den 20 juli 1969, när astronauterna Neil Armstrong och Buzz Aldrin blev de första människorna att gå på månen. Men vid sidan av denna historiska bedrift lämnade besättningen också ett antal föremål efter sig på månens yta. Bland dessa fanns personliga tillhörigheter och föremål med anknytning till uppdraget.

En del lämnades avsiktligt av vetenskapliga skäl, men andra, som stövlar och handskar, ansågs helt enkelt vara "icke-nödvändiga" för återresan. En Hasselblad 500E-kamera som användes för att dokumentera den historiska första bemannade månfärden lämnades kvar. Endast filmmagasinen, som innehöll ovärderliga bilder, fördes tillbaka till jorden.

Flera av Apollo-uppdragen som genomfördes mellan slutet av 1960-talet och början av 1970-talet lämnade kameror och geologiska instrument efter sig, plus totalt 16 par rymdstövlar. Dessutom lämnade Apollo-besättningarna nästan hundra påsar med mänskligt avfall, inklusive urin, avföring och spyor, samt en hög med använda våtservetter, på månens yta.

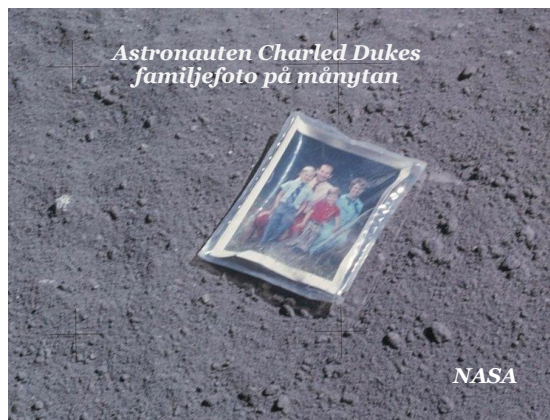
Även om påsar med mänskligt avfall inte direkt är representativa för mänsklighetens romantiserade förhållande till månen, känns andra föremål som har lämnats där mer passande. Askan av Eugene Shoemaker, en berömd planetgeolog, fördes till månen ombord på Lunar Prospector-uppdraget 1998. Detta gjorde Shoemaker till den första (och hittills enda) människan som fick sina kvarlevor skicka till månen.

Faktum är att fem av de sex Apollo-uppdragen som landade på månen lämnade plaketter med inskriptioner (Apollo 12 var undantaget, och misslyckades bara med att göra det på grund av enkel glömska). På Apollo 11:s plaket stod det: "Här satte män från planeten Jorden sin första fot på månen, juli 1969 e.Kr. Vi kom i fred för hela mänskligheten. Den första bemannade månlandningen lämnade också efter sig en gyllene olivkvist som en symbol för fred.

Dessutom lämnade astronauten Charles Duke från Apollo 16-besättningen efter sig ett fotografi av sig själv och sin familj: sin fru Dotty och sina två söner Charles och Tom. Den ramades in, ingraverades av Duke och stoppades in i en plasthylsa innan den lämnades kvar på månens yta.

Inskriptionen på baksidan av bilden löd: "Detta är familjen till astronauten Charlie Duke från planeten Jorden som landade på månen den 20 april 1972". Men på grund av den hårda miljön

på månens yta är det troligt att Dukes familjefoto nu har försämrats avsevärt.



Apollo-astronauterna studerade månens miljö med hjälp av olika vetenskapliga instrument, varav de lämnade några efter sig avsiktligt. Under Apollo 14-uppdraget i början av 1971 använde astronauten Alan Shepard ett skophandtag för provtagning av månen och ett järnhuvud med sex järn för att skapa en provisorisk golfklubba. Han är känd för att ha använt denna klubba för att slå två golfbollar över månens yta.

Flera månader senare, i juli 1971, utförde Apollo 15:s befälhavare David Scott en direktsänd demonstration inför TV-kamerorna. Inspirerad av Galileo Galileis teori visade den att i frånvaro av luftmotstånd skulle en geologisk hammare och en falkfjäder falla i samma hastighet och träffa marken samtidigt.



Denna princip illustrerades ytterligare när alla sex amerikanska flaggor som planterades under Apollo-uppdragen förblev stilla, vilket underströk månens avsaknad av en betydande atmosfär och frånvaron av vind- eller luftströmmar. Flaggorna, tillsammans med golfklubban, bollarna, fjädern och till och med hammaren, övergavs, vilket bidrog till skräpet och röran på månens yta.

USA är inte den enda bidragsgivaren till månens samling av konstgjort skräp. År 1959 slutade Sovjetunionens Luna 2-uppdrag med en kraschlandning och lämnade efter sig en vimpel med Sovjetunionens statsemlen och några utspridda vrakdelar. I augusti 2023 fick Rysslands rymdsond Luna-25 också ett för tidigt slut när den kraschade in i månens yta, vilket bidrog till den växande högen av avfall.

Under årtiondena har flera nationer bidragit till månens samling av skräp. Kinas Chang'e-uppdrag på 2010-talet placerade ut både landare och rovers, som finns kvar på månen än i dag. År 2019 lämnade Indiens Chandrayaan-2 vrakdelar efter sig efter en misslyckad landning. År 2019 kraschade också Israels Beresheet-sond under sitt landningsförsök och lämnade vraket efter sig. Europeiska rymdorganisationen (ESA) tog ett medvetet beslut att krascha sin SMART-1-sond 2006 efter att ha skjutit upp den 2003 och lämnade vrakdelar efter sig. Japans månfärder på 1990- och 2000-talen ökade mängden ytterligare och lämnade deras rymdfarkoster som ytterligare skräp. Sammantaget innehåller månens yta nu skräp från mer än femtio kraschlandningar, inklusive olika rymdfarkostkomponenter som raketboosters och kasserade månmoduler.

Ett annat stort bekymmer när det gäller människans negativa inverkan på månen är avgaserna från månlandare som snabbt sprids över ytan och potentiellt förorenar isen vid månens poler, vilket är av stor vetenskaplig betydelse. En studie som publicerades i augusti 2020 av Johns Hopkins Applied Physics Laboratory belyste detta problem och visade genom simuleringar att vattenånga som sänds ut av en månlandare kan spridas runt hela månen inom några timmar. Anmärkningsvärt nog kan en betydande del av denna ånga finnas kvar på månens yta och i atmosfären i upp till två månader, med cirka 20 % som fryser ut vid polerna några månader senare. Denna förorening kan förhindra noggranna mätningar av månisen, vilket påverkar förståelsen av vattnets ursprung och spridning i det inre solsystemet.

Månens yta anses fortfarande vara steril på grund av dess hårda miljöförhållanden, inklusive extrema temperaturfluktuationer och exponering för sol och kosmisk strålning som är ogästvänliga för jordens mikrober. Men frågan om huruvida det mänskliga avfallet som lämnats kvar från månfärder har fört med sig bakterier till månens yta, eller om någon av dessa bakterier kan överleva under svåra månförhållanden, är komplexa frågor som forskare fortsätter att utforska när vi lär oss mer om jordens enda naturliga satellit.

Rymdfördraget från 1967 fastställde att månen och andra himlakroppar är för fredlig användning av alla länder, men det tar inte uttryckligen upp skräp eller föremål som lämnas kvar efter rymduppdrag. Även om den ger nationer mandat att undvika skadlig kontaminering av rymden och himlakroppar, finns det inga detaljerade riktlinjer för hantering eller sanering av rymdskrot.

För att minska föroreningarna har vissa policyer och direktiv införts av rymdorganisationer. NASA, till exempel, har infört nya riktlinjer för att skydda månen och Mars från kontaminering när bemannade rymdfärder går framåt. Dessa ingår i två interimsdirektiv från NASA som släppts för att ta itu med planetariskt skydd för uppdrag till månen och Mars och återspeglar rekommendationer från en oberoende granskningsnämnd.

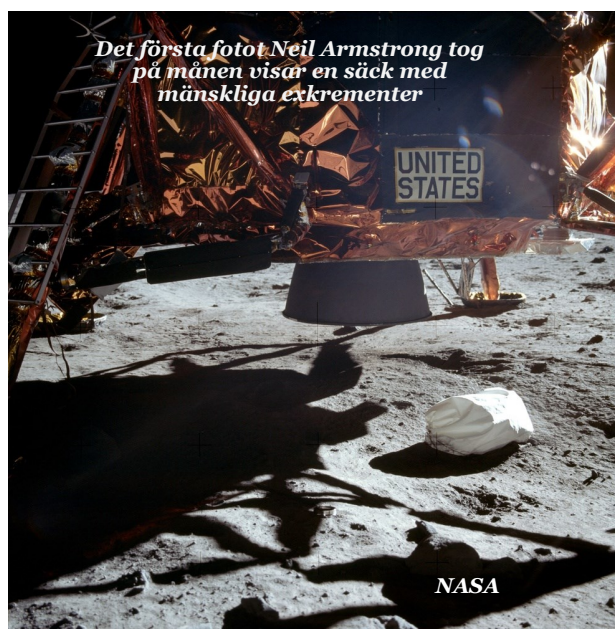
Dessutom ansvarar kommittén för rymdforskning (COSPAR) panel för skydd av planeter för att formulera och

uppdatera strategier för planetskyddsfrågor, som skulle kunna omfatta föroreningar på månen.

I takt med att utforskningen av månen intensifieras med olika nationella program och privata företag, som tittar på månen för vetenskaplig forskning, mineralutvinning och potentiell kolonisering, har vikten av att förhindra föroreningar på månens yta ökat.

I maj 2023 utarbetade Europeiska unionens råd ett policydokument om rättvis och hållbar användning av rymden och hållbar utveckling av rymdverksamhet, som visar på en utveckling mot mer ansvarsfulla metoder för utforskning av månen.

Dessa åtgärder tyder på ett växande erkännande av problemet med föroreningar på månen och en samlad ansträngning för att fastställa riktlinjer och policyer för att mildra detta problem. Detta bör säkerställa att strävan efter utforskning av månen inte kommer till en allvarlig kostnad för månens vetenskapliga och naturliga värde.



Miljövänliga motorer

Väte-, el- och hybridelektriska flygplan kan komma en dag - men vad görs med befintliga gasturbinmotorer under tiden för att förbättra deras hållbarhet? De stora tillverkarna Rolls-Royce, General Electric och Pratt&Whitney arbetar alla med detta.

Langstreckenflüge – Kleine Änderungen mit großer Klimawirkung

MTU vattenförbättrad turbofläkt

Small changes, big gains

Den globala uppmaningen till luftfartssektorn att nå NetZero-koldioxidutsläpp har lett till massiva investeringar i otaliga el-, väte- och hybriddrivna flygplansprojekt under det senaste decenniet, men denna teknik förblir envist strax över horisonten. Hållbart flygbränsle (SAF) erbjuder också stort hopp för framtiden, men med en årlig tillverkningskapacitet som når bara 0,1% av den globala användningen av fotogen 2022 dröjer det länge innan drömmen blir verklighet.

Utsläppsfri flygning är ändå det ultimata målet för kommersiellt flyg. Denna vision styrs av Parisavtalets mål att begränsa temperaturökningen till högst 1,5 grader Celsius. Medan tidigare ansträngningar fokuserat på CO₂-utsläpp har räckvidden nu utvidgats till att även omfatta kväveoxider och kondensstrimmor, eftersom dessa faktorer tillsammans utgör flygets klimatpåverkan.

Det finns dock mycket som kan göras med befintliga civila turbofläktar och turbopropmotorer för att ge de små, inkrementella vinster som kan ge kumulativa bränsle- och CO₂-besparingar för flygbolag, kunder och planeten.

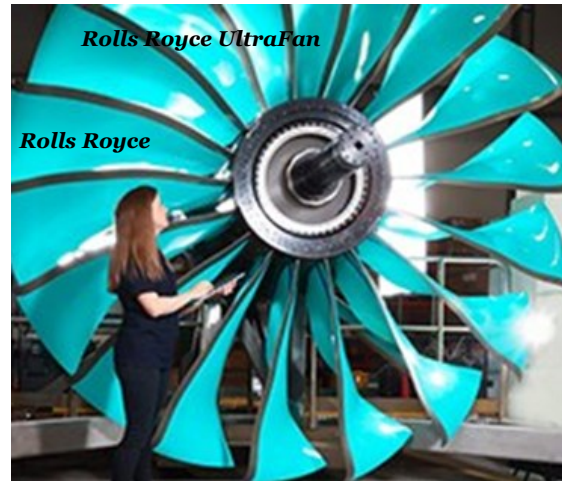
Medan den globala flygindustrin väntar på uppskalning av SAF och, utöver det, koldioxidfri framdrivning, arbetar dagens motortillverkare hårt för att se till att varje droppe bränsle används så effektivt som möjligt.

Rolls-Royce har skapat sin senaste motor UltraFan enbart som en teknikdemonstrator. Enligt företaget kördes UltraFan för första gången i slutet av april på företagets Testbed 80-anläggning i Derby, Storbritannien. Unikt nog genomfördes den första körningen med 100% hållbart flygbränsle (SAF).

UltraFan är den största förändringen för Rolls Royce på mer än 50 år och förmodligen det största tekniska språnget sedan man lanserade RB211. UltraFan kombinerar en helt ny motordesign med en rad andra tekniker för att minska koldioxidutsläppen. Den har en fläkt diameter på 140 tum och sägs erbjuda en förbättring av bränsleeffektiviteten med 25% jämfört med den första generationen Rolls-Royce Trent-motorer. Den har också ett stort kompositfläktblad i motsats till de mer kända av metall.

Kärnan i hållbarhet handlar om att öka motorns effektivitet. Det finns i huvudsak tre sätt att uppnå detta för en jetmotor. För det första kan man fokusera på dess termiska effektivitet, vilket förbättrar mängden användbar energi man kan extrahera från varje liter bränsle. Sättet att göra det är att köra vid högre tryck och temperaturer, men för att göra det behövs mer exotiska material som kommer att överleva vid dessa högre temperaturer. Rolls-Royce har investerat tid och resurser i de legeringar som gör det möjligt att arbeta vid höga temperaturer, utan att offra motorns livslängd.

För det andra kan man förbättra aerodynamiken för att göra



gasturbinen mer effektiv när det gäller att producera användbar energi och sedan bladen som absorberar den energin. För det tredje, när det gäller framdrivningseffektivitet, måste man öka bypass-förhållandet för att göra jetstrålens hastighet så nära flygplanets hastighet som möjligt. Så det slutar med att man accelererar stora volymer kall luft i de större och större fläktarna.

Under åren har bypass-förhållandet för Trent-motorer ändrats från 5: 1 i första generationens motorer till 10: 1 idag och den nya UltraFan lovar ett förhållande i området 15: 1. När det gäller UltraFan är motorn också växlad. RR försöker optimera turbinhastigheten så att turbinen vill gå snabbare och fläkten vill gå långsammare. Man har installerat en 3,6: 1 växellåda, vilket minskar motorvarvtalet från cirka 2 500 rpm till 1 600 rpm. Naturligtvis är det fina med den stora fläkten att den inte bara är effektiv utan också tyst. RR hoppas att UltraFan kommer att kräva 10% mindre bränsle än Trent XWB, som är företagets mest effektiva motor i drift idag.

Via sitt EHM-system (Engine Health Management) utför Rolls-Royce också omfattande motorövervakningsarbete för att erbjuda flygbolagen möjligheten att optimera saker som bränsleförbrukning. Dessa tjänster blir allt vanligare med flygbolag runt om i världen, oavsett vilka motorer de använder.

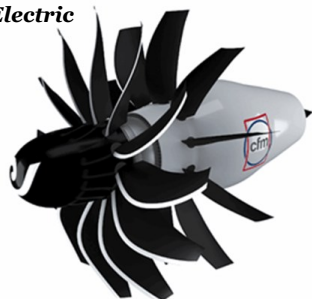
I en anda av "små vinster" har motortillverkare också arbetat med teknik som gör det möjligt att snabbt och enkelt tvätta kompressorer och turbinblad och på så sätt avlägsna smuts och insekter som kan minska effektiviteten. Rolls Royce har utformat ett system som gör det möjligt för flygbolag att tvätta motorn medan passagerarna går på och av en långdistansflygning, vilket förbättrar effektiviteten och minskar driftstemperaturen. Man använder också beläggningar på motorerna för att få dem att fungera mer effektivt i tuffa miljöer som i Mellanöstern.

Motorer

General Electric GE:s avdelning för programvara för digital luftfart övervakar och registrerar det genomsnittliga moderna flygplanet digitalt i omkring 30 000 parametrar under flygning, allt från bränsle, hastighet och hydraulik till landningsvikter. De innehåller alla ledtrådar som behövs för att hjälpa flygbolagen att flyga mer effektivt.

Detta kommer inte att nå netto noll, men det finns några inkrementella vinster som verkligen kan uppnås idag. För piloter erbjuder GE redan ett verktyg som heter Fight Pulse, som hjälper flygbolag att förbättra säkerhet och operativt beslutsfattande, inklusive rekommendationer för bränslebesparingar. Man ger dem i princip informationen för att analysera och förstå saker som när de kunde ha eller borde använda enmotorig taxning, när användningen av omvänd dragkraft är effektiv och vad sägs om en minskad accelerationshöjd. Det här är alla beteendeförändringar som piloten kan vidta åtgärder på.

General Electric



GE öppen fläkt

CFM International är ett 50/50 gemensamt företag mellan GE och franska Safran Aircraft Engines. GE- och CFM-producerade motorer driver tre av fyra kommersiella flygningar, så en stor del av branschens nuvarande utsläpp kan hänföras till deras produkter. Det är därför de måste fokusera på de segment där de kommer att se en betydande utfasning av fossila bränslen. Open- och CFM Rise-programmen kommer att ge en förbättring av bränsleeffektiviteten med 20 % jämfört med de produkter man levererar idag.

GE började testa öppen fläktteknik på 1980-talet och siktar nu på att den tas i bruk i mitten av 2030. GE har gjort successiva demonstratorer, men det har tagit årtionden för datorkraften, de analytiska och aerodynamiska verktygen och kunskapen om kompositmaterial att komma till den punkt där man kan säga att man är redo.

GE har också rullat ut ett bladvätskesystem och använder ett skumvätskesystem. Detta håller motorerna rena och gör det möjligt för flygbolagen att hålla dem på vingen längre. Med nyare motorer, där effektiviteten kommer från snävare toleranser och slät ytfinish, får man ännu mer nytta av att hålla dem rena. Liksom Rolls-Royce ser GE detta som ett särskilt användbart verktyg i miljöer där flygplan är benägna att plocka upp mycket sand, damm och sediment.

Pratt & Whitneys huvudfokus just nu ligger på marknaden för engångsflygplan. Det är där man kan påverka klimatförändringarna mest. Strategin kretsar kring den växlade turbofläkten (GTF). Man påbörjade den resan för några decennier sedan och

tog slutligen GTF-motorn i bruk 2016.

Även om motorerna har plågats av en rad problem med leveranskedja och underhåll, särskilt med flygbolag, som arbetar under varma, fuktiga och dammiga förhållanden, har motorerna visat sig erbjuda en 16-20% förbättring av bränsleförbrukningen och enligt P&W en 50% minskning av reglerade utsläpp och 75% minskning av buller. Sedan den introducerades har GTF sparat en miljard liter bränsle och tillhörande koldioxidutsläpp.

Även om det är en mycket mindre marknad – och därmed en mindre effekt på industrins totala koldioxidutsläpp – är turbo-propsektorn också mogen för modernisering. Pratt & Whitney Canadas PW127XT turboprop har en lågtryckskompressor med ökad kapacitet och högeffektiv högtryckskompressor i kombination med en ny högtrycksturbinmodul för att förbättra effektiviteten och hållbarheten. Vid användning med de senaste regionala flygplanen hävdar motortillverkaren en minskad bränsleförbrukning på 3%.



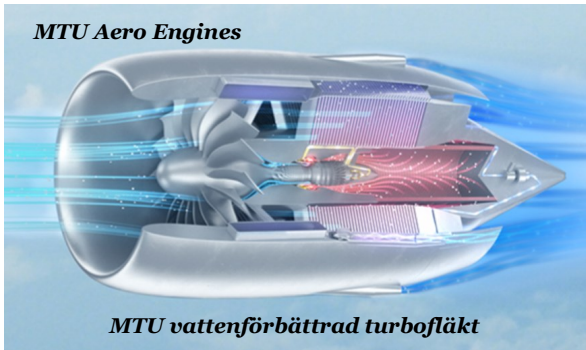
Nästa utveckling av GTF-motorn för A320neo-flygplan, kallad GTF Advantage, går mot certifiering. GTF Advantage genererar cirka 4% extra dragkraft vid havsnivå jämfört med den senaste baslinjemotorn och erbjuder en förbättring av dragkraftsspecifik bränsleförbrukning. Med traditionellt bränsle erbjuder motorn 1% lägre CO₂-utsläpp än tidigare motorer. Framåt handlar det om att fortsätta driva högre bypass-förhållanden för framdrivningseffektivitet, vilket inte bara innebär att göra fläktarna större utan också att göra kärnorna mindre.

Den växlade turbofläkten med SAF kan redan idag minska klimatpåverkan markant. Pratt & Whitney GTF TM motorfamiljen används i moderna smalkroppsflygplan och minskar bränsleförbrukningen och CO₂-utsläppen med 16 procent vardera jämfört med sina föregångare. Arbetet har redan påbörjats med den andra generationen turbofläktmotorer som har ytterligare förbättringar. När den drivs av SAF eller flytande väte kan denna generation minska flygplanens klimatpåverkan med så mycket som 65 procent.

Enbart den evolutionära förbättringen av den växlade turbofläkten kommer inte att vara tillräcklig för att förverkliga Parisavtalets ambitiösa mål. Revolutionerande framdrivningskoncept behövs också. Här samarbetar P&W med tyska MTU, som siktar på att realisera en vattenförsärkt turbofläkt och en flygande bränslecell till 2035. En vätegasdriven GTF är också möjlig. Från 2050 och syftar man till att ytterligare förbättra effektiviteten hos all framdrivningsteknik och att introducera bränslecellen på kort- och medeldistansträckor.

Motorer

Den vattenförstärkta turbofläkten (WET) är en gasturbinmotor med energiåtervinning och våt förbränning. Detta koncept kan tillämpas i alla dragkrafts- och effektkategorier. När den drivs av SAF eller vätgas kan den minska flygplanens klimatpåverkan med cirka 80 procent till 2035. Dessutom kan dess förbättrade effektivitet minska kostnaderna och spara värdefulla resurser.



Genom att använda restvärme från avgaserna använder WET-tekniken en värmeväxlare för att förångna vatten, som sedan sprutas in i brännkammaren. Denna typ av "våt" förbränning minskar kväveoxidutsläppen. Vattnet för detta ändamål utvinns från avgaserna med hjälp av en kondensor och separeras sedan. Bränsleförbrukningen och CO₂-utsläppen minskar också.

WET-konceptet är baserat på den växlade turbofläkten, kan köras på fotogen, hållbara flygbränslen (SAF) eller vätgas och är lämplig för användning på korta, medel- och långa sträckor. Som ett resultat täcker den in de faktorer som är ansvariga för i stort sett hela flygets klimatpåverkan. Genom att minska denna påverkan med cirka 80 procent närmar sig konceptet klimatneutralitet. Dessutom minskar den förbättrade effektiviteten kostnaderna och sparar värdefulla resurser.

Bland andra revolutionerande framdrivningskoncept, som kommer fram från MTU är ett elektriskt framdrivningssystem: Flying Fuel Cell TM (FFC). Den ska snart sättas in på kortdistanslinjer i regional flygtrafik. När dess effektivitet förbättras bör den flygande bränslecellen vara i drift på kort- och medeldistanssträckor från och med 2050, vilket ytterligare minskar klimatpåverkan från kommersiellt flyg. Den kan minska klimat-

påverkan med 95 procent, till praktiskt taget noll, vilket betyder att den är nästan utsläppsfri, den släpper bara ut vatten. Den kommer till en början att användas på kortdistanslinjer i regional flygtrafik.



I FFC reagerar väte och syre för att bilda vatten och frigör därmed elektrisk energi. En högeffektiv elmotor använder sedan denna energi för att driva propellern genom en växellåda. Flying Fuel Cell TM producerar inga utsläpp av CO₂, NO_x eller partiklar. Eftersom propellern är den enda bullerkällan, kommer FFC också att hjälpa till att uppnå massiv brusreducering.

Projektet Flying Fuel Cell (FFC) är ett gemensamt projekt mellan MTU och det tyska flygforskningscentret DLR. Målet är att flyga en omkonfigurerad Dornier 228 år 2026 driven av en konventionell turboprop och en väteelektrisk drivlina designad av MTU. Ett flygplan av storleken ATR 72 kan utvecklas till 2035, även om nyttolasten/räckvidden kommer att vara mindre än konventionella flygplan.

Många lovande projekt pågår, men tillförlitligheten är den kanske största utmaningen. Gasturbiner har optimerats i 70-80 år och är otroligt pålitliga. Industrin kommer att behöva arbeta hårt för att bibehålla den tillförlitlighetsnivån även i de nya typer av motorer som nu kommer fram.

Vad händer med människor i rymden?

En returresa till Mars förväntas ta cirka 1 100 dagar (drygt tre år) enligt nuvarande planer. Vad gör en sådan rymdflygning med människokroppen?

[What does spending more than a year in space do to the human body?](#)

[Spending time in space can harm the human body — but scientists are working to mitigate these risks before sending people to Mars](#)

[UPI](#)

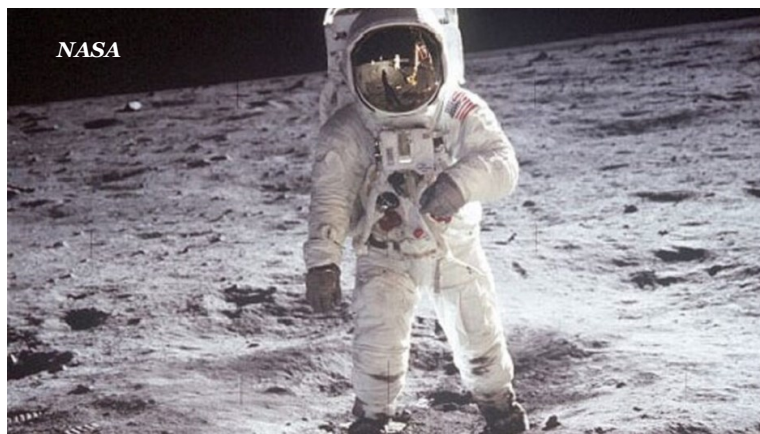
Nasa-astronauten Frank Rubios tid i omloppsbana, som överträffade det tidigare amerikanska rekordet på 355 dagar i rad, förlängdes i mars efter att rymdfarkosten han och hans besättningskamrater skulle flyga hem i utvecklade ett kylvätskeläckage. De extra månaderna i rymden gjorde det möjligt för Rubio att klocka upp totalt 5 963 varv runt jorden. Det betyder fortfarande att han är cirka två månader från rekordet för den längsta rymdflygningen någonsin av en människa. Den ryska kosmonauten Valeri Polyakov tillbringade 437 dagar ombord på rymdstationen Mir i mitten av 1990-talet.

Rubios långa resa i rymden ger värdefulla insikter om hur människor kan klara av långvariga rymdfärder och hur man bäst kan motverka de problem det kan innebära. Han är den första astronauten som deltar i en studie som undersöker hur träning med begränsad gymutrustning kan påverka människokroppen.

Det är information som kommer att visa sig vara avgörande när människor siktar på att skicka besättningar på uppdrag djupare in i solsystemet. En returresa till Mars förväntas till exempel ta cirka 1 100 dagar (drygt tre år) enligt nuvarande planer. Rymdfarkosten de kommer att resa i kommer att vara mycket mindre än ISS, vilket innebär att mindre lätta träningsanordningar kommer att behövas.

Utan den ständiga dragningen av tyngdkraften på våra lemmar börjar muskel- och benmassan snabbt minska i rymden. De mest drabbade är de muskler som hjälper till att upprätthålla vår hållning i rygg, nacke och vader. I mikrogravitation behöver de inte längre arbeta lika hårt. Efter bara två veckor kan muskelmassan falla med så mycket som 20% och på längre uppdrag på tre till sex månader kan den falla med 30%.

Eftersom astronauter inte utsätter sina skelett för så mycket mekanisk belastning som de gör när de utsätts för jordens gravitation, börjar deras ben också förlora mineraler och styrka. Astronauter kan förlora 1-2% av sin benmassa varje månad de spenderar i rymden och upp till 10%



under en sexmånadersperiod (på jorden förlorar äldre män och kvinnor benmassa med en hastighet av 0,5% -1% varje år). Detta kan öka risken för frakturer och öka den tid det tar att läka. Det kan ta upp till fyra år för deras benmassa att återgå till det normala efter att ha återvänt till jorden.

För att bekämpa detta genomför astronauterna 2,5 timmar om dagen med träning och intensiv träning i omloppsbana på ISS. Detta inkluderar en serie knäböj, marklyft och bänkpress med hjälp av en träningsanordning installerad i ISS "gym", tillsammans med löpband och träningscykel. De tar också kosttillskott för att hålla benen så friska som möjligt.

En nyligen genomförd studie visade dock att även detta träningsprogram inte räckte för att förhindra förluster i muskelfunktion och storlek. Det rekommenderas därför att testa om högre belastningar i motståndsovnings och högintensiv intervallträning kan hjälpa till att motverka denna muskelförlust.

Uppdrag som går så långt som till Mars måste se till att astronauterna har kosttillskott som bisfosfonat, som används för att förhindra bennedbrytning vid osteoporos. Dessa tillskott bör hålla muskler och ben i gott skick under långa perioder utan gravitation.

Bristen på tyngdkraften som tynger ner

deras kroppar kan också innebära att astronauterna tycker att de blir lite längre under sin vistelse på ISS eftersom deras ryggar förlängs något. Detta kan leda till problem som ryggsmärta i rymden och diskbräck när de är tillbaka på jorden.

Att upprätthålla en hälsosam vikt är en utmaning i omloppsbana. Även om Nasa försöker se till att astronauterna har ett varierat utbud av näringsrika livsmedel, inklusive salladsblad som odlas ombord på rymdstationen, kan det fortfarande påverka en astronauts kropp. Scott Kelly, en Nasa-astronaut som deltog i den mest omfattande studien av effekterna av långvarig rymdflygning efter att ha stannat ombord på ISS i 340 dagar medan hans tvillingbror stannade tillbaka på jorden, förlorade 7% av sin kroppsmassa i omloppsbana.

När astronauter reser till rymden utarmas deras röda blodkroppar. Lyckligtvis verkar det som om deras kroppar så småningom kan fylla på dem efter att de har återvänt till jorden, tack vare fett lagrat i benmärgen. Astronauterna har betydligt mindre fett i benmärgen ungefär en månad efter att ha återvänt till jorden. Kroppen använder detta fett för att ersätta röda blodkroppar och återuppbygga ben som har gått förlorat under rymdresor. Astronauternas kroppar förstörde 54% fler röda blodkroppar under rymdresor än de normalt skulle göra på jorden. Det är känt som "rymdanemi".

Tack och lov är anemi inte ett problem i rymden när din kropp är viktlös, men när du landar på jorden och potentiellt på andra planeter eller månar med tyngdkraft, skulle anemi påverka energi, uthållighet och styrka och kan hota uppdragsmål. Om vi kan ta reda på exakt vad som kontrollerar denna anemi, kanske vi kan förbättra förebyggande och behandling.

Skanningar av fjorton astronauters benmärg vid flera tidpunkter före och efter ett sex månaders uppdrag på den internationella rymdstationen fann en 4,2% minskning av benmärgsfett ungefär en månad efter att de återvänt till jorden. Detta återgick gradvis till normala nivåer och var nära förknippat med ökad produktion av röda blodkroppar och återställande av ben.

Eftersom röda blodkroppar tillverkas i benmärgen och bencellerna omger benmärgen, är det vettigt att kroppen skulle använda det lokala benmärgsfettet som energikälla för att bränna röda blodkroppar och benproduktion. Yngre astronauter kan ha en ökad förmåga att utnyttja energin från benmärgsfett, noterade författarna. Kvinnliga astronauters benmärgsfett ökade mer än väntat efter ett år.

På jorden hjälper gravitationen till att tvinga blodet i våra kroppar nedåt medan hjärtat pumpar upp det igen. I rymden blir dock denna process störd (även om kroppen anpassar sig något), och blod kan ackumuleras i huvudet mer än det normalt skulle. En del av denna vätska kan samlas på baksidan av ögat och runt synnerven, vilket leder till ödem. Detta kan leda till synförändringar som minskad skärpa och strukturella förändringar i själva ögat. Dessa förändringar kan börja inträffa efter bara två veckor i rymden men när tiden går ökar risken.

Neurookulärt syndrom är ett tillstånd som många astronauter upplever som påverkar ögonens struktur och funktion. Baksidan av ögat kan bli platt, och nerverna som bär visuell information från ögat till hjärnan sväller och böjer. Astronauter kan fortfarande se, även om visuell funktion kan förvärras för vissa. Några av visionsförändringarna avtar inom ungefär ett år efter att astronauterna återvänder till jorden, men andra kan vara permanenta.

Exponering för galaktisk kosmisk strålning och energirika solpartiklar kan också leda till andra ögonproblem. Jordens atmosfär hjälper till att skydda oss från



dessa men väl i omloppsbana på ISS eller ute i rymden försvinner detta skydd. Även om rymdfarkoster kan ha avskärmning för att hålla ute överflödigt strålning, har astronauter ombord på ISS rapporterat att de ser ljusblitzar i ögonen när kosmiska strålar och solpartiklar träffar näthinnan och optiska nerver.

Astronauter som reser längre än den internationella rymdstationen kommer att möta kontinuerlig exponering för denna strålning - motsvarande mellan 150 och 6 röntgenbestrålningar. Den kan skada nervsystemet och kardiovaskulära system, inklusive hjärta och artärer, vilket leder till hjärt-kärlsjukdom. Dessutom kan det göra att blod-hjärnbarriären läcker. Detta kan utsätta hjärnan för kemikalier och proteiner som är skadliga för den - föreningar som är säkra i blodet men giftiga för hjärnan.

NASA utvecklar teknik som kan skydda resenärer på ett Mars-uppdrag från strålning genom att bygga in skyddande material som Kevlar och polyeten i rymdfordon och rymddräkter. Vissa dieter och kosttillskott kan också minimera effekterna av strålning. Kosttillskott som används hos cancerpatienter på jorden under strålbehandling, kan lindra gastrointestinala biverkningar av strålningsexponering.

Efter hans långa vistelse på ISS visade sig Kellys kognitiva prestanda ha förändrats bara lite och hade förblivit relativt densamma som hans brors på marken. Forskare märkte dock att hastigheten och noggrannheten i Kellys kognitiva prestanda minskade i cirka sex månader efter att han landade, möjligen när hans hjärna anpassade sig till jordens gravitation och hans mycket annorlunda livsstil hemma.

En studie på en rysk kosmonaut som tillbringade 169 dagar på ISS 2014 avslöjade också att vissa förändringar i själva hjärnan verkar inträffa i omloppsbana. Det fanns förändringar i nivåerna av neural anslutning i delar av hjärnan relaterade till motorisk funktion, med andra ord rörelse, och även i vestibulära cortex, som spelar en viktig roll i orientering, balans och uppfattning om vår egen rörelse.

Detta är kanske inte förvånande med tanke på viktloshetens speciella natur i rymden. Astronauter måste ofta lära sig att röra sig effektivt utan tyngdkraften för att förankra sig till någonting och anpassa sig till en värld där det inte finns någon upp eller ner.

En nyare studie har väckt oro över andra förändringar i hjärnstrukturen som kan uppstå under långa rymduppdrag. Hålligheter i hjärnan ansvariga för lagring av cerebrospinalvätska, tillförsel av näringsämnen till hjärnan och bortskaffande av avfall, kan svälla och ta upp till tre år att krympa tillbaka till normal storlek.

En expansion av vätskefyllda utrymmen i mitten av hjärnan och ingen gravitation för att "hålla hjärnan nere" gör att hjärnan sitter högre i skallen och komprimerar hjärnans topp mot insidan av skallen.

En undertrycksdräkt för underkroppen kan hjälpa till att motverka de negativa effekterna av gravitationsorsakade vätskeskift i kroppen. Man kanske kan flytta vätskorna tillbaka mot underkroppen med hjälp av specialiserade "byxor" som drar vätskor tillbaka ner mot underkroppen som ett vakuum. Dessa byxor kan användas för att omfördela kroppens vätskor på ett sätt som mer liknar det som händer på jorden.

Det framgår av de senaste årens forskning att en viktig nyckel till god hälsa är sammansättningen och mångfalden av de mikroorganismer, som lever i och på våra kroppar. Denna mikrobiota kan påverka hur vi smälter mat, påverka inflammationsnivåerna i våra kroppar och till och med förändra hur våra hjärnor fungerar.

Forskare som undersökte Kelly efter hans resa till ISS fann att bakterierna och svamparna, som lever i hans tarm hade förändrats jämfört med innan han flög ut i rymden. Detta är kanske inte helt förvånande, med tanke på den mycket olika maten han åt och förändringen hos de människor han tillbringade sina dagar med (vi får en skrämmande mängd tarm- och orala mikroorganismer från de människor vi bor bredvid). Men exponering för strålning och användning av återvunnet vatten, tillsammans med förändringar i hans fysiska aktivitet kan alla också ha spelat en roll.

Även om det nu har funnits fem Nasa-astronauter som har tillbringat mer än 300 dagar i omloppsbana, har vi Kelly att tacka för insikter om hur hans hud klarade sig i omloppsbana. Hans hud visade sig ha ökad känslighet och kliande utslag i cirka sex dagar efter att han återvände från rymdstationen. Forskare spekulerade i att brist på hudstimulering under uppdraget kan ha bidragit till hans problem.

Ett av de viktigaste fynden från Kellys långa resa ut i rymden var effekterna det hade på hans DNA. I slutet av varje DNA-sträng finns strukturer som kallas telomerer, som tros hjälpa till att skydda våra gener från skador. När vi åldras blir dessa kortare, men forskning om Kelly och andra astronauter har visat att rymdresor verkar förändra längden på dessa telomerer.

Mest slående var upptäckten av betydligt längre telomerer under rymdflygning. Övåntat var också att telomerlängden förkortades snabbt vid återkomsten till jorden för alla besättningsmedlemmar. Av särskild relevans för långsiktig hälsa och åldrande hade astronauter i allmänhet många fler korta telomerer efter rymdflygning än de hade tidigare. En möjlig orsak kan vara exponering för den komplexa blandningen av strålning i rymden.

Astronauter som upplever långvarig exponering i omloppsbana visar också tecken på DNA-skador. Det fanns några föränd-



ringar i genuttryck - mekanismen som läser DNA för att producera proteiner i celler - i Kelly som kan ha varit relaterade till hans resa till rymden. Några av dessa relaterade till kroppens svar på DNA-skador, benbildning och immunsystemets svar på stress. De flesta av dessa förändringar hade dock återgått till det normala inom sex månader efter hans återkomst till Jorden.

Kelly fick en rad vacciner före, under och efter sin resa ut i rymden och hans immunförsvar visade sig reagera normalt. Men forskning har funnit att astronauterna drabbas av vissa minskningar av antalet vita blodkroppar som faller i linje med de doser av strålning de får i omloppsbana.

Medan rymdresor kan skada kroppen, kan rymdresans isolerande natur också ha djupgående effekter på sinnet. Tänk dig att behöva leva och arbeta med samma lilla grupp människor, utan att kunna se din familj eller vänner i månader i sträck. För att lära sig att hantera extrema miljöer och upprätthålla kommunikations- och ledarskapsdynamik genomgår astronauterna först teamträning på jorden.

De tillbringar veckor i antingen NASA:s Extreme Environment Mission Operations vid Aquarius Research Station, som finns under vattnet utanför Florida Keys, eller kartlägger och utforskar grottor med Europeiska rymdorganisationens CAVES-program. Dessa program hjälper astronauter att bygga kamratskap med sina lagkamrater och lära sig att hantera stress och ensamhet i en fientlig, avlägsen miljö. Forskare studerar hur man bäst övervakar och stöder beteendemässig mental hälsa under dessa extrema och isolerande

förhållanden.

Medan rymdresor kommer med stressorer och potentialen för ensamhet, beskriver astronauterna ofta att de också upplever en känsla av vördnad och samhörighet med hela mänskligheten. Detta händer ofta när man tittar på jorden från den internationella rymdstationen.

Earthrise, en berömd bild som togs under ett Apollo-uppdrag, visar jorden från rymden. Medan de ser jorden på avstånd, rapporterar många astronauter att de känner en förskräckt "översiktseffekt". Det finns dock fortfarande många frågor att besvara om vilken inverkan rymdresor kan ha på en tvåbent, storhjärnad art som utvecklats för att leva på jorden. När Rubio återhämtar sig från sina 371 dagar i rymden kommer forskare utan tvekan att granska hans medicinska tester, blodprover och skannningar för att se vad mer de kan lära sig.

Forskare som studerar sätt att bevara astronauternas hälsa förväntar sig att deras arbete kommer att gynna människor både i rymden och här hemma på jorden.

Att lära sig att stödja människors hälsa och fysiologi i rymden har många fördelar för livet på jorden. Till exempel kan produkter som skyddar astronauter från rymdstrålning och motverkar dess skadliga effekter på vår kropp också behandla cancerpatienter som får strålbehandlingar.

Att förstå hur man skyddar våra ben och muskler i mikrogravitet kan förbättra hur läkare behandlar den svaghet som ofta följer med åldrande. Och rymdutforskning har lett till mycket ny teknik, som främjar vattenrening och satellitsystem.

Framtidens flygteknik

Av Ulf Olsson

Denna artikel är utdrag ur boken "Aerospace Propulsion from Insects to Spaceflight", som kan laddas ner från Flygtekniska Föreningens hemsida. Den försöker beskriva den framtida flygteknik, som skulle kunna skaka flygets grundvalar och sätta branschen på en annan kurs.

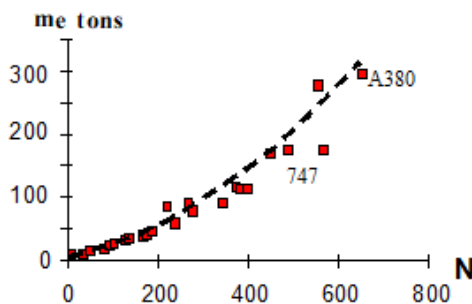
Den starkaste kraften som formar dagens värld är kravet på effektivitet, som till stor del drivs av ekonomi men i allt högre grad också av miljöfrågor. Produkterna måste utformas för att optimera produkternas totala miljöpåverkan under deras livscykel.

För den närmaste framtiden kommer prioriteringen att vara att maximera effektiviteten i flygverksamheten för att möta kraven på ett hållbart samhälle. Flyget står bara för några få procent av utsläppen och de senaste 20 åren har flygets bränsleförbrukning per flygning minskat med 30-40 procent. Nya minskningar är dock svårare och svårare att uppnå.

Datorsimulering och datorbaserad modelleringsteknik möjliggör att kompletterande och motstridiga behov kan övervägas tillsammans. Till exempel hur ett nytt flygplan skulle passa nya flygplatser, hur ny flygplanskapacitet skulle matcha nya operativa förfaranden och ge miljöförbättringar, hur trängsel skulle kunna lindras av ny flygplanskapacitet som fungerar i ett nytt flygkontrollsystem etc. På detta sätt kommer det att peka vägen till mer effektiva och optimerade system.

Många nya tekniker måste utvecklas för att säkerställa produktens funktionalitet under hela livscykeln. Det är lätt att se att det mesta av detta är centrerat på sensorer och informationsteknik. Mekaniken har dock en fortsatt stor betydelse för hur framtidens flygplan kommer att se ut. Nya och effektivare konstruktioner måste hittas för att spara knappa resurser som bränsle.

Alla prognoser pekar på ett ökat flygande. Detta skulle kunna mötas med större flygplan, men som framgår av figuren nedan ökar tomvikten på befintliga flygplan gradvis med storleken. Detta innebär att för ett större flygplan transporteras mer tomvikt med varje passagerare.

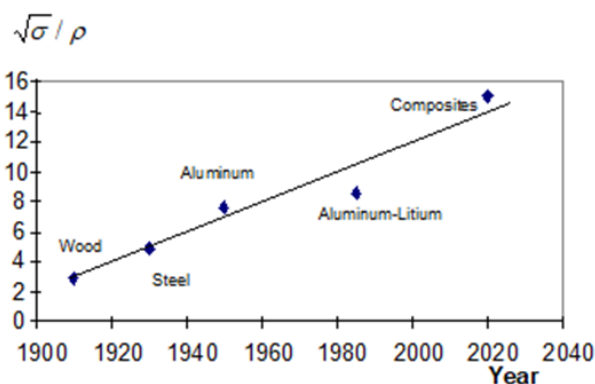


Att vikten betar sig så här är inte förvånande eftersom det är en allmän lag i naturen att mycket stora saker tenderar att brytas ner under sin egen vikt. Denna lag gäller för alla mekaniska strukturer och den stoppar den ultimata tillväxten i storlek förutsatt att tekniken är statisk. Detta beror på att vikten tenderar att vara proportionell mot volymen, dvs längden upphöjt till tre, medan bärformågan tenderar att vara proportionell mot ytan, dvs längden upphöjt till två. Detta är den så kallade "lagen om

två tredjedelar". Det borde därför finnas en gräns för hur stora flygplan kan bli.

Det kan dock antas att tomvikten är omvänt proportionell mot den specifika styrkan $\sqrt{\sigma/\rho}$ hos flygplanets hudmaterial. Motiveringen för detta är att tjockleken på en platta som utsätts för ett böjmoment är omvänt proportionell mot kvadratroten av spänningen σ och att vikten ökar med materialdensiteten ρ .

Figuren nedan visar utvecklingen av den specifika styrkan hos flygplansmaterial med tiden. Överlägsenheten hos dagens material jämfört med 1903 är mycket tydlig, liksom de vinster som kan erhållas med kompositer. Kompositer har i allmänhet en mycket högre specifik styrka än det konventionella aluminiummet.



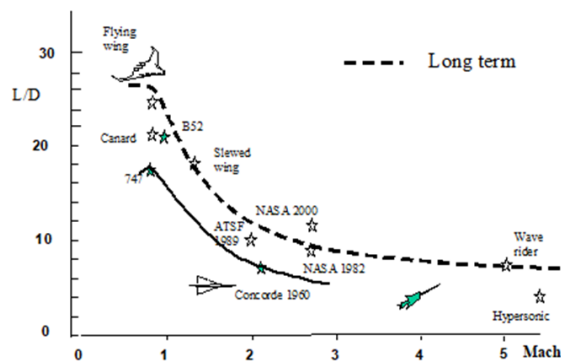
På mycket lång sikt verkar det möjligt att konstruera felfria material med tio gånger den nuvarande hållfastheten för samma densitet jämfört med idag. Morrhårskristallerna är möjligen det mest perfekta exemplaret som för närvarande finns tillgängligt. I vissa fall innehåller de inga observerbara defekter alls. Tricket skulle vara att uppnå sådan perfektion även med bulkmaterial. Kanske kan detta erhållas genom att bygga materialen atom för atom.

Förr eller senare kommer dock två-tredjedelslagen att slå igenom och sätta en gräns för storleken. A380 blev aldrig någon succé och vi kan nog anta att den ökande trafiken inte kommer att mötas med större flygplan.

Transportkapaciteten för ett givet antal flygplan är antalet passagerarkilometer som kan produceras under en viss tid, dvs $N \times V$, där N är antalet passagerare och V är hastigheten. Den ökade trafiken kan därför mötas antingen med större flygplan eller med fler flygplan och högre hastighet, vilket senare också skulle leda till tätare flygningar. Tekniskt sett finns det en gräns för jetmotorn så hög som Mach 4. Ändå har det enda civila höghastighetsflygplanet varit Concorde omkring Mach 2 och ännu är ingen efterträdare till det i sikte.

Flyget har ökat vår förmåga att röra oss enormt runt om i världen. Men långväga resor är fortfarande en ganska tråkig verksamhet eftersom vi är begränsade till flyghastigheter under den lokala ljudhastigheten. Varje person som har tillbringat 20 timmar på ett flyg till Australien kan förlåtas för att vilja ha högre hastigheter. Det vore bra om problemet med att möta den ökande efterfrågan på resor kunde lösas med högre hastighet. Så varför förblir troligen transportflygplanets hastighet subsonisk?

Förutom motorns effektivitet är förhållandet mellan lyft L och motstånd D den viktigaste parametern för trafikflygplan och påverkar viktiga ekonomiska prestanda som maximal räckvidd, nyttolast och bränsleförbrukning. Det bestämmer väldigt mycket flygplanets form och hastighet. Lyftkraften bestämmer hur mycket flygplanet kan lyfta och motståndet hur mycket bränsle som går åt. L/D för vissa befintliga och föreslagna luftfartyg för olika hastigheter visas i figuren nedan.



Lyft-till-motståndsförhållandet L/D ses falla snabbt vid högre hastigheter på grund av supersoniskt vågmotstånd. Detta börjar dyka upp lokalt vid flygplanets kropp även under Mach 1, där bildandet av luftstötter väsentligt påverkar motståndet. Detta Mach-tal ligger på cirka Mach 0,85. Bortom detta Mach-tal börjar L/D sjunka och det är på grund av detta som trafikflygplan flyger vid ungefär den hastigheten.

För ett Mach 2-flygplan som Concorde kommer L/D att vara mindre än hälften av värdet för ett underljudsflygplan som 747. Concorde, som representerar tidig 1960-talsteknik, har en L/D på cirka 7 vid Mach 2. För moderna supersoniska flygplan förväntas lyft-till-motståndsförhållandet vara cirka 10. Detta skulle uppnås genom att öka vingspannet och förfina flygkroppens form och landningsställets stuvning. Ytterligare större ökningarna kan erhållas genom laminär flödeskontroll av vinggränsskiktet.

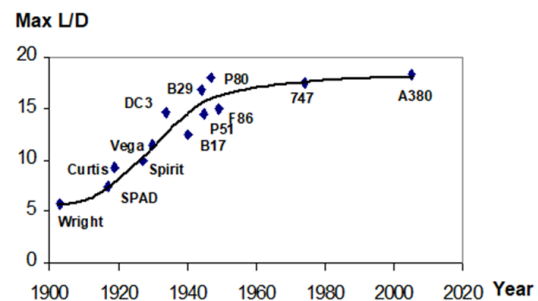
Aktuella studier visar på en ytterligare förbättring på cirka 30 % med hjälp av pilvingeteknik och delvis laminär flödeskontroll. På längre sikt kan förbättringar jämföras med den nuvarande tekniken vara möjliga med innovativa koncept som en tre-kroppssform. Speciella konfigurationer för flygning vid Mach 1.2-1.4 som vingar med variabel geometri kan realisera värden upp till 12 eller 14 vid låga supersoniska hastigheter. Sådana tekniker kan emellertid också användas för att öka subsonisk prestanda och det är ett säkert antagande att supersoniska flygplan alltid kommer att ha betydligt lägre L/D -värden än subsoniska.

Både räckvidden och bränsleförbrukningen är direkt beroende av L/D -förhållandet och underlägsenheten hos supersonisk

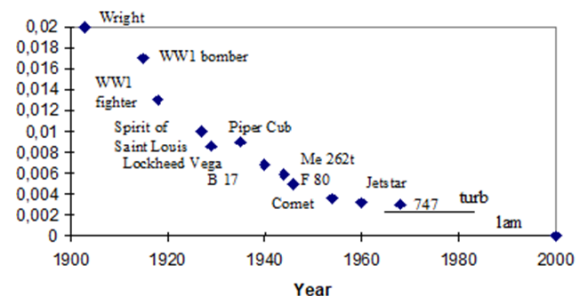
flygning blir då uttalad. Motoreffektiviteten ökar något med hastigheten men inte särskilt mycket utöver Mach 1 medan L/D minskar avsevärt. Bränsleförbrukningen är direkt beroende av motståndet. Därför är den potentiella räckvidden för 747 ungefär dubbelt så lång som för Concorde. Följaktligen bör vi inte förvänta oss att överljudsflygplan blir ekonomiska ens i en mycket avlägsen framtid. Den direkta driftskostnaden per passagerarkilometer för Concorde på 1980-talet är två gånger så hög som för ett underljudsflygplan som 747 och bränslekostnaden är tre gånger så mycket. Denna skillnad kommer förmodligen att kvarstå i framtiden på grund av den lägre L/D för supersoniska flygplan.

Dessutom, på grund av sin högre relativa bränsleförbrukning, är ett supersoniskt flygplan mer känsligt för miljöavgifter som översätts till bränslepris och även till priset på själva flygplanet. Miljöavgifterna kommer förr eller senare att baseras på hur mycket flygplanen förorenar atmosfären istället för som landningsavgifter, som minskar föroreningarna runt flygplatser bara marginellt eftersom andra bidrar så mycket mer till föroreningarna där.

Men kommer vi då bara att fortsätta som förut? Kanske inte. Som framgår av figuren har det maximala L/D stagnerat vid under 20. Anledningen till detta är att i subsonisk kryssningsflygning av ett väl designat flygplan består parasitmotståndet mestadels av hudfriktion.



Som framgår nedan närmar sig moderna flygplan de teoretiskt bästa uppnåeliga värdena för den så kallade hudfriktionskoefficienten i turbulens. Samtidigt har flygplanets form varit mer eller mindre densamma sedan DC3:an. Det betyder att L/D inte har vuxit särskilt mycket under de senaste 60 åren.



Det verkliga flödet är emellertid oftare turbulent än laminärt. Ett typiskt Reynolds-tal för ett stort flygplan är $Re = 3 \cdot 10^7$, vilket är väsentligt högre än det kritiska värdet på 10^6 där övergång till turbulens sker enligt Reynolds. Hittills har inga exakta teoretiska resultat givits för turbulenta gränsskikt. Turbulens är fortfarande ett av de stora olösta problemen inom fysiken och vi måste förlita oss på experimentella resultat.

Det laminära motståndet visar sig vara betydligt lägre än det turbulenta. För samma Reynolds-tal är den laminära hudfriktionskoefficienten cirka 0,00025, det vill säga tio gånger lägre än det turbulenta värdet. Detta kan tas som det lägsta möjliga värdet av hudfriktionskoefficienten på ett flygplan.

Det helt laminära flygplanet kommer naturligtvis aldrig att nås. En viss luftturbulens uppstår på flygplanets yta oavsett form och storlek. Luft strömmar ofta smidigt över ytan ett tag, men även om ytan är helt slät avlöses den så småningom och skapar en turbulent vak, som ökar motståndet. Mycket av arbetet med att minska luftmotståndet handlar om metoder för att fördröja denna avlösning av flödet.

Paradoxalt nog skulle det inte nödvändigtvis bidra till att minska motståndet att göra en yta helt slät. Detta beror på att avlösningen av flödet fördröjs om gränsskiktet görs turbulent av ytojämnhet. Detta kan ses i en golfboll där groparna minskar motståndet avsevärt genom att skapa turbulens.

Vind- och vattentunneltester har visat att riblets kan minska visköst motstånd med så mycket som åtta procent. Riblets är små, räfflade kanaler som tillverkas i huden på flödesbärande ytor, såsom huden på en vinge. Detta motsvarar den grova ytan på en hajs hud, vilket har visat sig avsevärt minska hajens motstånd i vattnet.

En hajs hud är ganska grov på ett mycket speciellt sätt. Den är inbäddad med miljontals små, skarpa, tandliknande skal, vilket ger den en struktur som sandpapper. Huden ser faktiskt ut som en serie ränder som får vatten att cirkulera på ett visst sätt. Det övergripande resultatet är att huden skapar mindre motstånd i vattnet, en extremt viktig energibesparande effekt för en simmande varelse. Hammarhajar och vissa andra typer av hajar kan simma upp till 75 km/h med hjälp av dessa dentiklar.

Hajens dentiklar är fästa vid små subskinn muskler. Hajar kan använda dessa muskler för att flytta dentiklarna i mönster som optimerar motståndsreducering enligt vattentryck, turbulens och andra förhållanden. En liknande idé undersöks nu på flygplan. Den består av mikroelektromekaniska system som består av en rad sensorer för detektering av luftmotstånd, en uppsättning magnetiskt styrda mikroaktuatorer (millimeterlånga kiselmembran som liknar insektsvingar) för avböjning av ytluftvirvar och kretsar som analyserar sensoringången och skickar styr-signaler till ställdonen. En alternativ teknik är pulsblåsning eller sugning genom miljontals laserborrade hål vid frekvenser skraddarsydd för instabila fluktuationer i placeringen av gränsskiktsövergången. Interaktion mellan sekundärflödet och det primära luftflödet stabiliserar gränsskiktet och upprätthåller laminärt flöde. Stötdämpning med passiv porositet eller termisk gränsskiktsskontroll kan också användas.

Nästa stora steg i aerodynamisk motståndsreduktion kan komma från ett av dessa områden eller det kan komma från forskning inom andra områden, såsom elektromagnetik eller magneto-hydrodynamik (MHD). På mycket lång sikt har det till

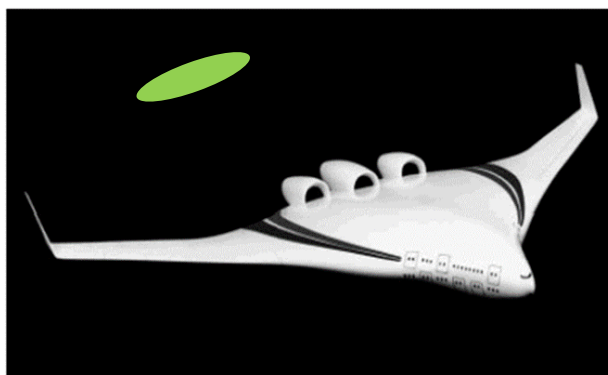
exempel föreslagits att man ska använda strålad mikrovågse-nergi för att ändra atmosfärens egenskaper framför flygplanet för att minska luftmotståndet.

L/D-förhållandet beror inte bara på friktionskoefficienten utan också på flygplanets form. Flygplanets form har varit mer eller mindre densamma sedan DC3:an. Detta kan nu vara på väg att förändras. Kroppen på det konventionella flygplanet ger mycket motstånd men väldigt lite lyft. Det skulle därför vara en bra idé att avskaffa kroppen och sätta passagerarna i vingarna. Detta är ett så kallat "Flying Wing" eller "Blended Body" -flygplan.

Naturligtvis kan var och en av vingarna fortsätta på egen hand. Allt som krävs är att svepvinkeln bibehålls. En bra regel för all design är att den vackraste formen också är den mest effektiva. Detta är förmodligen något som är inbyggt i våra hjärnor. Ellipsen är en av de vackraste formerna. Det är därför ingen överraskning att en smal elliptisk flygande vinge har det högsta lyft-till-motstånds-förhållandet både vid subsoniska och supersoniska hastigheter. Detta leder oss till flygplansformer som påminner om de berömda flygande tefaten, även om de inte skulle vara runda utan långsträckta.

Sökandet efter högre L/D leder uppenbarligen till konstiga och oortodoxa konfigurationer. Många sådana konfigurationer kan uteslutas av de negativa effekterna av deras geometri på vikt-förhållandena och passagerarkomforten. Det är alltid sant att kraven på stabilitet och kontroll, struktur och flygdrift alla bidrar till att minska designens L/D-förhållande betydligt under de exotiska värden som kan förutsägas från obegränsad aerodynamisk teori. Icke desto mindre kommer framtiden att se flygplan mycket annorlunda än dagens.

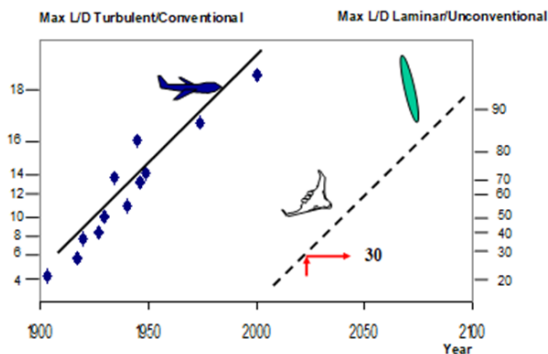
Den integrerade vingkroppen eller "flygande vinge" anses allmänt vara den mest lovande nya konfigurationen för ett miljövänligt flygplan. Det har använts i bombplan som AVRO Vulcan, B-2 och B-49. Anledningen till att denna typ av flygplan inte har använts kommersiellt är dess aerodynamiska instabilitet. Detta kan lösas med modern styrteknik.



Med samma friktionskoefficient skulle en flygande vinge kunna ha en maximal L/D på 25-30 jämfört med 17-18 för ett konventionellt flygplan. För en långsträckt helt laminär elliptisk form med spännvidden fem gånger bredden kan den maximala L/D vara så hög som 100.

Genom att anta detta som ett maximum kan ett logistiskt diagram för utvecklingen av L/D konstrueras från historiska data, se figur nedan. Gränsen $L/D=19$ har antagits för nuvarande konventionella flygplan med turbulent flöde och den framtida utvecklingen av laminära okonventionella flygplan antas följa samma takt.

Enligt diagrammet skulle de flygande tefaten komma in vid slutet av detta århundrade. Sådana flygplan kan naturligtvis aldrig landa och starta. De kommer ständigt att befinna sig i luften och nås genom matarflyg.



Att minska flygplanets motstånd leder direkt till en högre flygeffektivitet. De laminära flödestekniker som nu utvecklas är en del av detta arbete. På senare tid har det också varit ett stort intresse för möjligheten att använda en joniserad gas (ett plasma) för att minska motståndet. Ryska forskare har visat att motståndet från ett supersoniskt flygplan kan minskas med 30% eller mer genom att bilda ett plasma i luftströmmen före flygplanet med en mikrovågsstråle.

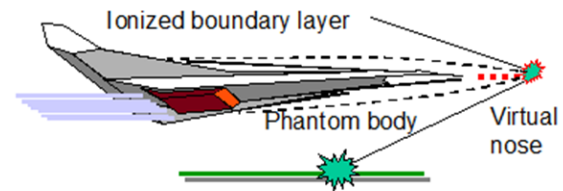
Det finns till och med indikationer på att plasma kan påverka luftflödet vid subsoniska hastigheter. Om så är fallet kan små plasmageneratorer ersätta kontrolltytor som skevroder och klaffar. Framtidens flygplan kanske inte behöver några rörliga kontrolltytor alls. Plasma kan också ge en osynlighetssköld för stealthflygplan.

På 1960- och 70-talet experimenterade flygingenjörer med framåtvända jetstrålar som ett sätt att bromsa planetariska sonder när de kom in i atmosfären. Till deras förvåning fann de att jetstrålarna faktiskt producerade dragkraft i flygriktningen. Strålarna värmden upp luften och avböjde flödet bort från fordonet, vilket effektivt gav det en mer strömlinjeformad form.

På detta sätt kan man skapa en "fantom" flygplanskropp med minskat luftmotstånd genom användning av kraft eller värmefält. Värme- och kraftfälten måste fördelas mycket försiktigt och måste sträcka sig långt framåt och bakom flygplanet för att säkerställa en korrekt formad fantomkropp.

Utan några förluster är effekten, som krävs för att skapa "fantom" -kroppen, motståndsreduktionen multiplicerad med flyghastigheten. Denna effekt är en betydande del av framdrivningseffekten från motorn. Inte bara måste metoder hittas för att leverera så stora mängder effekt till flödesfältet runt flygplanet, men medel måste också hittas för att extrahera effekten från luften på ett kontrollerat sätt för att upprätthålla en korrekt formad "fantom" kropp. Oregelbundenheter och gradienter i

den lokala kraftfördelningen gör detta mycket svårt. Dessutom måste det vara möjligt att ändra fantomkroppens form när flyghastigheten ändras.



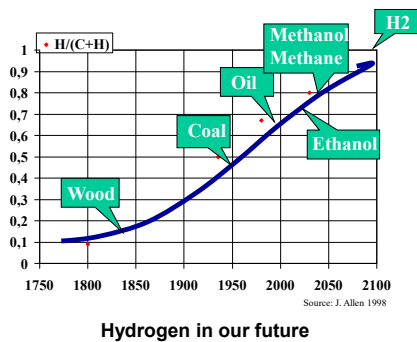
Att fördela dragkraften över flygplanets yta och därmed utnyttja den så kallade Coanda-effekten är en annan möjlighet att minska flygplanets motstånd. År 1910 provade en ung rumänsk ingenjör, vid namn Henri Coanda, ett plan som han hade byggt med en jetmotor som han hade uppfunnit. Motorn var inte en turbojet baserad på gasturbinen som senare uppfanns av Frank Whittle och Hans von Ohain, utan hade en bensinmotordriven centrifugalkompressor, en förbränningskammare och ett munstycke.

Coanda placerade metallplattor mellan de heta jetgaserna och plywoodkroppen för att skydda den från värmen. Men istället för att strålen avleddes fästes den på plattorna, löpte längs dem och satte eld på planet. Under lång tid förblev detta fenomen av de brinnande gaserna och lågorna som fäster vid flygkroppen ett stort mysterium. Efter studier som varade i mer än 20 år (utförda av Coanda och andra forskare) erkändes det som en ny flygeffekt och namngavs efter honom.

Coanda-effekten är tendensen hos en vätskestråle att fästa sig på en yta. Strålens hastighet evakuerar omedelbart molekylerna mellan den och väggen. Detta lågtrycksområde kan inte lindras av omgivande inflöde eftersom omgivande luft är på andra sidan strålen och därför avböjes strålen snabbt mot och löper längs väggen. Det lägre trycket längs väggen gör att flygplanets tryckmotstånd minskar. Dessutom är medeltrycket över en Coanda-jet lägre än det genomsnittliga trycket över en obegränsad stråle. Detta innebär att medelhastigheten vid vilken punkt som helst i Coanda-strålen är högre än i en konventionell jet. Därför bör det vara möjligt att använda denna effekt för att öka kraften hos en stråle.

Bielefeld-Brown-effekten är en elektromagnetisk kraft som utövas på en kondensator när den laddas med elektricitet. Även om alla kondensatorer upplever någon typ av inre kraft när de laddas med en högspänning, upptäckte Thomas Townsend Brown på 1950-talet att en kondensator som använder kapacitiva plattor av olika geometriska storlekar kan accelerera den omgivande luften när den laddas. Denna jonvindsteknik har visat sig kräva stora mängder effekt och ge relativt liten dragkraft, men genom att applicera en högspänning på ytan av ett fordon kan det vara möjligt att skapa en elektromagnetisk Coanda-effekt.

Vätgashalten i de bränslen vi har använt har konsekvent ökat från trä över kol, olja och gas. Problemet för flygapplikationer är den låga densiteten av väte. Signifikanta densitetsökningar är emellertid möjliga. En 10% densitetsökning är möjlig med 10% tillsatt etan eller metan, som införs i vätet som frysta partiklar. Dessutom har metalliskt väte producerats i små mängder vid extrema tryck och kan mycket väl vara det ultimata bränslet på lång sikt.



Det finns därför mycket som talar för vätgas som framtida bränsle. På lång sikt kan detta gynna bränsleceller framför gasturbiner, men mindre för luftfart än för energiproduktion. Bränslecellerna har nu nått en effekttäthet på cirka 2 MW/m³. Om man antar att den erforderliga kompressoreffekten är cirka 2 MW/ton dragkraft, skulle motorvolymen för ett stort flygplan med 100 tons dragkraft vara oöverkomligt hög. Detta kan förändras i framtiden eftersom bränsleceller utvecklas mycket snabbt. Ändå är det troligt att förbränning direkt i mediet för jetstrålen kommer att förbli mer vikeffektiv än någon annan känd process, såsom stora fläktar som drivs av bränsleceller.

Vätgas har en värmehalt på 120 MJ/kg. För att öka värmeinnehållet utöver det värdet måste nya kemiska föreningar utvecklas med hög energitäthet och låg molekylvikt. Om vissa molekyler slits isär, kommer de att ge upp stora mängder energi vid rekombinering. Det har föreslagits att sådana instabila fragment, kallade fria radikaler, skulle kunna användas som bränsle. Svårigheten är dock att dessa arter tenderar att rekombinera så snart de bildas. Därför är ett centralt problem i deras användning utvecklingen av en stabiliseringsmetod. Atomväte är det mest lovande av dessa ämnen. Spinnpolariserat atomärt väte har producerats i laboratorier, men dess livslängd minskar drastiskt med densitet på grund av en ökning av rekombinationskollisioner.

Om låg bränsleförbrukning är det drivande målet för framtidens civila flygplan, så kommer militära flygplan även fortsättningsvis att drivas av hastighet och svängförmåga samt nya krav på smygförmåga, obemannad drift och smidighet.

Smygförmåga, stealth, är en komplex designfilosofi för att minska förmågan hos en motståndares sensorer att upptäcka, spåra och attackera ett flygplan. En mängd olika tekniker kan kombineras, t.ex. en slät yta, "flygande vinge"-design, radarabsorberande material och elektroniska motmedel.

Eftersom framdrivningen i hög grad bidrar till ett flygplans signatur är motorerna begrävda i flygkroppen med luftintag och avgaskanaler placerade på flygplanets ovansida. Detta minskar värmespåret och döljer jetmotorernas kompressorblad från radar-detektering. Jetmotorernas inlopp är täckta med fina skärmar för att förhindra att radarenergi når motorernas yta. För att undvika värmedetektorer kanaliseras avgaserna genom långa smala kanaler fodrade med värmeabsorberande material så att det kyls ner när det lämnar planet.

Detta innebär att det traditionella beroendet av militära flygplan med hög hastighet och hög temperatur måste modifieras. En

lågtemperaturstråle ger dock en större munstycksyta och ökad risk för upptäckt, vilket innebär att en avvägning måste göras. En lång avgaskanal för att undvika detektorer innebär också att munstycksförlusterna ökar.

Obemannade luftfarkoster (UAV) har diskuterats länge och har redan börjat användas som så kallade "loyal wingmen" till bemannade flygplan. Att använda ett obemannat flygplan kräver att man överför och bearbetar en stor mängd information. Det är inte förrän helt nyligen som informationstekniken har utvecklats tillräckligt för att göra ett obemannat flygplan realistiskt i fientliga miljöer.

Det förväntas att UAV:er kommer att användas för en mängd olika uppgifter, som börjar med spaning, övervakning och målsökning, och senare utvidgas till att omfatta stöduppdrag som tankning, elektronisk krigföring, ubåtsjakt och luftburen tidig varning. En del av dessa obemannade flygplan kommer att flyga från flygfartyg och ytstridsfordon, medan andra kan vara baserade på land på stora avstånd från den understödda stridsgruppen eller expeditionsstyrkan. En obemannad spaningsfarkost kan användas antingen som ett oberoende system eller tillsammans med andra luftburna, markbaserade och rymdburna system.

I takt med att UAV:er har blivit mer tillförlitliga och fått operativ acceptans har de också använts för luft-till-luft- och markattacker. En UAV kan sväva subsoniskt över intresseområdet under långa perioder tills den beordras att slå till. En obemannad underljudsfarkost med stor kapacitet och lång livslängd skulle kunna användas för att placera ut och hämta mindre strids-UAV:er. Det kunde också fylla på dem med vapen och drivmedel. I takt med att informationstekniken utvecklas kommer man att se svärmar av UAV, som opererar allt mera självständigt.

Kraven på framdrivningssystemet för en UAV är i princip desamma som för ett stealthflygplan. Eftersom den huvudsakliga källan för detektering förmodligen är avgasstrålen måste motorn konstrueras så att infraröd strålning från avgaserna minimeras. För att hålla nere temperaturen och massflödet i avgaserna måste motorn ha en hög verkningsgrad. Slutligen, när det gäller UAV:er, kan flygplanens accelerationsnivåer vara mycket högre än i bemannade flygplan, vilket ställer särskilda krav på motorn.

När det gäller transporter från planeter till rymden är det troligt att man för överskådlig tid kommer att använda raketer med kemiska bränslen på grund av de krafter som krävs. Det mest exotiska av alla bränslen skulle vara antimateria, som kan ses som spegelbilden av normal materia. En antipartikel har samma massa som vanlig materia men motsatt laddning och spinn. När en partikel och en antipartikel kommer i nära kontakt förintar de varandra genom en serie interaktioner och deras vilomassa omvandlas helt till energi. Vid förintelse med materia erbjuder antimateria den högsta energitätheten av alla material som för närvarande finns på jorden. Cirka 42 milligram antiprotoner (cirka 0,6 kubikcentimeter i form av antiväte) har ett energiinnehåll som motsvarar de 750 ton bränsle och oxidationsmedel som lagrades i rymdfärjans externa tank. Små mängder antimateria skulle också kunna användas för att initiera och upprätthålla fissions- eller fusionsreaktioner i raketer.

När det gäller flygningar i solsystemet har tidigare utveckling av rymdfarkoster fokuserat på drivmedel, som drivs ut av den energi som genereras ombord på farkosten som i elektriska raketer. Det primära övervägandet för att få användbar dragkraft från sådana jon- eller plasmaraketer är konstruktionen av lätta elektriska kraftaggregat.

Rymdfarkoster skulle dock också kunna använda energi som inte finns ombord. Denna energi skulle överföras till rymdfarkosten i form av en radiofrekvens eller laserstråle, vilket kraftigt minskar rymdfarkostens massa. Solenergisatelliter kan byggas för att omvandla solstrålning till elektrisk kraft, som sedan omvandlas till mikrovågor, som fångas upp av en mottagare på det elektriskt drivna rymdskeppet.

Ett antal planer har föreslagits för att använda strålning från solen för att få framdrivningskraft för ett rymdskepp. Solframdrivningssystem kan delas in i två kategorier. I den ena skulle strålningstrycket från solstrålar användas för att ge dragkraft på en stor, lätt yta fäst vid rymdskeppet. Denna enhet har kallats ett solsegel. Det andra tillvägagångssättet är att använda solstrålarna för att värma upp en vätgas, som sedan drivs ut genom ett munstycke för att producera dragkraft. I båda dessa tillvägagångssätt är mekanismens vikt i förhållande till den erhållna dragkraften sannolikt så stor att den allvarligt begränsar användbarheten av solframdrivning.

De flesta planeter i solsystemet har magnetfält som sträcker sig ut i rymden som en gigantisk bubbla. Till exempel ligger jorden i hjärtat av en sådan magnetisk bubbla, som upptar en volym som är minst tusen gånger större än planeten själv. Denna magnetosfär skyddar livet på jorden från solvinden och från potentiellt dödliga solstormar, till skillnad från Mars och månen som saknar egna magnetosfärer.

Förutom att ge avskärmning från solstrålning kan en magnetosfär fungera som ett rymdsegel eftersom solvinden trycker på den hela tiden. En 15 km bred miniatyrmagnetosfär runt en rymdfarkost på jordens avstånd från solen skulle känna tillräckligt med soltryck (1 till 3 Newtons kraft) för att accelerera en 200 kg tung rymdfarkost till 80 km/s på bara tre månader.

Kraften som utövas på en magnetosfär ökar med dess storlek, eftersom solvinden har mer att trycka mot. Magnetosfärer som rör sig längre bort från solen expanderar naturligt när solvindens tryck minskar, av samma anledning som en ballong som blåses upp vid havsnivån kommer att expandera i den mindre tätta luften på högre höjder. Solvindens tryck minskar dock med samma faktor som magnetosfärernas tvärsnitt ökar. Därför skulle framdrivningskraften förbli densamma oavsett om rymdfarkosten befinner sig nära solen eller i solsystemets yttre delar.

För snabba rörelser i rymden behövs mer dragkraft än vad som kan åstadkommas genom elektrisk eller extern framdrivning. Den nukleära saltvattenraketen är ett radikalt nytt koncept för framdrivning i rymden. Bränslet skulle vara en lösning av uransalt i vatten. Detta bränsle skulle sprutas in i reaktionskammaren för att skapa en kritisk massa. Det är i grunden en kontinuerligt detonerande kärnreaktion med vatten som drivmedel. Fördelen är att detta är det enda kända framdrivningssystemet som kombinerar hög avgashastighet med hög dragkraft. Den har en uppskattad avgashastighet på 60000 meter per sekund (jämfört med kanske 4500 m/s för en kemisk raket). Den beräknas producera en dragkraft på nästan 1000 ton och ha en effekt på 400 gigawatt. Nackdelen är förstås att den kastar ut högradi-

oaktiva kärnklyvningsprodukter direkt ut i rymden.

Variabla specifika impuls magnetoplasmaraketer eller VASIMR är en annan hypotetisk form av framdrivning av rymdfarkoster som använder radiovågor och magnetfält för att accelerera ett drivmedel. VASIMR överbryggas gapet mellan framdrivningssystem med låg dragkraft och impulssystem med låg dragkraft och hög specifik impuls, och kan fungera i båda lägena genom att helt enkelt justera sina driftsparametrar.

Drivmedlet, vanligtvis väte, joniseras först av radiovågor och leds sedan in i en central kammare omgiven av magnetfält. Jonerna kretsar i spiral runt magnetfältslinjerna med en viss egenfrekvens och genom att bombardera dem med radiovågor värms de upp till tio miljoner K. Ett magnetiskt munstycke omvandlar spiralrörelsen till axiell rörelse, vilket driver ut vätejonerna på baksidan av raketerna och ger dragkraft.

Radiovågorna och magnetfälten skulle kunna produceras av elektricitet, som nästan säkert skulle produceras genom kärnklyvning. Genom att justera uppvärmningssättet och en magnetisk choke kan en VASIMR reglera avgashastigheten. När man stänger choken läggs raketerna i en högre växel. Det minskar antalet joner som lämnar drivenheten (vilket ger mindre dragkraft), men håller deras temperatur hög (vilket ökar den specifika impulsen). Att öppna choken har motsatt effekt. En rymdfarkost skulle använda låg växel för att klättra ut ur planetarisk omloppsbanan och hög växel för interplanetär kryssning.

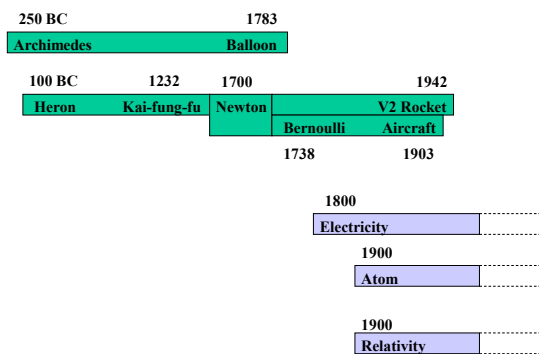
Metoden för att värma plasma som används i en VASIMR utvecklades ursprungligen som ett resultat av forskning om kärnfusion. En möjlig framtida förbättring av VASIMR-systemet kan vara att främja fusion mellan drivmedlets atomer. Detta kan ge en hel del extra värme och därför ge ännu större dragkraft än vad den elektriska ingången till systemet annars skulle tillåta. En VASIMR-driven rymdfarkost skulle kunna skjutas upp med bara tillräckligt med bränsle för att ta sig till sin destination, till exempel Mars, och sedan plocka upp mer väte vid ankomsten för att fungera som bränsle för hemresan. En annan fördel med vätgas är att väte är det mest kända strålningsskyddet, så bränslet till VASIMR-motorn kan också användas för att skydda besättningen från de skadliga effekterna av strålningsexponering under flygningen.

Kärnfusion är renare än fission och det är ett mer spännande perspektiv med sin högre energitäthet och specifika impuls. Forskare kämpar dock fortfarande för att bevisa att en sådan enhet kan erbjuda mer energi än insats, än mindre göra enheten tillräckligt liten för att skickas ut i rymden. Det finns två huvudscheman för att tillhandahålla den inneslutning som krävs för att innesluta en fusionsreaktion, tröghets- och magnetisk. Dessa inneslutningssystem resulterar i två mycket olika utformningar av framdrivningssystemen.

På grund av svårigheten att "tända" fusionsreaktioner har flera system föreslagits för att förenkla eller minska energibehovet för fusionständningsprocessen. Ett schema använder myoner. Myonen är en slags tung elektron, som kan ersätta elektronen i en väteatom (eller molekyl). De resulterande "atomerna" kan komma varandra närmare. Detta ökar i sin tur sannolikheten för fusion. En alternativ antändningsmetod använder en liten mängd antimateria (antiprotoner) för att utlösa en subkritisk fissionsreaktion. Fissionsenergin antänder sedan fusionsbränslena.

Studier tyder på att den främsta fördelen med fusionsframdrivning är potentialen för snabba uppdrag till en mängd olika planetariska mål (t.ex. Mars, Jupiter, Saturnus). En fusionsdriven rymdfarkost skulle kunna genomföra ett 60 till 100 dagar långt tur- och returuppdrag till Mars med 100 ton nyttolast. Bemannade femåriga tur- och returuppdrag till Jupiter och Saturnus verkar också vara genomförbara.

På grund av den stora hastighetskapaciteten och de måttligt höga dragkraftsnivåerna som kan vara tillgängliga från fusionsdrivna rymdfarkoster, påverkas de inte lika mycket av uppskjutningsfönster som befintliga system. Dessutom kan uppdrag som att transportera stora bulklaster, flytta asteroider etc. bli genomförbara med avancerade fusionsframdrivningssystem.



Långt in i framtiden kan ännu okända framdrivningssystem dyka upp. Det tog ungefär två tusen år från de första upptäckterna innan Arkimedes princip och reaktionsprincipen, kanske först använd i Herons ångkula, tillämpades på praktiska framdrivningskoncept. Bland de nyare vetenskapliga upptäckterna kommer elektriciteten, som föddes på 1800-talet, sannolikt att få stor betydelse i framtiden, till exempel för att manipulera joniserade gaser i motorer och runt flygplan. Atomenergi som fission eller fusion kan producera den stora mängd kraft som krävs för interplanetär flygning.

Förståelsen av gravitationen är fortfarande rudimentär trots Newtons och Einsteins arbete. I ett flygplan erhålls lyftkraft genom att deformera det aerodynamiska flödesfältet med en vinge. I en ballong uppnås lyft genom Arkimedes princip. En dag kanske det blir möjligt att göra något liknande med gravitations- eller magnetfälten, men i dagsläget förstår vi inte hur detta skulle kunna göras.

Det finns nu inga utsikter för framdrivning baserad på antigrav-

itation, eftersom negationen eller omkastningen av materiens gravitationella attraktion skulle bryta mot grundläggande fysikaliska lagar så som de för närvarande förstås. Kopplingen mellan magnetism och gravitation var något som Einstein förgäves grubblade på. I väntan på upptäckten av en ny klass av fysikaliska fenomen förblir begreppet antigravitation i ett tillstånd som liknar evighetsmaskinens.

En rymddrift kan definieras som en idealiserad form av framdrivning där de grundläggande egenskaperna hos materia och rumtid används för att skapa framdrivningskrafter var som helst i rymden utan att behöva bära och driva ut en reaktionsmassa. En sådan prestation skulle revolutionera rymdfarten eftersom den skulle kringgå behovet av drivmedel.

Olika hypotetiska rymdfarkoster har analyserats för att identifiera de specifika problem som måste lösas för att sådana system ska bli trovärdiga. De inkluderar möjligheten att skapa en lokal gradient i en bakgrundsskalär egenskap hos rymden (såsom gravitationspotential) genom att ställa diametralt motsatta fältkällor mot varandra över farkosten.

Även om Einsteins speciella relativitetsteori förbjuder objekt att röra sig snabbare än ljuset inom rumtiden, är det känt att rumtiden i sig kan förvrängas även om det kräver en enorm mängd materia eller energi. Som en analogi, även om det fanns en hastighetsgräns för hur snabbt en penna kunde röra sig över ett papper, är rörelsen eller förändringarna av papperet en separat fråga. När det gäller så kallade maskhål i rumtiden görs en genväg genom att vrida utrymmet (vika papperet) för att ansluta två punkter som tidigare var separerade.

Det är också okänt hur snabbt själva rumtiden kan röra sig. Det är som en av de där rörliga trottoarerna på en flygplats. Även om det kan finnas en gräns för hur snabbt man kan gå över golvet (analogt med ljushastighetsgränsen), kan man befinna sig på en rörlig del av golvet som rör sig snabbare än man kan gå (analogt med en rörlig del av rumtiden). Man skulle kunna skapa denna rörliga del av rumtiden genom att expandera rumtiden bakom fordonet (analogt med där trottoaren dyker upp under golvet) och genom att dra ihop rumtiden framför den (analogt med där trottoaren går tillbaka ner i golvet).

Sammanfattningsvis är flygets historia en historia om effektivitet. Motorerna som driver flygplan och raketerna är de mest kraftfulla av alla maskiner som mänskligheten har producerat. Det tog oss många hundra år att bygga Wright Flyer, som med 25 W/kg fordonsmassa gav oss ungefär samma prestanda som en fågel men fortfarande mycket mindre än insekterna. Sedan dess har vi nått en nivå på ca 20000 W/kg i raketerna som Ariane. Framtidens system kommer att kräva ännu högre effektivitet.

Framtidens flygteknik

Mer om ny teknik hittar du i förteckningen över artiklar i Bevingat på föreningens hemsida. Här några exempel:

2014/5 Är detta framtidens krig? Autonomi innebär att människor delegerar beslut till maskiner.

2015/2 Smygflygplan. Målet med smygteknik är att göra ett flygplan osynligt för radar. Tekniken beskrivs här.

2015/4 Osynliga flygplan. Optisk kamouflageteknik genom att täcka flygplanet med flytande kristaller.

2016/6 Nästa hundra år. Artificiell intelligens kommer att driva allt från kryssningsmissiler till svärmar av drönare.

2016/6 Olösta problem inom flyg. Sid 3. Lägre luftmotstånd, lättare strukturer, effektivare motorer, elektrifiering av system och okonventionella konfigurationer.

2017/2 Flyga med laser eller utan drivmedel.

2017/2 Artificiell intelligens.

2017/5 Ny teknik för stridsflygplan.

2017/6 Antigravitation myt eller verklighet?

2018/4 Tio teknologier som kan förändra flygtekniken. sid 10.

2019/6 En ny tid av flyg-innovation? Sid 12. Biobränslen produktion och användning Sid 14.

2020/1 Kan batterier driva flygplan? Sid 2. Nej, batterier är alldeles för tunga jämfört med flygfotogen. Kan segelflyg ge miljövänliga passagerarplan? Sid 4.

2020/2 Hur minska koldioxidutsläppen från flygplan? Sid 12. Nya former sid 13. Hållbara bränslen sid 14. Framtida motorer sid 16. Hybridelektriska plan sid 18.

2020/4 sid 5: Väte som flygplansbränsle. Väteframdrivning kan minska klimatpåverkan med upp till 75% när det används i motorer för direkt förbränning och så mycket som 90% när det används i bränsleceller.

2020/4 sid 14: Teknologier som formar framtiden. Nya motorer. Bättre aerodynamik. Nya former. Nya material. Additiv tillverkning. Bättre flygledning. Autonoma flygplan. Elektrisk framdrivning. Biobränslen eller väte?

2020/5 Framtida civila passagerarplan. Sid 4. Stagade vingar. Flygande vingkroppar.

2021/5 Elektriska utmaningar. Sid 11. Från batterier och motorer till ledningar och kylning.

2021/5 Väte-hur nära är det? Sid 12. Hur producera vätgas utan utsläpp av växthusgaser? Hur hantera det på flygplatser?

2022/3 Jetmotorer utan CO₂-emissioner. Sid 6. Exploderande vågförbränning eller biobränslen från avfall och skog.

2022/4 Väte eller fotogen? Sid 5. Vätgas som bränsle, hållbara flygbränslen (SAF) och elektriska batterier.

2022/5 Väte som bränsle. Sid 4. Hållbara bränslen. Sid 6.

2022/6 Teknik för utsläppsfritt flyg. Sid 16. Aerodynamik, material och batteriteknik.

2023/1 Framtidens flygmotorer. Sid 19. växlade och öppna fläktar, hybridelektrisk kraft, nya cykler, nya material och bränslen.

2019/5 Digital revolution. Detta kan förändra framtida krig.

2020/1 och 2 Framtida teknik. 800 chefer från teknologisektorn tankar och insikter om vår världs framtid.

2020/4 Teknologier som formar framtiden.

2021/1 Hur erövra rymden?

2021/4 Hur flyga till stjärnorna?

2022/3 Framtida rymdteknik. Futuristiska teknikkoncept, som kan hjälpa mänskligheten att sprida sig över hela solsystemet

Varför flyger fåglar så högt?

Hittills har ingen kunnat förklara varför vissa långflyttande fåglar söker sig till extrema höjder – fem till åtta kilometer upp i luften. Men nu tror sig svenska forskare ha löst gåtan.

[Science](#)

Dubbelbeckasiner och trastsångare hör till de arter som under flygning på dagtid söker sig till uppemot fyra kilometer högre höjder än när de flyger under natten.

Ett forskarlag försåg fåglar med dataloggar som kunde ge information om flyghöjd, position och temperatur och kan nu lansera hypotesen att det handlar om temperaturreglering. Om fåglarna inte skulle söka sig till extrema höjder hade de under långflygning på dagtid blivit överhettade på grund av solstrålningen. Det verkar som att fåglarna måste flyga så högt för att ens klara av att flyga på dagtid.

Både rörsångare och enkelbeckasiner flyttar på oväntat höga höjder under dygnsflygningar. Fåglarna steg från relativt höga flyghöjder på natten (2-3000m) till extremt höga marschhöjder på dagen (4-8000m). Denna nya flyghöjd kan inte förklaras av natt- och dagskillnader i vindriktningar eller hög lufttemperatur, men kan potentiellt vara en beteenderekaktion för att undvika överhettning orsakad av solstrålning när man flyger på dagtid.

Fåglarna gjorde konsekvent en rejäl klättring i gryningen (se figur). Den totala genomsnittliga flyghöjden nattetid var relativt hög (medelvärde ca 2500 m), men på dagtid genomgående extremt hög (medelvärde ca 5000 m). Fåglarna klättrade och sjönk relativt brant omedelbart före eller vid soluppgången respektive vid eller omedelbart efter solnedgången. Fåglarna flög vid en omgivningstemperatur på $13,8 \pm 9,0$ °C på natten, men stigningen i gryningen gjorde att de flög i mycket kallare omgivningstemperaturer på $-9,3 \pm 3,9$ °C under dagen.

Det har föreslagits att fåglar minskar vattenförlusten genom avdunstning och risken för uttorkning genom att utföra ihållande flyttflygningar på höjder med svala temperaturer. Dessutom förväntas fåglar föredra flyghöjder med de mest gynnsamma vindarna. Variationen i omgivningstemperatur och vindhastighet och/eller vindriktning förväntas dock vara liten över 1500 m. För fåglar, som flyger över 1500 m utan att ändra sin flyghöjd



mellan natt och dag, kan därför endast små skillnader i lufttemperatur och vindvektor förväntas mellan de dagliga och nattliga delarna av flygningen.

Däremot riskerar flyttfåglar att utsättas för rovfåglar på sina flygningar över Medelhavet och Saharaöknen, främst från falkar som jagar från gryningen och in på dagtid. I synnerhet Eleonoras falkar (*Falco eleonora*), som häckar i Medelhavsområdet under sensommaren och tidig höst och färdas över Saharaöknen under höst och vår på väg till och från vinterkvarter på Madagaskar, utgör ett möjligt hot mot sångfåglarnas flyttfåglar. Detta kan ha fått rörsångarna att klättra upp till höjder över falkarnas jaktområde på dagtid. Hur högt detta område kan sträcka sig är för närvarande okänt, men det finns uppskattningar av jakthöjder upp till 3500 m.

Genom att klättra till höga höjder under dagen kan flyttfåglar också utöka sitt synfält när dagsljuset ger full synlighet av landskapet nedanför. Från höjder på 0,5, 2 och 5 km, kommer det teoretiska synområdet att vara ~80, ~160 respektive ~252 km. Landmärken som sticker ut ovanför ytan, till exempel berg, kommer teoretiskt sett att vara synliga på ännu längre avstånd beroende på deras höjd.

Även om atmosfäriska siktförhållanden begränsar sikten på långt håll och rörsångarna är nattaktiva flyttfåglar, som är väl anpassade för att flyga och navigera under natten, kan man inte utesluta möjligheten att en förbättrad överblick över landskapet från högre höjd kan vara användbar, t.ex. när man letar efter lämpliga

rast- och/eller landningsmiljöer.

Solstrålning kan påverka värmebalansen hos flygande fåglar, vilket kan utsätta dem för risken för överhettning. Ökad kroppstemperatur har visat sig begränsa flygtiden hos änder och fåglar i varma tropiska områden flyger oftare med släpande ben när de utsätts för stark solstrålning, vilket sannolikt ökar värmeförlusten.

Risk för hypertermi orsakad av solstrålning kan begränsa flygaktiviteten i dagsljus p.g.a. ökad kroppstemperatur och ämnesomsättning hos fåglar på dagen jämfört med på natten. Således är det troligt att flyttfåglar klättrar till extremt höga höjder på dagtid för att nå mycket kallare förhållanden och minska risken för solstrålningsgenererad värmestress, vilket möjliggör en snabbare passage av stora ekologiska barriärer.

Det finns ett uttalat mönster där sångfåglar, när de förlänger sina nattliga flyttflygningar till dagtid, stiger brant i gryningen för att nå häpnadsväckande höga marschhöjder på 5000 till 6300 m ö.h. Framtida studier av skillnader i de fysiska och biologiska förhållanden, som fåglarna möter under nattliga kontra dagliga flygningar, behövs för att avslöja orsakerna till detta beteende. Upptäckten kastar nytt ljus över begränsningarna för flyttfåglar och kan bidra till att förklara varför den överväldigande majoriteten av långväga flyttfåglar genomför sina flyttflygningar under natten.

Motorval till Viggen /Uppstart RM8 projektet

John Gustaf Gudmundsson

Flygförvaltningens val av JT8D- 1 såsom motor för flp 37 hade föregåtts av omfattande undersökningar av lämpliga typer under flera år. Önskemålen om ett enhetsflygplan beredde mycket stora svårigheter ur motor synpunkt på grund av de skiftande prestanda som är nödvändiga för de olika flyguppgifter som måste förutses.

För attackuppdrag erfordras låg bränsleförbrukning vid underljudflygning för att uppnå lång aktions radie samt ett kraftigt dragkrafttillskott för snabb acceleration och flygning med hög hastighet i samband med anfall och undanflygning. För jaktuppdrag krävs hög dragkraft för snabb acceleration och god stigförmåga jämte hög hastighet. För spaningsuppdrag krävs avancerade allroundprestanda. För start med STOL-prestanda erfordras mycket hög dragkraft och för landning en effektiv strålbroms.

Fordringarna på låg bränsleförbrukning och stor dragkraft (eller dragkrafttillskott) kunde inte tillgodoses med en motor av enkelströmstyp, d v s av samma principutförande som dittills producerade motorer i Sverige.

kammare för jetmotorer. Vidare ansågs befintliga provningsresurser vara mycket användbara för arbetets genomförande. Det var ett både hedrande och lockande erbjudande, som fordrade ett omsorgsfullt övervägande.

Under senare hälften av 50-talet hade dubbelströmsmotorn visat, att en låg bränsleförbrukning kunde uppnås vid underljudfart. Genom dessa motorers större luftmängd i förhållande till enkelströmsmotorn skulle ett betydande dragkrafttillskott kunna uppnås genom en på densamma apterad efterbrännkammare. Såvitt bekant gjordes ett första försök med efterbrännkammare på en dubbelströmsmotor år 1960, medan något egentligt utvecklingsarbete inte kom igång förrän 1961. Dessa arbeten påvisade möjligheten att lösa de problem, som är förknippade med en dylik efterbrännkammare.

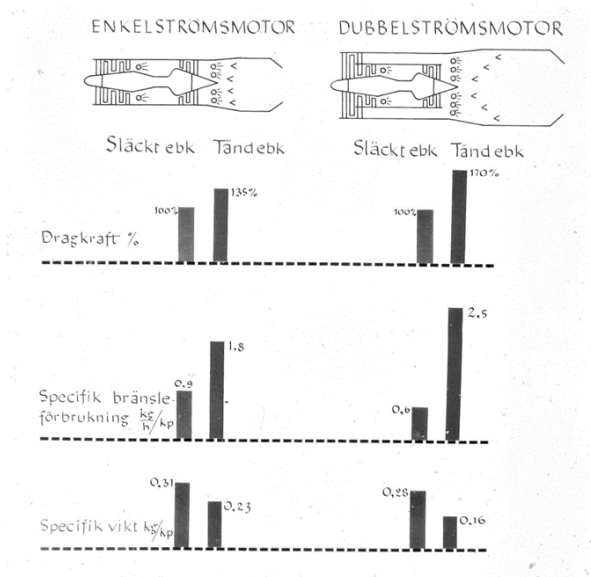
Vilka var då Flygmotors möjligheter att kunna genomföra ett så omfattande utvecklingsarbete? Man var väl medvetna om de ödesdiga konsekvenser ett misslyckande skulle medföra för det svenska försvaret.

A Flygmotor hade alltsedan företagets start 1930 tillverkat ett flertal kolvmotorer och jetmotorer på licens. Därigenom fanns en grundläggande kunskap om de noggrannhets och kvalitetskrav som måste uppfyllas. Vidare fanns många värdefulla erfarenheter från samarbete med licensgivare och tillverkningar hade skaffat företaget respekt hos såväl licensgivare som andra flygmotortillverkare.

B Flygmotor hade bedrivit visst utvecklingsarbete sedan början av andra världskriget, först på kolvmotorer men sedan mitten av 1940-talet på olika typer av jetmotorer. Denna senare utveckling hade inte lett till serietillverkning av kompletta motorer men väl av komponenter som efterbrännkammare med tillhörande bränslesystem. I och med beslutet 1951 att den motor som då var under utveckling icke skulle serietillverkas utan ersättas av en licensbyggd motor gjordes en viss neddragning av utvecklingskapaciteten dock med bibehållande av en kärna för kommande uppdrag. Dessa skulle snart visa sig växa så att avdelningen måste nära nog fördubblas till slutet av 1950-talet. Man hade genom de många varierande arbetsuppgifter man fått utföra på bla licensmotorer, efterbrännkammare, rammotorer, raketmotorer m m fått fram flera skickliga konstruktörer, beräkning och utvecklingsingenjörer, som kunde bilda kärnan till en grupp för utvecklingen av RM8.

C För att genomföra utvecklingen av en jetmotor erfordras dessutom omfattande provningsanordningar. Dylka hade skapats i samband med den tidigare utvecklingen och dessa kunde med vissa kompletteringar motsvara behovet för denna nya utveckling.

Efter en noggrann prövning av dessa faktorer kom man därför till uppfattningen, att man skulle kunna åtaga sig uppgiften att utveckla RM8 motorn i samarbete med PWA.



Fröt till den planta som utvecklades till en leveransfärdig RM8-motor sattes för Flygmotors del en höstdag 1961, när Mr Robert Baer, president för United Aircraft International, vid ett besök i Trollhättan informerade om att företagets Pratt & Whitney Aircraft Division hade en motor under utveckling för ett civilt transportplan, vilken motor skulle vara mycket lämplig för det nya enhetsflygplanet system 37 – som sedan några år varit under utredning. Motorn var i sitt ursprungliga utförande endast avsedd för underljudfart och fordrade för sin militära applikation modifiering med hänsyn till ökade prestanda och miljöförhållanden. Då företaget hade en liknande men något mindre motor TF30 under utveckling för ett nytt amerikanskt attack- och bombflygplan F 111 hade de icke själva kapacitet att utveckla motorn och önskade därför Flygmotors medverkan. De ansåg, att företaget skulle kunna genomföra en dylik uppgift och pekade på, att man under kriget kopierat deras 14-cylindriga kolvmotor samt att man under 1950-talet utvecklat egna efterbränn-

Flygmotor hade under de undersökningar, som föregick motorvalet, huvudsakligen deltagit i bedömningen av tillverkningsmöjligheter, kostnader och motorernas allmänna egenskaper. Däremot hade man i mycket liten utsträckning inkopplats på prestandakraven för den aktuella installationen, önskemålet att åstadkomma ett enhetsflygplan för ett flertal olika flyguppsdrag ställde stora krav på motorns egenskaper bl a Hög dragkraft för kort startsträcka och snabb acceleration till överljudfart, låg bränsleförbrukning vid hög underljudhastighet och låg vikt.

Dessa krav tillgodoses av en s k dubbelströmsmotor, en motortyp som började utvecklas under 1950- talet för huvudsaklig användning i civila transportflygplan och stora bombplan med underljudfart. Undersökningar av möjligheten att använda denna motortyp i kombination med en efterbrännkammare i flygplan för överljudfart hade just påbörjats i England och USA och Flygmotor hade genom deltagande i vissa diskussioner skaffat sig grundläggande kunskaper, som visade att erfarenheterna från rammotorutvecklingen skulle kunna användas för lösning av förbränningsproblemen. Regleringen av en dubbelströmsmotor med efterbrännkammare däremot skulle kräva ett mycket komplicerat regelsystem, som skulle fordra stora reglertekniska insatser. Det visade sig senare en möjlighet att utnyttja ett specialföretag, som redan var i färd med en dylik utveckling.

RM8 var en dylik dubbelströmsmotor och fyllde de uppställda kraven, Dragkraft och bränsle-förbrukning var avsevärt förbättrade i förhållande till RM6 motorn. Vikten var 0,17 kg/kp maximal dragkraft mot 0, 27 för RM6.

Ansvarsfördelningen mellan PWA och Flygmotor blev en mycket betydelsefull punkt i samband med förhandlingarna, som slutade med ett formellt licensavtal mellan Flygmaterieförvaltningen och PWA den 28 maj 1962. Samma dag tecknades också ett avtal mellan Flygmaterieförvaltning en och Flygmotor. Licensgivaren skulle lämna projektutslag på erforderliga modifieringar samt kompletta detaljritningar på den civila motorversionen och kunde endast garantera, att överlämnat material skulle motsvara deras bästa kunnande. Då slutresultatet kom att bero på Flygmotors kunnande och förmåga att genomföra utvecklingsarbetet kunde de inte ta något ansvar härför men var beredda att biträda vid eventuella problem. Flygmotor å sin sida kunde ej ta fulla ansvaret för slutresultatet, då detta i hög grad berodde på kvaliteten i grundmaterialet från PWA, Samarbetet blev emellertid hela tiden mycket gott och några problem ur ansvarsfördelningssynpunkt uppstod ej.

Att programmet kunde genomföras i mycket nära anslutning till det ursprungliga tidsprogrammet berodde i hög grad på det intresserade och oegennyttiga arbete, som utfördes av alla deltagande och det goda samarbete som rådde. Detta gäller även licensgivarens och Flygmaterieförvaltningens representanter.

Slutresultatet blev att Flygvapnet fick ett flygplan med dragkraft/startvikt förhållande i nivå med och i vissa fall överträffande motsvarande flygplantyper i Väst, Motorn hade också en betydande utvecklingspotential och dragkraften kunde ökas avsevärt. En sådan vidareutvecklad motor kunde vara aktuell för inbyggnad i flygplan ända till början av 80-talet, vid vilken tidpunkt den kom att möta konkurrens från de nya avancerade motortyper, som var under utveckling i utlandet. Det största problemet med en sådan vidareutveckling var kostnadsfrågan, då vi här i landet inte vant oss vid de stora kostnader en sådan vidareutveckling betingade och som ej ansågs onormala i de länder, där flygmotorutveckling bedrevs.

RM8 SERIEMOTORPRESTANDA. H=0 M=0
FÖRSTA MOTORLEVERANS (NR 9002)

	MAX SLÄCKT		MAX TÄND	
	F - kp	b - $\frac{\text{kg/h}}{\text{kp}}$	F - kp	b - $\frac{\text{kg/h}}{\text{kp}}$
SPECIFIKATION	6690	0.62 +3%	11790	2.47 +3%
MOTOR 9002	6690	0.605	11930	2.57 ^{*)}

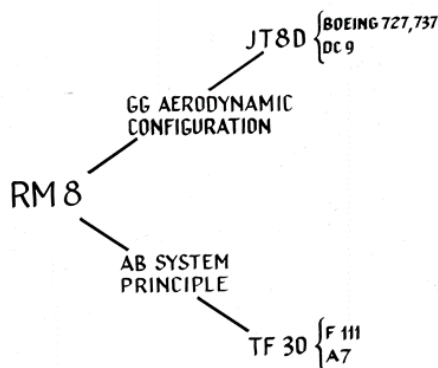
^{*)} VID DRAGKRAFTEN 11790 kp INNEHÅLLES SPEC b

MOTORVIKT : SPECIFIKATION 2102 kg

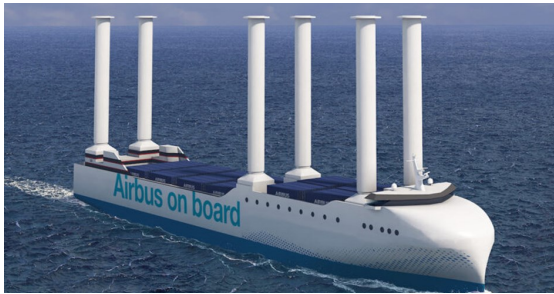
MOTOR 9002 2050 kg

Citat från generalmajor Nils Söderberg i flygvapnet:
”37 VIGGEN. I slutet av 50-talet inventerades motoralternativ för blivande flygplan 37. Valet föll i början av 1962 på P&W civila turbofläktmotor JTBD-I , utvecklad i en militär version med ebk (RM8). Flygmotor med dess tekniske direktör Gustaf Gudmundsson i spetsen åtog sig att genomföra det krävande utvecklingsarbetet och fick P&W välsignelse och flygförvaltningens uppdrag att genomföra det. Arbetet ledde till full kvalificering och leverans av seriemotorer inom planerad tid och kontrakterade kostnader. Den ursprungliga RM8A följdes av en vidareutvecklad version RM8B för jaktviggen. Den enastående förmånen för flygvapnet att i ett tidigt skede få välja motor till dessa epokgörande flygplan har varit uttryck för förtroendet för Flygmotors tekniska kapacitet, präglad av Gustaf Gudmundssons kunnande och omdöme”.

RM 8 RELATIONSHIP



Airbus seglar



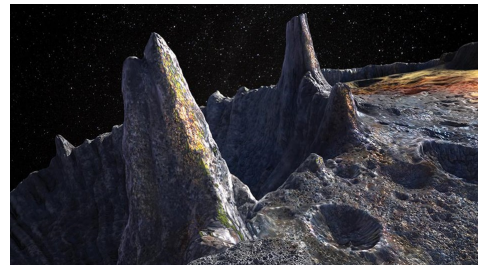
26 okt AeroTime News Airbus senaste initiativ för att minska sitt koldioxidavtryck kommer inte att ske i luften, utan snarare till havs. Den europeiska flygplanstillverkaren har valt en innovativ design med toppmodern segel-teknik för sin nästa generation av oceangående lastfartyg som har till uppgift att transportera flygplansenheter från Europa till USA. Det franska rederiet Louis Dreyfus Armateurs driver en flotta på tre fartyg från Saint-Nazaire, på Frankrikes Atlantkust, som håller Airbus monteringslinje i Mobile, Alabama, försedd med delar och komponenter för att producera flygplan i Airbus A320-familj. Från och med 2026 kommer den nuvarande flottan att ersättas med tre nybyggda fartyg utrustade med sex Flettner-rotorer vardera. Det är stora cylindriska strukturer som, precis som traditionella segel, kan utnyttja vindkraft för att driva fartyget framåt. Fartygen kommer också att ha två dual fuel-motorer som kan drivas med antingen konventionellt marint dieselbränsle eller e-metanol. Airbus uppskattar att dessa nya tekniker kommer att minska deras sjöfartsrelaterade koldioxidutsläpp med mer än hälften.

Förorenad rymd



29 okt Popular Science Raketer och satelliter släpper ut metall i atmosfären. Undersökningen från USAs National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) tyder på att den del av atmosfären som ligger 10 km ovanför jordens yta kan vara förorenad av rymdskrot. Dessa inkluderar en mängd olika metaller från raketer och satelliter, som har förångats av värmen när de återinträdde. Studien fokuserade på ett troligt årligt utsläpp av sot på 10 ton och dess effekter på stratosfären. En tung bärraket som använder en fotogendriven motor släpper ut tio ton svart kol i stratosfären för varje uppskjutning. De nuvarande årliga utsläppen från rymdresor är cirka 1 000 ton per år och man tror att ett utsläpp på 10 000 ton per år kan nås till 2040. Innan denna studie har man tidigare trott att endast klorerade raketer som drivs med fast bränsle orsakar ozonförlust. Forskargruppen drog dock slutsatsen att omfattningen av ozonnedbrytningen från fotogendraket med höga sotutsläpp är jämförbar med ozonförlusten från raketer, som drivs med fast bränsle och släpper ut klorgas. Forskarna antar också att även submikrona aerosoler, som frigörs under ökat återinträde av uttjänta satelliter under det kommande decenniet, kan komma in i atmosfären och orsaka förändringar i stratosfären.

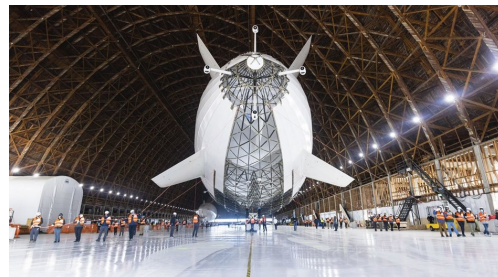
NASA mot Psyche



27 okt Aviation Week Rymdfarkosten Psyche kommer att nå asteroiden med samma namn i augusti 2029.

Psyche, som lyfte ombord på en SpaceX Falcon Heavy-raket den 13 oktober, är på väg mot en asteroid – även kallad Psyche – som kan vara kvarlevan av järn-nickelkärnan av en protoplanet vars yttre skorpa och mantel förlorades i sammanstötningar med andra kroppar. En annan teori är att asteroiden en gång var närmare solen, vilket tog bort syre och lättare atomer och lämnade järn att bilda metall. Uppdraget kommer att söka efter bevis för att asteroiden en gång hade ett magnetfält. Det kommer att ta Psyche sex år att nå sin destination i det huvudsakliga asteroidbältet, som ligger mellan Mars och Jupiter. Rymdfarkosten drivs av ett mycket effektivt men lågeffekts sol-elektriskt framdrivningssystem – det första att flyga i rymden. Systemet fungerar genom att driva ut joner av den neutrala gasen xenon för att skapa en dragkraft som försiktigt driver rymdfarkosten, som också kommer att få en gravitationshjälp under en förbiflygning av Mars i maj 2026.

Brins luftskepp godkänt



29 okt IEEE Google-grundaren Sergei Brins luftskepp får FAA-godkännande. LTA Research, företaget som Brin grundade 2015 för att utveckla luftskepp för humanitära transporter och godstransporter, fick ett särskilt luftvärdighetscertifikat för det heliumfyllda luftskeppet i början av september. Det papperet gör det möjligt för det största flygplanet sedan det olycksaliga Hindenburg att påbörja flygtester på Moffett Field, en gemensam civil-militär flygplats i Silicon Valley, med omedelbar verkan. Det enorma luftskeppet kommer initialt att fästas vid en mobil mast för marktester utomhus, innan det genomförs cirka 25 flygningar på låg höjd, under totalt 50 timmars flygtid. Även om dess stela design påminner om de gigantiska luftskeppen i början av 20-talet, är Pathfinder 1 nästan helt annorlunda än alla stora luftskepp som har flugit tidigare. Avgörande är att de rapporterade 3 000 svetsade titannaven och 10 000 kolfiber-förstärkta polymerrören är tillräckligt lätta för att den ska kunna använda obrännbart helium i stället för explosivt väte som lyftgas. Tolv elmotorer fördelade på sidorna och stjärtpartiet av luftskeppet, och fyra fenroder, möjliggör vertikal start och landning (VTOL) och hastigheter på upp till cirka 120 kilometer i timmen. Ett segt lager av laminerat Tedlar-material innehåller 13 heliumpåsar av ripstop-nylon, som innehåller lidarsystem för att spåra gasnivåerna inuti kroppen. Pathfinder 1 har ett hybrid-framdrivningssystem, med två 150-kilowatts dieselgeneratorer som arbetar tillsammans med 24 batterier för att ge ström till elmotorerna.

Mindre partiklar med SAF



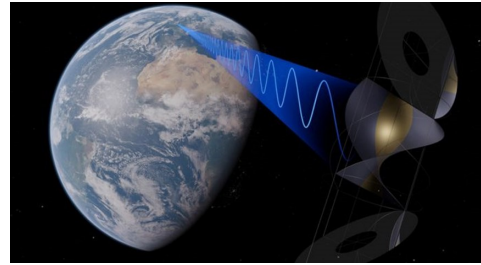
30 okt Aviation Week Forskning tyder på att SAF skulle kunna minska ultrafina partiklar med 34 %. En studie som tittar på effekterna av hållbart flygbränsle (SAF) på markluftens kvalitet har visat att utsläppen av ultrafina partiklar kan minskas med cirka 30 % jämfört med traditionell fotogen. Forskningen, som utfördes av German Aerospace Center DLR, Köpenhamns flygplats, Scandinavian Airlines och BP, övervakade markutsläpp från ett flygplan från Scandinavian Airlines (SAS) under en fyraveckorsperiod. SAS-flygplanet gjorde kommersiella passagerarflygningar mellan Köpenhamn och Stockholm, drivna med en blandning av 65 % fotogen och 35 % SAF. Utsläppen från flygplanet övervakades tre till fyra gånger dagligen i realtid under taxning mellan landningsbanan och gate, med hjälp av en skåpbil som var speciellt utrustad som ett mobilt laboratorium. Detta unika experiment på Köpenhamns flygplats visar att användningen av SAF inte bara minskar CO₂-utsläppen utan också förbättrar den lokala luftkvaliteten.

Kina landar raket



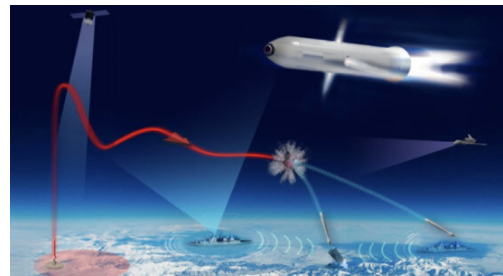
3 nov Space News Kinas iSpace skjuter upp och landar raketsteg. Hyperbola-2 metan-vätskesyre återanvändbara raket steg till en höjd av 178 meter under sin 51 sekunder långa flygning. Den utförde en motordriven nedstigning och mjuklandning, stödd av fyra landningsben. Det 3,35 meter i diameter och 17 meter långa provsteget drivs av en Focus-1-motor med variabel dragkraft. Provet med vertikal start och vertikal landning markerar framsteg mot en återanvändbar raket som ska debutera 2025. Det är också den senaste i de kinesiska ansträngningarna att efterlikna framgångarna med SpaceX och dess Falcon 9-raket. Det framgångsrika provet markerar ett stort genombrott i Kinas kommersiella flygindustri inom teknik för återanvändbara bärraketer. iSpace är inte det enda kinesiska företaget som arbetar med återanvändbara raketer. Galactic Energy utförde nyligen ett prov med en jetmotordriven farkost. CAS Space, en avknoppning från den kinesiska vetenskapsakademien, har också genomfört sådana prov för att verifiera algoritmer. Deep Blue Aerospace genomförde ett framgångsrikt raketuppskjutnings- och landningsprov 2022. En annan konkurrent, Space Pioneer, planerar att skjuta upp sin Tianlong-3-raket under första halvåret 2024. Raketen kommer att vara jämförbar med Falcon 9 i uppskjutningsförmåga och så småningom göras återanvändbar. Landspaces methalox Zhuque-2 förväntas också konverteras för återanvändning.

Solenergi från rymden



1 nov Actualidad Aeroespacial Space Solar och Thales Alenia Space går samman i Storbritannien för att driva Space Solar Power. Engelska Space Solar, en pionjär inom utvecklingen av solenergi i rymden, har tillkännaggett ett strategiskt samarbete med Thales Alenia Space för att fortsätta arbeta med utvecklingen av det första kommersiella Space-Based Solar Power-systemet (SBSP). Den centrala idén med denna teknik är byggandet av storskaliga infrastrukturer i omloppsbana, som kan leverera energi på ett konstant och hållbart sätt. Utöver detta samarbete med Space Solar i Storbritannien har Thales Alenia Space valts ut av European Space Agency (ESA) för att leda genomförbarhetsstudien av SOLARIS-initiativet. Detta projekt kommer att utvärdera möjligheten att tillhandahålla ren energi från solkraftverk i rymden för att möta hållbara energibehov på jorden. Resultaten från SOLARIS kommer att vara avgörande för beslutsfattandet i Europa om utvecklingen av solenergi i rymden för kommersiella ändamål, med möjlighet att utforma en nedskalad demonstrator i omloppsbana senast 2025. Solaris-projektet syftar till att utforma en toppmodern lösning för Europa, som består av att fånga solenergi i omloppsbana, fri från meteorologiska störningar och utan att vara beroende av dag-natt-cykeln, och sedan överföra den till planeten.

Europeisk hypersonik



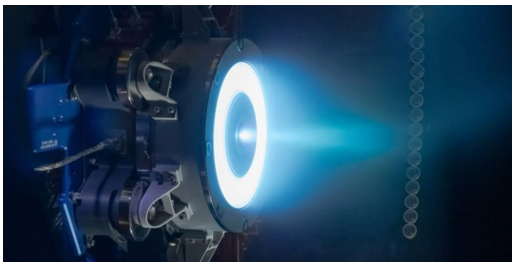
2 nov Aviation Week Hypersonisk försvarsstudie lanseras av europeiskt konsortium. En europeisk försvarsteknologioorganisation har startat en treårig studie på 110 miljoner euro för att definiera konceptet med en hypersonisk missil, som föreslagits av ett konsortium lett av Spanish Missile Systems (SMS). Ett kontrakt som undertecknades den 31 oktober av Europas organisation för gemensamt vapensamarbete lanserar den SMS-ledda studien Hypersonic Defence Interceptor (HYDEF), som inkluderar en föreslagen interceptor från Diehl Defense. HYDEF-systemet kommer att konkurrera med ett annat projekt som leds av MBDA – Hypersonic Defence Interceptor Study (HYDIS2) – för att bilda den kinetiska komponenten i Europas föreslagna Timely Warning and Interception with Space-based Theatre (TWISTER). Det senare inkluderar ett rymdbaserat varnings- och spårningssystem, som skall kopplas samman med interceptorbatterier som utvecklats av antingen HYDEF eller HYDIS2. SMS är i sig ett konsortium som bildades 2021 av de spanska företagen Sener, GMV och Escribano M&E. SMS ansvarar för att hantera HYDEF-projektet, medan tyska Diehl leder den tekniska implementeringen av interceptorn. Målet med projektet är att skapa en europeisk förmåga att skjuta ner hypersoniska kryssningsmissiler och hypersoniska glidfordon med en atmosfärisk interceptor.

Europas nya rymdhamnar



6 nov [Space News](#) Norge invigde sin rymdhamn **Andøya och konkurrensen om uppskjutningar i Europa hårdnar.** Den färdigbyggda rymdhamnen är planerad att hysa flera uppskjutningsramper. Den tyska raketutvecklaren Isar Aerospace har exklusiv tillgång till den första uppskjutningsplatsen. Isars tvåstegsraket Spectrum är utformad för att leverera upp till 700 kilo till solsynkron omloppsbana (SSO) och upp till 1 000 kilo till låg omloppsbana runt jorden. Sverige invigde sin rymdhamn Esrange tidigare i år. Esrange är redan värd för suborbitala uppskjutningar och motorprovanläggningar för Isar Aerospace och Rocket Factory Augsburg (RFA). Isars tyska konkurrent RFA arbetar också mot sin första lansering. Det kommer att ske från SaxaVord Spaceport, som ligger på Shetlandsöarna i Storbritannien mellan Skottland och Norge. RFA planerar att skjuta upp den 30 meter höga raketen RFA One under det sista kvartalet i år. Skotska Skyrora planerar också att lansera från SaxaVord. Brittiska Orbex och tyska HyImpulse håller också på att utveckla bärraketer i omloppsbana. Samtidigt pågår bygget av rymdhamnen Sutherland på det skotska fastlandet och Spaceport Cornwall i sydvästra England var värd för ett uppskjutningsförsök i omloppsbana i januari i år, men uppskjutningen av Virgin Orbit misslyckades. EU:s institutionella och andra uppskjutningar sker från Kourou i Franska Guyana på Sydamerikas Atlantkust. Utvecklingen kommer samtidigt som Europa står inför en flaskhals i uppskjutningskapaciteten, med förseningar av Ariane 6 och Vega C, och ett behov av strategiskt oberoende.

Motorer för Gateway



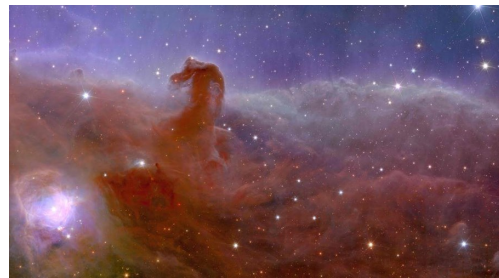
6 nov [Actualidad Aeroespacial](#) Gateway, månrymdstationen för NASA:s Artemis-uppdrag kommer att ha tre avancerade elektriska framdrivningssystem (AEPS). Hyperbola-Kraft- och framdrivningselementet kommer att förse Gateway med kraft, höghastighetskommunikation och göra det möjligt för den att behålla sin unika omloppsbana runt månen. AEPS har nyligen genomgått kvalificeringsprov, där en blå nyans har setts inuti en vakuumkammare på NASA:s Glenn Research Center i Cleveland. Denna blå kolonn är en konstant ström av joniserad xenongas som sprutas ut för att producera en låg, högeffektiv dragkraft. Dessa elektriska framdrivningssystem accelererar rymdfarkoster till extremt höga hastigheter över tid och använder bara en bräddel av det bränsle som krävs av kemiska framdrivningssystem, vilket gör elektrisk framdrivning till ett utmärkt val för forskning och utforskning av rymden.

Europeiska missiler



7 nov [Aviation Week](#) Anglo-fransk forskning driver **nästa generations missilteknologi.** Möjligheten att strypa och modulera en hybridraketsmotor har retat missiltillverkare i årtionden. Att använda drivmedel i olika tillstånd, en vätska eller gel och en fast substans, kan öka vapenräckvidden eller ge inställbara prestanda för de olika faserna av ett vapens flygning. Nu undersöker ett team från det franska rymdföretaget HyPrSpace och raketmotorspecialisten Roxel om en ny hybridraketsmotorarkitektur som utvecklats för satellituppskjutning skulle kunna hitta en roll i missiler. HyPrSpace har anpassat och skalat ner arkitekturen den planerar att använda för sin Orbital Baguette Mk. 1 mikrosatellitstarter. Den nedskalade motorn, med smeknamnet Joker, testas som en del av ett 24-månaders Hybrid Rocket-Powered Missiles-projekt finansierat av det franskbrittiska Complex Weapon, Innovation and Technology Partnership (CW-ITP). Detta partnerskap föddes 2021 ur det 13-åriga Materials and Components for Missile Innovation and Technology Partnership (MCM-ITP). Projektet fokuserar på att minska storleken, vikten, kostnaden och energiförbrukningen för missilkomponenter, underlätta deras exportbarhet och förbättra den övergripande vapenprestandan.

Bilder från Euclid



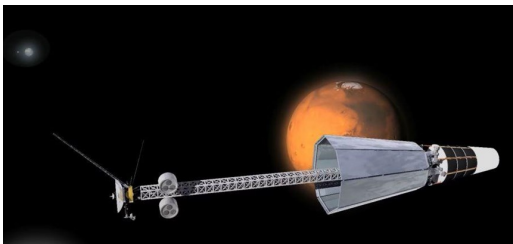
7 nov [Aviation Week](#) ESA släpper de första bilderna från **Wide-Field Euclid Telescope.** Europeiska rymdorganisationens (ESA) nyligen uppskjutna Euclid-teleskop har fångat en mängd skarpa bilder med breda fält av galaxer nära och fjärran, inklusive den berömda hästhuvudnebulosan. Hästhuvudnebulosan ligger cirka 1 375 ljusår bort och framstår som ett mörkt moln format som ett hästhuvud i stjärnbilden Orion. Strukturen ligger strax söder om stjärnan Alnitak, den östligaste av Orion-stjärnbildens trestjärniga bälte. Euklid, uppkallad efter den antika grekiska matematikern, är utformad för att observera formerna och positionerna för miljarder galaxer, som går tillbaka mer än 10 miljarder år, en tidsrymd som inkluderar när universum föll under den accelererande påverkan av mörk energi. Euclid sjösattes den 1 juli och nådde sin observationsplats vid den andra Sun-Earth Lagrange (jämvikts)-punkten fyra veckor senare. Euclid är designad för att tillbringa sex år med att kartlägga kosmos i ett försök att lära sig mer om de 95 % av universum, som inte sänder ut elektromagnetisk strålning. Genom att kartlägga fördelningen och formerna för observerbara galaxer kan forskare sluta sig till påverkan av mörk materia och mörk energi.

Geologi från flyg



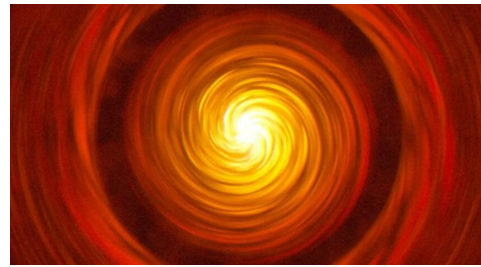
12 nov [AeroTime News](#) NASA genomför geologisk undersökning med hjälp av ombyggda U-2 spaningsflygplan. Projektet Geological Earth Mapping Experiment (GEMx) är ett samarbete mellan NASA och United States Geological Survey (USGS). Det handlar om ett specialiserat Gulfstream V-affärsflygplan och två Lockheed ER-2 Earth Resources-flygplan, utrustade med NASA-instrument. ER-2-flygplanet är ett höghöjdsflygplan som främst används för vetenskapliga forskningsuppdrag. Det är baserat på Lockheed Martin U-2 spaningsflygplan, även känt som "Dragon Lady", som utvecklades under kalla krigets era främst för det amerikanska flygvapnet och Central Intelligence Agency för att observera sovjetiska territorier. Instrumenten tar detaljerade bilder med färg för att avslöja dolda geologiska egenskaper på jordens yta, inklusive kritiska mineraler. De visuella data som produceras av dessa optiska sensorer indikerar beståndsdelarna och förändringarna i jordens yta och atmosfär. De undersökta mineralerna är avgörande för vardagsprodukter som bärbara datorer och mobiltelefoner.

Atomraket



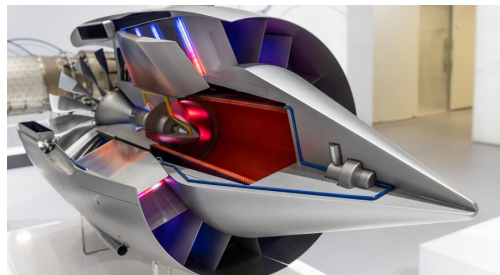
16 nov [SPACE](#) Lockheed Martin designar kärnkraftsframdrivningssystem för rymdfarkoster. Lockheed Martin designar ett kärnelektriskt framdrivningssystem (NEP) för en rymdfarkost som en del av Air Force Research Laboratorys (AFRL) Joint Emergent Technology Supplying On-Orbit Nuclear (Jetson) program. JETSON siktar på att skjuta upp en fissionsreaktor som kommer att startas upp när den väl är i rymden. Reaktorn kommer att generera värme som sedan överförs till stirlingkraftomvandlare för att producera el. Detta kan sedan användas för att driva rymdfarkosters nyttolaster eller elektriska propellrar för framdrivning. Reaktorn bygger på NASA:s tidigare demonstration av Kilopower Reactor Using Stirling Technology (KRUSTY) från 2018.

Hur planeter bildas



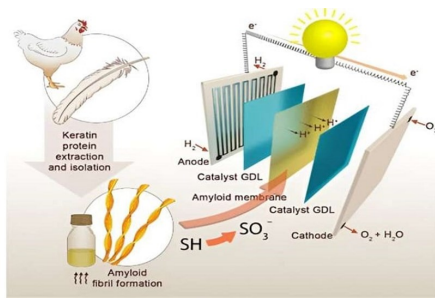
13 nov [Actualidad Aeroespacial](#) NASA:s Webb Space Telescope avslöjar planetbildningsprocessen. Forskare, som använder NASA:s James Webb Space Telescope, har just gjort en banbrytande upptäckt genom att avslöja hur planeter bildas. Genom att observera vattenånga i protoplanetära skivor bekräftade Webb en fysikalisk process, som involverade driften av istäckta fasta ämnen från skivans yttre regioner in i planetens steniga zon. Det har länge föreslagits att isiga stenar, som bildas i de kalla yttre regionerna av protoplanetära skivor, (samma område där kometer har sitt ursprung i vårt solsystem) borde vara de grundläggande fröna till planetbildning. Huvudkravet för dessa teorier är att småstenarna ska driva in i stjärnans inre på grund av friktion i den gasformiga skivan, vilket levererar fasta ämnen och vatten till planeterna. En grundläggande förutsägelse av denna teori är att när de isiga stenarna kommer in i det varmare området inom "snögränsen", där isen förvandlas till ånga, bör de släppa ut stora mängder kall vattenånga. Detta är precis vad Webb observerade.

Jetmotor drivs på vatten



14 nov [Aviation International News](#) MTU trappar upp arbetet med bränsleceller och vattenförstärkt turbofläkt. Bränslecellstekniken, som ska vara redo att tas i bruk runt 2035, fokuserar på flygplan, som transporterar upp till 100 passagerare på flygningar på upp till 2 000 km. Eftersom den endast skulle släppa ut vatten kommer den att minska klimatpåverkan med så mycket som 95 procent. MTU:s WET-gasturbinkoncept syftar till ny framdrivning för framtida narrowbody-flygplan i mitten av 2030-talet och är en del av projektet Sustainable Water-Injecting Turbofan Comprising Hybrid-Electrics (SWITCH), som har fått stöd från EU:s initiativ Clean Aviation. Planen innebär att WET-tekniken kombineras med elhybriddrift i Pratt & Whitneys GTF-motor (Geared Turbofan). Processen innebär att man fångar upp värmeenergi med en värmeväxlare för att producera ånga, som kan injiceras i brännkammaren för att ge mer energi i en ständigt upprepade cykel. Vattnet tas från avgaserna med hjälp av en kondensor och separeras sedan. Förutom att minska koldioxidutsläppen genom att sänka bränsleförbrukningen minskar utsläppen av kväveoxider (NOx) med så mycket som 80 till 90 procent. Airbus är nära involverat i arbetet, för vilket Collins Aerospace bidrar med elmotorgeneratorer och kraftelektronik i megawattklassen, distribution och skydd av högspänd likström, komponenter för värmehantering och gondoler. GKN Aerospace ger tillgång till sin heta testrigg i Sverige och concernens anläggning i Nederländerna utvecklar elektriska högspänningsledningar.

Kraft från hönor



14 nov Specs&Techs Fjädrar ger kraft åt bränsleceller. Miljontals ton kycklingfjädrar utgör årligen ett problem för avfallshantering men erbjuder också en resurs för att förbättra bränslecellernas prestanda. Forskare har extraherat proteinet keratin från dessa material och omvandlat det till amyloidfibriller för att ingå i bränslecellernas semipermeabla membran. Sådana membran består konventionellt av mycket giftiga kemikalier som nu kan ersättas av det miljövänliga keratinet som härrör från höns. Det bör också leda till betydligt lägre kostnader för produktion av bränslecellskomponenter, eftersom endast cirka 100 g fjädrar behövs för att tillverka 1 m² membran. I processen som utvecklats av forskare från Nanyang Technological University (Singapore), ETH Zürich (Schweiz) och Paul Scherrer Institut (Schweiz) isoleras keratin först från ett alkaliskt extrakt av kycklingfjädrar. Detta keratin värms upp och omvandlas till proteinamyloidfibriller, replikande nanostrukturer gjorda av tätt lindade proteiner, vidareförädlas till membran och behandlas i syra. Den resulterande kemiska reaktionen gör det möjligt för dem att leda protoner och förbättra bränslecellens prestanda. När det testades i en kommersiell bränslecell kunde kraftenheten aktivera en LED-lampa, snurra en liten fläkt och driva en liten leksaksbil.

B21 flyger



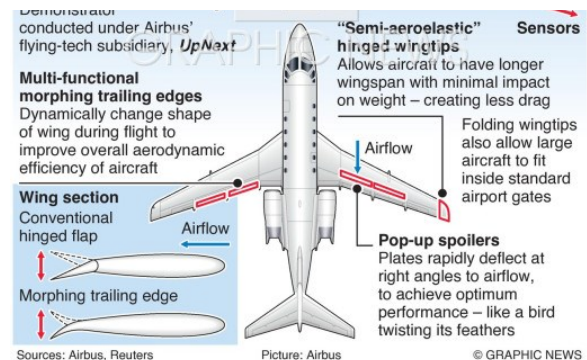
16 nov Aviation Week Första testflygningen av B-21 Raider, det amerikanska stealthbombplanet. B-21 Raider är avsedd för både konventionell och nukleär ammunition. Den är utformad för att vara en kärnkomponent i det framtida flygvapnets bombflygstyrka, som opererar tillsammans med B-52:orna. När man rör sig längs taxibanan är B-21:ans breda, låga observerbara motoravgaser tydligt synliga. Flygplanets spann verkar vara större än tidigare uppskattningar på cirka 132 fot och kan vara närmare 150 fot, men fortfarande mindre än B-2A:s 172 fot. Sidoprofilen avslöjar flygplanets uttalade näbbliknande nos, som är horisontellt inriktad snarare än böjd nedåt som i B-2A. Också synlig är den stora uppåt gångjärnsförsedda extrainloppsdörren. En närbild av B-21:ans breda undersida avslöjar termiskt skyddade områden i bakkanten under motoravgasområdet och de svaga konturerna av vapenutrymmet, såväl som motortillgångsplatserna inombord på varje huvudlandningsställsben. Mellan motorutrymmet och huvudvapenutrymmet verkar det på varje sida finnas en mindre dörr för nyttolast, möjligen för att hysa självförsvarssystem inklusive Stand-in Attack Weapon.

UltraFan på full effekt



13 nov Aviation International News Rolls-Royce kör UltraFan på full effekt och slutför kampanjen med 100 % hållbart flygbränsle. Rolls-Royce har uppnått en betydande milstolpe genom att framgångsrikt köra sin UltraFan-teknikdemonstrator till maximal effekt vid sin anläggning i Derby, Storbritannien. UltraFan-motorn, som har en fläkt diameter på 3,56 meter är den största flygmotor som någonsin byggts. UltraFan-programmet, som först tillkännagavs offentligt 2014, syftar till att ge en 10-procentig förbättring av effektiviteten jämfört med Trent XWB. En av de mest lovande aspekterna av UltraFan-tekniken är dess skalbarhet, med ett dragkraftsområde på cirka 11 till 50 ton, vilket gör den lämplig för ett brett utbud av flygplan, inklusive narrowbody- och widebody-plan som förväntas dyka upp på 2030-talet. RR har slutfört kompatibilitetstester av 100 % hållbart flygbränsle (SAF) på alla sina civila flygmotortyper i produktion, samtidigt som man såg till att Ultrafan-demonstratorn hade samma kapacitet. För att nå Net Zero flygning till 2050 kommer en kombination av högeffektiva gasturbiner av senaste generationen, som UltraFan som drivs med 100 % hållbart flygbränsle, sannolikt att bidra med cirka 80 % av den totala lösningen.

eXtra Performance Wing



14 nov Actualidad Aeroespacial Under ledning av Airbus dotterbolag och teknikinkubator UpNext gjorde eXtra Performance Wing-projektet sin första flygning. Med hjälp av biomimik (biologiskt inspirerad ingenjörskonst) syftar projektet till att utveckla en vinge som kan ändra form under flygning för att maximera dess aerodynamiska effektivitet. Om konceptet blir framgångsrikt och integreras i nya flygplan har det potential att avsevärt minska bränsleförbrukningen. Det övergripande målet med eXtra Performance Wing-projektet är att tillhandahålla flera vingkonfigurationer som dynamiskt anpassar sig till flygförhållandena. Designen innehåller innovativ aktiv kontrollteknik samt fysiska förändringar av vingstrukturen. Sensorer längst fram i flygplanet kommer att registrera förändringar i turbulens, vilket leder till relevanta justeringar av vingkontrolltygerna. De gångjärnsförsedda vingspetsarna hindrar flygplanet från att överskrida det maximala vingspann som det kan rymma vid flygplatsen och i luften är de flexibla och kan ändra form. De möjliggör också ett längre vingspann, vilket ökar lyftkraften och minskar luftmotståndet.

Vertikal take-off



16 nov [FlightGlobal](#) Aurora föreslår in-wing-flygplan för DARPA Sprint-tävling. Boeings dotterbolag Aurora avslöjar den andra av fyra konstruktioner för DARPA:s flygplansutvecklingsprogram Speed and Runway Independent Technologies SPRINT och väljer en strategi med blandade vingar och kroppar med fläkt-i-vinge-rotorer för vertikal lyftkraft. De vertikala lyftfläktarna kommer att kopplas till farkostens huvudmotorer via mekaniska drivenheter. DARPA tillhandahåller medel till fyra flygtillverkare för att utveckla nya flygplan, som kan uppnå jethastigheter med fasta vingar, samtidigt som de erbjuder vertikal start och landning (VTOL). De fyra vinnarna, som valts ut för fas 1A av SPRINT-programmet, Aurora, Bell-Textron, Piasecki Aircraft och Northrop Grumman, har fått kontrakt för att finansiera inledande konceptdesign, med potential för ytterligare finansiering för designmognad, flygplansutveckling och eventuella flygprov.

ArianeGroup provar SUSIE



23 nov [Space News](#) ArianeGroup börjar prova prototyp av Susies övre steg. ArianeGroup har börjat testa en liten demonstrator för sin Smart Upper Stage for Innovative Exploration (SUSIE). Testet av en två meter hög, 100 kilo tung jetmotordriven demonstrator inleddes i oktober med den första tändningen vid ArianeGroups anläggning i Les Mureaux. Projektet syftar till att öka det europeiska oberoendet inom rymdfarten genom att utveckla kapacitet för både frakt- och persontransporter. Susie, som är 12 meter hög, fem meter bred och har en lastkapacitet på sju ton, är konstruerad för att skjutas upp ovanpå en Ariane 64-raket. Den kan bära fem astronauter, som sitter bakom varandra med ansiktet framåt mot rymdfarkostens spets. Susie är också tänkt att vara helt återanvändbar, vilket kan minska de långsiktiga kostnaderna och öka uppdragseffektiviteten. Fallskärmsprov planeras, och hopptester med demonstratorn förväntas fortsätta fram till mitten av 2025. De tidiga jetproven testar vägledning och navigering, medan raketdrivna nedstignings- och fallprov planeras för framtiden. Rymdfarkosten siktar på precisionslandningar med hjälp av sina motorer eller en fallskärm. Även om specifika datum och budgetsiffror inte är tillgängliga, kan tidslinjen för en mindre kommersiell fraktversion av Susie vara klar till 2028. Systemet skulle vara avsett att betjäna ISS och eventuellt Starlab och kommersiella rymdstationer.

Ny Laika



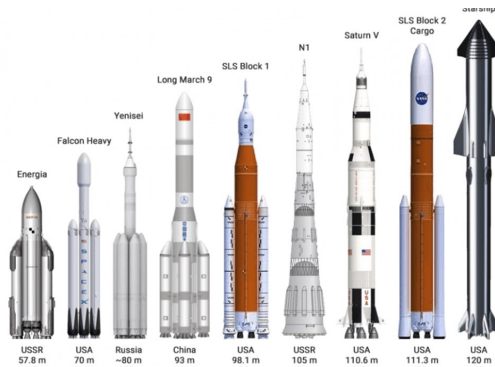
21 nov [AeroTime News](#) Möt robothunden Laika som ger stöd till astronauter på rymduppdrag. Hundar anses vara människans bästa vän. Så finns det något bättre sätt att ge stöd och sällskap till astronauter än att ge dem en fyrbent vän. Här kommer Laika in i bilden, ett verklighetstroget AI-drivet robothundskoncept, som har utformats för att ta itu med den ensamhet som astronauter möter under långa rymduppdrag. Laika, som är designad av Jihee Kim, är uppkallad efter den första hunden i rymden, och är utrustad med en rad sofistikerade sensorer och kan utföra hälsoövervakning, upptäcka känslor och hjälpa till i nödsituationer. Dess sensorer inkluderar värmebilder, djup- och slamkameror, ultraljudssensorer och EKG-monitörer. Framtida förbättringar inkluderar mixed reality-glasögon, som ger insikter i realtid om Laikas aktiviteter och tillstånd. Laika kan vara till nytta för långa rymduppdrag som resan till Mars som tar cirka sex till åtta månader. Dess tåliga handtag och robusta konstruktion gör den även lämplig för jordbundna aktiviteter som promenader och jogging.

Jättesatellit



24 nov [Actualidad Aeroespacial](#) EchoStars gigantiska JUPITER 3-satellit lovar att revolutionera uppkopplingen i Amerika. EchoStar har i utvecklingen av satelliten JUPITER 3 framgångsrikt genomfört beredskapsprov efter att ha placerat ut solpaneler och antenner, vilket var ett avgörande steg innan bredbandstjänster för ett brett spektrum av kunder startas. Med mer än 500 Gbps ytterligare breddbandskapacitet i Nord- och Sydamerika är JUPITER 3 positionerad som katalysatorn för en revolution inom satellitanslutning. JUPITER 3 förväntas fördubbla den befintliga kapaciteten och utöka sin räckvidd, vilket ger anslutning till områden där kabel- eller fiberinternettet är begränsade. Dessutom kommer den ökade kapaciteten hos JUPITER 3 att stödja planer på att erbjuda förbättrade satellitinternetjänster, inklusive innovativ flervägsteknik. Dessa innovativa tillvägagångssätt syftar till att minska latensen och förbättra internetupplevelsen för slutanvändarna. Bidraget från JUPITER 3 kommer att vara avgörande för att överbrygga den digitala klyftan i landsbygdsområden över hela Amerika, samt stödja applikationer som WiFi ombord för flygpasagerare, företagsnätverk och mobila tjänster för mobilnätoperatörer. JUPITER 3 befinner sig för närvarande 35 786 kilometer över ekvatorn vid 95 grader väst och förbereder sig för att inleda en ny era inom global konnektivitet. Med startmassa på nio ton och 14 expansiva solpaneler överskuggar den dimensionerna hos konventionella satelliter.

Kinas supertunga raket



27 nov Space News Kina gör framsteg med att utveckla metanmotorer för sin återanvändbara Long March 9 supertunga bärraket. Arbetet pågår med att utveckla raketmotorer med metan och flytande syre som producerar 200 ton dragkraft. Motorn är jämförbar med SpaceX Raptor-motorn som driver Super Heavy/Starship. Kluster av 26 av de återanvändbara motorerna kommer att driva det första steget av Kinas Long March 9 supertunga bärraket enligt (CASC), Kinas största rymdentreprenör. CASC siktar på 2033 för en första provflygning med den massiva raketen. Andra framsteg som gjorts av kinesiska kommersiella aktörer när det gäller methaloxmotorer är Mingfeng-1-motorn, som utvecklats av CASIC, Landspaces Tianque-motorer som driver Zhuque-2, den första och hittills enda methaloxraketen som nått omloppsbana, och JD-1/Focus-1-motorn med variabel dragkraft för iSpace's återanvändbara Hyperbola-raketserie samt Longyun-motorer som utvecklats av motortillverkaren Jiuzhou Yunjian och Aerospace Propulsions Canglong-motorer.

Saab-teknik i Eurofighter



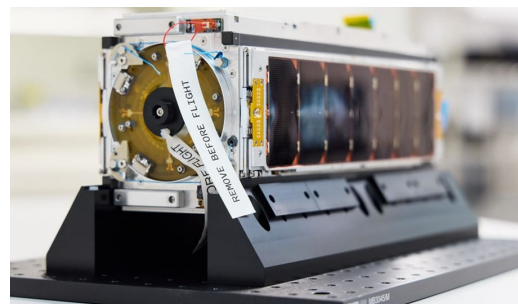
1 dec Actualidad Aeroespacial Airbus uppdaterar Eurofighter för elektronisk krigföring. Airbus kommer att utrusta 15 tyska Eurofighters för elektronisk krigföring och utrusta dem med en Saab-sändare och ett lokaliseringssystem för självförsvar, samt "AARGM" antiradarmissiler från det amerikanska företaget Northrop Grumman. Eurofighter EK förväntas erhålla NATO-certifiering senast 2030 och sedan ersätta Tornado i rollen Enemy Air Defense Suppression (SEAD). Med Saabs sändarlokaliseringssystem och Northrop Grummans Anti-Radiation Guided Missile (AARGM) kommer Eurofighter EK att kunna upptäcka, lokalisera och oskadliggöra luftvärnsradar. Dessutom innehåller Saabs lösning störningar som förstärker Eurofighters självförsvar. Eurofighter EK innehåller också teknik som utvecklats av små och medelstora företag, samt en startup. Dessa inkluderar en artificiell intelligens-lösning som gör det möjligt att analysera radardata ombord och snabbt fastställa exakta självförsvarsgärder.

NASAs laserprov



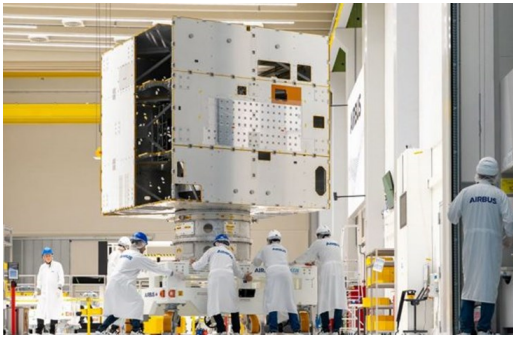
24 nov CBS News NASA tar emot laserstrålade meddelanden från 160 miljoner km bort. Ett innovativt experiment ombord på NASA:s Psyche-uppdrag har precis nått sin första stora milstolpe genom att framgångsrikt genomföra den mest avlägsna demonstrationen av laserkommunikation. Psyche sköts upp i mitten av oktober mot en metallasteroid mellan Mars och Jupiters banor. Med på resan är Deep Space Optical Communications technology demonstration, experiment med laserkommunikation med hög bandbredd. Lasern kan skicka data med 10 till 100 gånger högre hastighet än traditionella radiovägssystem. Experimentet strålade för första gången en laser kodad med data från långt bortom månen nästan 16 miljoner kilometer bort och nådde Hale-teleskopet vid California Institute of Technology's Palomar Observatory i Pasadena, Kalifornien. Avståndet mellan DSOC och Hale var ungefär 40 gånger längre än månen är från jorden. Det banar väg för kommunikation med högre datahastighet som kan skicka vetenskaplig information, högupplösta bilder och strömmande video till stöd för mänsklighetens nästa stora steg: att skicka människor till Mars.

Saab-satellit



30 nov presscentre@saabgroup.com Satellit med Saab-teknik uppskjuten av SpaceX. Ymir-1, en satellit utrustad med teknik från Saab, sköts upp i rymden den 11 november ombord på SpaceX Falcon 9. Detta markerar en ny era inom maritim kommunikation. Ymir-1 är en testsatellit och en del av utvecklingen av nästa generation av Automatic Identification System (AIS), ett system som används av fartyg för att kommunicera position, hastighet, kurs och andra data. AIS är ett krav för alla större fartyg och båtar i civil trafik. Saab TransponderTech är en ledande tillverkare av AIS-transpondrar och har byggt den avancerade transpondern ombord på satelliten. På grund av det ökande antalet fartyg till sjöss kommer AIS att uppdateras till en ny teknik som kallas VDES (VHF Data Exchange System), vilket ger global täckning jämfört med dagens system, som är begränsade till kustkommunikation. På sikt kommer VDES att länka samman land, hav, luft och rymd genom att kombinera avancerade transpondrar med modern mjukvara och satelliter. Ymir-1 är utvecklad i samarbete mellan Saab, AAC Clyde Space och ORBCOMM inom AOS-konsortiet.

Nya Galileo på gång



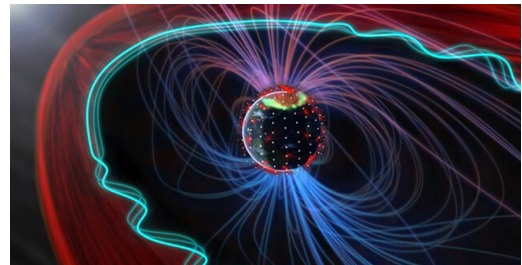
5 dec Actualidad Aeroespacial Airbus driver nästa fas av Galileo med produktionen av sin nya generation satelliter. Airbus har meddelat att produktionen av de sex Galileo andra generationens (G2) satelliter startar vid anläggningen i Friedrichshafen, Tyskland. Det är ett avgörande steg i utvecklingen av Galileo-systemet, med ankomsten av strukturen för satellitens första flygmodell från Beyond Gravity i Zürich. Uppskjutningen av dessa Galileo G2-satelliter förväntas äga rum under de kommande åren. G2-satelliterna kommer att ha betydande förbättringar av sina navigationsantennerna för att öka noggrannheten i det europeiska globala systemet för satellitnavigering. Dessutom kommer de att innehålla mer robust elektrisk framdrivning och antenner, tillsammans med helt digitala nyttolaster som kan anpassas i omloppsbana för att möta förändrade användarbehov med innovativa tjänster. De två ton tunga satelliterna kommer också att innehålla sex förbättrade atomklockor och kommunikationskapacitet mellan satelliter för precisionspositionering på decimeterskala.

Nya NASA-ideer



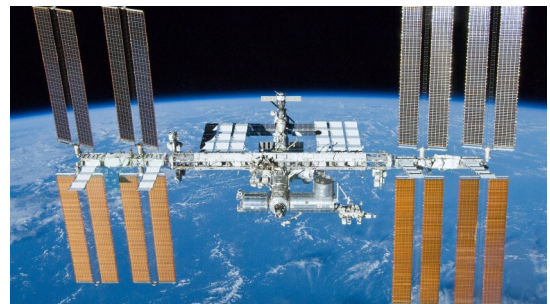
8 dec SPACE NASA har finansierat en ny uppsättning visionära koncept för rymdutforskning. NASA:s program Innovative Advanced Concepts (NIAC) ger finansiering för studier i tidiga skeden av teknik, som kan stödja framtida uppdrag. Den fullständiga listan över idéer och deras huvudforskare som valts ut för fas 1 NIAC 2023-bidrag omfattar fjorton projekt. Årets Fas 1 NIAC-val inkluderar idéer för rymdteleskop, till exempel en ny typ av observatorium bestående av tusentals identiska små satelliter med hjälp av konceptet interferometri, och en annan som använder fluidisk formning i mikrogravitation för att skapa en 50 meter bred osegmenterad spegel för en ny generation rymdteleskop. Ett annat teleskopkoncept syftar till att kunna upplösa jordliknande planeter som kretsar kring solliknande stjärnor inom 10 parsec (32,6 ljusår) från jorden. Pelletsstråleframdrivning och kärnmotorkoncept kommer att undersökas för möjlig tillämpning på rymdtransporter. En flygbåt för att utforska Saturnus enorma måne Titan och en snabb kärnreaktor för hybridfusion för att komma åt isiga månar som Jupiters Europa är också bland de nyligen finansierade koncepten.

Övervakar rymdväder



6 dec Eutelsat OneWeb Eutelsat OneWeb kommer att samarbeta med Imperial College London för övervakning av rymdväder. Förändrade förhållanden i den jordnära rymden, så kallat rymdväder, utgör ett hot mot ett brett spektrum av vardagsteknik, som människor runt om i världen är beroende av. Rymdväder kan påverka en satellits elektronik och omloppsbana, störa kommunikationsmottagning och störa elnät på jorden, bland många andra faror i viktiga system. Global övervakning av rymdväder är avgörande inte bara för att mildra dess effekter i realtid, utan också för att förbättra förståelsen för hur och varför dessa risker uppstår. Engelska Eutelsat OneWeb och Imperial College London kommer nu att utforska hur man kan utnyttja kraften i sin LEO-satellitkonstellation för att möjliggöra global rymdväderövervakning för att skydda satellitverksamhet, såväl som kraft-, kommunikations-, navigations- och transportsystem. Tillsammans kommer de att undersöka data från magnetometerutrustningen som används ombord på deras satelliter för att övervaka deras orientering och upptäcka små magnetiska signaler på grund av rymdväder. Det kan avslöja tidigare observerade utvecklingsmönster orsakade av rymdväder globalt, vilket gör det möjligt att undvika störningar i tekniken både i rymden och på marken, samt ge forskare värdefull information för att hjälpa till att förbättra rymdväderprognoser i framtiden.

Rymdstationen 25 år



8 dec ABC News NASA firar 25-årsjubileet av den internationella rymdstationen ISS. ISS sköts upp den 25 november 1998, men det var den 6 december samma år, som en av de första delarna av ISS, Unity, fästes vid den redan kretsande Zarya-modulen. Unity kopplade samman de amerikanska och ryska delarna av stationen och är för närvarande där besättningen åter måltider tillsammans. Stationen har sedan dess vuxit till storleken av en amerikansk fotbollsplan och består av sex sovrum, två badrum och ett gym samt flera områden för att utföra vetenskaplig forskning. Enligt NASA har stationen besökts av 273 personer från 21 länder och har genomfört mer än 3 300 undersökningar. För närvarande utförs experiment, där man studerar fysiologi och psykologi i rymden och hur människokroppen anpassar sig i rymden för att förbättra hälsan hos astronauter på långvariga uppdrag. Människor åldras snabbare i omloppsbana och målet är att hjälpa till att förbättra hälsan hos astronauter på längre uppdrag till månen och Mars, men också att hjälpa till att förbättra livet på jorden för människor när det gäller vävnadsnedbrytning när vi åldras.

Miljövänliga GE-motorer

100% SAF
testing ongoing



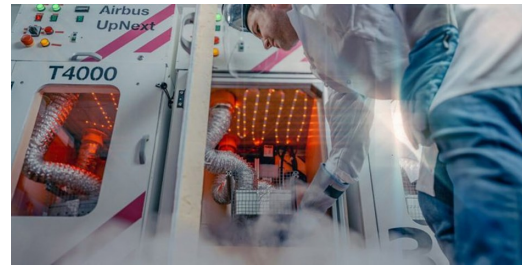
15 dec Actualidad Aeroespacial GE Aerospace och partners testar tio olika motormodeller med 100 % hållbart flygbränsle. GE Aerospace nådde en ny milstolpe för en mer hållbar flygframtid i och med att prova sin tionde motormodell med 100 % hållbart flygbränsle (SAF) sedan 2016. Företaget och dess joint ventures har ett av de mest omfattande programmen för att testa alternativa bränslen i branschen. År 2018 drev till exempel GE90-motorer den första flygningen med ett kommersiellt flygplan med 100 % hållbart flygbränsle i båda motorerna på Boeings ecoDemonstrator, ett 777-fraktflygplan i samarbete med FedEx Express. År 2021 drev LEAP-1B-motorer den första experimentella passagerarflygningen med 100 % hållbart flygbränsle i en av de två motorerna i en United Airlines Boeing 737-8. I år har LEAP-1B-motorer drivit 100 % SAF-testflygningar på båda motorerna i Boeing ecoDemonstrator Explorer, en 737-10 avsedd för United Airlines, som en del av utsläppsprov med NASA. Senast i november blev Emirates det första flygbolaget att använda en Airbus A380 med 100 % hållbart flygbränsle i en av fyra GP7200**-motorer. Ytterligare motorer som testats på komponent-, motor- eller flygplansnivå med 100 % hållbart flygbränsle inkluderar F414-, GE9X-, LEAP-1A-, Passport-, GENx-, HF120- och CFM56-motorer.

Hybridelektriskt plan



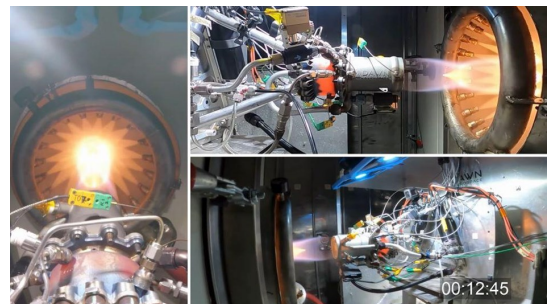
15 dec Aviation Week Holländska Maeve Aerospace har presenterat en ny 80-sitsig hybrid-elektrisk flygplansdesign. Fram till nu har Maeve Aerospace arbetat med ett 44-sitsigt, helt elektriskt koncept, som de kallade Maeve01. Övergången till hybridelektrisk teknik kommer att skjuta fram det förväntade ibruttagandet med två år till 2031. Men i gengäld kommer det nya flygplanet inte bara att fördubbla kapaciteten hos den ursprungliga Maeve01, utan också dess räckvidd, från 400 till 800 nautiska mil (1 482 km). Även om hybridkonstruktioner inte är utsläppsfria, hävdar Maeve att det nya flygplanet, som kallas M80, kommer att förbruka 40 % mindre energi än ett traditionellt flygplan. Dess rena konstruktion och optimering av motorns termiska temperatur vid drift på hög höjd förväntas också bidra till dess energieffektivitet. M80 är konstruerad från grunden med en ny integrerad hybriddrivlina, vilket resulterar i en betydande minskning av uppdragsenergi och bränsleförbrukning. Detta gör M80 till den perfekta ersättaren för både regionala jetplan och turboprops som en konkurrent till ES-30 från svenska Heart Aerospace.

Airbus elmotor



13 dec Actualidad Aeroespacial Airbus har utvecklat ett kryogent supraledande elektriskt framdrivningssystem. I jakten på renare transporter kan kombinationen av vätgasdrivna bränsleceller och kryogen supraleddning eller högtemperatursupraleddning vara en gamechanger. Strömtätheten hos ett supraledande band är hundra gånger större än hos en kopparekvivalent. Den kryogena frysningsen av bandet gör att det kan transportera elektrisk energi från en bränslekälla till ett framdrivningssystem med praktiskt taget inget motstånd. Det är därför som Airbus UpNexts Advanced Superconducting and Cryogenic Experimental Demonstrator (ASCEND)-team har tillbringat de senaste tre åren med att utforska effekterna av kryogen supraleddning på den elektriska infrastrukturen, som kan driva nästa generations flygplan med låga koldioxidutsläpp. ASCEND avslutades i november 2023 med en framgångsrik tändning av en drivlina på 500 kilowatt, bestående av ett supraledande band, en kryogen motorstyrenhet och kylsystem, samt en supraledande motor. Det krävs cirka åtta megawatt för dagens turboprops som flyger från stad till stad med enbart elkraft. Proven bekräftade att det är möjligt att utveckla, montera och styra en komplett supraledande och kryogen motor byggd enligt flygtekniska specifikationer.

Raketmotor för rymdplan



15 dec Aviation Week Dawn Aerospace har kört ett bipropellant markprov av sitt Mk-II Aurora rymdplans raketmotor. Mk-IIA-motorn avfyrades i 112 sek. vid företagets markprovanläggning i Christchurch, Nya Zeeland. Motorn är avsedd för rymdplanet Mk-II Aurora, en suborbital teknologidemonstrator. Mk-IIA-raketmotorn använder väteperoxid som oxidationsmedel och bränsle som fotogen. Den obemannade, underskaliga Aurorademonstratorn flög tre gånger via raketkraft i mars och har flugit ytterligare 47 gånger med jetmotorkraft. Mk-II är avsedd att bevisa kritisk teknologi för Dawn Aerospaces Mk-III, ett större raketdrivet rymdplan i två steg till omloppsbana. Mk-III ska bli 22 m lång, jämfört med föregångarens 4,8 m och är designad för att bära 250 kg till låg omloppsbana om jorden. Dawn Aerospace planerar att använda Mk-II-demonstratorn, som är designad för att flyga en parabolisk flygbana upp till 110 km, precis utanför rymdens utkant, som en kommersiell farkost. Den kan bära en nyttolast på 5 kg i upp till 180 sek. av mikrogravitation.

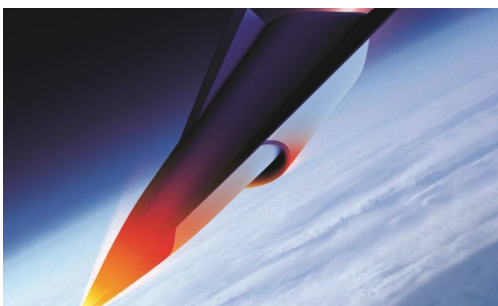
Nyheter från Innovair



16 dec [Innovair](#) Nyheter från Innovair – det strategiska innovationsprogrammet för flyg. Nedan följer en kort sammanfattning av senaste nyheter:

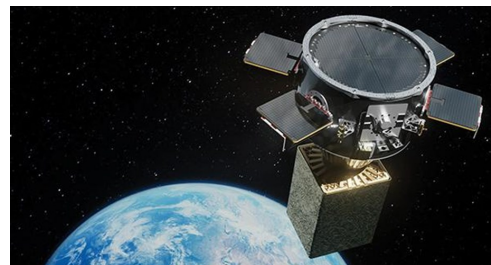
- Årets högnivåmöte inom flyginnovationssamarbetet mellan Brasilien och Sverige, HLG on Aeronautics, har genomförts.
- I slutet av oktober arrangerade Tysk-Svenska Handelskammaren i Stockholm en studieresa för tyska företag inom flyg- och rymdsektorn till Sverige.
- Aerospace Cluster Sweden (ACS) hade även i år en monter på Aviation Forum, en årlig mäsia med Airbus som huvudarrangör, som hölls i Hamburg 5–6 december.
- Innovair utlyser medel för svenska företag, såväl SMF som större företag inom flygsektorn, att delta i internationella demonstratorprogram.
- I São Paulo anordnades 6–7 november en svensk-brasiliansk workshop om AI/ML i Life Science and Engineering.
- Innovairs tidigare programchef professor Anders Blom tilldelas IVAs guldmedalj 2023 för sina framstående insatser inom svensk och internationell flygteknik.
- P-O Marklund är teknologi- och innovationsdirektör för flygverksamheten inom Saab Aeronautics, och ny i Innovairs styrgrupp.
- Innovairs årskonferens 2023 hölls 15 november på Conventum, Kungsgatan 9, Stockholm.

Detonationsmotor



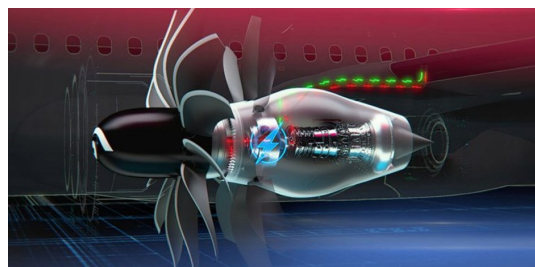
16 dec [AeroTime News](#) GE Aerospace presenterar detonationsdriven hypersonisk framdrivningsteknik. GE Aerospace har avslöjat framsteg i sitt hypersoniska program vid sitt forskningscenter i Niskayuna, och visar upp vad som tros vara världens första hypersoniska dual-mode ramjet (DMRJ) med roterande detonationsförbränning (RDC) i en överljudsflödesström. Milstolpen kommer som en del av en bredare portfölj av teknikprogram från GE Aerospace, inklusive framsteg inom högttemperaturmaterial och elektronik. Det utnyttjar också teknik som förvärvats genom integrationen av Innoveering, som förvärvades i juni 2023. Ett typiskt DMRJ-framdrivningssystem med tryckluft kan bara börja fungera när fordonet når överljudshastigheter över Mach 3. RDC gör det möjligt att generera högre dragkraft mer effektivt, för en totalt sett mindre motorstorlek och vikt, genom att bränna bränsle genom detonationsvågor istället för de vanliga förbränningssystemen i jetmotorer. GE Aerospace hoppas kunna utveckla en RDC-aktiverad DMRJ som kan arbeta med lägre Mach-tal, förbättra effektiviteten och utöka den operativa räckvidden för flygfarkoster. Utvecklingen av en fullskalig demonstrator är planerad till 2024.

Bogserade satelliter



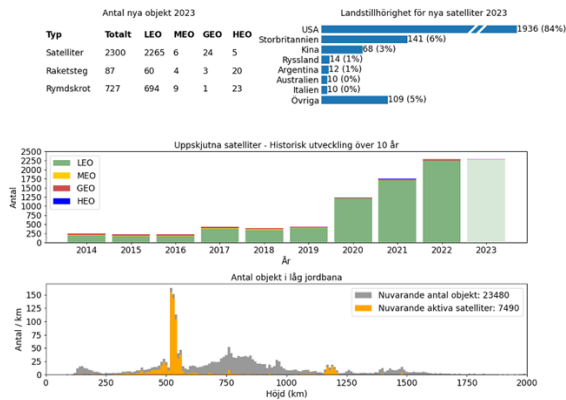
19 dec [Aviation Week](#) Bogserare förändrar hur satelliter placeras i omloppsbana. Rymdbogserare, även kända som orbital transfer vehicles, startar med raketer och bär flera små satelliter samtidigt till anpassade banor. Operatörer av rymdfarkosten lovar att leverera små satelliter till sina slutliga banor snabbare än en satellit, som är beroende av sin egen framdrivning, och till en lägre kostnad än en hel bärraket. Det har lanserats 31 orbital transferfordon sedan 2013, inklusive 12 år 2023, vilket gör det till rekordåret. Italien-baserade D-Orbit leder marknaden med 13 kommersiella lanseringar sedan 2020. Företaget planerar att lansera minst åtta orbitala överföringsuppdrag 2024. Orbitala transferfordon har begränsade bränsletankar, vilket begränsar typen till vissa manövrar. Fordonen är bäst för att fasa in satellitkonstellationer och fördela flera satelliter över ett enda omloppsplan, vilket är viktigt för jordobservationskonstellationer. Om bogserarföretag tar reda på hur man flyttar satelliter till olika banor, kan de en dag serva dessa satelliter med en robotarm, tanka rymdfarkosten i omloppsbana eller flytta om fordonen senare i livet. Rymdbogserbåtar utrustade med robotarmar kan också användas för att ta bort skräp. Flera rymdbåtsoperatörer planerar mötes- och närflygningsdemonstrationer, en förutsättning för säker service i rymden. Till exempel arbetar D-Orbit, som en underleverantör till Thales Alenia Space, på ett demonstrationsuppdrag i rymden för den italienska rymdorganisationen där det syftar till att överföra bränsle från en servicefarkost till en målfarkost i LEO.

Kompakta motorkärnor



19 dec [Actualidad Aeroespacial](#) NASA kontrakterar GE Aerospace för fas 2-utveckling av avancerade kompakta motorkärnor. NASA har tilldelat GE Aerospace ett kontrakt för fas 2 av HyTEC-programmet (Hybrid Thermally Efficient Core), som stöder fortsatt teknikutveckling för nästa generations kommersiella fordon och flygplansmotorer med målet att avsevärt förbättra bränsleeffektiviteten och minska utsläppen jämfört med nuvarande motorer. Det nya kontraktet bygger på det arbete som slutfördes i HyTEC:s fas 1 för den avancerade aerodynamiken hos högtryckskompressorn och högtrycksturbinen samt brännkammaren. Fas 2 kommer att mogna teknikerna för ett demonstrationsprov senare under detta decennium. Proven kommer också att utökas till förbränning av 100 % hållbart flygbränsle (SAF). Dessutom kommer GE Aerospace att ytterligare främja integrationen av hybridmotorer i elsystem. De hybridelektriska proven under HyTEC fas 2 bygger på GE Aeroespaces pågående arbete med att utveckla elmotorer.

Rymdnyheter från FOI



20 dec FOI Rymd för Försvar och Säkerhet Omvärldsbevakning nr 2 - 2023. De två övre panelerna i bilden anger antal nya objekt i omloppsbana som har tillkommit under januari till november 2023. I den övre panelen till höger visas antalet nya objekt uppdelat per ansvarig stat. I detta nyhetsbrev kan du i övrigt läsa: Sverige och Danmark ingår samarbete kring rymdprojekt med AI. Satelliten Ymir-1 är placerad i omloppsbana. Sverige förbinder sig att inte utföra destruktiva test med markbaserade antisatellitvapen. Europeiska satsningar inom militär rymdverksamhet. Ryssland söker utökat militärt rymdsamarbete med Kina och Nordkorea. Utveckling inom satellitkommunikation och uppskjutningsmöjligheter i Kina. Iran sänder upp sin tredje militära satellit. Fortsatta problem för Ariane 6 och Vega C – kommande uppsändning av Galileo via SpaceX. Storbritannien och EU återupptar samarbete inom Copernicusprogrammet och rymdlägesbilddata. Finskt företag planerar uppsändning av upp till 100 hyperspektrala jordobservationssatelliter till 2030.

ESA-last till rymdstationer



20 dec Actualidad Aeroespacial ESA tar in anbud för att utveckla tjänsten att leverera last till och från rymdstationer. ESA har utlyst en tävling som inleder en första fas av aktiviteter för europeiska företag för att demonstrera en fullständig tjänst för att leverera last till och från rymdstationer i låg omloppsbana runt jorden senast 2028. I dag förklarar sig Europa på sina internationella partners för att få ut sin last och besättning i rymden genom ett byteshandelssystem. Tidigare tillhandahöll ESA Automated Transfer Vehicle (ATV), som levererade mer än 30 000 kilo last till ISS mellan 2008 och 2015. ATV:n var en obemannad plattform som fungerade med en hög grad av automatisering, till exempel dess dockningssekvens, men den användes inte vid något tillfälle för att transportera passagerare. Med detta nya initiativ kommer den europeiska industrin att utveckla ett sätt att transportera last till och från rymdstationer i låg omloppsbana runt jorden. Denna frakttjänst kan också bli en språngbräda för att en dag utveckla en besättningstransport till låg omloppsbana runt jorden och möjligen till och från amerikanska Gateway vid månen. Denna möjlighet är ett första steg i ESA:s ambitiösa och förnyade rymdutforskningsprogram som stöder Europas fortsatta resa in i låg omloppsbana runt jorden och vidare till månen och Mars.

Amazon satsar på internet



20 dec Bloomberg Project Kuiper skulle kunna förvandla Amazon till en telekomjätte, men först måste företaget lyfta upp mer än 3 000 satelliter i omloppsbana. Amazon siktar på att konkurrera med Starlink och andra internet-från-rymden-rivaler. Amazons chefer tenderar att beskriva sitt satellitföretag, Project Kuiper, i filantropiska termer, och betonar dess potential att koppla samman människor i avlägsna eller fattiga områden med utbildning och global handel. Mindre altruistiskt hoppas Amazon också att projektet på över 10 miljarder dollar kan förvandla det till en global telekommunikationsjätte. Företaget planerar att sälja takantenner till enskilda internetanvändare, molntjänster och dataåterställningstjänster till företag och anslutning till trådlösa företag för att länka fjärrstyrda mobilmaster till sina nätverk, med början 2025. Project Kuiper sysselsätter mer än 1 600 personer, en blandning av veteraner inom hemelektronik och flygexperter. Project Kuipers är den största kommersiella uppskjutningsorden i historien, som förutom 47 ULA-uppskjutningar inkluderar raketer från ArianeGroup och Bezos Blue Origin. Men bara en av dessa raketer – Atlas, som Amazon har bokat för ytterligare åtta uppskjutningar – har flugit. Blue Origin har aldrig skickat en rymdfarkost till omloppsbana, och raketen som man hoppas få dit är flera år försenad.

Order till Heart Aerospace



21 dec Heart Aerospace Svenska Heart Aerospace och det amerikanska charterflygbolaget JSX tecknar avsiktsförklaring för upp till 100 ES-30-flygplan. JSX, som lanserades 2016, är nu det största offentliga charterflygbolaget i USA och bedriver punkt-till-punkt-flygningar till 24 destinationer. ES-30 är ett regionalt hybriidelektriskt flygplan med en standardkapacitet på 30 passagerare som ger låga utsläpp, låg bullerförorening och lägre driftskostnader på kortdistansrutor. Det kommer att ha en helt elektrisk räckvidd på 200 kilometer, en utökad hybridräckvidd på 400 kilometer med 30 passagerare och flexibilitet att flyga upp till 800 kilometer med 25 passagerare, allt inklusive typiska flygbo-lagsreserver. Heart Aerospace har nu totalt 250 fasta order på ES-30, med optioner och köprättigheter för ytterligare 120 plan. Inklusiva avsiktsförklaringen från JSX har företaget också avsiktsförklaringar för ytterligare 191 flygplan. Under ett evenemang den 15 september på Hearts huvudkontor i Göteborg åtog sig Air Canada och den svenska flyg- och försvarskoncernen Saab att investera 5 miljarder dollar vardera i företaget. Air Canada har också beställt 30 ES-30, som enligt Heart kommer att drivas av fyra batteridrivna elmotorer, förstärkta av ett par turbogeneratorer för att möta behovet av reservenergi.

61. Candy lämnar Mars



Jag började inse hur trött jag var. Jag förmådde inte längre behålla den mask av förhärdad inbundenhet, som jag försökte anlägga. Varje morgon funderade jag på den här historien. Jag visste förstås att det inte fanns någon som väntade på att få höra den. Att ingen skulle sakna den. Men det hjälpte ändå att tänka på att det jag var med om inte skulle begravas i glömskans ökensand.

Det hände något därute i rymden. Det var bara rykten. Ingen visste var de kom ifrån. Kanske vinodlarna på Mars fortfarande hade kontakt med sina gamla kunder vinprovarna på Jorden, fast Plurimax stoppade vinsmugglingen.

Kommunikation mellan Jorden och Mars gick över ett system från pionjärtiden, som ännu fungerade. Det inkluderade tre rymdfarkoster, de två första placerade i jämviktspunkterna mellan Solen och Mars och den tredje i Mars polära omloppsbana. De två första stod i direkt kontakt med en reläsatellit i en av jämviktspunkterna mellan Jorden och Solen eller med ytterligare två relärymdfarkoster placerade i Jordens omloppsbana på ett sådant sätt att de två rymdfarkosterna och Jorden alla var separerade med 120° från varandra. Detta komplicerade system såg till att Jorden och Mars alltid var i kontakt oberoende av var de var i sina omloppsbanor och halverade längden på kommunikationslänken.

Ryktena sade att de marsianska robotarna helt på egen hand hade anfallit och krossat Jordens största heliumgruva på asteroiderna. Mängder av jordiska arbetare och robotar var dödade eller förstörda. Gruvan skulle aldrig kunna återupptas vare sig av Jorden eller av Mars. Det var en katastrof för Jorden eftersom fyndigheterna på Månen höll på att ta slut. Men alla förstod att det också var en katastrof för Mars för Plurimax måste ju hämnas. Så mycket mera, tänkte jag, som de där robotarna hade en teknik utvecklad från Candy, hon som redan hade förstört så mycket för honom.

En dov väntan lade sig över staden, en väntan på att hämnaden skulle komma. En morgon tändes inte ljuset. Det fungerade inte. Var det dags nu? Nej, min fru trodde att det var en ny besparingsåtgärd, men det kunde man inte veta. Sedan någon tid slutade allt möjligt att fungera i staden.

Det blev allt svårare att skaffa mat. Man började till fantastiska priser att bjuda ut nödvändiga livsmedel, som inte fanns på den ordinarie marknaden. Fattiga som vi fick det svårt medan de rika säkert inte behövde sakna något. Tavernorna sålde alger till folk som inte hade råd med annat.

Man fick inrätta sig efter omständigheterna. Det fanns inget annat val. En nedslagen likgiltighet bemäktigade sig alla. Stämningen var dålig. Alla viskade om okända faror, alla var rädda för något, men ingen visste vad.

Terroristerna fick flera anhängare. Ingen lyssnade längre på Svartskägget och hans tidigare så populära historier. Nu var det terroristkärningen som bestämde. Det låg väl något i att terroristerna ville göra om Mars till en beboelig värld, som inte längre var beroende av Jorden. Mars låg mycket bättre till för att exploatera asteroiderna än Jorden. På Phobos kunde man ta emot last därifrån och skicka den vidare till Mars och Jorden. Egentligen kanske Mars borde ta över Månen också. Faktum var ju att det gick åt mindre raketbränsle för att ta sig dit från Mars än från Jorden.

Men terroristkärningen nöjde sig inte med det. Mars skulle bli den ledande planeten i solsystemet. Det var hennes mål och det var bara rätt och riktigt, ansåg hon. Hon stod varje dag framför stads-

huset med sina bilder på atombomber och krävde att om inte Mars fick bli som Jorden så måste Jorden bli som Mars. Man måste ta atombombarna vid Venus innan Plurimax gjorde det. Vad de skulle användas till var helt klart och allt flera verkade tycka som hon.

Rätt som det var så slutade reläfarkosterna i jordbanan att fungera. Plurimax hade väl stängt den. Det var över det där nätet som det, som människor på Jorden offrade till Cyberanden, gick till Flaminias konto på Mars istället för till Plurimax själv.

Förbindelsen mellan Jorden och Mars var bruten. Men det hindrade inte ryktena att börja leva sitt eget liv. Var inte detta första steget i ett anfall på Mars? Det påstods att ju att Plurimax hade lovat att själv atombomba varenda bosättning där. Jag hörde det överallt tills jag började tro på det själv. Han vet väl att Candy finns här nu, tänkte jag. Han lovade ju en gång att förfölja henne till universums ände för att hon kom i vägen för honom.

Terroristkärningen gjorde sitt bästa för att hetsa upp stämningen. Som tidigare jordbor kände vi oss allt mera utsatta. En dag steg två män fram till oss. En av dem lyfte på plattan som min fru hade om halsen och studerade den. Sedan tittade han på den andre och nickade. Det var en så pass liten gest att man kunde tro att den inte hade inträffat, men jag undrade för mig själv vad de höll på med. Spionerade de på oss? Inbillade jag mig bara? Vi vågade snart inte gå ut utan Candy. Marsianerna hade ju aldrig sett en riktig hund förut och var litet rädda för henne.

-Tänk om hon bits, hörde jag någon säga. Hon har ju så vassa tänder.

Candy själv viftade på svansen åt alla vi mötte och lät sig villigt klappas av de som vågade.

Så en kväll kom min fru hem och sade att vi skulle bort. Piraterna skulle antligen skickas till Venus för att ta atombombarna. Läget mellan planeterna var sådant att vi kunde hinna dit först om vi gav oss av nu. Vi var pirater. Det var på ett piratskepp vi kom till Mars. Alltså skulle vi med. På institutet ville man behålla Candy för att utveckla sina robotar, men det tänkte min fru aldrig gå med på.

-Jag lämnar henne aldrig mer ifrån mig, sa hon. Jag smugglar henne i en väska. Du vet att jag bar henne så på Jorden.

Det var bara att ge sig av. Rymdskeppet Gigantica väntade vid Phobos. Av någon anledning måste vi flyga dit från en annan stad. Alla ville till Phobos ifall Jorden skulle få för sig att atombomba Mars.

I korsningen mellan två breda gator gick vi ner i stadens järnvägsstation. Min fru bar Candy i en väska där bara huvudet stack upp. Vi tog plats i en vagn och dörren slöt sig lufttätt bakom oss. Tunneln ledde neråt genom en bred gång. Så lämnade vi staden på Mars. Inte för att jag saknade den.

Mellan närliggande städer på Mars finns automatiska hyperlooptåg, som med hjälp av magnetisk levitation transporteras genom nätverk av lågtrycksatta rör. Fyra tåglinjer utgick från vår stad till grannstaden på Tharsisplatån i nordväst och till olika destinationer i norr, öster och söder, men systemet låg nere på grund av elbristen. Vi måste flyga och flygning på Mars har sina problem.

Mars atmosfär har mindre än en procent av Jordens täthet. Ljdhastigheten är 240 m/s mot 332 på Jorden. Ett flygplan måste upp i minst halva ljudhastigheten för att lyfta, så när man väl kommer upp kan man inte öka farten särskilt mycket förrän motståndet blir för stort.

Det fanns små obemannade flygplan utan stjärt med breda expanderbara vingar, men de användes mest för att göra mätningar och observationer över områden, dit det var svårt att nå till fots. De var eldrivna. Atmosfären består till 95% av koldioxid och innehåller bara en tiondel procent syre så förbränningsmotorer är inte att tänka på.

Det fanns också små atomraketdrivna hoppare, som studsade över ytan, men de stod nu på marken utan bränsle.

Vi skulle ta ett luftskepp. Faktum är att luftskepp har många fördelar på den röda planeten. De behöver inte ha någon viss form eftersom det är mindre vindtryck. De är inte heller fyllda med gas som på Jorden. Tvärtom är de så tomma de kan bli.

Ett vakuumluftskepp tillverkat av ett homogent material med dubbla skal kan inte motstå atmosfärstrycket på Jorden för något material, som människan ännu har upptäckt. Strukturen skulle vara för tung för att vakuumet skulle kunna lyfta den. Men på Mars med en mycket mindre tät atmosfär kräver strukturen inte samma styrka som på Jorden och vakuumets lyftkraft kan fungera.

Mars atmosfär består mestadels av kall, tung koldioxid vid ett lågt totalt tryck. Den har ett förhållande mellan tryck, densitet, temperatur och molekylvikt, som är mycket fördelaktigt för driften av ett vakuumluftskepp. Skeppet vi skulle åka med var som en styv ballong belagd med solpaneler fylld med ett stort antal små vakuumsfärer. Det var imponerande stort, över trettio meter långt och vi var de enda passagerarna.

Blåsande sand hängde över horisonten som en röd dimma, när en rover förde oss ända fram till luftslussen, som öppnades och stängdes bakom oss. Vi klättrade in och placerade oss så bekvämt som möjligt i det ganska trånga utrymmet och kände vibrationerna när pumparna började tömma ballongen över oss.

Så startade vi. Det var som den första starten i ett segelflygplan på Jorden, när man hjälplöst sugts upp i himlen bakom bogserplanet. Jag började en gång en utbildning i segelflyg på Jorden, men det tog för mycket tid så jag slutade. Jag tröttnade också på att tvätta rent planet från alla flugor, som fastnade på det. Sådana finns i luften på Jorden.

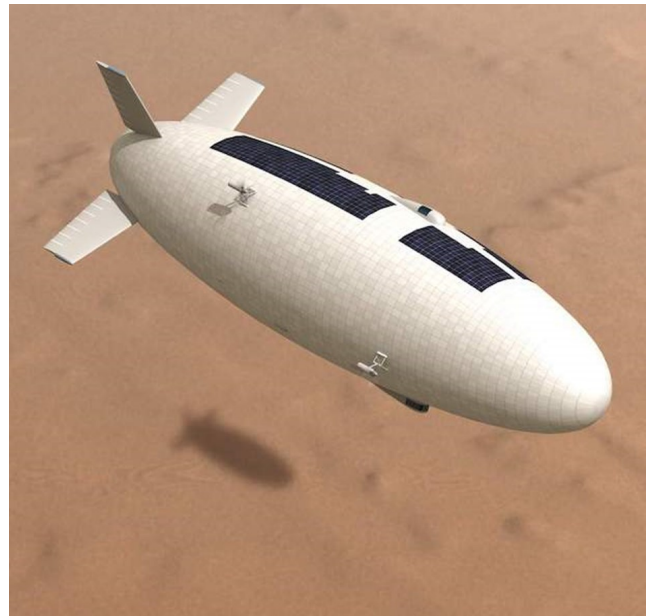
De eldrivna propellrarna började surra och jag såg neråt med intensiv nyfikenhet. Jag flög ju över Mars för första gången. Vi lyfte utan besvär och svängde sedan i en väldig kurva in över staden och dess kupoler halvt täckta av ökensanden.

Vi flög på det som på Jorden hade varit en mycket låg höjd för den tunna marsluften gjorde det nödvändigt att hålla sig nära markytan. Jag hade aldrig tidigare fått ett sådant intryck av verklig hastighet. Även om jag hade flugit mycket snabbare på Jorden hade det alltid varit på höjder som gjorde marken osynlig.

På det sättet flög vi österut över packisen på den frusna sjön Elysium Planitia och höll oss strax norr om ekvatorn söder om Elysiumbergen. Jag såg att södra och norra hemisfärerna på Mars är ganska olika. Den södra hade mycket kratrar. Den norra var mer lågland och med två stora bassänger, Hellas och Argyris, där det kanske en gång var hav. De låg emellertid mycket längre bort i sydväst.

Efter någon timme passerade vi norr om Nicholson-kratern med sina mycket tydliga spår av vattenbäcksraviner. Den låg nästan precis på ekvatorn. Vi passerade låga berg och något som såg ut som en uttorkad sjöbotten.

Svängradien är stor i den tunna atmosfären, så några stora avvikelser från kursen kunde det inte bli tal om. Vi fick i alla fall en vision av hur det kunde ha sett ut en gång när kanske en stor flod strömmade fram genom dalen och höjderna omkring var täckta av grönska.



Vi fortsatte norrut och snart närmade vi oss Olympus Mons, den kanske största sevärdheten på Mars. Det är den högsta vulkanen i Solsystemet. Höjden är mer än 25 km, vilket är tre gånger så högt som Mount Everest, Jordens högsta berg. Vi flög fram mot den på hög höjd från öster. Lutningen på bergväggarna var liten och man hade ingen uppfattning om hur hög den var förrän man kom fram och såg de sista branterna.

Vi flög i en parabel mycket lågt över toppen efter att ha passerat den 550 km breda branten, som omgav den i öster. På toppen fanns en 60 km vid krater, som visade att den en gång varit en vulkan, och därifrån kunde man se en stor del av södra och mellersta Mars. Vyn och tyngdlösheten i parabeln tog verkligen andan ur oss. Vi var nu så högt att vi såg planetens krökning genom de stora fönstren. Vi fick se ett hisnande panorama över Mars, solen och stjärnorna.

Från Olympus Mons flög vi åt sydväst mot den jättestora ravinen Valle Marineris, som är över 4000 km lång och på sina ställen 500 km bred. Kraftiga bergsväggar höjde sig framför oss. Ingenstans tycktes det finnas en öppning. Den är tre gånger djupare än Grand Canyon på Jorden, tio gånger så lång och tjugo gånger så bred. Vi följde ravinen längs skräckinjagande avgrunder och klippväggarna sträckte sig spikrakt upp flera kilometer. Genom tyngdpunktsvektorisering kunde de främre och bakre delarna av luftskeppet använda olika nivåer av vakuum för att röra sig vertikalt och navigera i extrem terräng som kanjoner och klippor. Genom en smal klyfta som blev allt brantare och oframkomligare steg vi ut över krönet.

Den nakna sanden låg framför oss i tusentals kilometer och längre ner svepte den färgstarka öknen förbi. Jag såg neråt. Från tvåtusen meters höjd syntes den skrynkliga skuggan av vår farkost mot slätten. Vi gick in i en lång svepande kurva nedåt. Jag skymtade konturerna av låga kullar, men det röda dammet verkade för dunkla landskapet.

Jag började bli ängslig. Kanske drog det ihop sig till storm därnere. Kanske skulle den tunna atmosfären på Mars innebära att luftskeppet blev svårt att kontrollera. Skulle vi kunna landa om solpanelerna täcktes av damm och sand?

Först då insåg jag att vi inte hade någon pilot. Skeppet var automatiskt. Jag antog att vi skulle landa någonstans bortom kullarna och kunde bara hoppas att roboten för en gångs skull skulle sköta sig.

Jag sade inget till min fru om mina farhågor. Candy brydde sig inte. Hon låg med nosen på golvet och såg upp på oss som hon brukade när hon var uttråkad.

Men allt gick bra. Vi åkte snålskjuts på planetens vädersystem genom att navigera i dess vindar. Vi kom i viss turbulens över sluttningen, men stormen hade bedarrat och vinden mojade snabbt. Vi gled längre och längre ner. Mörkret på Mars kommer mycket långsammare än på Jorden och vi landade strax innan det föll. Roboten satte ner oss på sanden nära några klippor.

Mars andra stad innehöll mindre än tusen människor, som levde under två kullar på en lång smal platå. Detta var platsen för den första landningen på Mars och den lilla staden var på många sätt en exakt kopia av den större och modernare vi kom ifrån. Vi blev kvar i tre dagar och på de tre dagarna såg vi allt som var värt att se. Vi var otåliga att komma vidare. Vart vi än gick avstannade allting medan folk samlades omkring Candy.

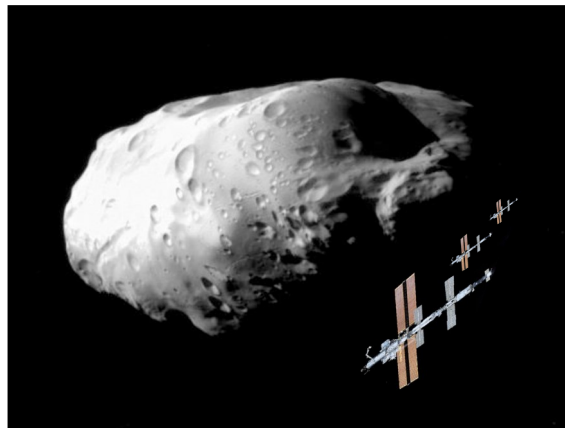
Äntligen blev det dags. Vi åt vår sista måltid och gick direkt från den till raketerna, som tog oss till rymden. Vi satt på startplattan i några sekunder och kände hur motorerna vibrerade. Så trycktes jag bakåt i sätet med våldsam kraft och hörde min fru stöna till. Den förkrossande kraften gjorde det svårt att andas och det dallrade i synfältets utkanter. Men det gick utan problem. Vi hade ju gjort det förut. Fast inte Candy förstås. Hon låg platt mot min fru med alla fyra benen utspridda åt lika många håll och öronen klistrade utefter ryggen. Det fanns ju inga rymddräkter för hundar, men hon klarade det, allt gick bra.

Plötsligt kastades vi fram och tillbaka i våra säten. Det andra steget på raketerna tog över. Sedan stängdes den sista motorn av och det blev ett nytt ryck. Sedan ingenting. Vi var i tyngdlöshet. Den plötsliga tystnaden och stillheten kändes onaturlig.

Jag tittade ut genom fönstret och såg solpaneler och antenner veckla ut sig på kapseln vi satt i. Solpanelerna glittrade i solen som benen på en gigantisk insekt. Mina ben krampade och jag började känna mig nödig när spänningen släppte. Ryggsmärtorna fanns där ju alltid förstås.

Snart skymtade den mörka marken på Phobos i fönstren. Där låg flera slanka regnbågsskimrande metalliska skepp med långa randiga, insektlika solvingar. De såg ut att vara tunnare än en oljehinna på vatten. Det var piratflottan, som låg där.

Gigantica kom flygande i sikte i fönstren. Det glänsande metallskrovet gnistrade i solljuset. Sedan hörde och kände vi det kusliga ljudet när dockningssonden slog emot och skrapandet när den tog sig in i fästet, ett malande metall mot metall-ljud, som slutade med ett tillfredsställande klonk.



Vi väntade tills läckagekontrollen äntligen blev klar och luckorna öppnades. Jag kände en stark doft av metall. Jag mindes den lukten från dockningen när vi lämnade Jorden för länge sedan. Saker utsatta för rymdens vakuum verkar ha den lukten. Inifrån skeppet kom en svag lukt av sopor och kroppslukt, ljudet av fläktar och brummandet från elektronik.

Det var lite besvärligt att flyta in genom den lilla luckan tillsammans. Där möttes vi av Ärransiktet, vår gamle kapten. Ärret över näsan lyste rött i det bistra ansiktet. Han verkade vara på dåligt humör. Vi förstod senare att vår sena ankomst försenade avfärden till Venus med flera dagar. Han öppnade munnen som för att ryta ut en order, men anletsdragen veknade något när han såg Candys huvud sticka upp ur väskan.

-Candy först, ropade han till sin besättning och han och alla andra gjorde stram honnör, när vi seglade in genom dockningsporten. Två av dem hängde från taket andra i tomma luften. Rummet var litet men det var gott om plats i tyngdlösheten. Candy fick ett stort leende från alla, men jag hade glömt hur illa piraterna såg ut, hur fullkomligt genomsnuskiga de var. De hade egentäppta porer, hår som stank av fett, tänder randiga av plack och var närsynta efter lång tid i rymden.

Candy släpptes ut ur väskan. Tyngdlöshet var något nytt för henne. Hon gjorde genast en överhaling och miste kontakten med golvet. Det verkade som om hon skulle flyga till väders. Hon tog ny sats innan vi fick tag i henne. Piraterna skrattade och några av dem slog frivolter i luften av glädje.

Candy sparkade med alla benen för att få fotfäste men kom ingestans, medan hon kastade bedjande blickar på oss. Så tog hon sats med bakbenen och vi lyckades få tag i henne. För att lugna henne tog min fru henne i famnen. Någon gav henne en tub med någon slags pasta, som hon sög i sig med ett ljudligt sörplande när min fru pressade ut den. Som tur var så var hon van att äta samma mat som vi.

Vi installerades i vår gamla hytt men nu tillsammans med Candy. Det var konstigt att vara tillbaka. Att sväva genom stationen var så bekant, men det gick ändå fel. Väggen till höger hade en matta som ett golv. Det var då svindeln började. I samma ögonblick som jag tänkte på väggen som ett golv började jag känna mig som om jag gick på en vägg. Jag kom till en lejdare och märkte att den vertikala ytan bakom den också hade matta. Jag klättrade uppför golvet hand för hand, stegpinne för stegpinne. Jag höll på att kräkas. Som tur var hade jag inte fått något att äta på tjugo timmar.

Medan jag fortfarande höll mig i en stegpinne slog jag runt med fötterna flygande över huvudet. Jag förlorade greppet och flög genom rummet medan jag snurrade varv efter varv. Under ett kväljande ögonblick försökte jag behålla uppfattningen av vad som var upp och ner. Jag susade mot en vägg. Det var neråt. Jag föll men för snabbt för att gripa något handtag. Jag for iväg åt ett annat håll och hade inte tid att tänka. Jag träffade en annan vägg. Nu hade jag saktat ner tillräckligt för att haka mig fast med ena foten under en ledstång.

-Vad försöker du göra. Tänker du slå ihjäl dig? frågade min fru och skakade på huvudet. Det var samma fråga, som jag fick av Ärransiktet första gången jag kom ombord på Gigantica. Mer hade jag inte lärt mig om hur man gör i tyngdlöshet. För min fru gick det bättre. Hon hade stoppat ner Candy i väskan igen. Den lena känsliga huden i hennes ansikte glödde matt när blodet strömmade till i tyngdlösheten och gjorde henne ännu vackrare.

Vi hittade våra kvarter och installerade oss. Under tiden märkte jag hur styrmotorerna lösgjorde skeppet från rymdhamnen. Alla skeppen var redan tankade. De tiotusentals ton väte, som skulle pumpas ombord, levererades som en sörja av en blandning av fast och flytande med högre täthet och lägre volym än ren vätska. De fusionsdrivna raketmotorerna gick normalt på väte men också på vatten om så krävdes.

Under låg dragkraft på huvudmotorerna drev vi ut i rymden, vände skeppet mot marsbanan och började bromsa oss in i en fallbana mot Solen. Stjärnhimlen vred sig sakta och bleknade. Solen steg upp över Olympus Mons, när vi kom ut ur marsskuggan. Accelerationen fortsatte timma efter timma och vi såg den röda planeten försvinna i rymden bakom oss.

Ill skillnad från start från en planet är det inget dramatiskt med starter i omloppsbana. Det uppstod förstås inga ljud och inte ens ett synligt tecken från de väldiga motorerna. Strålarna, som drev raketerna var för svaga för ett mänskligt öga att urskilja. Det enda tecknet på att raketerna startade var ett litet moln skräp som de lämnade efter sig.



Så satte vi vår kurs på Venus och for för andra gången ut i tomrummet mellan planeterna. Skeppet höll marstid och allt släcktes på natten. Jag blundade, men det var inte lätt att sova. Även om mina ögon var slutna lyste kosmiska blixtar ibland upp synfältet. Det var strålning från rymden, som träffade mina näthinnor och skapade en illusion av ljus. Det var nog samma sak för Candy. Hon låg och gnällde i min frus famn mest hela natten. På Mars var vi trots allt trygga, tänkte jag, men vem vet vad som nu händer. Rymden är mörk, vild, öde och tom. Så måste sjöfarare på Jorden en gång ha känt sig, när de styrde ut på ett hav, där man inte såg något land.