



BEVINGAT

Nr 4/2023

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Bland nyheterna

Fransk hypersonik.....	31
FOI omvärld	32
Sista Ariane 5	33
Ändrad Sukhoi.....	34
Saab prisade vid mässan.....	35
Engelsk hypersonik.....	36
Ny rysk motor.....	37
GKN i EU-projekt.....	38
Trelleborg in i flyg.....	39
Nytt norr.....	40
2400 satelliter 2022.....	41
Krigsballong	42
Indien på månen.....	43



Bygga på månen sid 13

Hypersonisk manövrering

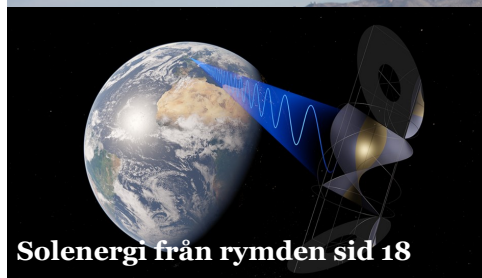


Sid 2

Idag pratas det mycket om flygplan i hypersoniska hastigheter över Mach 5. Men hur kan man manövrera raket- och scramjet- drivna farkoster i dessa hastigheter i atmosfären och vad är riskerna?



Artificiell intelligens sid 16



Solenergi från rymden sid 18



Integrerad vingkropp
Sid 10

Hållbart flygbränsle eller väte kan vara decennier borta, men kan det integrerade vingflygplanet förändra luftfarten?



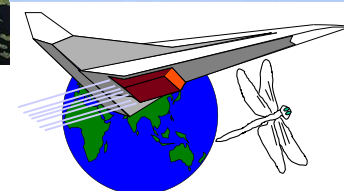
Clean Sky sid 20



Webb-teleskopet sid 22



Lära av naturen
Sid 24



Historia och framtid
Sid 28



Candy landar sid 44

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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

Manövrering i hypersoniska hastigheter

Av C. Eriksson

Idag pratas det mycket om flygplan i hypersoniska hastigheter över Mach 5. Men hur kan man manövrera raket- och scramjet- drivna farkoster i dessa hastigheter i atmosfären och vad är riskerna? Här ges exempel på ett antal projekt och de problem man mött.

[Rocket Physics, the Hard Way: Spacecraft Maneuvering and Control \(marsociety.ca\)](https://www.marsociety.ca/2019/05/rocket-physics-the-hard-way-spacecraft-maneuvering-and-control/)

Dagens manövrerande jaktrobotar flyger inte hypersoniskt. Rymdraketer som flyger hypersoniskt manövrerar minimalt, följer en förprogrammerad bana och saknar motorinsug. De justerar sin bana genom att med hydraulkraft rikta sina raketmunstycken, speciellt under take-off och den inledande stigningen.

Tilltänkta hypersoniska passagerarplan manövrerar inte mer än minimalt i dessa hastigheter utan följer en förprogrammerad bana. Dock har de motorinlopp liknande snabba överljudsplan som SR-71. Atmosfären de flyger i är inte stilla och under flygning på hög höjd kan de passera in och ut ur jetströmmar och andra väderfenomen. Då måste deras båda motorinlopp kunna kompensera för detta för att ej råka ut för en "unstart" då stöten kliver ur inloppet. Då bildas en stötvåg som missar inloppet så att motorn tappar massivt med dragkraft och ger upphov till ett stort girmoment på en tvåmotorig farkost.

Så riskerna för störning av motorer, som använder luftens syre till förbränning i dessa höga hastigheter, är betydande och de girmoment som uppstår vid enmotorbortfall i hypersoniska hastigheter skapar ett sådant luftmotstånd att hela farkosten riskerar att brytas i bitar på någon millisekund. Att konstruera dessa motorinlopp, som ska kompensera för olika manövrar, lufthastigheter, interna mottryck t.ex. vid tändning av internt bränsle eller justering av gaspådrag eller utloppsarea, är svårt. De är beroende av att de sneda luftstötar ligger rätt i inloppet och för scramjet-motorer att de inte skapar en rak stöt och att bränsle sprutas in längs med en sned stöt och tänds i en efterföljande sned stöt.

Detta kommer begränsa den civila användningen av mycket snabba civila flygplan. Concorde hade en automatisk "surge recovery mode".

Insugningsinducerad pumpning orsakas av överdriven luftflödesdistorsion eller inducerad turbulens som kan ha ett antal orsaker. En kraftig tryckökning resulterar vanligtvis i en plötslig kraftig ökning av EGT (Exhaust Gas Temperature), en kort sänkning av lågtrycksvarvtalet N1 i jetmotorer och en nästan total kollaps av lågtrycksturbinens totala utgångstryck P7. Mer dramatiskt bildas ganska allvarliga övertryckspulser som färdas framåt, in och ut ur framsidan av inloppet.

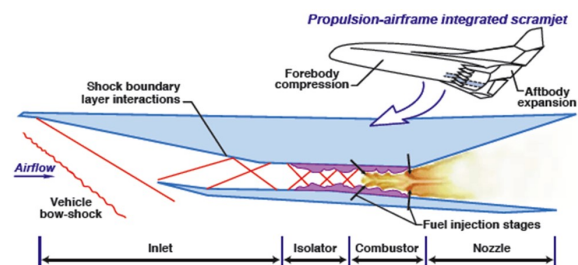
Om en motor pumpar i mörker vid Mach 2+ kan flammor ses som passerar ut ur flygplanet med en kolossal hastighet. En enda pumpning är relativt kortvarig, bara omkring 200 millisekunder eller så men kan utsätta både motorn och inloppet för en allvarlig belastning. Under en typisk pumpning finns det ett initialt övertryck på cirka 50 msek varaktighet som toppar vid ca 0.7 bar övertryck följt av ett undertryck på cirka 150 msek med en topp på cirka -0.15 bar undertryck. Efter detta kommer motorn antingen att återhämta sig eller pumpningen kommer att upprepas. Pumpningar tenderar ofta att vara oscillerande till sin natur och upprepas vanligtvis vid cirka 8-10 Hz. När man beak-

tar inloppsyrtornas relativt höga tvärsnittsarea kan man uppskatta att mycket svåra toppbelastningar induceras i hela inloppet från dessa övertryck. Vid oscillerande pumpning är effekterna ännu allvarligare. I detta fall 'hamras' ytorna av svåra oscillerande luftbelastningar som resulterar i 'orgelpips'- vibrationer med mycket höga toppbelastningar.



Den nya Israeliska hypersoniska antimissilvapnet **Sky Sonic** kommer att vara en del i ett luft- och missilförsvarssystem, snarare än ett fristående system. Sky Sonics stora booster används för att få det andra stegets attackfarkost nära målet. Farkosten kommer sedan att manövrera och närma sig målet, till exempel hypersoniska glidvapen eller kryssningsmissiler. Utmaningen är inte hastigheten, men anfallarens manövrerbarhet, och den andra är banan och höjden som hotet flyger.

Scramjets, eller supersoniska förbränningsramjets, är inte en ny teknik - de har testats i årtionden, men hittills har inget land någonsin lyckats sätta in en operativ scramjet i en missil eller flygplan. Luft som rör sig genom en scramjet strömmar med supersoniska hastigheter, vilket gör tändningen mycket svår - det har av vissa liknats vid att hålla en tändsticka tänd i en orkan.



Scramjets är alltså fortfarande en omogen teknik. Det är verkligen svårt att få dem att fungera rätt, och det finns några grundläggande problem som start, bränsleblandning och flammhållning som man fortfarande räknar på.

Det händer ibland civila passagerarflygplan att de råkar ut för kompressorpumpning men då farten är i underljud blir konsekvenserna ganska milda. Dock kan det vara skrämmande om det sker under take-off som på SAS Boeing 767 i början av dess användning. Sker det däremot i hypersoniska farter i den ena motorn är det överhängande risk för att planet bryts i bitar, eller som Elon Musk kallar det "Rapid unscheduled disassembly"

Se nedan studier av obemannade och bemannade projekt:

Vehicle	Estimated Entry into Service	Speed (Mach)
Spike S-512	2023	1.5
Lockheed Martin QSTA	2030	1.8
Exosonic Concept	2029	1.8
Boom Overture	2029	2.2
Virgin Galactic TSC	2029	3.0
Airbus Concorde 2	Undisclosed	4.5
Boeing Concept	2040	5.0
Hermeus	2035	5.0
JAXA Concept	Undisclosed	5.0
Reaction Engines LAPCAT A2	Undisclosed	5.2
Stratolaunch Talon-A	2023	6.0
STRATOFLY MR3	Undisclosed	8.0
Generation Orbit X-60A	2021	8.0
BlueEdge	Undisclosed	9.0

Vad flyger i dessa hastigheter idag?

Det är främst raketer som skjuts upp till rymden samt raketer som återinträder i atmosfären. Traditionellt för långdistansjaktmissiler har raketer drivit upp farkosten till höga hastigheter för att sedan låta ramm-motorn driva farkosten vidare. Motorer som använder luftens syre har flera fördelar jämfört med raketer. Eftersom den hypersoniska motorn använder syre från atmosfären eliminerar den behovet av att transportera syre ombord på flygplanet, vilket minskar betydande fordonsvikt. Dessutom, för att producera samma dragkraft, kräver motorer som använder luftens syre mindre än en sjundedel av drivmedlet som raketer gör.

Den största utmaningen för utformningen av hypersoniska farkoster är den aerodynamiska strukturen. Även om smal struktur verkar effektiv för att minska motståndet i överljud, kommer skarp framkant att resultera i kraftig uppvärmning. Nedanstående ekvation visar förhållandet mellan statisk temperatur och stagnationstemperatur:

$$\frac{T_0}{T_\infty} = 1 + \frac{(\gamma - 1)}{2} M_\infty^2$$

Så det är ett problem att vingar och deras kontrolltytor värms upp snabbt i dessa hastigheter. Det är därför Rymdskytteln och dess efterträdare bl. a. Boeing X-37, också känd som Orbital Test Vehicle (OTV) har rundade ytor i nosen och vingframkanten.

Raketer manövreras initialt via styrning av dess raketmunstycken och av jetpulser nära nosen på raketen.

En rymdfarkost kan röra sig på sex sätt. Var och en av dessa rörelsesätt är kända inom kontrollteknik som frihetsgrader. Varje stel kropp i tredimensionellt utrymme har sex frihetsgrader: tre av rotation (eller attityd) och tre av translation (längs x, -y, -z axlarna.)

Medan "Thrust Vector Control" TVC kan vara ett kraftfullt sätt med högt vridmoment för att justera rymdfarkostens attityd, så fungerar det bara medan huvudmotorerna är igång. Det kräver också att motorn monteras på en gimbal med kraftfulla ställdon för att rotera den.



Rocket Labs Rutherford-motor kan justeras med två pneumatiska TVC-ställdon varav en visas i blått ovan.

Av dessa skäl används TVC huvudsakligen för raketer under uppstigning och vanligtvis inte direkt för translationell kontroll. Faktum är att raketer vanligtvis inte förlitar sig på aerodynamisk stabilisering (dvs. fenor), utan på TVC för att hålla kursen. Fördelaktigt är att kontrollen upprätthålls hela vägen genom regionerna i atmosfären och i rymden. För mer exakt manövrering, särskilt när huvudmotorerna är avstängda och farkosten befinner sig i rymden, använder man sig av andra metoder som reaktionskontrollsystem.

Jaktrobotar manövrerar i hastigheter upp till Mach +4 via rörliga roder och ibland vektorutloppsmunstycken. Se Meteor nedan som har luftintag för sitt fastbränsle som förångas och ångorna blandas med insugsluften och denna rammotor ger då dragkraften för +M4 toppfart.

(liknande princip som ett stearinljus fast i mycket högre gashastigheter).



Missilbanan styrs aerodynamiskt med hjälp av fyra bakmonterade fenor. Meteors kontrollprinciper är avsedda att möjliggöra höga svänghastigheter samtidigt som insugnings- och framdrivningsprestanda bibehålls. Fi Actuation Subsystem "FAS" är monterad på baksidan av insugskåporna. FAS-konstruktionen kompliceras av de kopplingar som krävs mellan ställdonet i kåpan och de karossmonterade fenorna.



Den nordamerikanska X-15 är ett hypersoniskt raketdrivet flygplan. Det drevs av USA:s flygvapen och National Aeronautics and Space Administration som en del av X-plan-serien av experimentflygplan. X-15 satte hastighets- och höjdrekor på 1960-talet, nådde kanten av yttre rymden och återvände med värdefulla data som används i flygplans- och rymdfarkostdesign. X-15:s högsta hastighet, (2021 m/s), uppnåddes den 3 oktober 1967, när William J. Knight flög i Mach 6.7 på en höjd av 31 120 m. Detta satte det officiella världsrekordet för den högsta hastigheten som någonsin registrerats av ett bemannat flygplan.

X-15 baserades på en konceptstudie från Walter Dornberger för National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) för ett hypersoniskt forskningsflygplan. Begäran om förslag (RFP) publicerades den 30 december 1954 för flygplanet och den 4 februari 1955 för raketmotorn. X-15 byggdes av två tillverkare: North American Aviation kontrakterades för flygplanet i november 1955 och Reaction Motors kontrakterades för att bygga motorerna 1956.

Liksom många flygplan i X-serien var X-15 utformad för att bäras upp och släppas från vingen på ett B-52-moderfartyg. Air Force NB-52A, "The High and Mighty One" (serie 52-0003), och NB-52B, "The Challenger" (serie 52-0008, alias Bollar 8) fungerade som bärplan för alla X-15-flygningar. Utsläpp av X-15 från NB-52A ägde rum på en höjd av cirka 13,7 km och en has-

tighet på cirka 805 km/h. X-15-flygkroppen var lång och cylindrisk, med bakre kåpor som plattade till utseendet och tjocka, dorsala och ventrala kilfenstabilisatorer. Delar av flygkroppen var tillverkade av värmebeständig nickellegering (Inconel-X 750). Det infällbara landningsstället bestod av en noshjulsvagn och två bakre medar. Skidorna sträckte sig inte bortom ventralfenan, vilket krävde att piloten kastade den nedre fenan strax före landning. Den nedre fenan återvanns med fallskärm.

I november 1960 levererade Reaction Motors XLR99-raketmotorn och genererade 250 kN dragkraft. De återstående 175 flygningarna av X-15 använde XLR99-motorer. XLR99 använde vattenfri ammoniak och flytande syre som drivmedel och väteperoxid för att driva höghastighetsturbopumpen som levererade drivmedel till motorn. X-15 kunde bränna 6 804 kg drivmedel på 80 sekunder. Jules Bergman gav sin bok om programmet titeln "Nittio sekunder till rymden" för att beskriva flygplanets totala flygtid.

X-15-reaktionskontrollsystemet (RCS), för manövrering i lågt trycks- / densitetsmiljön, använde högstetperoxid (HTP), som sönderdelat i vatten och syre i närvaro av en katalysator kan ge en specifik impuls på 140 s (1400 m/s). HTP drev också en turbopump för huvudmotorerna och hjälpkraftenheterna (APU). Ytterligare tankar för helium och flytande kväve utförde andra funktioner. Flygkroppens inre spolades med heliumgas och flytande kväve användes som kylvätska för olika system.



Kilstjärt för hypersonisk stabilitet

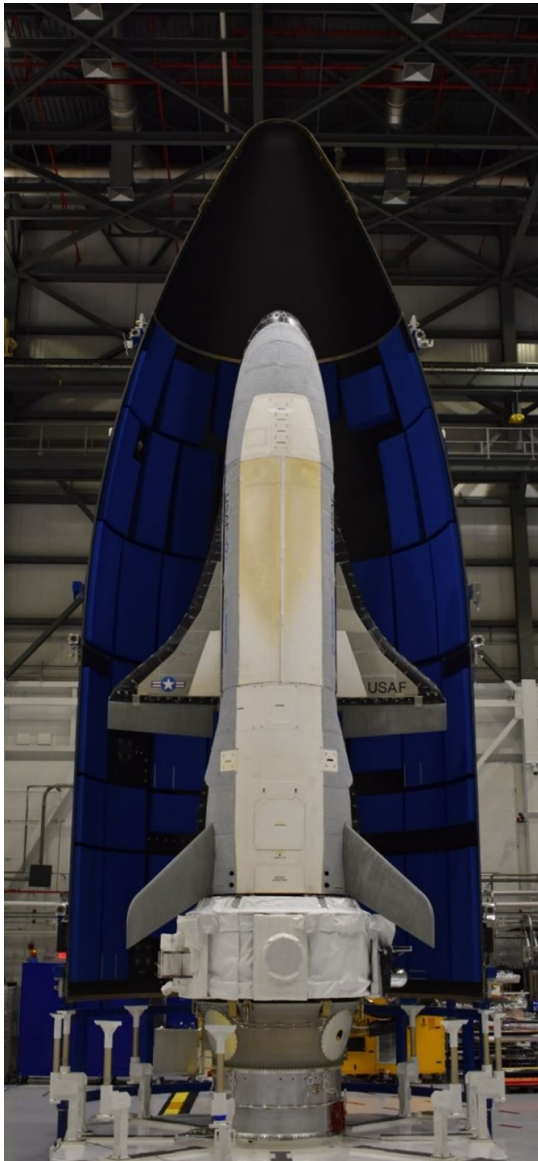
X-15 hade en tjock kilstjärt för att göra det möjligt att flyga på ett stadigt sätt i hypersoniska hastigheter. Detta gav en betydande mängd basmotstånd vid lägre hastigheter. Den trubbiga änden på baksidan av X-15 kunde producera lika mycket motstånd som en hel F-104 Starfighter.

En kilform användes eftersom den är effektivare än den konventionella stjärten som en stabiliserande yta vid hypersoniska hastigheter. En vertikal stjärtyta motsvarande 60 procent av vingytan krävdes för att ge X-15 tillräcklig rikttningsstabilitet (Wendell H. Stillwell, X-15 Forskningsresultat (SP-60)).

Stabiliteten vid hypersoniska hastigheter underlättades av sidopaneler som kunde förlängas från stjärten för att öka den totala ytan, och dessa paneler fördubblades som luftbromsar.

Den 15 november 1967 dödades den amerikanska flygvapnets testpilot major Michael J. Adams under X-15 Flight 191 när X-15 -3, AF Ser. No. 56-6672, gick in i en hypersonisk snurr medan den sjönk och sedan svängde våldsamt när aerodynamiska krafter ökade efter återinträde. Eftersom hans flygplans flygkontrollsystem manövrerade kontrollytorna till sina gränser, byggdes accelerationen upp till 15 g vertikalt och 8 g i sidled. Flygplanet bröt isär på 18 km höjd och spred X-15: s vrakdelar över 130 kvadratkilometer. Den 8 maj 2004 restes ett monument nära Johannesburg, Kalifornien.

Så även med raketdrift utan luftintag är riskerna stora för okontrollerad flygning.



Boeing X-37, även känd som **Orbital Test Vehicle (OTV)**, är en återanvändbar robotfarkost. Den lyfts upp i rymden av en lanseringsfarkost, återgår sedan till jordens atmosfär och landar som ett rymdplan.

X-37 drivs av United States Space Force för rymdfärder i omloppsbana och syftar till att demonstrera återanvändbar rymdteknik. Det är ett 120-procentigt skalat derivat av den tidigare

Boeing X-40. X-37 började som ett NASA-projekt 1999, innan den överfördes till USA: s försvarsdepartement 2004. Fram till 2019 hanterades programmet av Air Force Space Command.

[X-37B lands following 2nd Flight - Bing video](#)

En X-37 flög först under ett droptest 2006. Dess första rymdflygning lanserades i april 2010 på en Atlas V-raket och återvände till jorden i december 2010. Efterföljande flygningar förlängde gradvis uppdragets varaktighet och nådde 780 dagar i omlopp vid det femte uppdraget, det första som lanserades på en Falcon 9-raket. Det senaste uppdraget, det sjätte, sköts upp på en Atlas V den 17 maj 2020 och avslutades den 12 november 2022 och nådde totalt 908 dagar i omloppsbana.

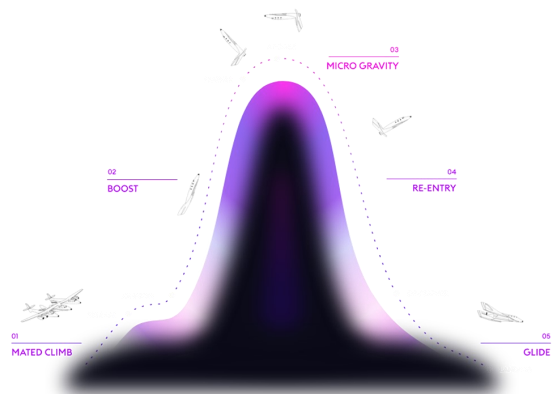


VSS Unity (Virgin Space Ship Unity, registrering: N202VG), tidigare kallad VSS Voyager, är ett suborbitalt raketdrivet rymdflygplan av SpaceShipTwo-klass. Det är den andra SpaceShipTwo som byggts och är en del av Virgin Galactic-flottan. Den nådde först rymden enligt definitionen av USA (över 50 miles eller 80,5 km) den 13 december 2018 på VP-03-uppdraget.

Unity kan nå rymden enligt definitionen av US Air Force, NASA och FAA genom att gå över 50 miles (80,5 km) över havet. Den kan dock inte gå över Kármán-linjen, FAI: s definierade rymdgräns på 100 km.

VSS Unity rullades ut den 19 februari 2016 och slutförde markbaserad systemintegrationsprov i september 2016 före den första flygningen den 8 september 2016. Den är raketdriven upp till Mach 3,2 på 86 km höjd och flöjlar bakkroppen för att skapa en stabil färd ned igen.

[Home | Virgin Galactic](#)



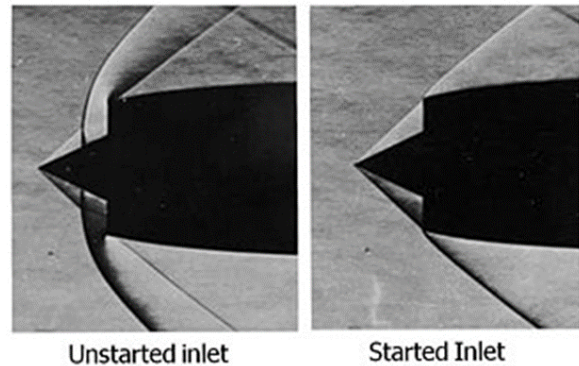


SR-71: Lockheeds tidigare spaningsflygplan var den relativt långsamma U-2, designad för Central Intelligence Agency (CIA). I slutet av 1957 kontaktade CIA försvarsentreprenören Lockheed för att bygga ett oupptäckbart spionplan. Projektet, som hette Archangel, leddes av Kelly Johnson, chef för Lockheeds Skunk Works-enhet i Burbank, Kalifornien. Arbetet med projekt Archangel började under andra kvartalet 1958, med målet att flyga högre och snabbare än U-2. Av elva på varandra följande designers som utarbetades under en period av tio månader var "A-10" den främsta. Trots detta gjorde dess form den sårbar för radar detektering. Efter ett möte med CIA i mars 1959 modifierades designen för att få en 90% minskning av radartvårsnittet. CIA godkände ett kontrakt på 96 miljoner dollar för Skunk Works för att bygga ett dussin spionplan, med namnet "A-12", den 11 februari 1960. Nedskjutningen av Francis Gary Powers U-2 1960 underströk flygplanets sårbarhet och behovet av snabba spaningsflygplan som A-12.

A-12-efterföljaren SR-71 designades för flygning över Mach 3 med en flygbesättning på två i tandemcockpit, med piloten i den främre cockpiten och spaningssystemofficeren som driver övervakningssystemen och utrustningen från den bakre cockpiten och styr navigering på uppdragets flygväg. SR-71 designades för att minimera dess radartvårsnitt, ett tidigt försök till smygdesign. Färdiga flygplan målades mörkblå, nästan svarta, för att öka utsläppen av inre värme och för att fungera som kamouflage mot natthimlen. Den mörka färgen ledde till flygplanets smeknamn "Blackbird".

På framsidan av varje inlopp låstes en spetsig, rörlig inloppskon som kallades en "spik" i sitt fulla framtålläge på marken och under subsonisk flygning. När flygplanet accelererade förbi Mach 1.6 flyttade en intern jackskruv spetsen upp till 26 tum (66 cm) inåt, riktad av en analog luftinloppsdator som tog hänsyn till pitotstatiskt system, stigning, roll, yaw och angreppsvinkel. Att flytta spikspetsen drog chockvågen som skapades av den närmare inloppskonens något in i inloppet. Denna position skapade ett antal sneda stötar av spikens mittkropp och inloppets formade insida och minimerade luftflödesspill (luft som inte sugas in i motorn). Luften bromsades supersoniskt med en sista rak stöt vid ingången till en subsonisk diffusor.

Nedströms denna raka stöt är luften subsonisk. Den saktar in ytterligare i den divergerande kanalen för att ge önskad hastighet vid ingången till kompressorn. Fångst av planets stötvåg i inloppet kallas "att starta inloppet". Avluftningsrör och bypassdörrar konstruerades i inlopps- och motorgondolerna för att hantera en del av detta tryck och för att placera den slutliga stöten så att inloppet kunde förbli "startat".



Schlieren flow visualization at unstart of axisymmetric inlet at Mach 2

Under de första åren kunde de analoga datorerna inte alltid hålla jämna steg med den snabbt föränderliga flygmiljön. Om det inre trycket blev för stort och spetsen var felaktigt placerad kunde stötvågen plötsligt blåsa ut framsidan av inloppet, kallat en "inlopps unstart". Under unstarts var efterbrännkammarsläckningar vanliga. Den återstående motorns asymmetriska dragkraft kunde få flygplanet att gira våldsamt åt sidan. Autopilot och manuella styrimpulser skulle bekämpa girningen, men ofta kom den extrema girmanövern att minska luftflödet i motsatt motor och stimulera "kompressorumpningar". Detta genererade en snabb motgirning, ofta i kombination med höga "bankande" ljud och en skumpig åktur under vilken besättningarnas hjälmar ibland kunde slå i cockpittaket.

Ett svar på en unstart av ett inlopp var att "starta om" båda inloppen för att förhindra girning. Efter vindtunnelprovning och datormodellering av NASA Drydens testcenter installerade Lockheed en elektronisk kontroll för att upptäcka unstartförhållanden och utföra denna återställningsåtgärd utan pilotintervention. Under felsökning av unstartproblemet upptäckte NASA också att virvlarna från "nose chines" kom in i motorn och störde motorns effektivitet. NASA utvecklade en dator för att styra motorns bleed doors som motverkade detta problem och förbättrade effektiviteten. Från och med 1980 ersattes det analoga inloppsstyrsystemet av ett digitalt system, vilket minskade antalet unstarts.

Svenska flygvapnets stridspiloter har lyckats låsa sin radar på en SR-71 vid flera tillfällen inom skjutavstånd. Målbelysningen upprätthölls genom att mata målplatsen från markradar till eldledningsdatorn i JA 37 Viggen. Den vanligaste platsen för lock-on var den tunna sträcka av internationellt luftrum mellan Öland och Gotland som SR-71:orna använde på sina returflygningar.

SR-71 hade ett antal flygningar där flödet in till en motor stördes. Sommaren 1984 var den kallaste delen av kalla krigets sista år, då båda sidor gjorde sitt bästa för att hålla koll på varandra. För besättningen på SR-71 Blackbird nr 61-7974, som flög på 83 000 fot utanför Nordnorge, var himlen mörkt purpurblå. De ljusare stjärnorna var synliga, och jorden långt nedanför gav ingen indikation på deras hastighet. Efter sin sista tankning klättrade "974" tillbaka till höjd och gjorde en lång 270-graders sväng för att förbli väster om ön Novaya Zemlya. Piloten Joseph E. Matthews drev gasreglaget framåt och den enorma svarta pilen accelererade mot sin operativa hastighet på Mach 3,2.

Sittande i en separat cockpit bakom Matthews kontrollerade spaningssystemoperatören (RSO) Curt Osterheld sin ASARS-1-bildradar när Kolahalvön, nu synlig i fjärran, växte sig större. Atlantic Command var extremt intresserad av att hålla reda på den sovjetiska flottans Typhoon-klass ubåtar baserade i Murmansk. Under tiden lät radarvarningsmottagaren Osterheld veta att radarn som kontrollerade Murmansks SA-5-missiler "målade" hans Blackbird.

Vid denna tidpunkt var 974 i internationellt luftrum och fungerade enligt Peacetime Aerial Reconnaissance Programs (PARPRO) regler för engagemang, vilket krävde att rekognoseringsflygningar skulle göras längs samma kurs på samma höjd varje gång. Den snabba, högtflygande Blackbird hade av vissa ansetts som omöjlig att fånga, men en SA-5 - den största och mest kraftfulla av sovjetiska luftvärnsmissiler - skulle inte ha några problem att nå den. Även en nära miss skulle skapa ett skräpfält som var tillräckligt stort för att äventyra SR-71. Lyckligtvis använde sovjeterna Blackbird som en träningsmöjlighet för sina operatörer snarare än ett faktiskt mål.

Osterheld övervakade sin utrustning när de närmade sig sin närmaste punkt till Murmansk. Precis när han registrerade att en annan sovjetisk radar hade börjat följa dem, bröt helvetet lös. "Flygplanet girade åt höger så långt och så snabbt att det kändes som om det gick i sidled!" sa Osterheld. SR-71:s högra motor hade just upplevt en "unstart".

Under accelerationen dras de rörliga konerna, eller spikarna i intagen på Blackbirds två Pratt & Whitney J58-motorer in i inloppskåpan. När flygplanet når maximal hastighet, med spikarna helt indragna, minimeras stötvågspillet som orsakar turbulens över de yttre nacellerna och vingarna, medan stötvågen från själva spetsen reflekteras mellan spikkroppen och inloppets inre, vilket saktar ner den inkommande luften. När trycket byggs upp inuti inloppet öppnas avluftningsrör och bypassdörrar för att hantera det och placera den sista stötvågen så att inloppet förblir "startat". Luft som komprimeras genom interaktionen mellan inlopp och stötvåg avleds sedan direkt till efterbrännkammaren, där den blandas med bränsle och bränns i vad som i huvudsak är en ramjet, vilket ger upp till 70 procent av flygplanets dragkraft i hastighet.

Men om det inre trycket inuti J58-intaget blir för stort blåser stötvågen plötsligt ut framsidan av inloppet. Under en insugningsstart registrerar datorn som styr spetsen bristen på tryck och svarar genom att flytta spetsen framåt till subsonisk flygposition. Luftflödet stannar omedelbart, dragkraften sjunker och avgastemperaturen stiger.

I den främre cockpiten visste Matthews att deras enda hopp om att undvika katastrof var att starta den vänstra motorn och sedan försöka starta om båda i luften. Eftersom dragkraften dog i vänster J58 startade den också. "Det var som om vi träffade en vägg, inbromsningen var så skarp och så snabb", minns Osterheld.

Utan ström hade den stora Blackbird glidförhållande som en tegelsten. "Vi gick nästan rakt ner", sa han. Under dem var det isiga vattnet i Barentshavet. När 974 föll som en sten gick larm vid det sovjetiska luftförvarshögkvarteret och vid Natos radarplatser i Norge efter flygningen.

"Joe försökte automatisk omstart tre gånger och fick ingenting", minns Osterheld. Vi var nära att skjuta ut oss när han lyckades få motorerna att tända manuellt. Båda männen trycktes ned i sina säten av g-kraften i när de planade ut efter att ha fallit till 18 000 fot på mindre än två minuter. De hade undvikit att gå med nosen före i havet, men nu var frågan om de kunde ta sig hem.

"Vi hade inte bränsle för att försöka accelerera igen, vilket innebär att vi var tvungna att hålla oss nere lågt och vara subsoniska", sa han. SR-71 är mest effektiv vid högre hastigheter och höjder, eftersom flygplanet bränner nästan samma mängd bränsle för att flyga subsoniskt på låg höjd som det gör för att flyga i den övre stratosfären med hypersonisk hastighet när det gäller bränsle per körd kilometer. "Vi började ropa på stöd när vi gick söderut. Normalt, när vi skulle komma från en Barentskörning, skulle vi svänga sydväst och träffa tankflyget där vi hade lämnat dem utanför Norges västkust, men med vår bränsleförbrukning, vad den var nu, skulle vi vara korta med ett par hundra kilometer om de inte kunde komma för att möta oss. Vi funderade på att försöka lägga till på Bannock eller till och med Bodø flygfält i Norge, men det såg inte ut som om vi hade bränsle för att komma dit heller, än mindre ha tillräckligt för att göra en landning.

Precis när Osterheld började spekulera i hur länge han kunde överleva i det iskalla vattnet nedanför, såg Matthews lufttankningsflyget KC-135Q. Vi hade mindre än 10 minuter kvar av bränslet när vi körde in för "refuel", säger han. Eftersom Blackbirds opererade över Europa från RAF Mildenhall i England, fortfarande flera hundra mil söderut vid den tidpunkten, stannade 974 kvar med KC-135 under sin hemflygning och tankade så många gånger att tankfartyget var nära tomt när de landade.

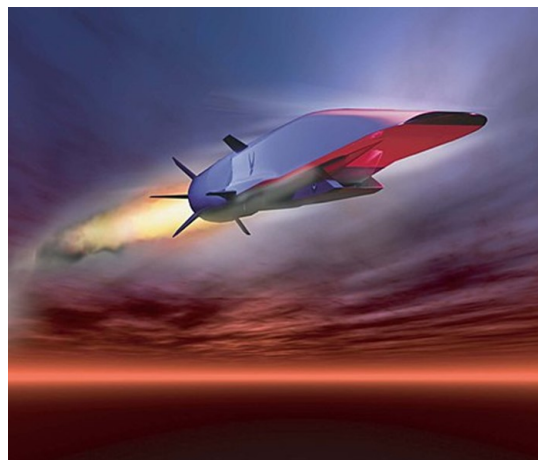
Besättningen på 974 var inte den första som upplevde en insugningsunstart, men ingen kunde förstå hur just detta missöde inträffade.



NASA X-43 var ett experimentellt obemannat hypersoniskt flygplan med flera planerade skalvariationer avsedda att testa olika aspekter av hypersonisk flygning. Det var en del av X-plan-serien och specifikt av NASAs Hyper-X-program. Det satte flera flyghastighetsrekord för jetflygplan. X-43 är det snabbaste jetdrivna flygplanet som registrerats med en flyghastighet i cirka Mach 9,6.

En bevingad boosterraket med X-43 placerad ovanpå, kallad en "stack", släpptes från en Boeing B-52 Stratofortress. Efter att boosterraketen (ett modifierat första steg i Pegasus-raketen) förde stacken till målhastigheten och höjden, släpptes den och X-43 flög fritt med sin egen motor, en scramjet.

Det första planet i serien, X-43A, var en engångsfarkost, varav tre byggdes. Den första X-43A förstördes efter funktionsfel under flygning 2001. Var och en av de andra två flög framgångsrikt 2004 och satte hastighetsrekord, med scramjets i drift i cirka 10 sekunder följt av 10-minuters glidningar och avsiktliga kraschar i havet.



Boeing X-51 Waverider är ett obemannat experimentflygplan för hypersonisk flygning vid Mach 5 (3 300 mph; 5 300 km/h) och en höjd av 70 000 fot (21 000 m).

Flygplanet betecknades X-51 2005. Den genomförde sin första motordrivna hypersoniska flygning den 26 maj 2010. Efter två misslyckade testflygningar genomförde X-51 en flygning på över sex minuter och nådde hastigheter över Mach 5 i 210 sekunder den 1 maj 2013 för den längsta hypersoniska flygningen.

Waverider avser i allmänhet flygplan som utnyttjar det kompressionslyft, som bildas av de egna stötvågorna. X-51-programmet var ett samarbete mellan United States Air Force, DARPA, NASA, Boeing och Pratt & Whitney Rocketdyne. DARPA såg en gång X-51 som en språngbräda till Blackswift, en planerad hypersonisk demonstrator som avbröts i oktober 2008.

I maj 2013 planerade det amerikanska flygvapnet att tillämpa X-51-tekniken på High Speed Strike Weapon (HSSW), en missil som liknar X-51. HSSW förväntades flyga 2020 och tas i bruk i mitten av 2020-talet. Det skulle ha en räckvidd på 500–600 nautiska mil (930–1 110 km), flyga vid Mach 5–6 och passa i en F-35 eller i den inre bombtrummet på ett B-2-bombplan.

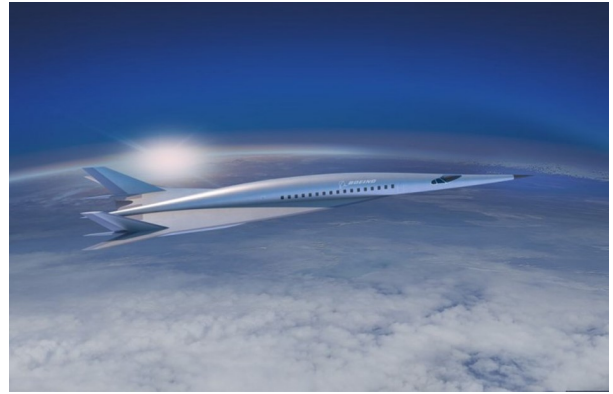
Den första motordrivna flygningen av X-51 var planerad till 25 maj 2010, men närvaron av ett lastfartyg som färdades genom en del av Naval Air Station Point Mugu Sea Range orsakade en 24-timmars försening. X-51 genomförde dock sin första motordrivna flygning framgångsrikt den 26 maj 2010. Den nådde en hastighet av Mach 5 (5300 km/h), en höjd av 21000 m och flög i över 200 sekunder; Det uppfyllde dock inte den planerade flygtiden på 300 sekunder. Testet hade den längsta hypersoniska flygtiden på 140 sekunder under sin scramjet-kraft. X-43 hade den tidigare längsta flygbrinntiden på 12 sekunder, samtidigt som den satte ett nytt hastighetsrekord på Mach 9,68.

Ytterligare tre provflygningar planerades och använde samma flygbana. Boeing föreslog Air Force Research Laboratory (AFRL) att två provflygningar skulle läggas till för att öka det totala antalet till sex, med flygningar som äger rum med fyra till sex veckors intervall, förutsatt att det inte fanns några fel.

Den andra provflygningen var ursprungligen planerad till den 24 mars 2011, men genomfördes inte på grund av ogynnsamma förhållanden. Flygningen ägde rum den 13 juni 2011. Flygningen över Stilla havet slutade dock tidigt på grund av en inloppsstart efter att ha ökat till Mach 5-hastighet. Flygdata från testet undersöktes. En B-52 släppte X-51 på en ungefärlig höjd av 15 000 m. X-51: s scramjetmotor tändes på eten, men övergick inte ordentligt till JP-7-bränsledrift.

Den tredje provflygningen ägde rum den 14 Augusti 2012. X-51 skulle göra en 300-sekunders (5 minuter) experimentell flygning med hastigheter på Mach 5 (5300 km/h). Efter att ha separerat från sin raketförstärkare förlorade farkosten kontrollen och kraschade i Stilla havet. Air Force Research Laboratory (AFRL) bestämde att problemet var att X-51: s övre högra aerodynamiska fena var uppläst under flygningen och okontrollerbar. Alla fyra fenorna behövs för aerodynamisk kontroll. Flygplanet tappade kontrollen innan scramjetmotorn kunde antändas.

Den 1 maj 2013 utförde X-51 sitt första helt framgångsrika flygprov på sin fjärde provflygning. X-51 och boostern släpptes från en B-52H och flögs till Mach 4.8 (5100 km/h) av booster-raketen. Den separerade sedan från boostern och antände sin egen motor. Provflygplanet accelererade sedan till Mach 5.1 (5400 km/h) och flög i 210 sekunder tills bränslet tog slut och den störtade i Stilla havet utanför Point Mugu efter över sex minuter av total flygtid; Detta prov var den längsta lufttandande hypersoniska flygningen. Forskare samlade telemetridata från 370 sekunders flygning. Provet innebar slutförandet av programmet. Air Force Research Laboratory tror att den framgångsrika flygningen kommer att fungera som forskning för praktiska tillämpningar av hypersonisk flygning, såsom en missil, spaning, transport och i första steget för ett rymdsystem.



Boeing Valkyrie II är en utveckling av Boeings 2018-koncept, kallat Valkyrie, för ett hypersoniskt passagerarflygplan som kan resa mellan London och New York på bara två timmar. Det hypersoniska konceptet drar jämförelser med Lockheed Martins eget SR-72-projekt, vilket skulle vara den bokstavligen efterföljaren till sin SR-71 Blackbird.



Lockheed Martin SR-72, som ryktas vara världens snabbaste plan, förväntas göra en provflygning 2025, åtta år efter sitt privata förslag 2013.

SR-72 kommer att bli efterföljaren till SR-71 Blackbird, det snabbaste bemannade flygplanet som slog hastighetsrekord 1974 och pensionerades av det amerikanska flygvapnet redan 1998. SR-72, eller "Son of Blackbird" är tänkt som ett obemannat, hypersoniskt och återanvändbart, spanings-, övervaknings- och attackflygplan. Flygplanet kommer enligt uppgift att stödja Lockheed Martins nya High-Speed Strike Weapon (HSSW). Flygplanets stridsförmåga gör det möjligt att träffa sitt mål i farliga miljöer som anses riskabla för långsammare bemannade flygplan.

I den senaste Top Gun filmen visades en modell som Lockheed Martin byggt åt filmstudion nedan.





Hermeus "Quarterhorse"

"Det Hermeus föreslår är inte riskfritt". Vi inser det, säger överstelöjtnant Joshua Burger från flygvapnets president- och verkställande flygtransportdirektorat. Överstelöjtnant Burger pratar om den hypersoniska drönaren, som det Atlanta-baserade hypersoniska framdrivningsföretaget Hermeus bygger, och USAF: s investering på 60 miljoner dollar i den.

Hermeus slutliga mål är att utveckla ett Mach 5 hypersoniskt kommersiellt plan, som kan transportera 20 passagerare från New York till Paris på 90 minuter, jämfört med de sju och en halv timme det vanligtvis tar idag. Företaget säger att det kommer att flyga det flygplanet 2029. Men först kommer det att arbeta med att utveckla och flyga en obemannad, återanvändbar hypersonisk drönare som heter "Quarterhorse" för flygvapnet.

Se tvåmotoriga ramjet drivna Darkhorse nedan.

De har en något annorlunda inställning till hypersonisk flygning än Mayhem, och utnyttjar en ramjet snarare än en scramjet i sin kombinerade cykelmotor. Detta minskar inte bara den tekniska huvudvärk som är förknippad med hypersonisk flygning, men det minskar också dramatiskt kostnaden.



Sammanfattningsvis så är riskerna med att flyga i dessa hastigheter stora. Därför är flermotoriga hypersoniska civila flygplan inte realistiska med dagens teknologi ty även med datastyrda rörliga inlopp blir riskerna mycket höga.

För att minska riskerna för militära operationer så kan man ha endast en motor centrumplacerad som Quarterhorse ovan för att minska girmoment vid motortfall eller inlet unstart. Man kan ha redundans i styrning av inlopp, motorstyrning och utlopp. Med redundans i sensorer, datorer och elmanöverdon (actuators). Man kan styra placering av lyftkraftscentrum vs. masscentrum vid hypersoniska hastigheter samt ned till landning via trimtankar. Man kan ha stora mängder luftventiler i inloppet, "bleed ventiler" som kan säkerställa stabilt inflöde i motorn för att kompensera eventuella tryckhöjningar i motorinloppet pga motorns operation.

Vid dessa hastigheter riskerar man upphettning av luften så att plasma skapas och detta är svårt att beräkna samt stör kommunikationen med planet (samma problem har rymdraketer som går i dessa hastigheter).

Det finns få vindtunnlar där man kan prova dessa modeller med goda resultat, men dagens superdatorer med avancerade beräkningsprogram tar oss en bra bit på vägen. Sverige hade en hypersonikvindhövel för missiler under lång tid på FFA innan den monterades ned och såldes till främmande makt för deras hypersonikprogram.

Kan man då med motmedel stoppa en scramjetdriven missil? I teorin om motorn suger i sig ett ämne med snabb förbränning och stor energi som magnesiumpulver eller liknande så kommer det snabbt att förbrännas och öka trycket där förbränning sker. Om då motorns reglersystem samt insugets reglersystem ej hinner kompensera tryckökningen så kan en unstart skapas och motorn snabbt tappa dragkraft. Speciellt om det sker i ett av flera insug så skapas ett girmoment som kan bryta sönder missilen av dess aerodynamiska krafter.

Det gäller då att ha is i magen och låta missilen komma tillräckligt nära innan man dumpar metallspån som man då beräknar att den scramjet drivna missilen ska suga i sig.

Är integrerad vinge framtiden?

Hållbart flygbränsle är det enda realistiska alternativet på kort sikt för långdistansflygplan, men kommer inte att nå 15 % etablering förrän i mitten av 2030-talet. Väte är ett stort löfte men är decennier borta som en potentiell lösning. Flyget behöver en game changer. Paradoxalt nog kan det vara ett designkoncept som har funnits i hundra år: den integrerade vingkroppen. Det har funnits några historiska flygplan som verkligen har förändrat luftfarten. Kan det integrerade vingflygplanet vara nästa?

[Opinion: Why It Is Time For The Blended Wing Body](#)
[JetZero Unveils Midmarket Airliner And Air Force Tanker BWB Plan](#)
[Three Decades Of Blended Wing Body Development](#)
[The Drive](#)

En integrerad vingkropp (Blended Wing Body BWB) är ett flygplan med fasta vingar som inte har någon tydlig skiljelinje mellan vingarna och farkostens huvudkropp. Ett flygplan av denna typ skulle ha ett vingspann som är något större än en Boeing 747 och skulle kunna operera från befintliga flygplatsterminaler. BWB skulle också väga mindre, generera mindre buller och utsläpp och kosta mindre att driva än ett lika avancerat konventionellt flygplan.

BWB-konceptet blandar skrovstrukturen och aerodynamiken för att minska vikt och luftmotstånd samtidigt som flygkroppen kan bidra till lyft. Blended Wing Body BWB:s viktigaste fördel är att hela flygplanet och inte bara vingarna kan generera lyftkraft. Konfigurationen är vanligtvis stjärtlös och effektivare än en konventionell rör-och-vingkonstruktion på grund av dess minskade våta område, friktionsmotstånd och lägre formmotstånd. Studier tyder på att ett BWB-flygplan som transporterar från 450 till 800 passagerare skulle kunna uppnå bränslebesparingar på över 20 procent. I kombination med hållbart flygbränsle (SAF) kan koldioxidutsläppen minska med mer än 80 %.

Det finns andra fördelar. BWB är i sig tystare än nuvarande flygplan eftersom flygplanet skyddar mot det mesta av ljudet från motorer monterade på den övre ytan. Toppmonterade motorer minskar t ex flygbuller med 15 dB eller mer. BWB erbjuder också förbättrad överlevnadsförmåga med lägre radar och infraröda signaturer i militära tillämpningar. Och det finns gott om utrymme för cylindriska bränsletankar för vätgas, som inte är särskilt kompatibla med nuvarande flygplan. En av fördelarna med den integrerade vingdesignen är det större flygkroppsutrymmet. Detta har särskild relevans i dessa dagar eftersom flygbolag och tillverkare överväger en potentiell framtida övergång till väte som bränslekälla. En av utmaningarna med vätgasbränsle är ju det extra utrymme som behövs för att lagra bränsle, särskilt för långdistansflygning.

Last kan lastas eller passagerare kan gå



ombord från framsidan eller baksidan av flygplanet. Last- eller passagerarområdet fördelas över den breda flygkroppen, vilket ger en stor användbar volym. En blandad vingdesign ger också en exceptionellt bekväm hyttlayout, vilket gör det möjligt för passagerare att dra nytta av extra benutrymme och större gångar för mer personlig komfort. BWB-formen möjliggör unik inredning. För passagerare i farkostens inre skulle realtidsvideo vid varje säte ersätta fönsterplatser.

Men BWB har förstås nackdelar. Kontroll och stabilitet är en utmaning att övervinna. Det finns också praktiska utmaningar som har påverkat kommersiell design. Ett sådant flygplan skulle endast rikta sig till marknaden för högkapacitetsflygplan. Skulle detta vara värt den höga kostnaden för utveckling i ett obeprövat område? Det kan finnas utmaningar att arbeta på mindre flygplatser (som vi har sett med A380 på grund av dess vingbredd). Att placera motorer i flygplansskrovstrukturen snarare än externa pods skulle leda till sämre åtkomst, liksom potentiella säkerhetsproblem.

Passagerarna kommer också att behöva anpassa sig till bristen på fönster och ett nytt kabinformat. Sedan finns det förstås branschens allmänna tröghet. Nuvarande typer av flygplan har använts sedan man började flyga. Och hur skulle BWB certifieras? Det skulle omfattas av samma säkerhetskrav för nödsituationer och evakuering som andra flygplan. Boeing 747 föreslogs ursprungligen med ett övre

däck i full längd, men detta kunde inte fås att fungera under evakuering. Skulle detta vara möjligt för en bred intern BWB-kabin?

Den integrerade vingen är inte ett helt nytt koncept. I början av 1920-talet utvecklade Nicolas Woyevodsky en teori om BWB och efter vindtunneltester byggdes Westland Dreadnought. Det stannade på sin första flygning 1924, vilket allvarligt skadade piloten, och projektet avbröts. Idén föreslogs igen i början av 1940-talet för ett Miles M.26-flygplansprojekt och Miles M.30 "X Minor"-forskningsprototypen byggdes för att undersöka den. McDonnell XP-67 prototyp interceptor flög också 1944 men uppfyllde inte förväntningarna.

I militär användning gav den integrerade vingen fördel i effektivitet såväl som radar-detektering. Det experimenterades med det från Tyskland, Sovjetunionen, Storbritannien och USA redan före andra världskriget. Det fanns också intresse för att utveckla den för passageraranvändning. Den brittiska tillverkaren Armstrong Whitworth utvecklade AW 52, med två prototyper flygande. Men forskningen misslyckades med att leda till några produktionsflygplan.

Den amerikanska tillverkaren Northrop Grumman var också intresserad. De utvecklade de experimentella bombflygplanen YB-35 och YB-49. Och på 1950-talet släppte de planer på ett passagerarflygplan men fortsatte aldrig med utvecklingen.

Variationer av BWB har använts i den berömda B-2-bombaren (en integrerad vinge) och den mindre kända YB-49 (en ren flygande vinge från 1940-talet). Liksom B-2 använder BWB-designen kompositmaterial som är starkare och lättare än konventionell metallkonstruktion. BWB har också flera kontrolltytor på bakanten, som B-2, istället för den konventionella stjärten.

NASA återvände till konceptet på 1990-talet med en artificiellt stabiliserad 5,2 m modell (6% skala) kallad BWB-17, byggd av Stanford University, som flögs 1997 och visade goda hanteringssegenskaper. Från 2000 fortsatte NASA med att utveckla en fjärrstyrd forskningsmodell med ett vingspann på 6,4 m. NASA har också gemensamt utforskat BWB-design för Boeing X-48 obemannade flygfarkost.

N3-X NASA-konceptet använder ett antal supraleddande elmotorer för att driva de distribuerade fläktarna för att sänka bränsleförbrukning, utsläpp och buller. Kraften att driva dessa elektriska fläktar genereras av två vingspetsmonterade gasturbindrivna supraleddande elektriska generatorer. Denna idé för ett eventuellt framtida flygplan kallas en "hybrid wing body" HWB. I denna design smälter vingen sömlöst in i flygplanets kropp, vilket gör den extremt aerodynamisk och har stort löfte om dramatiska minskningar av bränsleförbrukning, buller och utsläpp.

Under de senaste åren har vindtunnel- och friflygmodelltester genomförts för att studera särskilda aerodynamiska egenskaper hos BWB-designen. Vid NASA Langley Research Center i Hampton, Virginia, testade forskare fem vindtunnelmodeller av tre versioner av BWB för att utvärdera konceptets aerodynamik, buller, stabilitet och kontroll samt spinn- och tumlingssegenskaper. Data som erhållits under dessa tester användes för att utveckla datorprestandamodeller och flygkontrollar. Forskarna kommer att införliva alla vindtunneldata (och senare flygning) i simuleringar av en fullskalig BWB för att utvärdera flygegenskaperna.

Airbus studerar en BWB-design som en möjlig ersättning för A320neo-familjen som en del av sitt ZEROe-initiativ. En delskalmodell flög för första gången i juni 2019 som en del av programmet MAVERIC (Model Aircraft for Validation and Experimentation of Robust Innovative Controls), vilket Airbus hoppas kommer att hjälpa till att minska CO₂-utsläppen med upp till 50% jämfört med 2005 års nivåer.

Med en längd på 2 meter och en bredd på 3 meter är MAVERIC en småskalig, fjärrstyrd flygplansdemonstrator. Utvecklingen av demonstratorer som MAVERIC gör det möjligt för Airbus att påskynda förståelsen för nya flygplanskonfigurationer och att mogna den teknik som krävs för att



flyga ett så radikalt annorlunda flygplan. Till exempel genomfördes vindtunneltester för att verifiera MAVERICs aerodynamiska egenskaper. Under sitt MAVERIC-projekt föreslog Airbus ekonomisäten i traditionella rader i det centrala området, med svängbara business class-säten arrangerade runt den yttre delen av kabinen.

Ett annat förslag kommer från KLM, som arbetar tillsammans med Delfts tekniska universitet i ett "Flying V"-projekt. Detta är ett deltaformat flygplan med passagerarhytter på varje sida. KLM hävdar att detta kan erbjuda 20% mer bränsleeffektivitet än A350.

Flying-V skulle vara ett långdistansflygplan med hög kapacitet (cirka 300 passagerare). Med sin blandade design skulle den vara kortare än A350 men ha ett liknande vingspann, viktigt, naturligtvis, för flygplatsverksamhet. KLM har arbetat med TU Delft sedan 2018 och är fortsatt engagerat. En första milstolpe nåddes i september 2020 när teamet flög en första modell Flying-V. Detta var en 22,5 kg modell med ett vingspann på 3,06 meter. KLMs V-Flyer-projekt har släppt några mer innovativa nya koncept. Detta inkluderar passagerarvningssångar som använder sig av flygkroppens böjda väggar. Det har också tittat på förskjutna ekonomisäten för mer integritet och tvåstegs hängande säten.

Ett annat BWB-koncept, som avslöjades förra året, är Bombardier EcoJet. Efter att ha flugit en småskalig demonstrator tror man att det kan minska flygplanens utsläpp med upp till 50 % genom en kombination av aerodynamiska och framdrivningsförbättringar. Man ser också potentialen för en förbättrad passagerarupplevelse.

Den mest spännande designen presenterades nyligen av kaliforniska startup-företaget JetZero <https://www.jetzero.aero/why-jetzero>. Dess Z5 (se bild) är designad för att ta upp till 250 passagerare. JetZero säger att flygplanets

struktur är lättare per passagerare än jämförbara konventionella flygplan. Z5 riktar sig helt och hållet till kategorin New Midmarket Airplane (NMA), och snarare än 25-30 tons dragkraftsmotorer som krävs för konventionella flygplan, förväntar sig JetZero att kunna använda CFM International Leap eller Pratt & Whitney-växlade turbofläktmotorer med kanske 15 tons dragkraft. Resultatet är en beräknad minskning av utsläppen med 50 %.

JetZero förbereder sig för att flygprova sin delskal BWB-demonstrator, med 7 m vingspann, 12,5 % skala farkost finansierad under ett kontrakt från 2021 som tilldelades under en tidigare omgång av NASA:s program för hållbar flygning (SFD). Flygplanet kommer att användas för att utvärdera Z-seriens konfiguration, vars nyckelfunktion är en ny design av landningsställ som maximerar den interna volymen.

JetZeros Z-5-design är optimerad för en räckvidd på minst 5 000 nm och upp till 250 passagerare. Det helt sammansatta flygplanet har ett brett enkeldäck och vinge med högt sidoförhållande. Även om detta förlänger vingbredden till nära 60 m, liknande en Airbus A330, är kroppslängden kortare än en Boeing 767. Trots den totala storleken säger JetZero att mellanmarknadsflygplanet kommer att väga ungefär hälften av vikten och kräva hälften av kraften av flygplan som den ersätter, såsom 767.

För att motverka farhågor om passagerares evakuering, åtkomlighet och bristen på fönster i delar av kabinen – allt kritik mot tidigare BWB-koncept – har Z-5 sidorutor i den främre delen och takfönster i huvud- och akterkabinen. Även om inga inre mått har släppts, förväntas flygplanet ha en kabinbredd och åtkomlighet som liknar Airbus A380. För nödutgång förväntas Z-5 följa principerna som beskrivs för Ascent 1000, som erbjöd snabbare åtkomst till utgångar framåt och bakåt än en jämförbar konventionell hyttlayout.



**JetZeros BWB som tankflygplan
(JetZero)**

JetZero säger att framsteg inom komposit-
ter för primära strukturer, tillagda till
enkeldäckskonfigurationen av Z-5, elimi-
nerar designutmaningarna med att kon-
struera tryckkärl i en icke-cirkulär flyg-
kropp. Medan den ursprungliga designen
är baserad på konventionella tankar för
hållbart flygbränsle, säger företaget att
BWB-konfigurationen ger riklig intern
volym för flytande vätebränsletankar i
framtiden.

Har tiden för den blandade vingkroppen
således äntligen kommit? Varför skulle
det lyckas att komma in i jetlinerbran-
schen med en okonventionell design när
varje ny aktör har misslyckats under de
senaste 50 åren? Det finns flera skäl.

För det första är Pentagon intresserade av
att utnyttja BWB-fördelarna för ett tank-
eller transportflygplan. Designen kan
utöka bränslekapaciteten, öka räckvidden
och erbjuda förbättrad överlevnadsför-
måga, allt avgörande för nya uppdrags-
krav i Asien-Stillahavsområdet. Pentagon
siktat på att bygga ett demonstratorflyg-
plan i full storlek och få det att flyga 2026.
Det senaste initiativet, som det ameri-
kanska försvarsdepartementet kommer
att starta genom att leta efter relevanta
designkoncept för vidare studier, fokuse-
rar på de effektivitetsfördelar som dessa
konfigurationer kan erbjuda. Projektet
kan påverka framtida lufttankningstank-
fartyg och lufttransportprogram, med det
amerikanska flygvapnet som redan har
utforskat BWB-konstruktioner, inklu-

sive smygande typer, för dessa roller tidi-
gare.

En begäran om information
(RFI) uppmanar kommersiella företag att
tillhandahålla digitala designkoncept
(CoD). Dessa bör kunna leda till fullska-
liga prototyper av vad som beskrivs som
en "avancerad flygplanskonfiguration som
ger minst 30 procent mer aerodynamisk
effektivitet än Boeing 767- och Airbus
A330-familjerna av kommersiella och
militära flygplan.

JetZero är ett alternativ för ett offentligt-
privat, fullskaligt US Air Force BWB-
demonstratorprogram. På grund av sin
bränsleeffektivitet kan Z-5 bära upp till
dubbelt så mycket bränsle som Boeing KC
-46 tankfartyg på ett uppdrag med maxi-
mal räckvidd, säger JetZero. Flygplanet är
också designat för att använda nuvarande
flygplatsinfrastruktur.

Det amerikanska flygvapnet har nyligen
investerat 235 miljoner dollar för att
hjälpa JetZero att bygga ett plan med en
integrerad vingkropp och man hoppas att
demonstratorplanet i full storlek kommer
att vara redo att flyga 2027.

Med intresse från både civila och militära
kunder kunde Z-5 följa samma väg som
Boeing KC-135 och 707, där Pentagon
finansierade mycket av flygplanens ut-
vecklingskostnader innan de kommersia-
liserades.

En annan anledning till optimism är att
trycket på påtagliga utsläppsminskningar

bara kommer att öka. BWB erbjuder en
förbättring av möjligheten att använda
SAF och övergång till grönt väte. Slutligen
är marknaden vidöppen. Boeing planerar
inte ett nytt flygplan förrän i mitten av
2030-talet, och den starka försäljningen
av A321neo visar omfattningen av möjlig-
heten.

Z-5 är inriktad på hjärtat av marknaden
för det nya mellanmarknadsflygplanet
(NMA) som studerades av Boeing tills
projektet lades på hyllan 2020. Även om
Boeing sedan dess har återupplivat lågni-
våstudier av ett konventionellt configure-
rat flygplan av NMA-klass. för ett eventu-
ellt inträde i tjänst i mitten av 2030-talet
är tillverkaren, enligt sig själv, fortfarande
är borta från någon ny produktlantering.

Airbus är också borta från att utveckla
ett helt nytt flygplan i NMA-kategorin,
även om en 200-sits BWB är ett av tre
vätgasdrivna koncept från mitten av 2030
-talet som studeras under dess ZEROe-
initiativ. Den europeiska tillverkaren
fokuserar istället på att utveckla
A321XLR, en långdistansvariant av
A321neo designad för att ta så många som
220 passagerare på sträckor upp till 4 700
nm. Flygplanet ska tas i drift 2024.

Det återstår att se om nya företag kan
utmana Airbus-Boeing-duopolet, men
deras inträde kan sporra etablerade före-
tag att förnya sig ungefär som Tesla och
SpaceX gjorde i sina respektive branscher.

Bygga på månen

NASA har lovat att återvända astronauter till månen, den här gången för att stanna. Kina har också sagt att man planerar att bygga en "bas" på månen, även om man inte har specificerat om den skulle vara permanent bemanad. För att något av detta ska leda till bosättningar på månen måste man bemästra den hårda verkligheten där.

[The harshest reality](https://www.bbc.com/future/article/20230317-the-epic-quest-to-build-a-permanent-moon-base)

<https://www.bbc.com/future/article/20230317-the-epic-quest-to-build-a-permanent-moon-base>

[NASA's Artemis Base Camp on the Moon Will Need Light, Wat...](#)

[How easy will it be to build a Moon base? - BBC Future](#)

När SpaceX-grundaren Elon Musk avslöjade sina planer för en månkoloni i augusti 2017 kallade han den Moonbase Alpha. Men SpaceX är inte ensamma om att vilja få människor tillbaka på månen. Europeiska rymdorganisationen (ESA) var redan ett steg före. ESA tillkännagav planer på en permanent månbas 2016.

Den kinesiska rymdorganisationen CNSA (China National Space Administration) har meddelat nästa steg i sina framgångsrika Chang'e-måntutforskningsuppdrag strax efter att Chang'e 4 blev den första rymdfarkosten som gjorde en mjuk landning på månens baksida. Chang'e 5 och 6 kommer att vara provreturuppdrag medan Chang'e 7 kommer att undersöka Sydpolen, en region av särskilt intresse för mänsklig bosättning eftersom den innehåller vattenis.

Amerikanerna avslöjade inte planer för en permanent månbas förrän i augusti 2018. NASAs primära fokus fram till dess hade varit Mars. Kontrakt har redan tecknats mellan rymdorganisationer och industrin för långsiktiga månförbrukningsuppdrag, såsom satelliter för att tillhandahålla kommunikations- och navigationstjänster för månen, planer utarbetas för vattenutvinning från månis och el från solkraftverk osv.

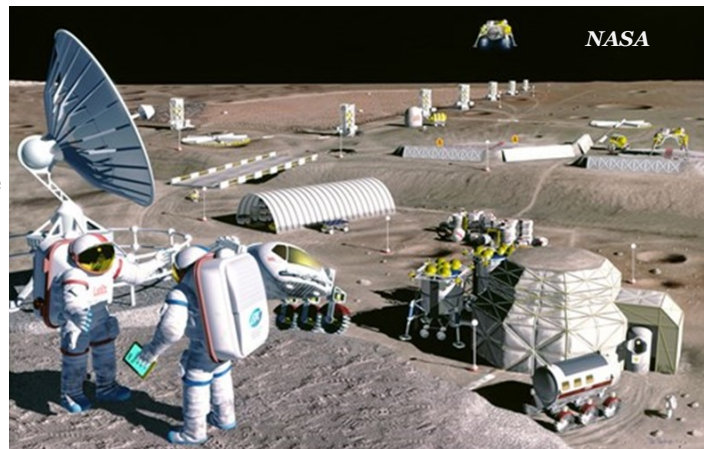
Men oavsett vilken organisation som kommer dit först, kommer den viktigaste prioriteringen att vara överlevnad. Den längsta tiden människor har bott på månen hittills är bara tre dagar. För längre vistelser är det inte den mest välkommande destinationen.

Först och främst måste man bestämma den exakta platsen. Bland de många saker som man måste ta hänsyn till finns två viktiga saker: Platsen måste sola sig i nära kontinuerligt solljus för att driva basen och ha måttliga extrema temperatursvängningar, och den måste erbjuda enkel åtkomst till områden med fullständigt mörker som håller vattenis. Medan ett basläger kommer att kräva mycket ljus, är det också viktigt för astronauter att ha nära till permanent mörka kratrar med reservoarer av fruset vatten.

Sydpolen verkar vara den mest lovande platsen. Eftersom vattenis upptäckts vid månens sydpol och slutligen bekräftats av NASA, så kommer en månbas sannolikt att vara belägen där. Det är ingen slump att Chang'e 4: s Yutu 2-rover för närvarande samlar in information i Sydpolens Aitken-bassäng. Vattenisen kan hittas på ytan i permanent skuggade områden av kratrar och under jord.

Sydpolsregionen har många väl upplysta områden, men vissa delar är mer eller mindre ljusa än andra. Forskare har funnit att vid vissa högre höjder, till exempel på kraterkanter, skulle astronauterna få längre perioder av ljus. Bottnarna på vissa djupa kratrar är däremot höjda i nästan konstant mörker, eftersom solljuset vid Sydpolen står i en så låg vinkel.

Dessa unika ljusförhållanden har att göra med månens lutning och med topografin vid Sydpolen. Till skillnad från jordens 23,5 graders lutning lutar månen bara 1,5 grader på sin axel. Därför tippas ingen av månens halvklot märkbart mot eller bort från solen under hela året som det gör på jorden, ett fenomen som ger oss soligare och mörkare årstider här. Detta innebär också att solens höjd på himlen vid månpolerna inte förändras mycket under dagen. Om en person stod på en kulle nära månens syd-



pol under dagsljus, när som helst på året, skulle solen knappt röra sig över horisonten.

Initiala planer inkluderar landning av en rymdfarkost på en relativt platt del av en väl upplyst kraterkant eller ås. Landningsområdet bör helst separeras från andra baslägerfunktioner som livsmiljö eller solpaneler med minst en kilometer för att förhindra att rymdfarkoster sprutar skräp på utrustning eller områden av vetenskapligt intresse. När en rymdfarkost går in för landning, kan den potentiellt spruta hundratals kilo ytpartiklar, vatten och andra gaser över ytan och det är viktigt att hålla området runt landningsplatsen och baslägret så orört som möjligt.

Bland de många intressanta sakerna med sydpolsregionen är dess läge precis mellan den jordvända sidan av månen, eller den närmaste sidan, och den sida vi aldrig ser från jorden, känd som den bortre sidan. Dessa två halvklot är geologiskt mycket olika. Den bortre sidan har större kratrar och dess skorpa är tjockare än den närmaste sidan. Man vet inte varför de två sidorna bildades på detta sätt. Bosättningen måste vara på den jordvända sidan för att göra det lättare att använda radiovågor för att kommunicera med jorden.

Besättningen på det sista Apollo-uppdraget, Gene Cernan och Harrison Schmitt, tillbringade längst tid på månytan hittills, 75 timmar totalt. Cernan liknade det vid en campingexpedition. De åt och sov i hängmattor, inuti den kompakta landaren och tog på sig rymddräkterna för att gå ut. Astronauterna i Artemis III, nästa amerikanska expedition till månen, planeras att stanna i ungefär en vecka och kan förvänta sig några fler bekvämligheter och mycket mer utrymme.

Landaren de kommer att använda tillhandahålls av Elon Musks SpaceX och är baserad på hans Starship-koncept, som ursprungligen är tänkt att transportera hundra personer till Mars. Med tanke på att NASA bara vill transportera två personer till månen, borde det finnas gott om plats för ett laboratorium, förvaring för en rover och till och med bekvämligheter som sängar, kök och toalett.



Väl på månen kan astronauterna behöva bygga mycket av de nya bosättningarna med material, som de kan hitta på själva månen. Månens naturresurser är inte omedelbart uppenbara. Det finns ingen vegetation, mat eller rinnande vatten, men däremot vissa mineral, solljus och vattenis.

Att bygga ett bostadsutrymme av månens tillgängliga resurser är vettigt. Det finns potential att använda lavarör, tunnlar som bildades under månens vulkaniska förflutna, som skydd med tillgång till frusen vattenis under ytan. Men en mer omedelbar plan är att bygga en livsmiljö med hjälp av månregolit, den fina mörka basaltgrå sanden, som liknar vulkanisk sand på jorden.

Månstoft eller regolit, kan förvandlas till tegelstenar. Den europeiska rymdorganisationen ESA har utvecklat flera sätt att göra månklossar och experimenterat med stoft som har liknande egenskaper som månens regolit. En metod involverar en gigantisk spegel och en serie förstoringsglas för att fokusera solljuset. Värmen från ljuset används för att smälta ihop stoft, som kan byggas upp i lager, en 3D-skrivare för månstoft. ESA:s forskare och ingenjörer har också tillverkat tegelstenar genom att värma damm i en solugn och bombardera regolit med mikrovågor. Om det lyckas kan tegelstenar användas för att bygga hela månstrukturer, kanske omsluta uppblåsbara moduler eller återanvända nedlagda landare.

Dessa tegelstenar skulle bygga något som liknar en igloo täckt av en meter eller så av lös regolit för att erbjuda ett naturligt skydd mot strålning. Man måste ha en kvadratmeter eller större lins för att fånga solljuset och möjliggöra 3D-sintring och utskrift av månstoft. Det tar ungefär fem timmar att göra en tegelsten och man behöver 10 000 tegelstenar för en igloo. Det kommer att ta månader, men denna tid kan minskas om fler linser är i drift. Själva byggandet kommer förmodligen att göras av robotar, som arbetar tillsammans, men kanske kan människor vara inblandade ungefär som en förman på en byggarbetsplats.

Syre i månregoliten kan extraheras för andning. Den mest sannolika källan är ilmenit (FeTiO_3) som, i kombination med väte vid temperaturer på cirka 1 000 °C producerar vattenånga, som sedan måste separeras för att producera väte och syre.

Astronauterna måste också ha mat och dryck. Chang'e 4 lyckades gro ett frö, men att producera hållbar mat i rymden är inte en ny idé. Det började 1982, när sovjetiska kosmonauter odlade *Arabidopsis thaliana*, en medlem av senapsfamiljen, på rymdstationen Salyut 7. År 2010 utvecklade University of Arizona en prototyp av månväxthus. Det var ett hydroponiskt (odling i vatten) system med ett 5,5 meter membrantäckt rör, vattenkylda natriumånglampor och "kuvert" för att hålla fröna med koldioxid från astronauternas andedräkt och urin för att ge vatten. Fiberoptiska kablar levererade solljus.

Det krävs också energi. Ny energiteknik kommer att vara nyckeln till att leva på månen. Bränsleceller på jorden kräver en kemisk reaktion mellan väte och syre (ofta från luften) för att producera elektricitet, med vatten som biprodukt. Även om det inte finns någon atmosfär på månen, så finns ingredienserna där. Man kan dela vattnet på månen i syre och väte och under natten kombinera dem för att producera el. Under dagen har man mycket solenergi, förmodligen ett överskott, för att dela vattnet i väte och syre, så det är ett unikt verktyg som kan användas på månen för att upprätthålla ett långvarigt uppdrag.

Det finns också potential för termisk energilagring med en process som liknar värmepumpar. På månen finns ingen konvektion eftersom det inte finns någon vind så värmen från solen stannar i regoliten. Man kan använda en lins eller spegel för att fokusera solljus på marken och använda den resursen med en värmepump för att hålla en bas varm eller för att generera el.

Oavsett så kommer astronauter att bo på månen under längre perioder och utforska den. Men besättningen kan inte gå särskilt långt till fots. Detta kommer sannolikt att innebära att de reser runt i trycksatta månrovers, mobila livsmiljöer som rullar över ytan. Vetenskapen vi vill göra finns på många platser runt månen, målet är att bygga system som kan möjliggöra månads-långa eller längre utflykter.

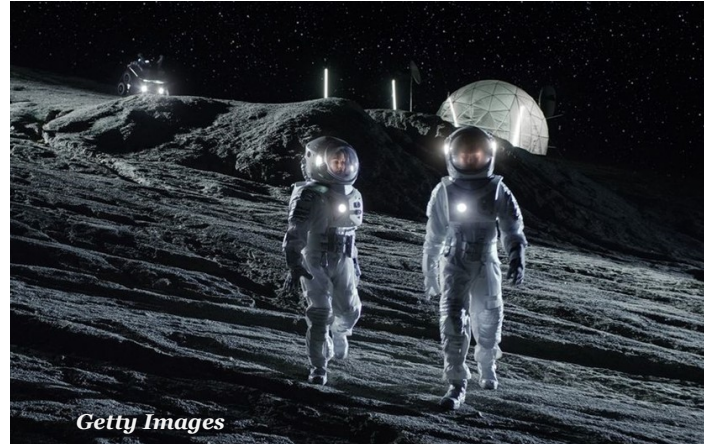
Men ju längre man stannar, desto mer riskabelt blir det. Man har att göra med tre stora utmaningar - strålning, extrema temperaturer och meteoritpåverkan. På jorden skyddas vi från de värsta av dessa effekter av en tjock atmosfär och den magnetiska bubblan som omger planeten, känd som magnetosfären. På månen utsätts man för solstrålning och kosmisk strålning vid en mycket farligare dosnivå och temperaturen kan variera från +100C på dagen till -180C på natten. Tittar man på månen ser man också dess kratrar. Den bombarderas ständigt av mikrometeoriter, som skadar allt på ytan över tid.

Strålningen är kanske det största problemet. Jordens geomagnetiska fält, eller magnetosfär, försvagas gradvis när man rör sig bort från jorden, tills den vid månen gör ett dåligt jobb med att avböja strålningen. Utforskare och bosättare där kommer att möta två typer av strålning: energirika protoner från solen och galaktiska kosmiska strålar från supernovor. Dessa består av protoner och tunga joner som rusar genom vårt solsystem i alla riktningar. Utan en lösning kommer båda formerna att gå genom resenärernas kroppar och slå bort elektroner i atomerna som utgör deras celler och DNA. Forskare tror att denna jonisering inte bara kan bryta DNA utan också skada cellernas förmåga att reparera skadan, vilket leder till ökad risk för cancer, hjärtsjukdomar och grå starr, bland andra sjukdomar.

I science fiction har författare fantiserat om kraftfältteknik för att avleda skadlig strålning. Det skulle återskapa jordens magnetosfär i miniatyr så att människor inte behöver leva sina liv i naturligt förekommande lavarör eller hål begravda i den utomjordiska marken. Som det visar sig kan vetenskapliga fakta inte vara så långt efter. En grupp NASA och universitetsforskare har undersökt möjligheten att använda "aktiv skärmning", där stora elektromagnetiska eller elektrostatiska fält genereras för att avleda den mest skadliga strålningen bort från ythabitat eller rymdfarkoster.

En solstorm utgör en omedelbar fara för astronauterna, som kan utveckla akut strålningssyndrom om de fångas i en sådan. Protonerna som kommer från solen har tillräckligt låg energi för att man ska kunna stoppa dem med några centimeter, kanske decimeters material. Värre är det med strålningen från supernovor. En galaktisk kosmisk strålproton kan passera genom en meter material.

Det kan vara möjligt att flytta och forma massor av regolit för att blockera strålningen, men det kommer att kräva långsiktig uppbyggnad av infrastruktur och förmågan att transportera de massiva maskiner som är nödvändiga för att utföra sådana operationer på månen. Astronauter skulle kunna använda grottor eller lavarör som naturliga skydd, men de kanske inte finns i det område man är intresserad av. På rymduppdrag som är längre än ett år kan därför aktiv avskärmning komma in som ett alternativ.



Att placera supraledande elektromagneter, som är trådspolar kyllda till kryogena temperaturer för att undvika elektriskt motstånd, runt kärnan i en rymdfarkost eller livsmiljö kan generera ett kraftfullt magnetfält. Detta skulle vara ett surrogat för jordens magnetosfär och avböja inkommande laddade partiklar.

Men det nödvändiga systemet kan vara för stort för att flygas till månen för att skydda en livsmiljö i full storlek. Ett bättre alternativ, på grund av komponenternas storlek, kan vara en elektrostatisk skärm som uppnår samma resultat, men genom att skapa ett högspänningselektriskt fält. Elektromagneter är massiva och svåra att hålla tillräckligt kalla för att vara supraledande, medan det är relativt enkelt att placera högspänning på en elektrod. Sovjetunionen testade en sådan sköld, i miniatyr, på Cosmos 603-satelliten som lanserades 1973 med viss framgång.

Tidiga ytuppdrag av NASA: s Artemis-program vid månens sydpol är planerade att pågå högst en månad. Men om planer för långvariga uppdrag ska lyckas, kommer någon mekanism för att skydda astronauterna från strålning att behövas. Exponering för faktisk rymdstrålning är fortfarande en stor identifierad risk för människor och en stor okänd risk för biologiska och fysiska system. Ingen vet säkert om människor kan överleva och sprida sig i rymden. Om löften om att utvidga det mänskliga samhället till rymden ska tas på allvar måste mer fokus läggas på strålning och andra frågor relaterade till människor som lever bortan från jorden för alltid. Först när dessa tekniker är perfekta och testade för att säkerställa att de kommer att fungera under månförhållanden, kommer astronauterna att kunna bygga en månbas.

Artificiell Intelligens

I december 2022 laddade amerikanska DARPA och dess entreprenörer upp programvara för artificiell intelligens på ett X-62-provflygplan. I flera flygningar från Edwards Air Force Base i Kalifornien, med en säkerhetspilot ombord, kontrollerade AI flygplanet under varierande startförhållanden, mot olika simulerade motståndare och med simulerade vapenfunktioner.

**[Aerospace America: ANALYS: AI-Stridspiloternas uppgång](#)
[Artificial Intelligence Flies Fighter Jet for the First Time - Popular Mech...](#)
[Wired: The US Air Force Is Moving Fast on AI-Piloted Fighter Jets](#)**

En AI-agent flög Lockheed Martins VISTA X-62A, ett modifierat F-16D, i mer än 17 timmar vid US Air Force Test Pilot School vid Edwards Air Force Base i Kalifornien. Det var första gången AI användes på ett taktiskt flygplan. I flera flygningar med en säkerhetspilot ombord, kontrollerade AI flygplanet under varierande startförhållanden, mot olika simulerade motståndare och med simulerade vapenfunktioner. Det experimentella flygplanet förväntas lägga grunden för en kommande våg av jetplan som styrs helt av datorer.

AI demonstrerade först de typer av färdigheter som behövs för dogfighting redan 2008. I augusti 2020 sade DARPA att en algoritm hade besegrat en mänsklig pilot i simulerad luftstrid. I fem simulerade dogfights slog AI människan med 5-0.

Med Ukrainas användning av semiautonoma drönare, den amerikanska militärens första autonoma flygning av en Black Hawk-helikopter i november förra året och den framgångsrika testningen av AI-algoritmer i amerikanska U-2-spionplan 2020 och nu X-62 är det tydligt att autonom strid representerar nästa front i modern krigföring.

Sjätte generationens stridsflygplan, som är i konceptstadiet, förväntas ha möjlighet att flyga utan piloter. Till exempel syftar amerikanska flygvapnets Next Generation Air Dominance (NGAD) -program till att utveckla en familj av jetplan för att efterträda Lockheeds F-22 Raptor. Skyborg-programmet med obemannade så kallade "loyal wingmen", som initierades 2019, kommer också att fortsätta provas fram till 2023, med förhoppningar om att utveckla en fungerande prototyp i slutet av året.

USA är inte heller det enda landet som tittar på AI för jetplan. Storbritannien, Italien och Japan har meddelat planer på att utveckla en ny fighter som använder algoritmer istället för piloter. Nästa generations fighters för dessa länder kan tas i bruk i mitten av 2030-talet och kan så småningom ersätta Typhoon-jetplanet.

År 2021 kämpade Kinas egen AI mot en mänsklig pilot. AI lärde sig av varje möte och i slutet kunde den besegra piloten. Ryssland satsar också på AI-flygplan. En ny rapport hävdar att det ryska flygvapnet upgraderar sina stridsflygplan med AI-funktioner, som kan hjälpa piloter med beslutsfattande. Medan detaljer om systemet är knappa, tillåter det enligt uppgift par av fighters att dela information mer effektivt.

Militariserad AI kommer att medföra många förändringar. Utan någon pilot kan flygplan konstrueras så att de kan manövrera på sätt som ingen människa kan uthärda. Det gör också uppbyggnad av flygvapen mycket enklare än idag, när det tar år att träna de få människor som är skickliga nog att vara stridspiloter. Oavsett om de flyger som bundna "loyal wingmen" med en mänsklig flygledning eller skickas iväg på egen hand som en obunden svärm, frigör maskiner som kan tänka på egen hand värdefullt humankapital som flygbesättningar och underrättelseanalytiker.



X-62 US Air Force / Christian Turner

Snart kan vi förvänta oss stora svärmar av blixtsnabba farkoster i skyn, alla agerande i samförstånd. Små horder testas redan i USA och på andra håll. Ett AI-stridsflygplans fördel ligger i dess algoritmer, inte dess motorer eller missiler. Det innebär att man ständigt måste uppdatera sitt program för att ligga före konkurrerande system. Framtida krigföring kommer att handla om skicklig kodning snarare än modig flygning.

Försvarsdepartementet i USA betonar att AI är avsett för att komplettera mänskliga piloter, inte ersätta dem. I vissa fall kan AI-copilotsystem fungera som en stödmekanism för piloter i aktiv strid. Med AI som kan analysera miljontals datainmatningar per sekund och ha förmågan att ta kontroll över planet vid kritiska tidpunkter kan detta vara avgörande i situationer med liv eller död. För mer rutinmässiga uppdrag som inte kräver mänsklig inmatning kan flygningar vara helt autonoma, med flygplanens nossektion utbytt när en cockpit inte krävs för en mänsklig pilot.

Oavsett hur snabbt drönartekniken utvecklas, kommer en viss nivå av mänsklig bedömning - vilket är krigskonsten - nästan säkert att vara avgörande när beslut innebär en hög grad av risk, de typer av beslut som stridspiloter måste fatta hela tiden. Luftstrider utvecklas så snabbt och dynamiskt att åtminstone en del av intelligensen alltid kommer att behöva vara ombord på flygplanet, oavsett om det styrs av en människa eller en dator eller någon kombination av de två. Fjärrstyrning kommer inte att vara ett alternativ, eftersom även en kort paus i en datalänk kan leda till uppdragsfel.

Å ena sidan är militära ledare angelägna om att utnyttja framsteg inom artificiell intelligens och annan teknik för att sätta in Collaborative Combat Aircraft, drönare som senare under detta decennium kommer att slåss i omtvistade stridsmiljöer som ett team med piloterade flygplan eller potentiellt utan människor i slingan. Å andra sidan navigerar de försiktigt en mängd olika etiska, politiska och tekniska överväganden i samband med att låta programvara öka luftburet mänskligt omdöme. Trots utmaningarna är ökningen av AI-stridspiloter i framtiden bara en tidsfråga.

Dessa drönare kommer inte att ersätta stridspiloter - åtminstone inte initialt - men de kommer att stödja dem när piloter deltar i farliga uppdrag i omtvistade luftrum. Grundbulten för att göra dessa autonoma flygplan till verklighet kommer att vara AI, inbyggd programvara som kommer att kunna utföra uppgifter som normalt utförs av människor.

I allt högre grad kommer AI att möjliggöra utveckling av tänkande maskiner som kan orientera sig i slagfältet och fatta beslut att agera som människor gör. Detta kommer dramatiskt att påskynda beslutsfattandet i krig, vilket gör det möjligt för den som har autonoma drönare att få fördelar, till exempel att starta en offensiv innan den andra sidan ens har tid att reagera.

Så småningom kan AI tillåta en autonom drönare att göra allt som en stridspilot kan göra. Luftstrider i den verkliga världen presenterar dock många gråzoner som sannolikt kommer att kräva mänskligt omdöme under överskådlig framtid. Autonoma drönare som utför passiv övervakning kan kräva en människa "på slingan" och en autonom drönare som bär luft-till-luft-missiler kommer att kräva en människa för att godkänna frisläppandet av ett vapen.

Inte alla autonoma drönaroperationer kräver AI i någon form. Många kräver helt enkelt så kallade deterministiska beteenden som kan programmeras in i programvara. Till exempel kan MQ-1C Gray Eagle, en drönare använd för operationer i Afghanistan och Irak, starta och landa automatiskt. Dessa och andra enkla uppgifter, som stationering över ett visst mål, kräver förutsägbara beteenden som kan förprogrammeras i en drönares uppdragsplan.

Det finns flera vägar för teknisk utveckling av AI-stridspiloter. AI omfattar en rad maskininlärningstekniker som spänner över tre typer av lärande: övervakad, oövervakad och förstärkningsinlärning. Övervakad inlärning innebär användning av märkta data för att träna en algoritm för att göra förutsägelser eller klassificeringar. Oövervakad inlärning innebär att hitta mönster i omärkta data och kan användas för uppgifter som klustring av liknande entiteter. Förstärkningsinlärning används för att träna agenter att fatta beslut i en simuleringsmiljö baserat på positiv eller negativ feedback.

I samband med utveckling av obemannade stridsflygplan kan maskininlärningsalgoritmer tränas med hjälp av övervakad inlärning för att identifiera objekt som fientliga kontra vänliga flygplan och fatta beslut baserat på deras sensordata. På samma sätt kan förstärkningsinlärning skiftas på andra maskininlärningstekniker som övervakad inlärning och kan användas för att träna programvaruagenter för att fatta korrekta beslut om taktiska manövrar, målval och vapenanställning baserat på belöningar och straff inom en träningssimuleringsmiljö. Den stora mängden data som krävs för att träna en mjukvaruagent och svårigheterna med att träna den agenten i en simulerad miljö, som med all sannolikhet inte återspeglar den verkliga världen och komplexiteten i luftstrid, utgör allvarliga utmaningar för att utveckla AI-piloter.

Kommer vi att se AI-stridspiloter under vår livstid? Vi kommer nästan säkert att se den amerikanska militären iterativt utveckla AI-wingmen från drönarliknande verktyg till betrodda lagkam-



rater. Flygvapnet planerar redan framtida stridsflygplanskoncept som Next Generation Air Dominance-familjen av nätverksflygplan, som kommer att inkludera ett människa-maskinteam av bemannade fighters och Collaborative Combat Aircraft.

Ändå är det osannolikt att AI-stridspiloter helt kommer att ersätta människor när som helst snart. Maskiner kan replikera vissa aspekter av mänsklig bedömning och kanske kan slutföra uppgifter mer effektivt än människor. Men även om AI utvecklas till den grad att det kan fatta varje operativt beslut mer effektivt än en människa, är det inte nödvändigtvis så att AI kan tillämpa moraliska resonemang och insikter i strid. Risken för så kallade krigsbrott skulle öka. Framtiden för luftstrid kommer förhoppningsvis att se en framträdande roll för människan, även om den inte flyger Mach 10 i en hypersonisk jet.

Solenergi från rymden

SpaceXs massiva och återanvändbara Starship-raket, tillsammans med framsteg inom robotmontering av rymdfarkoster kan realisera sci-fi-drömmen om rymdfarkoster som samlar all solenergi mänskligheten någonsin kommer att behöva och strålar ner den till jorden i form av mikrovågor för omvandling till obegränsad koldioxidfri el.

[Harvesting sunlight in space](#)
[ESA - SOLARIS - European Space Agency](#)
[Aerospace Technology](#)

Enligt Global Market Outlook 2023-2027 utfärdat av SolarPower Europe installerades 239 GW ny solkapacitet över hela världen 2022, vilket motsvarar en årlig tillväxttakt på 45% - den högsta sedan 2016.

Isaac Asimov var den förste som introducerade rymdsolkraft i sin novell från 1941, "Reason". Berättelsen följde en oseriös robot på Solar Station # 5, en solenergisamlende rymdfarkost, som skickade energi i en tätt fokuserad het energistråle till en antenn på jorden. Roboten tar kontrollen från stationens mänskliga operatörer, som fruktar att hela städer kan stekas.

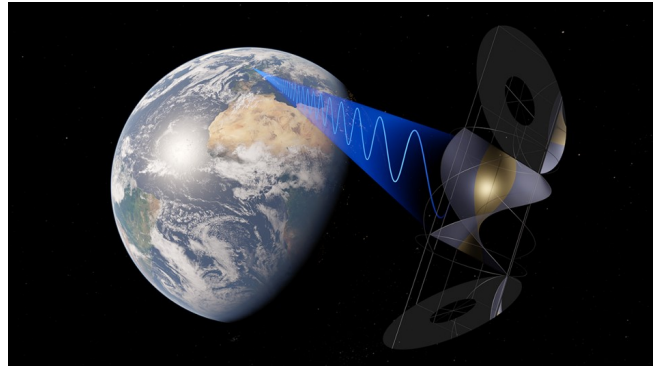
Asimovs fiktion inspirerade Peter Glaser från Arthur D. Little engineering consultancy i Massachusetts att skriva en artikel 1968 för tidskriften Science. Han fann att rymdsolkraft verkligen var genomförbar i princip, men inte med tekniken i det som då var den sena Apollo-eran. Varför? En enda satellit med en 6 kilometer bred solfångare, som matar kraft via motståndsfria supraleddare till en 2 kilometer bred mikrovågssändare av tungmetall skulle väga 81500 ton. Kostnaden för att lansera de nödvändiga komponenterna ombord på rymdfärjan 1981 skulle ha varit 85 000 dollar per kilo, vilket motsvarar nästan 7000 miljarder dollar för en enda satellit.

På 1970- och 1980-talet återkom det amerikanska energidepartementet och NASA till frågan men övergav den snabbt på grund av fortsatt teknisk omogenhet. Men på 1990-talet undersöktes idén igen av NASA, som lät John Mankins, en av sina ledande konceptingenjörer, ta en ny titt på genomförbarheten. I en rapport från 1997 drog han slutsatsen att idén faktiskt framstod som en seriös kandidat för kraftproduktion.

År 2011, efter att Mankins hade lämnat NASA och etablerat sin egen konsultverksamhet, fick han återigen ett uppdrag av NASA Institute of Advanced Concepts, den här gången för att fastställa den tekniska och ekonomiska lönsamheten för ett format som han hade kommit fram till för en rymdsolkraftsatellit. Kallat SPS Alpha, förkortning för Solar Power Satellite, har den mycket modulära designen blivit legendarisk i rymdens solenergikretsar och Mankins uppdaterar den regelbundet när tekniken förändras. Förutom rådgivning om amerikanska projekt har Mankins också konsulterats av ESA, EU, Storbritannien och det australiensiska projektet med Space Solar Technologies, där han nu är partner.

Den centrala idén med SPS Alpha är att om man kan göra riktigt stora strukturer av modulära bitar som kan massproduceras, kan kostnaden för det stora systemet bli mycket lägre. Dessa modulära bitar skulle inkludera solpanelerna, mikrovågsförstärkarna, de fasade antennmodulerna, reflektorerna och motorerna som vinklar reflektorerna mot solen och även fackverksstrukturerna som håller ihop alltihop. Detta "hypermodulära" tillvägagångssätt, som Mankins kallar det, skulle göra det möjligt att bygga en satellit i omloppsbana av autonoma robotar.

Det är här Space-X Starship kommer in, med sin Super Heavy booster och rymdskeppet Starship. Med en annonserad nyttolast



på 150 000 kg till låg jordbana i återanvändbart läge och 250 000 kg i förbrukningsläge, kan det vara precis vad rymdsolkraftförespråkare har väntat på.

Vad som är kritiskt med en solenergisatellit är att reflektorn som riktar solljuset mot solfångaruppsättningen alltid vetter mot solen, medan den sändande antennen alltid står mot sin antenn - eller rektenna - på jorden.

SPS Alphas två nyckelelement skulle fästas i varje ände av ett 5 kilometer långt fackverk. Vid den jordvända änden skulle sitta ett lager av antenner med en diameter på 1,7 km vända mot marken för att skicka mikrovågsstrålen mot jorden, medan en solpaneluppsättning inklämd omedelbart ovanpå antennerna suger upp solljus riktat mot dem av den enorma enheten i andra änden av fackverket, ett 3 km brett konformat hölje som innehåller tusentals styrbara reflektorer, kända som heliostater.

En motor justerar oberoende positionen för varje heliostat för att säkerställa att solskenet alltid träffar på solpanelerna och den konformade uppsättningen säkerställer också att solljuset blir två till tre gånger högre än att peka solpanelerna mot solen utan hjälp. Att ha tusentals heliostater ger också motståndskraft mot rymdskräp och mikrometeoritskador.

Två enklare koncept för att skörda solljus och omvandla det till mikrovågor har redan nått låg jordbana de senaste åren. US Naval Research Laboratorys pizzakartongstora Photovoltaic Radio Frequency Antenna Module, PRAM, flög i 30 månader ombord på ett X-37B rymdplan. Den hade ett lager solceller ovanpå ett lager av billig radiofrekvens elektronik för att omvandla likström till mikrovågssignaler. Inga mikrovågor sändes dock till jorden av rädsla för att störa X-37:s system eller andra experiment som den bar, så elektroniken matade radioenergi till en inbyggd dummyantenn, där den mättes.

En stor fråga var hur dessa komponenter skulle hålla för att upprepade gånger korsa från det heta solljuset tillbaka till kylan i jordens skugga, men det gick bra under X-37B:s två och ett halvt års uppdrag. Avsikten var att undersöka genomförbarheten av mindre rymdsolsystem, som strålar kraft till militära baser och katastrofzoner.

Solenergi har nyligen för första gången samlats in av en satellit i omloppsbana och har framgångsrikt överförts ner till jordens yta och till närliggande mottagare i rymden. Den trådlösa kraftöverföringen demonstrerades av Microwave Array for Power-transfer Low-orbit Experiment (MAPLE), ett experiment, som lanserades i januari 2023 av Space X som en del av California Institute of Technology's Space Solar Power Project (SSPP).

Man avser att testa 32 typer av solceller för deras lämplighet för användning på ett membran, medan en flexibel mikrovågs-sändaruppsättning kommer att försöka med fokuserad överföring till två mottagarmål.

Caltech föreställer sig i framtiden ultralätta, fritt flygande, platta strukturer som kan flygas i stort antal, istället för ett enda, massivt, kretsande kraftverk. Dessa strukturer skulle bestå av 60 x 60 meter ultratunna, flexibla kompositmembran som distribueras i omloppsbana med solceller på ena sidan, mikrovågs elektronik inuti och en undersida pepprad med mikrovågssändande antenner.

USA är inte ensamma om kraftstrålningsexperiment i rymden. Kina och Japan har haft liknande program i årtionden och i Australien undersöker ett företag som heter Solar Space Technologies rymdsolenergimöjligheter där.

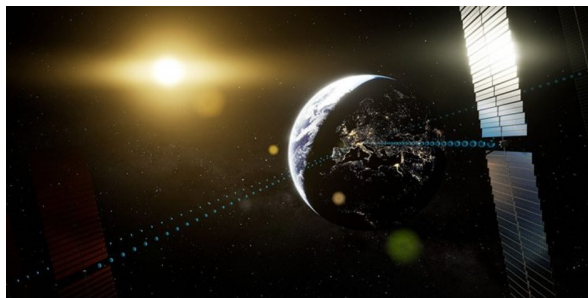
Storbritannien har etablerat Space Energy Initiative SEI för att driva rymdsolkraft som ett sätt att komma till netto-noll koldioxidutsläpp år 2050. SEI har redan cirka 75 medlemmar - främst akademiska, rymd- och energiföretag, inklusive Imperial College London, Airbus Defence and Space och Storbritanniens National Grid. Planen är att år 2030 lansera en 6-megawatt demonstratorsatellit som kan stråla kraft till en markstation, följt av lanseringen och idrifttagningen av den första 2-gigawatt solenergisatelliten år 2035. Utöver det planerar den brittiska regeringens avdelning för energisäkerhet också stora investeringar i rymdsolenergi internationellt och är för närvarande i samtal med Saudiarabien om att investera i projektet.

Storbritanniens rymdenergiinitiativ driver också projektet CAS-SIOPeIA, förkortning för Constant Aperture Solid-State Integrated Orbital Phased Array. Det skulle ha en massa av 2000 ton per satellit mot SPS Alphas 7500 genom ett annat sätt att reflektera ljus på solcellerna och att orientera sig i omloppsbana.

Europeiska rymdorganisationen (ESA) har tecknat kontrakt för två parallella studier av rymdbaserade solkraftverk inom dess nya Solaris-initiativ. Kontrakten, som kommer att slutföras före utgången av 2023, leds av Arthur D Little och Thales Alenia Space Italia. Dessa projekt kommer att vägleda omfattningen av specifika FoU-aktiviteter som kan komma att följa.

I samarbete med den europeiska industrin kommer man under de kommande två och ett halvt åren att genomföra studier och teknisk utveckling för att bedöma fördelarna, utbyggnadsalternativen, de kommersiella möjligheterna och riskerna med rymdbaserad solenergi som kan bidra till utfasningen av fossila bränslen i Europa.

Solarisresultaten bör göra det möjligt för Europa att fatta ett välgrundat beslut före utgången av 2025 om att fortsätta med ett fullständigt utvecklingsprogram för rymdbaserad solenergi i kommersiell skala, med början med en demonstrator i omloppsbana för att överföra kraft från rymden till jorden.



I framtiden skulle alltså enorma satelliter, obundna av jordens dag-nattcykel och ogynnsamma väder, suga upp massiva mängder solljus med solpaneler. Den genererade elektriciteten skulle sedan omvandlas till mikrovågor, vars våglängder skulle skära genom fukt i atmosfären, för att nå gigantiska kollektorantennuppsättningar på marken. Där skulle mikrovågorna omedelbart omvandlas till el för att leverera gigawatt till våra nät. Det kräver förmågan att tillverka komponenter i stort antal på jorden och montera dem i rymden och en enorm nyttolastlyftkapacitet för att leverera dem till de höga banorna där de kommer att suga upp solsken.

Man talar om en konstellation av soluppsamlade satelliter i kilometerskala, var och en med en massa på tusentals ton, som skulle skjutas upp bit för bit och robotmonteras i omloppsbana. Varje satellit skördar solenergi på solceller i geostationära, geosynkrona eller mycket elliptiska banor, där solsken kan fångas upp 99% av tiden.

Elektronik på varje satellit skulle omvandla den solgenererade elektriciteten till en bred mikrovågsstråle, som styrs av en pilotstråle från marken, till en fast punkt på jorden av satellitens fasade antenn. För säkerhets skull måste strålens effekttäthet vid marknivå vara mindre än 250 watt per kvadratmeter, en fjärdedel av solens intensitet när den är som starkast på en molnfri himmel vid middagstid vid ekvatorn. Det kräver en cirka 5 kilometer diameter antennuppsättning på jorden, som skulle omvandla den mottagna alternerande elektromagnetiska mikrovågsenergistrålen till en likström, vilket ger gigawatt elektricitet.

Ett sådant system skulle kunna utrota intermittensen hos dagens markbundna förnybara energikällor. Solparker fungerar inte på natten eller när det är mulet, och vindkraftverk kan bli oväntat stillastående, ibland i veckor. Och än viktigare, genom att arbeta långt utanför jordens atmosfär och i nästan evigt solsken, kan mottagningsstationerna på ett tillförlitligt sätt leverera vad energibranschen kallar "basbelastning", den grundläggande nivån av pålitlig, minsta effekt som ett elnät kunders kräver. Framtidens energisystem kan bli en blandning av vindkraftverk, markbundna solpaneler och deras samlare i rymden som tillsammans eliminerar behovet av olje-, gas- och kolbaserade kraftverk.

Clean Sky

En känsla av brådska om klimatkrisen uppstod i EU under covid-19-pandemin och har översatts till budgetökningar. Programmet Clean Aviation Joint Undertaking (JU) strukturerar en stor del av EU:s flygforskning. [European And National Funding Boost Propulsion Research Effort](#)

Som ett offentlig-privat partnerskap, anslår det pengar till demonstratorprogram och övervakar dem. De syftar till att minska bränsleförbrukningen med 30 % för kommersiella flygplan för kort och medeldistans (SMR), som tas i drift 2035, vanligtvis representerade av Airbus A320neo-familjen. För regionala flygplan, som ATR 42/72, är minskningen inriktad på 50 %. Båda jämförelserna är baserade på 2020 års teknologi. Spektakulära demonstratorer förväntas flyga mellan 2026 och 2028, som modifierade Airbus A380 med vätgas och framdrivningssystem med öppen fläkt, men radikalt nya flygplan eller motorer planeras inte att tas i drift detta decennium. JU stöder också Airbus mål att ta ett vätgasdrivet flygplan i drift 2035, även om flygplanets klass ännu inte har fastställts.

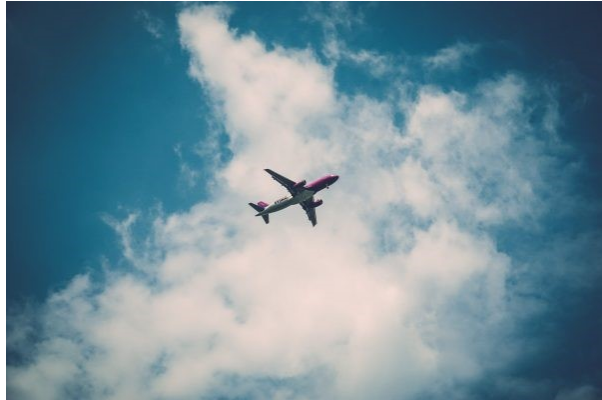
Europeiska unionens luftfartssäkerhetsbyrå (EASA) deltar i alla projekt och som observatörsmedlem i förvaltningen. EASA förväntas utfärda certifieringsriktlinjer 2026 i slutet av den första fasen.

Clean Aviation JU:s budget på 4,1 miljarder euro delas mellan Europeiska kommissionen (EC) med 1,7 miljarder euro och industrin med 2,4 miljarder euro. Programmet omfattar sju år, med start 2022, och efterträder de tidigare Clean Sky 1 och Clean Sky 2.

Efter den första utlysningen valdes 20 projekt ut. EU ger 654 miljoner euro för att finansiera dem alla. Med bidrag från Clean Aviation-medlemmar representerar projekten 1,6 miljarder euro i aktivitet inom EU. Enligt ett interimsavtal efter Brexit bidrar Storbritannien med ytterligare 75 miljoner euro. Med deltagande av Clean Aviations brittiska medlemmar stiger finansieringen till 1,8 miljarder euro. Brittiska företag får inga pengar från EU utan direkt från sin regering medan landet fortfarande förhandlar om ett bredare associeringsavtal med Horizon Europe, ett omfattande forsknings- och innovationsprojekt, där Clean Sky ingår.

Motorer förväntas bidra med 20 % till de totala 30 % av minskad bränsleförbrukning. Projektet Open Fan for Environmental Low Impact of Aviation (Ofelia), med 100 miljoner euro i finansiering från kommissionen, stödjer Safrans RISE-demonstrator med öppen fläkt. Ofelia ärver framsteg från Clean Sky 1:s Contra-Rotating Open Rotor (CROR)-program. Det kommer också att dra nytta av ytterligare mognad av fläktbladen, huvudväxellådan och lågtrycksturbinen från det tidigare Clean Sky 2. Clean Sky 1:s CROR-demonstrator provades på marken 2017. Vikten ansågs dock vara för hög och den nya arkitekturen siktar därför på att minska antalet stora roterande delar.

Som partner i Ofeliaprojektet använder ONERA sin expertis inom aerodynamik, speciellt inom aeroelastiska och akustiska fenomen. De erbjuder verktyg och metoder, såsom mjukvara för simulering av fluiddynamik. ONERA tillhandahåller också vindtunnelkapacitet, som håller på att förbättras för att användas för RISE.



Switch-projektet, som leds av MTU Aero Engines med 48 miljoner euro i offentlig finansiering, syftar till att kombinera fördelarna med ett vattenförbättrat motorkoncept med en hybrid-elektrisk arkitektur. Pratt & Whitney är en nyckelpartner och kan så småningom använda teknologierna.

Heaven-projektet, som leds av Rolls-Royce Deutschland med 29 miljoner euro i EU-finansiering, får ytterligare pengar från Storbritannien. Det kommer att använda nedskalad teknik från Clean Sky 2:s Ultrafan-program, som Rolls-Royce har lett med långdistansflygplan i åtanke. Dessutom kommer det att ha en hybrid-elektrisk arkitektur.

Ungefär 159 miljoner euro är dedikerade till hybrid-eldrivna regionala flygplan, mestadels för framdrivningsarbete. Amber-projektet bygger till exempel på framsteg som gjorts med Clean Sky 2:s Maestro. Samordnat av Avio Aero, är dess mål att producera ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem på 2,2 megawatt inklusive en turboprop baserad på en GE Catalyst och en bränslecell.

Inom den vätgasdrivna flygplansdomänen har Clean Aviation tilldelat 152 miljoner euro till sex projekt. Två av dem, Hydea och Cavendish, syftar till att prova ett nytt vätebränslesystem i kombination med en motor, som modifierats för att köras på vätgas. Båda programmen kommer att behöva lagringslösningar för flytande väte. Hydea kommer att använda en GE Passport och Cavendish en Rolls-Royce Pearl 15, båda turbofläktar för affärsflyg. Rolls-Royces Ultrafan har varit ett stort program i Clean Sky 2 och motorn provkördes för första gången i maj.

ONERA deltog i skapandet av Clean Aviation som en av grundarna och gynnas av rent fransk finansiering. År 2020, i början av covid-19-krisen, startades France Relance-programmet med 1,5 miljarder euro för forskning och teknologi inom flygindustrin för 2020-22. År 2022 tog France 2030-programmet över med ytterligare 800 miljoner euro för 2022-24.

France Relance och France 2030 har gjort det möjligt för ONERA att investera i provhårdvara. Till exempel kommer båda förbränningstestbäddarna på ONERAs Fauga-Mauzac-anläggning nära Toulouse att få väteförbränningskapacitet, ett 3-4-årigt projekt. De kommer då att kunna simulera antändning på höjd och förbränningsinstabilitet. Vätgasförbränning har en annorlunda kinetik, vilket gör det till en ny utmaning att säkerställa stabil förbränning och låga utsläpp av kväveoxider (NOx).

Under France Relance lanserade Safran 2020 Hyperion R&T-programmet om väte. ONERA bidrog till den digitala optimeringen av ett väteinsprutningsmunstycke, som möjliggjorde en stabil förbränning. När trycket modifierades för att simulera höjden förblev förbränningen stabil. NOx-utsläppen var under en mätbar nivå.

En annan kritisk aspekt av att använda väte är interaktionen med material i tankarna, bränslesystemet och turbinbladen. Den första frågan gäller tanken. På grund av sin lilla storlek tenderar en vätemolekyl att resa långa sträckor inuti materialet i atomär skala, vilket gör det utsatt för sprödhet. Dessutom varie-

rar temperaturerna dramatiskt i ett bränslesystem, mellan -253C i tanken och -100C vid brännkammarens inlopp. Under en lång användningstid kan termomekanisk belastning också påverka materialets hållbarhet. Samtidigt kan vattenånga orsaka korrosion i turbinbladen. Ett projekt som heter Phydromat syftar till att förstå fysiken i interaktionen och utveckla modelleringsverktyg.

För de 20 projekt som startade i januari förväntas preliminära resultat sent i år relaterade till effekten av flygplanskoncept och prestanda. Fas 2-projekt kommer sedan att starta 2026 för att påskynda mognaden av de teknologier, som valts ut, och demonstrera koncepten.

Clean Aviation-programmet och dess föregångare, Clean Sky 2, överlappar varandra. Clean Sky 2:s tekniska aktiviteter är planerade att avslutas den 31 mars 2024. Fyrtiofem procent av Clean Sky 2:s demonstratorer har slutförts. De återstående 55 % av aktiviteterna kommer att vara slutförda med rätt teknikberedskapsnivå vid slutet av programmet.

Mål för kategorin Clean Aviation flygplan

Flygplansklass	Nyckelteknologier och arkitekturer som ska valideras på flygplansnivå i färdplaner	Tidigast genomförbarhet i driftsättning (EIS).	Bränsleförbränningsminskning (teknikbaserad)	Utsläppsminskning (netto – dvs inklusive bränsleeffekt)	Aktuell andel av lufttransportsystemets utsläpp
Regionala flygplan	Hybrid-elektrisk, distribuerad framdrivning i kombination med högeffektiv flygplanskonfiguration	~2035	-50 %	-90 %	~5 %
Kommersiella flygplan med kort räckvidd	Avancerad ultraeffektiv flygplanskonfiguration och ultraeffektiva gasturbinmotorer, ultrahög bypass (eventuellt öppen rotor)	~2035	-30 %		

James Webb Space Telescope

James Webb Space Telescope JWST har hittat dussintals tidigare okända galaxer, inklusive några som verkar vara mycket större än väntat för sin ålder. Nu ifrågasätter forskare sina teorier om det tidiga universum.

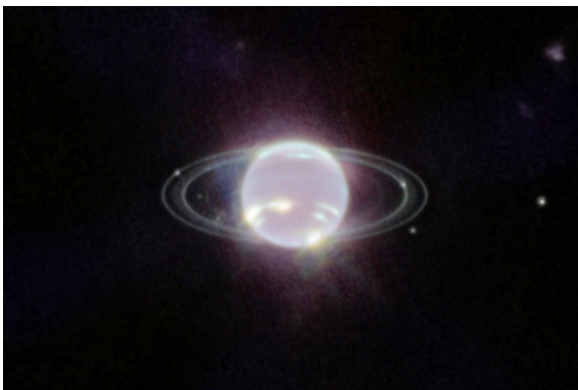
[Aerospace America Astronomy](#)

JWST lanserades i slutet av 2021 med en Ariane 5 raket till L2 Lagrange-punkten, en jämviktpunkt mellan solen och jorden, cirka 1,5 miljoner kilometer från jorden. Det har en 6,5 meter spegel bestående av 18 guldpläterade sexkantiga segment och samlar mer än sex gånger så mycket ljus som det tidigare rymdteleskopet Hubbles 2,4 meters spegel. Det kan spela in ljus från objekt sex gånger snabbare än sin föregångare.

Men JWST:s känslighet för infrarött ljus är den verkliga spelväxlaren. Rymdteleskopet kan se våglängder från 0,6 till 28,5 mikrometer, från den röda änden av det synliga spektrumet till mitten av infrarött. Dess kraftfulla infraröda öga ser detaljer i objekt utom räckhåll för konventionella teleskop. Tidiga observationer inkluderar molnbälten på gas- och jätteplaneterna, molninformationer på Saturnus största måne Titan, Plutos klimat och många av de mindre asteroiderna och objekten, som befohlkar det yttre solsystemet.



En ny bild på Saturnus, taget av det kraftfulla James Webb-teleskopet, visar gasjättens ringar som självlysande. I våglängden som fotot är taget på framstår planeten som mörklagd, då ljuset absorberas av metangasen i atmosfären, medan de isiga ringarna lyser upp.



JWST levererade också de skarpaste bilderna av Neptunus ringar sedan Voyager 2 besökte världen 1989. I denna bild av Neptunus är planetens månar synliga. Neptunus har 14 kända satelliter, och sju av dem är synliga här. Det mesta av isjättens syn-

liga yta ser mörk ut eftersom metangas i atmosfären absorberar infrarött ljus, men flera moln av metanis glimmar starkt och en antydning till planetens globala cirkulation framträder som en tunn linje som utmärker ekvatorn. Denna cirkulation driver Neptunus stormar och kraftfulla vindar, som är snabbare än på någon annan planet.

När planetforskare arbetar för att avslöja vårt solsystems många lockande hemligheter, förblir de över fem kända exoplaneterna runt andra solar i vår galax ett mysterium. Medan vi vanligtvis känner till deras banor och ofta deras storlekar och massor, ligger den mesta andra informationen utom räckhåll för jordbaserade teleskop, men JWST har redan börjat ändra på detta.

Även om JWST inte är utformad för att upptäcka exoplaneter, har det funnit en röd dvärg som ligger 41 ljusår från jorden i stjärnbilden Oktaner runt stjärnan LHS 475. NASAs Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) antydde att denna stjärna kan hysa en planet, men det nya rymdteleskopet bekräftar det minimala dopplet i ljusstyrka som orsakas av att planeten korsar framför eller passerar stjärnans skiva. Planeten verkar vara stenig med en diameter bara en procent mindre än jordens, även om likheten med vår hemvärld stannar där. Den kretsar kring sin sol på bara två dagar och har en temperatur några hundra grader varmare än jorden.

JWST:s verkliga styrka är dess förmåga att analysera exoplaneternas atmosfärer. För att göra detta måste teleskopet observera passager med sina kraftfulla spektrografer. När en planet passerar mellan jorden och dess värdstjärna filtrerar dess atmosfär bort några våglängder av stjärnljuset. Eftersom varje atom och molekyl har ett distinkt spektralt fingeravtryck tillåter detta astronomer att studera den kemiska sammansättningen av dessa världar.

Observatoriets första exoplanetmål var WASP-39b, en het gasjätteplanet som kretsar kring en solliknande stjärna 700 ljusår bort i stjärnbilden Jungfrun. JWST:s fantastiska upplösning avslöjade vatten, svaveldioxid, kolmonoxid, natrium, kalium och - för första gången någonsin i någon exoplanet - koldioxid. Planeten lyser vid en temperatur av 900 grader Celsius inte på grund av en skenande växthuseffekt, utan för att den kretsar bara 7,27 miljoner km från sin stjärna. Som jämförelse kretsar Merkurius, planeten närmast vår sol, nästan 58 miljoner km från solen.

Men Webbteleskopet kan se ännu längre ut i rymden till en tid då de första galaxerna bildades. Observationer i infrarött ljus gör det möjligt för astronomer att se galaxer, som existerade mindre än en miljard år efter Big Bang. Planeter och deras värdstjärnor bildas alla inuti de gas- och stoffrika stjärninkubatorer som astronomer kallar nebulosor. JWST:s infraröda syn har börjat öppna upp dessa miljöer.

Webb

Ett av dess första mål var en liten del av Örnnebulosan (M16) i stjärnbilden Serpens, som Hubble gjorde känd 1995. Den dramatiska bilden "Creations of Creation" rankades bland TIME magazines lista över de 100 mest inflytelserika bilderna genom tiderna, se nedan.

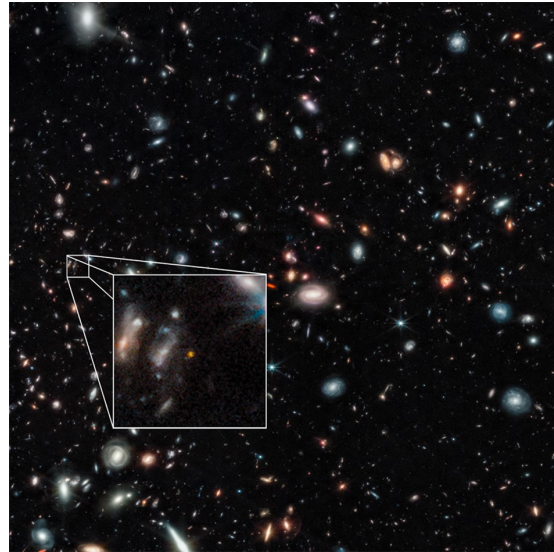


JWST fångade en fantastisk utsikt över detta ikoniska stjärnbildande område, som ligger 6 500 ljusår från jorden, när det ses i infrarött ljus. Där Hubble såg mestadels ogenomskinligt damm och kall gas, avslöjade JWST många stjärnor, som redan kom ut ur sina födelsekokonger. Dessa nyfödda solar har hunnit antända kärnfusion i sin kärna och bli fullfjädrade stjärnor.

Men JWST upptäckte ännu yngre objekt som kallas protostjärnor, som fortfarande tar gas och damm från omgivningen. De spyr regelbundet ut strålar av material som kolliderar med sin täta omgivning och får dem att stråla. Astronomer uppskattar att protostjärnorna bara är några hundra tusen år gamla.

JWST utformades också för att direkt observera gamla galaxer som bildades i kosmos gryning. En av JWST:s första bilder, och den första som släpptes offentligt, var ett djupfältfoto av galaxhopen SMACS 0723 i den södra stjärnbilden Volans. Hopens medlemmar ligger ungefär 4,6 miljarder ljusår från jorden och framträder som vita elliptiska sken. Tack vare hopens enorma massa, som fungerar som en gravitationslins för att förstora och förvränga objekt bakom den, kan vi se galaxer som fanns inom en miljard år efter Big Bang.

Men de kanske viktigaste upptäckterna hittills är de två mest avlägsna galaxerna som någonsin setts, en gigantisk samling galaxer som upptäcktes på 1950-talet av den legendariske astronomen George Abell. Med hjälp av den massiva galaxhopen Abell 2744 i Sculptor som gravitationslins kunde forskare arbeta med att identifiera objekt som kan vara galaxer genom att köra bilder genom datorprogram som de byggde. Av de sex som såg mest avlägsna ut, betecknades en som GHZ2 som existerade 367 miljoner år efter Big Bang, vilket betyder uppskattningsvis 97,3% av vägen tillbaka till universums teoretiska födelse. Sedan upptäcktes fyra ytterligare galaxer, en existerade uppskattningsvis 320 miljoner år efter Big Bang och den andra 347 miljoner år. Den första namngavs som JADES-GS-z13-o och den andra JADES-GS-z12-o (JADES står för JWST Advanced Deep Extra-galactic Survey). Vid American Astronomical Societys årliga möte i januari angavs att man hittat 87 galaxer som avbildades av Webb när de existerade mellan 200 miljoner och 400 miljoner år efter Big Bang.



Den lilla orange prick i denna infällda låda är en galax som upptäcktes förra året när James Webb Space Telescopes detektorer samlade fotoner från botten galaxhopen Abell 2744.

JWST har vänt upp och ner på vad astronomer länge har teoretiserat om det tidiga universum som en dammig plats där det växte några tidiga stjärnor, vilket i sin tur utlöste en lång, långsam process av galaxbildning.

Forskare hade teoretiserat att efter Big Bang fanns bara några få typer av atomer, främst väte och helium. Under de första 400 miljoner åren bildades och växte de första stjärnorna tusentals gånger så stora som vår sol på ett sätt som skiljer sig från hur stjärnor bildas idag. Dessa heta, ljusa stjärnor brann i några miljoner år och exploderade sedan och skapade damm och andra molekyler. Det gav ingredienserna för stjärnorna och galaxerna, som bildades under de kommande hundratals miljoner åren. Uppfattningen förut var att det borde ta minst en miljard år, förmodligen ett par miljarder år, för att saker som är så massiva ska bildas.

Kan detta betyda att universum började tidigare än forskare för närvarande tror? Troligen inte. Forskare använder universums expansionshastighet för att beräkna bakåt till Big Bang, när expansionen började. I dessa beräkningar ingår universums nuvarande densitet och sammansättning, hämtad från astronoms observationer av kosmisk mikrovågsbakgrund, den kvarvarande strålningen från Big Bang. Den förbättrade känsligheten hos dagens mark- och rymdteleskop ger forskarna stort förtroende för dessa beräkningar. Att avstå från denna kosmologiska standardmodell skulle kräva nya och "extraordinära" bevis.

Men resultaten utmanar verkligen forskarnas teorier om perioden efter Big Bang, till exempel hur rikligt damm var i det tidiga universum och hur snart efter Big Bang stjärnor och galaxer började bildas. Astronomer ser nu över denna tidslinje. Så sökandet efter tidiga, avlägsna galaxer fortsätter. Många frågor kvarstår: Hur exploderade de första stjärnorna? Växte de nästa direkt efteråt? Hur växte galaxer?

JWST: s åktur på den Ariane 5-raketen gick så smidigt att NASA nu uppskattar att observatoriet har tillräckligt med bränsle för att fungera i minst 20 år. Det betyder att vetenskapen, upptäckterna och de vackra bilderna bara har börjat.

Lärdomar från naturlig flygning

Flygning var en gång en förmåga begränsad endast till djur, men genom att identifiera användbara attribut från djurflygning och bygga vidare på dessa med tekniska framsteg har gränserna för flygning drivits framåt. Ändå finns det fortfarande många viktiga egenskaper hos biologisk flygning, som saknas i nuvarande flygplansdesign, vilket motiverar en noggrann analys av vad vi redan har lärt oss av djur och hur detta har avslöjats experimentellt, liksom ett specifikt fokus på att identifiera vad som fortfarande är okänt.

[Journal Experimental Biology](#)

Flyget har sedan starten byggt på biologisk insikt. Leonardo da Vincis anteckningsböcker från 15 och 1600-talet innehåller skisser av fåglar och fladdermöss, tillsammans med några av de första utkasterna till flygmaskiner. I slutet av 1700-talet innehåller anteckningsböckerna, som tillhörde Sir George Cayley, uppfinnaren av glidflygplanet med fasta vingar, också funderingar om hur biologiska organismer driver sin rörelse, från larver till hägrar till sjölejon. I slutet av 1800-talet var Otto och Gustav Lilienthal djupt inspirerade av fåglar och hänvisade till en fabel om en stork som lär en liten sångare att sväva. Efter många misslyckade försök att replikera storkens flygning skapade Otto slutligen den första framgångsrika hängglidaren och införlivade också flaxande vingar. Tyvärr lyckades han inte kontrollera ett av sina nya segelflygplan och omkom.

Wilbur och Orville Wright är de mest kända av alla tidiga flygpi-onjärer. Av de många bidrag som gjorde det möjligt för dem att uppnå den första drivna flygningen var en viktig uppfinning deras laterala kontrollsystem. Wilbur antydde att detta inspirerades av hans observationer av en ormvrück, som vrider sina vingpetsar.

Ornikopters (från grekiskans ornis, som betyder fågel och pteron, som betyder vinge) erbjuder ett av de tydligaste exemplen på hur biologi direkt har inspirerat flygplansdesign - om än på sätt som har haft liten inverkan på luftfarten, men betydande inverkan på de flygare som försökte stödja sin egen kroppsvikt med hjälp av biomimetiska eller biohybridflaxande vingdesigner.

Ormvrück (arochasvanner.se)



Roger Bacon skrev om en idé för en ornikopter, och Leonardo Da Vinci skissade flera ornikopterdesigner, varav majoriteten flaxade med vingarna med mänsklig kraft. Lyckligtvis tros dessa flygplan inte ha byggts, eftersom de inte skulle ha kunnat flyga. Faktum är att den första människodrivna ornikoptern som flög rakt och jämnt, Snowbird, inte flögs förrän 2006. Vid den tiden var namnet på detta 32 m vingspann flygplan kanske det enda



elementet i designen som med säkerhet kan sägas ha hämtat direkt inspiration från fåglar.

För sin del hade Otto Lilienthal försökt införliva en encylindrig motor i en ornikopter, men designen visade sig vara en distraktion från de drivmedelsdrivna konstruktioner, som skulle göra det möjligt för bröderna Wright att göra de första framgångsrika flygningarna och därmed avvika nästan helt från en fågelliknande design.

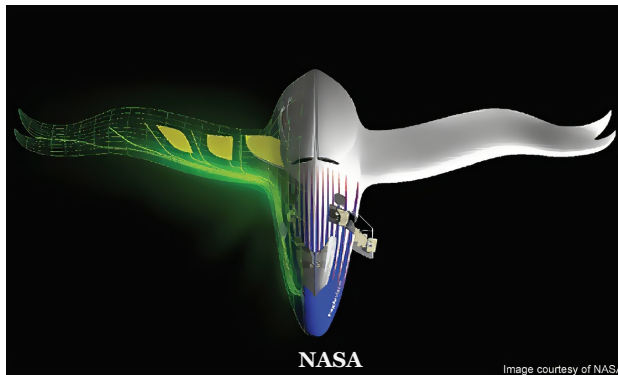
Ändå går fågelflygningens inverkan på luftfarten djupare än bara dessa tidigaste flygplanskonstruktioner. Faktum är att den klassiska ekvationen som bestämmer lyftkoefficienten var i Lilienthals banbrytande bok 1911 'Birdflight as the Basis of Aviation: A Contribution Towards a System of Aviation'.

Ytterligare grundläggande teoretisk utveckling gjordes på 1930-talet av Theodorsen och Garrick, men dessa senare texter hänvisar inte uttryckligen till någon biologisk form av flygning, och vid denna tidpunkt hade matematiska bevis för länge sedan tagit över från biologisk observation. Ändå, erbjuder denna teoretiska utveckling inom vätskedynamiken ett av de bästa exemplen på det bioinformerade tillvägagångssättet. Specifikt ledde en önskan att förklara mekanismen för tryckproduktion genom flaxande vingar (von Karman och Burgers, 1935) till utvecklingen av en utsökt aerodynamisk teori som fortfarande utgör grunden för analytisk modellering av aeroelasticitet.

De flesta av dagens flygplan har styva lyftvingar, drivs av en jetmotor eller propeller och stabiliseras och styrs av fasta lyftytor. Detta tillvägagångssätt står i kontrast till fåglar, fladdermöss och insekter, som flaxar sina vingar med en fram- och återgående rörelse och förändrar deras form för att åstadkomma framdrivning och kontroll samtidigt som de ger viktstöd. Det finns inga flygande djur, utdöda eller bevarade, som ligger på flygplanets skala med det största vingslaget. Omvänt finns det inga flygplan som är på skalan för de flygande djuren med de minsta vingspannen, såsom getingar och skalbaggar.

Detta beror på att vid mycket stora vingspann blir flaxning opraktiskt på grund av förändringar i flödesfysiken vid högre Reynoldstal och den högre tröghets- och aerodynamiska belastningen på flaxmekanismen. Flaxning blir livskraftig vid mindre vingspann genom aerodynamiska effekter som uppstår på grund av vinginteraktioner eller vakfångst, där de fram- och återgående vingarna passerar genom sitt eget kölvatten

Det finns ändå flera viktiga luckor i flygplansdesign som i framtiden kan åtgärdas genom att införliva biologisk insikt. I synnerhet ger användningen av ett par flaxande vingar som framdrivning unika fördelar när det gäller effektivitet och manövrerbarhet. Från Delft Universitets DelFly till DARPA's Hummingbird har därför många delar av djurflygning varit inspirationen för moderna flaxande UAV-konstruktioner.



Fåglar använder förändringar i formen på sina vingar, stjärt och kropp, så kallad morphing, för att klara byiga atmosfäriska förhållanden och för att utföra manövrar. Insekter har inte muskler utanför bröstkorgen som kan ge aktiv kontroll över vingarnas form som fåglar och fladdermöss, men morfning sker fortfarande genom passiv flexibilitet hos vingarna. Sådana deformationer kan ge asymmetri mellan slag och nedslag och öka vingspetsarnas effektiva slagvinkel. Denna böjningsegenskap har varit användbar för att minimera vikten från ställdonen i Robobee och DelFly flaxande flygrobotar. Man studerar nu fågelmorfning med målet att främja utformningen av småskaliga UAV, som fungerar i en mycket liknande flygregim som fåglar. Team av robotiker, ingenjörer och biologer har utformat flera UAV som har uppvisat unika flygegenskaper.

Svepmorfning finns hos flera fågelarter och har visat sig ge användbar variation i aerodynamisk prestanda och flygkontroll över olika hastigheter i småskaliga UAV. Detta inkluderar stabilitet, vilket är tendensen att återgå till jämviktsposition efter en störning, såsom ett vindkast. Fåglar och insekter anpassar sin vinge, stjärt, ben och kroppsmorfologi till vindbyar, medan de allra flesta flygplan förblir väsentligen styva strukturer. De flesta fåglarna kan växla mellan en stabil och instabil flygkonfiguration genom att bara förändra armbågen och handleden. Detta är svårt att implementera på UAV, men det finns en samlad ansträngning för att gå mot morfning av vingar i förväntan om att detta kommer att bredda flygprestandaområdet eller driftsförhållandena.

Även om det finns mycket återstående okänt i fåglarnas användning av morfning under flygning, finns det en annan relaterad aspekt som inte bör förbises i framtida UAV-design. När vi jämför massa med vingbredd över en mängd olika fåglar och UAV, finner vi att UAV ofta flyger med mindre vingspann än fåglar med samma massa. Det låga vingspannet som används av UAV är delvis ett resultat av att man vill ha lägre sidoförhållanden för förbättrad effektivitet i subkritiska Reynolds-talregimer. Genom att införliva morfning spänner fåglar över ett brett spektrum av detta designutrymme. Genom att kvantifiera fåglarnas aerody-

namiska egenskaper vid låga Reynolds-tal, kan det bli möjligt att identifiera nya designmetoder som skulle möjliggöra användning av större vingspann i dessa låga Reynolds-talregimer.

Tvårsnittsformen på flygplansvingar är känd som en aerofoil. År 1884 inspirerades Horatio F. Phillips av formen på fågelvingar och patenterade en första cambered aerofoil. Tunna cambered profiler var praktiska att implementera i de tygklädda tidiga flygplanen, inklusive de som byggdes av bröderna Wright, och tidens konventionella visdom var att eftersom fåglar också hade tunna aerofoils, skulle dessa vara överlägsna tjockare aerofoils.

Men denna observation och slutsats är båda bara delvis korrekta. Även om det är sant att de distala delarna av fågelvingar bildas av tunna fjädrar, har den proximala delen av en fågelvinge ben, vävnad och muskulatur nära dess framkant, vilket leder till en tjockare aerofoil över en stor del av en fågelvinge. Dessa skillnader påverkar tryckfördelningen. Dessutom upptäckte ingenjörer snart att de tunnare aerofoilerna inte var det mest aerodynamiskt optimala designen. Detaljerade studier avslöjade att en tjockare sektion med en mer rundad framkant hjälper till att fördröja flödesseparationen, vilket gör att ett flygplan kan uppnå högre angreppsvinklar och därmed lyfta före stall.

Detta ger ett direkt exempel på hur bioinspiration som inte informeras av kunskap om det faktiska biologiska systemet kan vara vilseledande. Hade ingenjörer övervägt tjockleken på fågelvingar tidigare, kunde det ha varit möjligt att förbättra aerofoil-designen tidigare. Nyligen har forskare återvänt till att studera aerofoils på fågelvingar för att få inspiration till små UAV inklusive mikroflygfordon (MAV). Dessa nya aerofoil-konstruktioner har redan implementerats framgångsrikt. Framtida samarbete mellan biologer och ingenjörer kan ytterligare avslöja hur fördelaktig, adaptiv, aerodynamisk prestanda kan uppnås med hjälp av fågelliknande flygplan.

Flera andra biologiska egenskaper har inspirerat framsteg inom flygplan eller flygdesign. Winglets är en extra yta fäst i någon vinkel mot vingspetsen på ett flygplan och tjänar till att avbryta bildandet av vingspetsvirveln, vilket minskar det inducerade motståndet hos en vinge. De diskuteras ibland som ett exempel på bioinspiration på grund av deras likheter med rovfåglarnas primära fjädrar som böjer sig uppåt under svävning.



Winglets designades dock nästan uteslutande baserat på grundläggande aerodynamiska insikter. Det första patentet för en winglet-liknande anordning var 1897 från Lanchester, buren av aerodynamisk teori, och denna tidiga insikt populariserades av National Aeronautics and Space Administration (NASA) på 1970-talet. Nu använder många moderna flygplan winglets för effektivitetsförbättringar med ett begränsat vingspann.

Ändå är biologisk insikt fortfarande viktig för ny wingletdesign. Mycket av det biologiska arbetet har fokuserat på rollen av slitsarna mellan vingspetsars fjädrar. Till exempel uppskattade Tucker (1993) att slitsarna skulle minska det inducerade motståndet på vingen som liknar effekten av winglets. En jämförbar implementering har varit split-wing tip design, som nyligen har utforskats med förnyat intresse.

Det har också nyligen skett ett tryck för att utveckla ledad kontroll av winglets, även om fåglar inte har aktiv kontroll över deformationen av sina fjädrar. Airbus AlbatrossONE-koncept använder passiva gångjärn på vingspetsarna för att avvisa vindbystörningar analogt med fåglarnas vingstoppande flygbeteende. Intressant nog kompletterar denna applikation det senaste experimentella biologiska arbetet som har funnit att fågelvingar kan fungera som ett passivt upphängningssystem som minimerar effekterna av en vindpust på fågelns kroppsbana. I praktiken är mekanismerna fundamentalt olika, eftersom det senare systemet bygger på att vingens massa höjs under ökad belastning (som en interaktion med slagcentrum) när man frikopplar vingens masscentrum och kroppen/flygkroppen. Av detta följer att det sannolikt kommer att finnas ett betydande utrymme på detta område för ett mer bioinspirerat tillvägagångssätt.



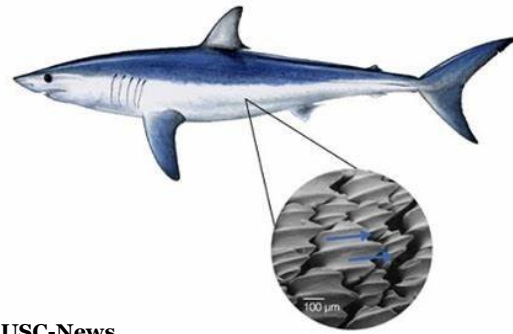
Fåglar är inte de enda djuren som har inspirerat framsteg inom flygförmåga. Simmande djur ger insikter i vätskedynamiska fenomen som kan implementeras i luftapplikationer. 1991 skrev Dennis M. Bushnell, nu chefsforskare vid NASA Langley, en rapport med fokus på motstånd reducerande teknik i naturen. Detta arbete föreslog att de främre stötarna (kända som tubercles) på knölvalarnas bröstfenor kunde spela en roll i motstånd reducering. I en serie experiment undersöktes tuberklernas roll på valfenor. Resultaten visade att tuberklernas bidrag till motstånd reducering var mindre. Istället ledde knölna till högre angreppsvinklar före stall och högre maximala lyftkoefficienter.

Med denna biologiska insikt har tekniska studier sedan bekräftat att knölar verkar för att fördröja eller kontrollera dynamisk stall. Mekanismen tillskrivs virvlar som utvecklas utanför kamarna i varje tuberkel. Dessa virvlar tillför energi till flödet, vilket gör att det underliggande flödet kan förbli fäst även vid höga angreppsvinklar och därmed minska sannolikheten för både dynamisk och statisk stall.

Denna kunskap indikerade ett minskat behov av knölar i storskalig flygplansdesign, med tanke på att de flesta flygplan undviker att arbeta nära stallförhållanden, men knölar har implementerats i vindkraftverk eftersom dessa arbetar över ett brett spektrum av angreppsvinklar.

Hittills har vi diskuterat biologisk inspiration som har påverkat flygplanets struktur, kinematik eller geometri. Biologisk inspiration har dock bidragit till utvecklingen av material och strukturer i mikroskala. Ett vanligt exempel är riblets roll, inspirerade av fisk och hajskinn.

Riblets är fina ytstrimor, ofta implementerade som sågtandspår orienterade parallellt med det inkommande flödet. Fiskskinns roll i aerodynamisk flödeskontroll föreslogs av biologer redan 1969. Samtidigt började ingenjörer undersöka rollen av fina strukturer inspirerade av geometristudier på värmeväxlare. Dessa två tillvägagångssätt konvergerade och många studier har sedan dess funnit att spår effektivt minskar hudfriktionsmotståndet. Dessa resultat har lett till nya material, beläggningar och strukturer som sträcker sig från flygapplikationer till bad-dräcker.



USC-News

För flygplansapplikationer är det svårt att tillverka en stor yta med så fina mikrostrukturer, även om studier visar att detta skulle vara fördelaktigt för att minska motståndet. På senare tid har dock Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) utvecklat en färg som kan återskapa dessa mönster utan den extra komplexiteten att tillverka specialpaneler. De utförde vindtunnel- och flygprov på ett fullskaligt flygplan. Även om dessa framsteg är spännande, krävs det fortfarande mycket arbete för att tillämpa det för storskaliga operationer.

Ett annat område där det finns en stor klyfta mellan ingenjörsinsatser och biologisk verklighet är insamling och bearbetning av information. Inom artificiell intelligens och robotik diskuteras till och med målen för bearbetning kraftigt, vilket exemplifieras av navigationsuppgiften. I det som för närvarande är det dominerande tillvägagångssättet för autonom navigering ses en tredimensionell modell av världen som ett primärt mål för visuell bearbetning. Följaktligen bygger robotar mycket detaljerade tredimensionella kartor över världen, vilket kräver stora mängder datorminne och bearbetning. Navigationsstrategierna hos djur med små hjärnor, såsom honungsbin, visar att ett bioinformerat tillvägagångssätt kan ge fördelar när det gäller effektivitet och robusthet. Till exempel har studier visat att bin framgångsrikt kan navigera i röriga hinderfält under olika vindförhållanden.

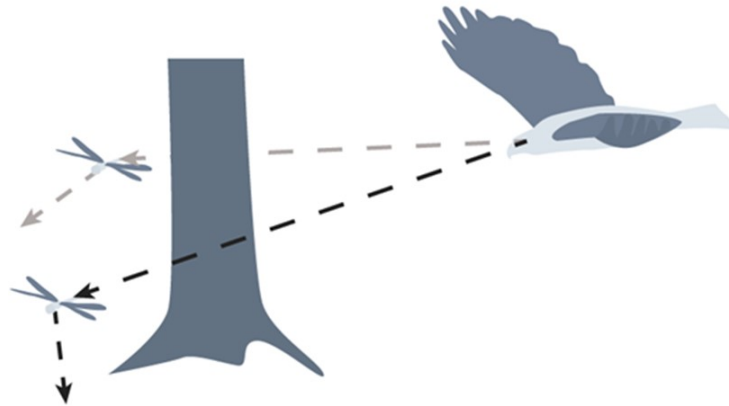
Det finns många exempel på exceptionell känslighet hos djur. Dessa inkluderar detektering av små vinkelförskjutningar av insektsantennor som svar på kroppsrotationer eller självinducerade luftflöden och fladdermössens ekolokaliseringsförmåga. Sådana exempel pekar på nya sätt att uppnå nyckelfunktioner i drönare, såsom nattligt kollisionsundvikande. Dessa är viktiga för en rad väglednings-, navigations- och kontrolluppgifter både hos djur och i robotar.

Men i motsats till flygplan, som vanligtvis använder en handfull högkvalitativa sensorer kalibrerade för att ge exakta uppskattningar av rörelsetillstånd (dvs. position, orientering, hastighet och vinkelhastighet), är sensorerna hos flygande djur inställda som okalibrerade matchade filter anpassade för att upptäcka avvikelser från deras naturliga rörelsesätt.

En av de främsta källorna till sensorisk återkoppling vid insektsflygning är visuell bearbetning, och ett nyckelämne inom visuell bearbetning som har studerats inom både teknik och biologi är optiskt flöde. Även om det finns andra typer av sensorer, särskilt luftflödeskänsliga hårstrån, erbjuder optiskt flödesbearbetning det enklaste exemplet på hur studier av informationsinsamling och bearbetning hos djur har påverkat utformningen av autonoma system hos små drönare.

Optiskt flöde är den skenbara relativa rörelsen mellan ett objekt och en observatör. Denna rörelse uppenbaras med hjälp av vinkelförändringar till ett föremål över näthinnan eller fasettögonen. Det optiska flödesfältet ger olika typer av beteendemässigt relevant information om egen rörelse och tid till kontakt.

Autonomy, guidance and control



Djur verkar använda optiska flödessignaler för att kontrollera många viktiga beteenden. Tidiga studier visade hur havssulor förändrar sitt beteende medan de dyker baserat på tid till kontakt och hur flugor bestämmer när de ska bromsa för landning på ett mål. Perchingduvor visade sig hålla tidsderivatan av tiden till kontakt från fötterna till det sittande objektet konstant och använder också optiska signaler för att ta sig igenom hinder genom att styra genom luckor. Honungsbin håller storleken på det optiska flödet konstant för beteslandningar och bildhastigheten konstant för vertikala landningar. De balanserar också det optiska flödet som känns av i deras vänstra och högra visuella halvklot för att centrera sig när de flyger ner i tunnlar.

Denna biologiska forskning visade sig vara mycket användbar när drönare började utvecklas för inomhusbruk. Medan farkoster utomhus kan använda de satellitbaserade globala positioneringssystemen för både plats- och hastighetsinformation, är sådan information ofta inte tillgänglig inomhus. För närvarande är standardlösningen för inomhusdrönare att använda optiskt flöde från en nedåtriktad kamera för att få hastighetsuppskattningar. Men eftersom optiskt flöde bara fångar förhållandet mellan hastighet och höjd som måste skalas på något sätt, bär drönarna en extra avståndssensor (sonar, laserhöjdmätare eller på annat sätt) för att skala det optiska flödet för att erhålla hastighet.

Robotikforskning om optiskt flöde erbjuder också nya hypoteser om optisk flödeskontroll hos djur. Till exempel visade det sig att vertikala landningar av en svävande drönare kunde utföras framgångsrikt med hjälp av optisk flödesdivergens, vilket senare visade sig vara den vertikala landningsstrategin som används av honungsbin. Robotstudier har också visat att styrning av konstanta optiska flödeslandningar är mer utmanande än det verkar. I synnerhet visar det sig att framgångsrik optisk flödeslandning kräver kontroll av det proportionella förhållandet mellan den sensoriska ingångssignalen och den kontrollerade motorutgångssignalen för att skala med avståndet till landningsobjektet, men sådan information är inte lätt tillgänglig från optiskt flöde.

Flera tillvägagångssätt har föreslagits där robotar och djur framgångsrikt kan styra optiska flödeslandningar. Robotar och insekter kan utnyttja stabilitetsegenskaperna hos den optiska flödeskontrollslinjan för att bestämma avstånd. När man närmar sig ett objekt kommer kontrollåtgärder att leda till allt större vinkel- och därmed optiska flödesförändringar. Följaktligen kommer en optisk flödesregulator med fast förstärkning att generera allt starkare kontrollåtgärder, vilket leder till självinducerade svängningar, som kan användas för att utlösa ett landningssvar.

Medan bearbetning av information i djur sker genom komplexa kemiska och elektriska processer, använder modern databehandling sekventiella algoritmer. Däremot efterliknar artificiella neurala nätverk (ANN) närmare naturen dvs parallell bearbetning av ett stort antal neuroner som individuellt utför begränsade funktioner men kollektivt kan utföra mycket komplexa funktioner. Det är dock allmänt erkänt att vanliga ANN representerar mycket enklare funktioner än de som utförs av naturliga neuroner. Detta har stimulerat en ökande ansträngning för att utveckla en närmare approximation av dynamiken hos biologiska neuroner. Spiking neurala nätverk (SNN) har temporal dynamik som mer liknar naturliga neuroner, inklusive en membranspänning som orsakar en spik när man överskrider ett tröskelvärde. På grund av spikarnas binära natur har SNN potentialen för storleksordningar lägre latens och mer energieffektivitet än traditionella ANN. Detta gör SNN särskilt lovande för små flygande robotar som måste reagera snabbt på sin miljö, samtidigt som de är begränsade när det gäller energi.

Att designa och träna SNN är dock för närvarande fortfarande mycket mer utmanande än för ANN beroende på spikfunktionens diskontinuerliga natur, den mer komplexa neurala dynamik, som kan leda till mättnad eller minskning av neural aktivitet och det högre dimensionella parameterutrymmet som definierar neuronerna. Därför är robotimplementeringar av neuromorfisk bearbetning för närvarande fortfarande ganska begränsad i komplexitet.

Som Lilienthal (1911) erkände har biologisk insikt spelat, och kommer att fortsätta att spela, en grundläggande roll för att främja luftfarten. Ändå finns det fortfarande en tydlig klyfta mellan djurens kapacitet och moderna flygplans. Områden som motiverar utforskning och kvantifiering inkluderar de som är förknippade med miniatyr- och morphing-wing-flygning, tillsammans med de mycket olika informationsbehandlings- och sensorimotoriska arkitekturerna som djur använder jämfört med flygplan.

Biologisk insikt i dessa områden kan leda till förbättrad prestanda genom att möjliggöra navigering genom röriga miljöer, anpassning till oförutsägbara händelser och motståndskraft mot vindbyar, turbulens och skador. I vilken utsträckning bioinspirerad design kan bidra till att lösa dessa problem beror dock på i vilken utsträckning den framgångsrikt kan införas i maskinlärnings- och optimeringsmetoderna som kommer att användas för att designa framtidens flygplanssystem. Sammanfattningsvis kommer den mest effektiva vägen framåt att vara att främja allt djupare relationer mellan biologer och ingenjörer med genuint dubbelriktat kunskapsutbyte och genom att utbilda nya medlemmar av forskarsamhället som står på axlarna på båda dessa traditionella områden.

Historien sammanfattad

Luftfartens historia sträcker sig i mer än två tusen år, från de tidigaste försöken att flyga som insekter och fåglar till supersonisk och hypersonisk flygning både på jorden och i rymden.

Med upptäckten av draken, som kunde flyga i luften, av kineserna började människor tänka på att flyga. Drakflygning i Kina går tillbaka till flera hundra år f.Kr. och spred sig långsamt över hela världen. Det tros vara det tidigaste exemplet på konstgjord flygning. Drakar användes av kineserna i religiösa ceremonier. De byggde många färgglada drakar. Mer sofistikerade drakar användes för att testa väderförhållandena. Drakar har varit viktiga för uppfinningen av flygning eftersom de var föregångarna till ballonger och segelflygplan.

Leonardo da Vinci gjorde de första riktiga studierna av flygning på 1480-talet. Han hade över 100 teckningar som illustrerade hans teorier om flygning, men han förli-tade sig på dålig vetenskap.

Upptäckten av vätgas på 1800-talet ledde till uppfinningen av väteballongen nästan exakt samtidigt som bröderna Montgolfier återupptäckte luftballongen och började bemannade flygningar. Bröderna, Joseph Michel och Jacques Etienne Montgolfier använde röken från en eld för att blåsa varm luft i en silkespåse, som fästes vid en korg. Den varma luften steg sedan och gjorde att ballongen kunde vara lättare än luft.

År 1783 var de första passagerarna i den färgglada ballongen ett får, en tupp och en anka. Den klättrade till en höjd av cirka 2000 meter och flög mer än en kilometer. Efter denna första framgång började bröderna skicka upp män i ballonger. Den första bemannade flygningen var den 21 november 1783, passagerarna var Jean-Francois Pilatre de Rozier och Francois Laurent. Ballonger, både fritt flygande och bundna, började användas för militära ändamål från slutet av 1800-talet, och den franska regeringen inrättade ballongföretag under revolutionen.

Olika teorier inom mekanik av fysiker under samma tidsperiod, särskilt vätskedynamik och Newtons rörelselagar, ledde till grunden för modern aerodynamik, framför allt av Sir George Cayley. George Cayley arbetade för att upptäcka sätt på vilka människan kunde flyga. Han konstruerade många olika versioner av segelflygplan, som använde kroppens rörelser för att kontrolleras. En ung pojke, vars namn inte är känt, var den förste, som flög en av hans segelflygplan.

Under femtio år gjorde han förbättringar av segelflygplanen. Han ändrade vingarnas form så att luften skulle strömma över dem korrekt. Han konstruerade en stjärt för segelflygplanen för att hjälpa till med

stabiliteten. Han försökte en biplandesign för att ge styrka till segelflygplanet. Han insåg också att det skulle finnas ett behov av kraft om flygningen skulle vara i luften under lång tid.

Experiment med segelflygplan gav grunden för tyngre än luftfarkoster, framför allt av Otto Lilienthal. Efter mer än 2500 flygningar dödades han när han tappade kontrollen på grund av en plötslig stark vind och kraschade i marken.

Han fascinerades av tanken på flygning. Baserat på hans studier av fåglar och hur de flyger skrev han en bok om aerodynamik, som publicerades 1889, och denna text användes av bröderna Wright som grund för deras design.

I början av 1900-talet gjorde framsteg inom motorteknik och aerodynamik att kontrollerad, driven flygning blev möjlig för första gången. Orville och Wilbur Wright läste om all tidigare utveckling av flygning. De bestämde sig för att göra "ett litet bidrag" till studien av flygkontroll genom att vrida sina vingar under flygning. Sedan började de testa sina idéer med en drake. De lärde sig om hur vinden skulle hjälpa till med flygningen och hur det kunde påverka ytor på vinden.

Nästa steg var att prova ut segelflygplanens former ungefär som George Cayley gjorde, när han provade de många olika formerna som skulle flyga. De tillbringade tre år med att testa och lära sig om hur segelflygplan kunde kontrolleras vid Kitty Hawk, North Carolina. De konstruerade och använde en vindtunnel för att testa vingarnas former och segelflygplanens stjärtar. År 1902, med en perfekt glidform, vände de sin uppmärksamhet åt hur man skapar ett framdrivningssystem som skulle skapa den dragkraft som behövdes för att flyga. Den tidiga motorn och propellern som de konstruerade genererade nästan 12 hästkrafter. Det är samma kraft som två handdrivna gräsklipparmotorer!

De gjorde till slut den första kontrollerade, ihållande flygningen av ett drevet, tyngre än luften flygplan med sin Wright Flyer den 17 december 1903. Under den första flygningen flög de trettio meter på tolv sekunder. De två bröderna turades om att flyga den dagen och den fjärde och sista flygningen blev på 250 meter på 59 sekunder.

Bröderna återvände till Dayton, Ohio, där de arbetade i ytterligare två år för att göra sin design perfekt. Slutligen, den 5 oktober 1905, styrde Wilbur Flyer III i 39

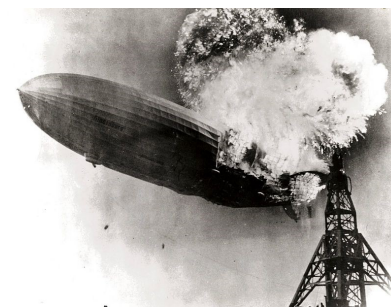


minuter och cirklade runt Huffman Prairie. Han flög det första praktiska flygplanet tills det tog slut på bränsle.

Men Flyer var instabil och väldigt svår att kontrollera. Det moderna flygplanet med sin karakteristiska stjärt etablerades först 1909 och från och med då blev flygplanets historia knuten till utvecklingen av fler och kraftfullare motorer och propellrar.

Första världskriget blev den första stora konflikten, som använde flygplan i stor skala och utvidgade deras användning i aktiv strid. Nationer utsåg högt uppsatta generaler för att övervaka luftstrategin, och en ny typ av krigshjälte uppstod: stridsflygaren eller "flygande esset".

Men det fanns också de som gick vidare med ballongerna. De första stora luftskeppen var de styva styrbara ballongerna som Ferdinand von Zeppelin var pionjär för. De dominerade långdistansflygning fram till 1930-talet, då löftet om de ångdrivna, vätefyllda luftskeppen försvann efter den ökända Hindenburg-katastrofen 1937. Det var då gasen inuti Zeppelin-företagets flaggskepp Hindenburg exploderade under ett landningsförsök, dödade 35 passagerare och besättningsmedlemmar och brände majoriteten av de 62 återstående överlevande svårt.



Stora flygbåtar blev istället populära. Efter andra världskriget ersattes flygbåtarna i sin tur av landflygplan, och den nya och oerhört kraftfulla jetmotorn revolutionerade både flygresor och militärflyg.



Tidiga passagerarflyg var bullriga, kalla, obekväma och skakiga, eftersom flygplanen flög på låga höjder som förde dem genom och inte över vädret. När den britiskstillverkade de Havilland Comet gjorde sin första flygning 1949 med fyra turbinmotorer, tryckkabin, stora fönster och en relativt bekväm sittgrupp markerade det ett avgörande steg i moderna kommersiella flygresor.

Med debuten av det eleganta 707-flygplanet med sin komfort, hastighet och säkerhet, inledde sedan Seattle-baserade Boeing moderna flygresor. Pan American Airways blev det första kommersiella flygbolaget som tog emot de långsträckta, svepta flygplanen och lanserade dagliga flygningar från New York till Paris.

Chuck Yeager fick titeln "Fastest Man Alive" när han gick genom ljudvallen medan han testade det experimentella X-1 supersoniska raketplanet för amerikanska militären över Mojaveöknen 1947. Han blev därmed den första personen som reste snabbare än ljudets hastighet.

Under senare delen av 1900-talet innebar tillkomsten av digital elektronik stora framsteg inom flyginstrumentering och "fly-by-wire"-system. Det amerikanska flygvapnet utvecklade och debuterade det första fly-by-wire-operativsystemet för sitt F-16 Fighting Falcon-jaktplan. Systemet, som ersatte flygplanets manuella flygkontrollsystem med ett elektroniskt, inledde luftfartens "Information Age", där navigering, kommunikation och hundratal andra operativsystem automatiserades med datorer. Detta har lett till utveckling av obemannade flygfarkoster och drönare, missiler och smygflygplan. Med digitala kontroller blev i sig instabila flygplan som flygande vingar möjliga.

Rymdfärder började andra halvan av 1900-talet efter teoretiska och praktiska genombrott av Konstantin Tsiolkovsky, Robert H. Goddard och Hermann Oberth. Raketekniken, som användes, är dock mycket äldre än så. Den uppfanns i Kina för kanske tvåtusen år sedan som ett militärt vapen och i mitten av 1700-talet började Hyder Ali, sultanen av Mysore i Indien, tillverka raketer klädda i järn och

inte kartong eller papper, för att förbättra deras räckvidd och stabilitet.

Dessa raketer använde krut som drivmedel, men den 16 mars 1926 sköt amerikanen Robert Goddard upp den första framgångsrika vätskedrivna raket. De första framgångsrika storskaliga raketprogrammen initierades i 1920-talets Tyskland av Fritz von Opel och Max Valier, och så småningom i Nazityskland av Wernher von Braun. Den 3 oktober 1942 lanserade Tyskland framgångsrikt den första ballistiska missilen, A4, mer allmänt känd som V-2, och använde den sedan till slutet av andra världskriget.



Sedan började den så kallade rymdkapplöpningen. Under 1950- och 1960-talet tävlade Sovjetunionen och USA med varandra om att vara först med olika bedrifter. 1957 lanserade Sovjetunionen Sputnik 1, den första konstgjorda satelliten. 1961 blev den sovjetiske kosmonauten Yuri Gagarin den första personen som kom ut i rymden och kretsade runt jorden med Vostok 1 och 1969 var den amerikanske Apollo 11-astronauten Neil Armstrong den förste, som satte sin fot på månen. Efter apolloprogrammets slut 1972 har ingen människa sedan dess rest bortom låg omloppsbana runt jorden.

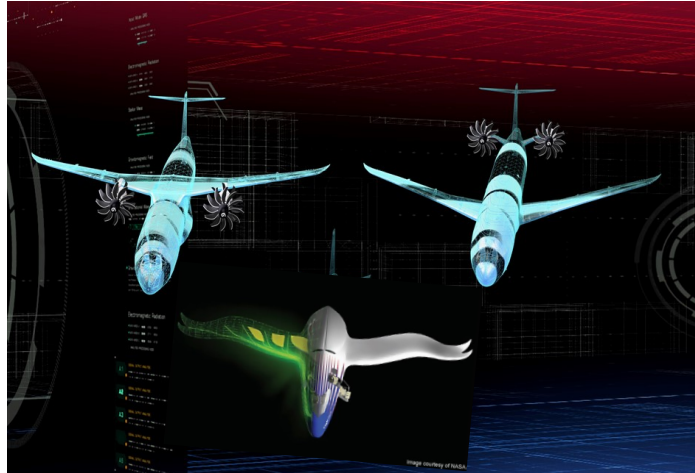
Under 1970-talet började Sovjetunionen bygga rymdstationer, där människor kunde stanna allt längre tid. På 1980-talet började USA skjuta upp sina rymdfärjor, farkoster som möjliggjorde större besättningsstorlekar och därmed ett större antal människor i rymden vid en given tidpunkt. Efter deras första avspänningsuppdrag på Apollo-Soyuz-projektet 1975 samarbetade Sovjetunionen och USA sedan med varandra om Shuttle-Mir-initiativet, ansträngningar som ledde till den internationella rymdstationen (ISS) som kontinuerligt har varit bebodd av människor i över 20 år.

Dussintals länder har skickat minst en resenär till rymden, och 1963 var Valentina Tereshkova den första kvinnan i rymden ombord på Vostok 6. Under hela 1900-talet var rymdfärder myndigheters domän, men detta började förändras i början av 2000-talet när privata företag kom in på fältet. År 2004 blev rymdplanet SpaceShipOne i omloppsbana den första privatfinansierade farkosten som kom ut i rymden och 2020 blev SpaceX Dragon 2 den första privatutvecklade orbitala farkosten och färjade en besättning till ISS.

Efter rymdkapplöpningens slut har rymdfärderna präglats av ökat internationellt samarbete, billigare tillgång till låg omloppsbana runt jorden och en expansion av kommersiella satsningar. Interplanetära sonder har besökt alla planeter i solsystemet, och människor har stannat i omloppsbana under långa perioder ombord på rymdstationer som Mir och ISS. Senast har Kina framstätt som den tredje nationen med förmågan att starta oberoende bemannade uppdrag, medan operatörer inom den kommersiella sektorn har utvecklat återanvändbara system. Från och med 2022 är den obemannade sonden Voyager 1 det mest avlägsna konstgjorda objektet från jorden, en del av en liten klass av farkoster, som lämnat solsystemet.



Flygindustrin har alltid legat i framkant av förändringar. Frågan är vilken väg utvecklingen nu kommer att ta. Det är alltid svårt att förutse framtiden. För det mesta händer något helt annat än man tänkte sig, men det finns några megatrender som ganska säkert kommer att påverka framtiden.



Hållbarhet

IATA, International Air Transport Association, har nyligen förbundit sig till nollutsläpp till 2050 genom en kombination av ny flygplansteknik och arkitektur, hållbara bränslen, förbättrad verksamhet och marknadsbaserade åtgärder (t.ex. kompensationer och koldioxidskatter). Även om industrin är väl insatt i att forska om flygplansteknologier som elektriska system och nya flygplansarkitekturer, har den mindre erfarenhet av nya flygplansoperationer och har ännu inte fördjupat sig i hållbara bränslen, vilket kommer att kräva samarbete med kemitekniska kollegor. Det finns också ett brett utbud av framdrivningsteknologier, från förbättrade konventionella gasturbiner till nya tillvägagångssätt inklusive väte, hybrid-elektriska och helelektriska. Tillverkare av flygmotorer måste utforska alla dessa och bedriva grundläggande forskning. Så småningom kommer man sedan att behöva begränsa sitt fokus allt eftersom hållbara lösningar dyker upp.

Digital teknik

Utvecklingstiden och kostnaderna för nya flygplan, motorer och många rymdfarkoster ökar i en ohållbar takt. Digitala processer kan angripa detta problem genom att koppla ihop konstruktion, utveckling, produktion och underhåll. Denna integration kommer oundvikligen att leda till certifiering redan vid konstruktion. Nya datorparadigm kan undersökas för att öka säkerheten i förutsägelser av allt mer

komplexa system. Data kommer att spela en allt viktigare roll, och nya verktyg behövs för att integrera modeller och data för att möjliggöra snabba och realtidsoperativa funktioner. Modellbaserad systemteknik (MBSE) kommer att bli en stöttepelare för flygingenjörer.

Kommersialisering av rymdindustrin

Rymdindustrin har förändrats avsevärt de senaste tjugo åren. Nya aktörer har engagerat sig i hård konkurrens om uppskjutningstjänster, sänkt kostnaderna och minskat inträdesbarriärerna. Detta har gjort plats för små, billiga satelliter, nya rymdutforskningsuppdrag och ny rymdteknisk utveckling. Elektrisk framdrivning växer för rymdfarkoster och är den ledande kandidaten för långtidsuppdrag, samtidigt som alternativa medel baserade på kärnkraftsframdrivning studeras. Planer på att skapa en månbas ger nya möjligheter för rymdfarkoster, robotik, material och rymdutforskning. Även rymdturismen håller på att bli verklighet.

Autonoma system

Tekniken tillsammans med marknads-krafterna inleder en tid präglad av autonoma system. Militären anammar autonomi som ett sätt att förbättra effektiviteten, och år 2050 förväntas upp till 50 % av militärflygplanen vara autonoma eller knutna till flygplan med besättning understödda av koncept som loyal wingmen. Autonomi i dynamiska och ostrukturerade miljöer och cybersäkerhet är forskningsområden av allt större betydelse. Flygingenjörer måste exponeras för mjukvara, autonomi och robotik för att komplettera teoretiska grunder. Beräkningsmässiga och teoretiska framsteg för motståndskraftig och säker drift av storskaliga nätverkssystem och storskalig autonomi och optimering, bland annat, ger fruktbara riktningar för forskningen.

Avancerad luftmobilitet

Autonom teknologi används allt mer för kommersiella drönare och kommer så småningom att möjliggöra denna femte megatrend, som lockar hundratals nya aktörer och miljarder dollar i investeringar. Möjligheten och utmaningarna här kräver betydande tekniska framsteg inom flygledningstjänst, sensorer och datanätverk, framdrivning och styrning av obemannade flygsystem, nyttolaster och kollektiv dynamik. Behovet av starka forskningsprogram inom dessa områden understryks av framväxande industri- och försvarsbehov.

Dyrt miljöbränsle



28 juni Actualidad Aeroespacial Flygbolagen behöver investera nästan två biljoner euro för att uppnå netto-nollutsläpp år 2050. På grund av den höga kostnaden för SAF, som år 2050 fortfarande kommer att vara mellan två och fyra gånger den historiska genomsnittliga kostnaden för Jet A-bränsle, skulle industrin behöva investera nära två biljoner euro för att uppfylla sina utsläppsminskningssmål. Detta, tillsammans med de höga underhållskostnaderna för nya flygplan, kan öka industrins kostnader globalt med 18% fram till 2050, enligt en ny studie av Bain & Company. Flygbolagen skulle kunna minska sina utsläpp med upp till 70 % fram till 2050 genom att förbättra motor- och flygplanseffektiviteten, införa hållbart flygbränsle (SAF) och optimera flygplanens prestanda. Sektorn kämpar dock för att nå sina mål om nettonollutsläpp senast 2050. Därför kommer flygbolag som avser att uppfylla dessa mål att börja höja priserna på sina flygbiljetter 2026 för att finansiera processen. Enligt konsultföretaget skulle denna prisökning minska den globala efterfrågan på resenärer som förväntas 2030 med 3,5%.

Obemannat attackflygplan



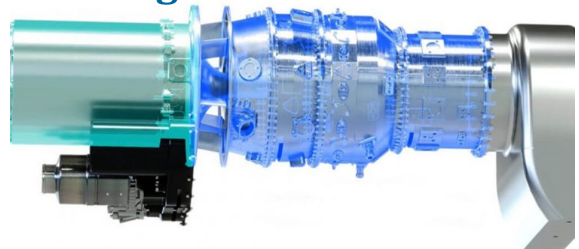
29 juni Aviation Week MBDA avancerar utvecklingen av förbrukningsbar fjärroperatör. Missiltillverkaren MBDA är inställd på att flygprova ett 400 kg, 4 m obemannat flygplanssystem som en del av demonstrationsprogrammet för European Future Combat Air System (FCAS). Som ett av företagen inom FCAS utvecklingspelare för fjärrbärare, fokuserar MBDA:s ansträngningar på vad som alltmör beskrivs som ERC-plattformar (Expendable Remote Carrier). Pelarpartnern Airbus leder utvecklingen av större återvinningsbara fjärrbärare (RRC), medan det spanska företaget Satnus – som består av GMV, Sener Aeroespacial och Tecno-bit-Grupo Oesía – arbetar med de algoritmer och system som gör det möjligt för ERC och RRC att samarbeta. Både ERC- och RRC-plattformarna kommer att demonstreras som en del av fas 1B och fas 2 av FCAS-programmet, och flygningar för båda förväntas äga rum i slutet av decenniet, innan FCAS går in i fullskalig utveckling runt 2030. MBDA har valt en lång, tunn, kryssningsmissilliknande flygkropp med infällbara vingar, med intag för motorn - troligen en liten, billig turboflakt - inbäddad i sidorna av flygkroppen. Demonstratorn ERC förväntas också ha en entimmars uppdragsuthållighet under vilken den kommer att styra sina olika sensorer.

Fransk hypersonik



27 juni Aviation Week Frankrike genomförde den första demonstrationsflygningen av sitt hypersoniska glidflygplan V-MAX. Projekt V-MaX (Experimental Maneuvering Vehicle) syftar till att skapa ett hypersoniskt glidflygplan med en hastighet på mer än Mach 5. Demonstratorn sköts upp från en son draket från missilområdet Biscarosse i sydvästra Frankrike den 26 juni och utförde flera manövrar över Atlanten. Utvecklingen av V-MAX leddes av ArianeGroup, som också bygger den M51 ubåtsuppskjutna ballistiska missilen som används av den franska flottan för landets kärnvapenavskräckning. Rykten om en potentiell första flygning av V-MAX dök upp under förra veckans Paris Air Show, när meddelanden till sjömän utfärdades för en missiluppskjutning i Biscayabukten och Atlanten. Anslagen antydde ett stort vandområde över vattnet. Bilder som publicerats på sociala medier visade ångspår på hög höjd som tyder på att fordonet genomförde flera manövrar under proven.

Rolls elgasturbin



27 juni Actualidad Aeroespacial Rolls-Royces nya lilla motor är redo att börja hybri delektriska flygprovning. Rolls-Royces nya lilla gasturbin, utvecklad speciellt för att driva hybri delektriska flygningar, är redo att börja provas. Motorn är en del av ett turbogeneratorsystem som utvecklas för den avancerade luftmobilitetsmarknaden. Detta inkluderar elektriska vertikala start- och landningsflygplan (eVTOL) för luftmobilitetsapplikationer i städer och pendelflygplan upp till 19 passagerare. Turbogeneratorsystemet kommer att komplettera Rolls-Royces elektriska framdrivningsportfölj genom att erbjuda en inbyggd kraftkälla med skalbara effekterbjudanden mellan 500 kW och 1 200 kW som möjliggör utökad räckvidd med hållbara flygbränslen (SAF) och senare, när det är tillgängligt, genom vätagasförbränning. Detta kommer att öppna nya och längre rutter än batterielektriska flygplan. Turbogeneratoren kan användas i hybridapplikationer i serie eller parallellt. Den är väl lämpad för att ladda batterier och ge ström direkt till elektriska framdrivningsenheter och gör det möjligt för flygplan att växla mellan strömkällor under flygning.

Virgin flyger igen



29 juni Aviation Week Virgin Galactic börjar kommersiell suborbital flygtjänst. Efter nästan 20 år gjorde Richard Bransons Virgin Galactic sin första kommersiella flygning och skickade en trio av forskare och experiment från det italienska flygvapnet och Italiens nationella forskningsråd på en kort resa till den suborbitala rymden. Virgin Space Ship (VSS) Unity, monterad mellan de dubbla flygkropparna på VMS Eve bärarflygplan, lyfte från Spaceport America nära Las Cruces, New Mexico, för Galactic 01 uppdraget. Under kommando av Virgin Galactic Mike Masucci, en pensionerad överstelöjtnant från det amerikanska flygvapnet, och piloten Nicola Pecile, en före detta överstelöjtnant från det italienska flygvapnet, skildes Unity från Eve på en höjd av 13,5 km och piloterna styrde rymdskeppet in i vad som kallas "gamma-sväng"-manövern för att nå kanten av rymden. Raketmotorn stängdes av som planerat efter cirka 60 sekunder och Unity steg till en höjd av cirka 84 km där passagerarna njöt av synen av jorden mot den svarta rymden.

Kessler's syndrom



30 juni The Hill Ett orbitalt krig skulle riskera att avsluta rymdåldern. Medan rymden är oändlig, är de delar som är mest användbara för den mänskliga civilisationen avgjort begränsade. De mer än 8 000 satelliter vi förlitar oss på för vetenskap, navigering och kommunikation ligger alla inom cirka 36 000 km från jordens yta med 90 procent inom cirka 5 000 km. Enligt en studie, som publicerades i Journal of Defense and Peace Economics, skulle ett krig, som förstörde 250 satelliter, fylla jordens bana med mer än 25 miljoner bitar av dödligt rymdskräp. En sådan konflikt skulle öka antalet dödliga rymdfragment, som för närvarande är ungefär en halv miljon i jordens omlopp, med en faktor mer än 50. Och varje enskilt fragment skulle skapa ett "potentiellt dödligt" hot mot rymdfarkoster. Varje satellitförstörelse kan resultera i mer än 100 000 nya bitar av sådana höghastighetssplinter, vilka kan ta så lång tid som ett år att brinna upp i jordens atmosfär. Det molnet hinner då spränga fler satelliter och skapa ett ständigt växande moln. Det betyder att en konflikt i planetens bana skulle öka risken för det fruktade Kessler's syndrom, en ökande ohejdbar kaskad av rymdbaserad förstörelse som allvarligt skulle begränsa eller till och med stänga av mänsklig användning av rymden.

Rymd för Försvar och Säkerhet

4 juli FOI Webbversion Omvärldsbevakning nr 1 - 2023 FOI-2021-100. I detta nyhetsbrev kan du bland annat läsa om: [Samhällets beroende av rymdinfrastruktur](#) [Space Operations Summit 2023](#)

Sveriges rymdverksamhet

[Rymdverksamhet under det svenska EU-ordförandeskapet](#)

[Svenskt rymdförsvär i Perspektivstudie 2022 och ÖB:s militära råd](#)

Kommersiell utveckling inom rymdområdet

[Globala trender och nyheter inom uppskjutningsindustrin](#)

[Nya satellitkonstellationer för hyperspektral avbildning att vänta 2023](#)

[Japans PNT-konstellation QZSS ska utökas till 11 satelliter – blir oberoende av GPS](#)

[Bemannad rymdfart – globala trender](#)

Militär rymdverksamhet

[Nato lanserar initiativ till virtuell konstellation medan USA satsar på rymdbaserad spaningsdata till allierade](#)

[Upptäckt störningsaktivitet mot civil och militär satellitnavigering](#)

[Nordkoreansk spaningssatellit nådde inte omloppsbana](#)

[Ryskt mål att öka produktionen av inhemska satelliter](#)

[Vem anskaffar USA:s spaningssatelliter? Framsteg mellan NRO och Space Force](#)

Rymdpolitik och -strategi

[EU:s rymdstrategi för säkerhet & försvar](#)

[EU lagstiftar för att höja säkerhet och oberoende – så påverkas rymdsektorn](#)

[Rustningskontroll i rymden – sista mötet i öppen FN-arbetsgrupp](#)

[Ny indisk rymdpolicy](#)

[Fördjupning: Afrikansk rymdindustri](#)

I samband med att Sverige tog över ordförandeskapet hölls invigningen av Spaceport Esrange. Utbyggnaden gör Esrange till EU:s första uppsändningsplats i fastlandseuropa för satelliter. Bland annat planerar det europeiska återanvändbara raketprogrammet Themis uppskjutningar från den nya raketrampen. Tillsammans med rymdbasens övriga infrastruktur och geografiska läge gör det Esrange till en viktig strategisk resurs inte bara för Sverige, utan också för EU och Sveriges övriga allierade.

I slutet på 2022 presenterades Försvarsmaktens perspektivstudie tillsammans med överbefälhavarens militära råd. Sammantaget visar de båda rapporterna att betydelsen av rymddomänen ökar, både för det civila och militära försvaret. För att följa den internationella utvecklingen innehåller de rekommendationer för en utbyggnad av Sveriges rymdförsvär. Potentiella konkreta åtgärder är anskaffning av bärraketer, spaningssatelliter och krigsplacering av nyckelpersonal vid Esrange.

Europeiskt självständigt tillträde till rymden är en central fråga för den europeiska rymdsektorn. ESA:s nya stora bärraket Ariane 6 ska enligt tidigare offentliggjorda planer genomföra sin första uppskjutning 2023, men under våren 2023 har uppgifter cirkulerat om att det sker tidigast 2024.

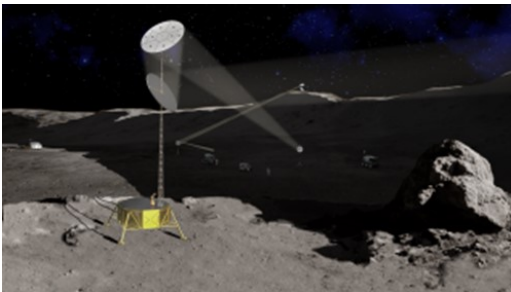
Kinas uppskjutningar av bärraketer ser ut att fördubblas under 2023 jämfört med året innan. Bland enskilda kommersiella aktörer är dock dominansen som SpaceX har uppvisat de senaste åren ännu ohotad. Under 2023 genomförde bolaget det första provet av Starship-raketen som ska användas i USA:s fortsatta utforskning av månen och rymden.

Sista Ariane 5



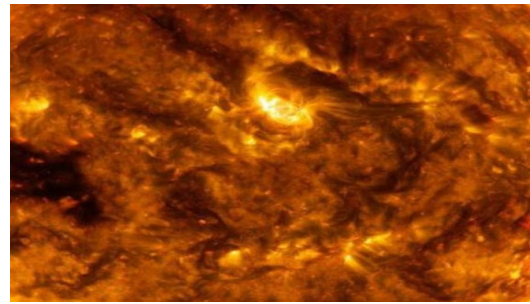
6 juli [Der Spiegel](#) Ariane 5 lanserades framgångsrikt för den sista resan ut i rymden. Den europeiska bärraketen Ariane 5 har skickats till rymden för sista gången från rymdhamnen i Kourou i Franska Guyana. Starten hade skjutits upp två gånger. På sitt 117:e och sista uppdrag ska bärraketen lyfta upp den tyska kommunikationssatelliten »Heinrich Hertz« och en fransk militärsatellit i omloppsbana. Förutom otaliga kommunikationssatelliter har den lyft upp teleskop som XMM-Newton (1999) och Herschel och Planck (2009), den gigantiska miljöforskningsatelliten Envisat (2002), kometjägaren Rosetta (2004) och planetsonderna BepiColombo (2018) och Juice (2023). Dess mest framgångsrika uppdrag var förmodligen uppskjutningen av rymdteleskopet "James Webb" i december 2021 så exakt att "Webb" kunde spara enorma mängder av sitt eget bränsle, som astronomer kan använda i flera år för att kontrollera teleskopets optimala position. Efterföljaren Ariane 6, som ska vara hälften så dyr, skulle ha skickats upp för tre år sedan, men har blivit försenad.

Speglar på Månen



3 juli [SPACE](#) Rymdteknikföretaget Maxar kommer autonomt att omdirigera solljus för att driva solpaneler i mörka områden på månytan. NASA har satt målet att landa astronauter nära månens sydpol år 2025 som en del av Artemis-programmet. Månens sydpol är rik på resurser som vattenis, men upplever också långa perioder med litet eller inget solljus. Dessa förhållanden gör energiproduktionen svår, vilket ger få alternativ för att ladda batterier och upprätthålla liv med solenergi. Ett nytt Maxar-projekt som kallas Light Bender syftar till att åtgärda detta genom att använda autonoma speglar som automatiskt reflekterar ljus mot viktig utrustning som Artemis-astronauter kan bära med sig i permanent skuggade områden på månens yta. Light Bender fungerar genom att hissa två 10 meters reflektorer upp i en 20 meter hög teleskopmast. En spegel spårar autonomt solen och reflekterar det ljuset till den andra spegeln, som sedan reflekterar dessa strålar mot de avsedda solpanelerna. Artemis 3 är planerat att nå månen tidigast 2025. Artemis 2 är under tiden planerad att skicka en besättning på fyra runt månen och tillbaka i november 2024.

Söker mörk energi



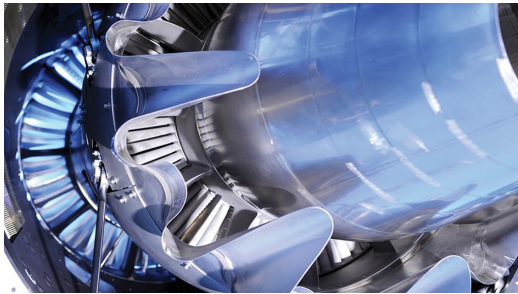
1 juli [AP](#) Europeiskt teleskop ska leta efter ledtrådar till universums mörkaste hemligheter. SpaceX lanserade Europeiska rymdorganisationens Euclid-observatorium mot sin slutdestination 1,5 miljoner kilometer bort i Webb Space Telescopes grannskap. Det kommer att ta en månad att komma dit och ytterligare två månader innan den börjar sin ambitiösa sex-årsundersökning i höst. Genom att fastställa platsen och formen på galaxer upp till 10 miljarder ljusår bort - nästan hela vägen tillbaka till Big Bang - hoppas forskare få insikt i den mörka energin och den mörka materien som utgör större delen av universum och hålla det expanderande. Forskare förstår bara 5 procent av universum. Resten är fortfarande ett mysterium och en gåta, som man hoppas att detta uppdrag kommer att bidra till att lösa. Euclid skulle ha flugit på en rysk raket från Franska Guyana i Sydamerika, Europas största rymdhamn, men ESA sade upp kontraktet efter invasionen av Ukraina förra året, och bytte till SpaceX.

Airbus vikta vinge



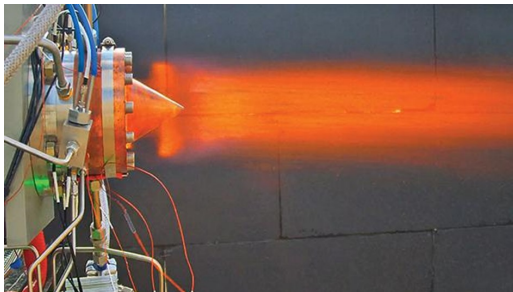
4 juli [Bloomberg](#) Airbus satsar på narrowbody-efterträdare med fällbara vingspetsar. Airbus SE arbetar på en långsträckt kolkompositvinge med vikningsspetsar som kan finnas på nästa generations flygplan, då den europeiska tillverkaren försöker få ut mer bränslebesparingar och förbättra branschens miljöpåverkan. De nya vingarna är en del av Airbus färdplan mot sin nästa modell som kommer ut på marknaden runt mitten av nästa decennium. De nuvarande bästsäljande narrowbodies från Airbus och Boeing Co. är decennier gamla konstruktioner och har förlitat sig på uppgraderingar som nya motorer. Flygplansvingar är bland den mest komplexa delen av ett flygplan. En utmaning kommer att vara att producera de nya vingarna i stor skala och till jämförelsevis låg kostnad. Boeing har också satsat på en radikalt ny vingdesign, kallad Transonic Truss-Braced Wing, eller TTBW, i samarbete med NASA. Idén är uppbyggd kring extra långa och supertunna vingar, inklusive stabiliserande stag. Fällbara vingspetsar finns redan på den kommande Boeing 777X, som kommer att tas i kommersiell drift 2025.

Rolls och väte



7 juli Aviation Week Rolls-Royce trappar upp vätgasbränsleprov för nollkoldioxidmål. Rolls-Royce utökar forskningen om den potentiella användningen av väte som flygbränsle med en serie nya riggprov och samarbetsstudier inriktade på ökad effektivitet och slutligen en koldioxidfri drift. Även om Rolls också utvärderar väte som en del av olika hybrid-elektriska framdrivningsinsatser, ligger företagets bredare fokus på dess användning i antingen bränslecellsförstärkta gasturbiner eller för direkt förbränning i modifierade turbofläktar utformade för att stödja framdrivningskoncept som Rolls planerar ska driva regionala flygplan, affärsjetflygplan och enångsflygplan med start 2035. För att utvärdera utmaningarna lanserades nyligen företagets vätgasteknologiprogram efter forskning av UK Aerospace Technology Institutes (ATI) Fly Zero och Project Zero-studie med Embraer och det norska flygbolaget Wideroe tillsammans med det brittiska regeringsstödda Project Napkin (New Aviation Propulsion Knowledge and Innovation Network) för vätgasdrivna flygplan. En specialdesignad vätebrännare ovan kommer att provas på Advance 2-baserade Pearl 15 2024.

Detonationsmotor



6 juli Aviation Week GE och Airbus Ventures avancerar roterande detonationsframdrivning. Under Paris Air Show avslöjade GE det pågående arbetet med att utveckla en DARPA-finansierad demonstrator för ett turbinbaserat framdrivningssystem med kombinerad cykel (TBCC) för att driva en återanvändbar hypersonisk farkost med höghastighetsturbofläkt och en bränslebesparande roterande detonationsbrännare. Ett nyligen genomfört prov av den Venus Aerospace-designade roterande detonationsraketmotorn förde projektet framåt mot planerade flygningar av en Mach 3-demonstrator. Dessutom tillkännagav Airbus Ventures i mitten av juni en investering på ett ej avslöjat belopp i Venus Aerospace, en Houston-baserad startup som arbetar med en roterande detonationsraketmotor (RDRE) med en rad potentiella tillämpningar, inklusive rymdfarkoster, mån- och marslandare, och hypersoniska flygplan. Konventionella luftandningsmotorer som turbofläktar och ramjets förbränner en blandning av komprimerad luft och bränsle vid ett konstant tryck. En luftandande RDE detonerar blandningen, vilket genererar betydligt mer kraft än att bränna lika mycket. Den detonerade gasen snurrar sedan i vågor runt en ringformad cylinder med konstant volym. I teorin fortsätter blandningen att antändas av den föregående vågens detonation, och processen blir självförsörjande.

Safran elframdrivning



6 juli Aviation Week Safran siktar på att bli först med att certifiera elektrisk framdrivning. Franska Safran planerar att påbörja certifieringsprov på sin första elmotor, EngineUS 100 ovan, med flygprov, som förväntas ungefär samtidigt. Företaget räknar med europeisk certifiering under första kvartalet 2024 och vill vara först med att certifiera en elmotor för CS-23/Part 23-flygplan. EngineUS 100 har valts ut för att driva Aura Aero Integral E och Diamond eDA40 elektriska skolflygplan, CAE:s elektrifierade Piper Archer skolflygplan, VoltAeros hybridelektriska Cassio 330 och kinesiska start-up TCab Techs E20 elektriska fordon för vertikalt start och landning. Safrans EngineUS 100 täcker området 100-180 kW med en effekttäthet på 5 kW/kg vid toppeffekt. Motorn är luftkyld, med en inbyggd motorstyrenhet. Detta minimerar elektromagnetiska störningar. Företaget utvecklar också EngineUS XL, en större vätskekyld elmotor. Avsedd för regionala flygplan kallades XL tidigare EngineUS 500 men har demonstrerat mer än 500 kW i prov och har förmågan att nå 1 megawatt.

Ändrad Sukhoi



10 juli Aviation Week Sukhoi omformar Su-75 Checkmate. Su-75 Checkmate är ett enmotorigt jaktplan av den nya generationen, som ryssarna hade för avsikt att tillverka till låg kostnad med hjälp av färdiga komponenter, mestadels från Su-57-jaktplanet, inklusive samma AL-41F-1-motor och mycket av dess system, flygelektronik och vapen. I den nya varianten ändras flygkroppens bakdel, den bakre vingkanten har förstörade flaperons och vingens ledande rotförlängningar är något längre. De yttre vingpanelerna togs tidigare direkt från Su-57. Nu har de ändrats. Sukhoi Design Bureau påbörjade detaljdesign av Su-75 i början av 2020, och LTS-M-demonstratorn färdigställdes av Sukhoi KnAAZ-fabriken i Komsomolsk-on-Amur i maj 2021. Samma anläggning arbetar med nästa provflygplan, och framtida serieflygplan planeras att tillverkas där. Användningen av superdatorer för design påskyndade utvecklingen. Jämfört med klassisk experimentbaserad utveckling möjliggör superdatorsimulering en mer rationell design på kortare tid och till en mycket lägre kostnad. Sukhoi säger att Su-75 är dess första flygplan helt designat på superdatorer. De ryska flygstyrkorna (VKS) blir troligen den första kunden för Su-75. VKS, med Su-30SM, Su-35S, Su-57 och MiG-35S flerrolls-jaktplan och tunga Su-34 stridsbombplan i nuvarande produktion, är inte intresserade av att köpa ytterligare ett taktiskt stridsflygplan, men skulle köpa Su-75 om myndigheterna anser det nödvändigt att hålla projektet vid liv och stödja dess export.

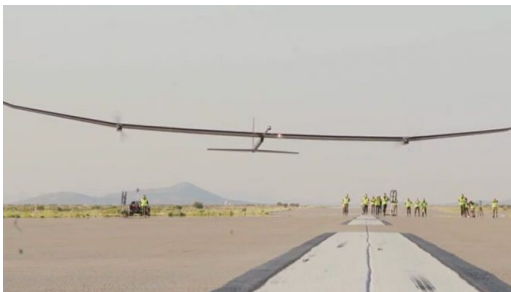
Saab prisade vid mäsä



14 juli Saab Vid årets Royal International Air Tattoo (RIAT) 2023 visade Saab Gripen E och GlobalEye.

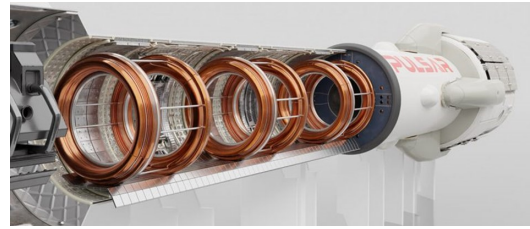
RIAT 14-16 juli är världens största militära flygshow och lockar hundratals flygplan och tiotusentals besökare till RAF Fairford, Gloucestershire. I år hade Saab en aldrig tidigare skådad närvaro. Två av världens modernaste militära flygplan – Gripen E och GlobalEye – landade för första gången någonsin i Storbritannien. Gripen E och GlobalEye representerar en förmåga som är oöverträffad i Europa. Gripen E är byggd för framsynta flygvapen och är det modernaste stridsflygplanet på marknaden idag. Dess banbrytande teknik inkluderar de allra senaste systemdesigntechnikerna, sensorer, elektronisk krigföring och vapen för att säkerställa total luftöverlägsenhet i mycket omväntade miljöer. Saabs testpilot André Brännström vann pris för bästa soloflygdemonstration. Saabs GlobalEye är den enda AEW&C-lösningen som tillhandahåller långdistansövervakning i luft, hav och land i realtid, från en enda plattform. Den kombinerar oöverträffad tillgänglighet och leveransscheman med låga underhållskostnader och överlägsen prestanda jämfört med alla andra AEW&C-lösningar på marknaden.

Soldriven drönare



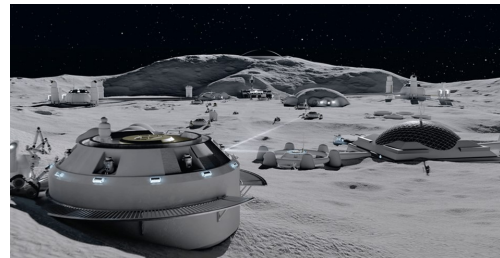
15 juli RAES BAE Systems Phasa-35 gör banbrytande stratosfärisk flygning. Den 24 juni gjorde en BAE Systems Phasa-35 soldriven höghöjds pseudosatellit (HAPS) en 24-timmars provflygning från Spaceport America, New Mexico, över US Army White Sands Missile Range. Den nådde 66 000 fot, i sin första stratosfäriska flygning någonsin innan den landade dagen efter. Phasa-35, utvecklad i samarbete med Prismatic, som BAE förvärvade i september 2019, är en soldriven UAV med ett vingspann på 25 m (som en Airbus A320), en vikt på endast 150 kg och utformad för att hålla sig uppe i månader i taget på höjder av 65 000 fot eller mer med en nyttolast på 15 kg. BAE:s Prismatic Phasa-35 är en av flera HAPS-satsningar, inklusive Airbus Zephyr, Stratospheric Technologies och Stratobus (och liksom kinesiska HAPS och naturligtvis spionballonger) som nu utforskar denna underutnyttjade del av atmosfären för ett växande utbud av militära och civila uppdrag. Den är som en styrbar satellit, som kan parkera över en plats under långa perioder för att observera och lyssna. Till skillnad från en satellit, som tillbringar några minuter över en punkt på jorden på cirka 400 km från ytan, är den 20 gånger närmare marken, vilket ger en mycket bättre återgivning av bilder eller data

Fusionsraketmotor



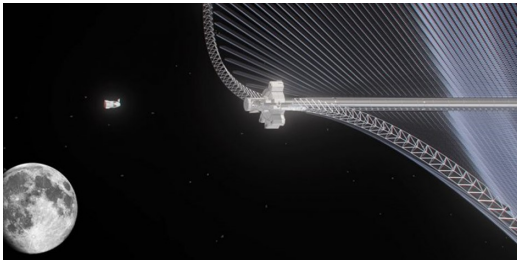
11 juli Actualidad Aeroespacial Pulsar Fusion påbörjar byggandet av en kärnfusionsraketmotor. Det brittiska rymdföretaget Pulsar Fusion har påbörjat byggandet av den största praktiska kärnfusionsraketmotorn som någonsin byggts, känd som Sparks. Denna raket lovar avgashastigheter som överstiger 200 km/s, vilket gör den till ett av de snabbaste farkosterna, som någonsin skapats av människan. Fusionskammaren, som har en längd på åtta meter, monteras i Bletchley, England. Den förväntas tändas för första gången 2027 och tillfälligt bli den hetaste platsen i solsystemet. Pulsar Fusion-forskare förväntar sig att den kommer att generera temperaturer högre än solens och nå flera hundra miljoner grader. Tekniken har potential att halvera uppdragstiderna till Mars och minska flygtiden till Saturnus från åtta år till två. Svårigheten ligger i att lära sig att innesluta och begränsa plasma inom ett elektromagnetiskt fält. För att möjliggöra en bättre förståelse av beteendet hos superhet plasma under elektromagnetisk inneslutning har man etablerat ett samarbete med Princeton Satellite Systems för att använda data från den världsrekordhållande PFRC-2-reaktorn.

Framtida rymdteknik



10 juli SpaceNews Lockheed Martin tror att AI, Quantum Computing och Nuclear Power är nyckeln till framtida rymduppdrag. Genom ett projekt, som heter "Destination: Space 2050", undersöker Lockheed Martin framtida rymdteknik. Artificiell Intelligens AI kan hjälpa vid vetenskaplig utforskning av platser där kommunikation med fjärrsensorer skulle störas av hög fördröjning. Data som samlats in av hundratals eller tusentals satelliter som färdas i olika omloppsbånar kan ge en stor mängd information som skulle vara bortom möjligheten för mänskliga operatörer att analysera. Dessutom fokuserar Lockheed Martins Space 2050-rapport på tekniker för kvantberäkning, kvantkommunikation och kvantfjärranalys. År 2050 tror man också att vi kommer att se regelbundna kommersiella leveranstjänster från jorden till månen och tillbaka för både last eller människor. Lockheed Martin etablerade Crescent Space tidigare i år för att tillhandahålla månkommunikation och navigationstjänster, men framsteg inom kraft och framdrivning, inklusive kärnteknik, kommer att vara helt avgörande. År 2050 kommer vi att se regelbundna kommersiella leveranstjänster från jorden till månen och tillbaka för både last eller människor. På månens yta kommer besättningar att kunna hitta, utvinna och bearbeta värdefulla resurser för att skapa bränsle och för att upprätthålla liv och stödja mänskliga operationer.

Månkraftverk



14 juli [Actualidad Aeroespacial](#) Ett månkraftverk kan ge ren energi från rymden. Detta spännande genombrott har förverkligats i en studie utförd av det schweiziska företaget Astrostrom som en del av Europeiska rymdorganisationens (ESA) Open Space Innovation Platform Campaign, med titeln "Clean energy: new ideas for solar energy from space". Studien har ett månkraftverk som heter GE□-LPS, kort för Lunar Power Station. GE□-LPS-projektet föreslår byggandet av en soldriven satellit vid månen med huvudsakligen månresurser, inklusive solceller tillverkade på själva satelliten. Denna satellit skulle kunna leverera megawatt mikrovågskraft till mottagare som ligger på månytan och möta energibehovet för framtida aktiviteter på månen, såsom bemannade baser. GE□-LPS-designen är inspirerad av formen av en fjäril och har V-formade solpaneler med integrerade antenner, utplacerade i en spiralformad konfiguration som täcker mer än en kvadratkilometer. Denna konfiguration skulle möjliggöra kontinuerlig generering av 23 megawatt kraft för operationer på månytan. Solpanelerna är baserade på järnpyritmonograinskikt solceller som produceras på månen. Den föreslagna platsen för månkraftverket skulle vara en jord-måne Lagrange-punkt, som ligger cirka 61 350 kilometer från månytan.

Engelsk hypersonik



23 juli [Aviation Week](#) Storbritannien beskriver en utvecklingsstrategi för hypersoniska vapen. Försvarsministeriet har etablerat en så kallad Team Hypersonics, som kommer att köpa ett hypersoniskt glidfordon, samarbeta i befintliga hypersoniska vapenprogram och utveckla en nationell suverän hypersonisk vapenkapacitet, troligen en hypersonisk kryssningsmissil. Detta initiativ värderat till cirka 1 miljard pund över sju år kommer att påskynda det gemensamma USA/UK-hypersoniska vetenskaps- och teknikinitiativet, Thresher, och leda till en teknikdemonstrator genom ett tidigare program som heter HyLarc. Hypersonik undersöks bilateralt mellan Australien och USA och med Storbritannien och USA trilateralt. Separat arbetar man med Reaction Engines, Rolls-Royce, Royal Air Forces Rapid Capabilities Office och Storbritanniens National Security Strategic Investment Fund för att leverera Hypersonic Air Vehicle Experimental Program, som ska etablera Storbritannien som ledande inom återanvändbara hypersoniska luftsystem. Teamet arbetar med kritiska high-Mach/hypersoniska teknologier, inklusive nya luftandande framdrivningsarkitekturer, innovativa termiska ledningssystem och avancerade fordonskoncept.

Miljöproblem för flyget



18 juli [Aviation Week](#) Klimatförändringarna har börjat påverka kommersiella flygtransporter. Eurocontrol, organisationen som ansvarar för flygledningstjänsten i Europa, varnar återigen flygindustrin för de risker som klimatförändringen innebär för flygverksamheten. Bland de mest betydande hoten är mycket högre temperaturer som påverkar flygplanens prestanda. Vanligtvis leder varmt väder till längre startsträckor, så en konsekvens av klimatförändringar kan vara ett krav att förlänga landningsbanorna. På grund av höjning av havsnivån kan flygplatskapaciteten minska och vissa flygplatser kan helt enkelt bli oanvändbara. Som man såg förra sommaren kan värmeböljor försämra material på banor och andra ytor. Andra extrema väderhändelser inkluderar kraftiga regn, som ökar risken för översvämningar. Ett varmare klimat innebär mer energi i atmosfären. Därför kan turbulensen förväntas växa både i förekomst och styrka. Torka kan orsaka vattenbrist som kan påverka alla mänskliga aktiviteter, inklusive flygplatsverksamhet. Dessa störningar kommer också att få ekonomiska resultat. Att flyga ytterligare sträckor och förbränning av extra bränsle för att undvika ett stormigt område kommer att öka kostnaderna. Under 2019 uppgick storminducerade kostnader i Eurocontrol-området (hela Europa och Turkiet) till 2,2 miljarder euro.

Europeisk missilvarning



23 juli [ArianeGroup](#) ArianeGroup deltar i utvecklingen av rydbaserade system för tidig varning för missiler. Europeiska kommissionen har valt ArianeGroup för rydbaserade projekt för tidig varning för missiler och responsiva rydb-system inom ramen för Europeiska försvarsfondens EUF arbetsprogram för 2022. Det första projektet, som heter ODIN'S EYE II (Multi-natiOnal Development Initiative for a Space-based missile Early-warning architecture), avser ett europeiskt rydb-baserat missilvarningssystem. ODIN'S EYE II, som koordineras av det tyska företaget OHB pågår 36 månader och katalyserar kompetensen hos 38 partners i 13 europeiska länder. Det andra projektet, som heter REACTS (Responsive European Architecture for Space), syftar till att definiera en arkitektur för en ny omvälvande snabbbuppskjutningskapacitet till rymden inom en tidsram på 72 timmar. REACTS samordnas av den tyska rymdorganisationen DLR och kommer att pågå i 21 månader. Med en budget på 8 miljarder euro syftar EUF till att öka den europeiska försvarsindustrins konkurrenskraft. Fonden genomför årliga arbetsprogram från 2021 till 2027. ArianeGroup arbetar också på en andra hypersonisk demo för Frankrike.

Ny rysk motor



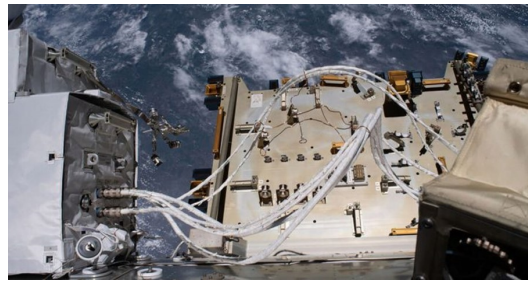
24 juli Aviation Week Nästa generations motor AL-51F-1 är avsedd för ett moderniserat Su-57M jaktplan. Den erbjuder ökad dragkraft och lättare vikt. Ett mindre antal delar möjliggör lägre driftskostnader. Fläkten har tre steg, och högtrycksdelen har en femstegskompressor. Tack vare glasfiberförstärkta inloppsledskovlar av plast har den nya motorfläkten ett mycket mindre radartvårsnitt i fronten. Su-57-provflygplanet började flyga i oktober förra året efter att viss utrustning moderniserats och nya vapen lagts till. Installation av AL-51F-1-motorn i produktionsflygplan skulle starta runt 2025, vilket nu är osannolikt. Munstycket på den nya AL-51F-1-motorn är nu axisymmetriskt med dragkraftsvektorkontroll. Su-57M-jaktplanet är dock planerat att få platta motormunstycken för att minska radarsignaturen. Munstycket har fyra oberoende styrda klaffar, två subsoniska och två supersoniska, som justerar luftutloppet tvärsnitt och dragkraft. Arkhip Lyulka Design Bureau arbetar också med en keramisk brännkammare. Framsidan är av metall och resten är gjord av keramiska matriskompositer.

Stagad vinge



26 juli AirInsight Amerikanska flygbolag samarbetar med NASA och Boeing om X-66A-projektet. I en gemensam insats för att främja hållbarhet inom luftfarten har stora amerikanska flygbolag samarbetat med NASA och Boeing för att stödja projektet Sustainable Flight Demonstration (SFD) och utvecklingen av det innovativa forskningsflygplanet X-66A. Alaska Airlines, American Airlines, Delta Air Lines, Southwest Airlines och United Airlines kommer att spela en avgörande roll för att ge värdefulla insikter om flygplatsers operativa effektivitet, underhåll, hanteringssegenskaper och kompatibilitet. X-66A, som kommer att byggas från en modifiering av MD-90-flygplanet vid Boeings anläggning i Palmdale, Kalifornien, kommer att testa den innovativa flygplanskonfigurationen som kallas Transonic Truss-Braced Wing (TTBW). En av de mest lovande aspekterna av projektet är utsikterna att ett engångsflygplan med en TTBW-konfiguration skulle kunna minska bränsleförbrukningen och utsläppen med upp till 30%.

Bartolomeo



24 juli Actualidad Aeroespacial Den europeiska Bartolomeo - plattformen öppnar dörrarna till rymdens framtid. Denna externa nyttolastanläggning i den europeiska Columbus-modulen på den internationella rymdstationen (ISS), har öppnat nya möjligheter för tillgång till rymden, vilket möjliggör större flexibilitet, snabbare omloppstider och enklare processer. Bland de nyttolaster som planeras att flyga i Bartolomeo sticker följande ut: **Langmuirsond** utvecklad av universitetet i Oslo och Eidsvoll Electronics (Norge) som kan lösa jonsfäriska plasmadensitetsvariationer på rumsliga skalor under en meter. **ESA:s exobiologiska plattform** för att bättre förstå utvecklingen av organiska molekyler och organismer i rymden. **COMPASSO**-uppdraget för att synkronisera stabila laseroptiska klockor i rymden med klockor på jorden. **Xen-Hub** för att upprätta optiska höghastighetslänkar på mer än en gigabit per sekund. **Debris Impact Pads** för demonstration av insamling av skräp och skydd av rymdfarkoster. **ClimCam** för övervakning av klimatförändringar i Östafrika. Förutom de ovan nämnda uppdragen arbetar Airbus Space med ytterligare nya nyttolaster, inklusive teknikdemonstrationer, verifieringsuppdrag i omloppsbana, tillverkning i rymden och 3D-utskrift.

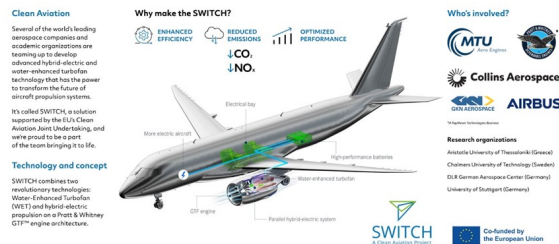
Livsviktig molekyl i rymden



27 juli Chalmers Livsviktig molekyl upptäckt med James Webb-teleskopet. En avgörande pusselbit för att förstå hur liv kan uppstå i universum har nu upptäckts med hjälp av James Webb-teleskopet. Redan för fem decennier sedan räknade Chalmersastronomen John Black ut att kolmolekylen CH₃+ skulle kunna vara en föregångare till de mer komplexa molekyler, som utgör grunden till allt liv. Nu har astronomer för första gången fått syn på den eftersökta molekylen i stjärnfabriken Orionnebulosan, 1350 ljusår bort. På bilder tagna med teleskopet syns en ljuspunkt i kanten av en mörk skiva av damm. Denna upptäckt är särskilt spännande för mig eftersom jag hjälpte till att förutsäga molekylen avgörande roll i stjärntätnings kemi i början av 1970-talet säger John Black, professor emeritus i radioastronomi vid institutionen för rymd-, geo- och miljövetenskap på Chalmers. Bakom upptäckten ligger ett stort forskarlag, lett av den franska astronomen Olivier Berné, i vilket John Black ingår. Mätningarna gjordes delvis med instrumentet Miri ombord på James Webb-teleskopet. En del av tekniken i Miri är utvecklad av svenska forskare vid bland annat Stockholms universitet och Chalmers.

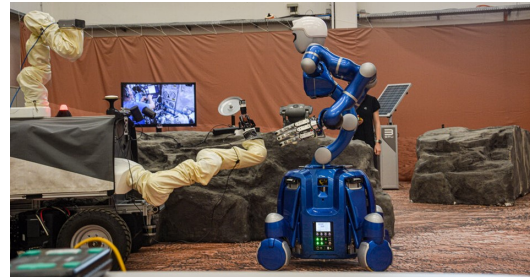
GKN i EU-projekt

SWITCH: Sustainable Water-Injecting Turbofan Comprising Hybrid-Electrics



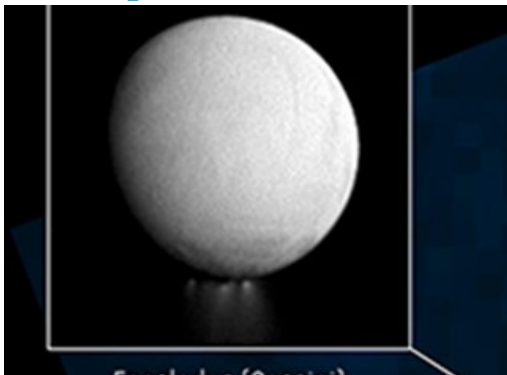
27 juli gknaerospace GKN Aerospace deltar i projektet OFELIA och SWITCH för nästa generations medeldistansflygplan med 30 % lägre bränsleförbrukning. OFELIA-projektet leds av den franska motortillverkaren Safran, som kommer att arbeta med 26 viktiga europeiska partners, inklusive GE Aerospace. I projektet ansvarar GKN Aerospace för ett antal viktiga motorstrukturer, både i kompressorn och turbinen. Projektet kommer att utveckla och prova en så kallad Open Rotor. SWITCH-projektet leds av tyska MTU. Projektet utvecklar helt ny hybridelektrisk och vattenförbättrad turbofläktteknik för framtida framdrivningssystem för att förbättra bränsleeffektiviteten och minska flygplanens CO₂-utsläpp med upp till 25 procent. I SWITCH-projektet kommer GKN Aerospace att utveckla olika motorstrukturer med helt ny funktionalitet, såsom integrerade elektriska maskiner och värmväxlare, och kommer att dra nytta av sin unika provrigg i Trollhättan.

Styr robotar från rymden



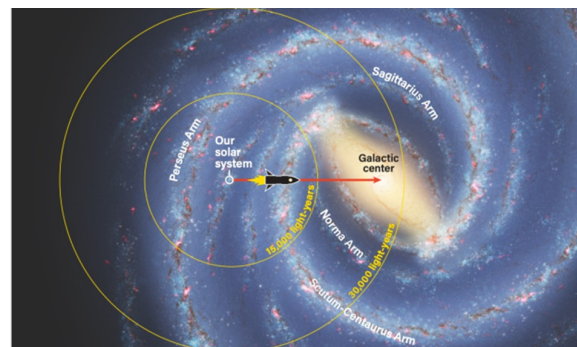
24 juli dgdlr Surface Avatar – Astronaut ombord på ISS styr ett team av robotar på jorden. Det tyska flyg- och rymdcentret (DLR) utvecklar nyckelteknologier som telepresence-robotik för detta ändamål. Till exempel kan robotar på en avlägsen planet utföra uppgifter som beordras av en människa från en rymdfarkost i omloppsbana. Surface Avatar-uppdragsteamet vid DLR i Oberpfaffenhofen har nu visat hur detta kan fungera i framtiden. Från den internationella rymdstationen (ISS) kontrollerade en enda person, NASA-astronauten Frank Rubio, flera robotar på jorden samtidigt och tillät dem att agera delvis eller helt autonomt efter behov. Detta samarbete mellan människor och robotar är unikt i världen och den framgångsrika starten på en ny ISS-experimentserie. Surface Avatar-projektet leds av DLR Institute of Robotics and Mechatronics och genomförs i samarbete med Europeiska rymdorganisationen (ESA). För det aktuella experimentet inrättades ett marslandskap vid det tyska rymdoperationscentret vid DLR-platsen i Oberpfaffenhofen, där tre robotar skall utföra inledande arbete på planetens yta som "förtrupp" för människor.

Vatten på Saturnusmåne



26 juli NASA Gigantisk ring av vattenånga väcker uppmärksamhet. Tiden kommer att utvisa om liv har bildats på Saturnus måne Enceladus. Tills dess förundras forskarna på jorden över den nyligen uppvisade storleken på en enorm vattenångplym, samt glorian som bildas i kölvattnet efter plymen och som följer månen i sin omloppsbana. De nya fotografierna har tagit av det gigantiska nya rymdteleskopet James Webb. I en ny forskningsstudie säger en av medförfattarna, KTH-forskaren Lorenz Roth, att fyndet överträffar förväntningarna om vad rymdteleskopet kan berätta om planeter och månar i vårt solsystem. I samarbete med NASA-forskare har Lorenz Roth hjälpt till att tolka vattenfördelningen i den enorma vattenplymen som skjuter ut 400 kilometer från Enceladus istäckta hav. Plymen bildar en munkformad torus (namnet på ett munkformat geometriskt objekt) med en längd på mer än 10 000 km, vilket ungefär motsvarar avståndet från New York till Tokyo via Stilla havet. Vattenångan stöts ut från ett saltvattehav, ett hav som tros täcka månens yta under ett tjockt lager av snö. Detta har bidragit till spekulationer om möjligheten att liv existerar på Enceladus.

Resa med ljushastighet



27 juli Astronomi Om man kunde nå 99 procent av ljusets hastighet genom att accelerera vid 1 g (9,8 m/s²), skulle resan från jorden till mitten av Vintergatans ta cirka 20 år. Vintergatans centrum är nästan 30 000 ljusår bort. För hälften av det avståndet vill man accelerera med 1 g och därefter bromsa in med samma belopp för den återstående halvan av resan. Vid den accelerationen skulle det ta resenären cirka 20 år att komma dit - 40 år för en rundresa. Det skulle kunna gå under en livstid. Men några konstiga saker händer med tiden när man rör sig nära ljusets hastighet. Medan bara några decennier har gått för resenären, kommer betydligt mer tid att ha gått på jorden. Låt oss anta det omöjliga: Resenären lyckas resa med ljusets hastighet hela vägen. I det här fallet kommer nästan 30 000 år att ha gått på jorden när de når galaxens centrum. För rundresan kommer 60 000 år att ha gått i slutet av jordens perspektiv. Naturligtvis skulle resenärens vänner vid tidpunkten för avresan inte längre vara kvar när de återvänder. Denna skillnad i observerad tid, eller tidsdilatation, är en följd av Einsteins speciella relativitet och illustrerar hans berömda tvillingparadox.

Trelleborg in i flyg



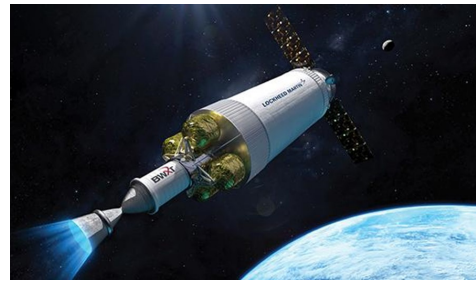
28 juli Actualidad Aeroespacial Trelleborg Sealing Solutions öppnar en ny anläggning i Seattle, USA. Trelleborg AB är en global industrikoncern med säte i Trelleborg med 16 701 anställda. Trelleborg Sealing Solutions har tagit ett viktigt steg i sin expansion inom flygindustrin genom att öppna sin nya anläggning i Seattle, USA. Förvärvet av denna stora anläggning befäster Trelleborg som världens största leverantör av skräddarsydda fönstertätningsslösningar för flygplan. Trelleborgs omfattande portfölj omfattar tätningar för olika flygapplikationer såsom flygkontroller, drivenheter, landningsställ, hjul, bromsar, tankning, motorer, interiörer, säkerhetssystem och flygplansskrov samt terminalutrustning. Den nyförvärvade anläggningen har lång erfarenhet av tillverkning av O-ringar, packningar och gjutna detaljer, främst för flygindustrin, med tonvikt på fönstertätningar avsedda för större OEM-företag. Det nya förvärvet stärker ytterligare Trelleborgs kapacitet på den växande marknaden för tätning inom flygindustrin, som förväntas ha en stark efterfrågan inom en snar framtid.

Airbus rymdstation



2 aug Aviation Week Airbus registrerar sig som privat rymdstationsoperatör. Europas Airbus Defense and Space ökar sin andel i det Voyager Space-ledda Starlab-projektet, som syftar till att utveckla, bygga och driva en privatägd rymdstation, ett av fyra program som stöds av NASA:s kommersiella utvecklingsinitiativ för låg omloppsbana (LEO). Det Voyager Space-ägda Nanoracks vann ett Space Act Agreement (SAA) på 160 miljoner dollar från NASA i december 2021, vilket satte scenen för skapandet av Starlab, en kontinuerligt bemannad, friflygande rymdstation i LEO designad för att tjäna NASA och andra byråer, såväl som företag och forskare. NASA arbetar också med Blue Origin, Northrop Grumman och Axiom Space för att utveckla fritt flygande kommersiella rymdstationer som byrån kan övergå till när programmet för den internationella rymdstationen (ISS) tar slut. Airbus driver för närvarande Bartolomeos nyttolast-värdplattform ombord på ISS.

Atomraket



2 augusti Aviation Week DARPA och NASA planerar kärnvapenraketer för rymden. Ett halvt sekel efter att USA:s senaste kärnkraftsframdrivningsprogram abrupt avbröts, har tilldelningen av ett gemensamt DARPA/NASA-demonstrationsprogram till Lockheed Martin väckt förhoppningar om att prova en kärnkraftsdriven raket i rymden senast 2027. Programmet heter Demonstration Rocket for Agile Cislunar Operations (DRACO). Nukleär termisk framdrivning (NTP) erbjuder en dragkraft som är jämförbar med konventionella kemiska raketmotorer men har minst dubbelt så hög effektivitet. DARPA strävar efter att demonstrera denna förmåga med DRACO för nationella säkerhetskrav i cislunära rymden och minska varaktigheten av Mars-uppdrag tur och retur till bara två år, vilket minskar exponeringen av besättningar för kosmisk strålning. Motorn är baserad på en kärnklyvningsreaktor som överför värme till ett flytande drivmedel. Den värmen omvandlar drivmedlet, flytande väte, till en gas som expanderar genom ett munstycke för att ge dragkraft. Det avgörande är att reaktorn är utformad för att använda ett mer energitätt, låganrikat uran (HALEU) bränsle med uran (U-235) anrikat upp till 20 % jämfört med 5 % i kommersiella reaktorer.

Obemannad provflygning



4 aug Bloomberg Government Amerikanska flygvapnet har genomfört sin första flygning med ett obemannat stridsflygplan med hjälp av artificiell intelligens. XQ-58A Valkyrie-stridsflygplanet från Kratos Defense and Security Solutions ledde ett tre timmars simulerat stridsuppdrag vid Wright Patterson Air Force Base i Ohio den 25 juli. Den AI-ledda flygningen var en produkt av en Air Force Research Laboratory-insats, Skyborg Vanguard-programmet, som autonomt integrerar flera teknikkomponenter. Skyborg bygger ett system som är bärbart och modult och passar in i flera flygplansplattformar. XQ-58A Valkyrie är banoberoende, vilket innebär att den kan fungera utan start- eller landningsrulle. Den skjuts upp från marken och kan bärgas med fallskärm. Algoritmerna som användes av flygplanet genomgick miljontals timmar av mjukvarusimuleringar, uppdrag med General Dynamics X-62 VISTA-simulatorflygplan, realtidssimuleringar av Valkyrie-hårdvaran och markprov. Algoritmen och sensorerna gör det möjligt för flygplanet att fatta beslut baserat på insatsregler som fastställes av människor, men syftar inte till att ersätta mänskliga piloter utan att stödja beslutsfattande under strid.

Nytt norr



4 aug [RAeS](#) En av de största förändringarna inom flygnavigering pågår nu när flygindustrin förbereder sig för övergången från Magnetisk Norr till Sann Norr. Magnetisk norr är den riktning som en kompassnål pekar på när den ligger i linje med jordens magnetfält. Sann Norr är den riktning som pekar direkt mot den geografiska nordpolen. Detta är en fast punkt på jordens jordklot. Magnetisk Norr, flygets traditionella kursreferens, har alltid skiftat, men av ökända skäl har skiftet accelererat under de senaste tre decennierna. Industrin har länge klarat av de navigationsavvikelser som uppstår från mätbara variationer i jordens magnetfält, men att behöva hantera denna osäkerhet har nu blivit en dyr distraktion. Den senaste accelerationen i migrationshastigheten för den magnetiska nordpolen kan vara en föregångare till en vändning av jordens magnetiska poler. Beredningsplanering för en sådan händelse måste genomföras. En sådan polär "flip" kan ta cirka 100 år med en hastighet av 3° per år. I sin enklaste form kan byte från magnetisk till sann göras i många flygplans avioniska system genom att ställa in den magnetiska variationen eller deklinationen till "o".

Rymdbubbla



9 aug [SPACE](#) Jätte "bubbeltroner" formade universums krafter ögonblick efter Big Bang, föreslår ny studie. Vid höga energier börjar de fyra grundläggande naturkrafterna, elektromagnetism, stark och svag kärnkraft och gravitation att smälta samman. Vi kan redan upptäcka detta i våra mest kraftfulla partikelkolliderare, där elektromagnetism och den svaga kärnkraften smälter samman till en enad "elektrosvag" kraft. Fysiker misstänker starkt att vid ännu högre energier smälter de andra krafterna också samman till en enda, enhetlig kraft. Den enda gången universum hade de energier som behövdes för att göra detta var mindre än en sekund efter Big Bang. När kosmos svalnade och expanderade från det tidiga tillståndet splittrades krafterna från varandra i titaniska ögonblick av fasövergång. Denna splittring kan ha varit smidig och lugn, som övergången av is som smälter till vatten, eller otroligt våldsam, som övergången av vatten som kokar till ånga. Om övergångarna var våldsamma kunde universum kort ha fyllts med gigantiska bubblor. Utanför dessa bubblor förblev de förenade krafterna, men inuti bubblorna skulle kosmos ha varit helt annorlunda, med krafterna avskilda från varandra. Så småningom skulle dessa bubblor ha expanderat och kolliderat och helt förvandlat universum till den nya verkligheten.

Rena kläder på månen



7 aug [DGLR](#) ESA utvärderar textilier för framtida rymddräkter för att förhindra mikrobiell tillväxt. När astronauterna återvänder till månen kommer de att ta med sig en ny generation rymddräkter utformade för de hårda förhållandena på månytan. Men även om dessa dräkter är säkra och bekväma för sina mänskliga bärare, kan de bli en bördig grogrund för skadligt mikrobiellt liv - särskilt eftersom dräkterna kan delas av flera astronauter. PEXTex-projektet, som leds av franska COMEX (Compagnie Maritime d'Expertises), undersöker nya textilier som inte fanns under Apollo-eran, såsom det höghållfasta Twaron-materialet. En annan PEXTex-partner, Austrian Space Forum (OeWF), har fokuserat på att hålla insidan av rymddräkter säkra och friska med sin "Biocidal Advanced Coating Technology for Reducing Microbial Activity" (BACTeRM) med så kallade "sekundära metaboliter" - kemiska föreningar som produceras av mikrober för att skydda sig från konkurrenter eller andra miljöfaktorer och har antibiotiska egenskaper. Resultaten från PEXTex och BACTeRM lägger grunden för framtida utveckling inom antimikrobiella behandlingar av smart textilteknik. Dessutom skulle dessa projekt kunna få en bredare inverkan på textilindustrin.

Joby flygtaxi



9 aug [FlightGlobal](#) Joby flyger produktionsprototyp av sin elektriska flygtaxi. Joby presenterade produktionsprototypen, byggd vid företagets produktionsanläggning i Marina, Kalifornien, i slutet av juni och avslöjade att flygplanet skulle levereras till Edwards nästa år som en del av företagets kontrakt med USAF: s Agility Prime-program. Joby säger att det redan har börjat installera laddningsinfrastruktur vid basen. Motorerna ger vardera 236 kW topp effekt med sex framdrivningsenheter på flygplanet. Det är nästan dubbelt så mycket som den mest kraftfulla Teslan och ändå väger hela flygplanet mindre än bilen. Joby säger att dess flygtaxi kommer att vara den "lättaste och snabbaste eVTOL med fyra passagerare" på marknaden och kommer att kunna ta nyttolaster på cirka 450 kg på resor upp till 160 km, vilket gör den perfekt lämpad för operationer i stadsområden. Den konkurrerande elektriska flygtaxi-utvecklaren Archer Aviation landade nyligen Agility Prime-kontrakt för att leverera upp till sex av sina "Midnight" eVTOLs under utveckling till USAF. Archer är redo att börja flygprova sina plan.

Ormdrönare



11 aug [insights.globalspec](#) Rörelse i trånga utrymmen innebär ofta att man ska genom små sprickor eller luckor, en uppgift som är svår eller omöjlig för en konventionell drönare med fast storlek och konfiguration. Forskare undersöker hur drönare kan ändra sin form för att glida in i områden som de annars inte skulle kunna komma in i. Drönaren DRAGON (förkortning för Dual-Rotor embedded multilink robot with the Ability of multi-deGree-of-freedom aerial transformatiON), skapades av forskare vid University of Tokyo. Dess ormliknande struktur har fyra länkar. Gångjärnsleder mellan länkarna möjliggör servomotor driven manövrering i både x-y- och x-z-planen med kardanmotorer som kan justeras i både rullning och stigning. En gimbal med dubbla rotorer som bär två kanaliserade fläktpropellrar är fäst i mitten av varje länk för totalt åtta propellrar som ger finstyrd rikttningsframdrivning. Med sina överträffade flygtransformationsfunktioner kan DRAGON anta ett brett spektrum av former, från enkla raka linjer och rutor till tredimensionella spiraler. Dessutom har drönaren överraskande flygmanövrerbarhet. I ett experiment korsar roboten ett horisontellt gap, börjar med att sväva i ett lindat läge under öppningen och utvecklas till en slingrande spiral när den rör sig uppåt genom gapet.

Kylning av F35



15 aug [Aero-News Network](#) F35s framtid kan bero på dess kylsystem. Graden av kylning som krävs för att mildra spillvärme från F-35: s otaliga och komplexa elektroniska inkråm är omfattande och ständigt ökande. När tekniken mognar och kraven från moderna strider tvingar militära ledare att komplettera det svindlande komplementet av avancerade sensorer, störsändare och radar förväntas flygplanets kylbehov fördubblas. För att förbättra F-35: s bokstavligen och figurativa förmågor för att hålla sig sval under stridsförhållanden har Pratt & Whitney och Collins Aerospace föreslagit ett par förbättringar. En uppgraderad motoreffektmodul som kan öka prestandan och ge tillräckligt med avluftsluft för att uppfylla kylbehovet i F-35 och ett nytt, optimerat kylsystem som utnyttjar motorns avluftsluft mer effektivt. Pentagon-tjänstemän överväger vad som kallas en adaptiv motor - en helt ny teknik som kan kosta 6 miljarder dollar att utveckla och ta mer än ett decennium att integrera med den befintliga F-35. Pratt & Whitney föreslår som ett mer omedelbart, prisvärt och praktiskt alternativ det som kallas Engine Core Upgrade - en förbättrad effektmodul som är kompatibel med F-35: s nuvarande F135-motor.

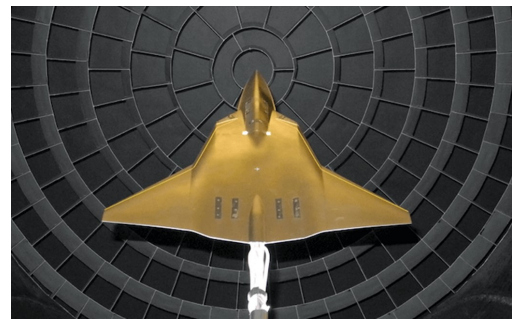
2400 satelliter 2022



12 aug [Actualidad Aeroespacial](#) År 2022 sköts mer än 2 400 satelliter upp i omloppsbana runt jorden.

Totalt 2 409 nya spårade "nyttolaster" (främst satelliter) sköts upp runt jorden förra året, mer än någonsin tidigare, enligt en ESA-rapport. De gör ett viktigt arbete för att studera vårt förändrade klimat, tillhandahålla globala kommunikations- och navigationstjänster och hjälpa oss att svara på viktiga vetenskapliga frågor. Men några av deras banor fylls alltmer med bitar av döda satelliter och raketer som hotar vår framtid i rymden. År 2002 publicerade Inter-Agency Debris Coordination Committee (IADC) riktlinjer för minskning av rymdskrot. De åtgärder som beskrivs i riktlinjerna beskriver hur man utformar, flyger och eliminerar rymduppdrag på ett sätt, som undviker att skapa mer skräp. Sedan 2016 har ESA:s Space Debris Office publicerat en årlig rymdmiljörapport för att ge en transparent översikt över den globala rymdverksamheten och för att avgöra i vilken utsträckning internationella skräpreducerande åtgärder förbättrar rymdfärdernas långsiktiga hållbarhet. Jordens omloppsmiljö är en ändlig resurs och satelliter, som förblir i sin operativa omloppsbana i slutet av sitt uppdrag, riskerar att fragmenteras i farliga moln av skräp, som förblir i omloppsbana i många år. Aktiva satelliter måste utföra ett ökande antal kollisionundvikande manövrar för att undvika andra satelliter och bitar av rymdskrot. Åtgärder för att minska rymdskrot förbättras, men är fortfarande inte tillräckliga på lång sikt.

Fransk Superman



15 aug [Air&Cosmos](#) Morgondagens stridsflygplan, som är både smygande och manövrerbart, det är vad Onera arbetar med genom Superman-projektet. Detta forskningsprogram syftar till att studera beteendet hos ett stridsflygplan vid gränserna för sin flygdomän, med utmaningen att förbereda design- och utvärderingsverktyg för framtida stridsflygplan. Superman hänvisar till supermanövrerbarhet. Ett stridsflygplans överlevnadsförmåga är resultatet av en kompromiss mellan manövrerbarhet, smygande och hastighet. De stridsflygplan som utvecklades i Europa på 1980-talet designades med begränsade smygegenskaper. Nästa generations flygplan måste uppnå mer manövrerbarhet under smygebegränsningar. De lutande planen vid toppen är Levcon (akronym för Leading Edge Vortex Controllers). Dessa ska kontrollera virvlar som släpps ut vid vingens framkant. De dök upp på både Su-57 och Tejas i den indiska flottan, men är fortfarande lite kända. Interaktioner mellan luftintag och levcon kan förväntas för vissa incidensintervall.

Krigsballonger



14 aug Aviation Week Den amerikanska armén planerar för höghöjdsballonger och solflygplan. Höghöjdsballonger har fått större allmänt intresse på grund av en kinesisk ballong som korsade kontinentala USA och Kanada tidigare i år. Att arbeta i stratosfären med ett lågt radartvärnsnitt ger en förmåga, som kan vara mer pålitlig än andra plattformar som flygplan. Den amerikanska armén har validerat kraven för två typer av obemannade flygplan på hög höjd mellan 60 000 och 100 000 fot - ballonger och soldrivna fasta vingar - med målet att använda dem inte bara för övervakning utan också inriktning, navigering och kinetiska attacker. Detta inkluderar små, taktiska ballonger för nyttolaster som kommunikation med utökad räckvidd upp till stora, stratosfäriska ballonger. I april 2022 lanserade till exempel amerikanska armésoldater ett Thunderhead High-Altitude Balloon System under övningen Balikatan 22 i Filippinerna. Även 2022 flög armén och Airbus det soldrivna Zephyr-flygplanet på hög höjd i 64 dagar i ett försök för Assured Positioning, Navigation and Timing/Cross Functional Team. Turbulens på hög höjd fick dock flygplanet att brytas upp och krascha.

Flygande vinge mot Kina



18 aug The Drive US Air Force tilldelar ett nystartat företag 235 miljoner dollar för att bygga ett plan med integrerad vinge. Denna bild från det amerikanska flygvapnet visar ett prototypflygplan kallat Z-5 med integrerade vingar. Flygvapnet har lovat 235 miljoner dollar för att hjälpa starttillverkaren JetZero att bygga ett plan med en integrerad vingkropp som man säger kan ge större räckvidd och effektivitet för militära tankfartyg och lastplan och kanske så småningom användas för att transportera flygpassagerare. Ett demonstratorplan i full storlek skall vara redo att flyga 2027. Företaget har samarbetat med Northrop Grumman i detta projekt. Idén om en integrerad vingkropp är inte ny. Boeing byggde och testade prover i reducerad skala av sin X-48. Lockheed Martin har provat en Hybrid Wing Body design i vindtunnlar. Tekniska framsteg inom material och tillverkning har nu gjort produktion av en större demonstrator möjlig. Förhoppningen är att konstruktionen, i kombination med ospecificerad avancerad motorteknik, kan leda till väsentligt ökad bränsleeffektivitet. Med den amerikanska militären nu främst inriktad på en större konflikt i Stilla-havsområdet mot Kina, finns det nya pressande krav på luft-tankning och luftlyftkapacitet med längre räckvidd.

Världens helikoptermarknad förutspås öka 6,1 % per år mellan 2022 och 2027 till det totala värdet 41,2 miljarder dollar ([Aviation International News](#)).

5G i underhåll



20 aug Aviation Today Boeing hoppas kunna utnyttja 5G-teknik för att förbättra flygplansunderhåll. Boeing siktar på att utnyttja 5G-tekniken Autonomous Aircraft Inspection (AAI) med hjälp av drönare för att ta högupplösta bilder av flygplan och Augmented Training Operations Maintenance (ATOM), som använder en Microsoft HoloLens, för att upptäcka skador. Just nu missas 50 procent av alla skador, när människor gör flygplansinspektioner. AAI-insatsen började 2021 och har använt drönare av ett Pittsburgh-baserat småföretag, Near Earth Autonomy, för att inspektera militära C-17-lastplan. De bakre delarna av drönarna har Boeings Automated Damage Detection Software (ADDS). Mänskliga tekniker kommer fortfarande att vara en underhållsstöttepelare. AAI-målet är inte att minska arbetskraften utan att göra den befintliga visuella inspektionen effektivare och säkrare.

Återanvändbar rysk raket



20 aug Aviation Week Rysslands återanvändbara rymdfarkost Krylo-SV fallprovas i september. Den nedskalade 6 m långa teknologidemonstratorm Krylo-SV kommer att släppas från en helikopter på 3 km höjd för att kontrollera dess förmåga att glida ner och landa som ett flygplan. För att göra det är fordonet utrustat med en hopfällbar vinge, stjärtfenor och flygplanslandningsställ utvecklade av United Aircraft Corp. Nästa försök är planerat till 2025, då en prototyp som är dubbelt så lång ska lanseras till 15 km och flyga tillbaka till uppskjutningsplatsen. På grund av den mjuka flygbanan kommer fordonet inte att behöva en tung värmesköld. Krylo-SV ska bli första steget i en framtida SLK, ultralätt klass raket. Denna tvåstegs bärraket ska kunna leverera 600 kg nyttolast till omloppsbana.

De största företagen



23 aug [FlightGlobal](#) De fyra största flyg- och rymdföretagen rankade efter intäkter är:

Raytheon Technologies (RTX) 67.0 miljarder \$

Boeing 66.6

Lockheed Martin 66.0

Airbus 61.8

Raytheon Technologies (RTX), som inkluderar motortillverkaren Pratt & Whitney, toppar listan på de hundra största flygföretagen. Boeing kämpar för att återgå till lönsamhet, men såg intäkterna skjuta i höjden 4 miljarder dollar till 66,6 miljarder dollar även om detta bara är två tredjedelar av rekordet 101 miljarder dollar 2018. Airbus, som toppade rankningen för tre år sedan (baserat på 2019 års resultat) är fjärde med 61,8 miljarder dollar i försäljning, upp något från 61,6 miljarder dollar förra gången. Airbus är ett av flera icke-amerikanska företag vars resultat har påverkats av valutakursförändringar under 2022. Den europeiska koncernen hade en omsättningsstillväxt på 12,7% på årsbasis i euro förstärkt av en starkare dollar eftersom den största delen av försäljningen är i den valutan. Tretton av de hundra största slutade räkenskapsåret på minus. De inkluderar stora namn som Boeing, Embraer, GKN Aerospace och Spirit AeroSystems.

Dämpning av fladder



25 aug [Aviation Week](#) EU-forskare gör framgångsrik demonstration av aktiv fladderdämpning. Teamet flög en UAV i områden som inte skulle ha varit möjliga utan fladderdämpningssystemet. Flygtesterna ägde rum vid tyska DLR:s National Experimental Test Center for Unmanned Aircraft Systems som en del av det EU-finansierade projektet FlapASED. Under vissa förhållanden kan interaktionen mellan vibrationerna i en flygplansstruktur och dess omgivande luftflöde bli instabil. Detta välkända aeroelastiska fenomen, kallat "fladder", kan leda till katastrofala fel på grund av en snabb ökning av vibrationsamplituden. Därför måste en flygplansstruktur utformas så att fladder aldrig kan uppstå vid eller under sin maximala driftshastighet, med en betydande marginal. Detta avgörande krav utgör ett betydande hinder för att göra flygplan lättare och spara bränsle. Inom projektet var ett av huvudmålen att undertrycka fladder med aktiva medel genom användning av kontrolltytor, sensorer och smarta styralgoritmer ombord. Flygproven visade för första gången framgångsrik aktiv fladderdämpning under flygning på en UAV med egenskaper som liknar ett kommersiellt flygplan.

Indien på månens sydpol



23 aug [Actualidad Aeroespacial](#) Indien gör historia genom att landa på månens sydpol med Chandrayaan-3-uppdraget. Indien har blivit den första nationen som framgångsrikt landat på månens sydpol. USA, Ryssland och Kina har tidigare landat på andra platser på månen. Chandrayaan-3 är Indiens tredje månuppdrag och följer i fotspåren av sina föregångare, Chandrayaan-1 och Chandrayaan-2. Medan Chandrayaan-1 främst var ett observations- och upptäcktsuppdrag och Chandrayaan-2 inkluderade en landare och rover, som tyvärr misslyckades med att landa på månen, fokuserar Chandrayaan-3 på en specifik uppgift: månutforskning genom en landare och rover. Månens sydpol, ett område som fortfarande är outforskat, har stort vetenskapligt intresse på grund av möjliga reservoarer av vattenis som tros vara närvarande i permanenta dolda kratrar, dit solljus aldrig når. Chandrayaan-3-uppdraget har som huvudmål att undersöka och kartlägga dessa områden med ett 30 kilo tungt fordon. Förutom sökandet efter vatten planeras en serie vetenskapliga experiment på månytan. Under de 14 jorddagar som den kommer att fungera på månen, motsvarande en halv måndag, kommer Chandrayaan-3 att utföra detaljerade analyser av månytans sammansättning och egenskaper.

Droger från rymden



20 aug [CNBC](#) Varda Space Industries i södra Kalifornien vill hjälpa läkemedelsföretag att dra nytta av rymdens unika egenskaper. Rymden erbjuder en unik miljö för forskning och utveckling eftersom dess högre nivåer av strålning, mikrogravitation och nästan vakuumfritt tillstånd möjliggör nya tillverkningsmetoder eller material som inte är möjliga på jorden. Den internationella rymdstationen har varit värd för flera experiment för att odla mänsklig vävnad, göra renare halvedare och utveckla nya eller bättre läkemedel. Nyckeln till Vardas affärsidé är ett fenomen som kallas proteinkristallisation. Detta inträffar när supermättade proteinlösningar indunstas för att bilda ett fast ämne så att forskare kan studera ett proteins struktur. Att förstå kristallstrukturen hos ett protein kan hjälpa forskare att få en bättre uppfattning om sjukdomsmekanismer, identifiera läkemedelsmål och optimera läkemedelsdesign. År av forskning har visat att proteinkrystaller som odlas i rymden har mycket högre kvalitet än de som odlas på jorden. Planen är inte att göra hela läkemedlet i yttre rymden, bara vad som kallas den primära aktiva farmaceutiska ingrediensen, eller den del som är ansvarig för de terapeutiska effekterna av ett läkemedel.

59. Candy landar på Mars



Pecka och jag fortsatte arbeta med växthusen. Vår rover lagades så att den kunde lyfta upp jorden till bäddarna. Dagarna gick och snart var det dags för Barnens Dag, den största högtiden på Mars, då man firade det första barnet som föddes här. Nu skulle Tertia få testa sin maskin för att skriva ut barn, så att kvinnorna på Mars slapp föda i centrifuger.

Min fru var inte glad för det verkade ju som om man skulle skriva ut Cyberandens störtade ärkevestal Flaminia istället för Candy. Att hon skulle komma lamslog all annan verksamhet. Tertas nanofabrik kontrollerades om och om igen. Ett lämpligt residens för den höga gästen ställdes i ordning. Hela staden städades och rustades upp. Ett program för rundresan till de olika städerna på Mars utformades, där de framställdes så positivt som möjligt. Alla kända företrädare för separatistisk nationalistisk Marspropaganda uppmanades att hålla tyst. Terroristkärningen fick lägga undan sina plakater, säkert mot god ersättning.

På institutet, där min fru arbetade, var det ingen som trodde på det. Om jag minns rätt så påstod hon att en människa bestod av mer än 10 upphöjt till 28 atomer. För varje atom måste man beskriva dess läge i tre koordinater, energinivåerna hos elektronerna, bindningar till andra atomer i molekylerna och så vidare. Informationen uppgick säkert till 10 upphöjt till 50 gigabit. Ingen hade märkt att en sådan datamängd sändes från Jorden om det ens var möjligt och ingen förstod hur det skulle gå till. Det var ju därför som Tertia övertalade Svartskägget att skicka Ärransiktet till Jorden för att hämta oss och Candyplattan med all information om henne.

Tertia verkade inte bry sig. Bara hennes apparat provades så var hon nöjd, men de andra forskarna var rasande. De gick ju med på hennes projekt för att kunna utveckla robotar trogna som hundar. De litade inte på robotarna, som Svartskägget nyligen skickade till asteroiderna. De hittade på alla möjliga oväntade saker. De behövde en riktig hund för att kunna dressera dem. De ville skriva ut Candy. Nu fick de Flaminia.

-Fler och fler på jobbet håller på terroristerna, sa min fru. Den där kärningen är ju också emot att Flaminia skall komma hit. Hon är förstås emot all invandring från Jorden, men hon tror säkert att Flaminia kan bli en rival också. Hon går omkring på institutet och pratar med folk. Dom har något på gång.

-Svartskägget har säkert lovat Flaminia att få komma, sa jag. Det får väl dom där forskarna finna sig i.

-Jag vet, sa hon, men jag tycker inte alls om det. Vi har väntat alldeles för länge på Candy. Jag vill ha hit henne nu och det vill de också.

Hon hade i alla fall fått någon att programmera in Candy i ögonlinserna så att vi kunde se henne framför oss. Om vi delade samma synfält kunde vi till och med se henne samtidigt. Det var förstås bara en bild. Man kunde inte tala med henne som med ett jordiskt magnetogram, men hon hittade i alla fall vägen i den röriga staden.

Äntligen kom så den stora dagen. Instängda som folk här är, har fester och skådespel en väldig betydelse. Små pojkar och flickor stod längs trottoarerna. Butiksägare hurrade hänfört från de trånga ingångarna till sina butiker. Gatorna var packade av jublande folkmassor. Hela staden var i febril rörelse.

Arbetarna inklusive jag hade fridag och samlades på krogarna. Pecka höll sig till latrintömmarnas och kloakrensarnas fackförening. Jag

höll mig till min fru. Vi var båda registrerade som pirater, för det var så vi kom till Mars, och jag tyckte inte att latrintömmarna var något för mig. Pecka tyckte nog att jag svek dem, men jag brydde mig inte.

Överallt brusade röster. Linserna i människornas ögon fladdrade av färger när hjärnorna arbetade. En blåsorkester slängde av en glad melodi från upplyfta tubor och trumpeter. Överallt bangade trummor. Småflickor hoppade jämfota. Småpojkar skrek och gjorde frivolt i luften. Från varje hus kom små processioner. Det var eld över hela himlen och explosioner av fyrverkerier i luften.

Det var en stad i feststämning. Affärer och arbetsplatser var stängda så att folk kunde delta i festligheterna. Gator och torg fylldes med människor. Musikkårer spelade och fanor svängdes. Varje kvarter hade sina egna färger. Vi passerade en taverna. Ett sällskap stod och sjöng utanför till en gnällig fiol.

-Vi kan väl gå in och få oss lite vin, sa min fru och gungade med i musiken.

Vi kom in i en lokal där fioler och handklaver fyllde rummet med tonerna av en omtyckt sång. Under en spegel satt tre damer och grälade på musikanterna. En kvinna satt och grät av oklar anledning medan en högtidsklädd man funder-samt tittade på. Runt ett bord stod folk och sjöng i kör för en drucken karl, som satt och sov med huvudet på armarna. Tomma flaskor stod framför honom. Sedan såg jag hans hand. Det var bara några till hälften smälta förkolnade hjul, kuggar och bultar. Jag tittade på den en lång stund. Inte undra på att han söp sig full, tänkte jag.

Runt omkring var det musik, vin, dans, skrik och skratt. Maten smakade bra och vinet ännu bättre. Min fru såg på de dansande.

-Jag vill ta mig en svängom, sa hon och satte ner vinglasen. Hennes ögon glänste.

Jag var lite tveksam. Jag är inte bra på att dansa och i den låga gravitationen kunde det väl knappast vara så lätt. Jag såg hur folk liksom svävade över golvet. Med slutna ögon glömska av sig själva snurrade de runt och böjde sig åt höger och vänster och i takt till musiken. Ibland snurrade de runt på ena täpspetsen. Det verkade vara mer akrobatik och gymnastik än dans. Det var också ovanliga rytmer och musiken hade ett säregnet ljud, som jag aldrig hörde på Jorden. Det kanske hade med den tunna luften att göra. Jag sneglade tveksamt på de virvlande människorna i många färger, men min fru var redan på väg ut på golvet, så det var bara att följa efter.



Jag hade väldiga besvär i den låga gravitationen. Oavbrutet snubbade jag över mina egna ben, men roligt var det. Vi dansade och kom tillbaka till bordet. Sedan dansade vi igen och drack oavbrutet. Det utbröt allsång och min fru, som en gång på Jorden sjöng i kör, sjöng med och till och med jag började sjunga. Jag gav efter för frestelsen att dränka alla sorger i vin trots att jag kände min frus kritiska blickar. Det var ju hon som betalade och jag drack kanske mer än jag borde, det erkänner jag. Det blir så ibland.

Så gick vi, men jag fick min fru att stanna vid ännu ett ställe. Därifrån gick vi hand i hand när ordförandena i fackföreningarna började gå genom krogarna för att jaga ut dem, som tänkte smita från sina plikter. Nu var det nämligen dags för dagens första höjdpunkt. Svartskägget skulle tala.

Vi slöt upp i strömmen längs huvudgatan fram mot valvet till stads-husdomen. Det var massor av folk på väg. Ju närmare tunneln man kom desto värre blev vimlet. Från nästan varje gränd trängde sig folk ut på huvudgatan på väg mot tunneln. Några raglade och var druckna. I tunneln blev det så svårt att komma fram att det uppstod bråk och slagsmål. Vi följde med genom tunneln som i en flod. Min enda tanke var att rädda min fru och mig själv i trängseln.

Från alla håll strömmade folk mot torget framför stadshuset som snart var fullpackat. Hela parken bakom var också full av folk. Från gatorna som ledde in i domen trängde sig nya människor fram. Under eken framför den väldiga portalen vid ingången skrek man, skrat-tade och stampade med fötterna på de omväxlande vita och gula plattorna med violett ådring. Folket pressades fram mot monumet-tet över den första kvinnan, som födde barn på Mars, där maskinen stod, som skulle skriva ut Flaminia.

Många i denna folkmassa hade väntat ända sedan morgonen för att försäkra sig om en plats bland de främsta. I sin strävan att stå raka dinglade de fram och tillbaka stödjande sig på varandra. Folk hade kommit från alla delar av Mars för att vara med om den stora händel-sen. När trängseln på torget ökade började en del söka sig uppåt längs väggarna utnyttjande varje utsprång och fönsterpost. Otålighet-en och tröttheten ökade bland dessa människor som knuffades med varandra och trampade varandra på tårna. De gav sina känslor luft i fantasifulla trotsiga svordomar, skratt och ogenerade skämt och svor som besatta.

Pirater och anhöriga till arbetare, som hade stupat ute på ytan, hade sina platser längst fram. Äntligen hade vi nytta av att vi kom till Mars som pirater. Den osäkra piratverksamheten överlät marsianerna till oregerliga män. Sådana finns ju alltid och de har en fallenhet för att gadda ihop sig, men så länge de inte lade sig i stadens angelägenheter fick de hållas. Det mesta av sitt byte slösade de ändå bort när de kom tillbaka och det kom ju på det sättet stadsborna till godo. Piraterna hade alltså stor prestige på grund av sin ekonomiska betydelse. När det gällde arbetarna så var det snarare en tradition, som höll i sig sedan den hårda och farliga pionjärtiden, när flera omkom än överlevde.

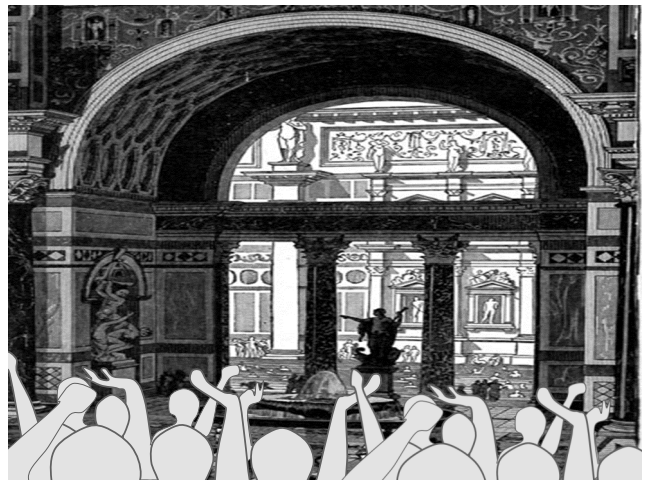
Längst fram stod terroristkärningen. Hon såg bortkommen ut utan sitt atombombsplakat. Ärrsiktet var också där. Till och med han, den barske piratkaptenen, var svettig i pannan. Han och hans besätt-nings hade tvingats lämna sitt skepp för att tjänstgöra som hedersvakt och han var nog inte van vid gravitationen. Det var första gången vi såg honom sedan vi landade på Mars, men han kände igen oss med en nick.

Klockan slog. Ekdörrarna slogs upp. Svartskägget steg fram. Han var iförd sin ämbetsdräkt, en purpurfärgad toga, som han bar med ut-

omordentlig värdighet. Plurimax hade inte gjort det bättre och den stod väl mot hans svarta skägg. Vi stod så nära att jag såg de gråa stråken i det. Efter att ha stannat ett ögonblick på tröskeln trädde han fram på avsatsen framför monumentet med långsamma steg. Det var en mästerlig entré. Han höjde sin hand. Ungdomarna tystnade. Folk-massan trampade på stället och så blev det alldeles tyst. Man hörde till och med fontänen på torget porla. Alla sträckte på halsarna, till och med tiggarna, som strök omkring i utkanten på folkmassan.

Svartskägget älskade att tala och de möjligheter det innebar att visa upp sig. Folk skrattade i smyg när man såg hur han ansträngde sig för att visa upp sin bästa profil. Han kunde formulera vackra meningar om nästan vad som helst och avstod sällan från att göra det. Nu bör-jade han tala.

För första gången skulle alltså en jordisk ärkevestal besöka Mars, förklarade han högtidligt. Hit till Mars kom pionjärerna en gång för frihetens skull. Nu skulle Cyberandens rättmätiga härskarinnas få en fristad här undan Plurimax förföljelse.



Det var första gången en människa upplöstes på en plats för att åter-uppstå på en annan. Det påstods visserligen att man en gång för mycket länge sedan tog död på ett gammalt helgon, som sedan dök upp igen från de döda, men det måste ha varit en ren slump och hade aldrig bekräftats. Nu hade vetenskapen kommit längre. Nu visste vi hur man gjorde och Svartskägget hade inte varit Svartskägget om han inte hade förklarat hur det gick till, fast han knappast kunde veta vad han pratade om. Jag ska försöka berätta vad han sade.

Att göra en människa var ju inte svårare än att skriva ut en maträtt, påstod han. Det tog bara längre tid. Naturligtvis skulle Flaminia inte göra någon omständlig resa i gamla jordiska rymdskepp. Nej, det var enklare än så. En människa består av atomer. Frös man ner henne till nära den absoluta nollpunkten föll atomerna ner i sitt lägsta energi-tillstånd så att alla vibrerade i takt som en enda jätteatom. Det kalla-des för ett Bose-Einstein kondensat. Den ljuspuls, som kroppen läm-nade ifrån sig när den kylades ner nästan till absoluta nollpunkten och elektronerna föll ner i sitt lägsta energitillstånd, innehöll all informat-ion om kroppen, kunde lagras i en databas och sändas till en nanofa-brik där individen byggdes upp igen atom för atom. En sådan fabrik stod nu här bakom honom. Överföringen av databasen hade redan skett och nu tillverkades en ny Flaminia. Energin, som krävdes, mot-svarade en exploderande vätebomb så hela staden skulle bli svart en liten stund medan det pågick, men det var inget att bry sig om.

Det var en rastlös publik, som skiftade omkring på den hårda stenen. Säkert förstod nästan ingen vad han pratade om. När han äntligen tystnade släppte den ut en suck av lättnad. Alla såg på maskinen. Jag föreställde mig hur det myllrade omkring därinne när den nya Flaminia byggdes upp atom för atom. Vad jag mindes så var hon ganska ung och välformad och kläderna kunde väl knappast komma med i det där kondensatet. Vi väntade en, två, tre minuter. Vi väntade en kvart. Otåligheten steg. Redan började någon ungdom kasta ur sig en sarkastisk kommentar, som möttes med nervösa skratt bland hans kamrater.

Det började skymma och den vackra azurblå stjärnan som syntes på himlen var, gissade jag, den värld Flaminia och vi kom ifrån. Om jag ansträngde mig tyckte jag mig intill den se en liten brunaktig himlakropp, Månen.

Några sobert klädda programmerare närmade sig maskinen. De skulle sköta de sista operationerna och av deras högtidliga miner förstod man att de var medvetna om sakens allvar. Ett svagt brummande visade att skapandet av Flaminia gick in i det sista skedet. Det ökade i frekvens och övergick i ett nästan klagande kvidande så att alla förstod ansträngningen i födelseögonblicket. Så blev det tyst. Alla höll andan.

Jag sneglade på de många människorna runt omkring. Jag kunde inte tro att Flaminia skulle komma personligen. Ljuset slocknade. En kvinna skrek till. Det var mörkt i flera sekunder. Så blev det ljust igen.

Svartskägget drog sig åt sidan. Alla väntade sig att få se övervestalen i full ornat träda fram på estraden. Trumpetarna höjde trumpeterna och drog efter andan för att börja sin fanfar. Folk höjde sina högerarmar för att slå sig för bröstet i en marsiansk applåd. Då hördes plötsligt ett skall och en hund tog ett jättesprång ur maskinen, gjorde en kullerbytta över estraden i den låga gravitationen, kom ner på fötterna och rusade runt torget framför de stirrande människorna ylande av lycka.

-Det är ju Candy, ropade min fru. Kom Candy! Kom till matte!



En bestört tystnad spred sig i folkmassan. Candy blev stående som en bildstod med näsborrarna vitt uppspärade. En skälvning gick genom hela hennes kropp och öronen reste sig rätt upp. Hennes bakben vek sig. Huvudet riktades uppåt, nosen pekade mot himlen, det arbetade i hennes strupe och så bröt ett tjut fram. Hon tjöt en lång stund, men sedan kom hon rusande rakt emot oss som en storm med flygande öron och virvlande ben och kastade sig i min frus armar. Hon var utom sig av glädje och hon slickade min fru var hon kom åt.

Plötsligt tog hon spjörn med bakbenen och kastade sig rakt ut i luften igen. Hon dansade omkring oss vild av glädje följd av marsianernas visslingar och applåder. Sedan stod hon stillsamt bredvid oss och viftade lyckligt med svansen medan de bruna ögonen lyste. Så tog hon sats igen och hoppade upp på min fru ylande av glädje.

Min fru stod där med Candy i famnen. Man såg att hon inte tänkte släppa henne. Candy sparkade med benen och slingrade sig för att slicka henne i ansiktet. Jag såg att Svartskägget stirrade på oss. Han var mörk i ansiktet. Ett ögonblick höll jag på att få panik.

-Vi måste bort härifrån, ropade jag.

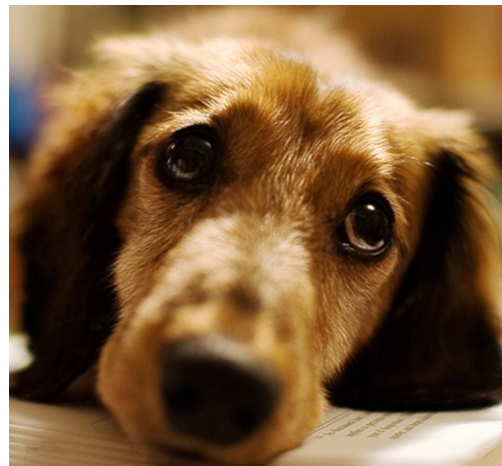
En kvinna skrattade till nervöst, sedan en man, sedan allt fler. Spänningen utlöstes i konvulsioner av skratt. Vilt jubel bröt ut. Flaggor, banderoller, visselpipor och hurrarop rullade runt oss. Kalabaliken var fullständig. Svartskägget liksom bara försvann.

Hur vi tog oss därifrån vet jag inte men på något sätt lyckades vi ta oss till vårt rum under jorden och låste in oss. Där satt vi sedan och väntade på vad som skulle hända. Candy hade ännu en gång krossat de mäktigas planer. Fanns det en värre förolämpning av en övervestal än att ersätta henne med en hund?!

-Vad blev det av Flaminia? undrade jag när inget verkade hända.

-Säg det, sa min fru. Låt oss hoppas att hon är kvar på Jorden. Vem vill frysa ner sig till ett sånt där kondensat frivilligt. Hur som helst så är ju Candy här. Nu ska de väl lämna oss ifred.

-Jag undrar det, sa jag. Plurimax lovade ju att förfölja henne till universums ände om det behövdes.



Candy låg med nosen på golvet och såg bekymrat på oss som hon brukade göra, när hon förstod att vi talade om henne.

-Jag tror inte Candy bryr sig om det, sa min fru. Hon ville bara bort ur cyberrymden, ha dagligt gräs under tassarna och nosen full av dofter.

-Ja, ja, suckade jag. Det lär hon inte få här.