



BEVINGAT

Nr 3/2022

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Årsmöte och utdelning av Thulinmedaljer



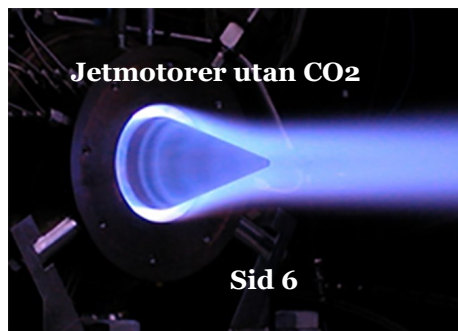
Thulinmedaljen är den förnämsta utmärkelsen inom flyg- och rymdbranschen i Sverige. Den utdelas årligen till minne av den svenske flygpionjären Enoch Thulin. Vid Flygtekniska Föreningens årsmöte den 12 maj utdelades guldmedaljen till Petter Krus och silvermedaljen till Stig-Ove Silverlind. Svjetlana Stekovic tilldelades diplommet "Årets kvinnliga förebild inom flygteknik".

Se sid 2



Bland nyheterna

OHB Sverige i Chorus	25
GKN i vätedrift	26
Svenskt hållbart bränsle.....	27
Astronauthjärnor ändras.....	28
FOI om världen.....	29
Engelsk raket.....	30
Senaste i taxiflyg.....	31
Nyheter Innovair.....	32
Hypersonik på gång.....	33
Saab i Dubai.....	34



Jetmotorer utan CO2

Sid 6



Sid 10

Militära drönare



Flyg på andra
planeter
Sid 12



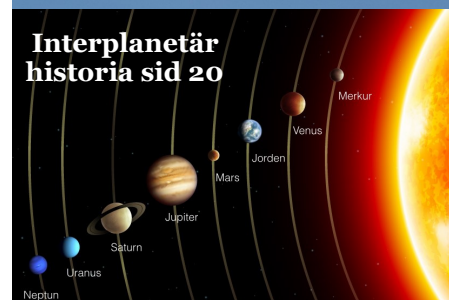
Framtida rymdteknik
Sid 14



Rymdens miljöproblem
Sid 16



Robotfåglar sid 18



Interplanetär
historia sid 20



Sid 35 Candy på
robotkapplöpning

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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

FTF årsmöte 2022

FTF Årsmöte med Thulinmedaljutdelning genomfördes 12 maj 2022 på KTH. Det var det 88:e årsmötet sedan föreningen startade 1933.



Mötet leddes av Roland Karlsson, som också omvaldes som FTF ordförande. Björn Jonsson skrev protokoll.



Professor emeritus Art Rizzi höll föredrag på temat: "Aerodynamics of Saab J29 and J32 wings: a forensic CFD retrospective" och avtackades med blommor av blomsterflickan Juni Sahlin.

Därefter var det dags för utdelning av årets Thulinmedaljer och diplom.

Petter Krus guldmedaljör 2022.

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

Flyg- och rymdtekniska Föreningen och Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien tilldelar Petter Krus Thulinmedaljen i guld för hans utomordentligt förtjänstfulla insatser för svensk flygteknisk verksamhet i Sverige och internationellt.

Petter Krus blev civilingenjör inom maskinteknik 1982 vid Linköpings tekniska högskola, numera LiU. Han fortsatte med doktorandstudier och blev klar med dessa 1988. Därefter arbetade han på institutionen för maskinkonstruktion och blev sedermera docent och professor för Fluida och Mekatroniska system med ansvar för den flygtekniska utbildningen vid LiU.



I sitt arbete vid LiU var Petter Krus tidig med att utveckla och etablera en utbildningsmiljö med kombination av experiment och flygande demonstrationer av olika tekniker, en så kallad konceptfabrik. På kort tid får studenter experimentera med ny teknik och pröva dess realiserbarhet från ax till limpa. Tack vare detta arbete etablerades 2017 en internationell masterutbildning i flygteknik på LiU.

Petter Krus är en av pionjärerna i projektet med att skapa det svensk-brasilianska forskningscentrumet CISB, som startades av Saab i samband med Gripenaffären och nu varit verksamt i tio år. Forskningscentrumet har efter hand fått ett bredare uppdrag och har numera ett deltagande från övrig industri, akademi och myndigheter. Petter Krus innehar sedan 2015 den så kallade Wallenbergprofessuren vid brasilianska Flygvapnets tekniska högskola ITA i Sao Jose dos Campos. Genom sitt svensk-brasilianska engagemang arbetar Petter Krus mycket aktivt med att skapa kontakter mellan forskare och doktorander i Sverige och Brasilien. Detta har genomförts genom ett stort antal möten, workshops, konferenser och studiebesök. Han är "main PhD supervisor" för över 22 doktorer och opponent till ett flertal internationella doktorander.

Under 2020 var Petter Krus dessutom den förste föreståndaren för SARC, Swedish Aerospace Research Center, efter att ha varit en av initiativtagarna till detta centrum. SARC är den första organisationen som fått till en mycket god akademisk samverkan mellan flygverksamheterna på KTH, Chalmers och LiU. Detta är till stor del tack vare Petters mycket goda förmåga att få människor att dra åt samma håll.

Utöver arbetet inom LiU, SARC och CISB arbetar Petter Krus för programkommittén inom ICAS, International Council of Aeronautical Science, samt är aktiv vid konferenser som anordnas av Flyg- och rymdtekniska föreningen i Sverige.

Som forskare sticker Petter Krus ut med sin breda kunskap inom flygteknik, modellering och simulering, hydraulik, produktutveckling och systemarbete, så kallad systems engineering. Han är en uppskattad och kritisk forskare som kommer med konstruktiv kritik och är alltid öppen och positiv till andra forskare och att dela med sig av sin kunskap. Ett resultat av Petter Krus forskning och drivkraft är simuleringsmjukvaran HOPSAN som hjälper svensk industri att bygga upp och bevara sin spetskompetens.

Tillsammans med övriga högskolor och universitet skapar Petter Krus förutsättningar för Sverige att ligga i framkant av forskningen inom flygtekniska områden. Petter Krus har därmed gjort sig synnerligen förtjänt av Thulinmedalj i guld.

Stig-Ove Silverlind silvermedaljör 2022.

“Medaljen i silver utdelas till person, som genom självständigt arbete, avhandling eller konstruktion främjat den flygtekniska utvecklingen. Utdelandet av silvermedaljen kräver styrelsens enhälliga beslut, som godkänts av Ingenjörsvetenskapsakademien”.

Flyg- och rymdtekniska föreningen och Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien tilldelar Stig-Ove Silverlind Thulinmedaljen i silver för hans avgörande insatser inom styrning av svenska forskningssatelliter, särskilt för hans avgörande insats för att hålla Sveriges rymd-observatorium Odin i drift i rymden i över 21 år.

Stig-Ove Silverlind har under tre decennier med sin solida insats givit avgörande bidrag till att svenska forskningssatelliter blivit succéer.

Stig-Ove Silverlind utbildade sig vid Hjalmar Lund-bohmsskolan i Kiruna och anställdes vid SSC från juni 1989 med placering vid Esrange. Där ingick han i operatörsstyrkan för TV-satelliten Tele-X som sändes upp den 2 april 1989.

Vid utvecklingen av den svenska forskningssatelliten Freja under 1990 var Stig-Ove Silverlind med och utvecklade markstationen på Esrange och var länk till projektteamet i Solna för att utveckla satellitens styrning. Från uppskjutningen i Kina den 6 oktober 1992 och under satellitens fyra aktiva år var Stig-Ove Silverlind en aktiv kravställare av ny funktionalitet i kontrollstationsmjukvara och programvara för driftstöd. Han var förutom förste operatör också arbetsledare för en operatörsstyrka på 3–4 personer.

Under 1995 hanterade han förutom kontrollstationen för Freja också mikrosatelliten Astrid-1 som sändes upp 1995. Att göra detta med en liten arbetsstyrka och med en ny, oprövad satellit samtidigt med Freja var en krävande uppgift där Stig-Ove Silverlinds grundliga kunskaper om satelliternas konstruktion och hans noggrannhet och lugn under press var avgörande för framgång.

Att Stig-Ove Silverlind skulle leda driften på Esrange av forskningssatelliten Odin var en självklarhet när det projektet startade. Odin sändes upp från Ryssland den 20 februari 2001. Odin har komplicerade instrument för astromi- och atmosfärforskning - Sveriges Hubble-teleskop skulle man kunna säga. Att driftsätta den helt nykonstruerade satelliten och ständigt anpassa dess drift till nya krav kan sägas likna provflygarens - ingenting är rutin.

Allteftersom satelliten har åldrats har tekniska missöden inträffat som skulle kunna ha inneburit slutet för den. Stig-Ove Silverlinds djupa kunskap, solida rutin, intuition och reaktionssnabbhet har bevarat Odin som ett mycket nyttigt rymdobservatorium - juvelen i den svenska rymdkronan.

2007 tvärstannade ett av reaktionshjulen som riktar in satelliten men Stig-Ove Silverlind lyckades driftsätta reservhjulet och få tillbaka satelliten i normal drift. I början av 2020 stannade satellitens dator för första gången på tjugo år och åtskilliga uppdateringar av satellitens mjukvara måste



laddas upp igen. Stig-Ove Silverlind hade ordning på alla dessa "patchar" och satelliten var tillbaka i full drift efter en dryg vecka.

Stig-Ove Silverlind har därför gjort sig utomordentligt förtjänt av Thulinmedaljen i silver.

Svjetlana Stekovic årets kvinnliga förebild inom flygteknik

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



Svjetlana Stekovic tilldelades diplommet "Årets kvinnliga förebild inom flygteknik".

Svjetlana Stekovic läste till civilingenjör inom materialteknik och tog examen vid Linköpings universitet 2001. Efter examen arbetade hon som föreläsare i finita elementmetoden (FEM) vid Växjö universitet och påbörjade därefter doktorandstudier inom ämnet materialteknik och utexaminerades som Ph.D. 2007. Redan under doktorandstudierna etablerades kontakt med EU-projekt där hon erhöll god kunskap om hur man leder denna typ av projekt med många aktörer och flera länder inblandade.

Svjetlana Stekovic skaffade sig industriell erfarenhet genom att arbeta på Rolls Royce i Derby under fem år. Där studerade hon de extrema materialtillämpningar som förekommer i flygmotorer med avseende på utmattning, spricktill-

växt, oxidation och korrosion hos nickelbaserade superlegeringar. De internationella erfarenheterna är något som idag tillvaratas på Linköpings universitet där Svjetlana Stekovic fungerar som både koordinator till EU-projekt samt senior föreläsare. Svjetlana Stekovic är aktiv i det strategiska innovationsprogrammet för flyg, Innovair, och hon har format och deltar i Clean Sky-projekt samt nationella- och bilaterala samarbeten. Svjetlana Stekovic har även gjort Sveriges röst hörd i Clean Sky som en uppskattad paneldeltagare vid uppföljningar.

Svjetlana Stekovic har visat vägen hur man som kvinna kan ta steget ut i den europeiska forsknings- och flygindustriella världen och på detta sätt etablerat sig som en förebild för kvinnliga studenter och doktorander. Svjetlana Stekovic är därför utomordentligt förtjänt av diplommet "Årets kvinnliga förebild inom flygteknik".

Jetmotorer utan CO2-emissioner

Av Claes Ericsson

Man jobbar med att försöka minska eller eliminera CO2 utsläpp från passagerarplan. Emissionsfria motorer för dagens trafikflygplan som A320neo och 737MAX8 får inte meningsfull räckvidd med batteridrift. Det naturliga miljövänliga valet är flytande väte, som förbränns i en modifierad jetmotor. Då kan det krävas ny teknologi som en roterande exploderande vågförbränning. För långdistansflyg interkontinentalt verkar man därför fokusera på SAF "Sustainable aviation fuel" tillverkat av avfall eller skogsråvara. I Sverige finns stora ytor att odla träd på för att förse SAF fabriker med råvaror.

UAM "Urban Air Mobility" kommer framöver för de minsta med 1-7 passagerare som främst flyger i städer och 10-15 mil ut, dessa vertikalstartande eller "STOL Short take-off vertical landing" tysta och flexibla flygplan komma certifieras som City Airbus NG, Bell Nexus, Joby, EHang, Lilium.. Man kan se nuvarande helikoptrar som opererar i städer för polis, ambulans, VIP transport, brandsläckning som tidiga användare av dem för uppdrag med lägre startvikt. <https://youtu.be/WFR3iUnMs-4>



City Airbus NG

Initialt blir det dyrt för passagerartrafik då det initiala kravet på en certifierad pilot ombord för ett fåtal passagerare drivet upp kostanden. Detta innan digitala system med uppkoppling mot ATC "Air Traffic Control" och tillverkaren troligen via digital satellitkommunikation kommer ta över pilot-rollen. Större versioner kommer troligtvis ha bränsleceller av typen vi ser i Toyota Mirai och blir beroende av att tanka trycksatt vätegas.

Nästa steg är upp till 19-pax regionalflygplan, liknande Heart Aerospace ES-19 och Eviation Alice. De verkar kräva nästa generations batterier för att få meningsfull räckvidd eller kommer initialt behöva bränsleceller som medför extra kostnad och vikt samt kravet på att flygplatser kan leverera H2 eller LH2. Kostnad och vikt ökar då. (Ref LeehamNews och Björns analys av dessa elflygplans räckvidd i kommersiell drift).

<https://heartaerospace.com/wp-content/themes/heart/assets/videos/es-19.mp4>

Emissionsfria motorer för dagens trafikflygplan som A320neo



ES-19

och 737MAX8 får inte meningsfull räckvidd med batteridrift. I teorin kunde de drivas av flytande syre och flytande väte i tankar ombord. Avgaserna blir då ren vattenång. Använder man luft och bränner dess syre blir det en viss mängd NOX från kvävet i luften. Men kostnaden för tillförlitliga raketmotorer i denna dragkraftsklass på 27000 lbf motsv 12-13 ton-dragkraft blir för hög. Samtidigt dubblas kostnad och vikt för dubbla tankar, både bränsle och oxidator.



Zeroe Airbus

Ett alternativ är SAF "Sustainable aviation fuel" tillverkat av avfall som använd frityrolja eller biobaserat överskott som sorterade hushållssopor. Flera projekt i främst USA och England använder hushållssopor som i en syrefri atmosfär förångas och går vidare efter filtrering till en Fischer-Tropsch process som skapar JET-A. Fulcrum är en pionjär när det gäller att göra koldioxidsnåla, billiga transportbränslen från en av våra mest rikliga resurser - hushållssopor.

Neste i Finland är en också stor aktör av SAF och bygger anläggningar i Singapore, Europa och USA. Neste har för närvarande en årlig kapacitet på 100 000 ton SAF. Med raffinaderiutbyggnaden i Singapore på väg och en ytterligare investering i Rotterdam-raffinaderiet kommer man att ha kapacitet att producera cirka 1,5 miljoner ton SAF årligen i slutet av 2023. Neste MY Sustainable Aviation Fuel finns redan på marknaden. Man har till exempel samarbetat med Air BP för att leverera hållbart flygbränsle till kunder i Sverige och Frankrike. Dessutom använder Lufthansa och KLM denna hållbara produkt, blandad med fossilt jetbränsle, kontinuerligt på flyg som avgår från Frankfurt och Schiphol flygplats.

Vid förbränning av SAF så bildas CO2 och NOX som vanligt, men argumentet är att man använder råvara som ändå skulle skapa CO2 i sin förruttnelse eller förbränning så "netto" blir det inte ett tillskott som om man använder fossila bränslen.

Det naturliga miljövänliga valet är annars flytande väte, som förbränns i en modifierad jetmotor. Väte har en hög flamhastighet, är lättantändligt och väger lite. Nackdelar är volymen av LH2 tankarna, som är av vakuumtermos-typ och var de ska placeras.

Väte kan produceras genom elektrolys med smarta katalysatorer som minskar elbehovet och kan då installeras vid vindkraftsparker till havs. Vätet som produceras kan då anslutas till naturgasnäten och vätet filtreras ut där det behövs för att omvandlas till flytande LH2. Fördelen att producera lokalt till havs utom synhåll från kusten är att man kan låta vindkraftverket gå på maxeffekt utan hänsyn till det nationella elnätet som alltid måste kunna kompensera ett frånfall av ett eller flera verk samt alltid hålla 50Hz. Då möjligt uttagen effekt ökar exponentiellt med vindhastigheten så kan kraftigt byggda vindkraftverk kopplade till lokal väteproduktion med sina kompressorer fungera upp till stormstyrkor upp mot 30m/s och då utnyttja vindenergin maximalt.

En idé är LH2-tankar bakom passagerarkabinen efter bakre tryckskottet och en längst fram i främre lastrummet. Reglerna måste utvecklas för tankar, övertrycksventiler, rör och isolering samt dumpventiler och hur tankning/tömning på flygplatsen ska gå till. Man vill undvika att ha plan stående med flytande väte som sakta kokar bort (man kan inte låta tanktrycket växa över ett visst värde), så man kommer att tanka av LH2 på plan som ska stå. Alternativt är att tanka på med "superkylt väte" för att hålla den låga temperaturen som krävs för att vätet ska hållas flytande ett tag till.

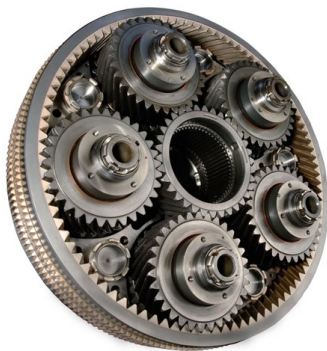
Dagens flygplatser förbrukar redan el som en mindre stad" och med LH2 produktion från inblandat väte i naturgaspipelines kommer elbehovet att öka dramatiskt beroende på såld volym LH2.



Jetmotorer är varma och trycksatta, denna kombination kräver exklusiva material som är dyra i inköp och dyra i tillverkning/inspektioner. Vanligtvis idag så är fläktmodulen tillverkad i kolfiber "Prepreg", både fläktbladen och fläkthuset. P&W valt en aluminiumlegeringskärna i sina A320neo motorer då fläkten går med så pass lågt varvtal och krafterna blir begränsade, dock är bladprofilen i kolfiber som här på en RR Ultrafan.

RR Ultrafan kolfiberblad med Ti framkant

Den efterföljande lågtrycks eller mellantryckskompressorn som går med lågtrycksturbinvarvtalet men i de senaste motorerna är fläktvarvtalet nedväxlat i en planetväxel för att få en större och sakta roterande fläkt samtidigt som lågtrycksturbinen/lågtryckskompressorn kan ha ett högt varvtal (istället för 3600rpm upp emot 10 000rpm). Lågtrycks/mellantrycks kompressorn är ofta gjord i titanlegeringar såsom Ti 6-4, Ti 6-2-4-2 eller Ti-17.



PW1100G fläktplanetväxel

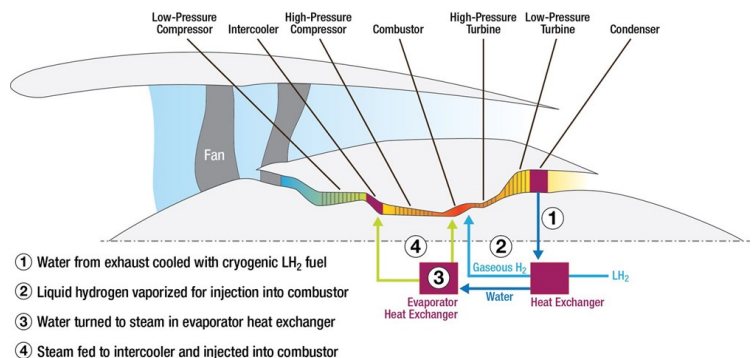
Efter denna så kommer högtryckskompressorn som är "hjärtat" i motorn. Den ska leverera högt tryck ut med liten värmeförlust genom hög verkningsgrad. Temperaturen stiger med trycket och konstruktionen kan börja med titanlegeringar, men då temperaturen överstiger titanlegeringens utmattningshållfasthet går man över till nickel-legeringar både i blad och rotor. Den vanligaste är Inconel718, men idag är pulvermetaller dominerande som Udimet 720 och nyare pulverlegeringar. Då trycket i kompressorn är det högsta i motorn finns ingen kylflöde tillgå för att kyla de sista kompressorstegen.

Här kunde kylan från LH2 göra nytta genom att sänka lufttemperaturen i kompressorluften så att man kan använda titan hela vägen eller billigare stålsmidan. Kan man kyla luften minskar även kompressorarbetet då det går åt mindre energi att komprimera kall luft än het luft. Kyler man kompressorhuset och dess ledskenor så krymper de termiskt och man måste då också kyla kompressor-skivor och -spolar för att hålla bladtopps-spel och kniveggstärknings-spel.

För billiga motorer med begränsad livslängd skulle hela kompressorn kunna tillverkas i stål med aktiv kylning. Svenska Jetmotorn Dovert hade kompressor i stål och var då mycket tålig, men med begränsad verkningsgrad, och man fortsatte med Glan som var tvåspolig liknande P&W JT3D. Då väte är mycket brännbart (knallgas) och i många höglegerade stål orsakar väteförspridning kan en heliumkrets användas som kyla av vätekretsen (Se artikel om SABRE "Supersonic AirBreathing Rocket Engine" motorn som är en kombinerad gasturbin/raketmotor som utnyttjar kombinationen av flytande väte och en heliumkrets som går mellan flytande till gasfas och samtidigt driver turbopumparna).

Man kan även utnyttja vattenångorna som bildas i förbränningen, fånga upp dem i utblåset, kyla dessa och injicera i kompressorn så att man sänker kompressorutlopps-temperaturen och ökar massflödet genom motorn. Vatteninsprutning används på olika sätt i stationära "wet gas turbines" samt i P&W studie av sin väteflygmotor med uppfångande av vattenånga med kylning och kondensering av denna.

Brännkammarmodulen kan vara mycket kort pga vätets höga flammhastighet. "Flamröret" tillverkas av koboltlegeringar och keramiska plattor eller CMC "Ceramic Metal composite" som tål temperaturerna men är en utmaning att reparera.

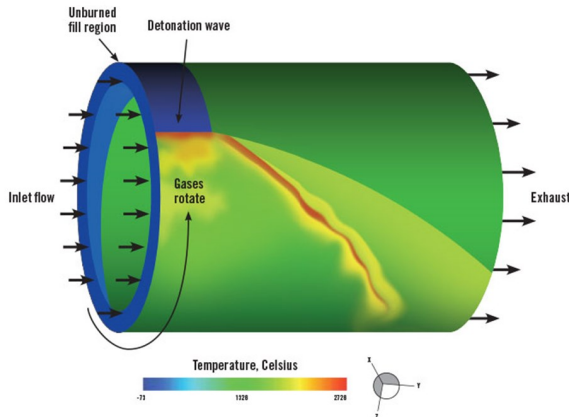


P&W Hydrogen Steam-Injected, Inter-Cooled Turbine Engine (HySIITE)

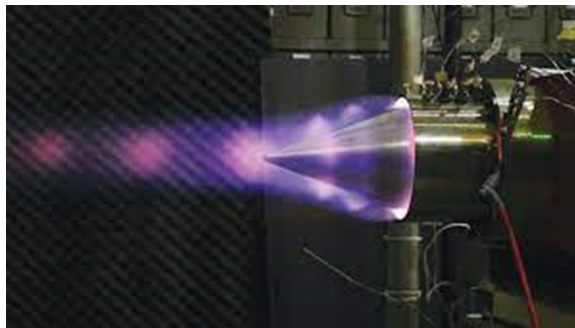
Då man fått önskad temperaturprofil mha. kompressorutlopps-luft som går utanför förbränningszonen och blandas in i förbränningsgaserna innan högtrycksturbinen så är det hett och trycket är strax under kompressorutloppstrycket. Man anpassar HPT Inlet guide vanes axiala öppna area så att trots expansionen som skett i förbränningen så är tvärsnittsytan anpassad för att ge en liten trycksänkning "Constant pressure combustion". Termodynamiskt skulle man vilja förbränna all luft från kompressorn i maximalt tryck, men med den "öppna" konstruktionen av brännkammaren går det inte. Då krävs ny teknologi som en roterande exploderande vägförbränning.

Jetmotorer utan CO2

En roterande detonationsmotor arbetar via en kontinuerlig detonationsvåg som sprider sig runt insidan av en cylindrisk förbränning. Luft- och naturgasdrivmedel (blått) införs kontinuerligt genom inloppet och reagerar över detonationsvågen som rör sig vinkelrätt mot det inkommande drivmedlet. Högtemperaturprodukter med högt tryck bakom detonationsvågen expanderar och avgaser förs ut (överst) för att driva en turbin eller generera dragkraft. När processen börjar, upprätthåller den sig själv så länge inloppsdrivmedlet flyter.



Tekniskt sett bör en RDE minska den specifika bränsleförbrukningen med cirka 5% jämfört med en konventionell motor. En roterande detonationsmotor skulle minska den specifika bränsleförbrukningen ytterligare. Förbränningens konstruktion skulle då vara radikalt annorlunda - en som skulle frigöra energi i en snabb, kontinuerlig följd av detonationer som utlöses av chockvågor som roterade inuti en cylindrisk förbränning.



Aerojet Rocketdyne kommer att utveckla, validera och integrera en roterande detonationsförbränning för ett kraftverk. RDE-systemet ger en möjlighet till potentiell prestandaförbättring på grund av detonationsprocessens likhet med förbränning med konstant volym. Detta program kommer att börja med att utveckla och validera ett systemsimuleringsverktyg för integration i en kraftverkssystemmodell. Resultaten kommer att implementeras i kraftverkssystemmodellen för att definiera vägen till konfigurationer som överstiger 65 procent kombinerad cykeleffektivitet.

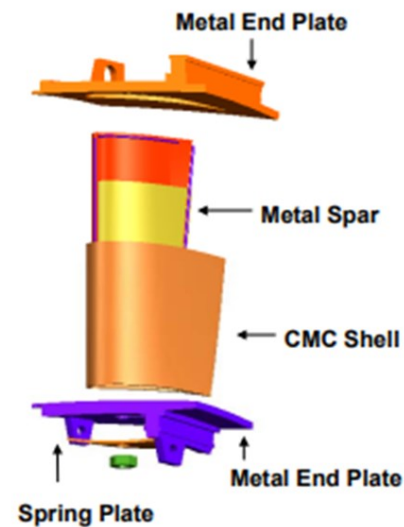
Rocket City-fabrikerna - ett smeknamn knutet till Huntsvilles roll i att lansera amerikaner till rymden - kommer att leverera råmaterial till den första amerikanska CMC-fabriken, som GE öppnade förra året i Asheville, NC. Företaget driver också redan två CMC "lean labs" i Newark, Del., och Cincinnati, Ohio, som letar efter nya applikationer för materialen och nya sätt att göra dem.

GE-forskare har arbetat med CMC i två decennier. Dessa "superkeramer" är lika tuffa som metaller, men de är också två tredjedelar lättare och kan arbeta vid 2 400 grader Fahrenheit -

8

500 grader högre än de mest avancerade legeringarna. Denna kombination gör det möjligt för ingenjörer att designa lättare komponenter för motorer som inte behöver så mycket kylluft, generera mer kraft och bränna mindre bränsle.

Högtyststurbins blad, tätningar, ledskenor, diskar och roterande tätningar är alla mycket dyra och högt påkända. Ledskenor och turbinbladstopptätningen tillverkas i CMC eller i koboltlegeringar som tål värme. Brännkammare och ledskenor som inte roterar tillverkas nu i CMC och tidigare i koboltlegeringar som går hetare än vad nickellegeringar tål. Här skulle kylning ha en stor påverkan på materialet eller låta förbränningstemperaturen öka mycket. De enklaste systemen att kyla är de heta "inlet guide vanes" som idag har många kylhål för kyl Luft som kommer från kompressorutloppet och är ganska varm upp till 1150F (621C) men betydligt kallare än förbränningsluften som närmar sig 2000K (1727C). Även här kunde vatteninsprutning ge ökat massflöde i turbinen och sänka kostnaden genom att sänka turbininloppstemperaturen.



Noteras kan att om man ökar massflöde genom turbinen så ökar möjlig uttagen axeleffekt, dvs för samma effekttuttag kan temperaturen sänkas.

HPT bladen, som idag är gjorda av nickellegeringar i enkristallutförande, har laserborrade kylhål och olika termiska- och oxid-skyddslager. De roterar med ca 11000rpm. Idag kyls de. Kunde man sänka temperaturen på kyl Luft vore det en stor fördel, enklast genom en heliumvärmväxlare. Man brukar inte leda ut turbinbladskyl Luft utanför brännkammarhuset utan tar den i botten av brännkammarhuset via en deflektor som ska leda bort smuts. Via kanaler leds kyl Luft in mellan en roterande tätning och turbinskivan (på P&W språk TOBI duct "Tangential On Board Injection") in i hål i turbinsskivans topp och vidare in i turbinbladet där luften leds i en serpentin för att till slut injiceras "impingement cooling" mot turbinbladets framkants insida för att öka värmeöverföringen och ut via kylhålen i bladet. Dessa sätts lätt igen av smuts och bladets utsida+insida måste korrosionsskyddas. I gamla tider skyddades endast utsidan genom "pack aluminizing" men idag används "plasma vapour deposition" av yttriumstabiliserad aluminumlegering" tex MCrAlY som då ger ett tunt täckande skikt på bladets utsida och insida.

Man brukar ha tjockare gods steg 1 bladframkant på civila motorer som då tillåter översyn via kemisk strippning som tar lite av basmaterialet innan oförstörande provning, svetslagning (tillåtet lokalt nära bladtoppen), nytt korrosionsskydd och plasma. Militära motorer med penningstarka ägare brukar få tunna steg 1 bladframkanter som då förbättrar den interna kyleffekten från "impingement cooling" och får längre livslängd men begränsat antal översyner (nära 0). Man kunde tänka sig fredstida militära T1 blad som kan överses och krigstida blad med längre tid på vinge för att spara pengar.

Notera att steg 2 i HPT (eller i fallet av enstegs RR turbin IPT-turbinbladet) har perfekt temperatur för att förångat salt från insugsluften till motorn ska falla ut svavel, som fäster på bladets insida och då snabbt orsakar korrosion. Så en saltrik miljö gör att turbinblad steg 2 snabbt råkar ut för bladbrott (PW4000, Trent1000B+C, LEAP-1A)

HPT Steg 2 är idag tillverkade i koboltlegering (ledskenor) och bladen i nickellegering. Ledskenor luftkyls och kunde kylas med rent vatten som förångas och ökar massflödet genom steg 2 och efterföljande lågtrycksturbin. Man försöker även här tillverka dem i CMC utan kylning.

HPT huset är kylt då man också kylvat baksidan på HPT shrouds "tätningsegment". De börjar nu tillverkas i CMC, dock är huset ofta tillverkat i nickellegeringar liksom LPT huset, bladen och diskarna. All kyluft medför en förlust i verkningsgrad för motorn och kunde man kyla luften eller använda LH2 som kylmedium innan den går in till förbränning medför det en vinst i verkningsgrad.

Lågtrycksturbinen är idag okylad men utsidan av LPT Case kyls via active clearance control system med kyluft, även denna luft som tappas av fläktkanalen kan minskas mha kylning från en liten luftkylare med LH2. Det kan nämnas att de bakre stegen tillverkas av aluminium-titan legeringar som är lätta, höghållfasta och värmetåliga men ofta spröda. Al-Ti är en intermetall och inte en metall. Denna legering har en svensk koppling då GEnX motorn till 787 fick en omkonstruerad LPT med viktproblem där Fiat Avio i kontakt med Arcam i Göteborg lyckades tillverka LPT blad/ledskenor i TiAl genom 3D printning och därmed kunde den möta det vikt mål med verkningsgrad som utlovats. Både Arcam och Fiat Avio blev sedan uppköpta av GE.

Ett bladbrott längst bak i LPT är inte ett katastrofalt scenario då mycket kan slinka ut genom en LPT som går i låga varvtal approx 3600 rpm och trycket sänks steg för steg då arbete tas ut. Det är mycket värre om delar träffar HPC's framsida och där kan orsaka bladskador speciellt i bladtopparnas fram- och bakkanter.

Här kan nämnas att andra delar av motorn behöver kylning som lagerhusen, oljekylare (Air Cooled Oil Cooler ACOC, Fuel Cooled Oil Cooler FCOC) samt fläktrduktionsväxels oljesystem. För man in 25000hp i växeln och har 99% verkningsgrad är det ändå 250hp som ska kylas bort då motorn går på max dragkraft.

Även vissa komponenter är bränsledrivna via bränslekontroller (Hydromechanical Control Unit), såsom VSV systemet (Variable Stator Vanes) och Bleed valve som är luftavtappning från "svanhalsen" mellan LPC och HPC samt stability bleeds i HPC som öppnas vid vissa driftsfall för att undvika överstegring "stall" av vissa av bladen i HPC. Man tappar även av "Service Bleed Air" för att få lagom tryck/temp på luften in till kabin lyftsystemet som går via en luftkylare "fan air cooler" och en "high stage valve" som styr vilket steg av kompressorluft som ska matas vidare in till de flygplansmonterade Air cycle machines som är en kombinerad kompressor, avfukare, kylturbin och blandningsventil som styr att man får rätt temp/tryck in i kabinen blandad med återcirkulerad och HEPA filtrerad kabinluft. Kylturbinen sänker temperaturen och dess axeleffekt driver dess kompressor.

Framöver kommer säkert dessa motorinstallerade ventiler att styras av el då man lättare får återkoppling till kontrollsystemet via små kulskruvs-aktuatorer.

Tittar man på de stora strukturella elementen "ryggraden i motorn" så är fläktthus i kolfiber, mellanhus i titan, kompressorhus i titan i famkant och nickel/stållegeringar, brännkammarhus i nickel liksom HPT och LPT hus samt växellåda i aluminium som driver hydraulpumpar, oljepump, avluftnings-sling av returolja, bränslepump, bränslekontroll, starter-generator.

För långdistansflyg "intercontinental" verkar man fokusera på SAF. Det finns stora ytor på jorden att odla träd på för att förse SAF fabriker med råvaror och samtidigt rena luften då träden omvandlar CO2, vatten, värme och solljus till biomassa. I Sverige produceras ca 7-20 kubik torrsbstans per hektar/år. En misskött skog som hämmas av björksly och andra produktionshämmande faktorer (granbarkborre, torka, storm) minskar dock dess tillväxt drastiskt och därmed dess CO2 upptagande.

Satsade man på skog för timmer och optimerade var man planterar olika trädsorter utifrån markförhållanden (våta, jordmån, vindförhållanden, temperatur) och sköttes de optimalt kunde Sverige troligtvis fördubbla skogens CO2 upptag per år och mängden sågtimmer mer än fördubblas då massaveds efterfrågan sjunker pga. lägre pappersförbrukning. Detta skulle även ge SAF "Sustainable Aviation Fuel" fabriker ökad tillgång på råvaror.

I andra delar av världen med mera nederbörd och värme kan mycket högre virkesproduktion uppnås. Man kan uppnå andra fördelar med träd som binder jord och minskar jorderosion. På betesmark kan spridda träd ge skugga till boskap och suga upp dess gödsel, i havsbanden kan man utveckla mangroveskogen och därmed minska erosion samt öka på den biologiska mångfalden samtidigt man suger upp CO2.

Ett konsortium studerar även att ta CO2 från värmeverk (Uppsala) till en fabrik nära Forsmark. Enligt uppgift kan Forsmark producera mera el än vad de får mata in på nätet då denna stora effekt inte kan kompenseras vid ett nödstopp. Idén är att låta det producera max och använda denna "överskottsel" för att tillverka SAF som sedan körs till flygplatsen. En nackdel är att det saknas tågförbindelse till Forsmark vad jag känner till. Dock kunde CO2 gå med fartyg via hamn i Uppsala till Forsmark, som har en hamn och producerad SAF till ny hamn i Rosersberg och vidare till Arlanda med nuvarande transporter från dess tåg jetbränsle station.



Militära drönare

Från början var drönare mest avsedda för rekreatiönsändamål och tog bilder av landskap och andra föremål. Nu har de bevisat sitt värde i den militära sektorn, fungerar som transportfordon, verktyg för övervakning och till och med som vapen. Turkiets Bayraktar TB2-drönare har med sina laserstyrda bomber cementerat sitt rykte som ett mycket effektivt, dödligt vapen i kriget i Ukraina.

[Engineering360](#)

[Nyheter om Turkish Drone In Ukraine](#)

Den turkiska drönaren fick först internationell uppmärksamhet under konflikten i Nagorno-Karabach 2020, där Azerbajdžjans TB2-flotta var avgörande för att bestämma krigets utgång.

På senare tid har TB2 varit avgörande för Ukrainas motstånd mot Rysslands invasion, orsakat stora förluster mot ryska styrkor och möjligen spelat nyckelroller i några av krigets viktigaste händelser, såsom att sänka den ryska kryssaren Moskva och kritiskt skada fregatten Admiral Essen.

Enligt Baykar, drönarens tillverkare, har TB2 en operativ höjd på 18,000 fot, ett 27,000 fot servicetak, 27-timmars uthållighet och 70-120 knop marschfart.

Andra drönare i samma kategori inkluderar den USA-tillverkade MQ-9 Reaper och kinesisktillverkade CH-4B Cai Hong. Medan TB2 kanske inte är i närheten så avancerad som dessa drönare framstår den ganska positivt när det gäller kostnad, räckvidd, beväpning, nyttolast och tillgängligt stöd.

TB2 är kostnadseffektiv för potentiella köpare till US \$ 5 miljoner per enhet, i motsats till MQ-9: s prislapp på 32 miljoner dollar och 4 miljoner dollar per enhetspris för CH-4B. TB2 har också visat sig vara pålitlig i strid, i motsats till CH-4B, som enligt uppgift plågas av underhållsproblem och olyckor. Jordanien valde att sälja hela sin CH-4B-flotta efter bara tre års tjänst.

Räckvidd är en annan viktig skillnad. TB2 har en räckvidd på endast 300 kilometer, till skillnad från MQ-9: s 1 850 kilometer och CH-4B: s 2 750 kilometer. Den kortare räckvidden minskar drifts- och underhållskostnaderna.

Till skillnad från de amerikanska och kinesiska drönarna, som till stor del används i underrättelse-, övervaknings- och spaningsroller på strategisk nivå över stora delar av territoriet som i Afghanistan, Irak, Xinjiang och Syd kinesiska havet, används TB2 i mer taktiska slagfältroller som målbeteckning och precisionss attacker.

TB2 har också en ganska liten nyttolastkapacitet på 150 kilo och är vanligtvis utrustad med fyra turkisktillverkade MAM-L- och MAM-C-laserstyrda bomber. MAM-L är en 22-kilos mikroammunition med en räckvidd på 15 kilometer, medan MAM-C är en mindre 6,5 kilo tung ammunition med en räckvidd på 8 kilometer.

Tidigare versioner av TB2 använde brittisktillverkade Hornet-bombställen, vilket möjliggjorde kompatibilitet med västerländsk styrd ammunition. De turkisktillverkade bombställen upprätthåller kompatibilitet med västerländsk beväpning, vilket framgår av USA: s plan att beväpna Ukrainas TB2: er med lätta AP-KWS-raketer (Advanced Precision Kill Weapon System). Detta ger drönarna låg kostnad, ökad effektivitet mot rörliga mål och möjligheten att bära sex raketer istället för fyra laserstyrda bomber.

TB2: s lätta nyttolast begränsar den dock till att attackera små mål, såsom stridsvagnar, lätta pansarfordon, mjukhudade fordon och oskyddad personal. Dess förmåga mot större, viktigare mål som stora ytkrigsfartyg och befästa bunkrar är hittills obevisad.

Som jämförelse har MQ-9 och CH-4B större nyttolaster och har ett mer varierat urval av ammunition. MQ-9 har en nyttolast på 1 701 kilo och kan distribuera åtta Hellfire-luft-till-mark-missiler eller kombineras med 227 kilo Paveway II laserstyrda bomber.

CH-4B har en mindre nyttolast på 250 till 345 kg och kan bära en mängd olika kinesisktillverkade luft-till-mark-missiler och



laserstyrda bomber.

TB2 är en central del av Turkiets "drönardiplomati", vilket ger Turkiet lönsamma långsiktiga partnerskap inom försäljning av reservdelar, ammunition, utbildning, underhåll och annat tekniskt bistånd.

Turkiets drönarindustri kanske dock inte är så oberoende som det verkar, eftersom TB2 i stor utsträckning använder utländska komponenter från Kanada, Storbritannien, Frankrike, Tyskland, Österrike och USA. Turkiet har strävat efter att minska sitt beroende av utländsk teknik, men står fortfarande inför svårigheter att tillverka inhemskt kritiska komponenter som motorer, mikrochips och sensorer.

USA har traditionellt upprätthållit en restriktiv politik för drönarexport och endast godkänt försäljning av tekniken till sina närmaste allierade som Storbritannien, Australien, Japan och Frankrike. Denna restriktiva politik har gjort det möjligt för andra aktörer som Israel och Turkiet att ta betydande andelar av den potentiella marknaden för amerikanska drönare.



Medan Kina följer en liknande policy som Turkiet, har köpare av dess drönare klagat på brist på service- och underhållsdokumentation, knappa reservdelar och till och med frekventa krascher. Vissa köpare har således övergått till att använda bemanade flygplan för de uppgifter som tidigare tilldelats deras CH-4B-flotta, övergått till att köpa TB2 från Turkiet eller fortsätter ansträngningar att få köpa amerikanska drönare.



Trots Kinas drönares dåliga rykte när det gäller tillförlitlighet och stöd efter försäljning fortsätter Kina att sälja sina drönare till länder som anser att amerikansk utrustning är oöverkomlig eller på annat sätt ouppnåelig som t ex Pakistan.

Men andra länder är också aktiva. Ett israeliskt försvars- och säkerhetsföretag har utvecklat ett försvarssystem, som kan inaktivera misstänkta drönare och drönarsvärmar. Den så kallade Drone Dome från företaget Rafael är ett portabelt lasersystem utrustat med sökradar, radiodetektor, kommando- och styrsystem och en elektrooptisk sensor. Vapnet kan upptäcka misstänkta drönare, antingen individuellt eller i svärmar, och avgöra om den misstänkta drönarens radiofrekvens ska aktivera laservapnet. Lasern kan smälta plasthöljet på drönaren och förstöra dess interna elektronik.

Enligt Rafael kan drönaren upptäcka misstänkta föremål så små som 20 kvadratcentimeter i storlek och så långt som 3 km bort. Drone Dome kan också rikta in sig på oberäkneliga drönare och hålla dem i sitt hårkors när de rör sig runt för att undvika upptäckt.

Den ryska försvarsentreprenören Almaz Antey har också byggt en drönare, som skjuter ner andra drönare från himlen. Enligt rapporter är drönaren utrustad med ett Vepr-12 hagelgevär och ett magasin med tio patroner. Drönaren kan lyfta vertikalt och styrs via ett visir, som bärs av piloten och är anslutet via videolänk till drönarens kamera, vilket gör det möjligt att styra drönarens riktning och rikta vapnet.

Flygföretaget Bell har utvecklat en autonom eldriven militär drönare, som utför leveranser för militär personal i fientliga regioner. Drönaren, kallad Bell Autonomous Pod Transport (APT), kan bära två paket, som kan väga så mycket som 30 kg vardera. APT kan leverera förpackningarna, som vanligtvis innehåller kritiska förnödenheter, inklusive mat, ammunition och medicin, till antingen en eller två olika släppzoner.

Flygteknikföretaget Near Earth Autonomy och flyg- och försvarsteknikföretaget L3Harris har framgångsrikt levererat blod, som har tagits direkt från kroppen med plasma eller trombocyter fortfarande intakta, med hjälp av en drönare.

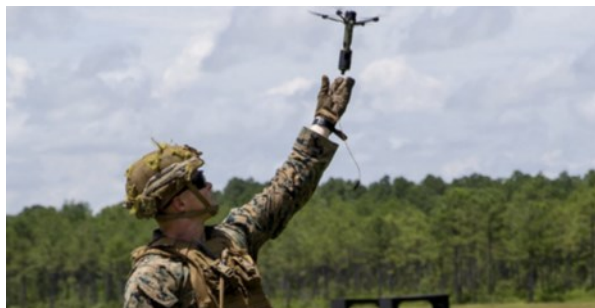
Drönaren utvecklades under U.S. Army's Medical Research and Development Commands (USAMRDC) Telemedicine and Advanced Technology Research Center och kan självständigt leverera blod och andra medicinska förnödenheter militärs från militärbaser till läkare på slagfältet. För att åstadkomma detta infördes Near Earths autonoma flygsystem i L3Harris FVR-90 hybrida vertikala start- och landningsflygplan.

Säkerhets- och rymdföretaget BAE Systems utvecklar i samarbete med Malloy Aeronautics en tung nyttolastdrönare för militära tillämpningar. Kallad T-650 Heavy Lift Electric UAS, har den en nyttolast på ungefär 300 kg, en räckvidd på 30 km per laddning och en hastighet, som närmar sig 140 km/h. Dessutom kan drönaren antingen fjärrstyras eller drivas autonomt för att utföra uppgifter som att transportera militära förnödenheter, evakuera offer från stridszoner, stödja stridsscenarier eller genomföra övervakning.

Den så kallade Drone40 från det australiska försvarsföretaget Defendtex är en drönare med en vertikal flygkropp som kan packas med antingen sprängämnen eller underrättelse-, övervaknings- och rekognosceringslaster. Enligt utvecklarna styrs enheten via radiolänk från en bärbar markstation. Dessutom kan den avfyras via granatkastare eller för hand, träffa ett mål

och återvända till basen. Drone40 har en räckvidd på 12 km och har en flygtid på 30 till 60 minuter. Drönare, som kan användas som granater, har också nyligen testats av amerikanska marinsoldater på North Carolinas Camp Lejeune för att avgöra hur lätta de är att placera ut.

Soldater i den amerikanska armén kommer snart att utrustas med drönare i fickformat som kan bedöma och rapportera om slagfältsförhållanden. FLIR Systems, den Oregon-baserade drönartillverkaren och utvecklaren av termisk bildbehandling, övervakning och navigationsteknik, tilldelades nyligen ett kontrakt med den amerikanska armén för sina Black Hornets personliga spaningsdrönare.



Drönarna är nästan helt tysta, enligt FLIR Systems, när de svävar diskret över slagfältet. Smygande upptäcker och identifierar de potentiella hot och vidarebefordrar högupplösta bilder och livevideor tillbaka till operatören. Med bara 16 cm i längd och vägande bara 30 gram kommer drönarna att passa i handflatan på en soldat och kan bäras i en ficka eller på ett verktygsbälte. När drönarna har placerats ut kan de erbjuda soldater situationsmedvetenhet om slagfältet i upp till en halvtimme på en enda laddning och på en räckvidd av 3,5 km, dag eller natt.

Den brittiska försvarsmakten har utvecklat en ny stridsdrönare som kan ta över farliga inträngningsoperationer. Hexacopter drönaren I9 kan navigera inomhus i utrymmen ockuperade av en fiende och identifiera fiendens mål med hjälp av maskininlärning för att neutralisera dem baserat på en fjärroperatörs kommandon. Förutom sina sex par propellrar har hexacoptern också två hagelgevärspipor för att rikta in sig på fiender. Dessutom kan den fungera som en murbräcka och slå fiendens drönare från himlen.

Vikbara drönare kan komma att användas i amerikanska arméns spaningsuppdrag. Drönartillverkaren Skydio har tilldelats ett kontrakt värt 20 miljoner dollar för att utveckla sin vikbara X2D-drönare för den amerikanska arméns SRR-program (Short Range Reconnaissance). Det är ett program för att genomföra kortdistansspaning och övervakningsverksamhet.

Enligt Skydio innehåller X2D-drönaren funktioner för artificiell intelligens (AI) som ämnesdetektering och hinderundvikande, sensorer för att fånga 4K-videor och GPS-baserad nattflygning. Dessutom har den nästan 1,5 kg tunga drönaren 35 minuters flygtid vid topphastigheten 40 km/h och den kan minska sina dimensioner till hälften genom att vika ihop sig.



Flyg på andra planeter

Robotiserade och kontrollerade farkoster kan snabbt samla in högkvalitativa data om stora delar av en planets yta. Den 19 april 2021 lyfte en liten experimentell helikopter vid namn Ingenuity från Mars och in i historieböckerna. I mitten av 2030-talet är en rotorfarkost stor som en liten bil, kallad Dragonfly, planerad att ta nästa steg. Den kommer att landa på Saturnus största måne, Titan, för att påbörja mänsklighetens första uppdrag att utforska den. [BBC Future](#) ; [Daily Mail \(UK\)](#)

Ingenuitys rotorerna snurrade i rasande fart i den tunna marsatmosfären för att producera tillräckligt med lyftkraft. Det var mänsklighetens första kontrollerade flygning på en annan planet. Platsen på Mars där den landade heter nu Wright Brothers Field, efter flygpionjärerna. En liten helikopter som Ingenuity erbjuder ett annat sätt att kartlägga främmande världar än rovers som Curiosity, som redan fanns på Mars.

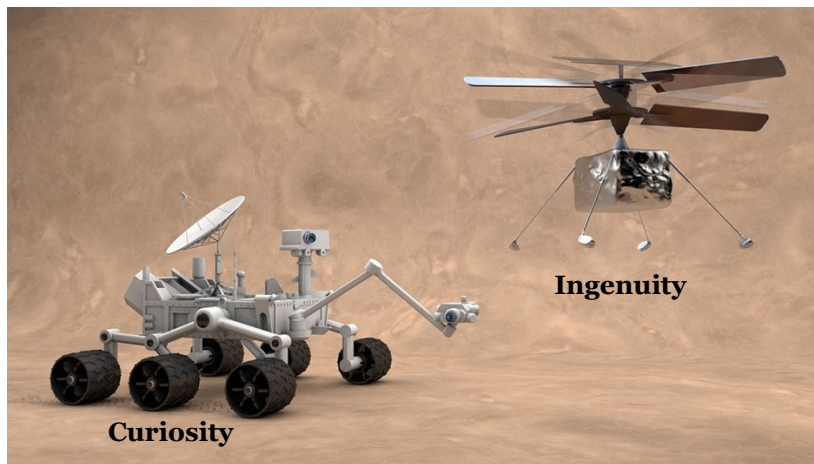
På Mars är atmosfären mindre än 1% så tjock som på jorden, vilket gör det mycket svårt för ett flygplan att lyfta. Detta innebär i sin tur att en marsiansk helikopter måste vara mycket lätt, men ändå kunna lyfta sina litiumjonbatterier, sensorer och kameror samt de system för uppvärmning och isolering, som behövs för att hålla den vid liv under de kalla marsnätterna.

Man började först undersöka idén till en marsiansk helikopter på 1990-talet, men tekniken fanns helt enkelt inte då. Man tittade också på flygplan med fasta vingar, men på Mars var en rotorfarkost mer meningsfull eftersom den skulle fungera utan ett flygfält.

På 1990-talet hade den typ av batterier som behövdes för att driva Ingenuity nyligen utvecklats och sensorer och algoritmer för att flyga maskinen var inte mogna nog. Mer än tjugo år senare är det en annan sak. Idag på Jorden levererar drönare paket och vacciner och används för att kartlägga grödor och arkeologiska platser. Det var sammanflödet av alla dessa tekniker vid rätt tidpunkt som möjliggjorde Ingenuity.

Man arbetar nu med konstruktioner av rotorfarkoster som kan bära mycket tyngre nyttolaster över mycket längre avstånd. Dragonfly är ett sammanflöde av all den utveckling, som har hänt. Dragonfly kommer att flyga över Saturnus planetstora måne Titan under en Titan-dag (16 jorddagar) för att utföra experiment.

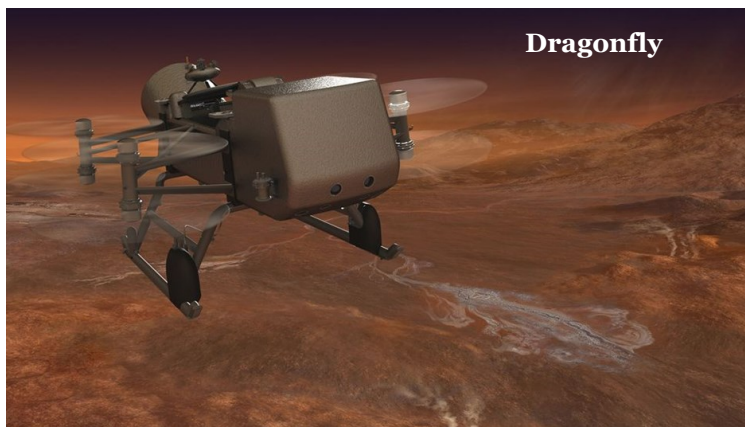
Titan är motsatsen till Mars. Den har en istäckt ytskorpa, under vilken det finns ett hav som täcker hela planeten. Det är mycket kallt och regnar metan. Titans miljö är verkligen unikt lämpad att utforska med flygande farkoster. Den har



låg gravitation och en tät atmosfär, och det innebär att flygplan och helikoptrar kan vara större i storlek, bära tyngre nyttolaster och ha större kapacitet än på en planet som Mars. Titans miljö innebär t ex att en rotorfarkost som Dragonfly kan bära Nasas kraftfulla kärnkraftsbatterier.

och flyga vidare om det inte är säkert att landa.

Nästa flygexpedition efter det kan vara till Jordens systerplanet Venus. med dess extrema värme, tryck och sura atmosfär. Planetens atmosfär är 90 gånger tätare än Jordens. Dess temperatur är runt 475°C



Mars har dock fördelen över Titan i en aspekt. Hela sviten av satelliter runt Mars, som har funnits där i årtionden, kan användas för kommunikation. Det tar mindre än en dag för data att nå Jorden från Mars för att analyseras och order att skickas tillbaka. På Titan kommer det att ta mycket längre tid.

Dragonfly kommer att behöva göra sina egna kartor över Titan medan den flyger. De befintliga kartorna är inte tillräckligt detaljerade, så rotorfarkosten kommer att flyga över en potentiell landningsplats

och trycket är 93 bar. Ingen landare har överlevt i mer än 127 minuter på dess spruckna, skifferliknande yta.

Nu föreslår forskare att skicka två flygplan till Venus. Den ena är ett soldrivet glidflygplan, som kan flyga på obestämd tid genom planetens mer godartade övre atmosfär, den andra en flygande vinge, som kommer att flyga genom de fientliga förhållandena nära ytan.



Venusatmosfären är hemsk men också fantastisk. Venus har en tjock, giftig atmosfär, som verkar för att hålla den snurrande. Om det inte vore för Venus soppliknande, snabbbrörliga atmosfär, skulle den sannolikt vara statisk, oberörd på sin axel, med ena sidan alltid vänd mot solen så som Månen alltid vänder samma sida mot Jorden.

Venus tar 243 jorddagar att rotera en gång på sin axel och 225 dagar att kretsa runt solen, men dess atmosfär cirkulerar runt planeten var fjärde dag. Extremt snabba vindar gör att atmosfären drar längs planetens yta när den cirkulerar, saktar ner dess rotation och lossar greppet från solens gravitation. Långsam rotation har dramatiska konsekvenser för Venus klimat med en genomsnittlig temperatur på upp till 500 C - tillräckligt varmt för att smälta bly.

Venus, den andra planeten från solen, är en stenig värld av ungefär samma storlek och massa som Jorden. Atmosfären skiljer sig dock radikalt från vår – 96 procent är koldioxid och trycket är 92 gånger Jordens.

Att stå på Venus yta skulle vara som att stå på botten av ett mycket varmt hav. Man tror att Venus sannolikt en gång hade oceaner som liknade Jordens - men dessa skulle ha förångats eftersom den genomgår en skenande växthuseffekt liknande den som Jorden nu kan vara på väg in i.

En anledning till värmen är att nästan all solens energi som absorberas av planeten

är uppslukad av Venus atmosfär och aldrig når ytan. Venus atmosfär blockerar också solens energi från att lämna planeten, vilket förhindrar kylning eller flytande vatten på dess yta. Venus yta är nu ett torrt ökenlandskap, som regelbundet ändras av vulkanisk aktivitet.

Den ogästvänliga planeten är insvept i moln av svavelsyra som gör ytan omöjlig att skimra. Det finns ett enormt, tjockt lager av moln, 20 km tjockt, som börjar på 50 km över ytan och går upp till 70 km. Det är tätare än jordens atmosfär och lättare att flyga igenom. Det borde vara möjligt att flyga ett soldrivet flygplan på denna höjd med befintlig teknik.

Att flyga nära ytan är en enorm utmaning på grund av den extrema värmen, bristen på solljus för solenergi och trycket. Men kanske kunde ett sådant flygplan använda en Stirling-motor för att omvandla den extrema värmen nära ytan till energi för att driva flygplanet. Det skulle vara ett av få plan som någonsin drivits av en sådan motor.

Men det kan finnas ett annat alternativ – ballonger. Det var en ballong som gjorde mänsklighetens första flygning på en främmande värld. I juni 1985 släppte det sovjetiska Vega-uppdraget två enorma sfäriska ballonger i Venus atmosfär. Deras instrument hängde i en gondol under ballongen. Vegaballongerna var "extremt framgångsrika. De flöt på en höjd av cirka 54 km och samlade in 46 timmars atmosfäriska data.

Men en dag kommer vi att ha rovers på

Venus yta. Ett sådant projekt är NASAs Hybrid Automaton Rover-Venus (Har-V eller Har-vee).

När det gäller att bygga en landare för Venus innebär den extrema miljön att många av de traditionella komponenterna vi använder i rymdfarkoster inte kommer att fungera. Syret i atmosfären trycks in i komponenterna, vilket innebär att de måste vara gjorda av rostfritt stål eller titan. De höga temperaturerna smälter elektroniken.

Kameran och de kemiska sensorerna är ännu svårare att klara och har ännu inte utvecklats. Sedan gäller det att få kraft. Solenergi är inte ett alternativ eftersom Venus har tjocka moln och en 60-dagars natt. Istället kanske man kan använda vinden för att direkt driva rovers mekaniska system.

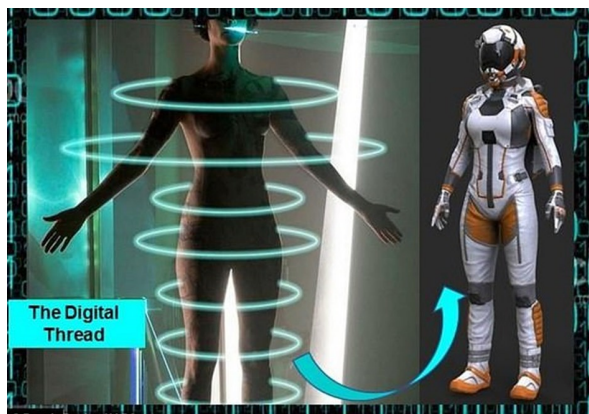
Chansen att Har-V:s hjul landar på Venus kan vara liten och om man börjar titta på planeter utanför vårt solsystem så börjar det bli riktigt svårt. Det finns planeter gjorda av is eller som har metall i atmosfären. Det finns många dit vi inte kan skicka något vi känner till idag utan att det blir helt förstört, men det finns andra planeter som mer liknar Jorden.

Oavsett de olika miljöerna kommer fysiken att vara densamma vilket solsystem mänskligheten än utforskar. De lärdomar vi har dragit av att flyga flygplan autonomt på andra planeter i vårt solsystem är grundläggande för hur mänskligheten kommer att flyga i framtiden på andra himlakroppar.

Framtida rymdteknik

NASA stöder ett antal futuristiska teknikkoncept, som kan hjälpa mänskligheten att sprida sig över hela solsystemet och bortom. Bland de idéer som ges stöd är rymddräkter som kan generera syre från marsatmosfären och fägelliknande drönare, som kan flyga på Venus. Om ideerna förverkligas kan de också göra det möjligt för NASA att utforska gasjättarnas månar, eller titta in i atmosfären på en exoplanet.
[Daily Mail \(UK\)](#)

Idéer som dessa är för närvarande science fiction, men de kan en dag bli verklighet tack vare en ny omgång bidrag som delas ut av NASA. Det senaste urvalet av projekt inkluderar tolv fas I-studier, samt fem fas II-utmärkelser som gör det möjligt för forskare att fortsätta sitt tidigare arbete. Projekten är fortfarande i ett tidigt utvecklingsstadium och betraktas inte som officiella NASA-uppdrag utan snarare som tidiga undersökningar av vad som kan vara möjligt.

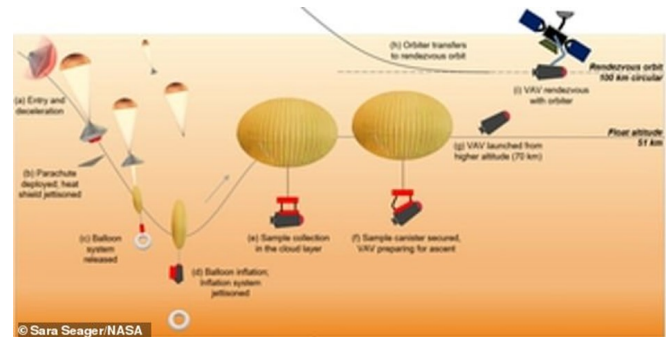


En idé är att göra 3D-skanning av en individ för att skriva ut avancerade rymddräkter för Mars på begäran. En astronaut kliver in i en kroppsscanner och går ut några timmar senare på Mars i en specialtillverkad rymddräkt och andas syre som extraheras från Mars koldioxidrika atmosfär. Skapande av syre på Mars från CO₂ undersöks av Arizona State University i Tempe och skall integreras i rymddräkter.

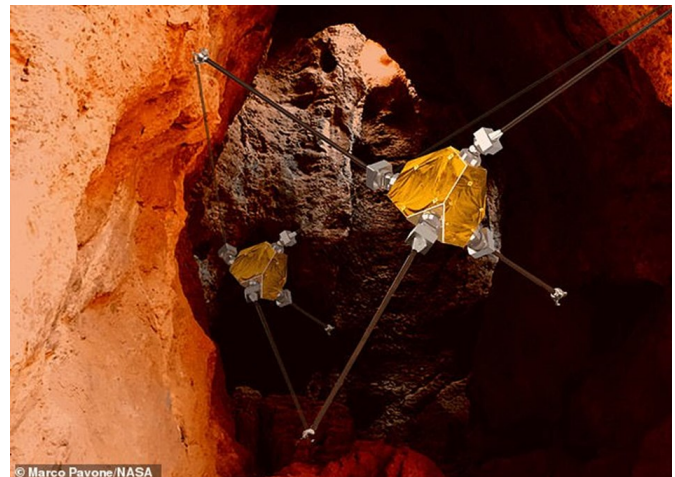


Ett annat exempel, från Massachusetts Institute of Technology i Cambridge, är en uppblåsbar fägelliknande drönare, som sveper genom himlen och studerar atmosfär och vädermönster på Venus.

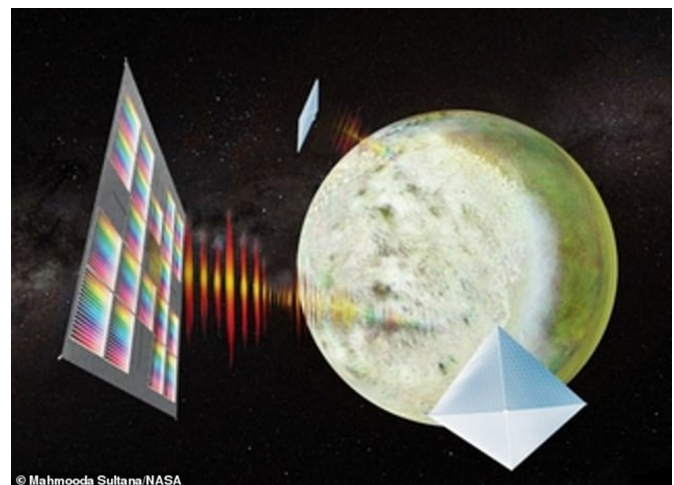
Ett koncept som föreslagits av Sara Seager vid Massachusetts Institute of Technology skulle också hjälpa forskare att studera planeten Venus. En sond skulle hoppa fallskärm i planetens atmosfär för att fånga ett prov av gas och moln. Provet skulle föras till jorden, där forskare kunde leta efter tecken på liv i Venus atmosfär – en av de få potentiella platser där det kunde överleva på den annars heta högttrycksplaneten.



ReachBot är en liten robot som en dag kan skickas för att krypa genom grotterna på Mars och leta efter lämpliga livsmiljöer



Projektet ScienceCraft för utforskning av yttre planeter är solsegel som kan användas för att få rymdfarkoster till de yttre planeterna i solsystemet som Neptunus, på bara tre år, jämfört med årtionden med nuvarande teknik



Framtida rymdteknik

15

CREW HaT är ett koncept som består av lätta, utfällbara, mekaniskt stödda magnetiska spolar, som aktiveras av en ny generation av supraledande band med hög temperatur. De producerar ett förstärkt externt magnetfält, som avleder kosmiska strålningspartiklar



© Elena D'Onghia NASA

John Mather, Nobelpristagare och astrofysiker vid NASA:s Goddard Space Flight Center i Greenbelt, Maryland, har föreslagit ett koncept, som kan hjälpa mänskligheten att studera jordliknande exoplaneter. Ett tak som en fotbollsplan i rymden skulle läggas i linje med markbaserade teleskop, blockera ljuset från avlägsna stjärnor och tillåta astronomer att söka efter tecken på liv i planeternas atmosfärer i andra stjärnsystem, ljusår från jorden.



© Jonathan Sauter NASA

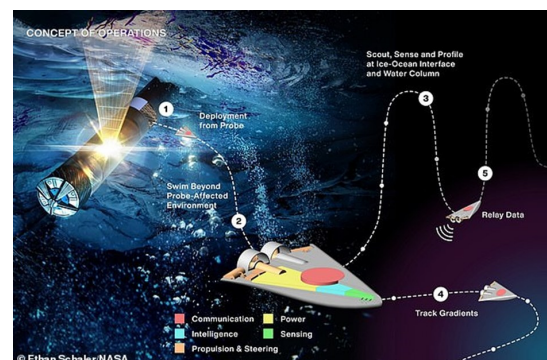
Starburst är en revolutionerande ny arkitektur för sådana stora utfällbara strukturer såsom solskydd och sensorer, som kan transporteras till rymden i befintliga uppskjutningsfarkoster. Den består av utfällbara stag kopplade till en flexibel hud av vävd kolfiber.

För att producera artificiell gravitation nära jordnivå behövs en kilometerskala. Zac Manchester vid Carnegie Mellon University kommer att fortsätta sitt arbete med ett koncept för artificiell gravitation i rymden med hjälp av en roterande struktur.



Efter att ha lyfts upp av en enda raket skulle den föreslagna strukturen förstöras till 150 gånger sin ursprungliga storlek och bli en enorm roterande livsmiljö som skulle ge artificiell gravitation som motsvarar jordens gravitation i vissa delar av strukturen.

Kärnan i denna lösning är rörstrukturer med ett aldrig tidigare skådat expansionsförhållande på 150x, vilket gör det lättare att distribuera från jorden.



SWIM består av små, 3D-printade simmande mikroroboter utrustade med sensorer, miniatyrställdon, och trådlös kommunikation med ultraljudsvågor, som ska sättas ut i främmande hav t ex på månarna Enceladus, Europa och Titan.

De nya fas I-projekten inkluderar också en ny design för en bemannad rymdfarkost, som ger mer skydd mot strålning på långa resor.

Ett annat koncept är ett helt tyst elektriskt flygplan, och en idé om en rymdfarkost som kan utnyttja solens värme för att driva ut den ur solsystemet i aldrig tidigare skådade hastigheter. Det fanns också ett projekt om ett nytt sätt att använda kärnkraft för rymdfarkoster.

När vi siktar på allt mer utmanande destinationer för utforskning med människor och robotar kommer innovativa idéer och framtids tänkande att vara avgörande för att hjälpa oss att nå nya framsteg. Att studera kreativa idéer som dessa är det första steget för att omvandla science fiction till science fact.

Rymdens miljöproblem

Tåg, bilar och flygplan började vi använda utan tanke på miljöeffekterna av utsläppen från dessa maskiner. Är mänskligheten på väg att upprepa samma nonchalans, den här gången för transport till rymden? Kanske, men det behöver inte vara så.

Aerospace America

År 2021 gjordes cirka 230 raketuppskjutningar av alla operatörer tillsammans, vilket inkluderar suborbitala turistflygningar. I framtiden kan det bli många fler. Elon Musk från SpaceX har föreslagit att två rymdskepp ska skjutas upp varannan vecka för att kolonisera Mars och Richard Branson planerar att använda sina Virgin SpaceShips för 400 turistflygningar per år från flera rymdhamnar.

Denna uppskjutningsrevolution, om den verkligen blir av, skulle i skrivande stund ske med endast rudimentär kunskap om vilka typer av raketer, som kommer att användas, deras utsläpp och miljökonsekvenserna av en sådan massiv ökning av uppskjutningar.

Osäkerheter hindrar oss från att fullt ut förstå hur raketutsläpp påverkar stratosfären. USA och andra borde finansiera provtagningsflygningar för att mäta deras utsläpp och sedan kvantifiera den potentiella effekten av olika typer av raketer. Därefter skulle tillsynsmyndigheter kunna sätta gränser för antalet uppskjutningar per år eller kräva bränslen, som släpper ut mindre föroreningar, eller helst göra båda. Just nu saknar forskare de utsläppsdata som de behöver för att driva på för sådana regler eller frivilliga åtgärder.

När det gäller klimatet är huvudfrågan inte koldioxiden i utsläppen av vissa raketer. Raketernas totala inverkan på klimatförändringarna genom koldioxidutsläpp är försumbar och skulle sannolikt förbli så även med en betydande ökning av uppskjutningar. När det gäller raketer är den mer angelägna oron deras sot, känd för forskare som svart kol, vilket också har en betydande uppvärmningspåverkan.

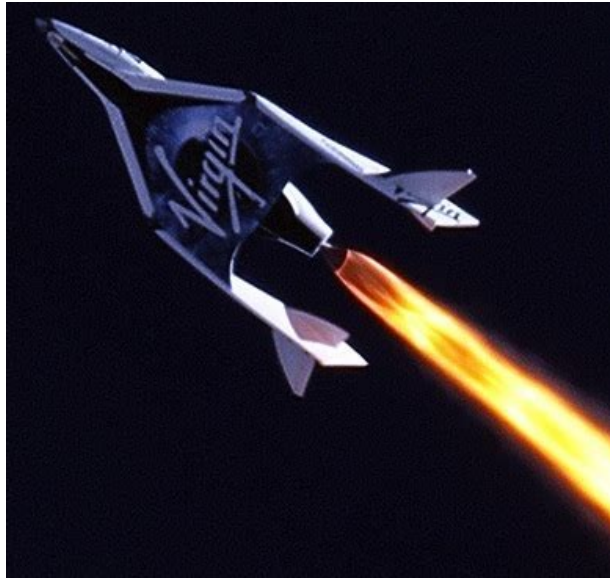
Dessa klumpar av kolpartiklar lämnas i kölvattnet av raketer som bränner fotogen (SpaceX Falcon 9 och Heavy) eller syntetiskt gummi (VSS Unity och de fasta raketmotorerna i NASA:s Space Launch System), och eventuellt metan (Starship och New Glenn), som lite forskning har gjorts på.

Klumparna flyter och studsar i stratosfären, absorberar kortvågsljus från solen och värmer den omgivande luften tills tillräckligt med vattenmolekyler fastnar på dem för att de ska bli tunga och falla ner som nederbörd, ibland som en gråaktig snö.

Om tillräckligt med svart kolsot ackumuleras i stratosfären skulle det kunna störa vädermönstren utöver de förändringar, som redan pågår på grund av det varmare klimatet.

Vädret är i huvudsak bara rörelse av vatten och värme från en plats till en annan. När man släpper ut svart kol i den övre atmosfären ändrar man strukturen på uppvärmningen och det förändrar hur värme och vatten fördelas, vilket ger mer frekventa svåra väderhändelser.

Detta innebär också att effekterna av svarta kolutsläpp inte begränsas till det omedelbara område där de släpps ut, till exempel en uppskjutningsplats. Istället kan effekterna märkas mest i områden som ligger hundratals eller tusentals kilometer bort. Människor i delar av världen kan uppleva effekterna



oproportionerligt mycket mer än invånare i andra delar av världen.

Stratosfären är fortfarande en relativt ren plats. De största källorna till svart kol i stratosfären är enstaka vulkaner eller större bränder, som kastar upp aska till höga höjder. För den högsta regionen i stratosfären över 20 km är dock rymdfärd den enda källan till svart kol.

Stratosfären är också hem för ozonskiktet, ett täcke av molekyler bestående av tre syreatomer som bildas när ultraviolett solljus träffar syremolekyler.

År 2020 körde en forskargrupp vid University College London, modeller av raketuppskjutningar som genomfördes året innan. Tillsammans med svart kol katalogiserade de utsläpp av kväveoxider och -uteslutande från fasta raketmotorer - partiklar av aluminiumoxid och klor. Dessa utsläpp skulle kunna upphäva en del av ozonåtervinningen under de senaste tre decennierna även om det totala antalet flygningar per år inte når upp till de nuvarande planerna.

Aluminiumoxid är särskilt oroande eftersom det katalyserar en kemisk reaktion där kloratomer binder till ozonmolekyler och omvandlar dem till syre. Värmen som fångas i stratosfären från svart kol kan i sin tur påskynda hastigheten på dessa reaktioner.

Montrealprotokollet från 1987 om ämnen som bryter ned ozonskiktet - det multilaterala miljöavtal som reglerar produktion och konsumtion av nästan hundra ozonnedbrytande ämnen - läkte till stor del hålet i ozonskiktet, som hade uppstått över Antarktis. Men det internationella fördraget tar inte upp de potentiella effekterna av svarta kolutsläpp. Utan internationella bestämmelser - t.ex. begränsningar av dessa utsläpp - kan rymdindustrin i stor utsträckning fungera okontrollerat.

Det skulle kunna finnas en fungerande lösning även om företagen fortsätter att förlita sig på fotogen, metan och syntetiska gummidrivna motorer eller annan svart teknik för att släppa ut kol. Man kunde reglera var och när uppskjutningar sker för att ge sotet tid att falla från himlen.

För de forskare, som efterlyser ytterligare studier av raketmotorutsläpp, finns det redan en potentiell plan: ACCENT, förkortning för Atmospheric Chemistry of Combustion Emissions Near the Tropopause. Skapad för att mäta effekten av raketuppskjutningar på ozonnedbrytning, skickade detta NASA-Air Force-program ett forskningsflygplan på cirka ett dussin uppskjutningar i slutet av 1990-talet och början av 2000-talet.

Före varje uppskjutning steg två NASA-piloter till cirka 50 000 fot i ett WB-57-flygplan cirka 80 kilometer från platsen för uppskjutningen av en raket. Ungefär fem minuter efter uppskjutningen gjorde de flera passager genom den vita raketplymen. Omkring ett dussin pass gjordes genom plymerna under en tvåtimmarsperiod efter uppskjutningen för att mäta hur utsläppen inklusive de svarta kolpartiklarna spreds i stratosfären över tid. ACCENT-programmet samlade in emissionsprover från plymerna från fem raketer: Delta II, Atlas II, Athena, Titan IV och Rymdfärjan.

Resultatet var att de solida raketmotorerna och fotogenmotorerna deponerade färre partiklar i stratosfären än modellerna hade förutspått. Men åsikterna varierar om hur länge sotet stannar kvar. Svart kol är en kortlivad klimatförorening med en livstid på bara dagar till veckor efter utsläpp i atmosfären. Mindre partiklar dröjer sig sannolikt kvar längre, tre till fem år i genomsnitt.

Med mer data för att bestämma den exakta mängden svarta kolpartiklar som släpps ut av varje typ av raket – och hur länge dessa partiklar kan finnas kvar i stratosfären – kan forskare hjälpa till att formulera riktlinjer för uppskjutningar för att minimera den totala miljöpåverkan.

Strategin måste fokusera på hur man gör det på ett hållbart sätt. Det är därför framtida mätningar och modellering behövs och är motiverade. Man kan skapa ett detaljerat "svart kolin-dex" för olika typer av raketdrivmedel och motorer. Vi har instrumenten för att utföra mätningarna, vi har de plattformar vi behöver, vi vet hur man gör det. Det som saknas är finansiering.

Naturligtvis kan det finnas ett sätt för Bezos och Musk att tjäna sina miljarder i rymden utan att orsaka klimat- och väderkatastrofer: att övergå till icke-kolväteframdrivning. Blue Origins BE-3-motorer, varav en drev Bezos resa till rymdens kant ovanpå New Shepard-raketen, drivs av flytande väte och syre och ger vattenånga som avgaser. Baserat på forskning beräknar Blue Origin att klimateffekten från en enda BE-3PM skulle vara 750 gånger mindre än från en hybridmotor, den typ som flygs av rymdturismkonkurrenten Virgin Galactic.

Europeiska Ariane drivs av väte- och syredrivna motorer, av samma typ som kommer att driva NASA:s SLS. Men varje raket behöver extra dragkraft från ett par sotproducerande fasta raketmotorer.



Varför har inte andra gått över till dessa renare vätesyremotorer? Vissa företag kan tveka att byta till sådana motorer på grund av säkerhetsproblem vid hantering av de mycket brännbara flytande väte och flytande syre. Dessutom är vätgas svårt att lagra och fotogenmotorer är billigare att tillverka.

Det är inte heller så att flytande väte och syre inte skulle ha någon inverkan på atmosfären om det användes i stort antal. Vattenången kan bilda moln i den övre atmosfären och därmed påverka vädermönstren när fler och fler flygningar lyfter. Ändå har tekniken betydande miljöfördelar genom att eliminera sot.

När man tittar på rymdturismindustrin är det lite chockerande att det bara är den rikaste procenten av mänskligheten, som kommer att kunna ge sig ut i rymden för att i princip bara ta dyra selfies, men skada miljön för alla andra. Vi måste arbeta tillsammans som ett internationellt samfund för att utveckla en politik, som åtminstone kan mildra den inverkan, som detta kommer att ha på atmosfären.

Robotfåglar

Uncrewed aerial vehicles (UAV) kommer att bli en växande mångmiljardindustri under de kommande åren. De har ett brett användningsområde från akuthjälp till läkemedelsleveranser, hemleveranser och precision jordbruk. Nu pågår ansträngningar att stärka flygeffektiviteten och intelligensen hos UAV:er för att bättre navigera i bebyggda miljöer. En mängd olika forskargrupper hämtar sin inspiration från naturen. Standarddrönare med propellrar kan flyga i kanske 20 till 30 minuter, men fågelliknande konstruktioner kan åtminstone fördubbla detta genom att använda vinden och luftflödena.

**[Bird-like robots could assist in medical emergencies and hunt down drones](#)
[A flapping-wing drone inspired by birds](#)**

GRIFFIN projektet försöker skapa prototyper av mycket självständiga, ultralätta robotfåglar som kan minimera energi under flygning, landa på krökta ytor, utföra uppgifter med rörliga armar och ben och artificiella näbbar och intelligent interagera med människor och miljö. Fåglarna kan också bära integrerade omborddatorer och kameror för visuell navigering.

För att spara energi är ett av forskarnas mål att använda vinden för att robotarna ska kunna sväva som fåglar, och kombinera det med att flaxa när det behövs. Förutom att öka effektiviteten, har en fågelliknande drönare fördelar som förmågan att minska buller och förbättra säkerheten i vissa situationer på grund av frånvaron av propellrar och användningen av mjuka, flexibla material som mikrofiberkompositer och nylon för vingar och stjärt.

Det betyder att de till exempel kan användas för att landa på skadade personer och ta biometriska mätningar eller sätta en mask på dem i en farlig miljö. En annan tillämpning är så kallad 'kontaktinspektion' i industrianläggningar i områden där det kan vara farligt för människor att arbeta på grund av giftiga gaser. Där kan en robot t ex landa på ett rör och mäta dess tjocklek för att upptäcka korrosion.

Hittills har man visat flygning med flaxande vingar både inomhus och utomhus, och förmågan att landa på en liten fyrkantig plattform 20 till 30 centimeter bred. Nästa utmaning är att få fåglarna att sitta på krökta ytor som stolpar eller kablar utan att överbalansera, och sedan koordinera andra funktioner.

För att sitta och greppa har man arbetat med material som kallas formminneslegeringar för att skapa bioinspirerade klor som kan deformeras för att lindas runt en stolpe, något som kommer att vara möjligt när det kombineras med maskininlärning.

Förutom komplexiteten i att samordna funktioner finns det några andra stora utmaningar att övervinna. För det första är övergången mellan flaxande och glidning svår. För lättviktsfåglar med utrustning ombord finns det också utmaningar med den last de kan bära.

Visuell navigering är en annan utmaning för robotfåglar, något som projektet HawkEye undersöker. Dess studier av hur syn styr flygning hos fåglar skulle potentiellt kunna översättas till mer effektiva styrsystem för UAV.

Utvecklingen av mobiltelefon teknik har möjliggjort skapandet av icke-invasiva fästbara sensorer och markörer för att mäta fåglars huvud-, ögon- och kroppsrörelser. Forskarna använder detta för att göra 3D-rekonstruktioner av vad fåglar ser under flygning.

Bortsett från potentialen att tillämpa denna kunskap i navigationsssystem, kan den utnyttjas för att hjälpa flygande farkoster att fånga upp drönare som utgör ett hot. Även om visuellt styrda system har utvecklats för missilavlysning, innebär blockering av



drönare i det mer trånga urbana luftrummet i städer och arenor en ny utmaning. Detta kan få betydelse med tanke på den förväntade tillväxten av antal drönare.

Efter att ha observerat mer än 20 000 flygningar av hökar, falcar, finkar och duvor har man fått en stark förståelse för de underliggande mekanismerna som är involverade i jakt och undvikande av hinder. Man har nu en god förståelse av hur fåglar använder synen för att röra sig effektivt i trånga miljöer. Det verkar finnas en relativt enkel underliggande matematik som fångar de flesta beteenden, vilket potentiellt förenklar skapandet av algoritmer i UAV:er som sedan kan justeras för olika ändamål.

De olika typerna av drönare har olika fördelar. Multirotorer är smidiga men med jämförelsevis låg uthållighet, medan bevingade drönare för närvarande tenderar att ha hög uthållighet men låg smidighet.

Förutom av rovfåglar kan forskare lära sig mycket av många andra fågelarter. Duvor är en utmärkt modell för undersökning eftersom de både kan navigera tillförlitligt i städer och flyga långa sträckor effektivt.

Det finns fortfarande många utmaningar, som fågelliknande drönarens känslighet för vind. Det finns också många frågor att besvara för att förbättra både den biologiska förståelsen av fåglar och hur detta kan tillämpas i drönare, inklusive hur fåglar vrider på stjärten när de glider och hur man optimerar vingarnas förmåga att ändra form.

Fåglar flyger inte bara, utan koordinerar också med varandra, interagerar och fattar komplexa autonoma beslut som våra drönare knappast kan matcha. Fågelinspirerade UAV:er har möjlighet att avsevärt forma framtiden för drönare. Sådana framtida drönare kommer att spela en viktig roll för att hjälpa mänskligheten i sök- och räddningsuppdrag, katastrofbekämpning eller effektiv leverans. För att framgångsrikt slutföra dessa uppdrag måste de navigera autonomt i komplexa miljöer. Därför är utmaningarna som sådana drönare måste övervinna mycket lika de utmaningar som fåglar tar sig an varje dag.

Tanken på robotfåglar är inte ny. Fågelliknande robotar och drönare kallas också ornitkoptrar. En av de första kända ornitkoptrarna gjordes av trä av greken Archytas och går tillbaka till omkring 400 f.Kr. Den flygande duvans lätta kropp var ihålig och cylindrisk i form. Den inkluderade vingar projicerade ut på vardera sidan och mindre vingar på baksidan. Framsidan av föremålet var spetsigt, som en fågelns näbb. Vid baksidan av den flygande duvan var en öppning som ledde till en inre blåsa med vatten, som upphettades över en eld. När ångans tryck så småningom översteg anslutningens mekaniska motstånd, flög duvan iväg. Flygningen lär ha fortsatt i flera hundra meter.

Under renässansen producerade Leonardo da Vinci över 200 teckningar baserade på hans flygteorier. Han var fascinerad av fåglar, särskilt av fåglarnas förmåga att flyga. Hans ornitopter hade flaxande vingar som drevs av människodrivna fotpedaler.



Även om flera av da Vincis flygplanskonstruktioner har visat sig vara genomförbara, är detta inte en av dem, men den senaste tidens tekniska framsteg gör flaxande drönare till en kommersiell verklighet. Vid Georgie Tech Research Institute utvecklas fram- och återgående kemiska muskler för att generera automatisk vingslagning i mikroluftfordon (MAV), som drivs av kemisk energi. Mekanisk energi produceras från icke-förbrännings kemiska reaktioner.



Andra företag som SRI International utvecklar elastomeriska flygmuskler, som är polymerbaserade för användning i MAVs. De gummiaktiga polymererna kan dra ihop sig helt och expandera när de laddas med elektricitet, ungefär som biologisk muskelvävnad. Denna förening kan hjälpa flaxande drönare att efterlikna färdigheten och rörligheten hos djurvingar.

Animal Dynamics Ltd. utvecklar en mekanisk trolslända som kan användas för flygfotografering och kartläggning. Den förutspås överträffa quadkoptrar och har fått finansiering från U.K. Defense Science and Technology Laboratory och U.S. Air Force.

Forskare tror att flaxande vingdrönare kommer att kunna flyga runt i en stad och utföra uppgifter som flygfotografering, trafikövervakning och informationsinsamling. Både tillverkare och forskare är optimistiska om flaxande vingdrönare eftersom de tror att bioinspirerade konstruktioner kan vara mer effektiva, vilket leder till ökad räckvidd och längre flygtider än rotor- eller fasta vingtyper.

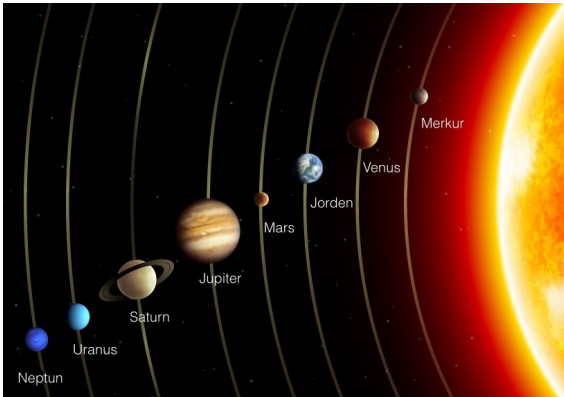
Mänskliga ingenjörer lär därför fortsätta att leta efter inspiration från fåglar och insekter och anpassa sig till mer praktiska tillämpningar och tekniker för att få det bästa av två världar. Flaxande drönare är dock inte i närheten av att imitera biologisk flygning. Några av världens snabbaste fåglar kan uppnå horisontella flyghastigheter upp till 110 km/h. Under flygning kombinerar fåglar ofta flaxande med glidning för att minska energiförbrukningen och dra nytta av luftströmmar. Det lär dröja länge innan robotfåglar uppnår något liknande.

Interplanetär historia

När människan landade på Månen den 21 juli 1969 trodde nog många att interplanetära resor skulle bli vardagsmat runt 2010, men så blev det inte. Däremot har man med obemannade rymdsonder utforskat stora delar av solsystemet. Mariner 2 flög förbi Venus i december 1962. Mariner 4 nådde Mars 1965. Den första sonden att utforska de yttre planeterna var Pioneer 10 som flög förbi Jupiter år 1973. Vissa sonder, som Voyager 1, har redan lämnat solsystemet medan andra är på väg att göra det. Däremot är bemannad interplanetär rymdfart ännu en dröm.

Solsystemet består av solen och de åtta planeterna Merkurius, Venus, Jorden, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus. Den längst bort belägna Pluto räknas inte längre.

Massorna är mycket ojämnt fördelade. Solen innehåller 99,85% av all materia i solsystemet och Jupiter innehåller mer än dubbelt så mycket som alla andra planeter tillsammans. Planeterna Venus, Jorden och Mars har betydande atmosfärer medan Merkurius nästan inte har någon. Dessa planeter har också en kompakt, stenig yta som Jordens. De andra planeterna är alla gigantiska jämfört med Jorden, men de är av gasformig natur även om vissa eller alla av dem kan ha små fasta kärnor.

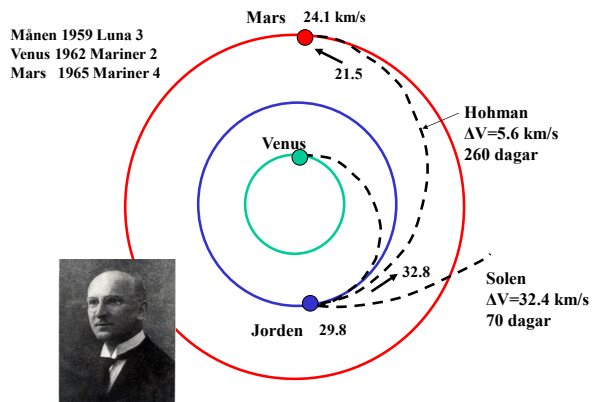


Planeternas banor är ellipser med solen i fokus, även om alla utom Merkurius och Pluto är mycket nära cirkulära. Planeternas banor är alla mer eller mindre i samma plan (kallas ekliptikan och definieras av planet i Jordens omloppsbanan). Ekliptikan lutar 7 grader från solens ekvatorplan. Pluto är ett speciellt fall eftersom dess omloppsbanan är den mest lutande (18 grader) och den mest elliptiska av alla planeter. På grund av detta, för en del av sin omloppsbanan, är Pluto närmare solen än dess inre granne Neptunus.

Alla planeter rör sig i samma riktning (moturs om man tittar ner på solens nordpol). Alla utom Venus, Uranus och Pluto roterar runt sina axlar i samma riktning. Rotationsaxeln för de flesta planeterna är nästan vinkelrät mot ekliptikan. Undantagen är Uranus och Pluto, som lutar tungt åt sidan.

Många mindre kroppar finns också i solsystemet som planeternas satelliter, asteroidbältet mellan Mars och Jupiters banor och de många små isiga kropparna i Kuiperbältet bortom Neptunus. Det finns också kometer, små isiga kroppar som kommer och går genom solsystemet i mycket långsträckta banor och slumpmässiga riktningar till ekliptikan.

Om hastigheten ökas över den cirkulära omloppsbanan, kommer rymdfarkosten att röra sig in i en elliptisk bana runt tyngdpunkten. Walter Hohmann 1880-1945 var en tysk ingenjör, som i en bok publicerad 1925 visade att elliptiska banor är



Walter Hohmann

de mest effektiva för att flytta en rymdfarkost mellan två olika banor i rymden. Detta kallas nu en Hohmannsk överföringsbana. Tyvärr tar en Hohmannbana också den maximala transittiden. För Jorden till Mars är transittiden 260 dagar med en total hastighetsförändring av 5,6 km/s innefattande en acceleration ut ur jordbanan och en inbromsning till marsbanan.

Sedan starten på rymdåldern har en stor del av utforskningen av solsystemet skett genom användandet av rymdsonder som sänts ut på fjärrstyrda obemannade uppdrag. Alla planeter i solsystemet har nu i varierande grad fått besök av rymdsonder uppsända från Jorden. Däremot har människor bara besökt Månen och ingen av planeterna.

Klockan 03:56, svensk tid, den 21 juli 1969, tog amerikanen Neil Armstrong sitt berömda steg på Månen. USA landsatte sammanlagt 12 amerikanska astronauter där. Apolloprojektet pågick 1961-1972 och kostade omkring 20 miljarder US-dollar.



Rymdfärderna började annars med de första bilderna på Månens baksida av den sovjetiska rymdfarkosten Luna 3 1959. Mariner 2 var sedan den första framgångsrika sonden, som flög förbi Venus i december 1962, och den returnerade information som bekräftade att Venus är en mycket varm (500 grader C) värld med en molntäckt atmosfär som främst består av koldioxid.

Interplanetär historia

Mariner 4 nådde Mars 1965 och tog de första närbilderna av marsytan, när den flög förbi planeten. Sonden hittade en kratervärld med en atmosfär, som var mycket tunnare än man tidigare trott.

Merkurius fick besök för första gången år 1974 av son- den Mariner 10 och den första sonden att utforska de yttre planeterna var Pioneer 10 som flög förbi Jupiter år 1973. Pioneer 11 blev den första sonden som besökte Saturnus, vilket skedde 1979. Voyagersonderna genomförde en långresa till de yttre planeterna efter uppskjutningen år 1977. De båda sänderna passerade Jupiter 1979 och Saturnus år 1980– 1981. Voyager 2 fortsatte därefter med att på nära håll under- söka Uranus 1986 och Neptunus 1989. De båda Voyagerson- derna är nu långt bortanför Neptunus bana.

År 1966 blev Månen den första himlakroppen i solsystemet, bortsett från jorden, att få en människoskapad satellit, Luna 10, kretsande runt sig. Mars var den första planeten att få det då Mariner 9 år 1971 gick in i bana, Venus följde 1975 med Venera 9, Jupiter år 1995 med sonden Galileo och Satur- nus år 2004 med Cassini–Huygens. Sonden Messenger lade sig i en bana runt Merkurius i mars 2011, och son- den Dawn runt dvärgplaneten Ceres i mars 2015.

Den första sonden att landa på en annan himlakropp var den sovjetiska Luna 2, som slog ned på Månen år 1959. Sedan dess har planeter belägna allt längre bort nåtts av sonder, som har landat på eller slagit ned på ytan. Venus nåddes år 1966 av Venera 3, Mars år 1971 av sonden Mars 3 (även om en helt perfekt landning inte skedde förrän Viking 1 landade år 1976).

NEAR Shoemaker besökte år 2001 asteroiden 433 Eros. Satur- nus måne Titan fick besök av sonden Huygens, som hade separ- erats från moderfarkosten Cassini, kometen Tempel 1 fick besök av Deep Impact år 2005. Kretsaren Galileo släppte även ned en sond i Jupiters atmosfär år 1995. Då Jupiter saknar fast yta förstördes den av den ökande temperaturen och trycket då den dalade nedåt.

Till dags datum (2022) har endast två andra himlakroppar, Månen och Mars, besökts av mobila så kallade rovers. Den första rovern att besöka en annan himlakropp var den sovje- tiska Lunochod 1 som landade på Månen 1970. Den första att besöka en annan planet var Sojourner som år 1997 landade på Mars och färdades cirka 500 meter över dess yta. De enda bemannade roveruppdragen som besökt en annan värld är NASA:s månbil som togs dit vid Apollo 15-, 16- och 17- uppdragen, som varade mellan 1971 och 1972.

Efter många uppdragsmisslyckanden gick Sovjetunionens rymdfarkost Mars 3 in i omloppsbana runt planeten i novem- ber 1971. En landare, som kastades ut från rymdfarkosten, nådde planetens yta, men tappade kontakten efter några sek- under. NASA:s Viking I-landare var därför den första rymd- farkosten som framgångsrikt landade på Mars den 20 juli 1976. Skarpa svartvita bilder, de första som någonsin tagits från Mars yta, visade ett panorama lika ödsligt som månländ- skapet.

NASA:s rymdfarkost Mars Observer sköts upp den 25 septem- ber 1992 efter en sjuttonårig lucka i uppdrag till planeten.



Orbiteren var utformad för att fungera som en bro mellan den första Mars-utforskningen på 1960- och 70-talet och förber- delser för mänsklig utforskning av planeten, som man tänkte sig för början av 2000-talet. Det slutade i ett misslyckande när kontakten med rymdfarkosten förlorades, när den var på väg in i omloppsbana runt Mars den 21 augusti 1993.

NASAs Mars Pathfinder uppnådde emellertid den första land- ningen på planeten på 21 år den 4 juli 1997 och avslutade en lång lucka i vetenskaplig utforskning av den röda planeten och vad som kunde vara början på en utökad kunskap om Mars. Pathfinders Sojourner-rover blev det första fordonet som fär- dades över ytan på en annan planet.

NASA:s Mars Global Surveyor, som utformats för en långsiktig studie av Mars yta med oöverträffad detaljrikedom, lanserades den 7 november 1996 och påbörjade sitt kartläggningsuppdrag på Mars 1999. Den upptäckte vad som verkade vara en terräng, som kunde ha åstadkommit av vatten.

Rymdfarkostens uppdrag varade fram till den 14 november 2006, men redan 2003 lanserade NASA två tvillingrovers, Spirit och Opportunity, för att söka efter tecken på vatten på Mars. Opportunity skulle komma att skicka information till- baka till Jorden fram till 2018. Spirit överträffade också sitt planerade 90-dagars uppdrag och skickade sin slutliga sänd- ning 2010. Uppdragen avslöjade att Mars var blötare för länge sedan och hade förhållanden som kunde ha upprätthållit mi- krobiellt liv. För att fortsätta undersöka detta landade NASA: s Mars Science Laboratory Curiosity rover i Mars Gale Crater den 5 augusti 2012 och letade efter bevis på tidigare organiskt material och miljöer, som kunde vara lämpliga för att stödja mikrobiellt liv.

I februari 2021 anlände tre nationer till Mars. NASA:s Perse- verance rover landade i Mars Jezero Crater den 18 februari. Det var det nionde NASA-uppdraget att landa på Mars. Bara dagar tidigare den 9 februari hade Förenade Arabemiratens Hope orbiter anlänt till planeten och den 10 februari kom Ki- nas Tianwen-1.

Interplanetär historia

Målet med Förenade Arabemiratens Hope orbiter är att få en fullständig bild av den marsianska atmosfären. Tianwen-1 landade den 14 maj och placerade ut sin Zhurong-rover den 22 maj för att utforska marsytan vid Utopia Planitia. Det gjorde Kina till den enda nationen förutom USA som landstigit och drivit en rymdfarkost på den röda planeten.

NASAs två kilo tunga Marshelikopter, Ingenuity, sköts upp från Perseverance-rovern i Jezero Crater den 19 april på ett 39 sekunders jungfruuppdrag. Det var den första motor-drivna flygningen på en annan planet och visade att det är möjligt att driva och kontrollera flygningar i Mars tunna atmosfär.



I april extraherade Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment, eller MOXIE, 5 gram syre från atmosfärisk koldioxid, vilket visade att det var möjligt att framställa syre på Mars, en kritisk förmåga för framtida mänskliga uppdrag

Under de kommande två åren kommer Perseverance att borra i marsiansk sten och samla in jordprover som kan innehålla bevis på tidigare mikrobiellt liv. Proverna lagras och skall skickas tillbaka till jorden 2031 med den europeiska Mars Sample Return Earth Return Orbiter.

Hittills har bara en rymdsond besökt Merkurius, Mariner 10, och den kom så nära som 327 km från ytan. I själva verket försökte Mariner 10 inte ens hinna ifatt Merkurius. Istället kretsade den kring solen i motsatt riktning mot Merkurius, så att den passerade förbi planeten tre gånger under tolv månader.

Mariner 10 sköts upp den 3 november 1973. Den utnyttjade ett sällsynt tillfälle i början av 1974, då Jorden, Venus och Merkurius låg på en rät linje. Den flög först till Venus, där den utnyttjade Venus tyngdkraft för att sakta in och ändra kurs mot Merkurius bana. Trots en del problem under resans gång passerade sonden Venus den 5 februari 1974 och närmade sig Merkurius för första gången mot slutet av mars. Den fotograferade 40 % av planetens yta och upptäckte Merkurius magnetfält och atmosfär. Efter sex månader passerade den Merkurius för andra gången och då fotograferade den Merkurius sydpol och ytterligare sex månader senare flög den förbi en sista gång och sände tillbaka mer information om planeten. Än idag cirkulerar den kring solen.

Två rymdfarkoster från europeiska rymdorganisationen ESA fick också fart av Venus gravitation bara timmar efter varandra i augusti. Solar Orbiter, ett gemensamt uppdrag med NASA, är på väg mot solen, och BepiColombo, ett gemensamt projekt med japanska JAXA, är på väg till Merkurius. BepiColombo telesände senare bilder från sin inflygning på 552 kilometer höjd över Merkurius yta.

Då man på 1960-talet påbörjade de första försöken att utforska Venus fann man att planeten föreföll lika oåtkomlig som dess mytologiska karaktär. Sovjetunionen var först med att utveckla ett Venusuppdrag, och i februari 1961 lyckades man sända ut den första av allt som allt sexton Venerasonder.

Venera 1 blev den första som någonsin passerade Venus. Syftet var att samla in data om solvindar och kosmisk strålning, men drygt tre månader senare förlorade man kontakt med sonden, vilket innebar att en hel del data gick förlorade. Rymdkapplöpningen var då i full gång, och således var amerikanerna inte sena med att kontra, men Mariner 1 gick förlorad redan vid uppskjutningen. Mariner 2 lyckades desto bättre genom att bli det första lyckade interplanetära uppdraget.

Det var Mariner 2 som gav oss en första ledtråd om Venus' egentliga ytförhållanden, och då man mätte upp yttemperaturen till över 400 °C upphörde till slut alla hypoteser om liv på ytan. Venera 4, den första sonden som framgångsrikt lyckades tränga igenom Venus' tjocka atmosfär, lyckades samla in data som både Mariner 2 och den kraschade Venera 3 misslyckats med. Yttemperaturen visade sig vara närmare 500 °C, och tryckmätaren visade på 18 bar innan man förlorade kontakt med sonden cirka 25 km ovanför ytan.

I juli 2021 genomförde Parker Solar Probe en förbiflygning av Venus som förberedelse för en nära inflygning till solen. Parker doppade sig i Venus jonosfär och samlade in mätningar av dess atmosfäriska radiosignaler. Detta bekräftade jordbaserade observationer att Venus jonosfär är mycket tunnare under vissa solfaser än andra. Det tyder på att atmosfären, som en gång liknande Jordens, har blivit ett varmt, giftigt gasmoln och att den potentiellt kan gå förlorad.

Utforskningen av Jupiter har hittills genomförts genom nära observationer av robotrymdsonder. Det började med ankomsten av Pioneer 10 1973 och från och med 2008 har det fortsatt med ytterligare sju sonduppdrag. Alla dessa uppdrag utfördes av NASA, och alla utom en har varit passager, som har gjort detaljerade observationer utan att sonden landar eller går in i omloppsbana. Dessa sonder gör Jupiter till den mest besökta av solsystemets yttre planeter. Planerna på ytterligare uppdrag till Jupiter är under utveckling, men innebär många tekniska svårigheter, särskilt på grund av sondens höga bränslebehov och effekten av planetens hårda strålningsmiljö.

Interplanetär historia

Den första rymdfarkosten som besökte Jupiter var Pioneer 10 1973, följt av Pioneer 11 några månader senare. Förutom att ta de första närbilderna av planeten upptäckte dessa sonder dess magnetosfär och dess stora flytande inre. Voyager 1- och Voyager 2-sonderna besökte planeten 1979 och studerade månar och ringsystem och upptäckte vulkanisk aktivitet på Io och avlagringar av vattenis på Europas yta. Ulysses rymdsond studerade Jupiters magnetosfär 1992 och sedan igen år 2000. Cassini-sonden anlände till planeten år 2000 och tog mycket detaljerade bilder av atmosfären. Rymdfarkosten New Horizons passerade Jupiter 2007 och gjorde förbättrade mätningar av planeten och dess månar.

Rymdsonden Galileo är den enda som faktiskt gick in i en bana runt Jupiter när den gick in i omloppsbana 1995 och studerade planeten fram till 2003. Under denna period samlade Galileo in stora mängder information om Jupiter-systemet, gjorde närmanden till alla de fyra stora månarna och fann bevis på en tunn atmosfär på tre av dem, liksom möjligheten till flytande vatten under ytorna. Den upptäckte också ett magnetfält runt månen Ganymedes.

Juno är en rymdsond från NASA som sköts upp den 5 augusti 2011 för att gå in i bana runt Jupiter. Rymdsonden inträdde i sin bana runt planetens poler 5 juli 2016 för att studera dess magnetiska fält. Juno kommer också att leta efter bevis för att Jupiter har en stenkärna och utforska hur mycket vatten som finns i atmosfären. Den kommer även att studera Jupiters vindar, som kan nå hastigheter upp till 600 km/h.

Saturnus är annars den mest studerade planeten efter Mars. I september 1979 passerade Pioneer 11 20 000 km över Saturnus molntoppar. Bilder togs av planeten och några av månarna, men upplösningen var för låg för att urskilja yt detaljer. Rymdsonden studerade också ringsystemet och avslöjade den tunna F-ringen och det faktum att de mörka luckorna är ljusa när de ses i högfäsvinkel (mot solen). Det vill säga de innehåller fina ljusspridningsmaterial. Pioneer 11 utförde också temperaturmätningar av månen Titan.

I november 1980 besökte Voyager Saturnus-systemet. Den skickade tillbaka de första högupplösta bilderna av planeten, tillsammans med bilder av ringarna och månarna. Formationer på ytan av olika månar sågs således för första gången. Ett nära passage av Titan bidrog till ökad kunskap om månens atmosfär. Det visade sig att Titans atmosfär är ogenomtränglig i synliga våglängder, så inga ytdetaljer sågs.

I augusti 1981 fortsatte Voyager 2 studien av Saturnus-systemet. Flera närbilder av månarna togs, och bevis på förändringar i atmosfären och ringarna samlades in. Tyvärr fastnade sondens vändbara kamera i två dagar under överflygningen, så några planerade bilder gick förlorade. Saturnus gravitation användes sedan för att styra sondens omloppsbana mot Uranus. Sonderna upptäckte och bekräftade flera nya månar som kretsade nära eller inom ringarna, liksom det lilla Maxwell gapet inom C-ringen och det breda Keeler-gapet i A-ringen.

Den 1 juli 2004 gick rymdsonden Cassini in i omloppsbana runt planeten. Före det hade Cassini redan studerat syste-

met i stor utsträckning. Under passage av Titan fångade Cassini radarbilder av stora sjöar och tillhörande kustlinjer med en mängd olika öar och berg. Sonden passerade Titan två gånger innan sonden Huygens släpptes den 25 december 2004. Huygens sjönk till Titans yta den 14 januari 2005 och återsände en ström av data under nedstigningen genom atmosfären och efter landning. Cassini har sedan dess genomfört flera överflygningar av Titan och andra ismånar.

Sedan början av 2005 har forskare spårat blixtrar på Saturnus. Blixternas kraft är ungefär tusen gånger högre än på Jorden. År 2006 rapporterade NASA att Cassini hade hittat bevis på att reservoarer med flytande vatten hade brutit ut i gejsrar på Saturnusmånen Enceladus. Strålar av ispartiklar kastades ut i omloppsbana runt Saturnus från månens södra polarområden.

Även andra månar i solsystemet har hav av flytande vatten täckta av kilometerlånga iskorpor. Skillnaden här är att fickorna med flytande vatten kanske inte är mycket mer än några tiotals meter under ytan. Enceladus verkar vara den mest beboeliga platsen i solsystemet som vi känner till förutom Jorden.

I juli 2006 visade bilder från Cassini sjöar av kolväte nära Titans nordpol. Detta bekräftades i januari 2007. I mars 2007 visade ytterligare bilder från närheten av Titans nordpol "hav" av kolväten, varav det största var nästan lika stort som Kaspiska havet. I oktober 2006 upptäckte sonden en storm med en diameter av 8000 km nära Saturnus södra pol.

Från 2004 till november 2009 upptäckte och bekräftade sonden åtta nya månar. Huvuduppdraget slutfördes 2008 efter 74 banor runt planeten. Uppdraget förlängdes till september 2010 och sedan till 2017 för att studera en hel period av Saturnus årstider.

Voyager 2 utförde den närmaste passagen av Uranus den 24 januari 1986, och var då 81 500 km över molntopparna. Detta var sondens första planetära överflygning ensam efter att Voyager 1 ställde in sin resa bland de yttre planeterna vid Saturnus måne Titan.

Voyager 2 är också den enda rymdsond, som passerat Neptunus. Den passerade förbi planeten den 27 augusti 1989. Eftersom detta var den sista stora planeten Voyager skulle passera så valde man att göra en förbiflygning av månen Triton, likt den förbiflygning Voyager 1 gjorde vid Saturnus och dess måne Titan. Under förbifarten upptäcktes sex nya månar och ett ringsystem. Den ena av dessa månar, Proteus, är den näst tyngsta av Neptunus månar. Trots det är dess vikt bara en procent av Tritons.

Eftersom detta var den sista planeten som Voyager 2 skulle passera, så tog man risken att flyga närmare än någon av de andra tre planeterna den passerat, på 5 000 kilometers avstånd ovanför planetens nordpol. Några timmar senare passerade den Triton på 40 000 kilometers avstånd, vilket gjorde att man kunde ta högupplösta bilder av månens varierande yta och göra precisa mätningar av dess radie och yttemperatur.

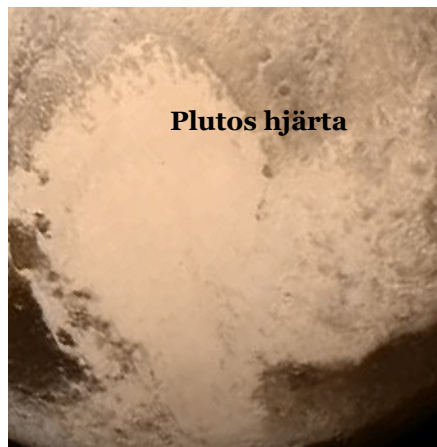
Interplanetär historia

New Horizons var en obemannad rymdsond, som NASA sände iväg mot Pluto, dess månar och andra himlakroppar i Kuiperbältet av asteroider bortom Pluto. Resan startade 2006 från Cape Canaveral och passerade Pluto den 14 juli 2015. Den fortsatte sedan mot Kuiperbältet, som passerades 2019. Därmed blev New Horizons den av människan byggda farkost, som besökt en himlakropp längst ut i solsystemet (6490 miljoner km från solen).

Charon är Plutos största måne med en diameter som är drygt hälften av Plutos på ca 2400 km, vilket gör den till den största kända månen i förhållande till sin moderplanet i vårt solsystem. Pluto och Charon kretsar båda kring ett gemensamt masscentrum som ligger mellan dem, så egentligen är Pluto och Charon en dubbel planet. En observatör på Charons Pluto-vända halvklot skulle alltid se Pluto på samma plats ovanför huvudet.

New Horizons passerade inom 12 500 km från Pluto och var som närmast den 14 juli 2015 då den hade en relativ hastighet på 13,78 km/s och kom så nära som 28 800 km från Charon. Plutos yta visade sig vara ganska varierad, med stora skillnader i både ljusstyrka och färg. Slätterna på Plutos yta består av mer än 98 procent kväveis, med spår av metan och kolmonoxid. Bergen är gjorda av vattenis. En anmärkningsvärd geografisk formation var ett hjärtformat stort ljus område på sidan mittemot Charon. New Horizons avslöjade också en rad spektakulära formationer på Charon. Ett bälte av taggiga berg och kanjoner skär över det halvklot, som är vänt mot Pluto.

New Horizons är nu på väg mot de yttersta delarna av solsystemet och passerade asteroiden Arrokoth januari 2019. Sista kontakten med Pioneer 10 skedde den 23 januari 2003. Den antas nu vara slut och inga ytterligare planer på att kontakta sonden föreligger. Den sista kontakten med Pioneer 11 skedde 1995. Sondens antenn kan inte styras till att åter riktas mot Jorden och det är okänt om den fortfarande sänder. Inga ytterligare försök att kontakta den är planerade. Voyager 1 nådde augusti 2012 som första sond heliopausen, heliosfärens ändpunkt, där solvinden är så svag att kosmisk strålning blåser bort den. Sonden lämnade alltså slutligen solsystemet då. Sonden är ännu i regelbunden kontakt och sänder vetenskapliga data och förhoppning finns att kontakten skall fortsätta fram till åtminstone 2025. Samma gäller Voyager 2, som nådde heliopausen i november 2018.

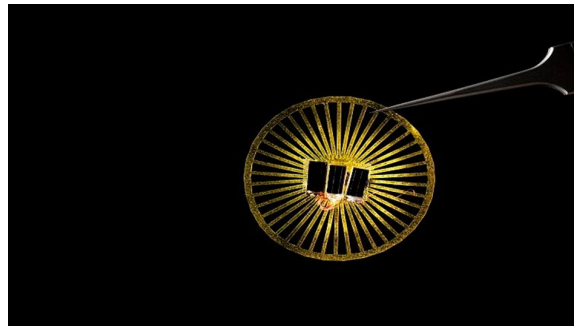


Hologramdoktor till ISS



28 april www.bbc.co.uk Hologramdoktorer strålades live till internationella rymdstationen. Det kan låta som science fiction, men Nasa har för första gången någonsin strålat upp ett levande hologram av en läkare och hans team till rymden för att besöka astronauter. Det möjliggjordes av teknik som kallas "holoportation" som gör det möjligt att återskapa högkvalitativa 3D-modeller av människor och överföra live vart som helst. Dr Josef Schmid, som arbetar för Nasa, fann sig strålad till den internationella rymdstationen (ISS), där han kunde njuta av ett samtal med astronauterna. Han delade till och med ett handslag med den franske astronauten Thomas Pesquet! Planen är att använda detta för tvåvägskommunikation, så att människor på jorden kan strålas upp till rymden samtidigt som astronauter holoporteras tillbaka till jorden. Denna teknik skulle också kunna användas här på jorden för att föra människor samman oavsett avstånd, till exempel i extrema miljöer som Antarktis eller oljeriggar mitt i havet.

Flygande miljösensorer



28 april Engineering360 Miljösensorer sprids av vinden. Placering av miljösensorer över stora områden, såsom jordbruksfält eller skogar, kan vara en tids- och kostnadsintensiv uppgift. Inspirerad av den vindblåsta spridningen av maskrosfrön har University of Washington-forskare designat en trådlös, batterifri sensor som kan transporteras och deponeras över betydande sträckor genom rådande vindar. Den sensorbärande enheten är ungefär 30 gånger så tung som ett 1 mg maskrosfrö, men kan fortfarande färdas upp till 100 m i en måttlig bris (ungefär längden på en fotbollsplan) efter att den släppts med drönare. Enheten innehåller minst fyra sensorer, och vid landning används solpaneler ombord för att driva elektronik och överföra sensordata upp till 60 m avstånd. En liten kondensator inbäddad i sensorsystemet lagrar lite laddning på natten och aktiverar sensorn vid soluppgången.

Astronaut fjärrstyr rover



29 april [Actualidad Aeroespacial](http://ActualidadAerospacial) För första gången kontrollerar en astronaut en rover på jorden från rymden. Ett forskarlag från ESA, German Aerospace Centre DLR och europeisk industri och akademi har utvecklat en teknik som gör det möjligt för astronauter i omloppsbana att styra rovers som utforskar planetariska ytor. Utvecklingen kulminerade i en jordbaserad rover, som leddes från den internationella rymdstationen (ISS). Kontrollgränssnittet innehåller kraftåterkoppling så att astronauten kan uppleva exakt vad rovern känner, även ner till vikten och sammanhållningen hos stenar den berör. Genom att kompensera för eventuella bandbreddsbegränsningar, dålig belysning eller signalfördröjning ges astronauter en verklig känsla av att de är närvarande på platsen. Det två timmar långa rymd-till-jord-provet var en framgång och övervann en dubbelriktad signalfördröjning på mer än 0,8 sekunder i genomsnitt.

OHB Sverige i Chorus



27 april OHB Press OHB Sverige går med i CHORUS. OHB Sweden har kontrakterats av MDA Ltd., en ledande leverantör av avancerad teknik och tjänster till den snabbt växande globala rymdindustrin, för att designa, tillverka, integrera, prova och leverera delsystemet för reaktionskontroll för den nyligen tillkännagivna kommersiella jordobservationskonstellationen CHORUS. Framdrivningssystemet ombord kommer att användas för att korrigera eventuella fel i uppskjutningsfarkosten och för platshållning och manövrer för att undvika kollisioner med andra rymdfarkoster. Tillverknings- och integrationsarbetet kommer att utföras i Kista utanför Stockholm. CHORUS-systemet är en kommersiell multisensorkonstellation utvecklad av MDA och kommer att innehålla en stor C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) satellit och en mindre efterföljande X-band satellit. Det nya systemet kommer att ge den bredaste områdestäckningen på marknaden för övervakning av sjöfart, miljö- och klimatförändringar, gränsskydd, gruvsdrift, olja och gas och annan övervakning av kritisk infrastruktur.

GKN och easyJet i vätedrift



28 april [Aviation International News](#) EasyJet samarbetar med GKN Aerospace på Hydrogen Power.

EasyJet, ett av Europas ledande flygbolag, har meddelat att det arbetar med GKN Aerospace för att minska koldioxidutsläppen inom luftfarten genom teknik med nollutsläpp. EasyJet kommer att stödja utvecklingen av GKN Aeroespaces teknik för vätegasförbränning (H2JET) och vätebränslecell (H2GEAR), inklusive att utforska alternativen för flygdemonstration, som en del av flygbolagets ambition att minska koldioxidutsläppen från luftfarten. EasyJet kommer bland annat att ge insikter om operativa krav och ekonomi. H2JET är ett svenskt tvåårigt samarbetsprogram lett av GKN Aerospace för att driva utvecklingen av viktiga delsystem för gasturbinbaserad vätegasframdrivning av civila medeldistansflygplan. H2GEAR är ett annat GKN Aerospace-lett banbrytande brittiskt samarbetsprogram som syftar till att utveckla ett flytande väteframdrivningssystem för regionala flygplan, som kan skalas upp till större flygplan. Flytande väte omvandlas till elektricitet i ett bränslecellssystem. Denna el driver effektivt flygplanet, eliminerar koldioxidutsläpp och skapar en ny generation av rena flygresor.

Infångad raket



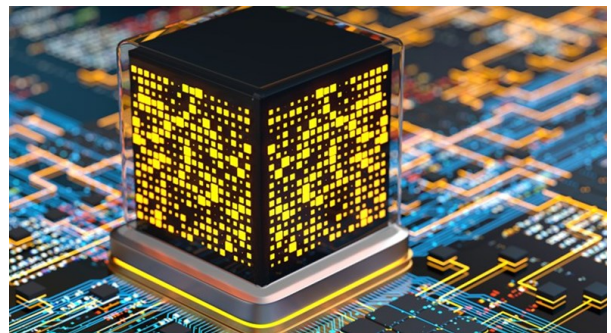
4 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Rocket Lab lyckades fånga en raket i luften med en helikopter. Raketen Electrons första steg återvände till jorden under en fallskärm. Vid 6,500 fot mötte Rocket Labs Sikorsky S-92-helikopter steget och använde en krok för att fånga fallskärmslinan. Det är en viktig milstolpe i Rocket Labs strävan att göra Electron till en återanvändbar raket. Steget lastades på Rocket Labs bärgningsfartyg för transport tillbaka till företagets anläggning för analys och utvärdering inför en ny flygning. Infångandet i luften kommer efter framgångsrika återhämtningsoperationer från Rocket Labs 16:e, 20:e och 22:e uppdrag, där Electrons första steg utförde kontrollerade havslandningar. Liksom i dessa uppdrag styrde ett reaktionskontrollsystem det första steget till en idealisk vinkel för återinträde, vilket gjorde att steget kunde överleva den otroliga värmen och trycket under sin nedstigning tillbaka till jorden. En mindre fallskärm användes för att stabilisera det första steget när det sjönk, innan en stor huvudfallskärm användes under de sista kilometrerna av nedstigningen. Det är första gången ett helikopterfångstförsök har gjorts.

Boeing/Saab Red Hawk visad



2 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Boeing presenterade första T-7A Red Hawk Advanced Trainer Aircraft för US Air Force. T-7A-programmet finns på Boeings anläggning i St. Louis och aktersektionen byggs av Saab i Linköping. Saab kommer snart att börja producera den delen vid sin nya produktionsanläggning i West Lafayette, Indiana. Planet, ett av 351 som det amerikanska flygvapnet planerar att beställa, presenterades före officiell leverans. Flygplanet är digitalt designat och byggdes och provades med hjälp av avancerad tillverkningsteknik, smidig mjukvaruutveckling och digital teknik, vilket avsevärt minskade tiden från design till första flygning. Flygplanet har också öppen arkitekturprogramvara, vilket ger flexibilitet för att möta framtida uppdragsbehov.

Kvantdirektiv i USA



4 maj [NextGov](#) Vita huset utfärdar två kvantdirektiv som ska stärka amerikansk infrastruktur. Direktiven avser att inrätta en statlig tillsynsnämnd för att främja kvantvetenskap och teknisk utveckling, med betoning på innovationer inom kvantdatorteknik inom kryptografi. Även om kvantteknik i sig inte är nytt, har den senaste utvecklingen inom området visat på en potential att driva innovationer över hela ekonomin, från energi till medicin, genom framsteg inom databehandling och nätverk ungefär som tidigare tekniska revolutioner som Internet och GPS. I det första direktivet inrättas ett oberoende rådgivande organ för kvantinformationsvetenskap och kvantteknik. Denna styrelse kommer att arbeta med att sprida kunskap om den senaste utvecklingen inom tekniken till lagstiftare och allmänhet och vägleda beslutsfattandet. Den kommer att sortera direkt under Vita huset. Det andra direktivet fokuserar på kvantum inom nationell säkerhet. Kallad National Security Memorandum, kommer det att fungera som en guidebok för institutioner att göra sina system kvantresistenta. Man driver på för att digitala nätverk ska anpassa sig till postkvantkryptografistandarder eftersom en fungerande kvantdator kan använda avancerade algoritmer för att bryta igenom standardkryptering. Experter uppskattar att en sådan kvantdator kommer att vara i drift inom fem till tio år.

Att fånga rymdskräp



5 maj Actualidad Aeroespacial Astroscale Holdings genomförde framgångsrikt ett kontrollerat möte mellan två rymdfarkoster. ELSA-d är världens första kommersiella demonstration av den grundläggande tekniken att säkert ta bort skräp från omloppsbana. Den magnetiska infångaren upprätthöll framgångsrikt ett avstånd på 30 meter från fångsten. Efter att ha demonstrerat denna viktiga förmåga i mer än sju timmar beslutade ELSA-d-teamet att inte fortsätta med fångstförsöket. Därmed drev rymdfarkosterna längre isär till ett maximalt avstånd av cirka 1 700 kilometer. Även om det ännu inte kan slutföra den autonoma infångningen har ELSA-d-uppdraget visat flera viktiga tekniker som behövs för att fånga orbitalskräp som autonoma navigations- och kontrollalgoritmer med navigationssensorer ombord, autonom attitydkontroll och navigering av en rymdfarkost till en annan. Astroscale vill utnyttja vad man lär sig av ELSA-ds teknik och kapacitet för att leverera en rymdfarkost, som kan fånga flera nedlagda LEO-satelliter i ett enda uppdrag.

Svenskt hållbart bränsle



12 maj Aviation Week Sverige skalar upp inhemska SAF produktionsplaner. Swedish Biofuels har planer på att producera 400 000 ton hållbart flygbränsle (SAF) årligen till den svenska marknaden i tre nya anläggningar. Det motsvarar cirka 40 % av den årliga flygbränsleförbrukningen på Stockholm Arlanda Airport. Bygandet av den första anläggningen pågår i Brista, nära Arlanda, med stöd från EU-kommissionen. Anläggningen, som producerar 20 000 ton per år från hållbar etanol, är planerad att börja leverera bränsle 2025. Swedish Biofuels arbetar nu för att få ASTM-godkännande för en alkohol-till-jet-process, som producerar en syntetisk fotogen med aromatiska kolväten. Det kan vara en 100% ersättning för fossilt jetbränsle. Tidigare i maj skrev sydafrikanska Sasol ecoFT ett avtal med svenska energibolaget Uniper och Sollefteå kommun för att undersöka möjligheten att etablera en industriell SAF-produktionsanläggning. Ambitionen är att producera SAF med grönt väte och kol från biomassa med hjälp av Sasols Fischer-Tropsch-teknik. Den utvalda platsen vid Långsele nära Sollefteå har tillgång till förnybar el och skogsbiomassa, som det finns gott om i Sverige. SCA, den största privata skogsägaren i Europa, och Finlandsbaserade energibolaget St1 bygger också ett gemensamt bioraffinaderi i Göteborg som ska producera förnybar diesel och SAF. Anläggningen ska vara i drift 2023.

Airbus i tyska städer



5 maj Actualidad Aeroespacial Airbus lägger grunden för framtidens flygtrafik i städer i Tyskland. För att bidra till utvecklingen av avancerad flygmobilitet går ledande företag, universitet och forskningsinstitutioner samt kommuner samman under Airbus ledning för att bilda Air Mobility Initiative (AMI). Medlemmar i Air Mobility Initiative inkluderar Airbus, staden Ingolstadt, Deutsche Bahn, Deutsche Flugsicherung, Diehl Aerospace, Droniq, Münchens flygplats, Röda Korset och Telekom. Detta initiativ, som stöds av Fristaten Bayern och Förbundsrepubliken Tyskland, kommer att inleda en rad forskningsprojekt, som syftar till att göra rörlighet i städer och mellan städer till verklighet. De gemensamma projekten fokuserar på tre huvudområden: elektriska vertikala start- och landningsflygplan (eVTOL), obemannade trafikledningstjänster (UTM), flygplats- och stadsintegration, inklusive vertiports. I ett första steg kommer AMI:s partner att ta itu med de tekniska, infrastrukturella, rättsliga och sociala kraven för det framtida genomförandet av avancerad luftfart. Därefter kommer den förvärvade kunskapen att genomföras genom ett demonstrationsprojekt under verkliga förhållanden.

Kinas Comac C919 provflygs



14 maj Bloomberg En kinesisk rival till Boeing 737 Max och Airbus A320neo slutförde sin första provflygning före leverans. C919 utvecklad av Av China Ltd. provflygs i cirka tre timmar inför leveransen till sin första kund. Smalkroppsplanet var prissatt till 99 miljoner dollar, enligt en ansökan i veckan av Shanghai-baserade China Eastern Airline Corp., som har undertecknat en affär för att köpa fem av dessa passagerarflygplan. Provflygningen tar Kinas tillverkare ett steg närmare att utmana Boeings och Airbus duopol på den globala kommersiella flygplansmarknaden. Comac startade utvecklingen av C919 år 2008, men missade föregående tidsfrist att leverera sitt första plan i slutet av 2021. Medan C919 markerar Kinas ansträngningar att minska beroendet av Airbus och Boeing, är flygplanet fortfarande beroende av utländska företag som General Electric Co. för många kritiska delar som t ex motorer.

Krasse på månen



13 maj [Der Spiegel](#) Växter odlades i månjord för första gången. Några växter vid University of Florida har växt på jord, som kommer från jordens satellit. De trivdes dock inte speciellt bra. För studien hade teamet bara cirka 12 gram månmaterial tillgängligt, som "Apollo"-uppgifterna 11, 12 och 17 hade tagit tillbaka till jorden från sina respektive landningsplatser. Materialet siktades till en kornstorlek på mindre än en millimeter, försågs med stenull och en vattenhaltig näringslösning och placerades i minibehållare på 0,9 gram vardera. Forskarna sådde sedan frön av thalekrasse (*Arabidopsis thaliana*) i substratet. Denna växt används inom biologin som modellorganism, delvis för att dess gener har kartlagts helt. Först grodde alla tolv fröna. Det visade att månens jord inte stör hormonerna och signalerna som är involverade i växternas groning. Men problem, som inte uppstod med kontrollväxterna i markbundet substrat som liknar månmaterial, uppenbarade sig snabbt. Växterna växte långsammare, blev mindre, missfärgade sig och varierade mycket överlag. Växterna trivdes sämst på materialet som "Apollo"-uppgift 11 hade fört till jorden. Månregoliten på denna landningsplats är - i motsats till områdena "Apollo 12" och "Apollo 17" - äldre och därför mera skadad av kosmisk strålning och solvind.

Intelligens i rymden



18 maj [Actualidad Aeroespacial](#) ESA Discovery accelererar artificiell intelligens i rymden. ESA Discovery finansierar 12 projekt, som kommer att undersöka potentialen hos de senaste framstegen inom artificiell intelligens (AI) för att göra satelliter mer reaktiva, smidiga och autonoma. Detta kan ge nya praktiska tillämpningar som stöder livet på jorden och vår utforskning av andra planeter. Under det senaste decenniet har snabba framsteg inom datorteknik, i kombination med exponentiell tillväxt i mängden data som samlas in, lett till en verklig revolution inom AI. ESA sköt upp den första artificiellt intelligenta jordobservationssatelliten i september 2020. Satelliten bar ett AI-acceleratorchip som automatiskt kasserade molniga bilder och bara skickade användbara data tillbaka till jorden. Sedan, i april 2021, bjöd ESA Discovery in näringslivet och akademikerna att komma med innovativa idéer för att flyga ombord på ESA:s OPS-SAT-uppgift, som är öppet för allmänheten att experimentera med. AI hade redan använts i OPS-SAT för att snabbt bearbeta bilder av jorden under flygning och för att helt automatisera uppgiften. De utvalda idéerna involverar ny teknik som utvecklats utanför rymdsektorn, inklusive blockchain, edge computing och neuromorfisk databehandling (inspirerad av den mänskliga hjärnans funktion). Idéerna behandlar fantastiska applikationer över hela rymdområdet, inklusive tidig upptäckt av metangas och naturkatastrofer, autonoma rovers på månen, övervakning och rymdspårning.

Luftskepp på rekordhöjd



17 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Kinesiskt luftskepp slår höjdreord. "Jimu No.1" modell III, skapat av Aerospace Information Research Institute of the Chinese Academy of Sciences (ACCh), med en volym på 9 060 kubikmeter, konstruerad för observation av atmosfären, nådde en rekordhöjd på 9 032 meter i den autonoma regionen Tibet, i sydvästra Kina. Luftskeppet kan samla in höghöjdsdata för att spåra den regionala vatten-cykeln och övervaka förändringar i atmosfärens sammansättning. Projektet, som är en del av Kinas vetenskapliga forskningsundersökningar på Qinghai-Tibet-platån, har genomförts av 64 forskare från olika kinesiska forskningsinstitutioner. Luftskeppet kommer att ge viktiga data om vattenkällor på Qinghai-Tibet-platån och kommer att bidra till att ta itu med dominoeffekter på vatten, ekologi och mänskliga aktiviteter i samband med klimatförändringar.

Astronaut hjärnor ändras



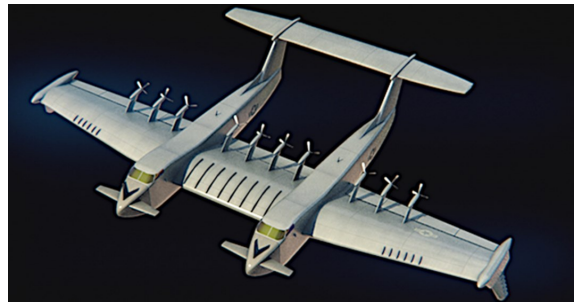
17 maj [SPACE](#) Nya astronauter har förändringar i hjärnan efter sitt första långvariga uppdrag. En ny studie om effekten av rymdflygning på den mänskliga hjärnan kan få stora konsekvenser för långvariga uppdrag. Astronauter, som gör sitt första långvariga rymduppdrag, har skillnader i sina hjärnor jämfört med människor som aldrig har varit i rymden, specifikt tillväxt i utrymmena i hjärnan där cerebrospinalvätska flyter, finner en ny studie. Även om forskare har vetat att rymden förändrar och potentiellt skadar hjärnan, är studien en av de första som behandlar en specifik aspekt av hjärnhälsan med hjälp av en jämförande metod och en relativt stor grupp astronauter. Cerebrospinalvätska, den klara vätskan som omger hjärnan och ryggraden, betar sig annorlunda i mikrogravitation, vilket får forskarna att undra vilken inverkan rymdflygning kan ha på dessa områden. Resultaten kan hjälpa forskare att bättre förstå hur det påverkar den mänskliga hjärnan att vara i rymden.

Flera bombplan



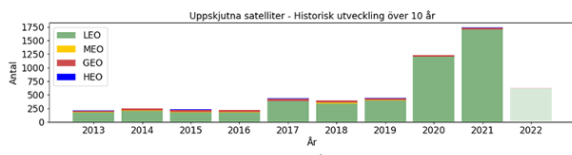
17 maj Aviation Week Antalet bombplan förväntas öka under nästa decennium. Endast tre länder använder långdistansbombplan – Kina, Ryssland och USA – med 518 flygplan i drift runt om i världen. Eftersom det antalet har minskat sedan slutet av det kalla kriget, är det kanske ett bevis på den försämrade globala stabiliteten att Aviation Week Network räknar med att antalet kommer att öka under det kommande decenniet till 574 flygplan när samma tre operatörer moderniserar och utökar sina flygvapen. Medan fokus skiftar till nästa generations bombplan i form av USA:s B-21 och Kinas H-20, som båda står inför sina första flygningar, är det plattformar från det kalla krigets tidigaste dagar, som fortsätter att dominera. Den största enskilda familjen av bombplan i tjänst runt om i världen är Xian H-6 som drivs av Kina, i sig en plattform som kan spåra sin härkomst tillbaka 70 år till den första flygningen av Tupolev Tu-16 bara 12 dagar efter B-52. Dessa två flygplansfamiljer från 1950-talet står för 60 % av alla bombplan, som för närvarande är i tjänst globalt.

Nytt sjöflygplan



19 maj DARPA News ... US Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) presenterade ett nytt tungt flygplan som kallas Liberty Lifter. Det tänkta sjöflygplanet kommer att kombinera snabba strategiska lyft av mycket stora, tunga laster med förmågan att lyfta/landa i vatten. Dess struktur möjliggör både mycket kontrollerad flygning nära turbulenta vattenytter och ihållande flygning på mellanhöjder. Även om den är utformad för att dra nytta av fördelarna av mark-effekten, säger DARPA att den också kommer att kunna flyga på höjder upp till 10,000 fot. Det har funnits en lång historia av att försöka utveckla flygplan skapade för att flyga med mark-effekt, vilket innebär att flygplanet inte flyger mer än längden på sitt vingspann över mark eller vatten. De mest kända exemplen är de sovjetiska ekranoplanen. De var begränsade till lugna vatten och hade begränsad manövrerbarhet. Liberty ska däremot kunna arbeta över turbulenta hav genom att skapa högt lyft vid låga hastigheter. Avancerade sensorer och styrsystem kommer att utvecklas för att undvika stora vågor.

FOI om världen



19 maj Webbversion Rymd för Försvar och Säkerhet. Omvärldsbevakning nr 1 - 2022. FOI-2021-100. Bilden visar den historiska utvecklingen av nya satelliter, inklusive under 2022 fram till och med slutet av februari. SpaceX StarLink-konstellation fylldes på med 989 satelliter under året och OneWeb med 284 satelliter. Det är en tydlig koncentration av rymdskrot på höjder mellan 600 - 1000 km. En stor del av dessa härstammar från två specifika händelser under 2007 och 2009.

En av de mest allvarliga konsekvenserna av ett extremt solutbrott är långvariga och omfattande avbrott i eltilförseln. FOI har tillsammans med Institutet för rymdfysik (IRF) fått medel från Vetenskapsrådet för att i ett treårigt projekt utvärdera riskerna för det svenska elnätet i samband med solstormar.

USA:s flygvapenminister har beordrat den amerikanska rymdstyrkan att utföra en inventering av vilka militära behov av spaning och övervakning från rymden (SÖR) som skulle kunna tillgodoses av kommersiella rymdtjänster. Den 3 december anklagade Kina i en diplomatisk not till FN:s generalsekreterare det amerikanska företaget SpaceX för att ha äventyrat Kinas bemannade rymdstation då man hävdade att man behövt göra en säkerhetsmanöver för att undvika att rymdstationen skulle kollidera med StarLinks satelliter. Starlink har tillbakavisat påståendet.

SpaceX drabbades av ett rymdväderfenomen. Solen

orsakade en så kallad geomagnetisk storm som påverkade övre delen av jordens atmosfär genom att denna värmdes upp och fick ökad densitet. Den geomagnetiska stormen sammanföll med en uppskjutning av 49 av SpaceX StarLink-satelliter, vilka utsattes för avsevärt högre luftmotstånd än beräknat. En majoritet (cirka 40) av satelliterna kunde inte nå sin tänkta banhöjd utan fick återinträda och brinna upp i atmosfären.

SpaceX har bistått Ukraina med trådlös internetförsörjning via StarLink-satelliterna under den pågående ryska invasionen. Kommersiella satellitbilder har flitigt använts av media i västländerna under det pågående kriget i Ukraina. Under sina första 100 dagar vid makten åtog den iranska presidenten Ebrahim Raisi sig att återuppliva Irans rymdprogram och har sedan dess infört en rad nya satsningar. Det väntas bland annat att nya barraketer ska presenteras, att nya satelliter ska skjutas upp och att satellituppskjutningsbasen i södra Iran ska vidareutvecklas.

Både Kina och Ryssland utvecklar attacksatelliter, som från en position i bana runt jorden kan manövrera nära ett mål och utföra attacker i form av till exempel störning med riktade energivapen, robotarmar som kan påverka andra satelliter, avfyra små projektiler, eller genom medveten kollision. Kina och Ryssland pekades ut av USA som länder som regelbundet attackerar amerikanska satelliter med bländande lasrar, störsignaler och cyberattacker. Även Ryssland avser skapa en större konstellation av satelliter. I början av 2022 kom det fram ytterligare information kring en konstellation som kallas Sfera och Roskosmos uppgav då att man fått finansiering för att påbörja utvecklingen av konstellationen. Det första steget uppges handla om motsvarande 7 miljarder RUB (i början av 2022 motsvarande ca 900 miljoner SEK) per år fram till 2024. Konstellationen omfattar 264 satelliter i medelhög jordbana.

Engelsk raket



22 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Det brittiska rymdföretaget Orbex har presenterat den första storskaliga prototypen av rymdraketen Prime. Utformad för att sätta en ny kategori av mycket små satelliter i omloppsbana representerar den ett stort steg framåt för det brittiska raketföretaget när det förbereder sig för den första uppskjutningen av en raket i omloppsbana från brittisk mark. Prime är en 19 meter lång tvåstegsraket. Den drivs av sju motorer, som konstrueras och tillverkas i Storbritannien och Danmark. De sex raketmotorerna i raketens första steg kommer att driva den genom atmosfären till en höjd av cirka 80 kilometer. Raketens unika andrastegsmotor kommer att slutföra resan till låg jordbana (LEO) för att frigöra nyttolasten av små kommersiella satelliter till jordens omloppsbana. Orbex Prime drivs av ett förnybart biobränsle, biopropan, levererat av Calor UK. Detta bränsle kommer att ge 96% mindre koldioxidutsläpp jämfört med andra liknande raketer. Orbex Prime är också en återanvändbar raket som har utformats för att lämna noll skräp på jorden och i omloppsbana. Orbex Prime kommer att starta från Space Hub Sutherland, en ny rymdhamn som byggs på Skottlands nordkust.

Från bisvärm till vargflock



19 maj [Aviation Week](#) US Army uppgraderar "Bee Swarm" till "Wolf Pack" under EDGE-försök. Föreställ dig ett scenario där drönarsvärmar leder framtida luftanfall av den amerikanska armén. Strövande dussintals mil djupt in i fiendens territorium med sensorer, störsändare och stridsspet-sar, kommer dessa nätverksanslutna luftsystem att få i uppdrag som en autonom grupp att jaga efter fientliga luftförsvar, attack- era dem eller skicka tillbaka deras positioner till helikoptrar beväpnade med precisionsammunition eller markenheter med långdistansmissiler. Drönarsvärmars taktik har utvecklats avsevärt sedan armén startade EDGE-serien för ett år sedan. I maj 2021 fungerade drönarna som armén kallar "Air-Launched Effects (ALE)-Small" som en bisvärm, men nätverket (ATN) som användes av plattformen saknade tillräckligt med räckvidd och bandbredd för att svärmen skulle kunna kommunicera internt, och de många uppgifterna överväldigade också de autonoma algoritmerna som hanterar svärmen. I stället för en enda "bisvärm" delade armén upp ALE i fyra "vargflockar". Istället för att skjuta upp drönarna samtidigt släpps vargflocken i salvor, var och en med ett diskret uppdrag.

Rymdindustrin bör nå 1000 miljarder dollar i årliga intäkter år 2040, med uppskjutningskostnader som sjunker med 95%.

([CNBC](#))

NASAs flygtaxiprojekt

29 maj [Aerospace Technology](#) NASA genomför projekt med fokus på avancerad luftmobilitet (AAM) och vertiports. NASAs AAM-division forskar på var vertiports eller vertiport - flera vertiports nära varandra - kan fogas in i befintlig infrastruktur som flygplatser och heliports. NASA undersöker också nya landningsområden som kan skapas från återanvända områden, specialbyggda platser eller integreras i befintliga byggnader som tåg- eller busstationer. Många av dessa AAM-flygplan kommer att vara elektriska vertikala start och landning (eVTOL) flygplan, som kan lyfta och landa som helikoptrar på helikopterplattor. Tidig användning av eVTOLS kommer att ske med hjälp av befintliga flygplatser, men i framtiden kommer de att kunna landa ovanpå byggnader eller andra utrymmen i trånga stadsområden. Många av NASAs projekt kommer att arbeta med automatisering av dessa farkoster, minska buller, utveckla vertiports och farkostdesign samt säkerhet. Hdv-projektet (High Density Vertiport) ska utveckla ett system att använda små fjärrstyrda flygplan för att se hur vertiportautomatisering kan förbättra säkerheten och effektiviteten. Inledningsvis kommer NASA att testa mindre fjärrstyrda flygplan men kommer att gå vidare till större flygplan samt undersöka hur vertiport-, fordons- och flygledningssystem kan interagera, vilka faror och oförutsedda händelser som är utmanande och hur piloter, vertiportchefer och flottchefer kan interagera



med tekniken. NASAs systemomfattande säkerhetsprojekt kommer att undersöka ledningssystem, som syftar till att minska faror och risker för vertiports. Detta kan innebära risk och bedömning av navigationssystemens prestanda. NASA kommer också att arbeta med lokala samhällen och företag för att förstå vertiportkoncept, infrastruktur och design.

Med utfällbara vingar



24 maj [Aviation Today](#) Företaget WingXpand visar kompakt drönare med utfällbara vingar. Drönaren har ett 7-fots vingspann. Vingarna är utfällbara, så att det obemannade flygplanssystemet (UAS) kan fällas ihop till en storlek, som är tillräckligt liten för att passa in i en ryggsäck. Man arbetar för närvarande med kunder på testflygningar och planerar att påbörja leveransen av UAS under tredje kvartalet i år. WingXpand-drönaren kan flyga i över 2 timmar, över ett område på mer än 1000 tunnland. Den kan bära ungefär tio gånger så mycket nyttolast som några av de mindre quadcopters och andra typer av drönare som förekommer på marknaden idag. Användningen sträcker sig från olje- och gasindustrin och jordbrukssektorn till allmän säkerhet och försvarsverksamhet. Drönare med fasta vingar som liknar flygplan kan flyga längre sträckor och bära tyngre nyttolaster än multirotor-, quadcopter- eller multicopter-drönarsystem. Hela drönarsystemet kan monteras och distribueras på mindre än två minuter.

Airbus vätgasteknik



27 maj [Actualidad Aeroespacial](#) Airbus stärker sin närvaro i Storbritannien med lanseringen av ett Zero Emissions Development Centre (ZEDC) för vätgasteknik. En prioritering kommer att vara att utveckla ett kryogent bränslesystem för Airbus passagerarflygplan ZEROe senast 2035 och för att påskynda Storbritanniens färdigheter och kunskaper inom vätgasframdrivningsteknik. Det brittiska ZEDC kommer att dra nytta av den brittiska regeringens åtagande om 685 miljoner pund i finansiering till Institute of Aerospace Technology (ATI) under de kommande tre åren för att stödja utvecklingen av koldioxidfri flygteknik. Etableringen av ZEDC i Storbritannien utökar Airbus interna industriella kapacitet att designa, utveckla, testa och tillverka kryogena vätelagringstankar och relaterade system för ZEROe-projektet. ZEDC kompletterar Airbus arbete med kryogena flytande vätetankar som utförs i Madrid och Stade, Tyskland (kompositstrukturteknik) och i Nantes, Frankrike och Bremen, Tyskland (metallkonstruktionsteknik). Alla Airbus ZEDC förväntas vara fullt fungerande och redo för markprov med den första fullt fungerande kryogena vätetanken under 2023 och med flygprov 2026.

Senaste i taxifylyg



25 maj [Aviation Week](#) Det senaste inom avancerad luftmobilitet visades på utställningen EBACE 2022. Kinas EHang 216 från Guangzhou EHang Intelligent Technology Co Ltd, grundat 2014, se bild, använder staplade minirotorer för att ge helikopterliknande prestanda, eftersom elmotorer inte kan ge det vridmoment som krävs för att driva en enda rotor i full storlek. EHang är tvärsitsig, men utan kontroller. Pekskärmen ger alla gränssnitt mellan passagerare och maskin. De åtta rotorarmarna, var och en med ett par motroterande rotor, kan fällas upp för parkering. **PAL-V's** Roadable Autogyro The Liberty är redo för leverans, men den fällbara rotorn innebär stora strukturella utmaningar under flygningen. PAL-V bildades i Nederländerna 2000 för att utveckla en autogyro, som drivs av en Rotax-kolvmotor. En avsevärt reviderad version, Liberty, visades 2016, men de planerade leveranserna i början av 2020 har inte ägt rum. Den enpilotade **Lilium Jet** för att transportera fyra passagerare grundades i Tyskland 2015 och var inledningsvis tvärsitsig innan den uppgraderades till en större regional flygtaxi. Farkosten innehåller rader av små eldrivna fläktar på vingarna och förplanen, som kan fällas 90 grader för övergång mellan vertikal och horisontell flygning. En pilot kan ha kontroll över Lilium Jet även om den enda flygningen av typen har varit fjärrstyrd.

Sjätte till utveckling



1 juni [Defense News](#) USAFs hemliga och högt klassificerade Next Generation Air Dominance fighter-program har startat sin avgörande utvecklingsfas. Tekniken har fortsatt att utvecklas och NGAD är nu tänkt som en "familj av system" som innehåller flera element, inklusive en handfull autonoma drönarflygplan, som åtföljer det bemannade flygplanet i formation. NGAD kan bli det dyraste flygplansprogrammet i historien. Varje pilotflygplan under programmet kommer sannolikt att kosta flera hundra miljoner dollar styck. Lockheed Martin, Boeing och Northrop Grumman är alla möjliga utmanare att bygga NGAD, men Northrops nuvarande arbetsbelastning som producent av B-21-bombaren gör det till ett osannolikt val att utveckla en ny avancerad fighter. Det som är mycket mer troligt är att Lockheed får programmet, efter att redan ha tagit de smygande F-22- och F-35 från utveckling genom produktion. Boeing kan också bli en dark horse-utvecklare av NGAD-fightern.

Söker jordmagnetfält



30 maj Actualidad Aeroespacial Svärmsatelliter hjälper till att undersöka jordens magnetfält. Europeiska rymdorganisationens (ESA) Swarm-satelliter har övervakat jordens magnetfält och jonosfäriska miljö sedan 2013. Man föreslår nu ett nytt tillvägagångssätt med små billiga satelliter för att öka den tidsmässiga upplösningen vid mätningar samt initiera nya sätt att undersöka den jonosfäriska miljön. Den innovativa strategin att kombinera en polär bana med två banor lutande med 60 ° skulle ge en förbättrad tidstäckning på drygt en månad för breddgrader inom 60 ° N / S. Tillvägagångssättet kan skalas upp med ytterligare satelliter för att ytterligare öka denna prestanda. Jordens magnetfält skyddar vår planet från att skadas av energiladdade partiklar från solen. Det bestämmer också hur den närliggande yttre rymden (magnetosfären) och de joniserade övre lagren i atmosfären (jonosfären) svarar på solaktivitet. Att övervaka jordens magnetfält och jonosfäriska miljö är nyckeln till att underlätta korrekt navigering och ge viktig information om mineralernas geofysiska topografi.

Satellit styr bilar



2 juni Spaceflight Now Volvo Cars huvudägare Geely har skjutit upp sina första satelliter för att ge stöd till kommande självkörande bilar. Men det är inte klart hur Geelybolagen Volvo Cars och Polestar kommer att använda tekniken. De första nio satelliterna har skjutits upp och fungerar som de ska. Till 2025 ska 72 satelliter vara uppe och målet är att få till ett system med totalt 240 satelliter, som från 2026 täcker hela världen. Satelliterna ska användas för att hjälpa självkörande fordon att avgöra sin exakta position med en centimeters noggrannhet. Satelliterna ska också hjälpa bilar att utbyta information med varandra och med vägsystemet. Även i det fallet handlar det om att bidra till det system i bilarna som hjälper förarna att köra. På sikt kan det också bli tal om att stödja fordon som kör helt på egen hand utan att någon sitter vid raten. Enligt Geely kan systemet även användas för att till exempel logistikföretag ska kunna hålla reda på var godset finns. Satelliterna ska även underlätta för drönare att ta sig fram. Drönare är ett annat område som Geely satsar på.

Nyheter Innovair



9 juni Innovair. Senaste nyheter från Innovair – det svenska strategiska innovationsprogrammet för flyg. Som ett led i Sveriges och Storbritanniens mångåriga **bilateralasamarbete** inom flygteknik skedde 16–20 maj ett innovationsbesök i Sverige, under namnet Sustainable Aviation – Global Business Innovation Programme Sweden. Flygbolaget EasyJet stödjer GKN Aerospaces utveckling av tekniker för **vätgasdrift**, både för förbränning i gasturbiner och för användning i bränsleceller som producerar el till elmotorer. I EU-forskningsprogrammet **Horizon Europas** senaste utlysning inom flygforskning vann svenska företag och akademi flera viktiga projekt. Utvärderingen av utfallet visade att Sverige hamnade på femte plats i antal projekt. Vid en ceremoni 28 april vid Boeings produktionsanläggningar i St Louis, USA, visade Saab och Boeing upp det första serieproducerade skolflygplanet av typen T-7A **Red Hawk** som byggs. På liknande sätt som GKN gjorde i höstas (se nyhetsbrev 21Q4) bjöd Saab i början av maj in till en samlad presentation av de **NFFP**-finansierade teknikområden inom vilka Saab är industripartner. NFFP är det svenska Nationella Flyg Forsknings Programmet.

Plastspaning från rymden



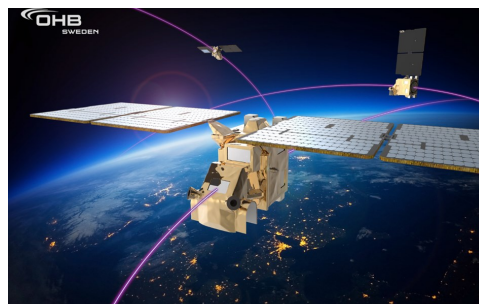
10 juni Aerospace Technology Global Plastic Watch-verktyget övervakar plastföroreningar från rymden med hjälp av AI. Minderoo Foundation, en Australien-baserad ideell organisation, använder en kombination av artificiell intelligens (AI) och jordobservation för att mäta koncentrationer av plastavfall från rymden. Enligt stiftelsen använder det så kallade "Global Plastic Watch"-verktyget både satellitdata-teknik och maskininlärning för att utforma en i nästan realtid, högupplöst karta över plastföroreningar. Enligt stiftelsen är verktyget utformat för att myndigheterna bättre ska kunna bedöma och hantera plastavfallsläckaget i vattendragen. För att uppnå detta använder man satellitbilder för fjärranalys från Europeiska rymdorganisationen (ESA) och en maskininlärningsmodell för att bestämma storleken och omfattningen av landbaserade plastavfallsplatser, som fungerar som en betydande källa till plastavfall in i världens vattenvägar. Med hjälp av verktyget Global Plastic Watch konstaterar forskarna att landbaserat läckage bidrar med så mycket som 91% av plastavfallet i världens hav. Framöver vill forskarna förfinas AI-modellen och tekniken för att öka dess noggrannhet och utöka täckningen utöver de 25 länder, som för närvarande övervakas till nya platser och länder under 2022.

Lönnfrö-inspirerad drönare



10 juni [Aerospace Technology](#) Forskare från University of Hong Kong har utvecklat en liten drönare inspirerad av lönnfrökapslar. För att öka flygtiden för drönare under 100 gram efterliknade laget den helikopterliknande designen av lönnfrökapseln, som när den faller från ett träd, snurrar som en helikopterrotor utan motor och ökar avståndet från trädet när den blåser iväg. De designade den nya lilla drönaren för att snurra som lönnfrökapseln för att hålla sig uppe och flyga ungefär dubbelt så länge som drönare med en konventionell fyrrotorsdesign. Den kunde sväva i luften så länge som 24 minuter. Liksom de flesta traditionella drönare som har snurrande rotor för att ge lyft, har den lönnfröinspirerade drönaren också två små rotoror vid vingspetsarna. Dessutom har den också elektronik och ett batteri i sin kärna, vilket resulterar i en enhet som väger knappt 35 gram och snurrar vid uppskattningsvis 200 rpm. Forskarna hävdar att drönaren kan bära en liten nyttolast som en kamera, vilket gör den lämplig för kartläggning och övervakningsapplikationer.

OHB styr satelliter



13 juni [ohb-sweden](#) OHB har tecknat avtal om att arbeta med autonom och optimerad banstyrning av stora satellitkonstellationer. Satellitkonstellationers storlekar växer med siffror från några hundra till tusentals. Att driva sådana konstellationer samtidigt som bränsle och driftsinsatser minimeras och tillgängligheten maximeras blir en allt större utmaning. Det aktuella arbetet kommer att fokusera på design, utveckling och prov av nödvändiga algoritmer ombord för att utföra ett antal autonoma bankkontrolluppgifter i rymden, såsom baninitiering (fasning), stationshållning och kollisionsundvikande. Industriteamet som leds av OHB Sweden består av fyra medlemmar. OHB Sweden kommer att fungera som study prime, systemintegratör och övergripande ansvarig för validering av algoritmerna i en flygliknande miljö. OHB Systems kommer att ansvara för flygdynamikalgoritmerna som kommer att förlita sig på inbäddad och realtidsoptimering från tyska DLR och maskininlärningstekniker från Luleå tekniska universitet.

Hypersonik på gång



9 juni [Aviation Week](#) Minst 13 startups och etablerade kommersiella företag har planer på att demonstrera hypersoniska farkoster. Sedan den första flygningen snabbare än Mach 5 med en raket från den amerikanska armén 1949, har hypersonisk flygning varit den exklusiva domänen för militära vapenprogram och vetenskapsprojekt av civila statliga myndigheter. Men det statliga monopoliet på hypersonisk hastighet kan brytas senare i år. Flera provflygningar planeras inom de närmaste tre åren. Dessa projekt står inför samma tekniska utmaningar, som omintetgjorde alla utom en handfull regeringsfinansierade hypersoniska vapen. Ändå fortsätter de kommersiella företagen att attrahera stora investeringar från riskkapitalister och statliga myndigheter. I april fick **Venus Aerospace**, en Houston-baserad startup, som vill bygga ett hypersoniskt flygplan, 20 miljoner dollar av Prime Movers Lab, en riskfond för startups. Venus Aerospace ska bygga ett flygplan som kan flyga passagerare på Mach 9 på 170 000 fot över Stilla havet. Konceptet inkluderar tre teknologier som aldrig har kommersialiserats: en roterande detonationsmotor, ett waverider-flygplan och en ny typ av kylsystem inbäddat i framkanten. Två månader tidigare investerade ett konsortium av riskfonder 29 miljoner dollar i **Destinus SA**, en schweizisk startup grundad

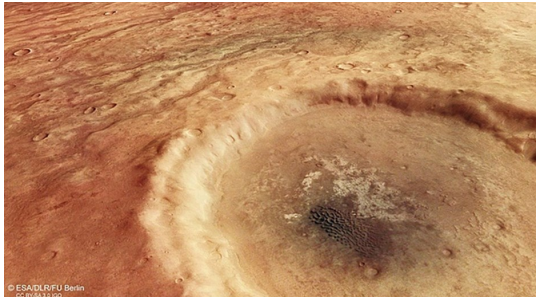
av en rysk entreprenör, som utvecklar en vätsgasdriven, hypersonisk fraktfarkost. Eiger-prototypen kommer att flyttas till Spanien för provning över Atlanten.

Washington-baserade **Radian Aerospace** samlade in 27,5 miljoner dollar i en startrunda för att utveckla ett enstegs-tillbana rymdplan.

När det gäller att attrahera investeringar har dock Atlanta-baserade start-upen **Hermeus** varit den mest framgångsrika. Företagets plan att utveckla den hypersoniska Quarterhorse-demonstratorn, har lockat 126 miljoner USD i riskkapitalfinansiering. Demonstratorn ska validera prestandan hos företagets Chimera-turbinbaserade kombimotor, men kan också användas av flygvapnet, som är i färd med att välja ett företag för att producera en hypersonisk testbädd som heter Mayhem.

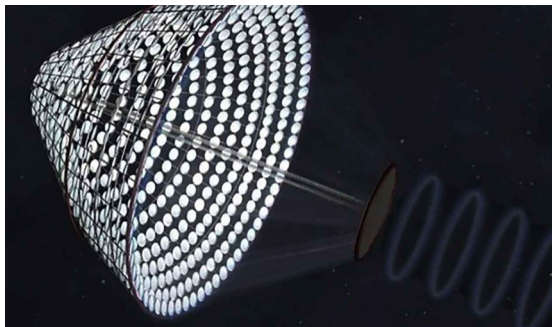
Space Engine Systems, en kanadensisk startup, förväntar sig att det ramjetdrivna Hello-2-fordonet ska skjuta upp små satelliter till låg omloppsbana. Ohio-baserade **Velontra** har samtidigt ett liknande mål för Bronco, ett återanvändbart satellituppskjutningssystem som drivs av en turbinbaserad kombimotor. Projekten täcker många olika typer av tillämpningar, allt från satellituppskjutning och rymdtransporter till experimentella testbäddar. Inte överraskande stöds mångfalden av applikationer av en blandning av driftskoncept och framdrivningsteknologier. Historien om hypersoniska farkoster är skrämmande. President Ronald Reagans "Orient Express" Mach 25-flygplan slutade i ett misslyckande 1990 med nedläggningen av Rockwell X-30 National Aero-Space Plane när kostnader och tekniska problem ökade. Efterföljande ansträngningar i mitten av 1990-talet på McDonnell Douglas Delta Clipper och Lockheed Martin VentureStar föll offer för NASA:s budgetnedskärningar. Under 2017 fick Boeing försvarskontrakt på 146 miljoner dollar för att designa och lansera XS-1, ett experimentellt rymdplan som kunde släppa ut små satelliter i omloppsbana. Men Boeing beslutade sig för att lägga ner programmet i januari 2020 efter haveriet med 737 MAX. Vi får se hur det går nu.

Vulkaner på Mars



8 juni dlr.de High Resolution Stereo Camera (HRSC), har kartlagt Mars ombord på ESA:s rymdfarkost Mars Express sedan 2004. Bilderna togs under den 23 137:e omloppsbanan för rymdfarkosten. Aonia Terra ligger på Mars södra högländ inte långt från polcirkeln och är känd för sin mångfald av kratrar. De södra högländerna är bland de äldsta formationerna och bildades för 3,8 till 3,5 miljarder år sedan. Den namnlösa kratern på bilden har en diameter på 30 kilometer och ligger mitt i ett nätverk av kanalliknande dalar. Dessa dalar bildades troligen i ett samspel mellan avrinning av regnvatten på ytan och utlopp av grundvatten. De olika färgerna visar att ytans mineralogi är mycket varierande. Till vänster är ytan färgad i en varm nyans av rött, som närmare kratern blir mörkbrun och grå. Längre högerut ser ytan ganska slät ut, vilket syns tydligt vid kraterkanterna. Här ändras landskapets färg till en ljusare ton, och kanalernas kanter verkar mindre definierade. Inuti nedslagskratern syns ett svart sanddynfält, som består av små, delvis smälta halvmånedynor. Sådana sanddynor finns på många ställen på Mars. På Jorden är sådana mörka sanddynor mycket sällsynta, till exempel på Hawaii. De finns bara där vulkanism ägt rum i ett torrt klimat.

Energi från rymden



21 juni The Hill Kinas rymdbaserade solenergiprojekt kan vara en spelväxlare för ren energi. Kinas Xidian University har redan slutfört ett marksystem för att testa tekniken för rymdbaserad solenergi. Det första testet skulle innebära att man 2028 sätter upp en solfångare i låg omloppsbanan runt jorden som kan överföra 10 kilowatt till en markmottagningsstation. Sedan, år 2030, skulle ett solkraftverk placeras i geostationär bana som kan överföra 1 megawatt energi över 35 800 kilometer till jordens yta. Dessa experiment skulle följas av en annan station 2035, som skulle överföra 10 megawatt och en 2-gigawattstation som kunde driva en stor stad 2050. Den skulle vara en kilometer bred med gigantiska solpaneler. Att bygga den skulle kräva förmåga att montera storskalig infrastruktur i rymden. Förmodligen kommer kineserna att behöva bryta råvarorna på månen och tillverka komponenterna i rymden innan de bygger det rymdbaserade solkraftverket för att spara kostnaden för att lyfta det från jorden.

Boeings ecoDemonstrator



20 juni Actualidad Aeroespacial Boeings nya ecoDemonstrator-program provar 30 hållbara tekniker på en 777-200ER. Sedan 2012 har Boeings ecoDemonstrator-program påskyndat innovationer genom att prova ny teknik i driftsmiljö. Under sex månaders flyg- och markprov med start i sommar kommer ecoDemonstrator 2022 att utvärdera: Små vertikala blad på vingen, som ökar aerodynamisk effektivitet under start och landning. Ett system för att spara vatten ombord och minska vikten. Flygplansdelar och motorer tillverkade additivt för att minska bränslet och tillverkningsavfallet. Ett köldmedium och ett nytt brandbekämpningsmedel för att minska utsläppen av växthusgaser. Ett förbättrat varningsvisionssystem för piloter för att förbättra den operativa effektiviteten. Kontinuerlig omfattande studie av effekterna av hållbart flygbränsle för att minska utsläppen. För alla flygprov kommer 777-200ER att flyga med den högsta godkända blandningen av hållbart flygbränsle (SAF) som finns tillgängligt.

Saab flygtrafikledning i Dubai



23 juni Actualidad Aeroespacial Dubai tilldelar Saab kontrakt på flygtrafikledning. Saabs Integrated Air Traffic Control Suite (I-ATS) har valts ut för införande på Dubai och Al Maktoum internationella flygplatser i Förenade Arabemiraten. Kontraktet, som tilldelats av Dubai Aviation Engineering Projects, omfattar cirka 95 kontrollantjobb för de två flygplatserna, Emirates Flight Training Academy och Contingency Operations Centre. Saabs I-ATS är nästa generations lösning som bygger på brett implementerade automationsprodukter för flygtrafikledning. I-ATS är en flexibel och skalbar digital plattform som förser torn- och inflygningsstyrenheter med en omfattande uppsättning verktyg för att säkert och effektivt hantera trafikflödet. Lösningen för Dubai International Airport och Al Maktoum International Airport inkluderar också en Departure Manager (DMAN), som stöder sekvenseringen av avgående flygplan. Saab kommer att genomföra programmet stegvis, med början i verkstäder för att designa kontrollornet och konfigurationen av I-ATS människa-maskin-gränssnitt. Det slutliga genomförandet kommer att omfatta en test- och valideringsplattform samt ett beredskaps- och driftssystem för varje flygplats. De flesta av kontrollanternas arbetsstationer kommer att placeras vid Al Maktoum eftersom den flygplatsen kommer att vara ungefär fem gånger större än Dubai International.

52. Candy på robotkapplöpning



Jag blev en trogen besökare på Svartskägets predikningar och stod alltid längst fram för att inte missa något. Han började känna igen mig och det hände att han pekade på mig och talade bara till mig. Det kändes bra. Mest handlade det om hans tid som pirat, men det märktes att han började få andra ideer.

-Vi kan inte hålla på och plundra andras transporter, ropade han. Vi måste ha egna gruvor därute.

Och han förlorade sig i beskrivningar av mobila maskiner med stora paraboliska speglar på någon måne vid Saturnus. De skulle, förklarade han, fokusera solljus på den och smälta och sintra den till en hård yta att bygga på. Där skulle det bli fabriker med små datorstyrda eldrivna vagnar på skenor, robotlastare med mängder av manipulatorer för att sätta ihop nya fabriker, elström från tak av solceller stödda på pelare och fluorvätesyraurlakning, vad det nu var för något, för att utvinna metaller ur gruset. Allt skulle skötas av små flitiga robotar, som tillverkade sig själva från smält sten eller renade metaller.

-Jag har döpt det till Candy-projektet, ropade han och svängde plattan med Candys databas i luften, den, som min fru fick lämna till honom när vi kom till Mars.

Hans stämma var kraftig och lidelsefull när han lutade sig mot talarstolens kant och grep om den med sina stora händer. Man såg bara hans massiva, svartklädda överkropp och hans frodiga ansikte.

-Vet ni vad en hund är, ropade han. Nej, jag tänkte väl det. Men såna robotar ska vi ha. På den här plattan finns allt vi behöver.

Han hävde sig fram och stirrade uppfordrande på åhörarna med sitt enda öga, men de skruvade på sig och ville bara höra om hans äventyr som pirat. Han var synbart besviken över att ingen delade hans djärva visioner. Kroppen darrade och händerna förmedlade skälvingarna till talarstolen.

-Vill ni inget höra så tänker inte jag säga något, röt han till slut, knöt näven om plattan, vände och gick.

Att projektet ändå gick framåt skulle jag snart få se. Min fru var nu fast anställd på institutet. Hon betalade av sitt lån till Tertia och mer eller mindre motsträvt

försåg hon mig med medel så att jag kunde betala för mig ute på stan. Mina mardrömmar försvann nästan helt. Bilden på terroristkärningen och hennes atombomb störde mig inte längre. Jordens gamla atombomber fanns ju nu vid Venus. Varken Plurimax eller terroristerna kunde väl komma åt dem för att förstöra mitt hus där hemma.

Förresten skulle vi kanske aldrig komma tillbaka dit i alla fall. När jag på morgnarna såg på den blåaktiga skälvande stjärnan som var Jorden mindes jag ännu ostörda timmar ute på en klar sjö omgiven av gröna berg och en grästäckt sluttning, som ledde upp till vårt hus till hälften dolt av träden. Men jag började inse att det nuvarande skulle bestå och att jag måste finna mig i det. Tomrummet, som jag ständigt bar inom mig började försvinna tillsammans med den intensiva och oresonliga längtan att vrida tiden tillbaka.

Med stora förhoppningar om att något roligt skulle hända gick jag ut på stan varje dag när min fru hade gått till jobbet. Det första jag gjorde när jag, som vi säger på Jorden, blivit stadd vid kassa, var att äta på restaurangen dit Tertia tog oss första dagen på Mars. Sedan kom det att bli en vana. Krogvärdinnan visste hur man höll ett samtal igång med små utrop och eftersägningar. Hennes röst hade en underton av samförstånd, som gjorde att man fick en känsla av delade hemligheter och var invigd i saker dolda för vanligt folk. Det gjorde att man kände sig hemma och särskilt roade verkade hon vara av mitt omständliga jordiska sätt att försöka säga något på marsianska.

Det lilla stället med sin fontän och sin ek var fortfarande lika lugnt. Jag fick ett stambord under en pergola av vinrankor. Utan att jag begärde det dök det redan första dagen upp en flaska utsökt marsianskt vin. Jag blundade och kände smaken på tungan. Jag tyckte ingenting smakade något ända sedan jag lämnade Jorden, men det här vinet smakade. Sedan stod det alltid en flaska och väntade på mig när jag kom.

Ända från början på Mars plågades jag av svindel då jag gick genom tunnlarna. Den låga gravitationen gjorde att jag fick en känsla av att falla. Det blev inte bättre av vinet, men jag ursäktade mig med att det var bra att dricka mycket så man inte fick

njurstenar. Fast vin kanske inte var det bästa i det sammanhanget, när jag nu tänker på saken.

Såvitt jag förstod gjordes här ingen kontroll av kroppsfettet för jag blev aldrig nekad att beställa något och portionerna var nöjaktigt stora. Men kanske hade min vistelse på Mars nu resulterat i att jag var tillräckligt mager.

Min mage fungerade dåligt ända sedan vi lämnade Jorden. Jag borde kanske ha hållit mig till grönsakerna, som var konstruerade av enkla sockerarter, proteiner och fetter så att de var lätta att smälta om man som många marsianer hade ont om bakterier i tarmarna. Men jag ville ändå ha kött, naturkött, inte utskrivet, fast jag visste att det var rått. Jag hade kvar jordbons ovilja mot det djuret, det vanligaste på Mars näst kackerlackorna. Men kanske höll det igång immunsystemet, tänkte jag. De flesta infektionssjukdomar, som påverkar människor, kommer ju från djur.

På grund av bristen på olja är den mesta maten på Mars bakad, ångad eller kokt och varje stadsdel har sin egen unika stil och smak. Men det här köttet var stekt, dessutom välstekt, och jag hade nu blivit bra på att dela det med pinnarna. När måltiden var över kände jag mig alltid mycket starkare.

Pottan hade jag med mig. Den visade sig vara bra att ha, för min mage fungerade som sagt var inte alltid som den skulle och jag kom inte alltid till på de gemensamma toaletterna. Ingen verkade bry sig om att pottan inte var tömd. Jag var ju inte ensam om problemen. Fast själv tyckte jag att det luktade värre än någonsin. Det var så att ögonen rann på mig fast det kunde ju också bero på att jag började bli gammal eller också var det tyngdkraften. Jag kände mig alltid svullen i ansiktet och blodet steg mig åt huvudet.

Min servitör var en ständigt leende ung marsian med bulligt, ljus orange ansikte och rödblommig hårstubb. Han var alltid vid utmärkt humör och visade ett yrkesmässigt intresse för pottans innehåll. Även intima saker som färg och konsistens på dagens avföring kommenterade han ingående. Han påstod sig kunna åstadkomma en delikat fekalpasta av den, men jag avböjde alltid.

Jag märkte snart att det vissa dagar var extra mycket folk. Det kom in arbetare, som hade slutat för dagen och satte sig och drack vin. Ibland hade de röda halsdukar och talade bara om den kommande robotkapplöpningen på arenan. Sporten var stor och det satsades mycket pengar. Jag har aldrig haft så mycket till övers för robotar, men jag förstod att marsianer älskade dessa tävlingar så till den grad att man hade måst begränsa storleken på insatserna. Det hindrade naturligtvis inte att man så att säga under bordet spelade med obegränsade insatser. Jag vet inte hur det gick till, men servitören verkade ha en nyckelroll.

En dag var det särskilt hög stämning. Enligt servitören skulle de röda ha en stor fördel just denna kväll. De hade tydligen fått tillgång till hemlig programvara, som skulle göra deras robot överlägsen alla andras, naturligtvis utan att de andra stadsdelarna kände till det. Varje stadsdel hade sina anläggningar för programmering och utprovning av robotar och jag undrar om inte mycket av den överlägsna robottekniken på Mars kommer därifrån. Där hade det, förstod jag, rått en febril verksamhet hela veckan och nu skulle det vara läge att satsa. Hans övertalningsförmåga var stor och insatserna blev högre än någonsin. Jag såg hur det viskades och smusslades vid borden.

Jag visste att min fru ville att jag skulle vara hemma, när hon kom från jobbet, men jag föll för frestelsen. Jag satsade lite pengar genom att titta servitören i ögonen, givetvis vid sidan av betalningen för måltiden, och uppmuntrad av det behagliga vinet slöt jag upp sist i det rödklädda ledet, som drog fram mot arenan med servitören i spetsen.

Staden var aldrig så pulserande som när en kapplöpning var på gång. De enklaste syltor stormades praktiskt taget av gäster ivriga att satsa. Nu stängde de för kvällen och deras kunder slöt upp i ledet. Från de andra fyra domerna i staden kom andra led, vita, blå, gula och gröna. Det verkade som om hela staden förberedde sig för den stora festen på arenan.

Den låg bortom stadshuset i ändan av huvudgatan i den häckomgivna av stora träd beskuggade parken. Det var ett mäktigt byggnadsverk skulpterat som Colosseum på Jorden. När man såg det var det svårt att tro att det hade skapats med hjälp av mikrober, människors avfall och röd sand från planetens yta.

Det påstods vara den största byggnaden på Mars. Skådespelen på arenan var gratis

men det gällde att skaffa sig en bra plats eller en plats överhuvudtaget. Det fanns inga reserverade platser som på Jorden. Här konkurrerade alla om de bästa. Naturligtvis fanns det också folk, som gjorde affärer med dem. Det fanns de som redan före gryningen intog en plats som de sedan överlät till någon intresserad mot lämplig ersättning. Till och med platser högst upp på bänkraderna kunde bli föremål för handel.

När jag äntligen fick sätta mig var de nedre raderna för länge sedan upptagna. Alla satt blandat oavsett förmögenhet. På Jorden satt ju de rikaste långhåriga längst fram. Ingen flintskalle som jag skulle ha fått sätta sig där. Möjligen hade jag fått följa med min fru, för hennes hår var nu så långt att hon gick till en av de många specialisterna på Mars och fick det lagt. Mitt eget hår växte ju inte, men ingen verkade bry sig utom jag själv. På Mars ser man ju inte på hårlängden vem som är fattig och vem som är rik, vem som behöver raka huvudet för att bli kontrollerad av Cyberanden med antennen och vem som slipper det.

Solen sjönk allt lägre på den disigt rödaktiga himlen, medan arenan fylldes till sista plats. Folk satt mera tätt än på Jorden för man behövde ju inte lämna plats för några magnetogram. Här var luften för tunn och bristen på energi för stor för att kunna koncentrera magnetfält och jonisera luft åt dessa flimrande ljusvarelser, som var lika mycket närvarande på Jorden som människorna själva. Där tyckte folk inte om att man passerade genom deras magnetogram och att sätta sig i en annans var en grov förolämpning. Ägaren kunde ju när som helst behöva dess hjälp i vem vet vilken angelägenhet.

Äntligen satt jag där på läktaren och väntade på att loppet skulle börja. Sitsarna och ryggstöden var gjorda av ett material som mjuknade när det belastades så att det följde kroppen. Allt ljus släcktes runt arenan och på andra sidan domen, som vilade i lätt skymning, urskilde man siluetten av stadshuset.

De fem tävlande robotarna stod redan i sina startbåsar vid början av raksträckan på andra sidan arenan. De var blå, röda, gröna, gula och vita. Jag lade märke till att mynningen på dessa båsar bildade en båglinje så att de fem tävlande skulle ha lika långt till innerbanan i den första kurvan. Banan var täckt med en särskild röd regolit, som påstods komma från Olympos Mons. Den sträckte sig runt hela arenan. I slutet

av den andra långsträckan hade man byggt en hinderbana. Det var vid den allting skulle avgöras.

Först måste man dock genomlida förspelen. Just nu pågick en balett mitt på arenan och dansarna virvlande över scenen i den låga gravitationen. Det var danser med långa hopp och lyft. En dansös hissades upp i luften av sin partner med all hans kraft. Hon flög drygt fyra meter rakt upp innan hon nådde toppen och började sin långsamma resa ner, där hon landade på tårna med en graciös piruett. I den lägre gravitationen kunde dansarna förbli i luften längre, hoppa högre och snurra mera än jag någon sin såg på Jorden.

Sedan kom det in två slagskämpar, som med liv och lust angrep varandra till ackompanjemang av en liten orkester. I den ingick horn och trumpeter, men också ett par flöjter och en trumslagare, som försökte hålla takten med de utdelade slagen.

Redan långt innan Mars befolkades miste ju den mer civiliserade boxningen sin popularitet på Jorden och ersattes av våldsamma slagsmål, där alla slags sparkar och slag var tillåtna. På Mars verkar den utvecklingen ha gått vidare.

Här var kontrahenterna utrustade med ett slags boxhandskar, som såg mycket tyngre ut än de jag såg på Jorden. Man skulle kunna tro att ett rejält slag mot huvudet skulle döma motståndaren att äta soppa för resten av livet, men det fungerade förstås inte riktigt så.

Enligt Newtons tredje lag, är aktion och reaktion lika och motsatta. Slår man till någon så åker man själv baklänges och ännu mera så i låg gravitation. Den uppenbara lösningen är förstås att hålla fast motståndaren medan slaget levereras, men det är ju svårt med boxhandskar på sig.

Jag märkte ändå att boxarna gärna hängde sig närsynt på varandra och använde knän och armbågar. Folk på Mars är ju mer närsynta, eftersom de inte behöver se så långt i sina underjordiska hålor. De här figurerna hade säkert också plockat ut sina ögonlinser för att de inte skulle flyga ut om de fick ett slag. Det var enligt min mening inte mycket till boxning och jag noterade också att segraren belönades med tämligen matta applåder.

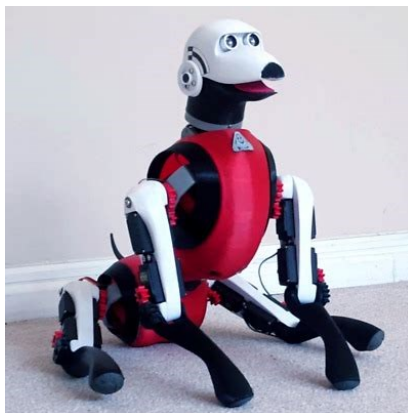
Medan man otåligt väntade på att eländet skulle ta slut kunde man i och för sig beundra utsikten mot grönskan omkring stadshuset. Här uppe från läktaren var utsikten strålande. Bortom träden såg jag de vita lägenheterna, som omringade den mörknande parken. Väggen var kal och vertikal med mörka fönsterprickar. Tänk om vi kunde få en trevlig lägenhet där med vardagsrum, sovrum och badrum med egen dusch, tänkte jag. Kanske med utsikt över parken. Någon dag. Kanske.

Upphetsningen bland åskådarna ökade när gladiatorerna tågade in. Liksom på Jorden var det ett ståtligt skådespel. Till marschmusik tågade de runt arenan klädda i mantlar av purpur broderade med guld. Sedan kontrollerades vapnen av överdomaren innan lottdragningen inför första omgången började.

Tyvärr måste jag säga att kamperna inte kunde mätas med dem man kan se på Jorden. I en tredjedels jordgravitation går allt mycket långsammare och alla slag och stötar blir svagare. Svården är ju lättare att bära, men att hugga och stöta är lika tungt som på Jorden för tröghetskraften är lika stor. Dessutom kämpade man inte som hos oss tills bara en blev kvar på arenan. Istället hade man den underliga regeln att man fick vila sig var tredje minut. Domarna avbröt också innan skadorna blev för stora och jag såg att män bara kämpade mot män och kvinnor mot kvinnor, vilket ingen kvinna på Jorden hade funnit sig i.

Det kunde väl för all del bero på att skillnaden mellan könen i kroppsstyrka verkar vara större på Mars. Mäns testosteron gör det ju lättare att utveckla muskler om så behövs och det gör det inte på Jorden, där robotarna gör allt fysiskt arbete. På Mars verkar man inte heller utfordra barnen med särskilda kosttillskott för att göra dem mer jämställda, vilket är vanligt på Jorden utom bland folkmassorna som flyr från klimatförändringarna. Men de räknas ju ändå inte.

Äntligen var det så dags för den stora robotkapplöpningen. Det blev liv och rörelse vid startbasen. Från terrassen över båsen ljud en gäll trumpetsignal. Dörrarna öppnades. Robotarna kom ut och väntade på startsignalen. Det var förstås viktigt att starten skedde samtidigt, för det var säkert omöjligt att hejda dem när de väl kom igång. Runt om hördes lätta liksom övande applåder och skymfande tillmälen började redan utbytas mellan de olika robotarnas anhängare.



Robotarna som tävlade var fyrbenta och såg ut som hundar, ett vanligt djur på Jorden. Jag antog att det var en tradition från pionjärtiden, när Mars koloniserades. På den tiden förekom hundkapplöpningar på Jorden också. Det var långt innan djur och människor erkändes som likaberättigade. Med Cyberandens införande avskaffades ju så att säga av sig självt alla mänskliga privilegier, medan djuren fick nya som de aldrig frågade efter.

Till skallande trumpeter störtade robotarna iväg. De kom rusande genom kurvan rakt mot mig under en störtskur av tillrop. De sprang så fort att de nästan låg på sidan. Jag såg nu att de såg ut nästan som riktiga hundar och de tog sig fram med jättelika språng i den låga gravitationen.

De nådde nästan samtidigt till första kurvan, men redan nu var vår robot, den röde, klart i ledningen. Ju närmare man strök längs rampen som begränsade innerbanan desto kortare blev den sträcka man måste tillryggalägga. Redan här krävdes det intelligens av robotarna. Genom att ta ut en vid sväng förlorade de väg men fick fri väg framåt för att öka farten. Alternativt kunde man lägga sig bakom ledaren på innerbanan för att sedan passera på den följande raksträckan. Det var ett taktiskt övervägande och säkert ett nyttigt prov på robotarnas intelligens.

De använde naturligtvis också en mängd olika sensorer som kameror, laseravståndsmätare och radar för att ta reda på hur de skulle hålla sig på banan och undvika varann. Det var förstås mycket svårare än det låter. I utgången från kurvan stötte den blåe och den vite ihop mitt i ett språng. Båda föll och rullade runt flera varv, men de var strax på benen och jagade efter de andra.

De fem robotarna rusade ut på raksträckan med den röde klart i ledningen. Nu när-

made man sig hinderbanan. Där skulle de försöka ta sig igenom en labyrinth med många hinder. Tre andra robotar var också placerade på olika platser i labyrinthen. De kunde röra sig bort från sina ursprungliga platser för att hindra de tävlande att komma fram.

Det gällde för robotarna att ta sig igenom labyrinthen snabbast. Det allmänna skrikandet övergick i rop av glädje eller besvikelser beroende på var insatserna hade gjorts. Hur som helst så visade sig vår röda robot vara helt överlägsen. Den sprang rakt igenom alla hinder och rundade elegant robotarna som skulle hindra den.

Det sista hindret var särskilt komplicerat. Det bestod av två öar i en damm, som hade anslutits till fastlandet och varandra med sju broar. Utmaningen var att alla de sju broarna skulle korsas en gång och sedan skulle man återvända till sitt startbås. Den som först hann dit hade vunnit.

Den röda roboten rusade under öronbedövande jubel fram mot den första bron, men där tvärstannade den medan alla de andra robotarna strömmade över. Det blev dödstyst på arenan. Så tyst att man hörde någon hosta.

Den röde roboten sjönk ner på baken. Den stämning som förtätades alltsedan loppets början nådde nu sin kulmen. Överallt reste sig åskådarna och gav uttryck åt sitt missnöje. Ett fruktansvärt oväsen ekade runt arenan och steg mot den röda himlen. Den röde satt där helt lugnt under publikens visslingar och burop medan de andra robotarna rusade fram och tillbaka över broarna.

Jag kommer inte ihåg vem som vann. Vi i det röda laget smög oss bort från arenan medan segraren hyllades. Ingen av oss begrep vad som hände. Först när jag ensam var på väg hemåt slog det mig. Candy vägrade alltid att gå över en bro. Hon var rädd för vattnet under sig. Man fick bära henne över.

Våra robotar ska bli trogna som hundar, hade Tertia sagt. De skall bli som Candy, ropade Svartskägget. Men Candy-projektet var nog inte så enkelt, tänkte jag. En robot kunde bli rädd och då visste man inte vad den tog sig till. Bättre dum och pålitlig än klok och självisk.