



# BEVINGAT

Nr 2/2024

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



## Bland nyheterna

Kinas rymdplaner.....	26
Tankning av satelliter.....	27
Pannkakssatellit .....	28
Lyckad Starship.....	29
Saab studerar nya flygplan.....	30
Indiens rymdflygplan.....	31
Solenergi från rymden.....	32
Årets Thulinmedaljörer.....	33
Sverige i Artemis.....	34
Luftstrid med AI.....	35

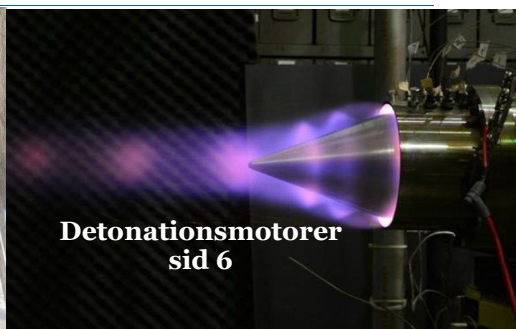


Kina i rymden  
sid 2

Mengtian

Wentian

Flygande personbilar  
sid 11



Detonationsmotorer  
sid 6

Miljö i överljud sid 12



BOOM

Drönare som fåglar  
sid 22



Artificiell intelligens  
sid 13



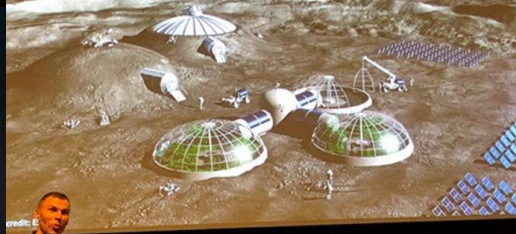
De nya mobilmasterna sid 14



Vägen till månen sid 24



EU-forskning sid 15



Rymdstyrelsen sid 19



Nya amerikanska  
stridsflygplan sid 20

Vill du se tidigare nummer av Bevingat, veta mer om Flygtekniska Föreningen eller bli medlem? Gå då till: <http://ftfsweden.se>



Candy och slaget vid Venus  
Sid 36

## Tema: Kina i rymden! Ariel Borenstein

**Bevingat publicerar i detta nummer ett antal artiklar om Kinas rymdverksamhet. Vi skriver om de bra aspekterna med Kinas rymdverksamhet: ny teknik och ny forskning, men också de dåliga: miljöpåverkan, sprängning av satellit och störning av andra länders satellitkommunikation. Vi börjar med Kinas planer i rymden för 2024 och lite om åren därefter. (Källa: Space News. Februari 2024)**

I februari i år publicerade The China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC) Kinas planer inför 2024. De omfattar 100 raketuppskjutningar. 70 är i statlig regi och 30 av privata företag (fast man kan diskutera hur privata de är.)

Aktiviteterna innefattar två bemannade färder och två lastfarkoster till rymdstationen Tiangong. Två farkoster ska sändas mot månen: kommunikationssatelliten "Queqiao-2 lunar relay satellite" (som redan nått fram till bana runt månen) och en farkost som ska landa vid månens sydpol i maj.

2025 och åren därefter ska arbetet pågå med att planera en bemannad färd till Månen senast 2030, sonder ut i solsystemet, geostationära radarsatelliter och ett nytt rymdskepp. 2025 hoppas man sända farkosten Tianwen-2 till en asteroid och 2026 sända Chang'e-7 till månens sydpol.

### Kina i rymden!

Kina har avancerade planer på rymdområdet. Kina bygger en rymdstation, man har nyligen gjort framgångsrika obemannade landningar både på Månen och Mars, och landet bygger allt större raketer. Ett framtida mål är bemannade landningar på Månen. (Källor: Aviation Week & Space Technology, okt - dec 2020, maj - juni 2021, lite uppdatering 2024 från källor på internet)

Kina var inte med i början! På 60-talet tävlade Sovjetunionen och USA om att utveckla rymdverksamhet. Länderna konstruerade allt mer avancerade raketer och satelliter. Sedan sände de sonder till månen och planeterna och byggde rymdskepp som kunde föra upp människor i omloppsbana runt jorden.

Politiker och militärer såg rymdverksamhet som en del av kampen om världsherravälde, men forskare, ingenjörer och många företag, och inte minst den rymdintresserade allmänheten var stora vinnare. Vi lär varje dag mer om solsystemet och hela universum!

Tävlingens slutmål var att sända människor till Månen och det var USA som vann. Om man nu ska välja att betrakta detta som en tävling. Man kan också välja att ta till sig den svindlande insikten att människor har landat på en annan himlakropp, ja



det är ett nytt stadium i livets utveckling: ingen jordvarelse hade tidigare lämnat vår planet och färdats ut i rymden.

Sedan den första satelliten sändes upp 1957 av Sovjet har en fabulös utveckling pågått inom rymdverksamhet. Det finns olika typer av avancerade satelliter, man har gjort obemannade landningar på Månen och Mars, många sovjetiska/ryska och amerikanska rymdstationer har kommit och gått tills rymdnationerna byggde den stora internationella rymdstationen.

Rymdbranschen omsätter miljardbelopp och har fått ett nytt uppsving genom tillverkning av små satelliter och små raketer, genom många nya rymdföretag, och för att USA nu satsar på nya månlandningar.

### Kina strävar på!

Många länder bedriver numera rymdverksamhet, men ett land har kommit extra starkt under 2000-talet, och det är Kina. USA är fortfarande ledande med betydligt större rymdbudget än något annat land. Ryssland har inte kommit med så mycket nytt sedan Sovjet upphörde, men man har upprätthållit den avancerade teknik som möjliggör uppsändning av satelliter och bemannade rymdskepp.

USA har haft problem med att varje ny president ändrat NASA:s mål, vilket bl.a. har försvårat ny satsning på månlandningar. Kina definieras – av oss i västerlandet – som en diktatur, men att man haft samma ledare i många år har inneburit stor kontinuitet på rymdområdet.

Kina har långt kvar till att uppnå de prestationer som Sovjet och USA uppnådde

redan på 60-talet, men man jobbar systematiskt med långsiktiga planer. En del mål är dessutom lättare att uppnå idag eftersom teknikkunskaperna är mycket större nu. Kina kan dra nytta av att det hänt mycket på rymdområdet sedan 60-talet.

Kinas rymdverksamhet är huvudsakligen statlig och länge var det militären som ansvarade för rymdprojekten. På senare tid har man dock tillåtit en del privata initiativ.



Kina bygger allt större och kraftigare raketer. De kallas på engelska The Long March. Den största kommande raketerna är Long March 9, som ska bli lika stor som världens hittills största, den Saturnus-raket som förde Apollo till månen på 60-talet.

### Obemannade kinesiska månlandare.

År 2004 inledde Kina sitt projekt med utforskning av Månen. Hittills har detta skett med obemannade farkoster. Inom Kinas rymdmyndighet jobbar man på med att möjliggöra bemannade månlandningar, men man har inte fått godkänt ännu för detta från makthavarnas sida.

Chang é 1 flög till månen 2007 och gick in i bana runt månen, dvs blev en mån-satellit. Detsamma gällde för Chang 2. Man har utfört två mjuklandningar på månens yta, med Chang´e 3 och 4. Chang 4 landade på månens baksida, vilket väckte stor internationell uppmärksamhet, eftersom det var första gången detta gjorts.

1 december 2020 landade Chang´e 5 i Stormarnas Hav. Farkosten samlade in sammanlagt 2 kg mångrus i ett område som är 1,2 miljarder år. Den raket som användes för att sända iväg sonden var Long March 5. ESA har hjälpt Kina med kommunikationen med farkosten via stationer i Syd-Amerika och Spanien.

De amerikanska astronauterna samlade åren 1969 – 72 in mångrus i områden som tros vara ca 4 miljarder år. Också Sovjet hämtade hem mångrus, men med obemannade landare, vid tre tillfällen: 1970, 1972 och den sista hämtningen av mångrus år 1976 med Luna 24. Överhuvudtaget upphörde Sovjet och USA att sända farkoster till månen på 70-talet.

### Framtiden för Kina i rymden.

Kinas framtida planer för månen ser ut så här: I maj 2024 planerar Kina att sända Chang e 6 till Månens baksida, vid sydpolen, för att landa där och sedan hämta hem markprover. Det blir i så fall första gången någonsin som vetenskapen får prov på stenar från baksidan. Man inleder sedan nästa fas som innebär förberedelser för bemannade landningar! Obemannade landarna Changé 7 och 8 inleder detta projekt.

De kinesiska forskarnas senaste ide' går ut på att använda beprövad teknologi från Long March 5, 6 och 7 och sända iväg flera raketer till månen, med landningsfarkost, med en liten rymdstation, med rymdfararna osv. Alla komponenter till månlandningen skulle dockas ihop i bana runt månen, och en liten rymdstation skulle byggas ihop.

Chefsdesignern för månprogrammet, Zhou Yanfei, säger att de problem som måste lösas rör dessa områden: rymdfärderna mellan jorden och månen, själva månland-

ningarna, basen på månen (inte stationär utan någon typ av fordon) samt kommunikation.

Det är oklart hur länge det dröjer innan den stora raketen Long March 9 blir klar, så kanske det blir flera mindre raketer som används. Mycket tyder på att Long March 9 flyger första gången först 2030.

Förutom utforskning av månen har Kina avancerat på flera andra områden. Man har sänt upp moduler till en rymdstation och flera team av taikonauter har vistats där.

### Kina till Mars.

Också farkoster till Mars är aktuella. Kina har lyckats sända en farkost som i år kom fram till planeten. Väl där delade den på sig, en del blev Mars-satellit, och en blev landare. Efter landning frigjorde sig en rover och började utforska landskapet. Trots att Sovjet, senare Ryssland, och Europa haft rymdverksamhet sedan mitten av 1900-talet, har de inte lyckats landa på Mars. Kina blir det andra landet i världen som lyckats mjuklanda på Mars.

Mars-sonden lämnade Jorden 23 juli 2020 och kom fram till Mars 10 februari 2021. 14 maj lösgjordes landaren med en rover från den del som skulle kretsa runt Mars. Man räknar med att rovern kan fungera i 90 marsdygn. (motsvarar i tid 92 jorddygn). Rovern ska söka efter underjordiskt vatten, utforska klimatet och planetens svaga magnetfält.

### Allt större raketer!

Den stora förutsättningen för Kinas rymdverksamhet är alla dessa raketer i olika storlek som man utvecklat. Förutom uppskjutning av landets egna satelliter för kommunikation och fjärrobservation åtar



man sig även kommersiell uppskjutning.

### Kinas rymdstation Tiangong.

År 2021 började Kina bygga en rymdstation. Den är nu klar och består av tre moduler, har två dockningsportar och robotarmar för arbete från utsidan. Flera team av taikonauter har vistats på stationen och man har bl a genomfört rymdpromenader.

Tidigare testade man teknologi med två obemannade moduler, som flög 2011-18 och 2016-19. De medförde experimentutrustning från Ryssland, Tyskland, Frankrike, Belgien, Italien, ESA och United Nations Office for Outer Space Affairs.

För Tiangong planeras forskningssamarbete med flera länder. USA deltar inte i sådant samarbete. Man protesterar mot Kinas behandling av minoriteter och politisk opposition.

Här är några exempel på forskningsprojekt för Tiangong:

Gamma-Ray Burst Polarimetry (Schweiz, Polen, Tyskland)

Spectroscopic Investigation of Nebular Gas (Indien)

Effect of Microgravity on the Growth and Biofilm Production of Disease-Causing Bacteria (The Mars Society Chapters of Peru and Spain)

Flame Instabilities Affected by Vortices and Acoustic Waves (Kina)

**Kinas rymdprogram är skadligt för landets miljö och människor** (Källa: Space News. Maj 2019.)

I USA antogs 1984 en lag om rymdverksamhet. Den heter Commercial Space Launch Act. Den reglerar hur rymdverksamhet ska bedrivas. Start-up företag och investerare vet vilka regler som gäller och lagen skyddar allmänheten.

I USA finns också flera myndigheter som reglerar rymdverksamheten: Federal Aviation Administration´s Office of Commercial Space Transportation, Federal Communications Commission och Office of Space Commerce. Dessa regler och myndigheter garanterar en rymdverksamhet med klara direktiv och lockar utländska företag till USA. Några företag som föredrar USA är Rocket Lab och Firefly. I USA finns regleringar och andra talangfulla entreprenörer.

Nu vill Kina konkurrera. Kina vill konkurrera om satellitmarknaden men en faktor som gör landet konkurrenskraftigt är dess undermåliga regler för att skydda miljön och befolkningen i det egna landet.

I april 2020 gjorde Kina uppskjutning nummer 100 av med sin raket March 3. Raketen lyfte framgångsrikt upp en kommunikationssatellit i geosynkron bana. Något som också skedde var att ett antal raketsteg föll rakt ner i landskapet. De innehöll giftigt raketbränsle, som läckte ut på marken.

Den här raketerna skjuts upp från basen Xichang Satellite Launch Center i provinsen Sichuan som ligger i syd-västra Kina. Raketen flög över befolkningstäta områden och släppte efter hand fyra sidoraketer och sedan ett stort raketsteg. Dessa faller ner var som helst i landskapet.

En raketdel föll ner på en flodstrand, en annan nära en by. Byborna var antagligen glada över att raketerna inte fallit rakt på dem och dödade dem. Men troligtvis vet de inte att raketerna innehåller extremt hälsofarliga ämnen.

Citat ur artikeln: *”The Long March 3B runs on a hypergolic mix of unsymmetrical di-methyl-hydrazine (UDMH) and nitrogen tetroxide (NTO). UDMH is a*

*toxic fuel and a known carcinogen that mixes well in water. The rocket’s N2O4 oxidizer is also extremely dangerous, causing liver damage.”*

Ruggigt!

Hur många medborgare i Kina har dött på grund av landets rymdprogram? Det är svårt att fastställa på grund av Kinas censur och propaganda.

Det inträffade en katastrof 1996 som bevitnades av alltför många utlänningar för att de kinesiska myndigheterna skulle kunna tysta ner vad som hänt. Vid uppskjutning av en satellit störtade raketerna ner på en by och exploderade. En film på händelsen smugglades ut ur Kina som tvingades erkänna att sex personer dött och 57 skadades. En amerikansk utredning kom fram till att det troligtvis handlade om hundra döda.

Fortfarande 20 år efter den katastrofen fortsätter man i Kina att strunta i miljö och människor genom att låta raketer ramla ner var som helst i skogar, floder, på bondgårdar och i städer.

Det här beteendet stämmer överens med hur man gjort på andra områden av ekonomin. Stora dammar byggs som översvämmar områden och tvingar miljoner människor att flytta och förstör ekosystem. Gruvdrift i form av dagbrott förstör stora områden.

Eftersom man inte prioriterar att minska påverkan på miljö och medborgare kan man konkurrera framgångsrikt med industri i väst där strängare regler gäller.

Kina har agerat hänsynslöst också på andra sätt vad gäller rymdverksamhet. År 2007 testade man ett anti-satellit-vapen genom att skjuta sönder en av sina egna satelliter, och skapade därigenom stora mängder rymdskrot, som hotar att kollidera med den internationella rymdstationen och med satelliter.

Också i andra länder finns sådant man kan kritisera vad gäller rymdverksamhet, men denna gång handlar artikeln om Kina.

**Kina har kraftigt ökat sin kapacitet att störa satelliter.** (Källa: Aviation november 2022.)

På satellitbilder (som är kommersiellt tillgängliga) syns allt fler anläggningar i Kina som kan användas för att hitta andra staters satelliter och störa deras kapacitet för kommunikation.

Under åren 2020 till 2022 byggdes ett stort antal antenner och anläggningar för att störa geostationära satelliter. År 2013 byggdes en anläggning i Yingtan. Sedan 2020 har sedan nya anläggningar dykt upp i Lhasa, Jinsou, Hainan, Shanghai, Yancheng och Lanfang.

Syftet med ”jamming” är att störa fiendens militära geostationära satelliter för att förhindra kommunikation via dem. Antennerna är konkava och rektangulära. De kan identifiera flera satelliter samtidigt. Om motståndaren flyttar kommunikationen från transponder på en satellit till en annan satellit så vill man kunna hitta båda. Information sänds sedan till en sändare som ska störa satellitens kommunikationsmöjligheter.

De här anläggningarna tillhör en kinesisk vapengren som heter People’s Liberation Army Strategic Support Force. Man är intresserad av satelliter från t.ex. konstellationerna ”U.S. Wideband Global Satcom” och Indiens ”Geosynchronous Satellite Constellation”.

De ovannämnda anläggningarna finns spridda över hela Kinas fastland. Men man har också byggt liknande antenner och störningssändare på konstgjorda öar i Syd-kinesiska havet.

Dessa anläggningar har också som syfte att upptäcka angripare till havs eller i luften. Det är naturligtvis inte bara Kinas militär som sysslar med detta. USA har liknande anläggningar. För att parera motståndarens ”jamming” av geostationära satelliter satsar USA på ett alternativt system: kommunikationssatelliter i LEO-bana. Det finns ett statligt system på plats som kallas Transport Layer och man undersöker hur privata system som t.ex. Starlink (ägs av SpaceX) skulle kunna kopplas ihop med den statligt ägda konstellationen.

### Kina vill till Månen.

China National Space Administration håller på att skapa en internationell organisation med syfte att bygga en bas på månen. (Space News. 2023-04-28)

USA har tagit initiativ till ett internationellt samarbete för att sända astronauter till månen 2025 och sedan börja skapa en bas på månen. Projektet heter Artemis. Samarbetspartners är beprövade rymdländer som bl.a. Kanada, Japan och ESA. I det USA-ledda samarbetet deltar 23 länder.

Många förkortningar: DSEL, CNSA, APSCO, ILRSCO.

Nu vill Kina också bygga en månbas. Man har bildat något som heter Deep Space Exploration Laboratory, förkortat DSEL. Denna organisation – statlig – har hållit en första konferens där man avtalat om samarbete mellan Kinas rymdorganisation (CNSA) och samarbetsgruppen Asia-Pacific Space Cooperation Organisation (APSCO). Samarbetet kallas International Lunar Research Station Cooperation Organisation = ILRSCO.

Min personliga reflektion är att de länder, utöver Kina, som ingår i APSCO inte har någon större erfarenhet av rymdverksamhet, jämfört med de länder som ingår i Artemis-gruppen.

APSCO består av Kina, Bangladesh, Iran, Mongoliet, Pakistan, Peru och Thailand. Alla är välkomna!

Men försöken att värva fler länder går trögt för Kina. De flesta länder som har mer avancerade rymdaktiviteter har redan slutit avtal med USA om samarbete kring Artemis, och en del andra länder som skulle vilja samarbeta med Kina har inga resurser för det. Länder som finns med på taget är Egypten, Syd-Afrika och Pakistan. Lite mindre bindande avtal har slutits med Belarus, Venezuela och Azerbadjan.

Man har erhållit en del avtal på lägre nivå

än stater, t.ex. med universitet och företag i Colombia, Kirgisistan och Förenade Arabemiraten.

När de första uttalandena kom 2021 från Kina om en månbas fanns Ryssland med på listan över samarbetspartners. Men efter att Ryssland överföll Ukraina har

man inte kunnat läsa något om Ryssland i Kinas uttalanden om månbasen.

Intressant är att Kina har en nationell rymd-dag 24 april. Något för Sverige att ta efter?

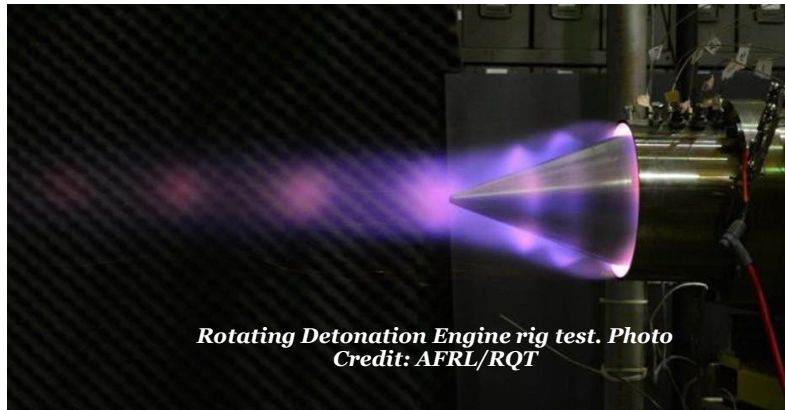
Long March 5



## Detonationsmotorer

### C. Eriksson

Som en del av strävan efter bättre framdrivningsprestanda förblir förbättrad förbränningseffektivitet en ambition för utvecklare av jetmotorer och raket. Även om de ännu inte har visat sin fulla termodynamiska potential, genomgår roterande detonationsmotorer (RDE) tester för kompakta höghastighetsmissiler till förbättrade jet- och raketmotorer.



Konceptet för RDE utvecklades på 1950-talet av den framlidne James Arthur Nicholls, professor vid University of Michigan:s institution för flygteknik (numera flyg- och rymdteknik). Liksom många innovationer inom ingenjörskonsten var hans idé resultatet av att han ställde en oortodox fråga. När han lade märke till hur trasiga raketmotorer tenderade att explodera fick det honom att undra: Tänk om sådana explosioner användes i en motor för att driva raket?

En konventionell raketmotor använder turbopumpar för att skicka en trycksatt blandning av bränsle och syre in i en brännkammare där blandningen antänds och brinner via deflagration – i princip samma förbränningsprocess som används av bilmotorer eller jetturbiner. Denna deflagration frigör energi, som kan användas för att driva en mekanisk anordning (t.ex. en turbin) eller för att skjuta en raket uppåt. En Rotation Detonation Engine RDE, å andra sidan, förbränner sitt bränsle genom detonation snarare än deflagration.

I RDE-förbränningsprocessen bygger detonationsvågen upp sitt eget tryck i stället för att förlora tryck som sker i konventionella kompressorutrustade jetmotorer. Resultatet är en högre grad av effektivitet när det gäller att dra energi ur bränslet eftersom det i själva verket fungerar som sin egen kompressor även när det frigör energi. En detonationsmotors förbränningshastighet är mycket snabbare än för konventionella turbinmotorer.

I dagens deflagrationsbaserade gasturbin- och raketmotorer rör sig flamfronten med långsamma 10 m/s, vilket ger reaktanterna tid att spridas och resulterar i ofullständig bränsleförbränning. Stötvågen i en detonationsbaserad motor rör sig överljudsmässigt med upp till 2 000 m/s, vilket ger lite tid för expansion. Kompressionskrafter från stöten orsakar snabb uppvärmning och förbränning av en del av blandningen, vilket förbättrar den totala bränsleeffektiviteten.

Även om forskare har utforskat flera tillvägagångssätt för förbränning med tryckförstärkning, såsom förbränningsvågrotorer, är detonationsbaserade enheter fortfarande de mest lo-

vande. Dessa följer två huvudvägar: RDE och pulsdetonationsmotorer (PDE). Den senare består av en enda eller flera detonationskammare fyllda med en bränsle/oxidationsmedelsblandning. Detonation och dess tryckökning driver ut avgaserna från kammaren och genererar dragkraft. Färska reaktanter matas sedan in i kammaren för att upprepa cykeln.

Fokus för de flesta detonationsbaserade avancerade framdrivningsarbetena har sedan skiftat till RDEs, där detonationsvågor kontinuerligt roterar runt en ringformig förbränningskammare med öppen ände. Matning av bränsleblandningen är en serie av insprutningsportar vid brännkammarens inlopp. I fallet med en roterande detonationsraketmotor (RDRE) matas bränsle från turbopumpens ände av kammaren. För att starta processen tänds en höghastighetslåga blandningen och utlöser en detonationsvåg.

När vågen färdas runt kammaren förbrukar den bränslet, vilket skapar ett högtrycksområde i dess kölvatten. Det området, begränsat av vågfronten och geometrin hos RDE, expanderar till slut och lämnar kammaren. Färskt bränsle injiceras bakom vågen, vilket förbereder den delen av kammaren för att upprätthålla vågen. Denna process producerar kvasi-kontinuerlig dragkraft genom högfrekventa rotationer, och med en jämn bränsletillförsel blir den självförsörjande.

Eftersom RDE:er också är relativt enkla mekaniskt, utan rörliga delar, är de en av de mest lovande tekniska vägarna för att uppnå förbränning med tryckförstärkning. Experimentella riggtester utförda runt om i USA sedan 2000-talet – på platser som Air Force Research Laboratory (AFRL), Office of Naval Research Laboratory, Energy Departments National Energy Technology Laboratory, GE Research och RTX – har visat deras potential att öka termodynamisk effektivitet.

Ref: [Need For Speed Pushes Rotating Detonation Development](#)

Dagens jetmotorer har en Carnot-cykel energiomvandling från bränsle/luft till förbränningsgaser vid konstant tryck "Constant pressure combustion". Verkningsgraden att omvandla kemisk energi till mekaniskt arbete beror då på vid vilket tryck förbränningen sker. Ju högre tryck desto mera av den kemiska energin kan omvandlas till mekanisk. Så en jetmotors verkningsgrad ökar med brännkammertrycket. En villapanna som eldar i atmosfärstryck kan inte omvandla nämnvärt med kemisk energi till mekaniskt arbete utan värmen pyser ut utan att ha utfört mekaniskt arbete.

En kolvmotor fungerar enligt principen "Constant volume combustion" där man kan styra tryckkurvan i cylindern med hjälp av bränsleinsprutningen för att få önskad tryck/temp-kurva, de moderna dieselmotorerna har upp till sju insprutningar under förbrännings-cykeln för att styra temp/tryck kurvan under expansions-slaget.

Formula 1 F1 motorer har idag "Homogeneous charge combustion", där i princip förbränningen sker i en enda knackning vid övre dödpunkten förenklat för att då förbränna vid max tryck och sedan låta förbränningsgaserna trycka ned kolven.

Formula 1 gillar förkortningar som KERS, ERS AND DRS. En som kommer starkt är HCCI Homogeneous Charge Compression Ignition. HCCI är en förbränningsprocess, som kombinerar diesel och bensinmotorernas förbränning. Trycket ökar via en högtrycksbränsleinsprutning i cylindern, denna skapar en förbränningsreaktion utan att behöva tändstift.

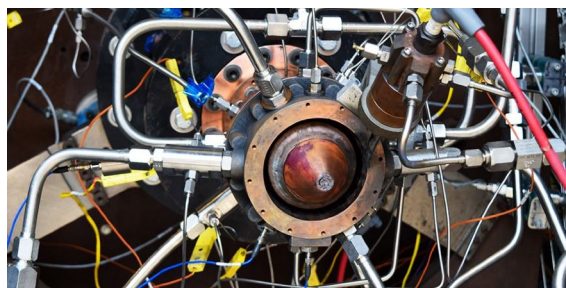
I F1 används MAHLE's Jet Ignition system för att förbättra förbränningsprocessen. Den liknar HCCI-processen men bränsleinsprutningen kan styras finare ihop med ett tändstift för att öka området då "laddningen" tänder. MAHLE Jet Ignition system använder en tändkammare som sprutar komprimerat bränsle in i cylindern, som då tänder. Dock vid icke optimala blandningar så används tändstift för att tända blandningen.

F1-reglerna säger att tändstiftet endast får tända fem gånger per expansionscykel, men användandet av en jet ignitor kan förlänga förbränningen ihop med lokal spontanförbränning. Noggrann design av injector, jet ignitor, spark plug, cylinder och kolvhuvud medför tändning av både fet och mager blandning i cylinder som uppstår pga olika gaspådrag.

Så man jobbar på ett liknande sätt i RDE motorer för att få en lokal tryckökning i förbränningszonen genom att öka trycket lokalt med att låta en eller flera stötvågor rotera i brännkammaren eller i efterbrännkammaren för att öka trycket under förbränningen.

Man vill även använda RDE förbränning i raketmotorer där tryck och ljudvariationer runt raketmunstycket inte träffar ledskenor eller ebk utloppsmunstycke. Man känner teorin sedan decennier tillbaka att kunna förbränna i stötvågor som medför förbränning under lokalt högre tryck och därmed öka verkningsgraden genom en explosiv förbränning istället för en diffusionsförbränning deflagration som sänker trycket lite. Detonationen formar en stötvåg som begränsar gasens expansion, och i likhet med constant volymförbränning begränsar volymen för förbränning och därmed ökar trycket.

I dagens deflagration-baserade gas turbiner och raketmotorer rör sig flamfronten sakta med 10 m/sec. Detta tillåter förbränningsprodukterna att spridas och orsaka icke komplett kemisk



*Purdue University photo/Alan Cesar*

förbränningsreaktion. I en explosionsbaserad förbränning rör sig flamfronten snabbare upp till 2000 m/sec, som ger liten tid för expansion. Kompressionskrafter från stötvågen medför snabb upphettning och förbränning i en större mängd av bränsleblandningen, vilket ökar verkningsgraden.

Man har gjort experimentmotorer med flera explosionsrör som brännkammare (pulsdetonationsmotorer) men kombinationen av höga pulserande tryck i höga temperaturer medför stor belastning på komponenter som brännkammerhus, ledskenor och turbinblad, som därmed får kort livslängd.

Man har då bytt focus mot RDE motorer då stötvågen eller stötvågor kontinuerligt går runt i brännkammaren som då kan ha öppna ändrar åt båda håll. Bränsleinsprutningen kan då ske i kompressorinloppet eller i brännkammaren i vinklar som stämmer med stötarnas vinklar. Då stötvågen går runt i brännkammaren förbränner den bränslet och skapar en tryckhöjning efter stötvågen jämfört med innan stöten passerade och tände luftbränsleblandningen.

Området begränsas då av stötvågen och brännkammaren och förbränningsgasen rusar mot utloppet som i en vanlig motor/ebk eller raketmotor

Bränsle sprutas in bakom vaken och blandas med färsk luft som sedan den roterande stötvågen sveper genom och förbränner. Denna process producerar en "kvasi-kontinuerlig" dragkraft genom den höga frekvens då stöten roterar genom brännkammaren. Man lockas av att den är mekaniskt simpel med inga rörliga delar.

"Värdet ligger i effekttätheten", säger Chris Hugill, chef för Pratt & Whitneys GatorWorks enhet för prototyper, där RDE-utvecklingen har pågått i flera år. "När man tittar på att producera kraft på ett sätt som är både kompakt och lätt har det många fördelar för en rad olika tillämpningar och framtida system, som vi tittar på."

"Roterande detonationsförbränning är beroende av överljudsförbränningen och förmågan att producera och kontrollera detonationsvågen för att ge dragkraften", säger Hugill. "Hur vi gör det och validerar att vi får de resultat vi förutspådde är den tekniska utmaningen. Det är en utmaning vid testning och instrumentering, samt att anpassa designfunktioner till önskat resultat."

"Vi närmar oss, men vi har ännu inte uppnått en mätbar tryckökning för en av dessa saker", säger Daniel Paxson, en flygforskningsingenjör och RDE-specialist vid NASA:s Glenn Research Center i Ohio. "En av de frustrerande sakerna med nästan alla tryckförstärkningsförbränningsystem är att de är mekaniskt enkla, men de är fluidiskt otroligt komplicerade, så de blir väldigt svåra att analysera och optimera."

"En av de stora tekniska utmaningarna som vi bara har börjat fördjupa oss i – även om vi har vetat om detta i flera år – är att turbiner som regel inte gillar instabilitet", fortsätter Paxson. Flödesjämnhet medför strukturella och aerodynamiska problem. "Du har en fundamentalt instabil process på gång, och den kan ge dig massor av tryckökning, men om allt kastas bort av den ineffektivitet som du orsakar turbinen, var har du då hamnat?"

Även om medeltemperaturerna är desamma som för alla andra förbränningsanordningar, konstaterar han: "Du har den här kombinationen av hög hastighet och höga tryck och höga temperaturer, så det finns mycket värmeöverföring."

Att kontrollera detonationsprocessens grundläggande funktion är också problematiskt och kräver innovativa lösningar, säger Paxson. "Du har en enhet utan rörliga delar, du försöker föra in bränsle och luft, och du vill att allt ska flöda axiellt och in i enheten utan några förluster. Sedan kommer den här detonationen, som naturligtvis också försöker driva flödet tillbaka åt andra hållet".

Då ingen mekanisk ventil klarar belastning i en frekvens av cirka 10 KHz, återstår endast en strömningslösning för att hindra att tryckökningen från förbränningen går uppströms. Så man försöker skapa "aero-dioder" som stoppar att trycket och förbränningsgasen går åt fel håll. Man vill få luft och bränsle att blandas mycket fort på en kort sträcka.

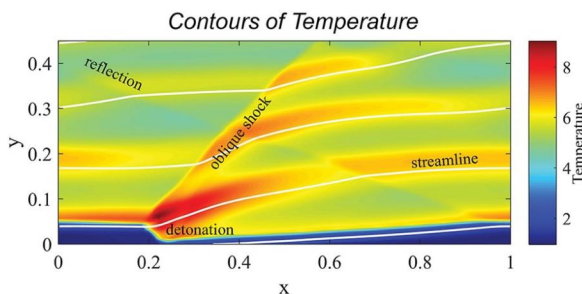
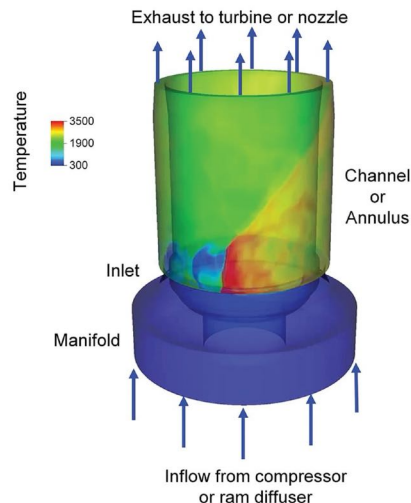
Så för att förenkla så passar RDE bäst för efterbrännkammare, som idag lider av förbränning under lågt tryck. Utloppet av ebk har inga turbiner eller ledskenor som kan skadas utan det är en kontrollerad utloppsarea för att maximera gashastigheten ut.

Då man vill ha en snabb blandning av luft-bränsle samt en snabb flamhastighet så passar det väteförbränning bra.

Man har inte samma problem som i en scramjet (Supersonic combustion ramjet) där man konstant är i överljud och måste få in bränslet i luftströmmen utan att det skapar en rak stöt och man hamnar i underljud.

Man kan tänka sig en mindre inte så dyr jetmotor som driver enUCAV "Unmanned Combat Air Vehicle" som flyger i rote med det bemannade moderskeppet. Då gruppen ska anfalla i överljud så tänds allaUCAV's sina RDE ebk's och följer moderskeppet i hög hastighet tills de får sina anfallsorders och utför uppdragen för att sedan återsamlas och följa med moderskeppet hem.

Både de två nya Europiska jaktplanen Tempest och FCAS Future Combat Air System (FCAS), som utvecklas nu kommer att haUCAV's. Dock är deras prestanda, beväpning, självförvar, mål-identifiering med målläsning för sina vapen och kommunikationssystem okända och nuvarande visadeUCAV's ser ut att vara endast för underljudsfluging och markattack.





USAF Next Generation Air Dominace fighter (NGAD) är ett program från det amerikanska flygvapnet (USAF) för att ersätta F-22.

Ett sjätte generationens stridsflygplan kommer att utgöra kärnan i den nätverksanslutna NGAD-systemfamiljen. Det kommer att kompletteras med flera bemannade flygplan, lojala obemannade flygfarkoster av wingman-typ och avancerade lednings-, kontroll- och kommunikationssystem.

NGAD-jaktplanet beräknas kosta så mycket som 300 miljoner dollar per flygplan. Med tanke på de betydande kostnaderna för att anskaffa nästa generations bemannade flygplan, planerar USAF att sätta in flera billigare Collaborative combat aircraft CCA:er som kan fungera tillsammans med bemannade NGAD-fighters eller autonomt.

CCA:erna som flyger med det bemannade stridsflygplanet kan ta emot och utföra kommandon från piloten. De förväntas bära avancerade sensorer, elektroniska krigföringspaket eller ytterligare ammunition för att förstärka stridsflygplanet och utföra olika roller.

Vad skulle vara en lämplig UCAV för Svenska Flygvapnet? Ska man hålla kostanden nere blir det en mindre motor och därmed mindre last så man får då fokusera på överlevnad så att man kan göra flera uppdrag samt spaning och markattack mot fasta och rörliga mål.



Ett sätt vore ett enmotorplan med liten signalsignatur, interna vapen/spaningsutrustning, motmedel och styrda bomber/robotar med kort tid över målet. Saab har tillsammans med BAE Systems tagit fram prototyper som uppfyller detta. Boeing Australia MQ-28 till vänster om MQ-25 nedan är en underljudsvariant av UCAV med liknande krav.

Ett förslag för dess framdrivning med en RDE motor är en enmotorinstallation med luftintag anpassat för överljudsflygningar samt med en RDE ebk som drivs av flytande väte "LH2". Lämplig motorstorlek vore Williams FJ44 klassen med ett anpassat insug som kan kyla insugsluften via LH2-kretsen då den flyger i överljudsfart, detta då dessa idag kommersiella motorer inte är designade för att tåla de inloppstemperaturer som längre tids flygning i överljudsfart medför. Detta ihop med en RDE ebk som ger ett kraftigt dragkraftstillskott till liten vikt och storlek. Man använder då all fläktluft ihop med förbränningsgaserna i RDE ebk ihop med variabelt utloppsmunstycke. Vikt och kostnad



hålls ned genom att använda lätta och billigare material ihop med kylning via LH2-vätekreten. Det räcker att ebk håller 1-10 överljudsflygningar och sedan byta ut ebk mot ny då den gjort sitt jobb och är utbränd eller skottskadad. Då dessa UCAV's oftast flyger attackuppdrag har de förväntad kort livslängd mot fiendens försvar av artilleripjäser eller pansarfordon.

Många flyg- och rymdföretag och regeringar runt om i världen arbetar aktivt med RDE-teknik. I juni avslöjade GE att man testade RDE-teknik i en turbinbaserad kombinerad cykel (TBCC) framdrivningssystemdemonstrator för högmach-applikationer som en del av insatser som stöds av DARPA, AFRL och Missile Defense Agency. GE fokuserar för närvarande på att testa övergångsläget i hög överljudshastighet från en RDE-utrustad turbin till en dubbelläges ramjet/scramjet,

Saab arbetar på ett drönarkoncept av typen "loyal wingman" i överljuds fart. ([The War Zone](#)) Bilder på konceptdrönaren, som utvecklats inom ramen för Saabs program Future Combat Air System (FCAS), har nyligen cirkulerat på sociala medier. Till skillnad från många sådana konstruktioner och koncept verkar drönaren ha skräddarsytt för överljudsregim samt låg observerbarhet. Den har en elegant, blandad vinge/kroppskonfiguration med en framträdande chine "strake".



De beskurna svepta vingarna ser ut att vara utrustade med relativt mycket stora kontrolltytor. Flygplanskroppen verkar ha arearegeloptimering för effektivitet. Konceptet har också en enda motor, som matas transsoniskt av ett lågt observerbart bakre luftintag ovanför den främre flygkroppen. Den är avsedd att ha ett betydande inre utrymme för att bära vapen.



Boeing fortsätter att förfinas sitt koncept för nästa generations avancerade stridsflygplan F/A-XX som ska följa dagens [F-35 Lightning II](#) Joint Strike Fighter. Lagom till [Navy Leagues Sea-Air-Space Exposition](#) i Washington släppte Boeing en ny bild av hur ett operativt F/A-XX skulle se ut. Man känner igen stealth, interna vapen, obemannat, insug/framkropp strake och canard/stabilizator samt utan stjärtfena. Dock har denna skiss snabba ändringar av tvärsnittsytan "Whitcomb rule violation" så de kommer säkert att byta canard mot en stabilisator som mjukt ändrar tvärsnittsytan efter huvudvingen som kommer få annan bakkantsform.

Den har "rysk logik" med stort avstånd mellan motorerna som ger plats för ett eventuellt bakre vapenrum eller ordentligt med tankvolym samt om de får en missil i ena motorn så kan de flyga hem till hangarfartyget med en motor om de har tillräckligt girmoment utan stjärtfena. Dock kan individuellt styrda flaps/slats skapa tillräckligt girmoment.



Kelley Aerospace har officiellt lanserat världens första överljuds obemannade stridsflygarkost (UCAV). ([DUBAI AIRSHOW 2025](#))

Drönaren, som kallas "Arrow", är designad med ett enda skal tillverkat av lätt kolfiber som gör att den kan nå hastigheter upp till Mach 2,1.

Företaget säger att det redan har fått mer än 100 förbeställningar för krigsmaskinen, som kostar mellan 9 miljoner och 16 miljoner dollar.

Arrow är utformad för att komplettera bemannade flygplan och vara en kraftmultiplikator på slagfältet i luften. Ett bemannat stridsflygplan skulle kontrollera "flera" Arrow-UAV:er och ge "var och en olika uppdrag". Detta skulle göra det möjligt att lägga till en mängd olika vapen beroende på uppdraget.

Arrow kan starta autonomt eller fjärrstyras av två markstationskontroller. Men det som gör den här maskinen så speciell är att den är den första som färdas snabbare än ljudets hastighet, som är Mach 1. Arrow kan nå Mach 2,1. Dock har de som nytt bolag stora steg att ta till ett fullt fungerande UCAV i överljuds.

# 11 Flygande personbilar

**Kommer vi någonsin att äga flygplan på samma sätt som bilar? Marknadsprognoser, en föreslagen regel från FAA och nyligen genomförda provflygningar tyder på att personliga flygfarkoster kan vara på väg mot en framtid där vanliga människor äger flygplan på samma sätt som de äger bilar.**

## Democratizing flight

### Roundup: A very important year for eVTOL aircraft

Idén om flygande bilar är inte ny. Waldo Waterman flög Waterman Arrowbile 1937. Men tidigare försök av Waterman och andra att utveckla flygande bilar producerade högst en handfull modeller. Finansiering och tekniska hinder dömde ut dem.

Nu finns förslag på två olika varianter. Vissa, som Switchblade byggd av Samson Sky är avsedda att köras runt i städer eller på landsvägar tills föraren vill att bilen snabbt förvandlas till ett flygplan. Vissa utvecklare har ambitioner att gå i luften från vägar för att undvika trafikstockningar, även om det är långt borta om det alls är genomförbart.



Samson Sky genomförde det första flygprovet med sin Switchblade-prototyp i november på en flygplats i Moses Lake, Washington. Företaget designade denna tvåsitsiga "flygande sportbil" för att kunna köras på vägen såväl som flyga, vilket innebär att ägarna måste ha både ett bilkörkort och ett privat pilotcertifikat för att få använda en Switchblade.

Samson Sky söker ett särskilt luftvärdighetscertifikat för Switchblade i FAA:s experimentella kategori. Detta skulle göra det möjligt att flyga flygplanet i kontrollerat luftrum av nyblivna privatpiloter utan typcertifikat. För att uppfylla kraven måste Switchbladens byggas till 51 % av sina ägare, som kommer att resa till ett Builder Assist Center som drivs av Samson. Byggprocessen är enkel och det finns en handledare som kontrollerar att allt är perfekt. Det är något som folk kan göra inom en vecka och nå sina 51 %. En monteringslinje bemanad av proffs kommer sedan att färdigställa fordonet. Samson Sky säger att de har 2 300 "reservationer från 57 länder" för förbeställningar av Switchblade.

Den andra varianten består av fordon som inte är "körbara" utan snarare flygs från uppfarter eller körs i baksätet på stadsjeepar till start- och landningsplatser. Denna



genre inkluderar den öppna enmans cockpit Jetson ONE från Jetson Aero i Stockholm, vars design inspireras av ökenbuggies. Till skillnad från Switchblade, som var bensindriven för den första flygningen med planer på att gå hybrid med el för produktionsversionen, skall Jetson ONE drivas av el från början. Alla kan ses som små elektriska vertikala start- och landningsfordon.

En Jetson Aero-pilot flög företagets Jetson ONE personliga flygfordonsprototyp vid UP Summit i oktober, flygplanets första flygning i USA. I januari hade bolaget förbeställningar på cirka 350 flygplan och planerar att påbörja leveranserna i slutet av 2024.

Till skillnad från Switchblade, vars ägare i USA kommer att behöva ha en FAA-pilotlicens och vanligtvis kommer att registrera sina fordon för markläge som motoriserade trehjulingar, har Jetson ONE utformats för att uppfylla FAA:s del 103 ultralätta kriterier. Detta innebär att företaget inte väntar på någon dokumentation från FAA, och dess amerikanska kunder behöver ingen pilotlicens. Faktum är att de bara kommer att behöva genomföra en utbildning som tar några timmar.

Jetson ONE flygtestas i Italien, där regeringen behandlar designen som en ultralätt och tillåter fjärrstyrda flygningar i okontrollerat luftrum. I slutändan förväntar sig Jetson att kunderna kommer att flyga flygplanen som ultralätta. Dess tomvikt motsvarar ungefär en vuxen mans 86 kg, vilket placerar den långt under FAA:s tomma gräns på 115 kg för ultralätta flygplan. Dessa flygplan kan flygas i okontrollerat luftrum och undvika flygplatser, tätbefolkade områden och städer. Även om det finns en uppenbar rekreativ aspekt marknadsförs Jetson ONE som ett fordon för korta pendlingsresor och andra utilitaristiska användningsområden.

Utvecklarna av personliga flygbilar plane-

rar att sälja sina farkoster direkt till kunderna, vilket står i skarp kontrast till planerna hos vissa utvecklare av elektriska flygtaxibilar, till exempel Volocopter i Tyskland, som planerar att behålla en del av sina flygplan för att flyga passagerare och även sälja dem till andra operatörer.

Både Jetson Aero och Samson Sky har konstruerat sina flygplan så att typcertifiering inte kommer att behövas. Företagen hävdar att detta kommer att leda till en tydligare väg till flygning än utvecklare av större flygtaxi som navigerar i en omfattande typcertifieringsprocess, varav de flesta är utformade för att transportera fyra passagerare.

I januari avslutade FAA att ta emot offentliga kommentarer om en föreslagen regel, Modernization of Special Airworthiness Certification, eller MOSAIC. Denna regel skulle utöka kategorin lätta sportflygplan, storlekskategorin över den ultralätta standarden, för att göra det möjligt för elektriska flygplan att flygas av en pilot med hälften av de utbildningstimmar som krävs för ett privat pilotcertifikat, med en passagerare tillåten. Detta skulle öppna nya möjligheter för personliga flygfarkoster.

Enligt FAA:s förslag skulle definitionen av ett lätt sportflygplan ändras, vilket innebär att viktgränsen på 600 kilo tas bort och ersätts med en hastighetsgräns på 100 km/h. Detta skulle göra det möjligt för ett flygplan så tungt som 1 360 kg att betraktas som ett lätt sportflygplan, så länge det har säkerhetsfunktioner och högautomatiserade flygkontroller som "inte kräver överdriven pilotskicklighet eller utbildning", enligt meddelandet om föreslagna regler. Automatiserade säkerhetsanordningar skulle göra det möjligt att styra flygplanet även om det skulle uppstå ett fel i framdrivningssystemet, säger FAA.

Men hur stor marknad kommer det att finnas för flygande bilar särskilt under detta årtionde? För att få en genomgripande effekt måste fordonen ses som mer än kuriosa av en stor del av allmänheten. För de flesta människor kommer den fråga som verkligen betyder något att vara hur det här fordonet gör det möjligt att ta sig från punkt A till B? Det måste bli ett användbart transportmedel, mer än bara en nöjesresa.

## 12 Miljö i överljud

MIT-forskare tillbringade fem år med att förbereda datormodeller av den globala atmosfären och av fiktiva överljudsflygplansflottor och rutter. 2019 var de äntligen redo att köra sin första simulering av hur utsläppen från dessa flygplan under årtionden av flygningar skulle påverka atmosfären. Modellerna visade att ett uppsving för passagerarflyg i överljudsfart skulle skada jordens ozonskikt och bidra till klimatuppvärmningen.

### Supersonic travel: Dead on arrival? The return of supersonic airliners inches closer

År 2022 publicerade gruppen sin analys "Impacts of a near-future supersonic aircraft fleet on atmospheric composition and climate". Slutsatserna stämde överens med andra atmosfärmodellerades under de senaste åren: Överljudsflygning skulle leda till ozonnedbrytning i stratosfären, främst på grund av kväveoxider, NOx, som produceras vid förbränning. Förlust av ozon på den höjden skulle göra det möjligt för mer ultraviolett strålning att nå ytan, vilket ökar risken för hudcancer, grå starr och minskad immunitet. NOx skulle också skapa ozon på lägre höjder, där det skulle vara en fara för luftkvaliteten och absorbera strålning från jordens yta, vilket hindrar värme från att fly ut i rymden.

De beräknade effekterna kom när flygindustrin precis var på väg att lösa det huvudsakliga problemet som plågade Concorde-generationen: öronbedövande ljudbangar. Lockheed Martin och NASA planerar att flyga sin X-59 demonstrator i år för att bryta ljudvallen utan ljudbang för första gången. De planerade demonstrationsflygningarna är den sista fasen i Quiet Supersonic Technology, eller Quesst-uppdraget, som är planerat att avslutas 2027. Om flygplanets nål-nos ger en tystare ljudbang, kan flygprovdata hjälpa till att övertyga FAA att släppa sitt förbud mot överljudsflygningar på land, som antogs 1973 på grund av allmänhetens irritation över ljudbangar.

Det riskkapitalstödda Boom Supersonic har föreslagit en annan väg runt bullerutmaningen. Denver-företagets planerade flotta av Mach 1.7-passagerarplan, som heter Overture, kommer att hålla sig till 600 flygrutter över vattnet för att förhindra att dess ljudbangar når land. Boom säger att de kommer att lansera sin egen XB-1-prototyp i underskala för flygprovförberedelser i år, och marknadsför planet som "världens första oberoende utvecklade överljudsjetplan". I årets provplaner ingår även hårdvara för de specialbyggda motorer som Boom utvecklar för Overtures.

Efter att konkurrenten Aerion Supersonic gick i konkurs 2021 blev Boom kvar som det företag som var närmast att bygga ett överljudspassagerarplan. Inför Overtures planerade inträde på marknaden 2029

har Boom drivit hårt på sina miljöbudskap.

Det mesta av dessa budskap handlar inte om NOx utan om koldioxid – den näst vanligaste orsaken till den globala uppvärmningen från flyget efter kondensstrimmor. Boom säger att var och en av Overtures 65 passagerare kommer att förbränna två till tre gånger så mycket bränsle per säte som premiumklassktionen i ett konventionellt passagerarflygplan, men designens nettokoldioxidavtryck kommer att vara noll eftersom den kommer att drivas med 100 % hållbara alternativa bränslen.

Det största problemet för förespråkare av överljudsfart är dock kanske inte koldioxidavtrycket. Det kan vara höjden. Snabbare plan måste flyga på högre höjder, där den tunnare luften minskar luftmotståndet och värmeutvecklingen. De mest effektiva marschhöjderna för överljudsflygplan finns i stratosfären - i allmänhet cirka 50 000 fot för ett Mach 1,7-plan som de föreslagna Overtures - jämfört med cirka 30 000 fot för dagens flygplan som flyger i Mach 0,8.

Enligt simuleringarna ger NOx-utsläppen upphov till andra frågor än hälsorisker. På lägre höjder fungerar ozon som en växtgas, fångar upp ytstrålning och bidrar till klimatuppvärmningen. Detta fenomen skulle inträffa oavsett om ett överljudsplan drevs med hållbart flygbränsle eller traditionellt flygfotogenbränsle. På höga höjder på 50 000 fot skulle vattenånga och NOx från förbränning dröja sig kvar upp till 20 gånger längre än samma utsläpp på 30 000 fot.

Vetenskapen vid denna tidpunkt är ganska entydig att en viss uppvärmning skulle ske från NOx och vattenånga som släpps ut i stratosfären. Hållbara flygbränslen skulle kunna ta itu med CO2-komponenten, men det skulle finnas en stor potentiell uppvärmningskomponent som inte skulle kunna hanteras. Det kan vara av samma storleksordning som den CO2-påverkan som man just försökte eliminera.

På den positiva sidan är forskarna överens om att överljudsflygningar i stratosfären inte skulle producera några kondensstrimmor, de isiga kristaller som är flygin-



dustrins främsta bidrag till den atmosfäriska uppvärmningen. Det beror på att luften på dessa höjder är för torr och varm för att kondensstrimmor ska kunna bildas.

Flygning av överljudsplan på lägre höjder skulle kunna minska effekterna av utsläpp av NOx och vattenånga, men det skulle också sakta ner planen samtidigt som de förbränner mer bränsle. Överljudsmotorer kan konstrueras om för att minska NOx-utsläppen, men det skulle innebära ett knepigt tekniskt problem, och att göra det kan också minska deras bränsleeffektivitet. Ett överljudsplan för passagerare kommer också att behöva en motor med variabel cykel för att lösa problemet med buller från flygplatsen.

Det finns en potentiell tredje strategi: Bränn vanligt flygfotogenbränsle i stället för hållbart flygbränsle, vilket teoretiskt sett skulle leda till svavelaerosolutsläpp i atmosfären. Dessa partiklar skulle reflektera solljus för en potentiell kylande effekt, men vill man inkludera en föroreningskälla även om den kan kompensera för en del av effekterna från en annan föroreningskälla?

Med X-59 planerar NASA att mäta om flygplanets form kan eliminera de ljudbangar som skapas när flygplan flyger i överljudshastigheter. Den första flygningen med planet väntas äga rum i april eller maj. Det skulle bli första gången som någon inte har hört en ljudbang från ett flygplan som flyger i överljudsfart.

Men i dag har den globala uppvärmningen och uttunnningen av ozonskiktet kastat ett annat ljus över överljudsflygningar. Frågan kommer att kvarstå hur mycket önskan om snabbhet kan bidra till att förvärma klimatförändringarna och påverka livet för varje människa på den här planeten.

## Artificiell Intelligens

AI blir allt vanligare inom många användningsområden sedan ChatGPT dök upp på scenen i slutet av 2022. Även om AI fortfarande är i sin linda inom flygindustrin är många överens om att den har kraften att revolutionera hur branschen gör affärer. Även upplevelserna på flygplatserna kommer att förändras.

[The AI Dive into Aviation](#)

[News Detail | AIAA](#)

['Killer Drones' and AI - Elevating the Conversation](#)

[How AI is shaping airport layouts and amenities](#)



Även om autonomiarbetet fortfarande är i sin linda, går utvecklingen av fordon med autonoma systemfunktioner faktiskt tillbaka till 1940-talet inom bilindustrin. En blind bilingenjör uppfann farthållaren, ett autonomt system som inledde processen med ett bredare, mer adaptivt autonomt system för bilar. Idag kör helt självkörande taxibilar runt på gator och samlar in data och uppdaterar maskininlärningsfunktioner.

Flygingenjörer tar intryck av bilindustrin och utforskar lärdomarna om processen för AI-driven autonomi. I början av 2000-talet var en ny teknik klar för F-16 stridsflygplan. Det kallades Automatic Ground Collision Avoidance System (AGCAS). Den tog kontrollen för att rädda piloten från en kollision med marken. Från 2014 till 2022 räddade AGCAS 12 flygbesättningar i F-16-plan.

Samtidigt testar flygingenjörer nya sätt att använda autonomi. Ett exempel som det amerikanska flygvapnet (USAF) utforskar är konceptet med automatiserade wingmen. Här kan ett pilotstyrt flygplan flyga med två eller tre autonoma flygplan runt sig och förutse pilotens nästa drag. Dessa drönare reagerar inte bara på pilotens kommandon, utan de reagerar på hans avsikt. De kan förutse pilotens åtgärder. USAF håller för närvarande på att trappa upp planerna på att använda autonoma drönare för att hjälpa jetfighters, och kallar dem kollaborativa stridsflygplan.

Även om man har varit inriktade på flygplanstillämpningar, sträcker sig AI:s potential över hela skalan för branschen med en rad möjligheter på marken, från operativ programvara, hantering av försörjningskedjan, tillverknings effektivitet och säkerhetshöjande teknik till charterhantering, personalhantering och underhållsdiagnostik, bland många andra. Men det kan också gå insikter om hur man minskar ett flygplans koldioxidavtryck. Nyckeln är AI:s potential att hantera big data. Under det senaste decenniet har flygbolagen börjat samla in stora mängder data, från hälsoövervakning och flygverksamhet till charterhantering och kunddatabaser.

AI har nästan outnyttjad potential inom prediktivt underhåll. Man kan inte bara göra diagnostik, utan även förutsägelser om vad som kommer att hända i framtiden. Det kan användas för att förbättra tillverkningsprocesser och försörjningskedjan. Redan från början kan tillverkarna hitta flaskhalsarna och han-

tera dem. AI kan hjälpa till att optimera positioneringen av lager för att se till att en tillverkare eller ett flygbolag kan möta efterfrågan utan att drabbas av förseningar. Det kan vidare peka på hur mycket lager en organisation bör ha till hands. Underhållsanläggningar kommer att ha många möjligheter att använda AI-verktyg för att förbättra säkerheten och öka effektiviteten.

Prediktiv analys är något som AI är mycket bra på. Den kan till exempel ge insikt när ett företag genomgår en förändringsprocess. AI kan titta på rekryteringen och hitta annonser på internet. Mer specifikt för luftfart kan den slå upp resehistorik som involverar destinationer, flygplansintervall och beläggningar och förutsäga resor i framtiden baserat på dessa mönster.



AI-drivna tillvägagångssätt eliminerar kostsamma, arbetsintensiva processer genom att samla backoffice-operationer som vanligtvis körs separat, såsom redovisning, rapportering, upphandling och business intelligence. Även om mycket av diskussionen i allmänhet har fokuserat på att AI ersätter jobb tror de flesta involverade inte att det kommer att hända. Förhoppningsvis gör AI det möjligt för människor att vara lyckligare i sitt arbete eftersom den skapar mer intressanta arbetsuppgifter. Människor gör det värdefulla arbetet, medan AI gör det upprepade administrationsarbetet.

Även om branschen inte använder det flitigt nu, förväntar man sig att det kommer att bli en stapelvara framöver. Attityder kommer att förändras när människor lär sig mer och människor får mer erfarenhet och mer utbildning om vad som är möjligt med AI. Attityder kommer att förändras snabbt under de kommande 12 månaderna, tre åren och 50 åren.

Även flygplatserna förändras. En passagerare köper en biljett, sms och e-postmeddelanden ser till att en parkeringsrobot väntar på en deposition vid trottoarkanten, och sedan rullar den in fordonet i en liten lucka. Bagaget skannas och dirigeras, checkas in via en realtidslänk som uppdateras kontinuerligt och skickas till en app. Flaskhalsarna försvinner, biometri och parade boardingkort underlättar resenärernas passage genom självbetjäning. Allt är kontaktlöst, appbaserat och sömlöst integrerat som ett bakgrundsflöde av data som förhoppningsvis kommer att göra resestörningar till ett minne blott.

## De nya mobilmasterna

**SpaceX Starlink har nyligen skickat och tagit emot sms via en 4G-anslutning mellan mobiltelefoner med sin senaste generation av satelliter. Liknande projekt drivs av Amazon, Apple, AST SpaceMobile, Huawei och Lynk Global.**

[How Satellites Are Becoming the New Cellphone Towers](#)

Starlink är det senaste exemplet på hur satelliter och mobilbasstationer konvergerar. En handfull företag utnyttjar billigare kostnader för tillverkning och uppskjutning av satelliter, samt anpassar befintlig teknik som strålförning för att överbrygga de flera hundra kilometerna mellan mobiltelefoner och satelliter i omloppsbanan.

De företag som konkurrerar om att lösa dessa problem har hittills skickat och tagit emot textmeddelanden på konventionella telefoner via en kommersiell satellit (Huawei/China Telecom; Lynk Global; Apple/Globalstar) och utförde röst- och datasamtal över 5G via en experimentell satellit (AST SpaceMobile) som IEEE Spectrum har rapporterat. Investerare har lagt märke till detta: Lynk Global går till börsen i en affär som värderar företaget till upp till 800 miljoner dollar medan AT&T, Google och Vodafone nyligen investerade i AST SpaceMobile, som har ett börsvärde på 674,6 miljoner dollar.

Fram till helt nyligen kunde satelliter inte ansluta till mobiltelefoner hundratals kilometer nedanför. Den typ av satellittelefoner som människor tog med sig på expeditioner till mer avlägsna platser hade tjocka antenner, krävde fri sikt till flera satelliter och det tog ett tag att få en signal. Att integrera markbundna och satellitbaserade mobilnät är inte lika enkelt som att flytta mellan mobilmaster och lämna över signalen från en till en annan.

I stället för att designa om mobiltelefoner så att de blir mer som satellittelefoner, designar företagen om satellitnätet för att möta mobiltelefoner mer än halvvägs. De gör antennerna på satelliterna mycket större i sin kamp för att förvandla satelliter till mobiltelefonmaster. Till exempel hade AST SpaceMobiles första satelliter antenner med en yta på 64 m<sup>2</sup>, följt av andra generationens satelliter med 128 m<sup>2</sup> antenner, med planer på att gå upp till 400 m<sup>2</sup>. Starlinks nya v2mini-satellitantennar är 6,21 m<sup>2</sup>, men Starlink planerar ännu större mobilkompatibla satelliter som de kommer att skjuta upp när deras större Starship-raket är tillgänglig.

Företag gör också sina satelliter mer lika mobiltelefonmaster genom att flyga dem lägre än tidigare. Under de första decennierna av rymdåldern placerades kommunikationssatelliter i geosynkrona banor mycket högre över jorden, där de kunde täcka en stor del av planetens yta under en relativt lång tidsperiod. Dessa satelliter hanterade dock mycket färre enheter än vad som finns idag.

Tillkomsten av mindre och billigare satelliter och lägre uppskjutningskostnader under det senaste decenniet har möjliggjort affärsmödel som är beroende av många billigare satelliter som flygs i låg omloppsbanan runt jorden. De nya satelliterna kommer inte att hålla lika länge, men de kommer att bli bättre på att upptäcka de svaga signalerna från mobiltelefoner på ytan och hantera den växande trafiken.



En annan bidragande orsak är förbättrad strålförning, vilket är hur en sändande enhet beräknar det bästa sättet att rikta sin signal för att nå en viss mottagare, utan att störa andra mottagare. Det kan handla om att studsas en signal från en byggnad eller bergssida, från markbundna torn, eller det kan handla om att rikta in sig på en smal, snabbbrörlig signal, från en satellit som rör sig tiotusentals kilometer i timmen.

Mer sofistikerad strålförning kan innebära att man skickar samma signaler från flera antenner så att signalerna förstärker varandra, lite som när ljudvågor harmoniserar. Alla som har ställt in ett hemmahögtalarsystem för att ge det bästa ljudet vid en viss soffa har gjort strålförning, förmodligen med hjälp av sofistikerad programvara i bakgrunden.

Ett scenario som lyfts fram är användningen av mer än två dussin små satelliter som flyger i tät formation för att replikera det arbete som idag utförs av en mobilkompatibel satellit. Var och en av dessa satelliter är nu oberoende, med sina egna komponenter. Den viktigaste aspekten är denna synkroniseringsalgoritm, som måste anpassa frekvensen.

För närvarande är det som Starlink och dess konkurrenter erbjuder väldigt lite, även om det är ett nödvändigt steg. Det är bättre än ingenting, men om i ett långsiktigt perspektiv kommer vi att behöva nya metoder för att göra 6G alltså närvare.

## EU-forskning

Europas flaggskepp Clean Sky 2-forskningsprogram går mot sitt slut efter tio år av mognad och demonstration av teknik för nästa generations civila flygplan. Samtidigt har Airbus börjat definiera sin nästa generations engångsflygplan för mitten av 2030-talet.

[EU Research Readies Tech For Europe's Next Commercial Aircraft](#)  
[Clean Aviation Targets Urgent Next-Gen Airliner Propulsion Goals](#)  
[Our 2050 Is Now: Pioneering Greener Aircraft](#)

Som en uppföljare till Clean Sky, Europas första offentlig/privata flygforskningspartnerskap, lanserades Clean Sky 2 på 4 miljarder euro 2014 med målet att minska utsläppen från flygplan med 20-30 % med den senaste tekniken. Programmet avslutades i mars, efter att ha genomfört mängder av demonstrationer av stora passagerarflygplan, regionala flygplan och snabba rotorplan.

En stegvis förändring av flygdäckstekniken förväntas med nästa generation av stora kommersiella flygplan, och Clean Sky 2 har banat väg genom projektet **Disruptive Cockpit (DisCo)**. Det innehöll teknik som stora pekskärmar, optisk trådlös kommunikation, bildbaserad landning och automatiserad tal-till-text-transkription av flygledningskommunikation.

DisCo Bench-demonstratorn representerar en smalnosig flygkropp med förskjutna säten för piloterna för att minska motståndet och vikten jämfört med en konventionell sida vid sida cockpit. Grupperade runt piloterna har pekskärmarna en ny arkitektur som skiljer kärnfunktionerna från bildskärmarna för att optimera resurser och möjliggöra enklare integration av inkrementella uppgraderingar till gränssnittet människa-maskin.

DisCo-flygledningssystemet ökar situationsmedvetenheten och säkerheten genom att kontinuerligt beräkna en optimerad bana, valfria rutter och omledningsförslag samt stödja piloten i landningsfasen.

DisCo är ett integrerat systemhanteringskoncept utformat för att främja människa-maskin-teaming och minska pilotarbetet. Systemprocedurer är uppdelade i block av högnivåmål som inkluderar alla uppgifter och ger besättningen en vision om allt de måste hantera.

Systemhanteringsstrategier och automatisering utlöses av besättningen direkt på procedurdisplayen. Omkonfigurering av lågnivåsystem sekvenseras sedan av maskinen. Uppdragseffekter såsom prestandaförsämring överförs direkt till relevanta cockpitsystem och funktioner.

DisCo har också mognat flera alternativa och olika sensorer för att förbättra autoflygning och landningsnavigering. Dessa inkluderar Honeywells GPS-stödda attityd- och kursreferenssystem, som nådde teknologisk beredskapsnivå (TRL) 6 i slutet av 2023 med en provflygning i en A320. En lidarsensor för kortdistansluftdata och isdetektering planeras nå TRL 5 med ett flygprov av ett förbättrat system i A350.

I en slutdemonstration av DisCo Bench i december genomförde en simulerad A350 en automatisk start och klättring för att kryssa. När man korsade Pyrenéerna simulerades en motorbrand. DisCo informerade besättningen och föreslog sedan alternativa färdplaner för säker landning, vilket frigjorde piloterna att kommunicera med kabinen och marken.

Simulerad pilotinkapacitet under nedstigningen pressade systemet till dess gränser. DisCo lokaliserade hinder och tillhåll terrängundvikande när det styrde flygplanet till en bildba-



serad landning på avledningsbanan.

Men forskningen har också riktat in sig på själva flygplanet. Utöver Clean Sky 2 och det uppföljande programmet Clean Aviation som nu pågår, utvecklar nationellt stödda forskningsprogram kompletterande teknologier. Dessa inkluderar Wing of Tomorrow, det största forsknings- och teknikprogrammet inom Airbus, som når sin kulmen nästa år.

Programmet **Large Passenger Aircraft** inom Clean Sky 2 har utvecklat en rad flygplan och motorer för framtida narrowbody- och widebody-flygplan. Teknologerna sträcker sig från aerodynamisk flödeskontroll och motorer med ultrahög bypass till skalad flygprovning och automatiserad sammansättning av kompositerna och ger en inblick i vilken teknik, som kan vara redo för nästa Airbus.

Under projektet för **multifunktionell flygkroppsdemonstrator (MFFD)** har en 8 m lång sektion av en flygkropp i A320-storlek tillverkats helt av termoplastiska kompositerna med användning av flera alternativa formnings- och sammanfogningstekniker. Målet är att minska vikten och återkommande kostnader samtidigt som det möjliggör höghastighetsproduktion.

Flygkroppen har byggts med hjälp av processer utanför autoklaven, såsom in situ-konsolidering av den övre huden, där värme och tryck appliceras på en specifik plats när kolfibertejp placeras på verktyget, snarare än på hela komponenten. Automatiserad formning och svetsning användes för att tillverka stringers och ramar och fästa dem på huden. Passagerargolvet byggdes som en separat modul och svetsades fast i underhuden.

De termoplastiska komponenterna sammanfogades med hjälp av en rad svestetekniker - induktion, motstånd, ultraljud och laser. Detta eliminerar fästelement och möjliggör dammfri tillverkning, utan borring och flising, och gör att monteringsoperationer kan utföras parallellt, vilket sparar tid.

MFFD är nu i slutskedet av monteringen vid Fraunhofer forskningsinstitut i Stade, Tyskland, där de övre och nedre flygkroppsskalen har sammanfogats med hjälp av en ultraljudssvetsad överlappsfog på ena sidan och en lasersvetsad stumbandsfog på den andra.

Automatiserad termoplast är en nyckelteknologi som Airbus utvärderar för sina nästa generations flygplan. För ramars stringers erbjuder termoplaster många möjligheter. Den slutliga produkten kommer sannolikt att vara en blandning av hårdplast och termoplast.

Airbus ledde projektet **Advanced Rear End (ARE)** för att utveckla en mer kompakt stjärtdesign som lägger till en extra sätesrad. ARE har mindre blöt yta och ett framåtsvept horisontellt bakplan med naturligt laminärt flöde för minskat motstånd. Hjälppaggregat flyttas framåt för bättre åtkomst, medan ett avancerat inlopp och ljuddämpare minskar buller.

ARE designades för låg strukturvikt och höghastighetsproduktion, med termoplastiska hudpaneler, rullformade stringers och pressformade rammar. En högt belastad ram, nu metallisk i A320, tillverkades av kolfiber med hjälp av hartsöverföringsgjutning.

Motståndsminskande laminaritet är ett annat teknikområde. Efter flygdemonstrationen av naturligt laminärt flöde under Clean Sky-programmet fokuserade Clean Sky 2 på **hybrid laminär flödeskontroll (HLFC)** med användning av både vingformning och luftflödessug för att minska motståndet.

Det fanns två markbaserade demonstratorer: HLFC på ett A350 horisontellt bakplan, fokuserat på tillverkning; och HLFC på vingen av XRF1, fokuserade på systemintegration. XRF1 är en referensmodell för en långdistans widebody som tillhandahålls av Airbus till externa forskare.

På vingen fungerar HLFC genom att suga in luft från gränsskiktet över framkanten för att fördröja övergången från jämnt laminärt till dragigt turbulent flöde. Med tonvikt på att förenkla integrationen har designen en dubbelväggig framkant med perforerad titan ytterhud och inre kolfiberstruktur.

Däremellan finns en tryckkammare. Kompressorer suger luft genom den porösa huden in i denna kammare och dumpar den sedan i den främre kanten. Ingen kanalisering behövs. För demonstratorn var de yttre 20 m av XRF1:s vinge uppdelad i fyra 5-meters segment, var och en med en enda kammare för enkelhetens skull.

Konventionella lameller skall blockera hålen, så flikar fälls ut under framkanten för att ge hög lyftkraft och skydda den perforerade huden från kontaminering. En 7-meters halvspann vingmodell provades i Oneras S1MA transoniska tunnel i Modane, Frankrike.

En luftmotståndsminskning på cirka 3,5 % identifierades. Detta skulle kunna ökas markant om HLFC förlängdes till innervingen. Systemet skulle dock kräva ytterligare 100-120 kW elektrisk effekt och lägga till 1 100-1 500 kg vikt.

HLFC är till verklig nytta endast för widebody-flygplan som flyger längre sträckor på högre höjder och inte nästa korta till medeldistans narrowbody. Frågor kvarstår om dess praktiska funktion i flygbolagsverksamhet, och tekniken behöver mogna ytterligare.

En annan form av flödeskontroll har utvecklats under Clean Sky 2 med målet att möjliggöra integrationen av turbofläktar med ultrahög bypass under vingarna på ett framtida flygplan. Dessa motorer med större diameter måste monteras så nära vingen som möjligt för att ge markfrigång, vilket skapar ett urtag i de ledande höglyfts-lamellerna och försämrar prestanda vid låga hastigheter.



**Aktiv flödeskontroll (AFC)**-projektet har utvecklat både stabilt blåsande och pulserande jetmanöverdon för att blåsa luft från motorn över vingen i gapet mellan lamellerna för att generera ytterligare lyft. Målet med projektet är att visa AFC:s industriella mognad.

Utänför Clean Sky 2 befinner sig Airbus **Wing of Tomorrow**-programmet i ett kritiskt skede. Projektet är fokuserat på att utveckla teknik för en kompositvinge med högt sidoförhållande som kan produceras i hög hastighet.

Wing of Tomorrow är fokuserad på att möjliggöra ett längre spann för lägre luftmotstånd. Airbus har designat en vinge med en spännvidd på 45 m med ett sidoförhållande på 14 för ett flygplan av A320-klassen, jämfört med cirka 9 för A320 och 11 för den nyare A220. För att passa samma flygplatsgates som A320 har vingen vikbara vingspetsar.

Bland teknologierna finns högintegrerade kompositvingskydd med flera primära strukturella komponenter kombinerade till en enda struktur för att minska fästelement och vikt. Innan locken monteras installeras förutrustade moduler från leverantörer i den öppna vingboxen. Där de arbetar kommer robotar eller automation att ersätta operatören.

I projektet ingår tre fullskaliga demonstratorer byggda vid Airbus vingfabrik i Broughton, England. Den första visar byggprocessen från början till slut med mer än ett teknikalternativ. Den andra är den statiska provdemonstratorn, som har installerats i strukturprovanläggningen vid Airbus fabrik i Filton, England. Den kommer att provas 2025 för att validera tekniska antaganden. Den tredje är demonstratorn med körhastighet, som kommer att monteras på Broughton i år för att testa höghastighetskapacitet.

Airbus bygger också en hopfällbar markdemonstrator med vingspets vid Filton. Det finns två olika provplattformar. Man kommer att prova fogsystemen och strukturen under flyg- och markbelastningar. Parallellt kommer en systemintegrationsbänk att testa hur den fällbara vingen kommer att fungera i drift.

Inklusive potentiella nya system som HLFC, förväntas mer elektrifiering i framtida flygplan. Detta skapar problem för framdrivningssystemet, bland annat behovet av att bibehålla högre tomgångsvarvtal vid nedstigning för att generera den elektriska kraft som krävs. Det skapar en utmaning för piloter.

För att mildra detta har Clean Sky 2 visat att kraftdelning mellan huvudmotorerna och hjälpkraftenheten (APU) kan minska tomgångsvarvtalet samt förbättra bränsleförbränningen och motorns funktion. Det krävde utveckling av en "smart" APU som kan användas under flygning upp till 45 000 fot.



En markdemonstration av kraftdelning mellan motorn och en APU som driver två 90-kW-generatorer visade att APU-effekten sänker motorns tomgångsvarvtal och minskar bränsleförbrukningen med upp till 2,4 % under ett 800-nm-uppdrag.

Förhoppningar om att uppfylla framtida hållbarhetsmål beror på disruptiva snarare än evolutionära genombrott inom framdrivningstekniken. Ingenstans återspeglas denna förändring tydligare än i uppsättningen av initiativ som studeras i Europeiska unionens (EU) Clean Aviation offentlig-privata flygforskningsprogram. Lanserat 2022 med en budget på 4,1 miljarder euro är mer än två tredjedelar av programmets 28 projekt fokuserade på aspekter av framdrivning för vätgasdrivna flygplan, hybridelektriska regionalflygplan och ultraeffektiva kommersiella flygplan med kort till medeldistans (SMR).

De 28 första och andra utlysningssyftena finansieras under Fas 1 av Clean Aviation, som löper till 2025 och är avsedda att mogna teknologier till en teknikerberedskapsnivå (TRL) på 4 genom markprov. Under Fas 2, planerad att börja 2026, kommer utvalda tekniker att mogna till TRL 6 (redo att användas i produktutveckling) till 2028 genom integrerade demonstratorer.

Tidtabellen är till stor del driven av Airbus, som 2020 lanserade sitt ZEROe-initiativ för att studera en serie vätgasdrivna flygplanskoncept för serviceinträde runt 2035. Även om Airbus i efterhand har skisserat planerna på att lansera en mer konventionell A320neo nästa generations engångsersättning i slutet av 2020-talet för att börja användas i mitten av 2030-talet, kommer de avancerade framdrivningssystem som övervägs för nästa generations flygplan att dra mycket nytta av tekniken från hela Clean Aviation-portföljen.

Tre nyckelprojekt är inriktade på nya ultraeffektiva framdrivningssystem för kort- till medeldistanssektorn och utgör effektivt grunden för tre motorval för Airbus nästa generations engångsflygplan. Som standard kommer samma alternativ också att vara tillgängliga för Boeing, som studerar en 737-ersättning runt samma tidsram på 2030-talet.

**Heaven-projektet** (Hydrogen Engine Architecture Virtually Engineered Novelty) på 35,6 miljoner euro syftar till att skalera UltraFan-konceptet till SMR-marknaden samt integrera det med både hybridelektrisk teknologi och direkt väte (H<sub>2</sub>) förbränning med målet att uppnå en 30 % minskning av bränsleförbrukningen vid flygplansnivå, varav 20 % kommer från motorerna. 10% - alltså hälften av de 20% - kommer redan från den grundläggande UltraFan-arkitekturen.

Heaven kommer att omfatta studier av termodynamiska förbättringar, särskilt när det gäller mager förbränning. Arbetspaketet i Heaven-programmet inkluderar en serie riggar för att utvärdera fläktsystem med mindre diameter och variabel stigning, såväl som potentiella alternativa kraftväxellådor till UltraFans planetväxellåda, utvecklad av Aerospace Transmission Technologies, som är den största som någonsin utvecklats för en flygtillämpning.

**Switch-programmet** (Sustainable Water-Injecting Turbofan Comprising Hybrid-Electrics) har som mål att minska bränsleförbrukningen med 25 % jämfört med nuvarande motorer och kombinerar det MTU-utvecklade vattenförstärkta turbofläktkonceptet (WET) med en hybridelektrisk arkitektur i en Pratt & Whitney PW1100G turbofläkt. Förutom att ge en avsevärd po-

tentiell förbättring av energieffektiviteten, hanterar Switch också minskningar av kväveoxider (NOx) och kontrails. NOx kommer att minska om man tar vattnet ur avgaserna och återinsprutar det i motorn.



WET-cykeln innehåller en kondensator för att samla upp vatten från motorns avgaser och en värmväxlare för att förångta det vattnet till överhettad ånga. Ångan expanderas sedan genom en ångturbin som tillför kraft till lågtrycksturbinen innan den sprutas in i brännkammaren, vilket ökar massan som accelereras ut ur motorn och ökar dragkraften. Processen tjänar också till att kyla turbinens inloppstemperatur, vilket förbättrar bränsleeffektiviteten. Enligt konceptet eliminerar den reducerade brännarens lågtemperaturprofil också heta punkter, vilket leder till en potentiell minskning av NOx-bildningen med mer än 80 %.

För det hybridelektriska systemet, som initialt kommer att testas separat från WET-cykeln i en modifierad PW1100G, levererar Collins Aerospace en 500 kW motorgenerator för högtrycks-spolen (HP) och en 1 megawatts motorgenerator på lågtrycksaxel. Det elektriska systemet kommer att användas för taxning och för att öka kraften för start samt andra transienta faser. Andra partners inkluderar flera akademiska institutioner, GKN Aerospace och Airbus, av vilka den senare studerar aspekter av flygplansintegrering. Den första fasen är igång och kommer att gå till 2025 medan den andra fasen kommer att gå till 2029.

Det Safran-ledda **Ofelia** (Open Fan for Environmental Low Impact of Aviation), är ett program på 139,2 miljoner euro inriktat på markprov av en storskalig öppen fläktturbin för att leverera ett flygvärdigt framdrivningssystem för flygdemonstration på en Airbus A380 testbädd i fas 2 av Clean Aviation under CFM:s RISE-program 2026-27. Den öppna grundrotorn kommer också att provas på GE:s Boeing 747-400 flygande provbädd med en modifierad GE Passport-motor som gasgenerator.

Den växlade, enrotors öppna fläktturbin erbjuder en potentiell 20 % minskning av utsläppen jämfört med 2020-teknikens turbofläktar. Ofelia är en uppföljare till projektet Counter-Rotating Open Rotor (CROR) under Clean Sky 1 och Open Rotor and Stator (ORAS) insatsen under Clean Sky 2. CROR markprovade en fullskalig öppen rotormotor 2017, medan ORAS har utforskat utmaningarna för flygplansintegration med öppna fläktar.

Nyckelteknologier som ska provas 2024 till TRL 4 inkluderar brännkammaren, HP-kompressorn och växellådan, medan 2025 kommer fokus att skifta till markprovning och förberedelser för flygprov. Det kommande arbetet inkluderar även utveckling av tillverkningssteknik för 13-fotsdiametern, fläktblad på RISE öppna rotorn, samt provning av transmissionsmoduler.

Forskning om vätskefordriva flygplan under Clean Aviation är inriktad på nya koncept som involverar direkt väteförbränning såväl som bränslecellsbaserad framdrivning. Lett av Rolls-Royce Tyskland är **Cavendish**-projektet på 29,2 miljoner euro inriktat på att integrera mager förbränning av väte i en Pearl 15-motor för markprovning på flytande väte med start i slutet av 2024. Ett andra mål för Cavendish är att arbeta med flygplansintegration och formulera en väg till en flygdemonstration med Dassault i nästa fas av Clean Aviation.

En helt ringformig förbränningsrigg kördes på 100 % väte vid maximal startkraft. Proven utvärderade nya bränslesprutmunstycken utvecklade för väteanvändning. I slutet av förra året tillkännagavs framsteg med prov av pumpar för flytande väte. Proven var inriktade på pumpar som kan trycksätta flytande väte (LH 2) under lågtryck (redan kylta under -250C) för att kunna pumpas in i en motor. I motorer kommer sedan LH 2 att omvandlas till gas för injektion i en förbränningskammare.

Planer på kort sikt är fokuserade på prov av en Pearl 15, kallad Engine Zero, som kommer att konverteras för väteprov. Proven kommer att utföras inomhus på Rolls-Royces Testbed 61-anläggning i Dahlewitz, Tyskland.

GE-företaget Avio Aero leder **Hydrogen Engine Integration in Flying Platform** (HYDEA), ett treårigt program på 116 miljoner euro som syftar till att utveckla en nollutsläppsmotor för direkt vätske till 2026 och att visa dess genomförbarhet i en serie integrerade markprov. Arbetet är inriktat på att nå TRL 3 på förbränningsmodulen i år och TRL 4/5 på LH 2 förbränning 2025-26 för att stödja ett planerat flygprov på Airbus-CFM A380 ZEROe demonstratorn 2027. A380 vätskeflygdemonstrator är avsedd att bana väg för utveckling av ett helt nytt vätskefordrivet kommersiellt flygplan till 2035, medan lärdomar från HYDEA också kommer att stödja idén att så småningom omvandla den öppna fläkten RISE till vätskebränsle.

Ett annat väterelaterat projekt är **Newborn**, en satsning på 83 miljoner euro ledd av Honeywell för att marktesta ett 1-megawatt väte-bränslecellsbaserat framdrivningssystem för regionala flygplan i del 25-transportkategorin senast 2026. Sveriges PowerCell kommer att utveckla en 300 kW bränslecellstapel med förbättrad effektivitet, temperatur och vikt under projektet.

Andra relaterade projekt inom den här sektorn inkluderar **H2elios**, ett projekt på 25 miljoner euro som leds av det spanska aerosturkurföretaget Aciturri, som syftar till att utveckla en lätt LH 2 -tank som kan integreras i flygplanets struktur med flygkroppens hud som den yttre väggen på den kryogena tanken. Två andra projekt, båda ledda av Slovenienbaserade Pipistrel, är inriktade på mindre Part 23-flygplan och obemannade flygfordon. **FHYing Tank** är ett projekt på 7,5 miljoner euro för att flygtesta en 1 000-liters LH 2 - tank 2025. **Hypotrade** (Hydrogen Fuel Cell Electric Power Train Demonstration) är ett projekt på 10 miljoner euro för att marktesta ett fullskala 500 kW integrerat framdrivningssystem 2025.

Med hjälp av tidigare arbete under Clean Sky 2 börjar ett nytt

projekt för att utveckla ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem för regionala flygplan (**HE-ART**). Koordinerat av Rolls-Royce Deutschland, med tekniska ledare och projektledare Safran och Airbus Helicopters, kommer HE-ART-projektet på 60 miljoner euro att demonstrera ett kraftverk som utvecklas från 2,15 megawatt effekt för det elektriska systemet upp till 2,85 megawatt med båda termiska och elektriska kraftkällor som driver propellerväxellådan. Markdemonstratorn kommer att baseras på Safrans 2 500-3 000 shp Aneto-turboaxel och är avsedd att köras i slutet av 2025.

Ett annat hybridelektriskt projekt som också har börjat med Clean Sky 2 är **AMBER** (Innovative Demonstrator for Hybrid-Electric Regional Application), ett projekt på 34 miljoner euro som leds av GE:s Avio Aero som syftar till att utveckla ett 2,25 megawatt-system baserat på företagets Catalyst turboprop som kommer att förstärkas kontinuerligt av elkraft från vätebränsleceller. Baserat på det tidigare arbetet med e-Maestro-projektet, som studerade en hybrid-elektrisk version av GE:s Catalyst turboprop för att driva 19-sitsiga flygplan, kunde initiativet hitta mycket bredare användningsområden, enligt Avio Aero.

2024 startar också det treåriga MTU-ledda **Herops**-projektet



(Hydrogen-Electric Zero Emission Propulsion System) som syftar till att demonstrera ett 1,2 megawatts framdrivningssystem baserat på en skalbar 600 kW kärnmodul till TRL 4. Initiativet, som bygger på teknologiprojektet **Flying Fuel Cell** (FFC) under utveckling av MTU och DLR, planerar också att validera en kärnmodul och delsystem upp till TRL 5.

Branschpartners i satsningen, som började med ett kickoffmöte i mitten av januari i München, inkluderar Collins Aerospace, Eaton, Lufthansa Technik och MT Aerospace. Forskningspartner inkluderar det nederländska flygcentret NLR och det tekniska universitetet i Wien. Tvåfasprojektet förväntas föra fram FFC-konceptet till TRL 6 för integration och demonstration på ett regionalt flygplan till 2028. MTU och DLR har tidigare beskrivit planer på att flyga en omkonfigurerad Dornier 228 år 2026 som drivs av en konventionell turboprop och en vätske-elektrisk drivlina designad av MTU.

Europas flaggskepp Clean Sky 2-forskningsprogram går mot sitt slut efter 10 år av mognad och demonstration av teknik för nästa generations civila flygplan. Samtidigt har Airbus börjat definiera sin nästa generations engångsflygplan för mitten av 2030-talet. Även om många av de teknologier som utvecklats under Clean Sky 2 och som är planerade att mogna till 2028 under Clean Aviation ser lovande ut, måste de fortfarande fogas in på en framtida Airbus. Övergången från teknik till produkt kommer att medföra många nya utmaningar, men helt klart är att Europa gör stora satsningar på en miljövänlig flygframtid..

## Rymdstyrelsens informationsdag 17 april 2024

### Ariel Borenstein

När Rymdstyrelsen höll Rymd-dag, dvs informationsdag, hade man samlat många ledande beslutsfattare och de positiva nyheterna haglade.

Vad sägs om detta: Sverige blev alldeles nyligen ny medlem i NASA:s internationella Artemis-program, som syftar till att bygga en bas på Månen. Regeringen arbetar på förslag till en ny lag om svensk rymdverksamhet. På Esrange verkar man nu ha konkreta planer på att börja sända upp satelliter år 2025. Talare på Rymddagen var bl.a. en astronaut, en minister, en brigadgeneral och en rymdöverste.



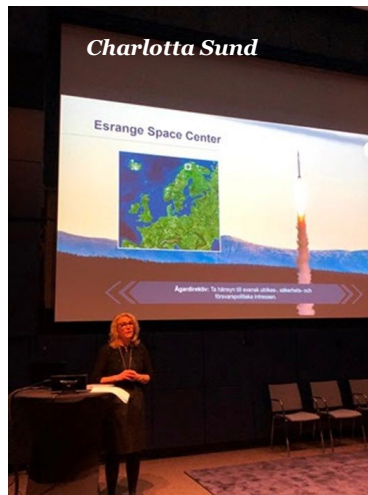
**Anna Rathsman**

Rymdstyrelsens generaldirektör Anna Rathsman hälsade oss välkomna och sade inledningsvis att vi måste vårda rymden! Sedan framhöll hon att rymdbranschen var dynamisk, den omsätter 450 milj dollar per år och beräknas växa snabbt! De krig som tyvärr nu rasar har visat hur spaning från satelliter kan visa vad som sker på marken. Det går inte att ljuga om vad som sker. Det samma gäller forskning om klimat-hotet. Nya svenska projekt är "ARCTIC weathersatellite" och "Comet interceptor lagrange L2".

Utbildningsminister Mats Persson berättade om Artemis-programmet. Han ansåg att det var viktigt att samarbeta med likasinnade länder. 38 länder har anslutit sig till Artemis. Arbetet med den nya rymdlagen sker nu intensivt, men inget datum är bestämt för när propositionen läggs fram inför riksdagen..



**Mats Persson**



**Charlotta Sund**

Charlotta Sund är chef för SSC. SCC är ju ett statsägt bolag, men har två mål, ett publikt och ett privat. Ett affärsområde är markstationer, där man äger hälften, andra hälften ägs med partners. De två nyaste är i Kentucky och Lettland. Hon uppdaterad oss på Esrange. Man har i hela SSC 700 anställda i 11 länder, en tredjedel i Sverige. De anställda i Sverige fördelar sig med hälften i Stockholm och hälften i Esrange. Hon sa att man planerar för uppskjutning av satelliter år 2025!!!!

Ella Carlson är chef för den nybildade Swedish Space Force. Hon satt i paneldebatt bland annat med Olle Norberg, generaldirektör för IRF, Charlotta Sund, SSC. De fick frågan vad som är viktigt för rymdverksamhetens framtid i Sverige. Charlotta Sund: fler kommersiella projekt. Olle Norberg: viktigt med människor, mål, satellituppskjutning, använda rymddata, rymdföretag.



**Ella Carlsson**

Dagen avslutades med att astronauten Marcus Wandt berättade om sin rymdfärd.



**Marcus Wandt**



## Nya amerikanska stridsflygplan

**Före slutet av 2024 räknar amerikanska flygvapnet USAF med att välja en design för sitt Next Generation Air Dominance-flygplan (NGAD) inklusive obemannade Collaborative Combat Aircraft (CCA) som kommer att ingå i en NGAD-familj av system. Samtidigt har den amerikanska flottan sitt Next Generation Fighter F/A-XX. Dessutom utvecklas en "adaptiv" motor med variabelt bypass-förhållande för framtida stridsflygplan inom programmet Next Generation Adaptive Propulsion (NGAP).  
[NGAD - a generational divide?](#)**

Information om NGAD- och F/A-XX-projekten är klassificerad på en nivå som ingen har sett för vanliga flygplansprogram sedan 1980-talet. Hemlighetsmakeriet i dag motiveras av hotet om spionage från Kina, eftersom en av skälen till de nya stridsflygplansprogrammen är Kinas militära expansion och modernisering och USAs behov att avskräcka kinesisk aggression som en invasion av Taiwan.

Den överraskande debuten av Chengdu J-20 stealth-jaktplanet i slutet av 2010 var Kinas mest spektakulära drag, men flygstridskraftsexperter oroar sig också alltmer för den kinesiska marinen växande flotta av luftvärnskrigsfartyg och Shaanxi KJ-500 luftburna radarplattformar. De senare tros inte bara användas för tidig varning utan också för att ge målstöd för långdistansmissiler för luftvärnskrigsföring. Luftvärnsbekämpning, att besegra luft- och markförsvar så att invasionsstyrkor kan attackeras från luften, är den primära uppgiften för NGAD och dess CCA.

Befintliga flygplan, inklusive F-35, konstruerades när det kinesiska flygvapnet var mycket svagare och med andra krigsskådeplatser i åtanke. Varken F-35:s räckvidd eller dess signaturer är optimerade för Stillahavsområdet eller ett bredbandsshot i alla aspekter. NGAD är avsett att utnyttja ny teknik, särskilt framdrivning med variabel cykel (VCE) som lovar högre effektivitet vid både underljuds- och överljudshastighet, särskilt när den paras ihop med ett nytt flygplansskrov.

På 1980-talet utvecklade General Electric (GE) YF120 VCE för att driva Advanced Tactical Fighter-projektet (vilket i slutändan ledde till F-22 Raptor), men USAF valde Pratt & Whitney F119 med fast cykel. GE samarbetade sedan med Allison (som förvärvades 1995 av Rolls-Royce) på en mer avancerad VCE, men arbetet lades på is när Joint Strike Fighter-programmet också lanserades med en motor med fast cykel. Det återupplivades 2006 som ADaptive Versatile ENgine Technology (ADVENT), men 2016 hade det utvecklats till Adaptive Engine Transition Program (AETP), som syftade till både F-35-uppgraderingar och nya flygplan.

Själva NGAD-historien började i början av 2010-talet, när USAF började definiera en ny uppsättning flygplan med längre räckvidd för att förbättra sin kapacitet i Stilla havet. Ett nytt bombplan var en nyckelförmåga, och Northrop Grumman B-21 Raider valdes i november 2015 för att uppfylla det kravet. Samtidigt hade USAF börjat överväga en ersättare till F-22, kallad F-X. Anskaffningen av F-22 hade minskats 2009 till 187 flygplan, varav några var byggda enligt en tidig teknisk standard som inte var operativt lämplig.

Den lilla flottan och de höga engångskostnaderna för att modifiera designen gjorde uppgraderingar ekonomiskt oattraktiva, och F-22:s räckvidd är inte optimal för Stillahavsområdet. År 2015 lanserade chefen för Air Combat Command, generallöjtnant Mike Holmes, en ny studie, Air Superiority AS2030, för att börja definiera vilka krav som bör beaktas för F-X. I början av 2016 kom studien fram till en överraskande slutsats: F-X, ett



bokstavligt "sjätte generationens" stridsflygplan, var en dålig idé. Det skulle ha varit ett 25 till 30-årigt program. F-X var realistisk både när det gäller kostnad och tidsplan.

Istället startade Pentagon ett projekt för att få fart på demonstrationen av nästa generations stridsflygplansteknik under 2015. Aerospace Innovation Initiative (AII) var ett svar på oron för att utvecklingen av stridsflygplan hade stagnerat i över ett decennium medan F-35 monopoliserade finansiering av forskning och utveckling. I oktober 2020 meddelade USAF:s dåvarande förvärvschef, Will Roper, att en AII-X-"demonstrator" hade flugit och projektets lärdomar överfördes till NGAD.

Även om USAF och US Navy delar NGAD-teknik, är målet inte ett gemensamt flygplan som F-35, byggt i tusentals. Snarare förväntas NGAD vara det första i en serie flygplan som byggs i partier om 50 till 100, med iterationer som dyker upp vart femte till åttonde år. Enhetskostnaden för NGAD skulle vara "flera hundra miljoner" och "för dyr för att köpas i stort antal" och planen är att slå ihop varje NGAD med två CCA:er.

Kostnaden är hög, men inte förvånande för en F-22-uppföljare: en studie från 2009 av RAND Corporation beräknade att fortsatt produktion av F-22 skulle kosta 173 miljoner dollar per enhet, nästan 250 miljoner dollar i dagens penningvärde. USAF hoppas förmodligen kunna skaffa tillräckligt med NGAD:er för att ersätta 187 F-22:or, men färre än de 339 F-22:or som man en gång strävade efter att köpa. Inget initialt datum för operativ kapacitet har tillkännagivits, men NGAD förväntas inte tas i drift förrän 2030.

Ställd inför en dyr konkurrens, en kort produktionsserie och statlig kontroll av framtida utveckling, har Northrop Grumman beslutat att inte lämna anbud på NGAD:s huvudkontrakt (företagets Mission Systems-sektor kan fortfarande vara inblandad) och fokuserar på den amerikanska flottans F/A-XX-program. Det lämnar USAF att välja mellan ett Lockheed Martin-monopol på sin stridsflygstyrka eller närma sig Boeing, vars prestationer på de senaste USAF-programmen har varit en besvikelse och kännetecknats av förseningar på till synes enkla projekt.

NGAD i sig är sannolikt ganska stort. NGAD:s storlek kan vara den främsta anledningen till att det är ett separat program från F/A-XX, även om kraven också tros skilja sig åt på andra sätt. Marinen kan till exempel föredra räckvidd och avståndsvapenförmåga framför smygförmåga. Förutom motorteknik har mycket lite sagts om omfattningen av teknikutbytet mellan de två programmen.

Användningen av den adaptiva motorn indikerar att NGAD kommer att utformas för att fungera effektivt i både underljuds- och överljudshastigheter. Det har hävdats att i ett jaktplan med supercruise-kapacitet kan adaptiv teknik öka uppdragsradien med 38 %. Den kanske dock inte har traditionella fighterregenskaper, såsom hög manövrerbarhet. En uthållig 9G-kapacitet sätter ett högt golv för dragkraft/vikt-förhållandet och vingbelastningen hos ett stridsflygplan och ökar tomvikten. På F-22 krävde "supermanövrerbarheten" tunga vektormunstycken och enorma stjärtytor. Mindre, eller till och med frånvarande, stjärtenor är kompatibla med bredbandsreduktion av radartvårsnitt (RCS), som tidigare förknippades med subsoniska stjärtlösa konstruktioner, som Northrop Grummans flygande vingar eller Boeings Bird of Prey. F-22:s och F-35:s signaturmönster med en starkare signatur på strålen än fram- eller baksidan, optimerades för att tränga igenom ett linjärt luftvärnssystem, men i Sydkinesiska havet finns radarhot i alla aspekter.

Vid årets Air Force Association (AFA) kongress nära Washington DC, pekade en utställning på möjligheten att NGAD kommer att ha en längre uthållighet än tidigare flygplan. Martin-Baker visade en konceptmodell av en föreslagen Mk 20 katalpultstol som liknade en hemmafåtölj, med kontrollinceptorer som en del av sätet. Företaget förväntar sig att NGAD-uppdraget kommer att vara långa och kognitivt intensiva. Förutom att erbjuda en liggande position, tar Mk 20-konceptet bort mycket kroppsburen utrustning från piloten och integrerar den i sätet, och inkluderar enheter av Wi-Fi-typ för att övervaka pilotens fysiska tillstånd.

Eftersom förbättrad stealth, supercruise och lång räckvidd kommer att vara de viktigaste drivkrafterna för NGAD-konfigurationen, är det troligt att AII-X-flygdemonstratorn var fokuserad på validering av en yttre form som återspeglar kravet. Under skalet bör NGAD-kraven bygga på de lärdomar som dragits inom ramen för F-35-programmet. F-35 har haft kronisk brist på kylförmåga: en GE-modell av dess treströmsmotor som visades på AFA inkluderade en värmväxlare med full diameter i den yttre bypass-kanalen, en komplex konstruktion som skulle vara omöjlig att tillverka utan att använda additiv tillverkning.

Programmet kommer att ha ett öppet arkitektursystem. Det kommer att använda sig av det partitioneringskoncept som Saab introducerat för militära flygplan, där flygkritiska funktioner separeras från uppdragsmjukvara. Detta står i kontrast till den integrerade centralprocessorn på F-22 och F-35, som kräver omfattande regressionstestning av alla förändringar för att säkerställa att de inte har påverkat andra delar av systemet. Partitionerad avionik används redan i B-21-programmet, som innehåller en "mjukvarufabrik" som möjliggör snabb uppdatering.

General Dynamics Mission Systems kompositdivision i Marion, Virginia, den ledande amerikanska tillverkaren av stridsradomer, utvecklar ultrabredbandsteknik som behåller sina egenskaper över en tre gånger större bandbredd än nuvarande system och kan användas för både traditionella nosradomer och vingkantmatriser.



Beväpningen kommer att omfatta långdistansroboten Raytheon AIM-260 Joint Advanced Tactical Missile och Northrop Grumman Stand-in Attack Weapon (SiAW), för användning mot flyttbara ytmål, såsom havs- och landbaserade luftvärnssystem. Den interna vapenkapaciteten kan ökas genom att använda CCA för att bära två eller flera vapen vardera. Planeringen för användning av CCA utvecklas. Krigsspel och andra aktiviteter visar att deras roll sträcker sig långt bortom hjälptrupper till bemannade flygplan, och termen "loyal wingman" håller på att bli omodern eftersom den är alltför begränsande.

NGAD står inför många utmaningar. Anskaffningen av ett mycket dyrt flygplan med lågt antal kommer oundvikligen att bromsa utbytet av USAF:s stridsflygstyrka, som redan är den äldsta och minsta den någonsin har varit. Kongressen kräver redan extra granskning av NGAD och F/A-XX. Industrins kapacitet är också ett problem. År 2006 var Pentagon nere på ett stort stridsflygplansprogram, F-35. Ett andra, B-21, tillkom 2016. Nu börjar ytterligare tre (de två jaktplanen och CCA) och USAF förvärvar också E-7 Wedgetail AEW-flygplanet, medan F-35 fortsätter att vara ett stort FoU-program i sin egen rätt. Den stora kohort av ingenjörer som anslöt sig till branschen under Reagan-erans moderniseringsvåg går i pension, och de främsta underleverantörerna är idag beroende av mjukvaru- och dataingenjörer, för vars tjänster de konkurrerar med en massiv civil tekniksektor.

Ett övergripande bekymmer är att de nya och nuvarande programmen trängs om platser i budget och scheman. USAF har för avsikt att finansiera NGAD genom att pensionera A-10, F-15C/D, äldre F-16C/D och F-22 och genom att inte ersätta sina sista F-16 förrän långt in på 2030-talet. USN finansierar F/A-XX genom att stoppa F/A-18-upphandlingen samtidigt som man köper F-35C till lägre priser än traditionella ersättningspriser.

Samtidigt fortsätter USAF uppgraderingarna av CCA och F-35 för att förbättra sin förmåga och kapacitet mot slutet av decenniet, och både NGAD och F/A-XX är beroende av den nya motorn.

Förra gången så många mainstream-program utvecklades i hemlighet var på 1980-talet, med B-2 Spirit, marinens A-12 attackflygplan och Advanced Tactical Fighter (som ledde till F-22). A-12 skrotades före sin första flygning och F-22 kostade mer och hade mycket mindre räckvidd än projektets mål. Hemlighetsmakeriet gjorde det möjligt för B-2:s motståndare att överdriva anklagelserna mot det, samtidigt som de hindrade programmets ledare från att sätta upp ett effektivt försvar för rån det var för sent.

Överskridanden av något av de nya programmen kommer att få allvarliga effekter på den amerikanska militären från slutet av 2020-talet och framåt, och branschens senaste prestationer – med undantag för B-21, hittills – utgör inte ett betryggande prejudikat.

## Drönare som fåglar

I takt med att obemannade flygfarkoster, eller drönare, blir allt vanligare måste de kunna navigera i komplexa stadsmiljöer, något som fåglar är mycket bra på. En djupare förståelse för fågelflygning kan bidra till att förbättra drönardesign för olika användningsområden.

[Engineers Study Bird Flight](#)

[High aerodynamic lift from the tail reduces drag in gliding raptors](#)

[How the wings of owls and hummingbirds inspire drones, wind turbines and other technology](#)

Människor har fascinerats av fåglars flykt i århundraden, men exakt hur fåglar kan vara så smidiga i luften är fortfarande ett mysterium. En ny studie använder modellering och aerodynamik för att beskriva hur måsar kan ändra formen på sina vingar för att kontrollera sin respons på vindbyar eller andra störningar. Lärdomarna skulle en dag kunna tillämpas på obemannade flygfarkoster eller andra flygmaskiner.

Förmågan hos obemannade luftfarkoster UAV:er att effektivt manövrera blir allt viktigare, eftersom de oftare arbetar nära eller i trånga miljöer, såsom stadskärnor. Föreställ dig UAV:er, som utför social luftkonstflygning som korpar, snabbt dyker som havssulor och skickligt håller sin position under stark vind och byiga förhållanden som tornfalkar och måsar. Dessa bedrifter överträffar ofta manövrerbarheten hos moderna jämförbara UAV:er, särskilt icke-roterande konstruktioner.

Flygplan är vanligtvis utformade för att vara stabila eller instabila. Ett stabilt flygplan tenderar att återgå till stadig flygning när det störs (till exempel om det trycks upp av en vindby). Detta är önskvärt till exempel i ett trafikflygplan, men inte för ett jaktplan. Flygplan som är mycket manövrerbara är utformade för att vara instabila.

Nu visas att nästan alla studerade fågelarter är kapabla till både stabil och instabil flygning och använder vingrörelser för att växla mellan dessa lägen. Måsar kan reagera på störningar genom att justera sina hand- och armbågsleder och ändra formen på vingarna. Forskarna visade att när flyghastigheten ökar kan måsen vika eller svepa vingarna bakåt för att trimma. Dessutom kan en trimmad mås använda sina vingleder för att styra frekvenserna och dämpningsförhållandena för de långsgående oscillerande lägena. Det visar vägen framåt för att designa UAV:er med fågelliknande manövrerbarhet.

Stjärten har en betydligt större roll hos fåglar än hos flygplan och drönare. Många funktioner har antagits för den aerodynamiska rollen hos fågelstjärten under steady-state-flygning. I analogi med konventionella flygplan kan stjärtpartiet ge passiv stigningsstabilitet om det ger mycket låg eller negativ lyftkraft. Om vingarna och stjärten agerar i olika horisontella plan kan de dra nytta av biplansliknande aerodynamik. Om de verkar i samma plan kan lyftkraft från stjärten kompensera för lyftkraft som förloras över kroppen, vilket minskar inducerat motstånd med en jämnare nedspolningsprofil.

Genom att spåra upp till 20 000, 0,3 mm flytande såppbubblor bakom en glidande tornuggla, kattuggla och duvhök fann man att nedspolningshastigheten på grund av kroppen/stjärten konsekvent överstiger den på grund av vingarna. Bubblorens rörelse avslöjade släpande virvlar i vingpetsarnas kölvatten, tydligt synliga på fotografierna och filmerna. Släpande virvlar bakom vingpetsarna i samband med nedspolning efter fåglarna, och det momentumflöde som resulterar i viktstöd, är inte förvä-



rande, och matchar helt förväntningarna från aerodynamisk teori och erfarenhet från flygteknik. Vad som är mer anmärkningsvärt är att diskreta släpande virvlar också konsekvent observerades i kölvattnet bakom kroppen och stjärten.

De släpande virvlarna som följer stjärten, och den tillhörande nedspolningen nära fågelns mittlinje, visar att kropps-/stjärtsektionen ger större aerodynamisk lyftkraft per spann än vingarna. Denna positiva lyftkraft är motsatt den som krävs för stjärtfenor som producerar stabilitet. Stjärtfenorna på konventionella, passivt stabila flygplan producerar negativ lyftkraft och accelererar luft i motsatt riktning – uppåt – vilket skulle vara



förknippat med släpande virvlar av motsatt iktning.

Om de inte används för passiv stigningsstabilitet kan man förvänta sig att fågelstjärtarna bidrar till viktstöd under långsam flygning, och detta överensstämmer med balansering av stigningsmoment hos hökar, visualisering av glidande tornseglare och kajor och direkta tryckmätningar vid duvstjärtar.

De observerade släpande virvlarna bakom stjärten indikerar dock att lyftbidraget från den centrala delen är betydligt större än att bara fylla ut lyftfördelningen mellan vingarna. De lyftkoefficienter som beräknades för kattuggla och duvhök var höga för rovfågelvingar, nära 1, så det finns en möjlighet att bakgavellyft bara tillåter långsam glidning samtidigt som man förhindrar stall, analogt med klaffarna som används av landande flygplan. Tornugglan opererade dock med en genomsnittlig lyftkoefficient nära 0,7, långt under den maximala lyftkoefficienten som uppmätts för isolerade rovfågelvingar, men visade också den stegvisa ökningen av nedspolning bakom stjärten.

En del av det som gör fåglar till så effektiva flygare är att de kan flyga uppåt och framåt i samma vingslag. De flesta drönare, som oktokostrar och hexakostrar, har olika instrument för att generera dessa två krafter – som kallas lyftkraft och dragkraft. Fåglar sparar också energi genom att vara mer flexibla än mänskliga enheter. Nu arbetar forskare för att överbrygga klyftan mellan konstgjorda drönare och fåglar.

Ta till exempel den snabba och exakta flygningen av en kolibri som har hjälpt oss att utveckla flyganordningar, som också är kapabla till intrikata manövrar. Eller en ugglas smygande flykt, som har legat till grund för utformningen av tysta och effektiva vindkraftverk. I båda fallen hämtar biomimik inspiration från naturliga uppfinningar för att designa och förbättra vår nuvarande teknik.

Kolibrier är några av de minsta fåglarna i världen. De har små, lätta kroppar med relativt stora vingar som gör att de kan flyga anmärkningsvärt snabbt med otrolig precision. Men många typer av fåglar har stora vingar, så vad skiljer kolibrier åt när det gäller deras fantastiska manövrerbarhet?

Hemligheten ligger i deras muskler och ben. Kolibrier kräver stora vingmuskler för att kontinuerligt flaxa med vingarna snabbt under flygning, en så kallad hög vingslagsfrekvens. Hög vingslagsfrekvens gör det möjligt för kolibrier att utföra sin unika svävande flygning.

Kolibrier behöver stora mängder energi för att flyga kontinuerligt och samla mat. Dessutom är anpassningen av ett långt bröstben den perfekta ytan som behövs för vingmuskeln: ju större bröstbenets yta är, desto mer muskler kan anslutas.

För att sväva flaxar kolibrier med vingarna i form av en åtta. Denna vingslagsstil möjliggörs av kontinuerliga "handledsknyckar" från deras förkortade armben - en unik egenskap som inte finns hos någon annan fågelart. Genom att arbeta tillsammans gör kolibriernas muskler och ben det möjligt att sväva och flyga i sidled och bakåt i hastigheter som överstiger 50 km/h.

När forskare tittade på hur kolibriernas muskler och ben samverkar för att generera snabb, exakt flykt hos dessa små fåglar, blev de intresserade av om samma mekanismer kunde konstrueras. Ett exempel på denna inspiration är AeroVironments Nano Hummingbird, som utvecklades som en prototyp för U.S. Defense Advanced Research Projects Agency. Nano Hummingbird är en drönare som efterliknar kolibriernas flygning för att få en smidig, manövrerbar flygning.

Dessa drönare kan komma åt oåtkomliga platser och samla in information via en ansluten videokamera. Med mer forskning om kolibriflyg med precision och dess vardagliga konsekvenser kan drönare som effektivt kan undersöka naturliga utforskade platser komma fram tidigare än man trott. Dessa drönarframsteg kan tillämpas på väderövervakning, paketfrakt och till och med filmfotografering.

Som nattliga rovdjur förlitar sig ugglor på sin tysta jakttaktik för att lyckas fånga byten. Det kräver en stor mängd lyftkraft för att lyfta sig från marken, och mer energi behövs för att hålla sig i luften. För att generera denna lyftkraft krävs att ugglorna flaxar med sina stora vingar. Man skulle kunna tro att det skulle bli massor av ljud att flaxa med så stora vingar, vilket motverkar syftet med att vara smygande. Men det gör det inte.

Under flygning skapar rörelsen av en fågels vingar turbulens i luften, vilket gör det välbekanta flaxande ljudet. Ugglor har dock utvecklat otroliga mekanismer som minskar buller under flygning. Hemligheten ligger i deras fjäderstrukturer.

Ugglevingar har fjädrar med vassa kanter, så kallade tandningar, längs framsidan, som är i kontakt med luften under flygningen. Dessa tandningar bryter upp luftturbulensen som normalt orsakar vindbrus, vilket minskar bullret som genereras under flygning. När luften strömmar till baksidan av vingen minskar fransliknande strukturer i slutet av fjädrarna ytterligare buller genom att snabbt och effektivt skingra eventuell turbulens. Tillammans med glidflygning bidrar dessa två fjäderstrukturer starkt till en ugglas tysta jakt.

Med utgångspunkt i ugglornas ljudlösa flyganpassningar försöker forskarna använda liknande turbulensstörande strukturer för att minska bullret från vindkraftverk och fläktar och förbättra deras effektivitet. Att tillämpa ugglans tysta fjäderanpassningar på modern turbinteknik lovar effektivare omvandling av vindenergi och belyser hur effektivt det kan vara att integrera våra naturliga och tekniska världar.

Anpassningarna av kolibriernas och ugglornas flykt skrapar bara på ytan av naturens uppfinningar. Ytterligare former av biomimik kan hittas i hjärnskakningsförebyggande teknik inspirerad av hackspettar, tågdesign formad av näbben på kungsfiskare och laserteknik influerad av arkitekturen hos färgglada fjädrar.

Man kan tydligt se hur naturen har inspirerat till tekniska framsteg och vikten av att fortsätta utforska dessa underbara naturliga system på jorden.



## Vägen till månen

**Nu ökar möjligheterna och utmaningarna med en ny "rymdkapplöpning" till månen - den här gången med privata företag som spelar en ledande roll i hållbar utforskning och exploatering.**

[Innovating the way back to the Moon](#)  
[Here's a look at moon landing hits and misses](#)  
[Will Russia beat India to the Moon? - BBC](#)

En landare byggd av Intuitive Machines genom ett NASA-sponsrat program landade nyligen på månen. Månlandaren Odysseus välte vid landningen, och det begränsade de data som den skickade tillbaka, men ändå fick den USA tillbaka på månen för första gången sedan Apollo 1972.

Endast fem länder har landat där tidigare. Månen är full av vrakdelar från misslyckade landningar genom åren. Ett annat amerikanskt företag – Astrobotic Technology – försökte skicka en landare till månen före Intuitive Machines, men var tvungna att ge upp på grund av ett bränsleläckage. Den förlamade landaren störtade tillbaka genom atmosfären och brann upp över Stilla havet.

Båda de amerikanska företagen är en del av NASA:s satsning på att stödja kommersiella leveranser till månen, men de första som landade där var Sovjetunionens Luna 9 1966, efter att dess föregångare kraschat eller missat månen helt och hållet. USA följde fyra månader senare efter med Surveyor 1. Båda länderna uppnådde fler robotlandningar, eftersom det utvecklades en kapplöpning till månen.

USA vann rymdkapplöpningen med Sovjet 1969 med en månlandning av Apollo 11:s Neil Armstrong och Buzz Aldrin. Tolv astronauter utforskade sedan ytan under sex uppdrag, innan programmet avslutades med Apollo 17 1972. USA är fortfarande det enda landet som skickat människor till månen och hoppas kunna skicka tillbaka besättningar dit i slutet av 2026 eller så, ett år efter att astronauter först ska ha flugit runt månen.

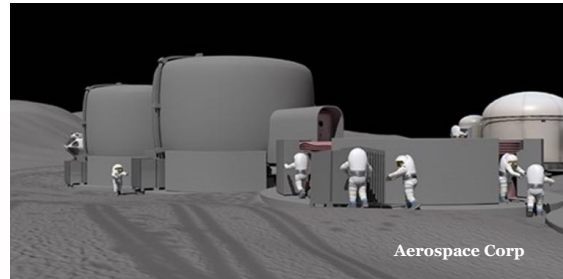
Kina blev 2013 det tredje landet att lyckas landa på månen och levererade en rover som hette Yutu, kinesiska för jadekanin. Kina följde efter med Yutu-2-rovern 2019, den här gången landade den på månens utforskade baksida – en imponerande premiär. Ett provuppdrag på månens närsida 2020 gav nästan 1,7 kilo månstenar och jord. Ett annat provuppdrag bör snart inledas, men den här gången till den bortre sidan. Kina ses som NASA:s största månryv och siktar på att sätta sina astronauter på månen senast 2030.

År 2023 försökte Ryssland sin första månlandning på nästan ett halvt sekel, men rymdfarkosten Luna 25 kraschade in i månen. Landets tidigare landare, Luna 24 från 1976, landade inte bara, utan skickade också tillbaka månstenar till jorden.

Efter att den första landaren smällde in i månen 2019 omgrupperade Indien och sköt upp Chandrayaan-3 (hindi för mån-farkost) 2023. Farkosten landade framgångsrikt, vilket gjorde Indien till det fjärde landet att göra en månlandning. Segern kom bara fyra dagar efter Rysslands kraschlandning.

Japan blev det femte landet att landa framgångsrikt på månen, när dess rymdfarkost landade i januari. Farkosten landade på fel sida, vilket äventyrade dess förmåga att generera solenergi, men lyckades veva fram bilder och vetenskap innan den tystnade när den långa männatten satte in.

En privatfinansierad landare från Israel, som heter Beresheet, hebreiska för "i begynnelsen", kraschade in i månen 2019. Ett



japanskt entreprenörsföretag, Ispace, sköt upp en månlandare 2023, men även den havererade. Astrobotic Technology, ett företag i Pittsburgh, sköt upp sin landare i januari, men ett bränsleläckage förhindrade en landning och dömde farkosten till undergång. Astrobotic och Intuitive Machines planerar fler månleveranser.

Till skillnad från Apollo-uppdragen på 1960- och 1970-talet handlar det inte längre bara om att få astronauter till månen och tillbaka. De senaste uppdragen syftar till att ta reda på om det är möjligt att upprätthålla mänskligt liv i rymden under obestämd tid. Förhoppningen är att vetenskapliga experiment som utförs under dessa moderna uppdrag en dag kommer att göra det möjligt för människor att slå läger och bo på Mars, en planet som länge har varit av intresse för astrobiologer på grund av dess närhet och likheter med jorden.

På senare tid har den globala rymdindustrin dragit till sig betydande investeringar från den privata sektorn, vilket har lett till en "rymdmiljardärkapplöpning". Huvudaktörerna inkluderar Elon Musks Space X, som planerar en månflygning ombord på sitt Starship senare i år och Jeff Bezos Blue Origin, med sina mål att industrialisera rymden.

Medan högprofilerade raketuppskjutningar som betalas av några av de rikaste männen på jorden kommer att få betydande offentlig uppmärksamhet, investeras också en betydande mängd finansiering från den privata och offentliga sektorn i utvecklingen av raketuppskjutningssystem i mindre skala. Till exempel tillkännagav den brittiska rymdorganisationen över 50 miljoner pund i finansiering för brittiska företag för att utveckla kommunikations- och navigationstjänster för uppdrag till månen, som en del av Moonlight Programme.

Förutom att bana väg för rymdresor och skicka små satelliter i omloppsbana, utvecklar rymdindustrin teknik för att underlätta utvinning av sällsynta jordartsmetaller från månens yta. Regolit som finns på månens yta är känd för att innehålla avlagringar av sällsynta jordartsmineraler, inklusive neodym, titan, beryllium, litium, zirkonium, niob och tantal, som kan brytas för användning vid produktion av batterier för elfordon och solenergiinstallationer.



Det är också tänkt att månen en dag ska kunna användas som en startplatta för uppdrag till Mars och bortom, samt tillhandahålla en testbädd för teknik som kan krävas för att stödja mänskligt liv på Mars. Det finns dock många problem att övervinna, eftersom rymden inte är en gästvänlig plats för människor att leva av olika skäl.

Rymdstrålning är ett stort hinder när det gäller att hitta sätt för människor att leva på månen, eftersom det inte finns någon atmosfär eller magnetfält för att skydda astronauterna från dess skadliga effekter. Därför skulle månbaserna behöva skyddas på andra sätt, till exempel genom vatten eller månjord. En föreslagen lösning är att människor ska leva i nätverket av mån-lavarör som finns strax under månens yta. Upp till 40 meter i diameter är dessa "rör" ett naturfenomen som bildas som ett resultat av basaltiska lavautbrott.

Låg gravitation är ett annat hinder för mänsklig bosättning på månen, eftersom långvarig exponering för en mikro-g- eller noll-g-miljö kan ha skadliga effekter på människokroppen. Andra viktiga hinder att övervinna är att hitta en källa till andningsbar luft och dricksvattenförsörjning och hur man odlar mat. År 2020 avslöjade också Airbus Defence & Space ett potentiellt genombrott inom rymdutforskning, att förvandla månregolit till syre.

Innovativa rymdföretag runt om i världen experimenterar för att hitta teknik som kan göra det möjligt för människor att leva på månen, och potentiellt också Mars. I USA har The Aerospace Corporation nyligen erhållit ett beviljat patent för en metod för att konstruera ett lätt uppblåsbart månhabitat, som kan göras styvt genom att använda en kombination av månjord, månstenar och ett bindemedel. Ett konsortium som leds av NASA har säkrat ett amerikanskt patent som täcker en metod för tillverkning av ett nytt slagfast material för att skydda astronauter och rymdfarkoster från mikrometeoroider.

En israelisk start-up, Helios, utvecklar en patenterad smält regolitreaktor som kan separera oxiderna som finns i månjorden till syre, som kan lagras i högtryckstankar, vilket ger bränsle för vidare uppdrag och potentiellt för andning också. Denna lösning kan undvika den betydande kostnaden för att transportera syre från jorden.

I Storbritannien utvecklar Earth Rover tekniker som använder satellitövervakning och testar användningen av robotar för att övervaka tillväxten av livsmedelsgrödor, såsom broccoli och andra ekologiska grönsaker. Med stöd av Science and Technology Facilities Council (STFC) har Earth Rover-teamet delat information med RAL Space UK:s grupp för autonoma system, som tidigare har varit involverade i fälttester av Mars rover-teknik.

Ända sedan de tidigaste uppdragen till yttre rymden har astronauterna förlitat sig på Earth-Moon-Earth (EME) kommunikationssystem för att utbyta meddelanden med markbundna uppdragskontrollteam. Idag är kommunikationsförbindelserna med den internationella rymdstationen (ISS) tillförlitliga och av utmärkt kvalitet, med en telemetrifördröjning på bara 2-6 sekunder, beroende på dess position gentemot jorden.

När rymdforskare siktar på att skicka astronauter till Mars kommer signalfördröjningar att bli mer av ett problem. Det tar för närvarande cirka 5-10 minuter för en radiosignal att resa mellan Mars och jorden, beroende på planeternas respektive position, och detta är tillräckligt för att störa röst- och videoöverföringar avsevärt.

Ett antal potentiella tekniska lösningar på detta kommunikationsproblem håller på att växa fram. ESA:s Moonlight-projekt syftar till att utveckla ett kommunikations- och navigationsnätverk för månen. Brittiska Braided Communications har säkrat ett patent från US Patent and Trademark Office som täcker ett system för utbyte av kommunikation via en kommunikationskanal som förbinder en användare på jorden med en användare i rymden. Med hjälp av "cykliskt ordnade konversationsstrådar" mildrar systemet kommunikationslatensen som finns mellan de två användarna på grund av deras avstånd från varandra.

Ett projekt som drivs av NASA testar för närvarande ett tvåvägs infrarött reläsystem för att ta reda på mer om möjligheterna med optisk kommunikation. Infraröda laserstrålar kan bära stora mängder data i mycket snävare vågor än vad som skulle vara möjligt med radiovågor, så mer information kan överföras på en gång. Nackdelen är att optiska kommunikationssystem kräver en hög grad av precision när det gäller positionering av teleskopsändarantenn och mottagare.

Uppdragen återspeglar dock det förnyade intresset för månen för rymdutforskning. Den senaste upptäckten av betydande fickor av vattenis på vår närmaste himmelska granne har upphetsat forskare eftersom väte i vattnet potentiellt kan extraheras för att göra raketbränsle vid en framtida månbas. Dessutom kan vattnet till och med vara drickbart efter behandlingen.

Den så kallade kapplöpningen mellan Luna-25 och Chandrayaan-3 inkapslar en ny era av månutforskning, där nationer inklusive USA, Indien och Kina, liksom privata företag, riktar sig mot månen med rymdfarkoster och kommande bemannade uppdrag. För många är det bara vänlig konkurrens. Och ändå står ett nytt kapitel av mänsklig utforskning på spel. De små steg som tas av enskilda landare och bemannade uppdrag kan lägga till stora steg för att erövra solsystemet under de kommande decennierna och århundradena. Vem som kommer dit först kan verkligen spela roll.

Det som är nytt här är de riktade landningsplatserna vid månens sydpol. Ingen rymdfarkost har någonsin landat där framgångsrikt. Alla Apollo-uppdrag gick till platser längre norrut, nära månens ekvator - dessa landningsplatser innehöll relativt slät terräng och mycket solljus. Vid Sydpolen, däremot, är terrängen fylld med kratrar och ljuset från solen kommer i en lägre vinkel. Solen står mycket lågt över horisonten. Skuggorna är väldigt långa och månen är mycket enformig när det gäller dess grå yta, så att kunna skilja mellan kratrar och stenblock kommer att bli mycket mer utmanande.

Det som verkligen betyder något framöver är vem som kan skapa en hållbar och värdefull närvaro på månen. USA siktar på att skicka ett bemannat uppdrag, Artemis III, till månens sydpol redan 2025, så att lära av erfarenheterna från robotlandare före det datumet kommer förmodligen att vara användbart.

## Turkiets nya fighter



**26 feb AeroTime News** Turkiets KAAAN femte generationens stridsflygplan genomför första testflygningen. Denna första flygning, som varade i 11 minuter, nådde en höjd av 2 400 meter och en hastighet av 425 km/h. Programmet syftar till ett femte generationens stridsflygplan för att möta det turkiska flygvapnets krav bortom 2030-talet och ersätta landets F-16-flotta. Turkiet siktar på att bli ett av få länder som har hela värdekedjan för tillverkning av avancerade stridsflygplan, som omfattar allt från teknik, infrastruktur, mänskliga resurser och tillverkningskapacitet. KAAAN är tänkt att vara ett femte generationens stridsflygplan med en design med låg observerbarhet, förmågan att bära vapen inuti och utanför flygkroppen, ett aktivt elektroniskt skannat radarsystem (AESA), superkryssning och avancerade datalänkfunktioner. Med ett vingspann på cirka 14 m och en längd på 20 m är Kaan utrustad med två motorer. Prototypen drivs av två General Electric-tillverkade F110-GE-129 turbopropellermotorer, som ska användas i tidiga produktionsbatcher. Turkiet arbetar nu med att utveckla en inhemsk turbopropellermotor för Kaan av det lokala företaget TRMotor.

## Singapore Airshow



**29 feb Actualidad Aeroespacial** Singapore Air Show stängde med ett rekord på mer än 60 000 besökare och cirka 1 000 företag från mer än 50 länder.

I demonstrationerna deltog flygningar från sex flygvapen och två kommersiella flygbolag. Utställarna visade upp sina flygplan, helikoptrar, drönare, övervakningsteknik, tjänster och utrustning som lockade köpare och flygentusiaster från det ögonblick de öppnade. För första gången flög en kinesisk tillverkare, Commercial Aircraft Corporation of China (COMAC), ett narrowbody-flygplan, C919, utanför sitt nationella territorium och var också först med att tillkänna kommersiella avtal, nämligen en beställning från Tibet Airlines på 40 C919-flygplan och 10 ARJ21-jetplan, förutom ytterligare sex ARJ21-flygplan för Henan-gruppen. Airbus å sin sida undertecknade ett samförståndsavtal med VietJet om köp av 20 wide-body A330-900-flygplan. Det taiwanesiska företaget Starlux Airlines har också lagt en fast order hos den europeiska flygplanstillverkaren på fem helt nya A350F-fraktflygplan och ytterligare tre A330neo wide-body-flygplan. Microflite, Airbus största civila helikopter-kund i Australien, beställde också en andra fembladig H145 för att stödja sin växande utbildnings-, kommersiella-, nyttto-, brandobservations- och räddningsverksamhet.

## Kinas rymdplaner 2024



**27 feb SpaceNews** Kinas rymdplaner för 2024 inkluderar 100 uppskjutningar och månprovsuppdrag. Den planerade siffran på 100 uppskjutningar är en betydande ökning jämfört med det nationella rekordet på 67 uppskjutningar 2023. Bland de större uppdragen finns två bemannade och två fraktoppdrag till rymdstationen Tiangong. Under första halvåret kommer Queqiao-2 att skjutas upp och Chang'e-6 ett första månprovsuppdrag någonsin. Andra prioriteringar som noteras är arbetet med landets plan för bemannade månlandningar, med målet att sätta astronauter på månen före 2030. Utforskning av yttre rymden, geostationära radarsatelliter, utvecklingen av en ny rymdfarkost med besättning och asteroiden Tianwen-2 (2025) nära jorden och Chang'e-7 (2026) sydpolsuppdrag på månen noteras också. Andra anmärkningsvärda uppdrag inkluderar en satellit för detektering av havets salthalt, den Sino-Franco Space-baserade multibandssatelliten för astronomiska variabla objekt (SVOM), Einstein-sonden, China Seismo-Electromagnetic Satellite-2 med europeiskt samarbete och den återtagbara rymdforskningsatelliten Shijian-19. Det kommer också att finnas debutflygningar för raketerna Long March 6C och Long March 12.

## Ballongrekord



**29 feb Actualidad Aeroespacial** Den vetenskapliga ballongen GUSTO (Galactic/Extragalactic Terahertz Spectroscopic Observatory) lyckades överskrida 55 dagar, en timme och 34 minuter och satte därmed ett nytt flygrekord när den flög över Antarktis. GUSTO är nu den nya rekordhållaren för den längsta flygningen av alla NASA:s långvariga ballongforskningsuppdrag med hög nyttolast. Den stadionstora vetenskapliga nolltrycksballongen når för närvarande höjder över 125 000 fot. NASA:s Long Duration Balloon-program ger forskare möjlighet att flyga toppmoderna nyttolaster i utkanten av rymden, vilket ger dem möjlighet att göra revolutionerande observationer av kosmos oftare och till en betydligt lägre kostnad än konventionella uppdrag i omloppsbana. GUSTO kartlägger en stor del av Vintergatan, inklusive Vintergatans centrum, och det närliggande Stora magellanska molnet. Teleskopet är utrustat med känsliga detektorer för kol-, syre- och kväveutsläpp. Genom att mäta dessa emissioner får GUSTO-teamet information om hela cykeln av det interstellära mediet, det kosmiska material som finns mellan stjärnor. GUSTO:s vetenskapliga observationer görs från Antarktis för att möjliggöra tillräcklig luftburen observationstid, tillgång till astronomiska objekt och den solenergi som tillhandahålls av den australiska sommaren i polarområdet.

## Trent uppgraderas



**1 mars Aviation Week** Rolls-Royce avslöjar den aggressiva uppgraderingskampanjen för familjen Trent. Rolls-Royce har avslöjat nya detaljer om en bred uppgraderingssatsning för sin Trent 1000, 7000 och XWB-motorfamilj som syftar till att avsevärt förbättra hållbarheten och stärka den långsiktiga marknadspositionen inom bredkroppssektorn på Airbus A330neo, A350 och Boeing 787-programmen. Även om mer specifika detaljer ännu inte har meddelats, inkluderar den övergripande uppgraderingssatsningen nya material, beläggningar och turbinkylningssystem. För Trent 7000 bygger uppgraderingarna på en hållbarhetsförbättring som togs i bruk på A330neo 2022. Den nya turbinbladsdesignen ökar kylflödet med 40 % och ökar bladens livslängd. Aerodynamiska uppgraderingar kommer att ge 1% förbättring av bränsleförbrukningen 2025.

## Kinesisk tiltrotor



**1 mars Aviation Week** Kinesiska United Aircraft presenterar stort tiltrotorprojekt. Det privata kinesiska flygbolaget United Aircraft har avslöjat en konceptdesign på Singapore Airshow för en autonom tiltrotor avsedd att flyga frakttuppdrag på kort sikt och 7-10 passagerare på lång sikt. United Aircraft, en Shenzhen-baserad tillverkare av flera fältbemannede flygplanssystem (UAS), började utveckla UR6000 efter att ha ställt in en familj av koaxiala obemannade helikoptrar för brandbekämpning och civila nöduppdrag, inklusive 600 kg TD550 och TD220 på 350 kg. Framdrivningssystemet kommer att innehålla en växellåda med variabel hastighet för att ta hänsyn till olika dragkraftskrav i vertikala och horisontella flyglägen. Flygplanskonceptet har en rak, toppmonterad vinge och två vertikala stjärtar. Två utskjutningskidor på varje sida av flygplanet kan skjuta ut raketer med brandhämmande kemikalier.

*2023 inträffade en enda dödsolycka i ett turbopropflygplan som resulterade i 72 dödsfall. Detta är en minskning från fem dödsolyckor under 2022 och en förbättring från femårsgenomsnittet (2019-2023) som var fem. 2023 fortsätter att bevisa att flygning är det säkraste transportsättet. [Actualidad Aeroespacial](#)*

## Nytt elflygplan



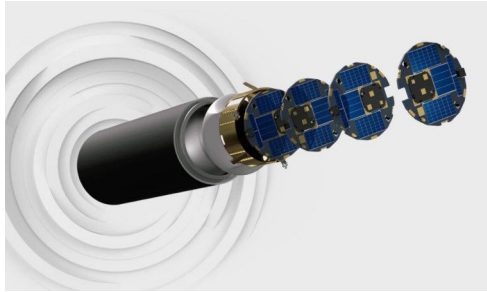
**2 mars Aviation Week** Whisper Aero presenterar ett elflygplan med 100 säten. Den ultratysta framdrivningsutvecklaren Whisper Aero föreslår ett koncept för ett 100-sitsigt batterielektriskt regionalflygplan i ett försök att hjälpa luftfarten att uppnå nettonollutsläpp till 2050. Whisper Jetliner har en rad elektriska kanalfläktar integrerade i vingens framkant för att ge blåsing på ovansidan. Detta ökar lyftkoefficienten och vingbelastningen. I likhet med Whisper Jet-konceptet för nio passagerare som presenterades av startupen i juni 2023 har Jetliner en yttre horisontell stjärtkonfiguration, med de horisontella och vertikala stabilisatorerna monterade på vingspetsbommar. Detta håller den horisontella stjärten borta från den nedspolning som orsakas av att vingen blåser på den övre ytan. Vid Mach 0,78 marschfart för ett kommersiellt flygplan har Whispers framdrivningssystem ett fläkttrycksförhållande nära idealet på 1,2 jämfört med 1,4 för växlade turbofläktar, vilket resulterar i 5-10 % högre framdrivningseffektivitet. Jetliner har 22 kanalfläktar, var och en drivs av en elmotor på 1 megawatt och producerar 1 970 lb. Bruttovikten är 160 000 lb. jämfört med 139 000 lb. för Airbus A220-100.

## Tankning av satelliter



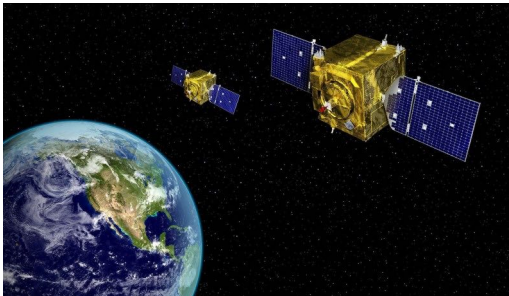
**2 mars Aviation Week** Den amerikanska rymdstyrkan har brådskande planer för orbital tankning. Man vill ha smidiga satelliter som kan undvika hot. Dessa satelliter kräver drivmedel för att manövrera bortom deras avsedda funktion. För att komma till rätta med detta etablerades i september förra året ett nytt programkontor för service, mobilitet och logistik (SML) inom divisionen Assured Access to Space (AATS). I september förra året tilldelades Astroscale US ett kontrakt på 25,5 miljoner dollar för en prototyp för att testa tankning i omloppsbana. Prototypen kommer att vara klar till 2026. Rymdstyrkan arbetar på en uppskjutningsplan för den och Space Command har sagt att de vill operationalisera tankningen till 2030. Utöver att tanka satelliter byggda för den förmågan, kommer nästa prioritet att vara att tanka de som inte är det. Detta skulle innebära att man installerar ett litet framdrivningssystem fäst till en satellit som en ryggsäck för att ge ytterligare framdrivning. För att uppnå detta mål planerar Northrop Grumman SpaceLogistics-dotterbolag i år att lansera prototyper av Mission Extension Pods för sitt Mission Robotic Vehicle.

## Pannkaks satellit



**4 mars** [Aerospace America](#) DiskSats, det platta, cirkulära satellitformatet är på väg. År 2025 är nyttolastkåpan på en liten bärraket planerad att kastas ut i låg omloppsbana runt jorden för att avslöja en märklig cylinder. Inuti aluminiumburken kommer fyra platta, cirkulära satelliter, var och en en meter i diameter och bara 2,5 centimeter tjocka, att staplas som pannkakor, åtskilda av kontaktpunkter mellan dem. Om allt går som planerat kommer en växelmekanism att lyfta varje satellit till toppen av burken och slunga ut den i omloppsbana. Detta kommer inte att vara något PR-trick i omloppsbana av International House of Pancakes utan den första demonstrationen av DiskSat-konceptet, små, platta, meterbreda satelliter byggda i ett format som snart kan ansluta sig till cubesats inom småsatellitområdet. Chassistrukturerna i kolfiberkomposit och aluminium för de fyra som är planerade för testuppskjutningen nästa år anlände i januari till Aerospace Corp., det federalt finansierade forskningscentret i El Segundo, Kalifornien, som undersöker ny teknik främst för den amerikanska militären och underrättelsetjänsten.

## Spionsatelliter



**12 mars** [Aviation Week](#) US Space Systems Command (SSC) forskar om en konstellation av farkoster för att undersöka motståndares satelliter i och runt det geosynkrona (GEO) bältet. Man vill ha en konstellation av rymdfarkoster för friflygare, rendezvous och närhetsoperationer (RPO) som skulle upptäcka, spåra och karakterisera rymdobjekt med hjälp av elektrooptiska sensorer. De satelliter för medvetenhet om rymddomäner som SSC är intresserade av verkar vara en nästa generations version av US Space Forces Geosynchronous Space Situational Awareness Program (GSSAP) satelliter. GSSAP-satelliterna, som började skjutas upp 2014, är designade för att flytta runt, spåra och karakterisera mänskliga föremål runt det geosynkrona bältet—36000 km från jorden.

## Airbus flygtaxi



**8 mars** [AeroTime News](#) Airbus presenterar den elektriska prototypen CityAirbus NextGen. Den två ton tunga CityAirbus, med ett vingspann på cirka 12 meter, utvecklas för att flyga med en räckvidd på 80 kilometer och nå en marschfart på 120 kilometer i timmen, vilket gör den perfekt lämpad för operationer i större städer för en mängd olika uppdrag. Presentationen sammanföll med öppnandet av det nya testcentret CityAirbus i Donauwörth, som kommer att ägna sig åt prov av elektriska vertikala start- och landningsfordon (eVTOL). Centret, som är en del av Airbus pågående och långsiktiga satsning på Advanced Air Mobility (AAM), togs i drift i december 2023 och kommer nu att användas för de återstående prov, som krävs inför prototypens jungfruflygning senare under året. Proven omfattar elmotorerna med sina åtta rotor, samt flygplanets övriga system, som styrsystem och avionik. Samtidigt utökar Airbus sitt globala nätverk och partnerskap för att skapa ett unikt ekosystem som främjar en framgångsrik och livskraftig AAM-marknad. Airbus tecknade nyligen ett partnerskapsavtal med LCI, ett ledande flygbolag, för att fokusera på att utveckla partnerskaps scenarier och affärsmodeller inom tre kärnområden för AAM: strategi, kommersialisering och finansiering.

## Stratolaunch



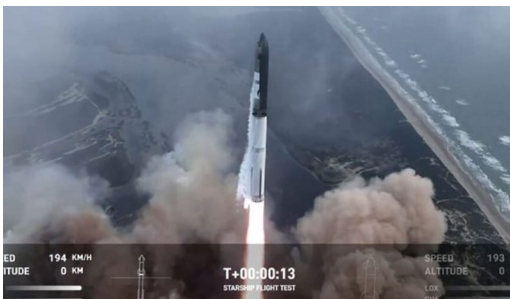
**12 mars** [GeekWire](#) Stratolaunch TA-1 hypersoniska testfarkost slutför sin första motordrivna flygning. Stratolaunch genomförde framgångsrikt den första motordrivna flygningen med testfarkosten Talon-A (TA-1). Denna första flygning representerar en viktig milstolpe i utvecklingen av den första privatfinansierade, återanvändbara hypersoniska testkapaciteten i USA. Huvudmålen för flygtestet var att uppnå en säker start av TA-1-farkosten från luften, motortändning, acceleration, ihållande stigning på hög höjd och en kontrollerad landning i vattnet. Parallellt med testerna av TA-1 avancerar Stratolaunch tillverkningen av TA-3, den andra helt återanvändbara farkosten i Talon-A-produktlinjen. Stratolaunch, luftuppskjutningsatsning skapades av den framlidne Microsoftgrundaren Paul Allen. Företagets mastodontflygplan använde ett bevingat testfordon för sin första raketdrivna flygning. Stratolaunchs TA-1-testfordon för engångsbruk banade väg för framtida återanvändbara hypersoniska testfarkost, som förväntas hjälpa den amerikanska militären att komma ikapp Kina på en av flygstridens fronter. Flygningen nådde höga överljudshastigheter som närmade sig Mach 5. Bärfarkosten Roc är världens största operativa flygplan, med ett vingspann på 115 m. Det är utformat för att fungera som en flygande avfyringsramp för raketdrivna farkoster som TA-1 och dess efterföljare.

## Airbus och vätgas



**14 mars Aviation Week** Airbus finjusterar tidsplanen för vätgasbeslut. Flygplanstillverkaren kommer i huvudsak att välja mellan att bränna väte i en turbinmotor, vilket är det lättare alternativet och att använda det i en bränslecell för att producera elektricitet, vilket gynnar effektiviteten. Fram till 2026-27 kommer Airbus att utveckla sin teknik, studera flygplanskonfiguration, genomföra flygdemonstrationer och sträva efter att vara en katalysator för att ett vätgasekosystem ska växa fram. Om två till tre år kommer ett bredare beslut än bara framdrivning att fattas. Airbus kallar det för produktval. Företaget siktar på en kapacitet på 200 platser och en räckvidd på 2 000 nm, med miniminivåer på 100 platser och 1 000 nm. Airbus undersöker två alternativ för turbinmotorer. Ett turbopropflygplan skulle stödja den mindre kapaciteten och räckvidden, medan en turbofläkt skulle motsvara den högre kapaciteten och räckvidden. I båda fallen skulle en viss grad av hybridisering införas. Flygprov av en vätgasförbrännande turbofläkt – med en modifierad GE Passport-motor – och en bränslecell med tillhörande motor kommer att förlita sig på en anpassad A380 som testbädd. Vätgassystemet kommer att innehålla tankar med kapacitet för 400 kg flytande väte. Dessa försök är planerade att inledas i slutet av 2026 och pågå till en ospecificerad tidpunkt 2028.

## Lyckad Starship



**15 mars Actualidad Aeroespacial** Starships tredje uppskjutning lyckades, även om raketerna inte överlevde återinträdet. Efter att tidigare prov slutat i explosioner lyfte SpaceX:s kraftfulla raket, Starship, från SpaceX:s uppskjutningscenter i Boca Chica Village, Texas. Det är en av de raketer som ska ta astronauter till månen för NASA. Super Heavy-boostersteget separerades ordentligt från Starships övre steg ungefär tre minuter efter start, vid en kritisk tidpunkt för företaget, eftersom boostern exploderade vid denna tidpunkt vid det senaste försöket. Starship flög i en timme och nådde längre än tidigare prov. Men i ett försök att landa i Indiska oceanen misslyckades raketerna med att komma tillbaka till jorden. Under Starship-flygningen demonstrerade SpaceX hur denna raket också kommer att kunna placera ut Starlink-satelliter genom att öppna nyttolastdörren till raketens övre steg. Ett annat mål under detta prov var att flytta flera ton flytande syre mellan två tankar inuti Starship, ett preliminärt prov för framtida tankning i omloppsbana mellan två Starships, vilket är avgörande för att skicka farkosten till månen.

## Effektivare flygning



**14 mars Actualidad Aeroespacial** Vueling, IAG:s lågprisflygbolag, ökar lufteffektiviteten med innovativ teknik. Vueling-piloter kan nu få tillgång till väder- och vindprognoser i realtid tack vare Nav Flight Services NAVlink-teknik. Denna integration gör det möjligt att justera nedstigningsmanövrerna optimalt, vilket resulterar i en betydande minskning av bränsleförbrukningen och därmed CO<sub>2</sub>-utsläppen. Dessutom har flygbolaget implementerat Pilot Fuel Efficiency App som utvecklats av Honeywell. Detta verktyg gör det möjligt för piloter att beräkna CO<sub>2</sub>-utsläpp under flygning och bedöma effekten av datastödda beslut för att minska bränsleförbrukningen. Appen ger också värdefulla insikter om flygeffektivitet, flygbolagsstatistik och indikatorer för bästa praxis. Dessutom samarbetar Vueling med de största leverantörerna av flygtrafiktjänster, ENAIRE och Eurocontrol, för att säkerställa effektivare flygrutter. Denna åtgärd förväntas minska CO<sub>2</sub>-utsläppen med 10 %, vilket ytterligare bidrar till flygbolagets ansträngningar att minska sin miljöpåverkan.

## Vill samla helium på månen



**15 mars Aviation Week** Interlune vill samla helium från månen. Interlune, ett företag som grundades av tidigare Blue Origin-chefer och en Apollo-astronaut, meddelade att det utvecklar tekniken för att bryta helium-3 och skörda andra naturresurser från månen. Interlune kommer initialt att fokusera på att utvinna och transportera månens helium-3 tillbaka till jorden för användning av kommersiella och statliga kunder inom marknaderna för nationell säkerhet, kvantdatorer, medicinsk avbildning och fusionsenergi. Helium-3, en isotop av helium, är extremt sällsynt på jorden, men rikligt förekommande på månen. Regeringen och industrin har letat efter en ny, skalbar källa till helium-3 sedan den amerikanska regeringen erkände en allvarig brist runt 2010. Interlune, syftar till att samla in små flaskor av ädelgasen och sälja den till framväxande teknologiindustrier inklusive utvecklare av kvantdatorer och kärnfusionsreaktorer. Grundämnet är svårt att producera på jorden och kommer vanligtvis från det radioaktiva sönderfallet av tritium i kärnreaktorer. På månen sprids gasen över ytan, hämtad från solen av solvindar. Helium-3 har ackumulerats på månens yta i miljarder år men har bara nyligen blivit populärt på jorden, där utvecklare av kvantsuperdatorer uppskattar det för dess förmåga att kyla till nära absolut noll och fungera som kylvätska för supraleddare. Det kan också potentiellt användas som bränsle i fusionsreaktorer.

## Jätteplan



**19 mars [Actualidad Aeroespacial](#)** Radia utvecklar WindRunner, världens största flygplan för transport av blad till vindkraftverk. Radia, ett energibolag i Colorado som fokuserar på landbaserad vindkraft, utvecklar det största flygplanet sett till längd och lastvolym. WindRunner är särskilt utformat för att leverera de största vindturbinbladen och komponenterna direkt till vindkraftsanläggningar. Bladen, som är bland de längsta i världen, används för närvarande endast för marina projekt på grund av landbaserade transportbegränsningar. WindRunner kommer att operera från regionala hubbar och flyga direkt till sin destination upp till 2 000 kilometer. Den kan landa på halvpreparerade landningsbanor så korta som 1 800 meter. Den har en längd på 108 meter och en spännvidd på 80 meter. Det längsta flygplanet idag är Boeing 747-8 med 76.25 m.

## Booms första flygning



**26 mars [Actualidad Aeroespacial](#)** Boom Supersonic genomför den första flygningen med XB-1 demonstratorflygplan. Booms överljudsflygplan, XB-1, lyfte för första gången under en lyckad jungfruflygning vid Mojave Air and Space Port i Kalifornien. XB-1:s jungfruflygning markerar en viktig milstolpe på vägen mot återkomsten av överljudsresor. XB-1-programmet lade grunden för design och utveckling av Overture, det kommersiella överljudsflygplanet som kommer att ta mellan 64 och 80 passagerare i Mach 1,7, ungefär dubbelt så snabbt som dagens överljudsflygplan. Som världens första oberoende utvecklade överljudsflygplan är XB-1 en teknikdemonstrator för designen och utvecklingen av Overture, Booms överljudsflygplan. För att testa och validera ny teknik och design har XB-1 genomgått omfattande markprov och har nu gått vidare till flygprov. XB-1 landade säkert tack vare samordning mellan piloten, med hjälp av XB-1:s augmented reality-visionssystem, och en Landing Signals Officer (LSO) som observerar från sidan av banan och kommunicerar ytterligare information till piloten för att stödja flygplanets slutliga inflygning och landning. XB-1:s augmented reality-visionssystem består av två nosmonterade kameror som driver en högupplöst, digitalt förstärkt pilotdisplay med attityd- och flygvägsindikationer. Detta system möjliggör utmärkt sikt på banan och förbättrad aerodynamisk effektivitet utan vikten och komplexiteten hos en rörlig nos. XB-1 uppfyllde alla mål för provet, inklusive att säkert och framgångsrikt nå en höjd av 2 170 meter och hastigheter på upp till 440 kilometer i timmen.

## Måntåg



**21 mars [Breaking Defense](#)** Det tänkta månjärnvägsnätet skulle kunna transportera människor, förnödenheter och resurser för kommersiella satsningar över månens yta. Northrop Grumman kommer att förse DARPA med en konceptstudie av en "månjärnväg" som en del av försvarsdepartementets tioåriga Lunar Architecture (LunA-10) Capability Study. DARPA utfärdade i december studiekontrakt till 14 leverantörer om vilka typer av teknik som behövs för att skapa en fungerande månekonomi, inklusive kommersiell verksamhet i rymden och på månens yta. Studieinitiativet är en utväxt av Biden-administrationens National Cislunar Science and Technology Strategy, som släpptes i november 2022, utformad för att bygga en strategi för att "främja vetenskapliga, utforsknings- och ekonomiska utvecklingsaktiviteter" i rymden runt månen och på månens yta. Försvarsdepartementet var en nyckelspelare i utformningen av strategin, och därför återspeglar den ett antal av rymdstyrkans prioriteringar för framtiden inklusive rymdlägesbild i månregionen och "dynamiska rymdoperationer" som kräver snabb och effektiv manövrering i omloppsbana.

## Saab studerar nya flygplan



**25 mars [Aviation Week](#)** Saab får beställning på konceptstudier för framtida stridsflygplan i Sverige. Saab har fått en förfrågan från Försvarets materielverk (FMV) om att genomföra konceptstudier av framtidens luftstridssystem. Avtalsperioden är från 2024 till 2025. Försvarets materielmyndighet, FMV, säger att de tvååriga studierna, för vilka kontrakt undertecknades den 22 mars, kommer att pågå fram till 2025, utforska teknikutveckling och förbereda för markbaserade och flygande demonstratorer, i ett försök att definiera en väg till ett framtida stridsflygplan som kan ersätta Saabs Gripen E efter 2040. Ordern omfattar konceptuella studier av bemannade och obemannade lösningar i ett systemperspektiv, samt teknikutveckling och demonstrationer. Saab kommer att ha ett nära samarbete med FMV, Försvarsmakten, Totalförsvarets forskningsinstitut, GKN Aerospace och andra industripartners. Saab kommer också att utveckla samarbeten med intressenter som arbetar med ny och omvälvande teknik, som kommer att spela en viktig roll i framtida stridsflygsystem. Saab kommer också att utforska innovationsplattformar, bland annat den svenska regeringens Defence Innovation Initiative och Natos Defence Innovation Accelerator för Nordatlanten. De konceptuella studier som ingår i detta kontrakt kommer att genomföras parallellt med moderniseringen av Gripen C/D och Saabs introduktion av Gripen E i Sverige och Brasilien.

## Indiens rymdflygplan



**28 mars Space** Indien har tagit ett stort steg framåt i sin utveckling av ett återanvändbart rymdflygplan.

Den indiska rymdforskningsorganisationen (ISRO) genomförde framgångsrikt sitt andra RLV Landing Experiment som en del av en plan för att göra tillgången till rymden mer överkomlig. Den 6,5 meter långa prototypen av rymdplanet, känd som Pushpak, släpptes av en Chinook-helikopter från det indiska flygvapnet på en höjd av 4,5 kilometer och landade autonomt på en landningsbana 4 km bort. Rymdfarkosten stannade med hjälp av en bromsfallskärm, landningsställsbromsar och nos-hjulsstyrning. ISRO påbörjade arbetet med rymdflygplansprojektet 2019. Man siktar på att skala upp farkosten för att bli en del av ett återanvändbart tvåstegs uppskjutningssystem i omloppsbana i slutet av decenniet. Ett antal andra länder är engagerade i rymdflygverksamhet. Den amerikanska rymdstyrkans X-37B är för närvarande på sin sjunde flygning och sitt första uppdrag i hög omloppsbana efter en uppskjutning i december ovanpå en SpaceX Falcon Heavy-raket, medan Kinas eget mystiska rymdplan just passerat 100 dagar i låg omloppsbana runt jorden.

## Japanskt väteflyg



**26 mars AeroTime News** Japan har meddelat att man siktar på att utveckla ett vätgasdrivet passagerarflygplan. Den japanska regeringen stöder projektet, som kommer att kräva en investering på minst cirka 33 miljarder US-dollar. Målet är att ha ett flygplan som är redo för marknaden 2035, intressant nog samma tidsram som Airbus har satt upp för att utveckla sin egen familj av vätgasdrivna flygplan. Inga specifika detaljer är kända om storleken eller marknadssegmentet som detta nya initiativ kommer att rikta sig till, även om det verkar troligt att vätgasförbränning kommer att undersökas som det valda framdrivningssystemet. Även om Japan har en flygindustri som framgångsrikt producerar militära flygplan och också är en stor leverantör till USA och den europeiska kommersiella flygplansindustrin (stora delar av Boeing 787, till exempel, tillverkas av japanska företag), har dess ansträngningar att utveckla ett helt inhemskt flygplan hittills misslyckats. Det senaste fiaskot var nedläggningen av Mitsubishi Regional Jet (MRJ)-projektet, senare omdöpt till SpaceJet, i februari 2023 efter 15 år. Projektet omfattade 7,6 miljarder USD i investeringar, vilket inkluderade förvärvet av Bombardiers regionala jetprogram. Vätgas har alltid haft en framträdande plats i Japans strategi för minskade koldioxidutsläpp. Landet var tidigt ute med vätgasbilar även om de inte har lyckats slå igenom.

## Alla flygtaxi likadana



**27 mars Aviation Week** Tiltrotor-eller vectored-thrust-konfigurationen har blivit mindre unik eftersom utvecklingarna fortsätter att kopiera varann. Branschen konvergerar kring tiltrotorer. Av de 750 eVTOL-flygplansdesignerna som offentliggjorts är ungefär 44% tiltrotorer. Vinglösa multi-koptrar representerar 34 % av designen. Lyft-och-kryssningskonstruktioner, som har en vinge och propeller som är separat dedikerade för kryssning och lyft, representerar 22 %. När andra väl har påbörjat ett svårt FAA-regleringsarbete, till exempel det banbrytande certifieringsarbetet som Joby Aviation har gjort under det senaste decenniet, kommer rivaliserande flygplansutvecklare sannolikt att följa det administrativa pappersspåret. Det dominerande användningsfallet för flygtaxibilar med tiltrotor är att transportera passagerare mellan flygplatser och stadskärnor. Med tanke på batteriernas energitäthetsbegränsningar, gör konfigurationens förmåga att flyga horisontellt på sin vinge och använda åtminstone några av sina rotoror för alla tre faserna av flygningen, start, kryssning och landning, designen, i teorin, mer effektiv. Flygplanet kan transportera fler betalande passagerare per dag än andra typer.

## Hypersoniskt plan



**30 mars AeroTime News** Hermeus har offentligt presenterat sitt första flygbara hypersoniska plan, kallat Quarterhorse Mk 1. Det förväntas att Quarterhorse Mk.1 kommer att utföra sina första flygprov vid Edwards Air Force Base, Kalifornien, senare under 2024. Quarterhorse Mk. 1 använder samma General Electric J85-motor som driver stridsflygplanet F-5 Tiger II och skolflygplanet T-38 Talon. Hermeus håller på att utveckla ett eget framdrivningssystem kallat Chimera, som ska driva framtida hypersoniska farkoster. Hermeus planerar redan nästa iteration av Quarterhorse, dess Mk. 2-version. Den ska vara klar 2025 och kommer att drivas av en Pratt & Whitney F100-motor, som används av stridsflygplanen F-15 och F-16, och som kan stödja överljudsflygning. Quarterhorse-programmet bör pågå en bra bit in på 2026, i form av Quarterhorse Mk. 2 och Mk. 3. Efter detta bör nästa steg för Hermeus vara utvecklingen av ett obemannat hypersoniskt system kallat Darkhorse, som företaget siktar på att potentiellt massproducera för den amerikanska militären. Hermeus överväger också att utveckla civila tillämpningar, till exempel ett hypersoniskt flygplan som ska kallas Halcyon. Planen skall kunna flyga vid Mach 5.

## Kinesiskt luftskepp



**2 april Actualidad Aeroespacial** Första flygningen med det bemannade luftskeppet AS700 som utvecklats av **Kina**. Det bemannade luftskeppet AS700 gjorde framgångsrikt sin första flygning mellan destinationer i den centrala provinsen Hubei. Den första farkosten avsedd för kommersiellt bruk förväntas levereras i slutet av året. Luftskeppet lyfte från Jingmens Zhanghe-flygplats och landade på en flygplats i Jingzhou efter en flygning på en timme och 46 minuter, uppger dess tillverkare, Aviation Industry Corporation of China (AVIC). Sedan AS700 erhöill typcertifikat i Kina förra året har bolaget fått order på 18 enheter. Kunderna är främst relaterade till låghöjdsturismsektorn. Flygplanets utvecklingsteam har planerat sin modernisering för att ytterligare utöka applikationsscenarierna för räddningsarbete, stadsledning och annan terräng. Luftskeppet med en kabin har en maximal kapacitet på 10 personer, inklusive piloten. Dess maximala startvikt är 4 150 kg och den har en maximal flygräckvidd på 700 kilometer och en maximal autonomi på 10 timmar.

## Solenergi från rymden



**6 april Space** Rymdsolparker närmar sig verkligheten: Banbrytande studie visar lönsamhet.

Ny forskning från universiteten i Surrey och Swansea tyder på att det är lönsamt att skapa prisvärda, lätta solpaneler som kan generera ström i rymden. I den första studien i sitt slag, som övervakade en satellit i sex år i 30 000 omloppsbanor, undersöktes panelernas elproduktion och motståndskraft mot solstrålning. Dessa insikter kan leda till utveckling av kommersiellt genomförbara solkraftsparker i rymden. Detaljerade data visar att panelerna har motstått strålning och att deras tunnfilmsstruktur inte har försämrats under de hårda termiska och vakuumförhållandena i rymden. Denna solcellsteknik med ultralåg massa kan leda till stora, billiga solkraftverk i rymden, vilket ger ren energi tillbaka till jorden, och nu har vi de första bevisen på att tekniken fungerar tillförlitligt i omloppsbana. Forskare från University of Swansea's Centre for Solar Energy Research har utvecklat nya solceller från kadmiumtellurid. Panelerna täcker en större yta, är lättare och ger mycket större effekt än dagens teknik samtidigt som de är relativt billiga att tillverka. Även om cellernas effekt blev mindre effektiv med tiden, tror forskarna att deras resultat bevisar att solenergisatelliter fungerar och kan vara kommersiellt gångbara.

## Flygande vinge provas

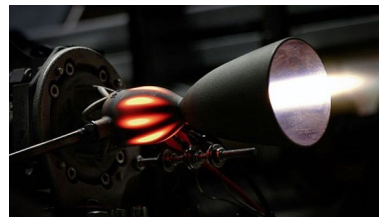


**2 april FlightGlobal** JetZero redo att flygprova "Pathfinder"-demonstratorn med en blandad ving-kropp. Ett demonstrationsflygplan med blandad ving-kropp som utvecklats av det amerikanska start-up-företaget JetZero har fått en luftvärdighetscertifiering från Federal Aviation Administration, vilket främjar företagets planer på flygprov i södra Kalifornien. FAA utfärdade experimentcertifikatet för Long Beach-baserade JetZeros Pathfinder, en demonstrator i skala 12,5 % av ett konceptuellt passagerarflygplan som enligt det nystartade företaget så småningom kommer att ge 50 % högre bränsleeffektivitet än konventionella rör- och vingkonstruktioner. JetZero har provflygitt en 2 m subskalemodell av sitt flygplan i flera månader, men med sina 7 m är Pathfinder aerodynamiskt representativ för JetZeros fullskaliga design. Företaget håller på att utveckla ett passagerarflygplan med plats för 250 passagerare och en blandad ving-kropp, som kan flygas med en aerodynamisk effektivitet som stöder den dramatiska bränsleförbrukning och minskade koldioxidutsläpp som programmet utlovar.

## Blue Origin till Månen

**8 mars Aviation Week** Företagen SpaceX och Blue Origin har av NASA erhållit kontrakt på att bidra med landningsfarkoster vid de färder till Månen som nu håller på att utarbetas. Blue Origin kallar sin landare Blue Moon. Blue Origin håller på att arbeta fram en obemannad version av landaren som heter Mark 1 och den hoppas man landa på Månen med år 2025. Kontraktet som företaget erhållit uppgår till 3,4 miljarder dollar. Versionen Mark 2 ska användas under mån-expeditionen Artemis 5 i slutet av detta decennium. Farkosten ska sändas upp med raketerna New Glenn, som också den byggs av Blue Origin och beräknas vara funktionsduglig i slutet på 2024.

## Hypersonisk motor



**8 april venus-aerospace** Venus Aerospace gör det första långvariga provet av sin Rotating Detonation Rocket Engine (RDRE). Venus Aerospace i Houston, Texas, är ett nystartat flygföretag som fokuserar på att möjliggöra hypersonisk flygning. På lång sikt planerar Venus Aerospace ett hypersoniskt passagerarflygplan som ska flyga från San Francisco till Tokyo på bara en timme. RDRE:er kan teoretiskt uppnå 15 % högre effektivitet än traditionella raketmotorer. Venus har tilldelats kontrakt av flera amerikanska myndigheter för att påskynda utvecklingen av sin RDRE-teknik för hypersoniska och rymduppdrag. Venus RDRE är unik i sin användning av lagringsbara och stabila flytande drivmedel som ger säkrare drift, snabbare laddningstider och undviker avkokning av drivmedlet. För att prova sitt framdrivningssystem använde Venus Aerospace en raketformad drönare. Även om ingen överljudshastighet uppnåddes, sa företaget att provet var framgångsrikt.



## Lyser upp himlen



**10 april** [Actualidad Aeroespacial](#) Ximenez Group och Umiles samarbetar för att lysa upp himlen med drönare. De har ingått en allians för att ta konstnärlig belysning och drönarshower till nya höjder och lysa upp himlen runt om i världen med spännande och hållbara upplevelser. Detta strategiska samarbete uppstod som svar på det växande intresset för säkrare, mer hållbara och miljövänliga nattshower, samt människor och djur som är känsliga för buller. Ximenez Group är en specialist på konstnärlig och dekorativ belysning och Umiles, en leverantör av drönartjänster. Deras mål är att revolutionera flygupplevelsen av känslor genom drönarljusshower som kommer att fångla publik i alla åldrar och kulturer. Drönarshower på natten är ett allt populärare alternativ på grund av deras säkerhet, minimala påverkan på miljön och respekt för människor, djur och den naturliga miljön. Med ljusshower som kan engagera upp till 300 drönare samtidigt och erbjuda anpassad koreografi och dynamiska ljuseffekter har Umiles satt en standard för visuell underhållning. I samarbete med Ximenez Group, är de redo att ta dessa upplevelser till en global publik och skriva ett nytt kapitel i underhållningshistorien.

## Ny rysk raket



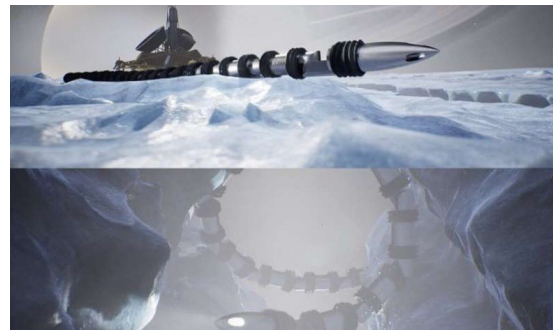
**12 april** [Spaceflightnow.com](#) Roscosmos lyckades till slut skjuta upp sin Angara-A5-raket. Sex år efter första uppskjutningen lyfte en rysk Angara A5-raket på sin andra provflygning och levererade framgångsrikt en dummy-nyttolast i omloppsbana. Ryska tjänstemän bekräftade att Angara A5-raketen och dess övre steg Breeze M fungerade som avsett och förde en simulerad nyttolast i omloppsbana på ett maratonuppdrag på nio timmar som efterliknar den uppdragsprofil som kan krävas av framtida ryska militära och kommersiella nyttolaster. Angara A5 är den mest kraftfulla nya ryska bärraketen sedan 1980-talet och är utformad för att ersätta Proton M-raketen för att bära landets tyngsta nyttolaster i omloppsbana. Men programmet är flera år försenat, och trots en framgångsrik första provflygning 2014 tog det sex år att skjuta upp en andra Angara A5-raket. Angara är en familj av nästa generations ryska rymdraketer som inkluderar lätta, medeltunga och tunga bärraketer med en lyftkapacitet på upp till 37,5 ton. Den nya familjen av raketer använder miljövänliga drivmedel. Fem fotogendrivriva RD-191-motorer genererar mer än tusen tons dragkraft.

## Thulinmedaljörer



**10 april** [IVA](#) Thulinmedaljer tilldelas Marcus Wandt, Daniel Eckerström och Roy Kihlén. Astronauten Marcus Wandt tilldelas årets Thulinmedalj i guld, som delas ut av Flyg- och rymdtekniska Föreningen och Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Marcus Wandt får utmärkelsen för sina insatser inom svensk och internationell flyg- och rymdteknisk verksamhet. Den 18 januari i år blev han den tredje svensken, efter Christer Fuglesang och svensk-amerikanska astronauten Jessica Meir, att skjutas upp i rymden. I kombination med sitt bidrag till utvecklingen av Jas Gripen har Marcus Wandts gärning haft stor betydelse för Sveriges rykte som flyg och rymdnation. Thulinmedaljen är den förnämsta utmärkelsen inom flyg- och rymdbranschen i Sverige och har delats ut varje år sedan 1944. I år delas även två silvermedaljer ut. De går till ingenjörerna Daniel Eckerström och Roy Kihlén på Saab, som tillsammans har utvecklat fiberoptiska temperaturmätningssystem. Deras arbete har bland annat bidragit till att förenkla underhållet och öka säkerheten i moderna flygplan. Medaljerna delas ut vid Flygtekniska Föreningens årsmöte 16 maj.

## Ormrobot för Saturnus



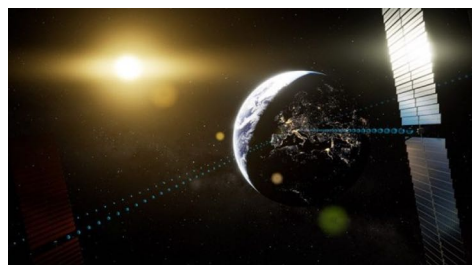
**12 april** [Aerospace Technology](#) Denna ormliknande robot kommer att leta efter liv på Saturnus måne Enceladus. Enligt forskarna kan roboten, som kallas EELS (Exobiology Extant Life Surveyor), färdas över den terräng den kan möta på Enceladus, som till största delen är täckt av is. Teamet byggde prototyproboten för att leta efter tecken på liv på Enceladus, med dess flacka sträckor, åsar orsakade av ismassor som trycker mot varandra, ett hav under ytan och kratrar orsakade av asteroidnedslag. Prototypen, som är cirka 4 meter lång, har ett huvud med en dator och flera segment som är sammankopplade med kulleder, vilket gör att de kan svänga oberoende av varandra. Dessutom har vart och ett av dess segment en korkskruv på utsidan, vilket gör det möjligt att röra sig. EELS, som har utformats för att autonomt korsa isig terräng genom att rotera sina korkskruvar, kommer att fånga upp material när den färdas över Enceladus yta för att testa om det finns tecken på liv där. Robotprototypen innehåller också flera sensorer och kameror och är konstruerad för att tåla temperaturer på i genomsnitt -198 °C vid middagstid längs månens ekvator.

## Ny flygande vinge



**12 april [AeroTime News](#)** Natilus och MONTE vill underlätta leasing av flygplan med blandade vingar. Den kaliforniska startupen Natilus och den brittiska uthyraren MONTE Aircraft Leasing har ingått ett partnerskap för att leasa ut Kona-flygplanet, som för närvarande är under utveckling. Kona är ett fraktflygplan med blandade vingar, som skall kunna ta dubbelt så stor nyttolast som traditionella flygplan av jämförbar storlek. Dess ovanliga form är inte den enda innovativa aspekten av Kona. Natilus utvecklar detta flygplan med tanken att det kommer att kunna rymma nya hållbara framdrivningstekniker som vätgasbränsleceller. Natilus flygprovade en småskalig prototyp av Kona i april 2023, som ett första steg mot lanseringen av en hel familj av fraktflygplan med blandade vingar som kommer att sträcka sig från den minsta Kona med en nyttolast på 3,8 ton, till de större Alisio (60 ton) och Nordes (100 ton). MONTE Aircraft leasing är i sin tur en aktiv aktör på marknaden för leasing av regionala flygplan.

## ESA solenergi



**17 april [Actualidad Aeroespacial](#)** ESA utvecklar teknik för att fånga energi i rymden med Solaris-uppdraget. Detta initiativ syftar till att utveckla satellitteknik som kan fånga solens energi i rymden och skicka den trådlöst till mottagningsstationer på jorden. Solaris arbetar i samarbete med företaget som Thales Alenia Space Italy och företaget för förnybar energi ENEL med att designa ett system som använder radiovågor för att kontinuerligt skicka energi till jorden. Förutom RF-konceptet överväger Solaris möjligheten att använda stora speglar i rymden för att reflektera solljus tillbaka till markbundna solkraftsparker. Vägen till rymdbaserad solenergi är kantad av utmaningar, från logistiken för att montera och underhålla stora solkraftsparker i omlöppsbana till att minska riskerna i samband med rymdskrot. Med Solaris har nedräkningen till en soldriven framtid börjat, och dess implementering kan börja så snart som på 2030-talet.

*Rymdekonomin omsatte \$546 miljarder 2022 och väntas växa med 41% till \$772 miljarder 2027. ( [Aviation Week](#) )*

## Optisk kommunikation



**18 april [Via Satellite](#)** Kepler, TESAT och Airbus samarbetar om optiskt nätverk för ESA:s HyDRON-program. HyDRON syftar till att demonstrera världens första helt optiska nätverk i flera omlöppsbånar med terabit/sek-kapacitet i rymden, vilket utökar markbundna fiberbaserade nätverk sömlöst ut i rymden. Medan nuvarande radiofrekvensbaserade system testar gränserna för den tillgängliga bandbredden, skulle optiska frekvenser kunna lösa denna flaskhals genom att erbjuda flera terahertz tillgänglig bandbredd med låg reglering och störningar och därmed möjliggöra framtiden för kommunikation med hög kapacitet i rymden. ESA:s specifikationer för terabit/sek optiska länkar (ESTOL) är ett samarbete mellan industri, forskningscentra och universitet. Ett av målen med HyDRON-visionen är att implementera ESTOL i utvecklingen av framtida satellitnätverk och deras relaterade teknologier. Som ett första steg kommer HyDRON-DS att demonstrera luftgränssnittet som definieras i ESTOL genom att implementera de optiska länkarna för fritt utrymme.

## Sverige i Artemis



**19 april [Actualidad Aeroespacial](#)** NASA välkomnar Sverige som 38:e medlem i Artemis-avtalet. Artemis-programmet är avsett att återupprätta en mänsklig närvaro på månen för första gången sedan Apollo 17 1972. Programmets uttalade långsiktiga mål är att etablera en permanent bas på månen för att underlätta bemannade uppdrag till Mars. Utbildningsminister Mats Persson undertecknade avtalen för Sveriges räkning vid ett event i Stockholm. Genom att gå med i Artemis-avtalet stärker Sverige sitt strategiska rymdpartnerskap med USA inom områden som täcker områden som svensk rymdforskning och rymdindustrin, vilket i sin tur också stärker Sveriges övergripande försvarsförmåga. Artemis-avtalet är en uppsättning principer för att vägleda nästa fas av rymdutforskning, som tillkännagavs av NASA och det amerikanska utrikesdepartementet 2020. Avtalen tillhandahåller en viktig implementering av nyckelförpliktelserna i 1967 års rymdavtal.

## Luftstrid med AI



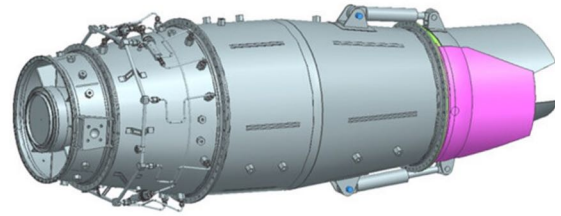
**22 april** [Ars Technica](#) Det amerikanska flygvapnet och DARPA testar den första luftstriden med AI-styrda X-62A VISTA-flygplan. Proven av X-62A inleddes i december 2022 och i februari 2023 genomfördes en serie av 12 flygningar vid Edwards Air Force Base i Kalifornien, USA. Året därpå genomförde flygplanet de första luftstriderna mellan AI och människor, vilket innebär att man implementerade "över 100 000 rader av flygkritiska mjukvaruändringar under 21 provflygningar". Inom ett år gick teamen från att installera levande AI-agenter i flygplanets system till att demonstrera de första luftstriderna mellan AI och människor, vilket involverade över 100 000 rader flygkritiska mjukvaruändringar under 21 provflygningar. De artificiella luftstriderna ställde X-62A VISTA mot bemannade F-16-flygplan ovanför Edwards Air Force Base. Även om säkerhetspiloter fanns ombord med möjlighet att koppla ur AI:n, behövde de aldrig aktivera säkerhetsbrytaren under luftstriderna.

## Nya Earth Explorers



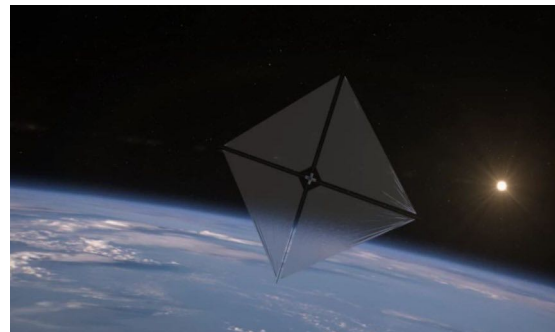
**24 april** [Actualidad Aeroespacial](#) ESA väljer ut fyra nya uppdrag för utforskning av jorden. Earth Explorers är observatorer var och en jordens system, såsom kryosfären, hydrosfären, atmosfären och jonosfären samt jordens inre. Det övergripande målet med dessa uppdrag är att förstå jorden. Aktuella uppdrag från programmet inkluderar Aeolus, CryoSat, SMOS och Swarm. Earth Explorer-familjen kommer att fortsätta att växa i framtiden genom tillägg av nya uppdrag. Nu har fyra nya koncept valts ut för att genomgå utvärderingsstudier, varav ett är avsett att bli det tolfte i denna familj av världsledande satellitmissioner. **CryoRad** mäter shelfisens temperaturprofil, havsrens tjocklek och havsytans salthalt i kallt vatten för att förbättra vår förståelse av polarområdena. **ECO** skall mäta skillnaden mellan inkommande solstrålning och utgående strålning, som definierar jordens energiobalans och i grunden styr jordens klimatsystem. **Hydroterra+** i geostationär omloppsbana skall ge data två gånger om dagen över Europa, Medelhavet och Nordafrika för att förstå vattnets kretslopp och tektoniska händelser i dessa regioner. **Keystone** mäter atomärt syre i höjdiintervallet 50 till 150 kilometer för att studera energibalansen i den nedre delen av atmosfären, och även undersöka effekterna av soleykler och rymdväder.

## Ebk för väte

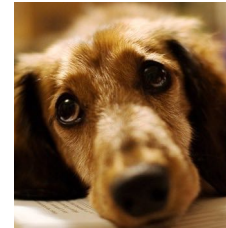


**24 april** [Actualidad Aeroespacial](#) Schweiziska Destinus utvecklar en vätedriven efterbrännkammare för att nå överljudshastigheter. Destinus fokuserar på överljuds- och hypersonisk luftfart. Företagets Destinus 3-motor kommer att arbeta med ett integrerat efterbrännkammersystem. En första injektion av fotogen i huvudbrännkammaren kommer att följas av en andra injektion av flytande väte (LH2) i efterbrännaren. Det flytande vätet levereras från en 75 kg LH2-tank. Det primära målet är att slå på efterbrännkammaren under kryssningsläget, vilket gör att motorn kan nå överljudshastigheter på cirka Mach 1,3. Destinus ingenjörsteam har tagit fram en efterbrännkammare som kan anpassas till vätgas och har slutfört sin design och tillverkning med precision. Varje komponent, från diffusorn till avgasmunstycket, har noggrant utformats för att säkerställa optimal prestanda. Destinus ingenjörer har beräknat att det kan bidra till att öka motorns dragkraft med cirka 45 procent. Att lägga till efterbrännkammaren innebär också att byta ut det gamla munstycket mot ett nytt med variabel geometri. Geometrin på det nya munstycket kan anpassas till om efterbrännkammaren är aktiverad eller inte.

## Solsegel



**25 april** [NZ Herald](#) Nasa har lanserat sitt nya solsegeluppdrag från Mahiahavön på Nya Zeeland. Väl i en solsynkron omloppsbana, cirka 1000 km ovanför jorden, kommer rymdfarkosten att fälla ut sina segel och använda solljusets tryck för framdrivning istället för raketbränsle. Om den mikrovågsugnssstora CubeSat framgångsrikt tas i bruk skulle operationen vara en föregångare till storskaliga uppdrag till månen och Mars. Solseglet är en tunn men "mycket stor spegel i rymden" gjord av aluminium och plast. Uppdragets primära mål är att framgångsrikt demonstrera användningen av en ny bomtillverkad av flexibla polymer- och kolfibermaterial som är styvare och lättare än tidigare bomkonstruktioner. Solseglet kommer också att utföra en serie manövrer för att demonstrera höjning och sänkning av omloppsbanan. Ljusets tryck utövar ett tryck på seglet. Genom att vinkla solseglet mot solen, ungefär som en segelbåt, kan man ändra flygriktningen utan att bränna något raketbränsle eller drivmedel. Samma teknik kommer att användas för mycket stora segel som kommer att segla ut i rymden och användas för vetenskap och rymdväder och andra typer av uppdrag för Nasa och andra kunder.



## 63. Candy och slaget vid Venus

Det fanns inga dagar i den ändlösa ström av timmar som följde. Det fanns bara oregelbundna sovperioder medan vi höll om varandra i fritt fall. Dröm och verklighet flöt ihop. Timmar blev till månader och själva tiden blev meningslös. Känslan av hud och kropp blev ett ankare till vår gemensamma mänsklighet.

Under de närmaste veckorna kom vi allt närmare Venus. Det var svårt att slita blicken från den växande planeten. Den bleka färgskalan fick den att se levande ut. Venus, den andra planeten från solen, är en stenig värld, mycket större än Mars, nästan lika stor som Jorden. Ytan är ständigt täckt av en tjock, molnig atmosfär som reflekterar solljuset så att den sett från Jorden skiner starkare än någon annan himlakropp. Den roterar baklänges runt sin axel jämfört med alla de andra planeterna. På Venus yta går solen upp i väster och ner i öster. Det tar 243 jordiska dygn för Venus att rotera kring sin axel och eftersom det tar 225 dagar för den att gå runt Solen, så är dagen faktiskt längre än året.

Den är en av de mest ogästvänliga planeterna i solsystemet. Det är troligt att Jorden och Venus föddes samtidigt för 4.6 miljarder år sedan och började utvecklas på samma sätt skapande land och hav. Solen var då inte lika stark som nu, men när dess styrka ökade var Jorden tillräckligt långt borta för att vara säker. Det var inte Venus, så haven kokade bort och kolföreningar drevs ut ur bergen. Man tror att Venus en gång hade oceaner som liknade Jordens, men de förångades i en skenande växthuseffekt liknande den som Jorden nu var på väg in i.

Atmosfären blev nästan ren koldioxid och hela planeten förvandlades till en brännugn. Temperaturen vid den klippiga ytan steg till 465 grader, tillräckligt för att smälta bly. Att stå på Venus yta är som att stå på botten av ett mycket varmt hav. Lufttrycket är hundra gånger så stort som på Jorden. Det regnar svavelsyra från giftiga moln utspädda av tusentals vulkaner. Nästan all solvärme uppslukas av Venus atmosfär och når aldrig ytan. Atmosfären hindrar också värmen från att lämna planeten. Ytan är nu ett torrt ökenlandskap, som regelbundet ändras av vulkanisk aktivitet.

Sådan var den värld vi närmade oss. En dag när jag svävade in i kontrollrummet fann jag alla samlade runt instrumenten.

-Kom och titta, sa styrmannen, blekare än vanligt. Gigantica säger att det finns något därute. Hon håller på att försöka hitta koordinaterna.

En serie av siffror fladdrade över den stora panoramaväggen och stannade plötsligt. För ett ögonblick hände inget. Sedan flammade allt upp. Något syntes vid ena sidan. En svart prick kröp långsamt över väggen följd av ännu en och ännu en och sedan plötsligt en hel mängd.

-Zooma in, sa kaptenen, Ärransiktet.

Bilden växte. Det var jordiska skepp. Jag kände igen dem från de jag såg vid Månen. Kaptenen svepte med blicken över väggen. Den blinkade förtroligt tillbaka.

-Analysera deras bana sa kaptenen till väggen.

En blå linje drogs över väggen. Den strök inte förbi Venus för att kastas mot ett okänt mål och den slutade inte heller i en långsträckt ellips runt planeten. Den gick från det större skeppet i formationen rakt mot oss. Det var inget tvivel om saken. Det var en jordisk flotta och de var inte ute efter atombomberna vid Venus eller att använda planeten som en tyngdkraftsslunga för att nå Mars. Det var oss de var ute efter. Och de var mellan oss och resten av vår flotta. Var Plurimax nu på väg att infria löftet att följa Candy till universums ände? Var hans hat mot den lilla hunden, som alltid korsade hans planer, så stor att han lade alla andra mål åt sidan?

-Vad är det för skepp, frågade kaptenen.

-Krigsskepp, automatiska och fjärrstyrda från ett ledarskepp. Stark eskort, svarade Gigantica med sin ljusa kvinroröst.

-Kommer de att upptäcka oss?

-Säkert när vi kommer inom deras radar. Den här blå cirkeln. Som banorna ser ut troligen en vecka från Venus.

Kaptenen såg länge mot jordskeppen och mot Solen och Venus. Jag sneglade på honom. Hans svarta ansikte var uttrycksöst och jag kände hur nervositeten spred sig. Jag hade redan för länge sedan slutat att försöka gissa vad han tänkte.

-Från och med nu sänder vi inget. Håll oss underrättade, sa han till slut till Gigantica. På hans lugna röst märktes inget av de känslor som måste finnas inom honom.

Så kom till slut dagen när de kröp innanför cirkeln. Två röda linjer dök upp på panoramaväggen och löpte ihop i en punkt. Skräckslagna såg vi hur de långsamt formerade sig till en skära i vars brännpunkt vi befann oss. Skulle de omringa oss? Ett av skeppen i skärans mitt var större än de andra. Var det där Plurimax höll till?

Från detta ögonblick behärskades vi helt av situationen. En dödlig kapplöpning började. Det var ett eldprov både för skeppet och för oss. Vi var nu ett jagat villebråd och dödskräcken grep oss. Bara Candy var opåverkad och kom alltmer att bli ett stöd för oss alla. Ett sätt att vägra underkasta sig en farlig situation är att främja egna intressen, ett annat är att främja gruppens. Det förra kan vara livsfarligt. Ingen fick något intryck av att Candy satte sina egna intressen främst och på det sättet blev hon ett föredöme.

Vecka efter vecka kämpade vi på så gott vi kunde. Även stora provningar blir enformiga just genom sin långvarighet. Man inrättar sig efter omständigheterna. Man har inget annat val. Men att vänja sig vid hopplöshet kan i längden vara värre än hopplösheten själv. Alla utförde sina sysslor samvetsgrant men håglösheten bredde ut sig och riskerade att leda till ödesdigra misstag. Det fanns bara en som var oföränderligt entusiastisk och det var Candy. Hon väntade sig en klapp av alla, som hon mötte, och fick det också. Hon var alltid lika vänlig mot alla som behandlade henne väl och hon höll uppe modet på oss alla. Till och med kaptenen, som för det mesta såg bister ut, tyngd av sitt ansvar som han var, vågade sig på ett leende när hon kom svävande sparkande med benen som om hon tog spjänn mot luften.

Skeppet bar oss snabbt genom rymdens mörker. Det var en mycket liten värld, bara som en prick i oändligheten. Ibland tänkte jag att det var underligt att människor vågade sig ut i så bräckliga farkoster. Då och då beordrade vi Gigantica att söka av rymden omkring oss. En blå cirkel visade gränsen för upptäckt av jordflottan och en röd hur långt deras vapen verkade. Gigantica bytte från den ena förstoringen till den andra. Ännu nådde oss inte den blå cirkeln, men den kom allt närmare. Dopplereffekten flimrade fram sina siffror. Förföljarna tryckte på från alla håll. De var nära inpå. De koncentrerade sig på oss.

Efter några dagar ändrade de jagande punkterna kurs. De gick allt närmare varandra och vi låg kvar i brännpunkten. I det halvmörka kontrollrummet rådde tystnad. Alla såg på kaptenen som för att fråga vad vi nu skulle göra. Enligt Gigantica skulle vi vara inom skotthåll inom ett dygn.

Trots den förlamande tröttheten var det svårt att somna den natten. Jag stirrade på det orörliga klot, som var Venus, där det flöt omkring på panoramaskärmen i vår hytt. Jag tyckte mig se föremål omkring planeten. Små prickar växte till avlånga rymdskepp, som kom emot mig ur stjärnhimlen. Det värkte i huvudet. Det kändes trängt i bröstet och i halsen. Jag trodde att hjärtat stannade. Men det varade bara några sekunder. Jag slöt ögonen och föll ner i en orolig sömn. Hur förbereder man sig för en strid, som kanske aldrig kommer, mot en fiende man inte känner till?

Den natten sköt en jättelik explosion ut Solens korona en miljon kilometer i rymden. Vi var nu så nära Solen att vi kunde se de gigantiska solfläckarna hundratusentals kilometer tvärs över ytan och överspända av broar av eld under vilka hela planeter kunnat rulla fram. Hela kontinenter av plasma steg upp underifrån och kastades ut i rymden mot oss. Vid sådana eruptioner utvecklas på några minuter en energi, som motsvarar tio miljoner exploderande vätebomber.

Väldiga strömmar av het gas bubblar ständigt upp från Solens inre och ut i koronan, som sträcker sig miljontals kilometer ut i rymden. Gaserna samverkar med Solens eget magnetfält och på vissa ställen kan detta bli så komprimerat att det hindrar utflödet av gas. Det är detta, som syns som solfläckar. Solfläckarna kan bli flera gånger större än Jorden och de kommer med en cykel av elva år. Nära solfläckmaximum är flödet av energi från Solens inre som störst.

Gaserna flyger normalt iväg från koronan som ett plasma av fria elektroner och protoner. En soleruption medför en chockvåg i solvinden och dess hastighet blir snabbt flera gånger det normala. Med sin hastighet av 450 kilometer i sekunden nådde den oss tre dagar senare. Stöten kom själva benen i mig att skaka och hjärtat att stanna. En stor våg av strålning vällde ut ur Solen.

-Det värsta jag sett, sade styrmannen.

Vi betraktade solskivan som täckte hela panoramaväggen i kontrollrummet. Koronans strålgång dök upp mot bakgrund av de blekare stjärnorna. En väldig protuberans var minst en miljon kilometer hög och hade höjt sig så långt över Solens yta att dess övre del liknade ett bländande träd av eld.

Vårt akuta bekymmer var hur vi skulle skydda oss mot strålningen. Från det vi märkte den ökande strålningen skulle det bara ta en halvtimme innan nivån blev farlig. En stor solstorm kan medföra en strålning, som är nästan tio gånger dödlig dos. Den skadar kroppsvävnader genom att jonisera materia och bryta upp molekyler.



Kaptenen slog på strålningsskölden, som bestod av supraledande material. Den skapade starka magnetfält för att reflektera bort den farliga strålningen. Vattnet som användes som bränsle i fusionen var en annan skyddsbarriär. Vårt skal av kompositmaterial baserat på kol med högt väteinnehåll skyddade också, för vätet bryter upp jonerna i den kosmiska strålningen. Vi hade också västar, som skyddade lungor och benmärg speciellt känsliga för strålning. Nanosensorer i blodet noterade om vi utsattes för skadlig strålning. Vi fick injektioner mot strålsjuka, men strålningen bara ökade. Till slut drog vi oss in i skeppets skyddsrum och litade på att Gigantica skulle hålla sin kurs. Det behövdes egentligen ingen vakt dygnet runt för Gigantica höll ett öga på sina egna system och kunde lösa de flesta problem fortare än någon människa.

Efter två dagar gick strålningen ner, så att vi kunde komma ut igen men då upptäckte vi att kamerorna, som registrerade vårt läge i förhållande till kända stjärnor, var utslagna. De användes tillsammans med gyroskop för att styra skeppet. Det gällde att mäta vinklarna mellan ett antal stjärnor och planeten man hade som mål. Gigantica var programmerad med de exakta koordinaterna för ljusstarka, vitt åtskilda stjärnor. Hon fungerade ännu men vi hade inget att styra efter. Blint rusade vi vidare mot Venus med tio kilometer i sekunden.

Vi var nu inom Venus gravitation och farten ökade när vi föll in mot planeten. Hela besättningen var samlad i kontrollrummet. Styrmannen ropade ut att vi var en enda diameter från planeten.

-Vi har tappat styrningen, sa han. Gigantica vet inte vad hon ska göra eftersom hon inte känner igen sig.

-Vi måste försöka styra henne själva, sade kaptenen. Vi måste ta ner henne runt Venus annars kan vi hamna var som helst. Jag och styrmannen stannar här på bryggan. Vi ska ta tillbaka kontrollen. Ni andra spannar fast er i era hytter, men jag vill ha kvar Candy här.

-Jag vill inte släppa Candy ifrån mig, sade min fru.

-Det kan bli farligt, sade styrmannen. Vi behöver henne. Giganticas hundhjärna är inte fullärd. Candys kroppsfält är inkopplat på henne. Hon och Gigantica förstår varandra.

Min fru såg på Candy. Candy vände bort blicken. Hon såg bort mot Venus på panoramaväggen.

-Jag förstår, sade min fru. Då får det bli så.

Vi drog oss tillbaka till vår hytt utan Candy. Alla ljus slocknade. På vår panoramavägg såg vi in i kontrollrummet hur vi störtade rakt in mot Venus. Min fru skrek och jag väntade på döden. Den kom inte. Sekunderna gick. Det kokande och vältrande landskapet därnere kom rakt mot oss. Plötsligt började planeten rulla runt. Först fattade vi inte vad som hände. Sedan förstod vi att Gigantica roterade runt sin längdaxel. Hon snurrade fortare och fortare och rätt som det var började planeten på skärmen att hoppa omkring. Gigantica tumlade runt okontrollerat. Trots att vi var fastspända kastades vi fram och tillbaka på britsarna av de vilt slående centrifugalkrafterna.

Framme på bryggan var det långt värre. Vi hörde kaptenen svära och styrmannen skrika i panik. De hade tydligen slitits loss och vi hörde dunsar när de kastades runt i kontrollrummet. Jag var rädd att Giganticas hjärna skulle kollapsa så som Onns hade gjort. Solen och planeten under oss vändes och välvdes i allt vildare tempo. Jag kände hur min mage vändes ut och in och hörde min fru kräkas intill mig. Svettddroppar syntes i hennes panna. På panoramaväggen syntes Candys nakna mot den dansande planeten. Hon satt tydligen fortfarande fastspänd. Hon såg in i skärmen och verkade underligt lugn.

Skeppet var utrustat med små raketmunstycken, som skulle styra dess läge. Jag kände hur det skälvde till, när den ena efter den andra startades och stängdes. Som genom ett underverk började de vilda svängarna minska för att slutligen försvinna helt. Någon eller något hade lyckats stabilisera skeppet, men vi störtade fortfarande handlöst in mot planeten. Hjärtat bultade i pinande skräck. Svetten strömmade från min hals ner under kragen. Det var som att falla ner i en bassäng av eld längs en jättelik rutschbana. Skrovet gnisslade öronbedövande under trycket.

Kaptenen och styrmannen syntes inte till. Men Candy var kvar och plötsligt började hon skälla. Jag fick hjärtat i halsgropen, när motorerna startade för fullt. Så kom en acceleration som kastade oss våldsamt tillbaka och jag pressades neråt i britsen. Det blev svårt att andas. Inbromsningen var så häftig, att jag var säker på att Gigantica skulle brytas sönder. Skeppet skakade och gnydde. Det var inte gjort för sådana påfrestningar.

Venus molniga yta fyllde nu hela panoramaväggen. Det fanns ingen lucka i molntäcket. Vi stirrade in i den lysande väggen och väntade spánt på vad som skulle hända. Molnen genomblänktes av blixlar. En gulbrun molnsvirvel dök upp, en cyklon. Vindhastigheten måste vara fantastisk, för det genom mitt huvud. Jag sökte efter en skymt av markytan, men molnmassorna sjöd i svepande dyningar. Jag fick en känsla av att vi störtade rakt mot en sjudande och bubblande jättegryta.

Så minskade belastningen. Bilderna från kamerorna på utsidan började klarna. Framför oss tornade en mur av åskmoln upp sig. Den sträckte sig från svarta rötter till vita tak som glödde i solljuset. Blixlar syntes i molnen. Blåa strålar slog upp. Planeten under oss rasade som om den ville fördriva oss inkräktare.

Jag pressades ner i bädden av en väldig tyngd och försökte sätta mig upp, men hölls kvar av remmarna. Väggar lade sig åt sidan hela rummet rullade. Jag blev hängande i luften. Sirener tjöt som om skeppet vrålade av smärta. Ljuset flämtade. Jag slungades hit och dit. Tyngdkraften gick i vågor. Blodet strömmade bort från ögonen och det svartnade.

Utanför fönstret återstod bara en smal skära av solljus. Övergången mellan natt och dagsidan var inte skarp och ren som på månen utan diffus när solljuset försvann i den täta och djupa atmosfären. Skeppet krängde när styrraketerna började vrida dess

axel. Stropparna höll mig kvar på britsen. Gigantica vred sig långsamt och lade sig med magen mot Venus. Planeten sjönk i synfältet. Känslan av höjd slog mig plötsligt. Gaserna på ytan virvlade fram i gigantiska jetströmmar. Inom en minut hade det sista solljuset försvunnit bakom oss och skeppet befann sig helt på Venus nattsida. Planeten var ett svart hål i den stjärnbestrodda himlen.

Plötsligt märkte jag att vi inte längre närmade oss planeten. Jag drog krampaktigt efter andan. På något sätt hade vi hamnat i en bana runt Venus. Vi hade tydligen farit fram genom de översta skikten i atmosfären och förlorat så mycket av vår hastighet att vi fångats in i en väldig ellips.

Muskulerna började lyda mig. Vi kunde lossa bindslena och sträcka på oss andfädda och yra i huvudet. Under något som verkade som en evighet passerade vi över planetens yta. Det åskade och blixtrade under oss i Venus koldioxidtäta atmosfär. De gulbruna molnen bestod av svavelsyredroppar och svaveldioxid och högt upp i dem fanns stormar på upp till hundra sekundmeter. Det var mer än dubbelt så mycket som de värsta jordiska orkanerna.

Jag såg hur Candy vände på huvudet och tittade på någon. Det måste ha varit kaptenen och kanske styrmannen, som i tyngdlösheten försökte ta sig tillbaka till sina platser. Av någon anledning fick jag för mig att hennes ögon lyste triumferande. Sedan märkte jag att vi återigen avlägsnade oss från planeten. Jag förstod att vi var på väg upp i en ellips runt den.

-Där är de, ropade min fru och pekade.

Jag ryckte till. Långt borta där den svarta Venushorisonen mötte stjärnhimlen steg lysande punkter upp. Små svarta prickar mot solskivan, som stack upp ovanför Venus. Det var den stora jordiska armadan, våra förföljare. Ytterligare skepp och sedan ännu flera blev synliga ovanför Venus horisont

Vi kunde se flottan glida fram genom rymden lugnt till synes utan ansträngning. Jag studerade de svarta prickarna. Jag såg hur de minskade i storlek när vi steg i ellipsen. De var på väg ner mot Venus, men de skulle inte kunna passera planeten med den bana de hade nu. De måste liksom vi ha förlorat styrningen i solstormen. De hade ju inga tänkande maskiner som Gigantica.

Vi gick över toppen på ellipsen och kom upp bakom de svarta prickarna. Det tycktes som om de långsamt grupperade om sig. De verkade sprida sig som en mänskära med oss i brännpunkten. Varför gjorde de så? Var det inför passagen av Venus eller hade de upptäckt oss? Var det en förberedelse för anfall? Jag blev alldeles iskall. Kanske var vi redan attackerade. Laserstrålar syns inte i rymden. När som helst väntade jag mig att ljuset skulle slockna och rymdens vakuum rusa in och spränga oss till blodiga köttstycken. I kontrollrummet var det full panik. Kaptenen och styrmannen skrek om varandra. Ingen av dem syntes till. Men Candy satt kvar och hon skällde och morrade. Jag märkte hur skeppet ändrade läge i banan.

-Skjut Candy, ropade min fru i falsett. Skjuut!

Tre av skeppen smälte till slag och moln av metallisk plasma. Det måste vara en laser för det genom mitt huvud. Kom den från oss? Plötsligt lystes det största av jordskeppen mitt i linjen upp och försvann sedan i en våldsam explosion. Var det slutet för Plurimax?

Formationen delades på två, som långsamt började svänga runt var för sig, störda just när de måste fatta de avgörande besluten för att kunna passera eller rädda sig runt Venus.

Långsamt svängde de båda formationerna och rätade upp sig som efter kommando men åt olika håll. De verkade ha tappat styrförmågan. De var ju låsta på oss och mellan varandra och de kunde inte gå ner i grupp utan att brytas upp av Venus gravitation.

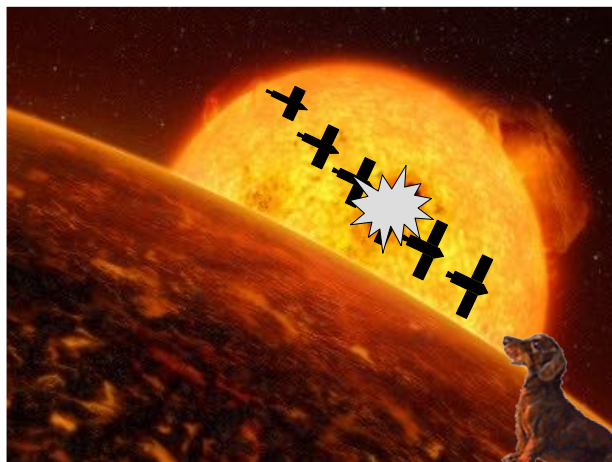
Plötsligt flammade panoramaväggen upp av våldsamma, bländande explosioner. Hela väggen var täckt av lysande punkter och streck. När den långa raden av jordskepp blev synlig igen hade den perfekta formationen råkat i oordning. Nya explosioner bländade oss och när vi åter kunde se gled skeppen i armadan hit och dit. I en bred lucka saknades flera skepp. Jag såg hur de gled omkring och korsade varandra i formationen.

-De slåss med varann, ropade min fru. Som rävar vid grytet när jakthundarna kommer.

Jag antog att de var låsta med ett lasernät. Nu försökte de bryta sig ut för att rädda sig var och en för sig. Här fanns det ingen, som kunde hålla isär dem. Kommunikation med Jorden tog tjugo minuter. Man kunde inte styra dem därifrån.

Ett av skeppen vräktes åt sidan och föll som ett virvlande löv mot ytan och kolliderade med andra skepp. Ytterligare kollisioner följde mitt i ett kaos. Skadade skepp virvlade runt, exploderade och störtade hjälplöst mot Venus. Där nere lystes en väldig och kokande våg av virvlande moln upp av vita och gula blixtar. Om det fanns människor ombord på skeppen, som nu störtade mot ytan, kunde jag föreställa mig paniken och hur människorna därinne vred sig av skräck och fasa under fallet mot Venus glödande helvete.

Inom loppet av några sekunder började de skepp, som var kvar, att skena vilt. Två av dem kolliderade och frös fast tillsammans under ett kort ögonblick. Så exploderade ett av dem. Delar träffade andra skepp och ytterligare kollisioner följde. Nya explosioner syntes, först svagare och sedan intensiva, våldsamma. Skeppen blandades och kom ur kurs, föll som singlande löv ner i Venus



atmosfär för att krossas av trycket. Gnistor flammade upp där nere, när de exploderade. Vi såg det sista skeppet försvinna under molnen, komma fram igen, svepas in i glödande gaser och sedan vara borta. En laserstråle bröt ut genom molnen från den punkt där det försvann. Den ogästvänliga planeten är insvept i moln av svavelsyra som gör ytan omöjlig att skymta. Det finns ett enormt, tjockt lager av moln, 20 km tjockt, som börjar på 50 km över ytan och går upp till 70 km.

Plötsligt var vi själva nere strax över ytan. Så försvann vi återigen på bortsidan av Venus och steg i en ny ellips. När vi kom tillbaka syntes inga skepp längre. Vi var ensamma i banan runt planeten. Allt var stilla. Vid Venushorizonten började den ljusa strimman växa sig större. Gryningen spred sig i de översta molnlagren.

En gäll larmsignal kallade alla till kontrollrummet. Min fru tog sig an kaptenen som var alldeles blodig i ansiktet från ett djupt sår tvärs över pannan. Han var likblek medan hon med hjälp av styrmannen sprejade det så att det började läka. Candy satt kvar vid styrpulpeten. Vi såg på henne och hon såg på oss. Hon gnällde och ville loss. Min fru såg hur det var fatt och tog med henne till toaletten.