



BEVINGAT

Nr 5/2022

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Det första rymdkriget
sid 8

STARLINK



Bredband åt alla
Sid 11



Tillverkat i rymden
Sid 12



Skräpet i rymden sid 13



ICAS kongress sid 2

Den 33:e kongressen för International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS) ägde rum i Stockholm den 4–9 september 2022 arrangerad av FTF i samarbete med Innovair, Sveriges nationella strategiska innovationsprogram för flygteknik. Med 600 tekniska föredrag och ett tusental deltagare från 35 länder var det nytt rekord för ICAS.



Väte som bränsle sid 4



Om hållbara bränslen sid 6

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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

Bland nyheterna

Saab börjar Red Hawk	20
Jetmotor på vatten	21
USAF moderniserar	22
Adaptiv jetmotor.....	23
Elflyg från Göteborg.....	24
Rymdbolagets optiska nät.....	25
Rymdbolagets mån-nät.....	26
Svensk sond till månen.....	27
Texus 57 från Kiruna.....	28
GKN underhåller Gripen.....	29
Luleås gröna raketer.....	30



Varför fågelstjärtar

Sid 15



Historien om
elektrisk
framdrivning

Sid 16



Candy badar
sid 31

2 ICAS kongress



Den 33:e kongressen för International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS) ägde rum i Stockholm den 4–9 september 2022. ICAS grundades 1957 och stöder arbetet i cirka 30 professionella medlemsföreningar från hela världen genom sitt associerade medlemskap samt samarbetar med flygföretag, nationella laboratorier och utbildningsinstitutioner. ICAS håller en kongress vartannat år som täcker alla aspekter av flygvetenskap och teknik och deras tillämpning på både militär och civil luftfart.

Målen för International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS) är att ge möjligheter till kunskapsutbyte, diskussion om flygforskning, teknik och relaterade frågor och att främja internationell medvetenhet och samarbete.

En av ICAS viktigaste aktiviteter är den internationella kongressen vartannat år. Sedan den första ICAS-kongressen i Madrid 1958 har detta vuxit till att bli världens främsta forum för flygteknik. Kongressen lockar ledande experter och ledare för de bästa flygforskningscentra, industrier, universitet och representanter från regeringar. Kongressens ämnen inkluderar de senaste vetenskapliga prestationerna inom flygteknik och utformningen av framtida generationens flygplan, motorer och system för att tillgodose miljöanpassningen av hållbar luftfart. Dessutom är kongressen en unik plattform för företag att visa upp produkter och tjänster och att nätverka med proffs från hela världen. En viktig del av sammankomsten är också att introducera och uppmuntra ungdomar att komma in i flygtekniksektorn via högre utbildning och forskningsverksamhet.

FTF har varit engagerade i ICAS sedan starten 1957 och har arrangerat två framgångsrika ICAS-kongresser i Stockholm 1962 och 1990. FTF var värd för ICAS sekretariat mellan 2003 och 2010 och ICAS programkommittémöte 2011 i Stockholm och Linköping. Genom åren har det varit ett starkt deltagande från Sverige i ICAS kongresser. FTF:s representanter har under många år spelat aktiva roller i ICAS-frågor genom deltagande i verkställande kommittéer och programkommittéer.

Årets kongress arrangerades i samarbete med Innovair, Sveriges nationella strategiska innovationsprogram för flygteknik. Syftet för Innovair är att samordna och stödja intressenter från industri, universitet, institut, föreningar och myndigheter som är verksamma inom flygtekniksektorn. Huvudsyftet är att främja goda förutsättningar för en stark flygindustri i Sverige och att stärka

denna sektor genom ökad samverkan, forskning och informations-spridning.

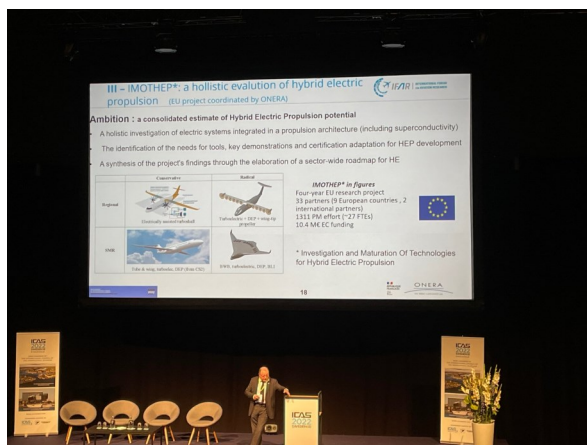
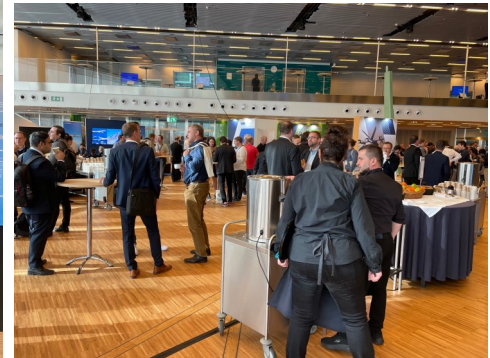
Kongressen samplanerades med ICAS olika organ. Både ICAS programkommitté och svenska arrangörer bjöd in speciella keynoteföredrag samt hela sessioner i avsikt att höja teknisk kvalitet. ICAS programkommitté evaluerade samtliga ca 850 inkomna abstrakts och utvalde de bästa för presentation. Ett stort antal nationella och internationella företag/organisationer bjöds in för att ställa ut produkter eller stötta kongressen ekonomiskt. Fokus lades också på att få med många studenter.

ICAS 2022 hölls på Stockholm Waterfront Congress Centre och samlade över 1000 deltagare från 35 länder, vilket är nytt rekord för ICAS. Med 600 tekniska föredrag, en utställning med deltagande av Saab, GKN, Boeing, Airbus, Clean Aviation, DLR med flera samt ett brett socialt program uppnåddes målen väl.

Föredragen presenterade och diskuterade nya forskningsresultat avseende flygets miljöfrågor, grundläggande flygteknik som aerodynamik, strukturteknik och flygdynamik, flygplansdesign, framdrivning, material och strukturer, system och delsystem och kontroller. Dessutom behandlades också aktuella ämnen som ny teknik som leder till förbättrad prestanda, en renare eller tystare miljö eller mer smidiga utvecklingsprocesser samt nya områden som multidisciplinär optimering, cyber security, systems of systems, artificiell intelligens etc. Ett övergripande resultat är att det finns en samsyn av att tillgången till grön energi är nödvändig för att lösa flygets hållbarhetsfrågor. De två lösningar som fullständigt dominerar är grön vätgas alternativt SAF (sustainable aviation fuels).

Bland de svenska bidragen kan nämnas att Marcus Wandt med en bakgrund som Gripenpilot i flygvapnet, numera chefstestpilot för Gripen E, berättade om utveckling och flygprovning av det nya planet. Vidare tilldelades Anders Blom, Innovair Director, ICAS Daniel och Florence Guggenheim Award som ett erkännande för en livstid av enastående bidrag inom området flygplans strukturella integritet och för sitt främjande av nationellt och internationellt samarbete inom flygforskning.

Mer om kongressen finns på: [ICAS 2022 Congress](#) och [Innovair](#)



Utställare och sponsorer

PLATINUM



Väte som bränsle

Flygtillverkare är överens om att förmågan att producera väte i stora mängder med endast förnybara energiformer som sol- och vindkraft kommer att visa sig vara den mest kritiska faktorn i flygindustrins ansträngningar att utvecklas mot noll CO₂-utsläpp.

[Aviation International News](#)
[How Hydrogen Is Revolutionizing Aviation](#)
[Hydrogen: coming to an aircraft near you](#)

Vätgasdrivna flygplan kan visa sig vara det bästa sättet för flygindustrin att uppnå nettonollutsläpp av koldioxid senast 2050, ett mål som fastställdes 2021 av International Air Transport Association, en flygbolagsorganisation.

Molekylärt väte är ett attraktivt alternativ eftersom den huvudsakliga biprodukten är vattenånga oavsett om det kombineras med syre i en bränslecell för att skapa el för att driva motorer eller förbränns i flytande eller gasformig form. Medan både vattenånga och koldioxid bidrar till atmosfärisk uppvärmning genom att fånga värme som strålar ut från jorden, förblir vattenmolekyler i atmosfären en handfull dagar innan de försvinner eller faller till jorden som nederbörd istället för att dröja kvar i årtionden som koldioxidmolekyler gör.

Förbränning av väte producerar emellertid cirka 2,6 gånger så mycket vattenånga som jetbränsle. Så en viktig fråga handlar om huruvida den extra vattenångan som produceras som avgas genom förbränning av väte kan skapa ihållande strimlor som kontrails som på natten kan värma luften och ge klimatförändringar.

Contrails från flygplan idag utvecklas när vattenånga i avgaserna från kolvätebaserade flygbränslen skapar iskristaller i luften. Kristallerna bildar runda kärnor som tillhandahålls av kolväte-härledda delpartiklar som också emitteras i motorernas avgaser. Eftersom väte-härledda avgaser inte innehåller några kolväte-delpartiklar, kan contrailbildning av motorer som bränner väte visa sig vara mycket minimal.

Men nuvarande vetenskapliga kunskaper om väteproducerad contrailbildning är fortfarande ofullständiga, liksom kunskap om exakt hur omgivande lufttemperaturer, fuktighet och tryck på olika höjder påverkar contrailbildning. Forskare vet dock att förändringar i höjd, vindar och rutter kan minska det.

Att ändra ruten eller höjden på ett jetbränsle drivet flygplan kan också orsaka ökade CO₂ utsläpp, men ett vätedrivet flygplan skulle inte skapa några sådana utsläpp. Så att ändra rutt och höjd för att minska contrailbildning skulle ytterligare begränsa klimatförändringar.

Huruvida den extra vattenångan som produceras genom väteförbränning alls förvandlas till contrails behöver också undersökas. Det gemensamma CFM-Airbus ZeroE-projektet kommer att använda en Airbus A380 för att flygtesta en vätedriven GE Passport turbofläktmotor för att studera eventuella contrails som den producerar.

Att göra väte till ett livskraftigt alternativ till jetbränsle kommer att kräva andra områden av forskning och utveckling. Till exempel skapar förbränning av väte NO_x-bildning (och utsläpp), så forskare måste hitta sätt att minimera NO_x-bildning i vätebrännande turbojetmotorer.



Det krävs dessutom massiva investeringar för att utveckla den komplexa infrastruktur som krävs för att producera vätgas på en miljömässigt hållbar grund och för att distribuera, lagra och distribuera det som ett bränsle på ett säkert sätt, vilket allt måste ske tillsammans med en insats för att utveckla vätgasframdrivningssystem för stora och små flygplan.

Endast om utvecklingen av produktion av grön vätgas och den infrastruktur som behövs för att få den in i flygplanets bränsletankar på ett säkert sätt sker parallellt med utveckling av primära och hybridelektriska former av vätgasframdrivning kan luftfarten uppfylla sitt mål att ersätta Jet-A som bränsle för stora transportflygplan.

Hur den kryogent kalla temperaturen vid vilken flytande väte lagras påverkar material behöver också studeras. Flytande väte, den enda formen med tillräcklig energitäthet som är lämplig för att driva stora, långväga flygplan, orsakar "materialförsprödning" i olika material. Hur försprödning kommer att påverka materialval för bränsletankar och bränslehanteringssystem för flygplan, och dess effekter på delar av livslängden, måste förstås.

Airbus och andra företag som bedriver aluminium och andra metallkonstruktioner satsar på att dessa allmänt använda material erbjuder den snabbaste vägen för att få vätedrivna flygplan till marknaden, medan andra tror att komposittankar är det bästa. Kolfiberkompositer verkar särskilt lämpliga. Komposittankar är på gång hos en handfull företag och tävlar mot metallversioner som den bästa metoden för att lagra molekylärt väte som flygbränsle.

I samarbete med DARPA och NASA har Boeing utvecklat en kryogen raketbränsletank med reducerad massa som är en av de största som någonsin tillverkats och testats. GKN Aerospace har under tiden startat tre vätebränsletankprojekt. En, i Storbritannien, centrerar på värmehärdade kompositbränsletankar. En annan, i Nederländerna, involverar termoplast-komposittankar. Den tredje, i Sverige, fokuserar på metallbränsletankar. GKN planerar att jämföra resultaten för att se vilket material som verkar bäst för lagring av flytande väte.

Tankarna är komplicerade. Att packa vätemolekylerna i flytande form och hålla dem på det sättet kräver extremt låga temperaturer - minst minus 253 grader Celsius. Detta kräver i sin tur en flerskiktstank som för långdistansflygningar behöver ett aktivt kylsystem som i princip fungerar som ett kylskåp genom att cirkulera kryogen vätska som heliumgas genom höga och låga tryck. Och för att avhålla tankens innertemperatur från att stiga under flygningen, vilket skulle resultera i kokning och förvandla det flytande vätet till gas, är tanken dubbelväggig med ett vakuum mellan skikten för att minska värmeöverföringen från tankens yttre.

Tankarna måste också vara stora. Väte ger tre gånger mängden energi per kilo jämfört med traditionellt jetbränsle. Men den fördelen kompenseras av ökad volym. Det skulle ta 3000 liter tryckfritt gasformigt väte med omgivande temperatur för att frigöra samma mängd energi som en liter konventionellt jetbränsle, enligt Airbus, som studerar aluminiumbränsletankar för ett framtida vätepassagerarflygplan. Denna volym kan minskas genom att trycksätta vätet eller lagra det vid kryogena temperaturer för att hålla det i flytande tillstånd. Men även då skulle det ta fyra liter väte för att leverera samma som en liter jetbränsle. Bränsletankarna skulle fortfarande vara för stora för att passa in i ett flygplans vingar och mittsektion som idag.

Vanligtvis kommer endast 5% till 7% av den totala vikten av en tank från själva bränslet. Resten beror på tankstrukturen. Ju lättare tanken är, desto mer bränsle kan flygplanet bära, vilket skulle minska driftskostnaden per passagerare för flygbolagen. Framgången kommer till stor del att bero på att designa och bygga lätta tankar som kan bära stora mängder flytande väte och uppfylla branschens höga standarder för passagerarsäkerhet. Kolfiberkomposit är ett sätt att hålla tankarna tillräckligt lätta för flygplan i alla storlekar, från turbopropplan och jetplan som utför regionala flygningar till de stora passagerarflygplan som behövs för långdistansresor.

Trots potentialen för lättare konstruktioner som komposit ger, är Airbus ett av de företag som håller fast vid metalltankar för tillfället. Som en del av sitt ZEROe-initiativ för att designa och bygga ett vätepassagerarflygplan som skulle börja fungera 2035 utvecklar företaget kryogena aluminiumtankar vid sina olika utvecklingscentra i hela Europa.

Tankens vikt kan minskas genom att bli av med det aktiva kylsystemet och ändra typen av isolering inuti tanken. Planerna kräver att fyra av dessa aluminiumtankar installeras på ett A380-provflygplan som Airbus modifierar till ZEROe-demonstratorn. I den första omgången provflygningar som planeras till slutet av 2026 skulle flytande väte i tankarna förbrännas direkt i en modifierad turbofläktmotor från CFM International, ett joint venture mellan GE och Safran.

Det betyder dock inte att företaget släpper kompositmaterial helt. I slutändan kommer beslutet om att välja metaller eller komposit att komma ner till en mängd olika faktorer. Vissa företag kan anse att komposittekniken inte är tillräckligt mogen och därför riskabel för kortsiktiga applikationer, eller att ett material fungerar bättre än det andra för en viss flygplansmarknad.

Metalltankar är väl förstådda, men oavsett vad de är gjorda av finns det åtminstone en sak som de olika vätetankarna kommer att ha gemensamt: deras former.

Tillverkare föredrar cylindriska tankar för lagring av många typer av gas eftersom formen jämnt fördelar trycket över tanken, vilket förbättrar lagringseffektiviteten.

Denna nya form kräver en avvikelse från den sekellånga metoden att placera bränsletankar i vingarna på regionala jetplan och, när det gäller passagerarflygplan, även i mittsektionen. Istället skulle vätetankar behöva placeras i flygkroppen. Airbus nuvarande plan är att placera tankarna i den bakre delen av flygkroppen, vilket i så fall kräver att man minskar antalet passagerare.

Uppstartföretaget Universal Hydrogen i Kalifornien planerar att använda aluminium för att konstruera de flytande vätetankarna som skulle ingå i företagets första produkt: eftermonteringssatser för att konvertera dagens turboprop regionala plan till hybrid-elektriska. För regionala jetplan planerar Universal Hydrogen också att göra detsamma genom att ta bort några platser från flygplanet baksida. Då reduceras ett flygplan med 70 passagerare till ett flygplan med 55 passagerare.

Universal Hydrogen konstruerar också komposittankar för gasformigt väte. Eftersom det inte behövs förvaras vid kryogena temperaturer är bränslet lättare att lagra och transportera i den formen. De gasformiga tankarna kan också driva samlingar av bränsleceller eller elmotorer för regionala flygplan som utför flygningar med kortare räckvidd. Dessa högtryckskärl skulle bestå av inre och yttre skikt gjorda av kolfiber, antingen lindade eller flätade runt ett plast- eller metallfoder.

Man måste också få allmänheten att acceptera att flyga på väte. Även om det har funnits framgångsrika vätedrivna flygplan tidigare - framför allt Sovjetunionens Tu-155, som först flög på väte 1988 - framkallar frasen "väteflyg" bilder av Hindenburg-luftskeppskatastrofen 1937 som dödade 36 personer. Att lagra vätetankar i ett flygplans flygkropp kan låta skrämmande för passagerare eftersom väte, liksom andra bränslen, är mycket brandfarligt och lätt kan antändas.

Vätemolekylernas extremt lilla storlek innebär att vissa kan undkomma behållaren, till och med glida genom det tätaste potentiella tankmaterialet av alla, ett lager av stål. Men andra industrier har använt väte säkert i årtionden.

För att säkerställa säkerheten planerar Airbus att placera aktiva detekteringssensorer för väte och syre i ZEROe-demonstratorn som skulle kunna upptäcka eventuella läckor på millisekunder. Dessutom kommer väteventilerna att isoleras för att förhindra läckage, och det kommer att finnas aktiva och passiva väteventilationssystem för att undvika att väte koncentreras i någon del av flygplanet.

ZEROe-demonstratorn, ett modifierat A380-flygplan kommer att hjälpa till att styra utformningen av Airbus framtida passagerarflygplan. Planerna kräver flygningar 2026 där en väteförbränningsmotor på demonstratorns bakkropp skulle bränna flytande vätebränsle från fyra hundrakilos tankar som ligger inuti flygkroppen. Airbus baserar sin uppskattning för 2035 för ibruktagande av vätegasdrivna stora transportflygplan på sin förmåga att mogna och flygtesta den nödvändiga tekniken tillräckligt för att senast 2026 börja designa vätedrivna flygplan. Flygplansutveckling, produktion och certifiering skulle sedan ta ytterligare nio år. Först 2035 lär vi få se vätedrivna plan.

Hållbara bränslen

Flygets kanske största utmaning hittills är hur man når nollutsläpp av koldioxid till 2050. Ett alternativ är "Sustainable Air Fuel" (SAF), men trots förbättringar i teknik och effektivitet under de kommande decennierna, kommer SAFs produktionskostnader och tillgänglighet kanske inte att möta behoven.

[Opinion: Inconvenient Truths Behind Sustainable Aviation Fuel](#)

[Putting the "sustainable" in SAF](#)

[Opinion: It Is Time To Move Boldly On Sustainable Aviation Fuel](#)

[Why Sustainable Aviation Fuel Is Finally A Winning Political Card](#)

"Hållbart flygbränsle", eller SAF, är bränslen som produceras från en mängd olika möjliga råvaror som inte tär på naturresurserna. Först var biobränslena, och sedan kom bränslen som härrör från avfall som kommunala sopor, använda matoljor och kasserade animaliska fetter. Nu är det en hård konkurrens för att massproducera nästa klass av SAF, den mest miljövänliga hittills. Koldioxid skall tas ur luften i massiva volymer, blandas med vatten och elektrobehandlas för att skapa kolväten.

Det finns mer än ett sätt att göra jetbränsle av koldioxid, men alla involverar elektrolys, där elektricitet flyter mellan en katod och anod i en behållare av något slag och ger elektroner till vattenmolekyler för att producera syre och vätegas. Det är här "elektro" -delen kommer ifrån i namnet elektrobränsle

Regeringar gör åtaganden för att stimulera hållbart flygbränsle (SAF), Europa genom "Toulouse-deklarationen" och USA med Biden-administrationens mål att ha tillräckligt med SAF för att möta 5-10 % av efterfrågan på flygbränsle till 2030 och 100 % år 2050. En växande lista av nationer, branschorganisationer, flygbolag och tillverkare har uttryckt sina avsikter och positionerat SAF för att spela en nyckelroll för att uppnå nettonoll. Mindre mängder biobränslen används redan, vilket motsvarar cirka 0,1 procent av den globala fotogenförbrukningen, vilket var 300 miljoner ton 2019.

Även om SAF producerar koldioxidutsläpp anses många råvaror i stort sett kolneutrala eftersom de fångar och släpper ut redan utsläppt CO₂. Det finns två typer av SAF, biobränsle tillverkat direkt från växter och avfall, och syntetiskt SAF tillverkat av väte och kol. Även om dessa bränslen släpper ut kol, använder de kol från växter eller kol som fångas direkt från luften, vilket resulterar i nästan nollutsläpp.

eFuels (syntetiska elektriskt framställda bränslen med vätgas och syrgas som bas) i kombination med förnybara källor för el och CO₂ är särskilt lovande med tanke på deras potential att minska utsläppen under hela livscykeln med 90 % jämfört med Jet A. Syntetiska bränslen produceras ännu inte i industriell skala, men demonstrationsanläggningar är på gång.

Motorer som drivs av SAF avger nästan exakt samma mängd koldioxid som de som bränner konventionella bränslen, även om preliminär forskning visar att SAF kan producera mindre sot än konventionella bränslen, vilket ger mindre miljöskador på höga höjder.

När det gäller en elektrobränsle skulle inte mer koldioxid frigöras vid förbränning än vad som tas från atmosfären. När det gäller biobränsle skulle utsläppen från flygplanet kompenseras av det faktum att nya bränslegrödor ständigt växer och extrahestrar koldioxid från luften. Positivt är också mängden metangas som minskar när kommunalt skräp omvandlas till SAF, snarare än att tillåtas ruttna i en deponi.



Eftersom SAF-produktion använder CO₂ som råvara, minskar det avsevärt bränslets koldioxidavtryck. Med 80 procent eller mer, beroende på vilken process som används. SAF kan redan "släppas in" i den befintliga flottan genom inblandningar på upp till 50 procent, utan att behöva anpassa infrastrukturen, flygplanet eller motorn. I de första försöken har SAF dessutom visat stor potential för att minska kondensstrimmor och deras klimatpåverkan.

Åtminstone på kort sikt visar flygbolagen mest intresse för SAF tillverkade av avfall. En United Airlines Boeing 737 MAX 8 från Chicago på en reguljär flygning till Washington DC blev det första planet, som flög på 100% SAF tillverkad av matolja och kasserade animaliska fetter i en av sina två motorer.

SAF är mestadels kompatibla med dagens motorer och kräver inga kostsamma byten av flottan till skillnad från elektricitet och väte, som kommer att begränsas till kort- och medeldistansuppdrag, med tanke på energi- och volymbegränsningar.

Pratt och Whitney är bland de motortillverkare som utför markprov med 100% hållbart flygbränsle för att verifiera att deras motorer fungerar på dessa alternativa bränslen. Man har använt en SAF från vegetabilisk olja för att driva en av de nya GTF Advantage-motorerna, planerad att tas i bruk 2024 på Airbus A320neo-flygplan.

Liksom alla SAF måste elektrobränslena vara tillräckligt kemiskt lika konventionella jetbränslen för att kunna ersätta dagens Jet A- och Jet A-1-bränslen utan några motormodifieringar. Nuvarande regler tillåter inte ett plan att flyga enbart på SAF. Bränslena måste blandas med den konventionella typen till en maximal blandning på 50/50, men 100 % SAF-flygningar har redan demonstrerats som den nämnda av United Airlines. Redan 2008 lyfte en Virgin Atlantic Boeing 747 från London till Amsterdam, där en av jetplanets fyra motorer brände en blandning av 80% konventionellt bränsle och 20% bränsle från kokosnöt och palmfröolja. Boeing har också åtagit sig att göra sina flygplan kapabla för 100 % SAF till 2030.

Hållbara bränslen

Men trots teknik och effektivitetsförbättringar under de kommande decennierna, kommer SAFs produktionskostnader och tillgänglighet att göra det svårt att möta flygbehoven även med statliga incitament som sporrar till investeringar.

Dagens SAF fokuserar främst på hydrobearbetade estrar och fettsyror (HEFA) tillverkad av triglycerider och fettsyror från vegetabiliska oljor (t.ex. raps, sojaböner och majsolja) samt tallolja (en samprodukt från massa- och pappersindustrin) förutom användningen av animaliska fetter. HEFA står för mer än 85 % av all SAF och förnybar dieselproduktion efter 2025. Råvaror för HEFA utgör mer än 80 % av kostnaderna och efterfrågan från SAF och andra biobränslen har redan drivit upp insatspriserna avsevärt och mer än fördubblat dem under de senaste två åren, vilket lockar till sig icke-hållbara råvaror som jungfruolja. I slutändan är det teoretiska utbudet begränsat till cirka 40 ton, vilket skulle möta mindre än 10 % av 2050 års Jet A-efterfrågan.

Andra råvaror som biomassa, kommunalt fast avfall och eFuels kommer att kräva miljarder dollar i kapitalutlägg. Enligt uppskattningar skulle 1,3 miljarder dollar i bearbetning och förnybar energi generera mindre än 25 % av 2050 års Jet A-efterfrågan, och det skulle ta mer än 10 miljarder dollar för att teoretiskt nå 100 %.

Framför allt gynnar raffinaderiekonomin för närvarande förnybar dieselproduktion framför SAF-produktion och att lägga om den mot flyg, som har färre möjligheter till elektrisk framdrivning genomförbara i stor skala, kommer att kräva incitament och/eller mandat.

I slutändan skulle kostnaderna för SAF som uppskattas till 2-3 gånger historiska Jet A-priser behöva minska. Medan dagens höga oljepriser kan bidra till att minska denna klyfta, skulle högre biljettpreiser oundvikligen tära på efterfrågan på resor. Om vi inte är beredda att begränsa flygtrafiken för att minska koldioxidutsläppen kommer därför industrin så småningom att behöva accelerera andra tekniker i sin flotta och troligen kräva mer tid för att nå dit.

Det behövs massiva investeringar och incitament långt över nuvarande åtaganden för att påskynda annan teknikutveckling och nödvändiga infrastrukturutgifter. Samtidigt kommer konkurrerande teknologier sannolikt att kräva sin del av knappa investeringsresurser och leda till förseningar i teknikinförandet.

Med tanke på att flygplanen håller i genomsnitt lite mer än 20 år och att teknologier sannolikt inte kommer att vara tillgängliga för massintroduktion i flottor förrän långt in på 2040-talet, kan det kännas osannolikt att sätta ett 2050-mål.

Tuffa val kommer att behöva göras. Antingen kommer resor återigen att bli en lyxvara, eller så kommer målen att behöva ses över när vi satsar på att skala upp teknologier, som i stort sett bara finns i labbet idag. Och dessa kommer att behöva anpassas bättre till fysikens verklighet, möjliga tidslinjer för mognadsteknologi och gränserna för SAFs råmaterialkapacitet till rimliga priser.

Om flyget ska bli klimatneutralt måste hållbara flygbränslen användas över hela linjen år 2050. Den totala efterfrågan uppgår till cirka 600 miljoner ton. För att möta den efterfrågan kommer det att vara viktigt att tillhandahålla stora mängder

förnybar energi och CO₂ för syntetiska SAF. Efterfrågan kommer initialt att behöva tillgodoses med dagens tillverkningsprocesser. Avancerade syntetiska processer som är mycket hållbara måste följa.

Flygindustrin står för cirka 2,5 % av de globala koldioxidutsläppen årligen. I oktober 2021 släppte International Air Transport Association sin färdplan för att uppnå netto-noll koldioxidutsläpp till 2050. Ungefär två tredjedelar av planen är beroende av hållbart flygbränsle (SAF). Många flygbolag har åtagit sig att ersätta 10 % av flygbränsle som de använder med SAF till 2030. Resten ska komma från koldioxidkompensation och innovation inom flygplan och framdrivning, vilket kan inkludera elektrisk eller vätegasframdrivning eller hybrider.

Även om helelektriska eller hybridflygplan och väteframdrivning är innovationer som är värda att eftersträva, är verkligheten att dessa tekniker kan vara decennier borta från lönsamhet, vilket kräver avsevärda investeringar i FoU och infrastruktur. Väte utgör grunden för flera SAF-produktionsprocesser. Det betyder att flyget kan använda vätegas och SAF som komplement. Över långa avstånd kan SAF ha fördelar framför väte, men på kortare avstånd visar bränsleceller stor potential och är praktiskt taget utsläppsfria.

Generering av el och batteriteknik är långt ifrån tillräckligt avancerad för att driva ett stort kommersiellt flygplan. Vätegas måste hållas i flytande tillstånd, vilket innebär betydande utmaningar ombord på ett flygplan under långa flygningar och skulle också kräva helt ny infrastruktur. Å andra sidan är SAF en mogen teknologi, som kan använda befintlig infrastruktur och är redo att skalas upp.

Den främsta utmaningen är kostnad och skala. Europa införde nyligen mandat för hållbar användning av flygbränsle (SAF). Från och med 2025 kommer operatörer att vara skyldiga att använda 2 % SAF, vilket ökar till 5 % till 2030, 32 % till 2040 och 63 % till 2050. Biden-administrationen driver också en dramatisk ökning. Priset på flygbränsle – och flygresor – kommer därför att öka.

Biobränslen är ungefär fyra gånger så dyra som traditionellt flygbränsle, medan syntetisk SAF kan vara upp till tio gånger dyrare. Och det nuvarande utbudet av SAF är mindre än 0,1 % av industrins volym. Flygbränslekostnaden är i genomsnitt cirka 22 % av en flygning. Så en ökning av bränslekostnaden tio gånger är inte lönsam. Kostnaden kommer dock att minska dramatiskt med storskalig produktion. Dessutom lovar nya, innovativa processer att producera SAF ungefär 1,5 gånger dyrare jämfört med traditionellt jetbränsle. Om det uppnås skulle den ökade kostnaden per flygning vara cirka 10-11 %.

Efterfrågan är tillräckligt stor för att absorbera denna kostnadsökning. Branschen förutspår en årlig tillväxttakt på 4 % i passagerarmil under de kommande decennierna. Dessutom förväntas den globala medelklassen växa under det kommande decenniet till 60 % från cirka 25 % av världens befolkning, vilket skapar cirka 2,8 miljarder potentiella nya kunder. Efterfrågan på flyg har varit mycket motståndskraftig efter lågkonjunkturer under de senaste två decennierna och kommer troligen att vara så även i framtiden. Med alla sina begränsningar förefaller SAF vara det mest realistiska sättet att möta denna efterfrågan.

Det första rymdkriget

Ukraina-konflikten pekar på framtiden för rymdkrig. Aktiviteter i rymden har hjälpt Ukraina att samla internationellt stöd, katalogisera krigsförbrytelser och tillhandahålla nyckelspaning och robusta och motståndskraftiga kommunikationer, som har hjälpt en mycket mindre makt att försvara sig mot överväldigande odds.

<https://www.aerosociety.com/news/ukraine-conflict-points-to-a-future-of-space-enabled-war/>

<https://theconversation.com/space-may-soon-become-a-war-space>

Kriget i Ukraina har kännetecknats av förvånansvärt dåliga ryska prestationer inom taktik, logistik och luftkrig – men också inom de relaterade domänerna cyber och rymd. Innan konflikten bröt ut förväntade sig vissa analytiker att Moskva skulle utnyttja sina imponerande kapaciteter inom cyber- och rymdkrigsföring för att förblinda, förnedra och förvirra både Ukraina och NATO. Med Moskvas långa erfarenhet av dessa "gråzonsoperationer" förväntade vissa experter sig att storskaliga cyberattacker inför invasionen skulle skapa förvirring och kaos och förhindra ett samordnat svar.

Det mest uppmärksammade försöket med cyberattack, som av en slump involverade rymden, var den 24 februari, när ett storskaligt hackningsförsök på ViaSats satellitnät i Ukraina avbröt tjänsterna i flera dagar. I mitten av maj bekräftade USA och EU att detta var en statligt sponsrad cyberattack spårad till Ryssland.

Men trots den fulla ansträngningen av ryska cyberattacker, störningar och kinetiska angrepp på Ukrainas telekommunikationer, har landets viktiga kommunikationslänkar (och även vardagliga) förblivit i drift.

Två saker förklarar detta. Den första är det omvälvande ingripandet av Elon Musks Starlink mega-konstellation som rullades ut på rekordtid till ukrainska prenumeranter. Landet har nu fler Starlink-användare än USA, som förbinder människor i både landsbygds- och stadsområden samt militära styrkor på slagfältet.

Terminalerna är billiga och lätta att dölja och amerikanska regeringstjänstemän har blivit chockade över hastigheten med vilken SpaceX kunde distribuera dessa efter att en tweet om hjälp åtgärdades av Elon Musk, men också när det rapporterades att mjukvara rullades ut med uppdateringar för att motverka rysk jamming nästan över en natt. Med över 2 000 Starlink-satelliter i LEO ger detta en motståndare en omöjlig utmaning att ta dem alla ur spel.

Kommersiella företag som Starlink har lyckats fenomenalt bra med att motstå



försök att hacka och förneka, vilket visar lönsamheten i att använda kommersiell teknik i en operativ miljö. Något som Starlink måste vara robust och motståndskraftigt om det ska vara kommersiellt gångbart. Starlink har varit en spelförändring för att hålla Ukraina uppkopplat och kämpa.

Denna kommunikationsförmåga står i skarp kontrast till de utmaningar som ryska enheter ställts inför i kriget. "Räckvidd" till högre nivåer och befälhavare i Moskva har varit dålig, vilket har resulterat i att civila radioapparater avlyssnats av ukrainsk signalunderrättelsetjänst. Samtidigt har ryska generaler, skickade till frontlinjen för att ta direkt kontroll på grund av dessa dåliga länkar, stupat vilket ytterligare förvärrar Rysslands misskötsel av kriget.

Kort sagt, tack vare de senaste erfarenheterna av sonderingsoperationer i "gråzonen" borde Rysslands cyber- och rymdkrigsföringsstyrkor vara de mest erfarna, men de kunde ändå inte hålla jämna steg med både kommersiell innovation och nya motåtgärder från västvärldens egna militära cyber- och rymdproffs.

Samtidigt tillät kommersiella satellitbilder av det slag som tillhandahålls av företag som Planet och Maxar Technologies USA och västmakterna att offentligt ropa ut att en planerad invasion var på

gång. Uppbyggnaden av trupper, stridsvagnar, artilleri och stödenheter som fältsjukhus, tillsammans med flygplan och helikoptrar i Vitryssland blottade Putins lögner om att detta bara var en militärövning med försenad hemresa och inte en invasion. Med detta hjälpte högupplösta kommersiella satellitbilder västvärlden att avvärja Moskvans informationsverksamhet i kontrast till annekteringen av Krim 2014 där världen stod förlamad över vad som pågick.

Det avgörande är att detta gjordes utan att offentligt omfatta USA:s kapacitet av spionsatellitbilder med otvivelaktigt högre upplösning, som man har tillgång till. Användningen av fritt tillgängliga satellitbilder med öppen källkod ökade trovärdigheten för varningar, förändrade den internationella och allmänna synen och undvek en upprepning av de ökända amerikanska motiveringarna för kriget med Irak 2003, som delvis väcktes till liv av USA:s satellitbilder som felaktigt identifierade kycklingfarmer som mobila anläggningar för massförstörelsevapen.

Dessa bilder, i kombination med en aldrig tidigare skådad utgivning av amerikansk och västerländsk underrättelsetjänst från andra källor, hjälpte till att samman-smälta en "koalition av de villiga" till att ge mer vapenhjälp till Kiev, vilket avtrubade och stoppade invasionen.

Utan användningen av dessa satellitbilder och utan ukrainarnas heroiska motstånd, skulle en överraskande rysk attack för att installera en egen pro-Moskva president, som sedan skulle uppmana ryska "fredsbevarare" att ingripa för att stabilisera situationen, lätt ha kunnat äga rum. Det är värt att komma ihåg att USA vid ett tillfälle erbjöd sig att flytta president Zelensky till ett säkert land med en exilregering, vilket han vägrade.

Kommersiella rymdbilder (optiska från Maxar och allväders-SAR från ICEYE) var ytterligare en "gamechanger" för den ukrainska militären när det gällde att spåra fiendens invasionsstyrkor och utarbeta en strategi för att försvara sig mot dem.

Dessa satellitbilder har inte bara varit avgörande för att neutralisera de ryska informationsoperationerna och visa världen omfattningen och storleken på uppbyggnaden. De visade också de fruktansvärda krigsförbrytelser som begicks av ryska trupper under ockupationen och tillhandahöll nyckelbevis till den dag de ställs inför rätta. Kommersiella bildsatelliter, som drivs av Maxar, kan nu visa föremål som kroppar som ligger på gatan i platser som Bucha, som, när de korsrefereras med datum för trupprörelser och pressfotografier tagna på marken, effektivt kan knyta specifika ryska enheter till att vara närvarande när civila brutalt avrättades. Satellitbilder av en teater i Mariupol som användes som ett civilt skyddsrum, visade tydligt ordet "barn" skrivet på marken utanför med stora bokstäver,

Detta detektivarbete med öppen källkod från rymden, tillsammans med andra bevis på aggression, kommer att vara avgörande för att ställa förövarna inför rätta.

Slutligen är en annan lärdom från konflikten i Ukraina, behovet för länder att överväga ett eget suveränt uppskjutningssystem för att säkerställa garanterad tillgång till rymden. Även om Ukraina hade en mycket kapabel flyg- och rymdsektor, hade man inte utvecklat ett eget suveränt rymdträdessystem. Det finns alltså när kriget väl är avslutat, ett behov för Kiev att utveckla sin egen tillgång till rymden. I mer fredliga tider har det gigantiska flygplanet An-225 Mirya, som förstördes i invasionen, vid ett tillfälle föreslagits som ett moderskepp för rymduppskjutning för det ryska rymdplanet Maks.



Ukraina, med sin omfattande erfarenhet av rymd- och rymdssystem (såsom raketmotorer, Zenit-uppskjutare, missilstyrning etc) har det tekniska kunnandet för att bygga upp sin egen uppskjutningskapacitet. De snabbt fallande kostnaderna för uppskjutningar och ett nära partnerskap med Storbritannien, USA och andra gör Ukraina till en naturlig ny allierad som en framväxande rymdmakt. Ukraina var faktiskt det nionde landet som under tecknade USA:s Artemis-avtal om fredlig utforskning av månen.

Om man förklarar rymden som en krigszon kan Nato börja använda rymdvapen, som kan förstöra satelliter eller inkommande fientliga missiler. Som en nyhet inom rymdteknik har Ryssland skjutit upp en kommersiell satellit speciellt utformad för att möta andra satelliter. Syftet är fredligt: man kommer att utföra underhållsuppgifter på andra satelliter i omloppsbana.

Det faktum att kommersiella företag har denna förmåga innebär förmodligen att den redan finns för globala militärmakter. Om ett land eller företag kan manövrera sina egna satelliter i närheten av andra, kan det göra det i militärt eller sabotage-syfte, potentiellt utan upptäckt.

En annan utveckling är Frankrikes senaste tillkännagivande att man kommer att bygga "livvaktssatelliter" beväpnade med antingen kulsprutor eller lasrar. Detta efter ett tillkännagivande om att USA skapade en rymdstyrka 2018. Många

andra nationer kan snart följa efter.

Men hur skulle sabotage och krigföring gå till egentligen? En metod innebär att man avfyrar en intensiv stråle av mikrovågor mot ett föremål. Faktum är att sådant har provats tidigare av polisen som ett sätt att stoppa en fortkörande bil genom att inaktivera elektriska apparater på fordonet.

Ett sådant koncept som används mot satelliter skulle utgöra ett "riktat energivapen", vilket gör det möjligt för nationer att inaktivera andra länders satelliter utan att skapa stora moln av orbitalskräp. Man kan potentiellt få en sådan attack att se ut som en olycka och förneka inblandning.

Användningen av "radiostörning" för att störa radar och kommunikation går tillbaka till andra världskriget. Genom att översvämma en radiomottagare med radiobrus kan man dölja mottagningen av äkta signaler och göra systemet inoperativt. Det här är lite som att försöka upptäcka ljuset från ett ljus mot skenet från bilstrålkastarna.

Satelliter testas noggrant för självgenererat radiobrus innan de sätts ut i rymden. Men om en "fientlig" satellit i närheten medvetet skulle rikta bredbandsradiosändningar mot målsatelliten, kan kommunikationen störas helt.

Sådan rymdbaserad elektronisk krigföring kommer sannolikt att bli ett ökande problem för militära planerare. Faktum är att många militära tjänster på jorden nu är beroende av rymdteknik för att fungera.

Den överlägset mest uppenbara metoden att störa en satellit är en solid projektil. Rörliga satelliter har mycket hög kinetisk energi. Om ett långsammare rörligt föremål kan placeras i en satellits väg, kommer den resulterande kollisionen att vara särskilt förödande.

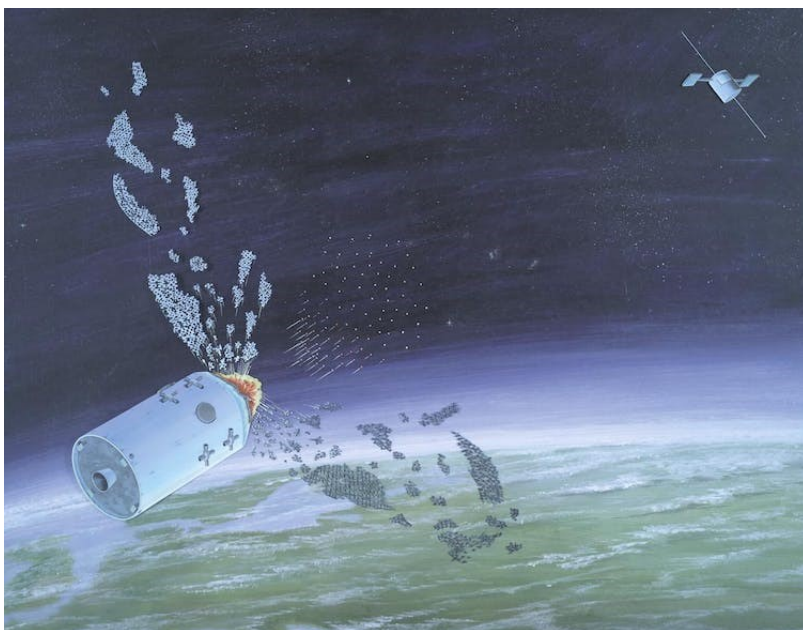
Detta har tidigare bara använts för att ta satelliter ur drift i slutet av deras liv, med USA, Ryssland Kina och Indien som visat sin förmåga att utföra detta. Denna typ av borttagning består av en marklanserad missil riktad mot satelliten. Om den riktas mot en motståndarsatellit skulle en sådan missil vara ganska uppenbar och kan spåras av andra nationer som använder radar.

En mer subtil metod skulle vara att förstöra en satellit som ägs av landet eller företaget som startar missilen och syftar till att producera så mycket skräp som möjligt, som sedan ligger i det avsedda målets omloppsbana. Detta kan se ut som en olycka och inträffade faktiskt av misslag 2007.

När det gäller kinetiska vapen i rymden är maskingevär i allmänhet problematiska på grund av den rekyl som är inblandad. Om vapnet avfyras i någon vinkel som inte ligger i den exakta riktningen för den omloppsbana som satelliten färdas längs, kommer ett vridmoment att appliceras och snabbt ändra riktningen på den. Idén om kinetiska vapen har försökts tidigare. Den sovjetiska rymdstationen Salyut-3 var till exempel beväpnad med en snabb eldkanon i mitten av 1970-talet.

Lasrar betraktas också som defensiva vapen, med tanken att ta ut attackerande satelliters solpaneler. Utan ström kommer satelliten inte att kunna kommunicera med markstationen och går i huvudsak förlorad. Rekylen från en laser är mycket mindre och bristen på atmosfär skulle göra det möjligt för dem att prestera bättre än på jordens yta.

En laser kan användas för att förblinda instrumentering på en motståndarsatellit. De mest troliga satelliterna som skulle angripas skulle vara de som är dedikerade



till kommunikation eller observation. Med de senaste forskningssatelliterna, som kan ta bilder ner till en upplösning på 30 cm, kommer militära versioner sannolikt att bli ännu bättre. En nation utan kommunikationsmöjligheter eller förmåga att observera andra kommer aldrig att veta vem som har inlett en attack mot dem.

Men hur skulle ett rymdkrig se ut från jorden? Medan sci-fi-filmer har konditionerat oss att tro att rymdlasrar skulle använda synligt ljus, producerar kortare våglängder faktiskt mer kraft. Det är osannolikt att några observatörer på jorden direkt skulle se några effekter av rymdkrigföring, såvida inte en kinetisk kollision faktiskt bryter upp en rymdfarkost med skräp som antänds när det kommer in i atmosfären igen. Men attacken skulle naturligtvis märkas i våra liv på jorden, stora GPS, tv-tjänster och till och med kontantuttag.

Användningen av kärnvapen och massförstörelsevapen i rymden är för närvarande förbjuden enligt fördraget om yttre rymden och fördraget om fullständigt förbud mot kärnsprängningar. Men inte alla kärnvapenbeväpnade nationer har ratificerat det senare, till exempel inte USA och Nordkorea.

Ett litet antal kärnvapenprov i rymden genomfördes på 1960-talet inklusive Starfish Prime, som var ett kärnvapenprov på hög höjd, som utfördes av USA 1962. Explosionen ägde

rum på en höjd av 400 km ovanför Stilla Havet och var ett av fem som genomfördes av USA i rymden.

De resulterade i att konstgjorda strålningsbälten bildades runt jorden som fortfarande var detekterbara årtionden efter händelsen och utgjorde en fara för astronauter. Dessa strålningsbälten inaktiverade också ett halvt dussin satelliter i låg jordbana. Om resultaten av Starfish Prime är något att gå efter, skulle det helt klart bara krävas en handfull kärnvapendetonationer för att göra rymden oanvändbar för satelliter i årtionden framöver.

Med tanke på de alternativ som nu blir tillgängliga verkar det viktigt att komma ihåg att rymden enligt fördraget om yttre rymden endast ska användas för fredliga ändamål och förbli "hela mänsklighetens" domän. Om sådana fördrag verkligen kommer att följas i ett aktivt läge är förstås en annan sak.

Bredband åt alla

Nära 3 miljarder människor har aldrig använt internet, men miljardärerna Elon Musk och Jeff Bezos är på väg att minska den digitala klyftan.

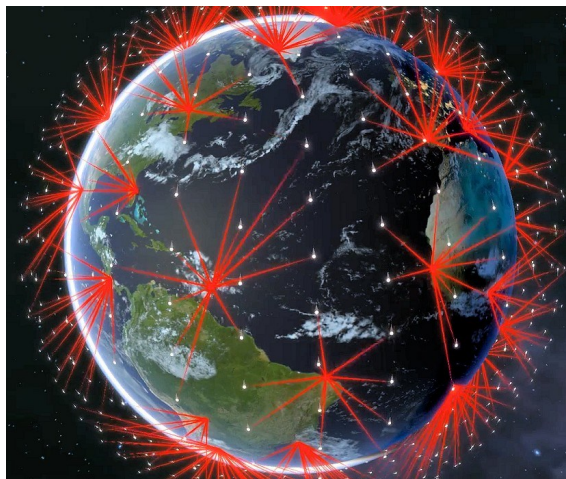
[Washington Post](#)

De två entreprenörerna tävlar om att skjuta upp tusentals små satelliter, som kommer att fara runt världen i det som kallas Low-Earth orbit (LEO) och förbinda platser, som är för avlägsna för markbaserat bredband eller har isolerats av naturkatastrofer eller konflikter. Kina och vissa europeiska länder stöder rivaliserande LEO-system av rädsla för att stängas ute från en kritisk framtida teknik. Men att exploatera denna speciella bit av jordens atmosfär kommer med tunga startkostnader samt komplexa och potentiellt farliga utmaningar.

De flesta LEO-satelliter cirklar från 500 kilometer till 2000 kilometer över jordens yta, så att de kan skicka data till marken snabbare än traditionella kommunikationssatelliter, som är stationerade ungefär 36000 kilometer ute i rymden. Dessa system med hög omloppsbana har en mediansignalfördröjning, eller latens, på nästan 600 millisekunder för en rundresa - för långsam för teknik som live videostreaming, självkörande bilar och högfrekvent värdepappershandel. Starlink siktar på latens så låg som 20 millisekunder, som Musk hoppas så småningom kunna halvera. Vid dessa hastigheter kan LEO-satelliter konkurrera med de snabbaste marknäten.

Varför behövs då så många satelliter? Satelliter som är närmare jorden ser en mindre del av dess yta, så då behövs fler av dem. Dessutom ökar hastigheten som behövs för att ett objekt ska hålla en stabil bana i LEO - uppnådd genom att balansera dess hastighet med jordens gravitation— så en satellit måste resa i cirka 27 000 km / h för att hålla sig uppe och cirkla runt planeten på 90 till 120 minuter. Eftersom varje satellit bara är i kort kontakt med en marksändare måste en annan dyka upp i horisonten innan den första går ur sikte. För att säkerställa att det alltid finns en satellit över huvudet behöver man massor av dem utsträckta längs korsande vägar som omsluter världen.

Företagen, som driver satelliterna, tjänar pengar genom att sälja sina tjänster till regeringar, företag som arbetar i avlägsna regioner och leverantörer av markbundna trådlösa 5G-nät och fasta bredbandstjänster, som behöver fylla luckor i sina egna nätverk. Tekniken sattes på prov i Ukraina, där Musks Starlink-system hjälpte till att hålla civila och militären online efter att ryska styrkor invaderat. Bolagen siktar också på att sälja direkt till konsumenter i fattigare länder där bredbandet är ojämnt. För det måste de sänka kostnaden för markterminalerna. Ett Starlink-paket kostar \$ 599 i USA, exklusive anslutningsavgiften. Tidigare LEO-projekt som Iridium, Globalstar och Orbcomm gick i konkurs. Dagens system är mer livskraftiga eftersom kostnaderna för satellituppskjutning har störttyckt med introduktionen av lättare, återanvändbara raketer. Musks Falcon 9 kan skicka upp en satellit till en kostnad av 2 600 dollar per kilo, ned från ungefär 10 000 dollar för två decennier sedan. Det uppskattas att Starlink kan kosta upp till 30 miljarder dollar att installera, och Musk har sagt att de årliga intäkterna så småningom kan nå 50 miljarder dollar, vilket hjälper till att finansiera hans ultimata ambition - att kolonisera Mars.



Musks rivaler är inte långt efter. I april slöt Bezos Amazon.com Inc det största uppskjutningsavtalet någonsin för att skicka upp mer än 3 000 satelliter till sitt Project Kuiper-nätverk. Kina bygger en LEO-konstellation, och vissa europeiska regeringar är angelägna om att utveckla en egen oberoende förmåga. Frankrikes president Emmanuel Macron har sagt att det är en "fråga om suveränitet" att skapa ett satelliterbjudande som kan konkurrera med Musk. I juli sa den franska satellitoperatören Eutelsat Communications SA att det var i samtal om att gå samman med det brittiska LEO-nätverket OneWeb Ltd., delägt av den indiska miljardären Sunil Mittal och den brittiska regeringen. I slutet av decenniet kan det finnas mer än 100 000 satelliter runt jorden, mer än 20 gånger antalet, som var i drift i början av 2022. Astronomer har redan märkt den växande trafiken och klagat över att Starlink-satelliter stör deras syn på rymden.

Eftersom satelliterna rör sig så snabbt är kollisioner svårare att förutsäga och kan vara förödande. En 10 centimeter bit skräp som färdas i LEO kan innehålla ungefär lika mycket energi som 7 kilo TNT, tillräckligt för att krossa en satellit i tusentals bitar. Radardetekteringssystem kan uppskatta en satellits bana endast till inom några kilometer eftersom solstrålning och atmosfäriskt motstånd gör omloppsbanorna något oregelbundna. LEO används redan av satelliter för klimatobservation, jordavbildning och militära ändamål, liksom av den internationella rymdstationen. Det är också fullt av döda satelliter och herrelösa bitar av gamla rymdfarkoster. Det finns en oro för att några kollisioner kan leda till ytterligare sådana, vilket skapar moln av skräp som sätter LEO: s mest användbara banor ur spel i århundraden. Det finns olika förslag för att ta bort rymdskräp. Men de skulle kosta miljarder dollar, och regeringarna kan inte bestämma vem som ska betala räkningen.

Tillverkning i rymden

Dussintals företag utvecklar nu teknik för att utnyttja mikrogravitationsmiljön för tillverka bättre varor och material än på jorden. Men tillverkningen i rymden är på väg att nå en avgörande punkt. Hur tar man hem produkter på ett säkert sätt i tillräckliga mängder?

[What goes up...](#)

Att få ut saker i rymden har aldrig varit enklare. SpaceX, Rocket Lab och andra lanseringsföretag har kraftigt sänkt kostnaden för att åka till rymden och ökat uppskjutningstakten med totalt 135 uppskjutningar 2021 - mer än något annat år i historien.

Men medan rymden är mer tillgänglig än någonsin, är det svårare att komma tillbaka. För närvarande är SpaceX:s Dragon det enda USA-tillverkade farkoster, som kan få tillbaka någonting. Inte riktigt redo är Boeings Starliner-kapslar och Sierra Space's Dream Chaser rymdplan, och naturligtvis har Ryssland sina Soyuz-kapslar och Kina sina Shenzhou.

Mycket mer returkapacitet kommer att behövas för att göra rymdtillverkning till något, som kan omvandla hela industrier på vår planet. Hittills har förmågan att göra användbara föremål i rymden, såsom optiska fibrer som kan göras till kablar, demonstrerats på den internationella rymdstationen. Tillräckligt med material har tagits hem ombord på Dragon för att visa löftet om tillverkning i rymden och nu tittar nystartade företag på nya och billigare sätt att få tillbaka material från rymden.

Idag måste last som återvänder från rymdstationen ISS passa in på hyllor eller fack ombord på de skåpbilsstora Dragon-kapslarna. Och sådana transporter görs bara med några månaders mellanrum i bästa fall. Allt som tillverkas i rymden har därför för närvarande långa leveranstider.

I Storbritannien har man dock en annan idé. Ett företag, som heter Space Forge och är baserat i Cardiff, utvecklar en metod för att skydda var och en av sina återanvändbara små rymdfarkoster när de plöjer genom atmosfären. Om det lyckas kan material och produkter tillverkas i omloppsbana och släppas tillbaka till jorden efter behov, utan att vänta på en resa med en Dragon, Dream Chaser eller Starliner.

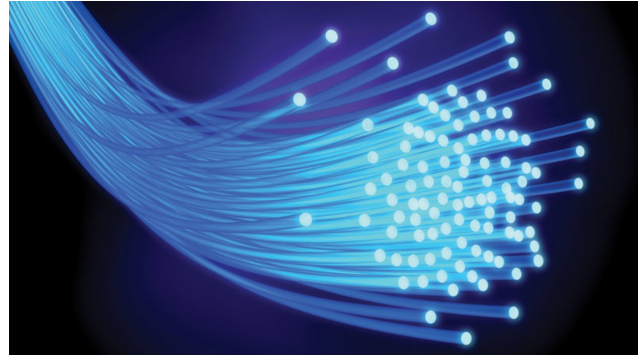
I stället för en ablativ värmesköld har Space Forge en sköld som ett upp och nervänt paraply. När rymdfarkosten passerar genom atmosfären kan skölden fungera som en fallskärm.

Företaget planerar att snart lansera en liten demonstrationsfarkost som heter ForgeStar-0 från Storbritannien på en Virgin Orbit-raket i vad som skulle vara den första uppskjutningen från landet. Rymdfarkosten kommer att prova företagets egenutvecklade återinträdessköld, som under framtida operativa uppdrag skulle skydda en satellit från atmosfärens brännande värme.

Ett riktigt prov kommer möjligen så tidigt som nästa år, när företaget lanserar sin ForgeStar-1-satellit för att demonstrera rymdproduktion av halvledare, som har en tio till hundrafaldig prestandaförbättring jämfört med halvledare tillverkade på jorden.

Bolaget hoppas kunna påbörja kommersiell verksamhet tidigast i slutet av 2023. De föreställer sig tillverkningsanläggningar i rymden som kan producera felfri elektronik, utsökta metallegeringar och perfekta läkemedel.

I USA hoppas ett annat företag kunna uppnå ett liknande mål,



om än på lite olika sätt. SpaceWorks i Georgia designar en mer traditionell returkapsel med finansiering från NASA. Tanken är att kapseln skall passera genom atmosfären, skyddad av en ablativ värmesköld, och sedan veckla ut en styrd fallskärm för att försiktigt sänka sig till marken.

I oktober 2021 provade företaget en prototyp av sin RED-4U-kapsel - RED står för Re-Entry Device. Kapseln föll från en ballong på en höjd av cirka 32 kilometer och simulerade de sista stadierna av återinträde och landning.

SpaceWorks planerar slutligen att lansera större versioner av sina kapslar i omloppsbana. Var och en skulle skjutas upp av en konventionell raket, och när den släpptes skulle en boostermodul skicka den till ISS eller till en av de planerade privata stationerna. Kapseln skulle komma in i stationens luftsluss och samlas in av astronauter. För retur skulle de skjuta tillbaka kapseln ur luftslussen, och dess boostermodul skulle driva den mot jorden.

SpaceWorks designar också en friflygande version av kapslarna. En tillverkare skulle kunna installera produktionshårdvara i kapseln och göra materialen eller produkterna i omloppsbana. Sedan skulle kapseln föra nyttolasten ner till jorden.

SpaceWorks hoppas i slutändan att ha en kapsel som återvänder varje vecka, medan SpaceForge siktar på ungefär en i månaden. Vad kan driva på för en så hög takt? En möjlighet är ZBLAN, förkortning för zirkoniumbariumlantanium aluminiumnatrium-natriumfluorid. Detta glasliknande material kan robotiskt dras till trådar och buntas för att bilda fiberoptiska kablar med ett bredare frekvensområde än jordtillverkade kablar, som består av kiseldioxidfibrer. En handfull företag har producerat ZBLAN på ISS, inklusive det nu nedlagda Made in Space. Ett annat företag i Kalifornien, Fiber Optic Manufacturing in Space, tillverkar för närvarande sådana fibrer och formar dem till kablar via en fjärrstyrd maskin i stationens Destiny Lab, som kan producera en kilometer kabel på bara minuter till timmar.

Men företaget som förvärvade Made In Space, Florida-baserade Redwire, ser också en mycket större efterfrågan. Företaget har provat en mängd rymdteknologier i omloppsbana, inklusive bioteknisk vävnadstillväxtutrustning. Det är en befintlig marknad, där det finns ett stort behov och stora mängder pengar.

Skräpet i rymden

I takt med att fler länder och privata leverantörer skjuter upp satelliter i rymden ökar behovet av bättre medvetenhet om situationen och potentiella kollisioner. Frågan om huruvida rymden verkligen är trång debatteras hett i branschen. LEO-konstellationsföretag (Low-Earth Orbit) insisterar på att det finns plats för alla. Andra uttrycker oro för att omloppsmiljön fylls upp och ökar risken för kollisioner.

[Via Satellit](#)

Objekt som aktivt spåras och katalogiseras i omloppsbana nära jorden har ökat stadigt under de senaste sex decennierna. Europeiska rymdorganisationen ESAs rymdmiljörapport 2022 har upptäckt mer än 30 000 skräp, som för närvarande spåras av rymdövervakningsnätverk. Baserat på ESA-modeller finns det sannolikt mer än 1 miljon objekt större än 1 centimeter, säger rapporten.

En ny rymdhållbarhetsrapport från McKinsey & Company i samarbete med World Economic Forum konstaterar att expanderande rymdaktiviteter kan skapa en risk för fortsatt internationellt samarbete, som behövs för en framtida blomstrande rymdekonomi. McKinseys rapport konstaterar att antalet aktiva satelliter i rymden har fördubblats under de senaste två åren och i slutet av decenniet förväntas SpaceX:s satellituppskjutningar överstiga antalet satelliter, som världen har skickat ut i rymden sedan Sputnik.

Dessutom fann rapporten att 40 nationer skickade upp objekt i omloppsbana 2021 - dubbelt så många som 2015. Spårbart orbitalskräp har ökat med mer än 80 procent under de senaste två decennierna - även innan stora konstellationer med tusentals satelliter började komma in i omloppsbana.

Det amerikanska utrikesdepartementet beskrev Rysslands anti-satellit (ASAT) missilttest i november förra året, som träffade en inaktiv rysk satellit och gav ytterligare 1 700 bitar av spårbart orbitalskräp och hundratusentals ospårbara fragment i LEO, för "farligt och oansvarigt" och ett långsiktigt hot mot satelliter och andra rymdobjekt avgörande för alla nationers säkerhet, ekonomiska och vetenskapliga intressen. Händelsen ledde till att rymdskrot blev en nationell säkerhetsprioritet. Det ryska provet ledde till att USA utfärdade ett ensidigt uppehåll för prov av anti-satellitmissiler.

Ett tidigare ASAT-missilttest av kineserna för att förstöra sin icke-operativa Fengyun-1C-vädersatellit spydde ut 3000 fragment i LEO. Mycket av skräpet förväntas förbli i omloppsbana i årtionden, rapporterade Secure World Foundation.

Enligt LeoLabs, som driver ett globalt radarnätverk för precisionsspårning av objekt i LEO, involverade 38 procent av alla kollisioner under de första fyra månaderna i år skräp från dessa två prov. Det är chockerande att två händelser på 60 år är orsaken till över en tredjedel av den nuvarande kollisioner i LEO enligt LeoLabs.

Men antalet objekt är inte nödvändigtvis ett direkt och perfekt mått på hur trångt det är. Det beror på typen av föremål, storleken på objekt, intelligensen hos dessa objekt och förmågan och avsikten hos dem att manövrera. Den säkraste platsen att driva en satellit är 547 kilometer över jorden, den bana som valts för Starlink-satelliter. Andra höjder i omloppsbana nära jorden medför större risk även om de har färre objekt, eftersom många av dessa objekt tenderar att vara större, döda och utan framdrivningsförmåga - vilket skapar en större kollisioner.



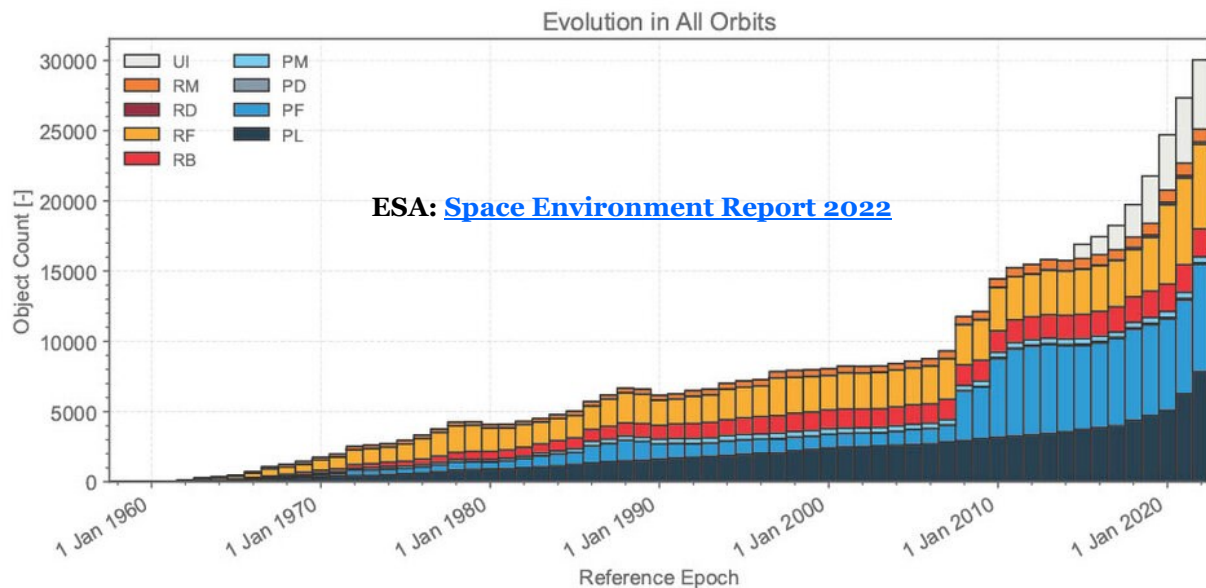
Vad är då rymdskrot? Det kan sträcka sig från ett kasserat raketsteg till ett litet färgchip. Hur snabbt det faller tillbaka till jorden beror på dess höjd. Intakta föremål under 600 kilometer kommer att kretsa cirka 20 år innan de kommer in i jordens atmosfär, medan bitar av skräp över 1000 kilometer kommer att kretsa i århundraden.

Att veta var rymdskräp samlas blir lättare tack vare analys- och skräpspårningsföretag. Enligt analys av rymdförsäkringsbolaget AXA XL arbetar mer än 120 Geostationary Orbit (GEO) satelliter bortom deras avsedda livslängd. Fel på dessa äldre satelliter i GEO utgör en kollisionerisk eftersom de inte kan kommunicera eller manövrera till en kyrkogårdsbana. Cirka 62 satelliter i GEO har gått förlorade sedan 2000, och 86 har drabbats av stora avvikelser (42 procent inom de första två månaderna efter uppskjutningen).

Enligt AXA XL är den nuvarande felfrekvensen för satelliter 1 procent i GEO, 12 procent i LEO bland satelliter under 140 kg och 27,5 procent för cubesats. De största kollisioneriskerna finns i LEO, där det finns över 4 000 aktiva satelliter jämfört med 200 i Medium-Earth Orbit (MEO) och High-Earth Orbit (HEO) och 577 i GEO. Analys av AXA XL visar att risken för en kollision i LEO kommer att sjufaldigas fram till 2030.

Idag förvaltar Internationella teleunionen (ITU) orbitalresurser globalt, och dess prioritet är inom ett enda område: frekvenshantering. Det är vettigt för GEO-satelliter, som måste hållas fysiskt åtskilda för att undvika störningar. ITU:s fokus på frekvensfrågor gäller dock också för det alltmer överbelastade LEO, men det är upp till företagen att samordna med sina grannar enligt Space Data Association (SDA), en medlemsorganisation för satellitoperatörer som har som uppdrag att se till att rymden hålls säker. SDA driver plattformen Space Data Center (SDC) som samlar in information från medlemsföretag och andra tillgängliga källor för att möjliggöra bedömning av kollisioner.

Skräpet i rymden



Medan LEO-banor är de mest trånga, betyder det inte att GEO inte står inför skräputmaningar också. Att skicka en död satellit i GEO till en kyrkogårdsbana 300 km ovanför aktiva satelliter är inte tillräckligt med tanke på det potentiellt höga antalet små flytande skräp (mindre än 1 meter) i den banan och sannolikheten för kollision.

De små fragmenten utgör en risk för aktiva GEO-kretsande rymdfarkoster. Utan att spåra dessa fragment samt utan realtidsdelning av positionsinformation kan även rymdfarkoster med aktiv framdrivningskontroll komma i trubbel om ett annat fordon gör en manöver och inte avslöjar sin avsikt.

Det finns en stor skillnad i hur orbitala skräpfrågor talas om idag jämfört med tidigare. Det finns ett aktivt intresse för att försöka hantera det här problemet. Men även om vi har vissa regler och riktlinjer, tillämpas de vanligtvis inte på internationell nivå.

Positivt är att de flesta stora konstellationsoperatörer i stor utsträckning är mycket samvetsgranna med problemet med orbitalskräp. En nackdel är dock hur svårt det är att hålla jämna steg den snabba utvecklingen.

Utmaningen är att mobilisera alla och få dem att prata med varandra. Rymdanvändare inom alla sektorer måste anpassa sig till den nya verkligheten genom att vara mer öppna med sina satelliters placering och rörelse. Medan de flesta branschaktörer är överens om att det måste finnas en enhetlig strategi för att ta itu med rymdtrafikhantering och rymdskrot, är det många som oroar sig för att alltför strikta regler kan påverka deras förmåga att konkurrera och växa.

De flesta branschaktörer är överens om en sak. 25-årsregeln - NASAs obligatoriska tidsfrist för bortskaffande av döda satelliter i LEO inom 25 år efter deras uppdragsliv - har inte hållit jämna steg med den växande mängden av LEO-satelliter och den tillgängliga tekniken för att hantera kollisionsriskerna med att ackumulera rymdskrot.

Tidslinjen grundades ursprungligen på att det tar nästan två solcykler - där en enda cykel varar 11 år - för att tvätta ut skräpet naturligt från en omloppsbana. Men säger experter, begränsningsriktlinjen har inte hållit jämna steg med det växande antalet av LEO-satelliter eller med tekniker som framdrivningssystem, som nu finns tillgängliga och erbjuder effektivare sätt att ta bort skräp.

År 2000, när 25-årsregeln infördes, hade vi 400 operativa satelliter och kanske 6 000 objekt i omloppsbana. Nu har vi en tredubbling av antalet objekt och en faktor på 10 fler operativa satelliter. Regeln ger i princip operatörer grönt ljus att driva en satellit i sex månader och sedan låta den dröja kvar och vara kollisionsrisk i 25 år. När en satellit inte längre används bör den omedelbart föras ner under rymdstationens höjd.

Observatörer oroar sig för att förseningar av politiska förändringar kommer att leda till skador som kommer att ta årtionden till århundraden att vända. När det gäller rymdskrot kommer det att dröja kvar i århundraden och långsamt regna ner på nya operativa satelliter. För att få grepp om frågan kommer det att krävas en rad aktiviteter från FoU-investeringar i teknik till finansiering av kommersiell kapacitet och bättre informationsdelning. Operatörer måste bli mer transparenta kring sina positionsdata än de har varit tidigare.

Det är nu dags för ett enhetligt tillvägagångssätt för att ta itu med rymdhållbarhet. Förr i tiden, när det inte var så mycket aktivitet, hade man råd att göra några misstag, lära av dem och gå vidare, men nu kan vi inte göra så. Vi måste arbeta tillsammans och få fram regler för säker drift. Det kommer att ta tid att göra skillnad med hållbarhet, och man måste arbeta över statliga, civila och kommersiella linjer för att få det att hända.

Några lovande utvecklingar inkluderar ett frivilligt betygssystem, Space Sustainability Rating (SSR) från World Economic Forum, som poängsätter rymdoperatörer på hållbarheten i deras uppdrag samtidigt som de uppmuntrar och erkänner ansvarsfullt beteende. SSR kommer att fungera som en certifiering för rymdoperatörer och hur ansvarsfulla de är i omloppsbana.

Varför har fåglarna stjärt?

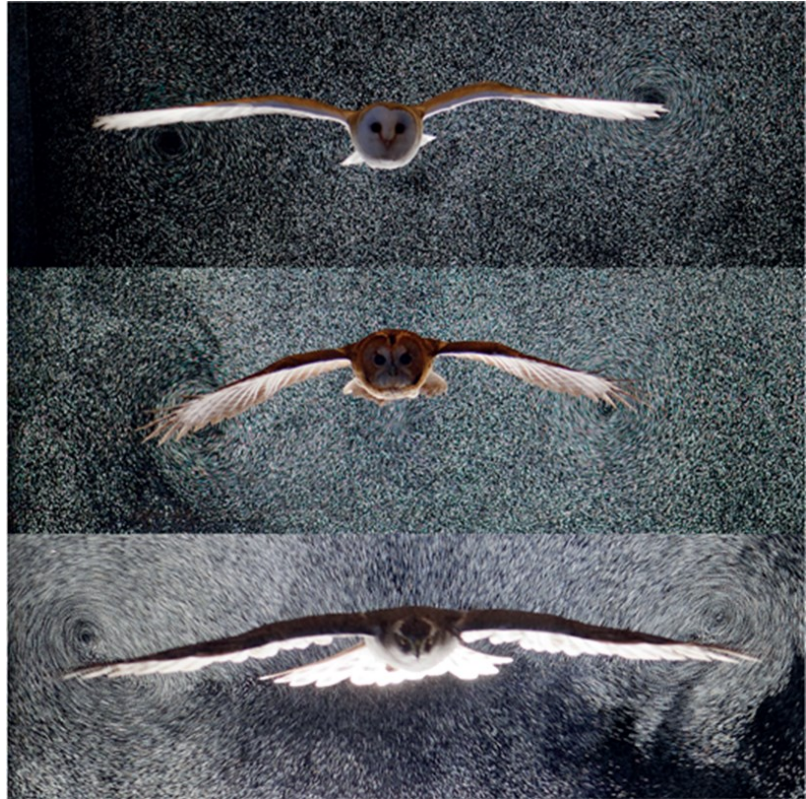
En fågels stjärt har många roller, både när det gäller att visa upp sig och som aerodynamiskt aktiv yta. Aerodynamiskt bidrar fågelstjärtar till manövrerbarhet, stabilitet, lyftproduktion och motståndreducering genom en mängd olika mekanismer. Dessa funktioner har ofta motsatta krav. Det är svårt att förbättra både manövrerbarhet och statisk stabilitet och lyftproduktionen sker ofta på bekostnad av ökat motstånd.
[Journal of Experimental Biology](#)

Konventionella flygplans stjärtar fungerar som roder, lyfttytor och stabilisatorer, vilket ger moment omkring masscentrum för att initiera och bibehålla svängar och återställa moment som korrigerar störningar av trimmad, jämn flygning. Fågelstjärtar har en helt annan form, som saknar den vertikala fenan hos typiska flygplan. Dessutom är stjärten inte ett krav för kompetent, manövrerbar flygning för flaxande djur. Fåglar utan stjärtar kan fortfarande uppnå en viss – om än otymplig – kontrollnivå, och många fladdermöss är svanslösa.

Flygande djur skiljer sig markant från traditionella flygplan med fasta vingar på ett antal sätt. De flaxar, de har snabb avkänning och komplex kontrollkapacitet, och de är, åtminstone i vissa glidfall, aerodynamiskt instabila. De är också mindre och långsammare, så potentiellt fungerar de under helt olika aerodynamiska förhållanden. Hur ska man då förstå fågelstjärtens aerodynamiska roll?

För att utforska aerodynamiken för glidflygning hos fåglar mätte man flödesfältet genom partikelspårning av neutralt flytande 0,3 mm heliumbubblor. Rörelsen hos bubblorna avslöjade vakvirvlar vid vingpetsarna, tydligt synliga på fotografier och filmer. Släpande virvlar bakom vingpetsarna i samband med nedströmning efter fåglarna - och resulterande lyftkraft - är inte förvånande och matchar helt förväntningarna från aerodynamisk teori och erfarenhet från flygteknik. Vad som är mer anmärkningsvärt är att diskreta efterföljande virvlar också konsekvent observerades i kölvattnet bakom kroppen och stjärten och dessa virvlar gav liksom vingarna en acceleration av luften uppåt och därmed lyftkraft.

De släpande virvlarna efter stjärten, och den tillhörande nedströmningen nära fågelns mittlinje, visade att kropps- och stjärtsektionen gav till och med större aerodynamiskt lyft per spännvidd än vingarna. Detta positiva lyft är motsatt det som krävs för stjärtar som ger stabilitet genom uppåtvinklade stjärtfenor som på flygplan. Stjärtarna på konventionella, passivt stabila flygplan ger negativa lyft och accelererar luft i motsatt riktning –



uppåt – vilket skulle vara förknippat med efterföljande virvlar av motsatt riktning mot de som observerades för fåglar.

Man kan därför avvisa stjärtens verkan - åtminstone under de uppmätta förhållandena – som en passiv longitudinell stabilisator. Istället sprider stjärten lasten över en större yta och minskar därmed profil-motståndet under långsam flygning. Förutom dess roll i momentgenerering vid manövrering, fungerar den som en aerodynamisk vingklaff och utökar det aerodynamiska planformsområdet. Medan flygplans stjärtfenor krävs för att undvika stall och ökar motståndet, producerar fågelstjärtar aerodynamisk lyft även när de inte är nära en stallgräns och agerar för att minska det totala motståndet vid låga Reynolds tal.

Varför har då fågelstjärten fått denna funktion? Man kan tänka sig att högt viktstöd från stjärten minskar det böjmoment som krävs vid vingrötterna - motsvarande vridmoment runt axlarna - vil-

ket minskar åtminstone en viss grad av muskelverkan och tillhörande fysiologiska kostnader. Det ska dock påpekas att undersökningen gällde vid glidflygning. Hur det fungerar vid andra flygfall kräver ytterligare studier.



Historien om elektrisk framdrivning

Trots den relativt tidiga mognaden hos vissa elektriska koncept försenades deras systematiska användning på kommersiella rymdfarkoster till de senaste två decennierna av nittonhundratalet. Den första elektriskt drivna rymdfarkosten gick inte ut i rymden förrän nästan ett sekel efter de första uppfinningarna.

Elektrisk framdrivning använder, som namnet antyder, elektrisk energi för att värma och mata ut drivmedlet. När en gas placeras i ett starkt elektriskt fält, delas dess positiva och negativa element upp så att den positiva laddningen är lika med den negativa. Detta nya fysikaliska tillstånd hos gasen kallas ett "plasma" och processen kallas "jonisering". Plasmareagerar på elektriska och magnetiska fält och kan accelereras till extremt höga hastigheter (upp till 100 000 m/sek). Ju större den elektriska energin som tillhandahålls, desto större blir strömtätheten som orsakar ett starkare magnetfält och därmed en större utloppshastighet.

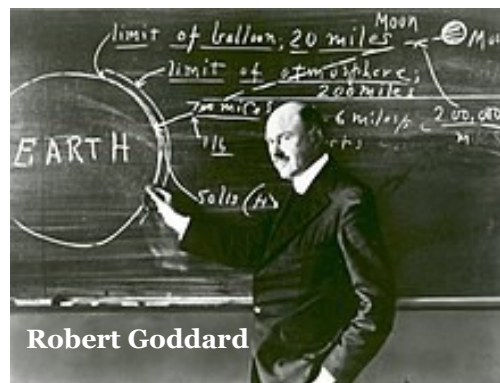
Huvudskillnaden mellan ett termiskt och ett elektriskt system är att raketstrålen inte accelereras av värmeenergi utan av elektrisk energi. Detta gör att elektriska framdrivningssystem når högre strålhastigheter än något annat tillgängligt framdrivningssystem. En elektrisk motor gynnas också av att den är mycket effektiv på att omvandla effekt till dragkraft.

Studier och utveckling av elektriska motorsystem har pågått länge. Trots det har deras resa till att användas på rymdfarkoster varit lång. Den tyske fysikern Eugen Goldstein observerade redan 1886 att förutom katodstrålar finns det i katodstrålerör strålning, som färdas bort från anoden. Dessa kallades "kanalstrålar" eftersom de härrörde från hål (kanaler) i katoden. Insikten att det här är atomer, som har fått elektroner bortskallade, kom inte förrän efter upptäckten av den fotoelektriska effekten och demonstrationen av den tyske fysikern Philipp Lenard 1902 att effekten berodde på utsläpp av elektroner från metall, vilket pekade på slutsatsen att atomer innehöll elektroner. Därefter föreslog Ernest Rutherford 1914 att de positiva strålarna var positivt laddade atomstora partiklar. Hans senare experiment, som ledde till upptäckten av protonen 1920, bekräftade detta och ledde till en slutlig acceptans av tidigare spekulationer om att atomen består av positivt laddat material omgivet av negativt laddade elektroner.

Idén om elektrisk framdrivning för rymdfarkoster introducerades 1911 av Konstantin Tsiolkovsky, en självlärd rysk lärare, men redan tidigare hade amerikanen Robert Goddard noterat en sådan möjlighet i sin personliga anteckningsbok. Goddard delade en passion för rymdresor med Tsiolkovsky, "drömmaren från Kaluga", trots att han aldrig hade hört talas om honom eller hans idéer. Goddards anteckning angående möjligheten till elektrisk framdrivning dateras till den 6 september 1906. Han nämnde där möjligheten att accelerera elektriskt laddade partiklar till mycket höga hastigheter utan behov av höga temperaturer. Hans verk, nästan uteslutande teoretiska, publicerades ursprungligen på hans egen bekostnad och många av hans tidigare skrifter förblev i form av opublicerade manuskript årtionden efter att de skrevs.

Den tjugofyraårige Goddard bestämde sig för att ta itu med problemet med att producera "reaktion med elektroner som rör sig med ljusets hastighet" och skrev ner sina tankar om detta problem i sin anteckningsbok. Goddard visade på dessa handskrivna sidor daterade 6 och 9 september 1906 att han var ganska medveten om den senaste utvecklingen inom fysiken när det gäller katodstrålarnas natur. Mellan 1906 och 1912 ledde utvecklingen av hans tankar honom till att uppskatta fördelarna med att förlita sig på jonernas reaktion i en elektrostatiske accelerator och behovet av att neutralisera de laddade avgaserna med en ström av motsatt laddade partiklar. År 1917 lämnade Goddard, som då hade blivit biträdande professor i fysik vid Clark University, in en amerikansk patentansökan med titeln "Method of and Means for Producing Electrified Jets of Gas".

Det är världens första dokumenterade elektrostatiske jonaccelerator avsedd för framdrivning.



År 1918-1919 nämnde ryssen Jurij Kondratyuk i ett manuskript, liksom Tsiolkovsky och Goddard före honom, om elektrisk framdrivning i samband med katodstrålar. Hermann Oberth ägnade också i sin klassiska bok "Wege zur Raumschiffahrt" publicerad 1929 hela det sista kapitlet med titeln "Das elektrische Raumschiff" åt elektrisk framdrivning. I det kapitlet förutspådde han dess framtida roll i framdrivning och attityd-kontroll utanför atmosfären och förespråkade elektrostatiske acceleration av elektriskt laddade gaser skapade från avfall på den rymdstation i omloppsbana, som var ett huvudtema i boken.

Ett sidospår kom i Ryssland. Den 15 maj 1929 påbörjade det sovjetiska forskningslaboratoriet Gas Dynamics Laboratory (GDL) utvecklingen av elektriska raketmotorer. Under ledning av Valentin Glushko skapades världens första exempel på en elektrotermisk raketmotor. Under perioden 1929-1933 ledde det till utvecklingen av en elektrisk motorprototyp där dragkraft producerades av termisk expansion (precis som i en vanlig kemisk raket) av produkterna från elektriskt exploderade metalltrådar.

Detta var inte bara den första elektrotermiska motorn av något slag, utan troligen den första elektriska motor, som byggdes, om än för laboratoriebruk, med rymdframdrivning i åtanke. Det är sannolikt också den första elektriska motorn någonsin som provats på ett stativ för att mäta dragkraft. Detta tidiga arbete av GDL fortsatte och elektriska raketmotorer användes på 1960-talet ombord på rymdfarkosten Voskhod 1 och sonden Zond-2 till Venus.

Bortsett från detta sidospår från början av 1930-talet gick elektrisk framdrivning in i en paus på mer än femton år under vilka den bara dök upp i science fiction-litteraturen. Även om några dedikerade raketforskare, särskilt de berömda Robert Goddard och Konstantin Tsiolkovsky, studerade tekniken under början av 1900-talet, ansågs jonframdrivning vara mer science fiction än verklighet fram till 1950-talet, då intresset för raketer efter andra världskriget ledde in i det kalla kriget.

Nästa gång vi stöter på ett omnämnande i den internationella vetenskapliga litteraturen är vid krigets slut i en kort och kvalitativ artikel i decembernumret 1945 av Journal of the American Rocket Society. Där såg en ung ingenjörstudent, Herbert Radd, framför sig en framtid av rymderövning med solenergi och jonframdrivning.

Om det fanns en enda individ som hade de egenskaper som behövdes för att koppla den tidigare eran av visionärer till utveckling, så var det utan tvekan Ernst Stuhlinger. Han hade tjänstgjort i två år på den ryska fronten under andra världskriget innan han kom till V-2-projektet i Peenemünde, där han arbetade med Wernher von Braun. Väl i Amerika blev Stuhlinger en del av laget, ledda av von Braun, som utvecklade de amerikanska rymdraketerna. Han bidrog också till de inledande faserna av rymdteleskopprojektet samt till studier av elektrisk framdrivning och av vetenskapliga nyttolaster för rymdfärjan.

Stuhlinger hävdade att lättare elektriska framdrivningssystem skulle göra planetresor mer genomförbara än kemisk framdrivning. Men innan Stuhlinger publicerade sin första artikel om elektrisk framdrivning 1954 skulle andra inspirera honom och bana väg för hans arbete. Den första bland dessa var en uppsats, "Zur Theorie der Raketen" författad av Jakob Ackeret och publicerad 1946, som även om den aldrig nämnde elektrisk framdrivning eller behandlade den uttryckligen, hade ett stort inflytande på Stuhlinger. Ackerets artikel presenterade en generalisering av Tsiolkovskys raketekvation genom att inkludera relativistiska effekter för att utforska de ultimata gränserna för raketframdrivning.

En annan studie av de brittiska fysikerna L.R. Shepherd och A.V. Cleaver behandlade inte direkt aspekter av jonraketer, även om de föreställde sig en elektrostatisk accelerator som skulle producera en avgasjonstråle (som i den moderna versionen) i motsats till en avgas med en ström där laddning har injicerats (som de tidiga visionärerna föreställde sig). Emellertid presenterade de den första kvantitativa analysen av genomförbarheten av elektrostatisk framdrivning för interplanetära uppdrag.

Shepherd och Cleaver drog dock slutsatsen att jonraketen var för opraktisk med tanke på de massiva kraftbehov som den krävde. Lyckligtvis kom en motsatt åsikt från den amerikanske astrofysikern Lyman Spitzer som två år senare, i en rapport inför den andra internationella kongressen om astronautik i september 1951, fann att jonframdrivning var fullt genomförbar.

I en annan rapport från 1952 av den brittiska forskaren H. Preston-Thomas valdes jonmotorn som en möjlig teknik för en fissionsdriven "bogserbåt", som skulle föra sällsynta metaller från utomjordiska källor till jordens omloppsbana. Även om detta arbete, liksom dess föregångare, ännu inte beskrev i detalj utformningen av jonmotorer, är det av historisk relevans på grund av att det förutsåg vikten av näterosion genom att påverka joner, inverkan av fördelningen av laddnings-till-massförhållande på prestanda och fördelarna med att använda radiofrekventa elektrolösa urladdningar som joniseringskällor.

År 1954 var scenen satt för Stuhlinger att lansera elektrisk framdrivning. Hans första uppsats, som publicerades det året, skilde sig starkt från alla tidigare publikationer i ämnet genom dess djup, detaljer och omfattningen av de varaktiga bidrag som den gjorde. Artikelnen presenterade ett elektriskt drivet rymdskepp inklusive detaljer om jonmotorn och strömförsörjningen (turboelektriska generatorer som drevs av en solkoncentrator) och regler för prestandaoptimering.

Den rapporten och två följande publicerade 1955 och 1956, där Stuhlinger beskrev en liknande farkost, men med en mer fördelaktig kärnreaktor, markerar kulmen på en era där huvudmålet var att utvärdera genomförbarheten av elektrisk framdrivning. Den så demonstrerade genomförbarheten skulle nu ta jonframdrivning från ett intellektuellt tidsfördriv hos några få förutseende forskare till en seriös och livlig teknisk och vetenskaplig disciplin med sina egna utövare.

Stuhlinger var den förste och, i mer än ett decennium, den ledande personen bland dessa professionella specialister. Han spelade således både rollen som en pionjär vid slutet av en era av konceptuell utforskning och som en ledande utredare i den

följande utvecklingen. För det första handlade även de mer analytiska bidragen främst om genomförbarhet snarare än om detaljerade anordningar. För det andra, med undantag för Glushko och hans exploderande trådelektrotermiska thruster, var de tidiga utövarnas fokus nästan uteslutande på den elektrostatiske grenen av elektrisk framdrivning.

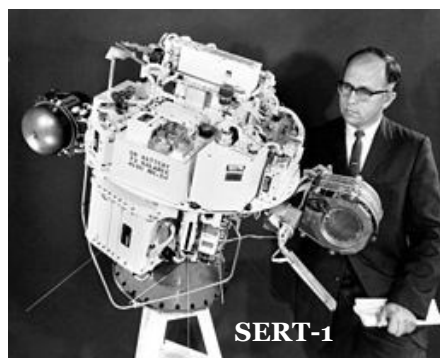
Detta kan spåras till teknikens rötter i katodstrålefysik vars stationära gasformiga urladdningar, med sin gåtfulla monokromatiska glöd, och sitt löfte om elektrostatiskt producerade höga partikelhastigheter, fängslade många av de bästa sinnena i slutet av artonhundratalet. Experimentell magnetohydrodynamik (med dess elektromagnetiska acceleration av plasma) uppstod inte förrän under andra hälften av förra seklet. Dessutom var de tidiga visionärerna och pionjärerna främst intresserade av utsikterna till mänskligt bemannade interplanetära resor. Kanske kunde dessa mäns rastlösa fantasi inte förutse värdet av de mer stillasittande kommersiella satelliterna och robotuppdragen nära jorden. Det var först med tillkomsten av solceller och de relativt vardagliga intressena för kommersiell telekommunikation och militär övervakning som siktet sänktes och en utveckling mot tillämpningar inleddes.



Ernst Stuhlinger
1913-2008

Först efter 1957 genomfördes faktiska småskaliga experiment i statliga laboratorier och många oberoende företag främst i USA. Vid den tiden insåg man att elektrisk framdrivning inte var begränsad till elektrostatik eller jonmotorer, som under de tidigare åren, utan kunde utvidgas till elektrotermiska och elektromagnetiska system. De första proven av en elektrostatisk jonmotor, gjordes i mitten av 1964. Sådana jonmotorer används nu för styrning av satelliter och som primär framdrivning av djupa rymdsonder. Det stora antalet framgångsrika uppdrag, som redan har använt ett elektriskt framdrivningssystem stöder dess genomförbarhet för långvariga rymduppdrag.

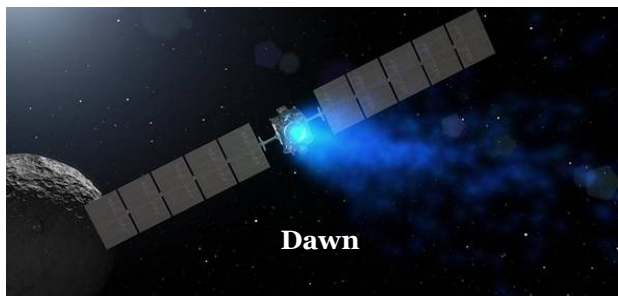
Den första demonstrationen av elektrisk framdrivning var en jonmotor ombord på rymdfarkosten NASA SERT-1 (Space Electric Rocket Test). Den sköts upp den 20 juli 1964 och var i drift i 31 minuter. Ett uppföljningsuppdrag inleddes den 3 februari 1970, SERT-2. Den bar två jonmotorer, en som drevs i mer än fem månader och den andra i nästan tre månader.



SERT-1

Man insåg nu att elektrisk framdrivning kunde användas som det primära systemet för krävande djuprymdsuppdrag, vilka skulle ta mycket längre tid med kemiska drivmedel. Detta skulle kunna möjliggöra högeffektiva (bemannede) interplanetära uppdrag och lastöverföringar. Delsystemen för elektrisk framdrivning kunde också användas för positionering och exakt attitydkontroll.

År 1998 testade NASA:s Deep Space 1 (DS1) olika avancerade tekniker för framtida interplanetära uppdrag. Den obemannade rymdsonden Dawn blev 2007 sedan det första uppdraget som möjliggjordes av ett jonframdrivningssystem, en otrolig teknisk prestation utan vilken Dawns multivärldsuppdrag skulle ha varit omöjligt. Dawns tre jonmotorer var baserade på DS1:s system. Dawns uppdrag, att utforska Vesta och dvärgplaneten Ceres i asteroidbältet, hade inte varit möjligt utan det. Inte bara skulle ett konventionellt kemiskt system ha varit dyrt, men det skulle inte heller ha gett den manövrerbarhet, som gjorde det möjligt för Dawn att kretsa kring dessa två mål, en aldrig tidigare skådad och oerhört värdefull prestation.



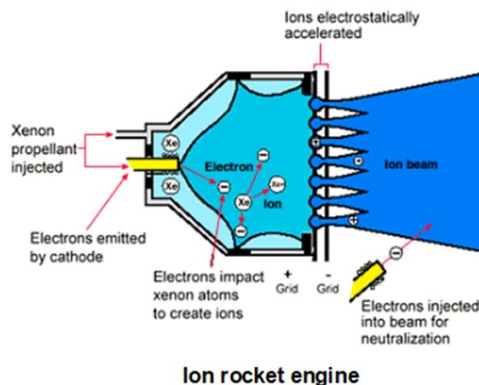
Tidiga jonmotorer, som de för SERT I och II, använde kvicksilver som drivmedel. Även om kvicksilver är tungt och därför kan ge rymdfarkosten större fart, gör dess toxicitet det besvärligt att använda och kan ibland förorena rymdfarkosten. Jonframdrivningssystem joniserar (laddar) atomer och utnyttjar sedan deras icke-neutrala laddning för att driva ut dem från rymdfarkosten, vilket skapar dragkraft. Dawns jonmotorer uppnådde detta genom att accelerera xenon, joniserat av en elektronstråle, genom en spänning mellan två laddade nät. Xenon, som används på geosynkrona satelliter såväl som interplanetära uppdrag som Deep Space 1 och Dawn, är nu ett vanligt drivmedel för jonframdrivningssystem eftersom det är både tungt och inert, vilket innebär att det inte kommer att reagera med något av rymdfarkostens material och kan ge tillräcklig fart.

Dawns arv som det första uteslutande vetenskapliga uppdraget att använda sådan innovativ och effektiv teknik kommer att ha stor inverkan på rymdflygningens framtid. När vi utökar vår förståelse av universum med ännu mer komplexa uppdrag till destinationer nära och fjärran, är det troligt att jonframdrivning, banbrytande av DS1 och avancerad av Dawn, kommer att ta oss dit.

Jonframdrivning kräver mindre drivmedel än traditionella kemiska system, så jonframdrivningssystem adderar mindre massa till rymdfarkosten, vilket gör dem mycket effektivare. Och även om dragkraften de producerar är låg (Dawns system, till exempel, producerar en dragkraft som motsvarar vikten på ett papper), kan de gradvis uppnå otroligt höga hastigheter.

Denna effektivitet gör jonframdrivning lämplig för uppdrag som kräver stor manövrerbarhet för banförändringar. Även om jonframdrivningens potential att fungera som det primära framdrivningssystemet för djupa rymduppdrag inte realiserades fullt ut förrän nyligen, används det också för att justera rymdfarkosters orientering och skifta bana. Rymdfarkosten måste fungera under vakuumliknande förhållanden, eftersom dragkraften som

genereras av jonframdrivning är för låg för att övervinna betydande luftmotstånd.



I de olika anordningarna för jonframdrivning joniseras varje molekyl av drivmedlet och accelereras till mycket höga hastigheter genom ett munstycke med hjälp av ett elektriskt fält. Prestandan hos en sådan jonmotor är mycket bra med värden på specifik impuls som uppskattas vara så höga som 200 km/s. Mängden elkraft som krävs är dock mycket stor, så vikten på kraftgenereringsutrustningen blir ett stort hinder för en effektiv farkost.

Gasen som används som drivmedel i denna typ av motor är antingen argon eller xenon eller den förångade formen av kvicksilver eller cesium. Joniseringskammaren till vilken strömförsörjningen är ansluten är platsen för partikelacceleration. Drivmedlet pumpas in i joniseringskammaren där det förs över uppvärmda metallnät som joniserar det. Det elektriska fältet mellan gallren accelererar drivmedlets positiva joner. En neutraliserare, som också är ansluten till strömförsörjningen, avfyrar elektroner vid de accelererade bränslepartiklarna. Syftet med dessa elektroner är att motverka partiklarnas positiva laddning och att säkerställa att raketens avgaser är elektriskt neutrala. Annars skulle de dras tillbaka till rymdfarkostens positiva ytor och avbryta dragkraften.

Med förnyat intresse för jonframdrivning för bankontroll av satelliter och för framdrivning av interplanetära rymdfarkoster investerar NASA i framtiden för jonframdrivning. Både NASAs Evolutionary Xenon Thruster (NEXT) och X3, nya system under utveckling, är kraftfullare än Dawns motorer. Detta skulle kunna ge större acceleration, vilket minskar flygtiden till de avlägsna världar som dessa rymdfarkoster utforskar. En dag kan dessa motorer flyga djupt ut i rymden och kanske till och med kunna driva mänskliga uppdrag.

Den elektriska kraften används nu för att jonisera och accelerera drivmedlet, via en mängd olika metoder. Av dessa är flera tekniskt mogna nog att användas på rymdfarkoster, inklusive resistojet, bågstrålen, elektronbombardemangsmotorn (särskilt xenonjonmotorn), Hall-motorn och den pulserade plasmamotorn. Andra som Magneto Plasma Dynamics-motorer och pulserade induktionsmotorer har inte utvecklats utöver laboratoriestudier.

I resistojeten används en resistiv elektrisk värmare för att tillätta värme till en gasström. Temperaturgränserna för de material som används begränsar resistojetens strålshastighet till mindre än 10 km/s för väte. Eftersom lagring av väte är svårt har ammoniak använts som ett alternativ. Jethastigheter på 3,5 km/s har uppnåtts men effektiviteten hos denna typ av motor börjar sjunka snabbt när jethastigheten höjs på grund av den energi som krävs för att sönderdela drivmedlet. Typiskt för resistojets är att 40 % av den effekt, som produceras av systemet, omvandlas till stråleffekt.

Jethastighetsbegränsningar kan övervinnas genom att tillsätta värme direkt till gasen i en högintensiv elbåge. På så sätt kan temperaturen höjas till kanske 10000 K och jethastigheter på 10 -30 km/s kan nås. Vid dessa temperaturer sker märkbar dissociation och jonisering av gasen, vilket absorberar energi, som inte kan återvinnas i munstycket. Detta minskar effektiviteten hos elbågemotorer till 20–40 %.

Hall-motorn användes i årtionden för stationshållning av Sovjetunionen. Den använder Hall-effekten för att accelerera joner för att producera dragkraft. Hall-effekten är en potentiell spänningsskillnad på motsatta sidor av ett tunt ark av ledande eller halvledande material genom vilket en elektrisk ström flyter, skapad av ett magnetfält applicerat vinkelrätt mot Hall-elementet. En Hall-motor arbetar vanligtvis med cirka 50–60% effektivitet och ger jethastigheter på 12–18 km / s.

Magnetoplasmadynamiska (MPD) motorer använder Lorentz-kraften (en kraft som utövas på laddade partiklar av magnetiska och elektriska fält i kombination) för att generera dragkraft. Således kommer en elektron att accelereras i samma linjära orientering som det elektriska fältet. MPD-motorer kan fungera i steady state-läge eller i pulserat, kvasi-stabilt läge. De har varit under utveckling sedan slutet av 1960-talet i Ryssland och i USA, där flera varianter av det primära konceptet undersökts.

I en MPD-motor joniserar bågströmmen som skapas mellan en central katod och en ringformig perifer anod drivmedlet och inducerar ett azimutalt magnetfält. Den genererade Lorentz-kraften komprimerar och accelererar en kvasi-neutral plasma längs centralaxeln. Eftersom det självinducerade magnetfältet endast är signifikant vid mycket hög effekt, behöver MPD-motorer med låg effekt ofta ett externt applicerat magnetfält.

Den stora skalbarheten hos MPD-motorer gör att de kan täcka från några kW till flera MW effekt, från några mN till flera hundra N dragkraft och från 20 till 50 km/s jethastighet. MPD-motorer är mest effektiva vid hög effekt och kan ha upp till 40% effektivitet. Trots sina potentiella fördelar hindras utvecklingen av MPD-motorer fortfarande av långvariga katoderosionsproblem som begränsar deras livslängd till några hundra timmar i bästa fall.

Inom de olika system för elektrisk framdrivning, som har utvecklats, är jonframdrivning det som för närvarande bäst uppfyller kraven på ett framdrivningssystem för ett långvarigt rymduppdrag. Förutom att ha den bästa effektiviteten (cirka 60 %) bland de elektriska framdrivningssystemen, är det ett av de mest utvecklade systemen som för närvarande finns tillgängliga.

I vägen för eldriven mänsklig utforskning av planeterna står den frustrerande bristen på höga nivåer av elektrisk kraft i rymden. Jonmotorer tar mycket energi, dels för att jonisera drivmedlet, men mest för att accelerera jonerna till extremt höga hastigheter. Avgashastigheter på 50 km/s är inte ovanliga. Det finns också ett problem med motorns relativt korta livslängd. Jonerna träffar ofta gallren på väg genom motorn, vilket leder till att gallret förfaller. Mindre nät minskar risken för dessa oavsiktliga kollisioner, men minskar mängden laddning de kan hantera och sänker därmed accelerationen.

För närvarande hämtar elektriska framdrivningssystem sin kraft från solcellspaneler men kärnkraft kan också användas för yttre planetuppdrag där den tillgängliga solenergin är för låg. På jordens genomsnittliga avstånd från solen får en kvadratmeter 130 W solstrålning. På Venus avstånd är denna mängd 240 W och vid Mars 55 W. Av detta kan kanske 10 % tas upp av solpaneler. En 10-kilowatt Mars rymdfarkost som förlitar sig på solenergi skulle kräva en solpanel på cirka 2000 m² så bemannade rymdskepp till Mars och bortom kräver förmodligen en kärnreaktor. Soldrivna jonmotorer är begränsade till det inre solsystemet, där solljuset är rikligt. Det uppskattas att ett kärnkraftverk för elektrisk framdrivning inklusive reaktor, värmeväxlare, ky-

lare och turbingenerator skulle kunna byggas med en specifik effekt på 300 W/kg.

USA:s ansträngningar att utveckla kärnkraft för rymdfarkoster har varit fyllda med upprepade cykler av budgetmässiga, politiska och programmatiska bakslag under de senaste fem decennierna. Den sista och hittills enda amerikanska reaktorn i rymden, SNAP-10A med 650 W effekt, sköts upp 3 april 1965. Rekordet för den mest kraftfulla kärnkraftskällan i rymden hålls fortfarande på cirka 5 kW av 1987 års sovjetiska Topaz 1-fissionsreaktor ombord på rymdfarkosten Cosmos.

Historien om kärnkraft i rymden har på det hela taget inte varit någon framgångssaga. Det amerikanska 2SP-100-programmet, syftande till 100 kW effekt, förbrukade en halv miljard dollar och avslutades 1993. Nuclear Electric Propulsion Spaceflight Test Program centrerat kring den ryska Topaz II-reaktor (40 kWe) mötte samma öde ungefär samma år. Medan radioisotop-termoelektriska generatorer (RTG) har använts på ett tillförlitligt sätt på 24 amerikanska rymdfarkoster, gör deras eleffekt och specifika effekt dem helt otillräckliga för bemannade eller tunga lastuppdrag.

Elektrisk framdrivning med en kärnreaktor övervägdes för det interstellära projekt Daedalus 1973, men tillvägagångssättet avvisades på grund av vikten av den utrustning som behövs för att omvandla kärnenergi till el och som ett resultat en liten acceleration, som gjorde att det skulle ta ett sekel att uppnå önskad hastighet.

Sammanfattningsvis ger elektrisk framdrivning mycket lägre dragkraft än termisk framdrivning, men vid mycket högre jethastigheter. Optimistiska uppskattningar av elkraftförsörjnings-vikt visar att kraftenheten skulle väga ungefär ett ton för varje Newton dragkraft som produceras. Därför kan en jonraket accelerera sig endast mycket långsamt.

Detta innebär att de måste arbeta under en längre period för att producera en önskad förändring i bana eller hastighet. Den högre jethastigheten gör det emellertid möjligt för dem att utföra ett uppdrag med relativt lite drivmedel och, i fallet med en djuprymdsönd, att bygga upp en hög sluthastighet. Elektrisk framdrivning möjliggör också stora nyttolaster, men vid driftstider mätt i månader snarare än dagar som med termisk framdrivning.

I början av 2010-talet erbjöd många satellittillverkare elektriska framdrivningsalternativ på sina satelliter - mestadels för attitydkontroll i omloppsbana - medan vissa kommersiella kommunikationssatellitoperatörer började använda dem för geosynkron baninsättning i stället för traditionella kemiska raketmotorer.

Flexibiliteten med avseende på kraftkällan gör elektrisk framdrivning till en kandidat för ett stort antal uppdragsapplikationer. Elektrisk framdrivning har nu länge använts för stationshållning av kommersiella telekomsatelliter. Nyligen har helt elektriska rymdfarkoster visat kommersiell lönsamhet. Dessa system använder det elektriska framdrivningssystemet för att höja omloppsbanan till driftsbanan, något som tidigare utfördes av det övre steget i raketerna. Detta har potential att dramatiskt förändra ekonomin för kommersiella uppdrag.

Eftersom jonframdrivning kräver nära vakuumförhållanden och inte producerar tillräckligt med dragkraft för att lyfta, behövs det kemiskt drivna raketer för att starta en sådan rymdfarkost. Trots detta har elektrisk framdrivning varit en framgångssaga: Nästan tvåhundra soldrivna satelliter i jordens omloppsbana och en handfull rymdfarkoster bortom jordens gravitation har hittills gynnats av de massbesparingar, som elektrisk framdrivning genererat.

Stor marknad för drönare



25 aug Aerospace America Den potentiella marknaden för Advanced Air Mobility AAM är stor. Den nuvarande AAM-marknaden, som till stor del är begränsad till drönare för fotografering, rekreation och begränsad paketleverans, är cirka 8.1 miljarder dollar, enligt Fortune Business Insights. Därifrån varierar förutsägelseerna mycket om framtiden. I den höga änden, 2020, beräknade Morgan Stanley att AAM: s årliga marknad skulle nå en iögonfallande \$ 1.5 biljoner år 2040, eller till och med en "mer hausseartad" prognos på \$ 2.9 biljoner. På en mer konservativ nivå identifierade NEXA Advisors ett 20-årigt marknadsvärde på 318 miljarder dollar om segmentet "urban air mobility" i AAM blir utbrett i 74 större städer. På årsbasis ser Deloitte en potentiell marknad på 115 miljarder dollar år 2035. Prognoserna är emellertid osäkra. Ingen vet riktigt hur elektriska vertikala start- och landningsflygplan, eVTOLs, kommer att användas om de blir allmänt tillgängliga. Det är som med mobiltelefoner på 90-talet. De flesta underskattade kraftigt deras potential innan smartphones dök upp.

Hybrid-el



7 sep Aviation Today Amerikanska Electra provar helt integrerad hybriidelektrisk motor för eSTOL-flygplan. Företaget Electra utvecklar ett elektriskt kort start- och landningsflygplan (eSTOL) som initialt kommer att drivas av hybriidelektrisk framdrivning. eSTOL kommer att integreras med vätgas- och batterielektriska framdrivningssystem i framtiden när tekniken har avancerat för att möjliggöra kommersiellt livskraftiga rutter med längre räckvidd för regional luftmobilitet. Det hybriidelektriska systemet, som utvecklats av Electra, innehåller batteripaket med hög effekt tillsammans med en turbogenerator för att driva flygplanets åtta elmotorer och propellrar. Teamet genomförde motorproven vid Electras framdrivningsutvecklingsanläggning i Schweiz. Electras eSTOL-design kommer att kräva en 100 m landningsbana för att utföra sina korta starter och landningar. Det förväntas ha en kapacitet på nio passagerare och flyga med en kryssningshastighet på 300 km/h.

NASA: s budget för 2022 var 24 \$ miljarder, China National Space Administration hade en uppskattad budget på 13 \$ miljarder 2020. Rysslands rymdbyrå Roscosmos minskade från 5 \$ miljarder till 1,4 miljarder 2014 till 2020. ([Newsweek](#)) Europeiska ESAs budget 2022 är 7.2 miljarder Euro.

"Mind-reading"-hjälm



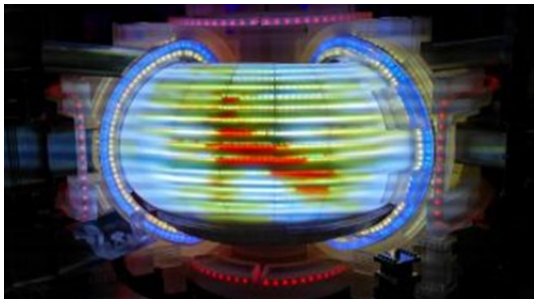
2 sep Frontiers in Human Neuroscience. "Mind-reading"-hjälm utvecklas för nästa generations stridsflygplan i Storbritannien. Som en del av programmet Future Combat Air System utvecklar ett konsortium av BAE Systems, Rolls Royce, Leonardo och MBDA ett AI-system som kan gå in när en pilot är överväldigad eller inte har kontroll. Pilotens hjälm kommer att utrustas med sensorer, som spårar pilotens hjärnsignaler och medicinska data under en flygning och lagrar dem i en databas, som kan användas för att kartlägga pilotens sädrad. Teknikutvecklarna tänker sig att AI:n skulle ta över kontrollen över en flygning om en pilot förlorar medvetandet. Forskare från Drexel och ISAE-SUPAER har utvecklat ett system som kan läsa en persons sinne i realtid och mäta hjärnaktivitet med infraröd spektroskopi.

Saab börjar Red Hawk



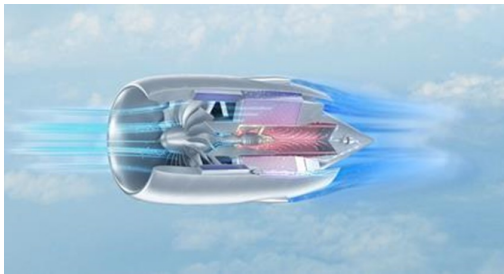
31 aug Aviation Week Saab börjar produktion av akterkroppen till Boeings skolflygplan vid en nyöppnad fabrik i West Lafayette, Indiana. De första leveranserna till Boeing är planerade till 2023. Det amerikanska flygvapnet tilldelade Boeing ett kontrakt på 9.2 miljarder dollar i september 2019 för att utveckla T-7A-flygplanet, flygsimulatorer och annan träningsutrustning. Potentiella order på 351 T-7A kan följa utvecklingsfasen. Kongressen har ännu inte godkänt någon upphandlingsfinansiering för T-7A-programmet. Flygvapnets första begäran om 10 miljoner dollar i avancerad upphandlingsfinansiering väntar på godkännande av kongressen i budgeten för 2023.

Kinesisk rymdreaktor



1 sep SPACE En föreslagen kinesisk kärnreaktor kan driva tio internationella rymdstationer. Kinas ministerium för vetenskap och teknik godkände ett rymdkärnreaktorprojekt, som syftar till att generera en megawatt el. Det är tillräckligt för att hålla motsvarande tio internationella rymdstationer igång, enligt en NASA-uppskattning, som visar att stationen nu får högst 120 kilowatt elkraft. De medier som SpaceNews citerar har inte förklarat varför Kina letar efter en så kraftfull reaktor eller släppt några tekniska detaljer. Landet har stor erfarenhet av att använda kärnkraft under rymduppdrag, med månlandaren Chang'e 3, som använder en plutoniumdriven kärnkraftsgenerator för att överleva den kyliga, två veckors månatten. Rymduppdrag använder ofta kärnkraft när solen är långt borta, eller i zoner med ambulerande eller svagt sol-ljus som månens bortsida eller Mars yta. Kärnkraft kan också underlätta framtida mänskliga rymdfärder.

Jetmotor på vatten



2 sep FlightGlobal Med den vattenförstärkta turbofläkten närmar sig MTU klimatneutralitet. Genom att använda restvärme från avgaserna använder WET-motorn en ånggenerator för att förångna vatten, som sedan injiceras i brännkammaren. Vattnet extraheras från avgaserna med hjälp av en kondensor och separeras sedan. WET-motorn minskar CO₂ och NOX utsläpp främst genom att återvinna avgasvärme och injicera ånga i brännkammaren. Det begränsar också bildandet av contrails genom att filtrera bort eventuella partiklar från avgasströmmen. Att återvinna avgasvärmen och därmed förbättra värmeeffektiviteten minskar också energiförbrukningen. När den drivs av SAF eller väte kan WET-motorn år 2035 minska flygplanets klimatpåverkan med cirka 80 procent jämfört med en gasturbinmotor från år 2000, vilket gör den praktiskt taget klimatneutral. Först producerar en ånggenerator het ånga. Avgaserna svalnar i processen. När den svalnar ytterligare i kondensorn börjar vattnet den innehåller kondensera. Kondensationsvärmen matas till bypassflödet och det flytande vattnet separeras från avgaserna i en vattenavskiljare. Kondensationskärnor tvättas också ur avgaserna i processen, vilket minskar bildandet av contrails. Vattnet bringas sedan till en hög trycknivå med hjälp av en pump och levereras till ånggeneratoren. Ångan expanderar i en ångturbin innan den kanaliseras in i förbrännaren. Kraften matas in i lågtrycksaxeln. Att injicera den heta ångan i förbrännaren ökar inte bara motorns effektivitet utan minskar också kväveoxiden (NOX) utsläpp. WET-motorn kan köras på fotogen, hållbara flygbränslen (SAF) eller väte och är lämplig för användning på kort-, medel- och långdistansrutten.

Ballongspaning



30 aug Aerospace Technology Storbritanniens försvarsministerium ser ballonger som en övervakningsplattform. Höghöjdsballonger kan komma att manövreras till var som helst i världen som en del av Project Aether på uppdrag av det brittiska försvarsministeriet. Projektet syftar till att identifiera system, som kan utföra ultrabeständig kommunikation i stora områden med underrättelse, övervakning och spaning. Den USA-baserade försvarsentreprenören Sierra Nevada Corporation har meddelat att de kommer att tillhandahålla sina höghöjdsballonger till det brittiska försvarsdepartementet för att användas som kommunikationsreläer och säkerhetsplattformar. Sierra Nevada ballongerna samlar in underrättelser och överför dem i nästan realtid. Dessutom kan höghöjdsballongerna erbjuda längre observationstider och på högre operativa höjder än vanliga flygplan.

Automatik på flygplatser



30 aug Aerospace Technology Flera av världens flygplatser har gått in för automatisering. Shanghaeis Hong Qiao flygplats använder ett tekniskt system för ansiktsgenkänning, som gör det möjligt för resenärer att checka in automatiskt på flygplatsen.

Secom, ett Japan-baserat säkerhetsföretag, har utvecklat en autonom säkerhets- och inspektionsrobot som kan utfärda ljus- och rökvarningar om misstänkta personer.

Brittiska mjukvarustarten UtterBerry har utvecklat smarta säkerhetsfack för flygplatser, som förbättrar säkerheten och förhindrar förlust av bagage.

Ottomomy har utvecklat ett sortiment av Ottobots som utför restaurang- och detaljhandelsleveranser inom en flygplatsmiljö. GermFalcon-roboten från Dimer UVC Innovations skapades för att förbättra flygplanshygien med ultraviolett ljus UVC för att döda virus, bakterier och andra buggar på ytor och i luften. Roboten var utformad för att navigera i kabinen inuti ett flygplan medan den utsätter ytor för UVC-ljus.

Ett prov av en kundtjänstrobot ägde nyligen rum på Dallas Fort Worth International Airport. LG:s multifunktionella kundtjänstrobot CLOi GuideBot är utformad för att hälsa och vägleda resenärer, utföra mobilbeställning och visa flyginformation. Den 1,5 m höga roboten har en LG LCD-ansiktsdisplay, mikrofon, 3D-kamera och 18 sensorer inklusive lidar.

USAF moderniserar



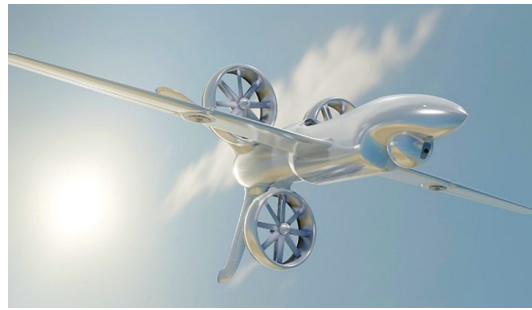
11 sep Aviation Week Det amerikanska flygvapnet har stora moderniseringsprogram. Boeing/Saab T-7A Red Hawk kommer att bli nästa generations skolflygplan, som ska ersätta den åldrande Northrop T-38C Talon II. Northrop Grumman B-21 Raider kommer att vara det amerikanska flygvapnets nästa långdistans stealth bombplan, som ersätter företags B-2 Spirit och Rockwell B-1B Lancer. Flygvapnet och Northrop förväntar sig att den offentliga lanseringen av bombplanet kommer att äga rum i år och första flygning nästa år. Sex av flygplanen är i produktion vid det hemlighetsfulla Plant 42-komplexet i Palmdale, Kalifornien. Det första flygplanet slutförde nyligen lastkalibreringsprov. Det viktigaste moderniseringsprojektet är sjuätte generationens fighter, som kommer att ersätta Lockheed Martin F-22 Raptor. Boeing, Lockheed Martin och Northrop Grumman är alla på gång att utveckla det nya stridsflygplanet. Flygvapnet är fortfarande engagerat i F-35 Lightning II-programmet och har för avsikt att skaffa uppgraderade motorer. Beställningarna på F-15EX Eagle II har minskats till 80. Man planerar att fatta beslut om ytterligare upphandling av lufttankningsplanet KC-46A Pegasus till nästa vår och ska påskynda utvecklingen av "nästa generations" KC-Z, med en preliminär analys av alternativ som planeras att starta 2024 - långt före det ursprungliga schemat 2030. Produktionen av LGM-35A Sentinel ICBM förväntas börja 2026, och det amerikanska flygvapnet förväntar sig att introducera Lockheed Martin AIM-260 Joint Advanced Tactical Missile och flera nya kryssningsmissiler under de kommande åren.

Motor för hyperloop



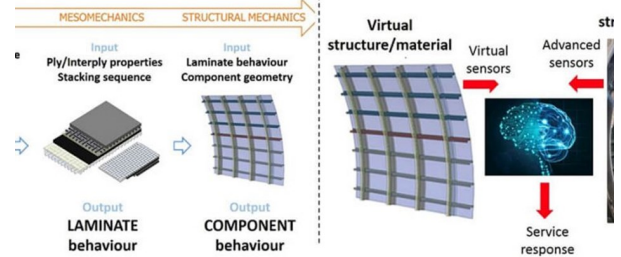
12 sep Actualidad Aeroespacial ITP Aero samarbetar med Zeleros i utvecklingen av ett utsläppsfritt framdrivningssystem för hyperloop. Hyperloopen färdas i tunnlar med oöverträffade hastigheter och utan att generera direkta utsläpp. Zeleros leder design och konstruktion av hyperloopfordon, som minskar infrastrukturkostnaderna per kilometer och arbetar under flyglika tryckförhållanden. Det framdrivande aerodynamiska systemet, en viktig del av Zeleros förslag, är integrerat i fordonet och drivs av ett 100% elektriskt framdrivningssystem. Denna teknik är nyckeln till att minimera behovet av linjärmotorer längs banan och för att minska kostnaden för infrastruktur, vilket underlättar skalbarheten för hyperloop för dess globala implementering. ITP Aero utvecklar en ny utsläppsfri framdrivningsteknik baserad på sin expertis inom utveckling av ultraeffektiva gasturbiner och el- och välgasdriven motorteknik.

Vertikalt militärplan



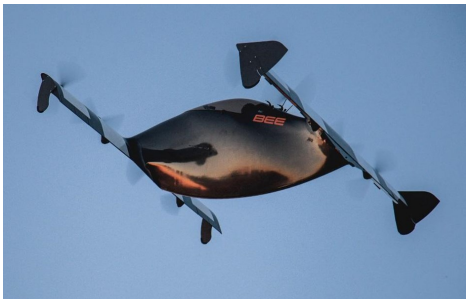
12 sep SPACE DARPA utvecklar små vertikalt startande flygplan för militärt bruk. Programmet är känt som Advanced airCRAFT Infrastructure-Less Launch And RecoverY X-Plane, eller ANCILLARY. Det syftar till att utveckla en farkost, som kan landa och starta i områden utan redan existerande flygbaser eller annan infrastruktur, fungera under ogynnsamma väderförhållanden och till och med lyfta från däck på marinfartyg utan specialiserad utrustning. DARPA har inte angett om programmet är avsett att utveckla en bemannad eller obemannad farkost, men en video visar piloter, som driver farkosten med en surfplatta, vilket innebär ett fjärrstyrt eller autonomt fordon. Utöver dessa mål syftar ANCILLARY-programmet till att utveckla en farkost som har låg vikt, kan bära stora nyttolaster och kan stanna i luften under längre perioder. Ett antal laboratorier och tillverkare har forskat och utvecklat liknande VTOL-flygplan de senaste åren. Det amerikanska flygvapnets Agility Prime-program har provat fjärrstyrda VTOL-farkoster och NASA har testat sin egen helelektriska vertikala start och landning "flygtaxi" som utvecklats av Kaliforniens Joby Aviation.

Digitala tvillingar



13 sep Actualidad Aeroespacial Intelligent sensorer ska ge ingenjörer uppdaterad information i realtid om flygplan under flygning. EU:s Dominio-projekt (Digital Method for Improved Manufacturing of Next-Generation Multifunctional Airframe Parts) innebär smarta sensorer, utformade i 3D för att integreras i själva delarna under tillverkningen och kan ge enorma fördelar i både kostnad och säkerhet för flygindustrin under de kommande åren. De kallas digitala tvillingar eftersom de är mycket exakta digitala modeller som uppdateras under hela livscykeln och replikerar den fysiska delen eller komponenten i flygplanet i realtid. Med denna information kommer simuleringarna att kunna analysera komponentens strukturella integritet och bestämma dess återstående livslängd. Tekniken som utvecklas i Dominio-projektet möjliggör inte bara realtidskontroll utan också att tillämpa avancerade 3D-utskriftstekniker och framsteg inom produktion av kolnanorörsfibrer (CNT) för att integrera sensorerna inuti delen under tillverkningen. Detta innebär att det inte längre är nödvändigt att sätta in dem efter produktionen av komponenten, vilket möjliggör en betydande minskning av mängden elektriska ledningar som behövs för att driva den nuvarande generationen flygplanssensorer. Kombinationen av lättare och effektivare sensorer, tillsammans med minskad kabeldragning, kommer att göra flygplanen mer bränsleeffektiva och därmed mer miljövänliga och mer ekonomiska för sina operatörer.

Privat eVTOL



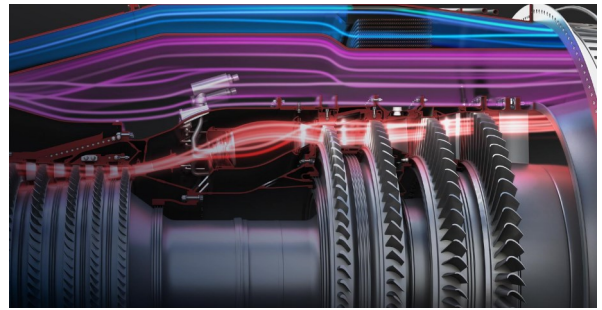
14 sep Aviation Week Företaget Opener planerar att påbörja leveranser 2023 av sin ensitsiga fly-by-wire Blackfly. Att lägga oprövad teknik i händerna på fritidspiloter verkar vara ett riskabelt steg för den begynnande elektriska vertikala start och landare eVTOL-industrin. Men Opener, ett av de första företagen som gick in på marknaden för personliga flygfordon, har redan ägnat mer än ett decennium åt att se till att dess flygplan är så säkra och lätta att använda som möjligt. Transporterad på släp tar Blackfly två personer 20 min. att montera och checka ut. Preflight-kontroller utförs med en surfplatta, som fungerar som en extra skärm i cockpit. Motorkraften är överspecifierad, batterierna har en reserv på 20 % och systemet körs med en låg "under-100" spänning. Den ballistiska återhämtningsfallskärmen är "100% manuellt utlöst" och är det enda systemet på flygplanet, som inte styrs av elektronik. Flygkontrollatorerna är trippelredundanta, radarhöjdmätare fyrdubbelt redundanta, 16 oberoende batteripaket i tandemvingarna driver de åtta propellrarna och alla kontrolllytor är delade. Som ett ultralätt flygplan krävs inte typcertifikat. Operatörer behöver inte vara utbildade piloter.

Drönarsvärm i skog



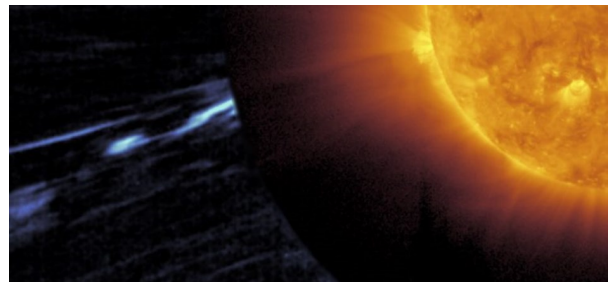
14 sep Science Robotics Forskare vid Zhejiang University i Kina har gjort en svärm av drönare som autonomt kan flyga genom tät skog. Till skillnad från drönarsvärmar, som tidigare flugit i öppna miljöer utan hinder och därmed risken för kollision, flög forskargruppen de handstora drönarna i en ostrukturerad miljö. För att uppnå detta utrustades drönarna med djupkameror, höjdsensorer, inbyggda datorer och algoritmer som möjliggjorde kollisionsundvikande, flygeffektivitet och samordning inom svärmen. Vidare förlitar sig drönarna inte på extern infrastruktur som GPS. För att möjliggöra svärmnavigering i naturen utvecklades en banplanerare, som kan fungera på ett snabbt och exakt sätt baserat på begränsad information från inbyggda sensorer. Planeraren uppfyller olika uppgiftskrav inklusive flygeffektivitet, hinderundvikande och undvikande av kollision mellan robotar, dynamisk genomförbarhet, svärmskoordinering och så vidare. Dessutom beräknar den föreslagna planeraren banformer och justerar tidsallokeringen synkront baserat på rumslig-temporal ledoptimering. Den mest effektiva banan kan således erhållas inom bara några millisekunder, även i den mest begränsade miljön. De hinderundvikande drönarsvärmarerna kan enligt forskarna användas för att kartlägga skador i efterdyningarna av naturkatastrofer, bedöma osäkra byggnader och utföra sök- och räddningsfunktioner. På samma sätt kan svärmar potentiellt användas för att tillsammans lyfta och leverera tunga föremål eller användas av militären.

Adaptiv jetmotor för F35



14 sep Defense News GEs adaptiva motor för F-35 avslutar provning. I mars började GE prova prototypen XA100 inom Adaptive Engine Transition Program. Slutförandet av proven markerar den sista stora milstolpen i AETP-kontraktet som GE vann i juni 2016. Pratt & Whitney, tillverkare av F-35:s nuvarande F135-motor, fick det andra AETP-kontraktet. Pratt & Whitney kallar sin utvecklingsmotor för XA101. Forsvarsdepartementet överväger nu om man ska ersätta F-35A:s F135-motor med en ny adaptiv motor, som använder avancerade kompositer och ny teknik som en tredje luftström för att förbättra bränsleeffektivitet, dragkraft, hastighet, räckvidd och värmehantering. Den innehåller också en adaptiv cykel som gör det möjligt för motorn att anpassa sig till den konfiguration som ger mest dragkraft och effektivitet för en given situation. Det skulle hjälpa F-35A att hantera uppgraderingar under de kommande åren. Den adaptiva motorn skulle dock också vara dyr. Utvecklings- och produktionskostnader kan nå 6 miljarder dollar.

Solar Orbiter vid solen



13 sep Actualidad Aeroespacial Solar Orbiter löser mysteriet med magnetiska förändringar i solen. När den tysk-amerikanska rymdfarkosten Helios 1 och 2 flög nära solen i mitten av 1970-talet registrerades plötsliga omkastningar av solens magnetfält. Dessa mystiska omkastningar var plötsliga och tillfälliga och varade från några sekunder till flera timmar innan magnetfältet återvände till sin ursprungliga riktning. Dessa magnetiska strukturer undersöktes på långt avstånd från solen av Ulysses rymdfarkoster i slutet av 1990-talet. NASA:s Parker-solsond 2018 indikerade att plötsliga magnetfältsinversioner var mest talrika nära solen och flera idéer föreslogs om hur de skulle kunna bildas. Med data från den närmaste passagen av solen hittills har ESA/NASA:s rymdfarkost Solar Orbiter nu hittat övertygande ledtrådar om ursprunget till de magnetiska förändringarna i solen och pekat på hur deras fysiska bildningsmekanism kan hjälpa till att påskynda solvinden. Solar Orbiter har gjort den första fjärranalysobservationen som överensstämmer med ett magnetiskt fenomen som kallas solväxling: plötsliga, stora avvikelser från solvindens magnetfält. Den nya observationen ger en fullständig bild av strukturen och bekräftar att dessa snabbt föränderliga magnetfält har sitt ursprung nära solens yta.

Hypersonisk leverans



14 sep Actualidad Aeroespacial Sierra Space och USA: s försvar utvecklar revolutionerande system för punkt-till-punkt-leverans. De två organisationerna kommer att arbeta tillsammans för att utveckla lösningar med hjälp av Sierra Space Dream Chaser rymdplan Shooting Stars lastmoduler och infrastruktur i omloppsbana, som ger unika möjligheter för exakt, kostnadseffektiv och snabb global leverans av försvarsdepartementets logistik och personal. Båda sidor kommer att samarbeta för att utforska rymdtransporter som ett nytt sätt för global punkt-till-punkt-markleverans av material och personal, som ett alternativ och komplement till traditionella luft-, land- och yttransporter. Med dessa tekniker skulle man kunna nå var som helst i världen på tre timmar. Dream Chaser är ett rymdflygplan som ursprungligen var avsett som en bemannad farkost. Lastvarianten är utformad för att försörja den internationella rymdstationen. Den är avsedd att skjutas upp vertikalt på Vulcan Centaur-raketen och att autonomt landa horisontellt på konventionella landningsbanor.

Kinas luftmobilitet



19 sep Aviation Week Avancerad luftmobilitet expanderar snabbt i Kina. Geely Aerofugia, ett dotterbolag till den kinesiska biltillverkaren Geely, presenterade en demonstrator i full storlek för sin TF-2 femsitsiga elektriska vertikal-start-och-landning (eVTOL) flygtaxi vid en konferens i Shanghai den 25 augusti. Några dagar senare rullade den Shanghai-baserade startupen Volant Aerotech ut demonstratorn VE-25 X1 för sin planerade pilotstyrda eVTOL för fyra passagerare. En annan Shanghai-baserad startup, Vertax, bekräftade sina planer på att komma in på marknaden med Matrix 1, en fem-sitsig eVTOL som är designad för att flygas autonomt. Företaget ansluter sig till en växande lista av kinesiska eVTOL-startups som inkluderar pionjären EHang samt europeisk-stödda AutoFlight, Pantuo Aviation, Volkswagen Group och XPeng AeroHT. EHang kom in på marknaden med en kort räckvidd, tvåsitsig multicopter eVTOL, men de flesta av de nya aktörerna utvecklar större bevingade eVTOL med längre räckvidd, inriktade på intercity såväl som stadsflyg. EHang har också siktat på autonom drift från början, medan de flesta av nykomlingarna planerar att ha piloter initialt och i slutändan bli självflygande.

Elflyg från Göteborg



15 sep GP ; Aviation International News Heart Aerospace presenterade sitt nya plan och nya flygplansfabrik Northern Runway i Göteborg. Heart Aerospace kommer nu att bygga ett 30-sitsigt hybridelektriskt regionalt flygplan som heter ES-30 och släppa tidigare planer på en 19-sitsig ES-19. Även om ES-30 behåller fyrmotorlayouten hos sin ES-19-föregångare, har designen nu ett vingkroppsstag och ett stort batterifack under flygkroppen. Planet kommer att drivas helt elektriskt på batterier. ES-30 kan flyga upp till 200 km med 30 passagerare i helelektriskt läge, eller 400 km när batteriet kompletteras med två turbogeneratorer och 800 km om endast 25 passagerare transporteras. Så sent som i fjol investerade amerikanska United Airlines 300 miljoner kronor i bolaget. United Airlines och dess Mesa Air regionala partner, som tidigare gjorde åtaganden att köpa upp till 300 ES-19, har nu valt att ta den större ES-30 i stället. Air Canada och Saab tar också minoritetsandelar i Heart AeroSpaces verksamhet. Air Canada har beställt 30 ES-30 elflygplan från Heart Aerospace och fått en aktieandel på 5 miljoner och Saab investerar fem miljoner dollar i bolaget. Andra kunder som byter från ES-19 till ES-30 inkluderar Braathens Regional Airlines, Icelandair, SAS och Nya Zeeland-baserade Sounds Air. Göteborg blir produktionsort. Det väntas ge 500 arbetstillfällen och dessutom ytterligare 500 jobb i Sverige till 2025. Idag har bolaget 130 anställda. Planet utvecklas i hangarer vid Säve flygplats, där även huvudkontoret är beläget.

Kinas metanraketer



18 sep Space News Rakettillverkare i Shanghai överväger att utveckla enorma metandrivna raketer. Kinas statliga rymdentreprenör tittar på att utveckla en serie delvis och fullt återanvändbara raketer som svar på SpaceX: s Starship. En artikel publicerad i tidskriften Aerospace Technology beskriver planer av Shanghai Academy of Spaceflight Technology (SAST) för ett antal bärraketer med varierande diametrar och kluster av metahaloxmotorer. En första generation av tre lanseringsfordon med återanvändbara första steg skulle ha diametrar på 3,35, 4,0 och 7,0 meter, drivna av kluster av upp till 22 "Longyun" 70 tonmotorer. Andra steg skulle använda vakuumpoptimerade versioner av motorn. 3,35 m-versionen ska kunna lyfta 2 500 kilo till en 700 kilometers solsynkron bana (SSO), medan 4,0 m-varianten kan lyfta upp till 6 500 kg nyttolast till en liknande omloppsbana. 7,0-metersversionen är planerad att kunna lyfta mer än 20 000 kg till 700 km SSO, samtidigt som det krävs nya uppskjutningsanläggningar och en offshore-plattform för att återta det första steget.

Helium från månen



19 sep The Hill Kina har hämtat helium-3 från månen, vilket öppnar dörren till framtida teknik. Det kinesiska Chang'e 5-uppdraget har returnerat ett nytt mineral från månytan. Kinesiska forskare kallar mineralet "Changesite-(Y)." Kineserna hävdar också att det nya mineralet innehåller helium-3, en isotop som många forskare har pekat ut som ett potentiellt bränsle för framtida fusionsreaktorer. Kristallmineralet var synnerligen litet, ungefär en tiondel så stort som ett människohår. Det nya mineralet är av enormt intresse för mängeologer. Helium-3 har potential att förändra världen. Forskare har vetat att månytan innehåller avlagringar av helium-3 sedan Apollo-programmet. Den största fördelen med helium-3-fusion jämfört med fusion med tritium och deuterium, isotoper av väte, är att det inte skapar radioaktiva neutroner. Dess största nackdel är att det är mycket svårare att uppnå en kontrollerad fusionsreaktion med helium-3 än att använda mer konventionella bränslen. Kinas åtkomst av helium-3 tyder dock på att månen kan bli en ny persiska viken i mitten till slutet av 21-talet. Ren och riklig fusionsenergi skulle förändra världen på ett sätt som knappt kan utvärderas.

Kvantsatellit för Europa



23 sep Space News En kvantsäkerhetssatellit för Europa ska skickas upp 2024. Europeiska rymdorganisationen ESA har gett ett konsortium i uppdrag att utveckla en satellit och börja driva den 2024 för att validera kvantnyckeldistributionsteknik (QKD). Gruppen med mer än 20 europeiska företag säkrade ett kontrakt för Eagle-1-satelliten som inkluderar tre års uppdrag i låg jordbana, där de syftar till att överföra nycklar med hjälp av fotonernas kvantegenskaper för att kryptera kommunikation på marken. Kvantkommunikation QKD anses som nästa stora steg för att leverera säkra nätverk eftersom alla försök att avlyssna kommunikationen ändrar fotonernas tillstånd och förstör nycklarna. 2016 sköt Kina upp en satellit vid namn Micius som kinesiska statliga medier hyllade som världens första kvantaktiverade satellit. Den kinesiska regeringen sa i juli att en mindre satellit designad i landet av bland andra University of Science and Technology of China, hade startat verksamhet i LEO för QKD-experiment i realtid. Den singaporianska start-upen SpeQtral planerar också sin första LEO QKD-satellit 2024. Samtidigt är Virgin Orbit planerad att skjuta upp de första LEO-satelliterna för den brittiska kvantteknologiska krypteringsstart-upen Arqit 2023.

60% obemannat US Navy



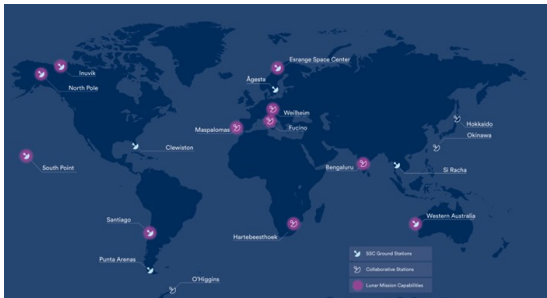
19 sep Aviation Week Amerikanska flottan vill ha sin flygflottilj 60% obemannad. Den amerikanska flottan tror på utvecklingen av mindre, billigare Collaborative Combat Aircraft för striderna i framtiden tillsammans med Lockheed Martin F-35Cs och nästa generations F/A-XXs. Detta liknar på många sätt amerikanska flygvapnets planer att bygga stora, mycket kapabla drönare för att flyga med sin sjätte generationens Air Dominance-plattform. Marinen verkar dock vilja ha ett billigare, mindre flygplan för att kunna fungera i stor skala från hangarfartyg. Banbrytaren för detta är Boeings MQ-25 Stingray. Marinen har tre MQ-25 i produktion och har gjort 35 provflygningar. Den första rollen för MQ-25 är som en tankfarkost med cirka sex ton bränsle och 500 nm räckvidd. Den har redan använts för att tanka Boeing F/A-18, Northrop Grumman E-2D och Lockheed Martin F-35C i prov. Nästa steg kommer att vara att utvärdera MQ-25:s förmåga att fungera som en kommunikationsnod. Med utökad räckvidd kan den flyga in i ett operativt område och vidarebefordra kommunikation för hela den gemensamma styrkan och inte bara marinen.

Rymdbolagets optiska nät



15 sep SSC SSC Rymdbolaget tilldelas 1,1 miljoner euro av ESA för optiskt marknät. SSC har tilldelats ett kontrakt på 1,1 miljoner euro av European Space Agency (ESA) Scylight-programmet för att stödja utvecklingen av det optiska kommunikationsprojektet NODES (Network of Optical stations for Data transfer to Earth from Space). Genom att utveckla ett optiskt marknät för dataåterföringstjänster syftar SSC till att öka kapaciteten i marksegmentet för den framtida marknaden för optisk kommunikation. Som ett av de första stegen har SSC lagt en order till det franska företaget Cailabs för en första markstation i västra Australien, planerad att påbörja försök i början av 2024. Marknaden för optisk direkt-till-jord-kommunikation förväntas växa avsevärt under de kommande åren, med stöd av den alltmer avancerade rymdlaserkommunikationstekniken. Genom att flytta till högre dataöverföringsfrekvenser är rymdindustrin inställd på att ta itu med de nuvarande databegränsningarna genom att öka bandbredden och datahastigheten. Bland fördelarna finns ökad säkerhet och immunitet mot elektromagnetisk störning samt minskad storlek, vikt och strömförbrukning ombord på själva rymdfarkosten. Ytterligare optiska markstationer kommer att läggas till i det globala nätverket för att tillhandahålla en fullständig optisk datatjänst när konceptet är bevisat.

Rymdbolagets mån-nät



19 sep SSC Swedish Space Corporation (Rymdbolaget) utvecklar det mest avancerade marknätet för månuppdrag. När mänskligheten återvänder till månen ökar den globala efterfrågan på månuppdrag i snabb takt. För att möta branschens nya och ambitiösa krav på månkommunikationskapacitet utökar SSC sitt världsomspännande nätverk av Lunar Exploration Ground Sites (LEGS) genom att lägga till två nya platser i Australien och Chile. Tillsammans med den franska tillverkaren av satellitspårningsutrustning Safran Data Systems kommer företaget att erbjuda världens första globala marknätverk som uppfyller de nya standarderna för månutforskning. Safran Data Systems kommer att leverera en uppsättning stora antensystem med hög effekt för att uppgöra Rymdbolagets markstationer i Chile och Australien. Systemen är baserade på Safrans patenterade koncentriska matning och kommer att tas i drift nästa år.

Första elflyget



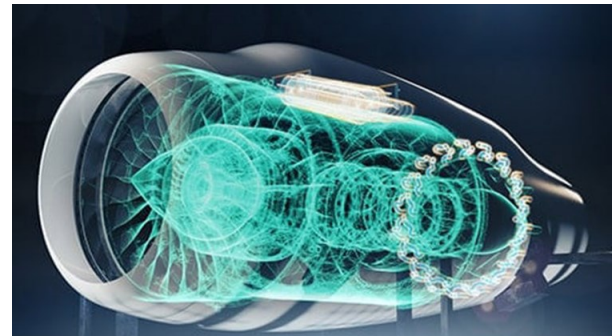
30 sep Aviation International News Eviations elektriska Alice lyfter för första gången. Europeiska Eviation Aircraft, en tillverkare av helelektriska flygplan, slutförde framgångsrikt den första flygningen av sitt nollutsläpps Alice-flygplan. Alice producerar inga koldioxidutsläpp, minskar bullret avsevärt och kostar en bråkdel per timmes flygdrift jämfört med lätta jetplan eller avancerade turboprops. Den har en maximal hastighet på 450 km/h och en maximal nyttolast på 1100 kg för passagerarversionen och 1170 kg för eCargo-versionen. Den drivs av två magni650 elektriska framdrivningsenheter från magniX, de enda flygprovade elektriska framdrivningssystemen i denna skala. Andra viktiga leverantörer inkluderar AVL (batteristöd), GKN (vingar), Honeywell (avancerat fly-by-wire-system, flygkontroller och avionik), Multiplast (flygkropp), Parker Aerospace (sex teknikersystem) och Potez (dörrar). Alices avancerade batterisystem är mycket effektivt och kan kontinuerligt uppgraderas, vilket möjliggör förbättringar i räckvidd när batteritekniken utvecklas. Flygplanet har också en fly-by-wire cockpit, vilket ger ökad systemtillförlitlighet och redundans. Alice finns i tre varianter: ett flygplan med nio passagerare, en elegant och sofistikerad business-kabinversion med sex passagerare och en eCargo-version. Cape Air och Global Crossing Airlines, båda USA-baserade regionala flygbolag, har redan lagt beställningar på 75 respektive 50 Alice-flygplan. DHL Express är Eviations första fraktkund, med en order på 12 Alice eCargo-flygplan.

EU:s flygmiljörapport



26 sep Actualidad Aeroespacial EU presenterar den europeiska luftfartens miljörapport 2022. Europeiska Unionen har publicerat European Aviation Environmental Report 2022, där man analyserar luftfartssektorns miljöprestanda, de framsteg som gjorts sedan 2019 års upplaga samt rekommendationer för att minska luftfartens inverkan på klimatförändringar, buller och luftkvalitet. Pandemin ledde till att antalet flygningar som anlöpte EU:s flygplatser minskade från 9,3 miljoner 2019 till 4,12 respektive 5,07 miljoner 2020 och 2021. Långsiktiga trender tyder på att regionen kan nå cirka 12,2 miljoner årliga flygningar 2050, så CO₂-utsläppen från flygplan kan stiga om inte miljöskyddsåtgärder inom sektorn prioriteras ytterligare. Rapporten rekommenderar att flyga rutter med mindre miljöpåverkan inom ramen för det gemensamma europeiska luftrummet och att införa hållbara flygbränslen. Rapporten är utarbetad av Europeiska Unionens byrå för luftfartssäkerhet, med stöd av europeiska miljöbyrå och Eurocontrol.

Europas Clean Aviation



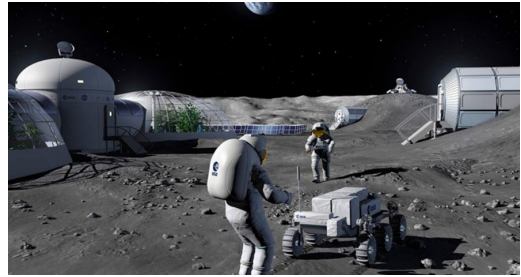
1 okt www.clean-aviation.eu EU-projektet Clean Aviation delar ut över 700 miljoner euro till 20 projekt. Målet är att göra Europa till världens första klimatneutrala kontinent senast 2050 genom att utveckla spjutspetsteknik i samarbete mellan den privata och offentliga sektorn. De 20 projekten omfattar 14 ämnen som utarbetats från "Clean Aviation Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA)". Inom hybrid elektriska regionala flygplan drivs forskning och innovation om nya (hybrid) elkraftarkitekturer och deras integration och mognas teknik mot demonstration av nya konfigurationer, inbyggda energikoncept och flygkontroll. Inom ultraeffektiva kort- och medeldistansflygplan studeras innovativa flygplansarkitekturer, integrerade, ultraeffektiva termiska framdrivningssystem och förbättringar av bränsleeffektiviteten. Detta kommer att vara avgörande för övergången till utsläppsnåla/utsläppsfria energikällor (syntetiska bränslen och vätgas), som kommer att vara mer energikrävande att producera, dyrare och endast tillgängliga i begränsade mängder. Omvälvande teknik för att möjliggöra vätgasdrivna flygplan ska göra det möjligt att utnyttja vätgasens potential som ett alternativt koldioxidfritt bränsle, särskilt flytande vätgas. Tillämpningen av resultat från dessa områden i nya flygplan kommer att bero på prestandakraven för de olika flygplanskategorierna, den tekniska förmågan och mognaden samt de prestandavinster som kan uppnås.

Svensk sond till månen



4 okt IRF – Institutet för rymdfysik Ett instrument från Institutet för rymdfysik i Kiruna ska skickas till månen, ombord på en turkisk rymdsond. Under expeditionen kommer svenska rymdforskare att studera permanent skuggade regioner av månen. Rymdinstrumentet skickas till månen ombord på den turkiska rymdsonden AYAP-1 inom de närmsta åren. Under cirka tre månader kommer sonden att befinna sig i en cirkulär bana på 100 kilometers höjd ovanför månytan. Instrumentet, som byggts i Kiruna, ger svenska rymdforskare möjlighet att studera flödet av hur laddade partiklar från solen, solvinden, växelverkar med månytan. Ett annat uppdrag blir att studera så kallade mini-magnetosfärer som bildas vid månens magnetiska områden. Instrumentet kommer även att undersöka hur månens mycket tunna atmosfär skapas och upprätthålls. Månexpeditionen planeras att avslutas genom en kontrollerad hård landning på månytan. Det vetenskapliga instrumentet Lunar Neutrals Telescope (LNT) byggs vid IRF:s huvudkontor i Kiruna och är baserat på institutets instrument som för några år sedan studerade månen ombord på indiska Chandrayaan-1. Det nya instrumentet har cirka sju gånger så hög vinkelupplösning som föregångaren.

ESAs Moonlight



5 okt Actualidad Aeroespacial Europeiska rymdorganisationen ESA vill skapa en konstellation av månsatelliter. Cirka 250 uppdrag till månen kommer att lanseras bara under det kommande decenniet, enligt marknadsanalytikern Northern Sky Research, som förutspår att det kommer att utlösa en månekonomi på 100 miljarder euro och skapa jobb och välfärd på jorden. ESA vill tillhandahålla telekommunikations- och navigationstjänster till dessa månuppdrag, inom ramen för sitt Moonlight-initiativ. I samarbete med ESA och andra partners avser NASA att bygga Lunar Gateway, en utpost i omloppsbana runt månen som kommer att fungera som utgångspunkt för robotisk och bemannad utforskning av månens sydpol. ESA bygger de europeiska servicemodulerna som kommer att driva alla NASAs Orion-rymdfarkoster till månen och tillbaka, samt en livsmiljö och tankningselement för Gateway, plus en kommunikationsmodul som kommer att bana väg för Moonlight. ESA har redan initierat Lunar Pathfinder-projektet för att tillhandahålla initiala kommunikationstjänster till de första månuppdragen, vilket kommer att förbereda för nästa steg med Moonlight. Moonlight kommer att förbättra noggrannheten i landningen och ge åtkomst till områden utanför Gateways vy.

Rymdslunga



5 okt Daily Mail (UK) NASA testar den gigantiska slungan SpinLaunch för att skjuta upp nyttolaster i rymden. Anläggningen syftar till att ge enkel tillgång till rymden och utvecklas för att skicka 200 kilos satelliter 60 km över jordens yta. Systemet innehåller en skivformad accelerator som drivs av en elektrisk enhet som slungar nyttolasten runt innan den släpps ut högst upp genom lanseringsröret. Acceleratorn ligger vid Spaceport America i Jornada del Muerto-öken i New Mexico där också Virgin Galactic lanserar sina orbitalflygningar. Testet inkluderade nyttolaster från NASA, Airbus, Cornell University och satellittillverkaren Outpost Space och genomfördes för att se om sådana föremål tål 10 000 g. Anläggningen är en tredjedel av storleken på den version som företaget hoppas kunna bygga. När projektilen skjuts ut i stratosfären kommer ett framdrivningssteg att starta för att avsluta dess vandring till låg omloppsbana kring jorden. SpinLaunch hoppas kunna skjuta upp satelliter som väger 200 kg och andra möjliga nyttolaster, senast 2026. Små rymdfarkoster kommer att vara ett viktigt verktyg i framtida planetära vetenskapsuppdrag. Utplacerade i stor mängd i omloppsbana, kommer sådana ChipSats att sjunka ner genom atmosfären och samla data.

Airbus ZEROe demonstrator



8 okt Airbus ZEROe baserad på A380 kommer att bli nästa Airbus-demonstrator. Efter E--familjen som lyfte fram potentialen för helelektrisk flygning och E-X som användes för att testa hybriidelektrisk framdrivning, kommer ZEROe att bli nästa Airbus-demonstrator. A380 MSN-1 är öronmärkt för att prova de tekniker som kommer att vara avgörande för att nå nollutsläpp för flygplan till 2035. Demonstratorn kommer att bära fyra flytande vätetankar samt en väteförbränningsmotor monterad längs den bakre flygkroppen. Det flytande vätet kommer att omvandlas till gasform innan det införs i motorn där det förbränns för framdrivning. CFM International kommer att modifiera förbränningen, bränslesystemet och styrsystemet för en GE Passport TM turbofläkt för att köras på väte. Denna motor valdes på grund av dess fysiska storlek, avancerade turbomaskiner och bränslekontrollförmåga. Varje teknikkomponent – vätgastankar, förbränningsmotor och distributionssystem för flytande vätegas – kommer att testas individuellt på marken. Därefter kommer det komplexa systemet att testas först på marken och därefter under flygning. Den första testflygningen förväntas äga rum under de kommande fem åren.

Till stratosfären



10 okt Actualidad Aeroespacial Det finns redan 600 personer registrerade för att resa till stratosfären i en rymdfarkost. Resan kommer att göras i rymdfarkosten "Neptun" och kommer att avgå från Kennedy Space Center (Florida). Kapseln är rymlig med nio fällbara säten för åtta passagerare och en pilot. När de väl har besökt anläggningarna där kapseln är belägen kommer resenärerna att få en informations- och säkerhets-session innan de börjar uppstigningen. Den trycksatta kapseln med alla bekvämligheter ombord stiger som en luftballong som drivs av förnybar vätgas utan raketframdrivning och lämnar därmed inget koldioxidavtryck. För att sjunka släpper rymdfarkosten ut en liten mängd gas som förvandlas till vatten. Den kommer att stiga med en hastighet av 20 kilometer i timmen tills den når en höjd av 30 kilometer där man kan se mer än 700 kilometer åt alla håll i ett 360° panorama. Tur och retur tar sex timmar och slutet på resan är en landning i havet där en båt plockar upp passagerarna och tar dem till en hamn.

Minnesmetaller tystar vingar



13 okt Aerospace Technology Forskare vid Texas A&M har utvecklat ett sätt att tysta vingarna på landande flygplan. Formminneslegeringar (SMA) är material som kan deformeras, men sedan värmas upp och återförs till sin ursprungliga geometri. SMA kallas ibland "minnesmetall" eller "minnestråd" på grund av denna effekt. För närvarande ändrar vingarna form med hjälp av hydraulsystem för att skapa motstånd under landning. En vingspets som sträcker sig utåt lämnar ett tomrum, vilket leder till turbulent flöde, vilket genererar buller och vibrationer. Under start gör motorerna det mesta av bullret, men under de inledande stadierna av landning genereras mycket av bullret från turbulens i luften som strömmar runt vingen. Turbulens i slutet av vingen kan leda till vibrationer, minskad bränsleeffektivitet, buller och en mängd andra svårigheter. Vingar och vingspetsar kan emellertid också modifieras med hjälp av SMA. Passagerare kan ofta se vingen böjas under flygning. En metod för att bekämpa detta är att justera vingarnas styvhet genom att införliva SMA-tråd eller nät i en komposit för att bilda vingens kropp. När vingen behöver ökad styvhet värms tråden upp, vilket gör att den rätar ut och behåller sin form. När vingen behöver böjas får tråden svalna och deformeras något.

Texus 57 från Kiruna



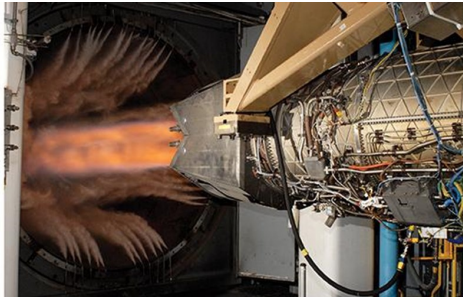
13 okt Actualidad Aeroespacial Sondraketen TEXUS 57 sköts upp från Esrange Space Center i Sverige för att möjliggöra mikrogravitationsexperiment i rymden. TEXUS (Technological Experiments in Zero Gravity) är världens mest framgångsrika och långvariga sondraketsprogram. Den första TEXUS-raketen sköts upp i december 1977. Sondraketer skjuter upp vetenskapliga och tekniska experiment till kanten av rymden under en period av cirka sex minuter innan de faller tillbaka till jorden. Enkelt uttryckt hjälper TEXUS forskare att genomföra biologiska, materialvetenskapliga och fysiska experiment under rymdförhållanden. Programmet spelar också en viktig roll för att förbereda experiment för den internationella rymdstationen (ISS). Bland kunderna finns Europeiska rymdorganisationen (ESA) och den tyska rymdorganisationen som arbetar med flera universitet. Vid ballistisk flygning når en TEXUS-raket en maximal höjd på cirka 260 kilometer. Flygningen, från start till landning, tar cirka 15 minuter. Under sex minuter uppnås en ungefärlig viktloshet, som bara är en tiotusendel av jordens normala gravitation. Det senaste uppdraget kom från Brandenburg University of Technology (BTU) och syftade till att studera hur värme och massa överförs i vätskor under rymdförhållanden. Resultaten kommer att användas i optimering av värmeväxlare för satelliter.

Hybridelektrisk motor provad



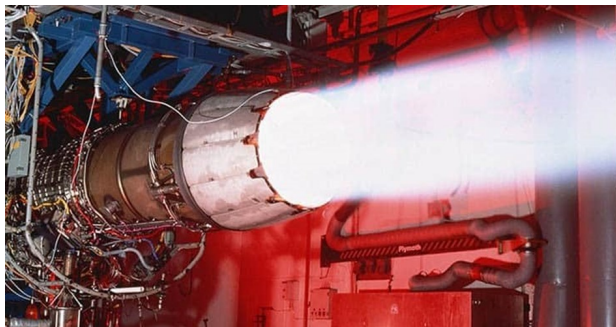
13 okt NASA NASA, GE slutför historiska hybridelektriska framdrivningsprov. NASA:s Electric Aircraft Testbed (NEAT) är unikt bland flyglaboratorier eftersom det har förmågan att prova fullskaliga framdrivningssystem på simulerade höga höjder. GE:s system inkluderar effektstyrssystem, elmotorer, kraftomvandlare och kraftöverföringar. Dessa komponenter måste provas tillsammans på simulerad höjd för problem som kan påverka elsystemets prestanda under flygning. GE började sina prov 2019 och skalade upp dem genom tillägg av megawatt-klassmotorer, generatorer och omvandlare. Höjdintegrationsprovet lanserades 2021. Med hjälp av NEAT:s stora höjdekammare drev testpersonalen två uppsättningar kompletta hybridelektriska system, som representerade höger och vänster motor i ett flygplan på en flyghöjd upp till 45 000 fot. När nu markprovet är klart kommer NASA och GE att övergå till flygprov under NASAs Electrified Powertrain Flight Demonstration-projekt, som syftar till att introducera elektrifierad flygplansframdrivningsteknik till de amerikanska kommersiella kortdistans- och regionala flygmarknaderna under det kommande decenniet.

Motortvilling



14 okt Aviation Week Digital tvilling hjälper Pratt att utöka F119-prestanda för F-22. Tack vare en nyskapad "digital tvilling" av Pratt & Whitney F119 turbofläkt, kommer en framtida mjukvaruuppdatering för Lockheed Martin F-22 att utöka prestandan hos det tvåmotoriga stealth-jaktplanet. Pratt & Whitney gjorde om den digitala elektroniska motorkontrollen i F119 för att låsa upp mer kinematisk prestanda efter att ha upptäckt att delar i turbinen var mer robusta än förväntat. Pratt samlade in data om användningshistoriken för enskilda F119 under 2018. När data från riktiga flygningar analyserades med en digital tvilling fann Pratt att operatörerna använde motorn annorlunda än F119:s konstruktörer hade antagit när de beräknade hur länge delarna kunde hålla fram till de behövde bytas ut. I vissa delar av motorn, som kärnan och lågtrycksmodulen, visade riktiga flygtimmardata att delarna kunde hålla upp till 20 % längre än vad företaget hade förutspått. Den främre fläkten var också mer robust än förväntat, men inte med samma marginal. Eftersom data från Pratts digitala tvilling av F119 visar att delarna är mer robusta än tänkt, kan dessa komponenter belastas mer utan att betala mer för underhåll senare.

GKN underhåller Gripen



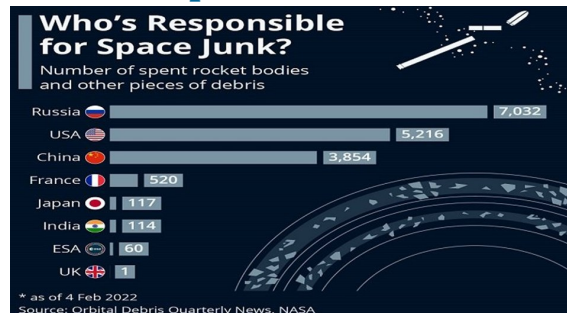
15 okt gkn-aerospace GKN Aerospace har valts ut för teknisk support och underhåll, reparation och översyn inklusive reservdelsförsörjning till Gripen E:s RM16 motorer. RM16 är det svenska namnet på motorn baserad på General Electric F414 som driver F-18 Super Hornet. GKN Aerospaces fortsatta stöd till plattformen bekräftades av Försvarets materielverk (FMV) i januari. GKN Aerospace kommer att ha ett nära samarbete med Saab och GE för att bygga upp nödvändig infrastruktur och kompetens för den nya motortypen. GKN Aerospace är också OEM-tillverkare (Original Equipment Manufacturer) och typcertifikatinnehavare av Gripen C/D RM12-flygmotorn och har stöttat RM12-flygmotorerna sedan det första Gripen-flygplanet togs i bruk 1997. Teknisk support och underhåll för alla versioner av Gripen-flygmotorerna kommer att finnas i Trollhättan. GKN Aerospace har 2 200 anställda i Trollhättan, varav cirka 200 arbetar med militär motordesign- och supportverksamhet.

Nya vingformer



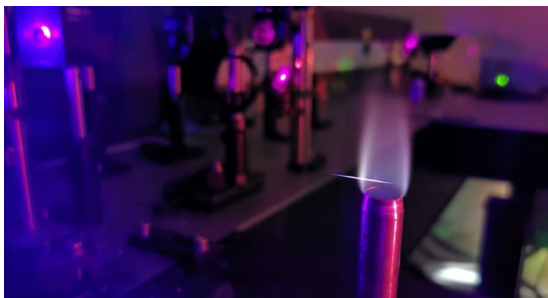
15 okt Aerospace Technology Icke-elliptiska vingar fördröjer bildandet av vakvirlar. Virlar produceras av vingar när de rör sig genom luften och bildas i deras kölvatten. Virlarna bidrar i hög grad till turbulens, och att minska deras påverkan kan leda till säkrare och stabilare flygningar. Forskare från University of Illinois Urbana-Champaign har undersökt nya former av flygplansvingar och fastställt att icke-elliptiska vingar kan minska betydelsen av vingspetsvirlarna som produceras av vingen i rörelse. Den elliptiska vingkonfigurationen har använts som standard för aerodynamisk effektivitet under större delen av ett sekel. Tidigare akademiska studier har visat att det teoretiskt sett finns andra konstruktioner, som faktiskt ger lägre luftmotstånd på en plan vinge för samma lyftgenerering. Icke-elliptiska former utvecklades av RT Jones och Ludwig Prandtl under första halvan av förra århundradet. Forskarna fann att Jones- och Prandtl-vingarna inte producerade vingspetsvirlar som den elliptiska vingen gör. De fann också att de äldre vingarna fördröjer bildandet av vakvirlar och ökar avståndet som krävs för att en vakvirl ska bildas.

Vem skräpar ner?



18 okt Engineering360 Ryssland, USA och Kina är de största bidragsgivarna till rymdskräp. I november förra året sprängde Ryssland en av sina gamla satelliter med hjälp av ett antisatellitvapen (ASAT), skickade tusentals bitar av skräp i omloppsbana och riskerade att träffa den internationella rymdstationen. De är inte ensamma. Secure World Foundation uppskattar att minst 16 skräpskapande ASAT-vapentester har utförts hittills. De mest potentiellt skadliga utfördes av Kina 2007, när landet sänkte en av sina egna satelliter och genererade uppskattningsvis 3 000 bitar skräp. USA, skaparen av det första ASAT-testet på 1950-talet, har genomfört minst tre ASAT-skräpskapande prov. Man försöker nu göra något åt problemet. I november 2021 lanserades en kinesisk militärsatellit utformad för att minska rymdskräp i rymden via en Long March 3B-raket från Xichang Satellite Launch Center i sydvästra Kina. Japanbaserade Astroscale har också validerat sitt magnetiska fångstsystem som är utformat för att ta itu med problemet med rymdskräp. Dess "End-of-Life Services by Astroscale-demonstration" (ELSA-d) servicersatellit har framgångsrikt fångat en simulerad bit rymdskräp i omloppsbana. ELSA-d har varit i omloppsbana sedan mars 2021 på cirka 550 km höjd och har slutfört en idriftagningsfas under vilken dess system testades och certifierades och bekräftade förmågan att upprepade gånger fånga en annan satellit.

Luleås gröna raketer



14 okt Luleå TU Grönare framtida raketmotorer med laserstrålar. På grund av flera uppskjutningar söker rymdindustrin efter nya hållbara lösningar för att minska effekten på miljön och klimatet. En av lösningarna kan vara utvecklingen av vätgasbränslen. Forskare i rymdtekniska system vid Luleå tekniska universitet har utvecklat ett ultrasnabbt laserbaserat verktyg som kan ha tagit oss ett steg närmare grönare rymdresor. Forskningen kan bland annat leda till utvecklingen av mer miljövänliga raketmotorer. Det nya laserverktyget kan samla in exakt information om temperatur och koncentration av syre, bränsle och vattenånga i vätgaseldade flammor. All denna korrekta och noggranna information som laserverktyget kan samla in kommer sedan kunna användas för att driva forskningen om grönt bränsle framåt vilket i sin tur kan bidra till utvecklingen av ännu mer miljövänliga raketmotorer. Vätgasrikt bränsle gjort på förnybara källor kan spela en stor roll i framtiden genom att minska utsläppen och lindra klimatförändringarna.

Luftburet laserkraftrelä



24 okt DARPA Amerikanska DARPA arbetar på nät för laserstrålning av energi. Målet med programmet Persistent Optical Wireless Energy Relay (POWER) är att designa och demonstrera luftburna optiska energireläer. Dessa reläer är en kritisk komponent som är nödvändig för att tillåta markbaserade lasrar att användas för hög höjds effektiv långdistansöverföring. Då kommer sådana reläer att möjliggöra framtida flervägs trådlösa energinätverk. Nuvarande militära plattformar, som kräver lång räckvidd, uthållighet eller betydande vapenleveranskapacitet, måste vara fysiskt stora för att bära den lagrade energin i form av flytande bränsle, som behövs för att utföra ett uppdrag. Ett trådlöst kraftöverföringsnätverk förvandlar plattformar till ledningar snarare än behållare, vilket möjliggör små billiga plattformar med betydande möjligheter som obegränsad räckvidd eller uthållighet. Konverteringseffektivitet är dock fortfarande en utmaning. I ett multi-hop-nätverk uppstår snabbt oacceptabla förluster vid konvertering från en fortplantningsväg till elektricitet och tillbaka vid varje nod. Var och en av dessa omvandlingar är relativt ineffektiva och att multiplicera dem över en kedja är opraktiskt. POWER-programmet kommer att utveckla effektiva kraftstrålningsreläer som omdirigerar optiska energioverföringar samtidigt som strålkvaliteten maximeras vid varje punkt på vägen, och selektivt skördar energi efter behov.

Boeings ecoDemonstrator



17 okt Aviation Week Boeings ecoDemonstrator, den nionde i programmet, möjliggör långsiktiga prov och modifieringar. Sedan 2012 är ecoDemonstrator-programmet en viktig del i Boeings forskning- och utveckling. Årets demonstrator 777-200ER kommer att drivas på en 30-70 blandning av hållbart flygbränsle för att bevisa den dagliga driften med alternativa bränslen. Dessutom provas infällbara virvelgeneratorer med fastransformerande formminneslegeringar, som reagerar på ändrade temperaturer, för att återaktivera flödet och förbättra den aerodynamiska prestandan. Boeing använder också ecoDemonstrator för att prova tillämpningar av additiv tillverkning, inklusive en del tillverkad av återvunnet aluminium, ett komplext motorfäste tillverkat av Inconel och en kanalpanel tillverkad av titan – den största additivtillverkade delen som hittills byggts och flugits av företaget. Programmet kommer också att testa flera flight-deck-teknologier som syftar till att förbättra operativ effektivitet, inklusive ett system som utvecklas med hjälp av Jeppesen flygplatskartor som kommer att möjliggöra optimerad taxning före start och efter landning. Nästa fas av ecoDemonstrator 2023 är planerad bland annat att utvärdera ett mer avancerat portable enhanced vision system, som ska integrera flygplansdata med bilder från en nosmonterad kamera.

Rysk internet via satellit



25 okt Aviation Week Ryssland skickar upp den första Sfera-konstellationssatelliten. Roscosmos Space Corp. har skjutit upp den första satelliten i Rysslands nya Sfera multisatellit-kommunikations- och jordobservationskonstellation. Denna satellit på 160 kg utvecklad av ISS-Reshetnev Co. är en demonstrator som kommer att testa kommunikationsprotokoll för bredbandsanslutning till internet och sätta ut en viss omloppsfrekvens. Den framtida Skif-underkonstellationen förväntas vara fullt utplacerad 2027-2029. Den kommer att bestå av 12 satelliter, som kommer att fungera i tre omloppsplan. De seriella satelliterna kommer att vara nästan fyra gånger tyngre, cirka 600 kg, än demonstratorn och bära multibeam, fasade antennuppsättningar för att sända och ta emot Ka-bandsdata. Sfera kommer också att ha mer än 300 andra kommunikations- och jordövervakningssatelliter förenade till ett gemensamt informationssystem. De flesta av dem ska vara i omloppsbana 2024-2026. Skif-D-uppdraget var Rysslands 17:e år 2022. Oktober har varit Rysslands mest hektiska uppskjutningsmånad i år eftersom landet redan har skickat fem olika raketer till rymden från alla sina tre rymdhamnar under en enda månad.

54. Candy badar



Jag satt ofta vid de konstfullt formade vattenfallen i parken bortom stadshuset. Jag njöt av det porlande vattnet och den kyliga dimman, som steg upp från fördämningen nedanför fallen. Det var ett mirakel att se vattnet forsa vidare mot de stora baden. Forsens brus påminde mig om mitt förlorade liv på Jorden.

Jag är fortfarande förvånad över att de finns. Det går åt väldigt mycket vatten, som det är så ont om på Mars. Det behövs ju till så mycket annat, som att dricka och laga mat, värma upp växthus och bostäder, skydda mot strålning i domernas tak och bli bränsle om det delas upp i väte och syre.

Jag vet att man gör vad man kan för att återanvända vattnet, men det måste ändå hela tiden fyllas på. De som nu bor på Mars verkar ta vatten för givet, men så var det inte för de första som kom. Visst fanns det vatten, men precis som det då var på Jorden, så var det mesta fruset runt polerna. Vid Mars sydpol är ju isen nästan fyra kilometer tjock och vid nordpolen två och vem vill bo på isen. En del av den är dessutom begravd under frusen koldioxid och under året orsakar variationer i Mars bana och lutning stora förändringar av islagren från polarområdena och halvvägs ner till ekvatorn. Om all denna is skulle smälta, så har jag hört att planeten skulle täckas av cirka trettio meter vatten. Men det som hände på Jorden lär ju inte upprepas på Mars om inte terroristerna får gehör för sina ideer att smälta isen med atombomber. Att skicka ut koldioxid i luften som på Jorden är meningslöst. Det finns det redan mer än nog av på Mars.

Där pionjärerna ville bosätta sig var ytan extremt torr. Mars är för kall och atmosfären för tunn för att ha flytande vatten på ytan utom under mycket korta tider vid låga höjder. Inte många vet idag att man i början måste få vatten genom att blåsa luft genom dammfilter och bäddar där vattenångan avskildes. Atmosfären på Mars må vara tunn men den är fuktig och dammig. När bädden var mättad kunde vattnet kondenseras och pumpas till lagring. Litet gav det men inte mycket.

Lite bättre blev det när man började utvinna vatten ur jorden, det vi kallar regolit. Under vissa perioder lämnar ju vattenånga polariseringen, kommer in i atmosfären och faller till marken vid lägre breddgrader som frost eller snö blandad med damm. När isen förångas och går tillbaka till atmosfären lämnar den efter sig damm som isolerar den återstående isen. På så sätt blandas isen in i marken och kan återvinnas. Men man måste mala sig igenom stora mängder regolit för att få litet vatten. På en del håll finns det också mineraler, som har vatten kemiskt bundet till sig. Man kan få fram vatten genom att värma mineralerna, men oftast med magert resultat.

Några större bosättningar kunde det inte bli tal om på Mars innan man hittade vatten längre ner under ytan. På Jorden finns det fortfarande mycket vatten i jorden, så kallat grundvatten, även om det blir mindre och mindre. Mars har en gravitation på bara lite mer än en tredjedel av Jordens, så jordskorpan är mindre tät och mera porös. Det innebär att vatten kan läcka ner under marken. På sina håll finns många så kallade lavarör, naturliga tunnlar i stelnad lava. Djupt ner är Mars tillräckligt varm för att hålla vattnet flytande, och det kommer naturligt att strömma ner och samlas i de här tunnarna. Vulkanisk utgasning av vattenånga från marsmanteln kan ibland fylla på dem.

Som på Jorden stiger temperaturen med djupet, men solvärmen på Mars är mindre än en tredjedel av Jordens så temperaturen stiger långsammare. Om man borrar ner och hittar vätskor, är det oftast flytande koldioxid. Luften på Mars är ju 95% koldioxid. Man

kan behöva borra tre kilometer för att hitta flytande vatten om det finns överhuvudtaget. Sådant kan man inte ge sig på förrän man har tillräckligt med folk och resurser.

Pionjärerna letade förstås reda på var det fanns vatten i sådana tunnlar och bosatte sig där. Vår stad i Valles Marineris, ett system av dalar, som löper längs marsytan öster om vulkanen Arsia Mons på Tharsis-utbuktningen nära ekvatorn, var särskilt gynnad. Jag har räknat ut att tunnarna under staden, rymmer lika mycket vatten som den stora sjön, där jag och min fru bodde, och den var en av de största på Jorden. Det sa vi i alla fall när vi ville skryta.

Därför är det kanske inte konstigt att vår stad är berömd för sina bad och nu när inga turister kommer från Jorden längre är baden gratis. Det var visst en av de första sakerna som Svartskägget införde som borgmästare och det är förstås väldigt populärt.

Alla städer på Mars är förstås inte lika gynnade. Man får hoppas att det inte blir krig om vatten på Mars som det en gång var om olja och gas på Jorden. Kanske ligger det något i terroristernas ideer att hämta stora isberg från asteroidbältet mellan Mars och Jupiter och störta dem på Mars, men det blir nog aldrig något av med det heller.

Hur som helst så var det min fru, som såg till att vi besökte baden första gången.

-Vi måste gå dit, när vi nu är här, sa hon. Det var ju därför vi ville åka hit från början.

Jag följde motvilligt med henne men blev förtjust. Det var ju också vårt första riktiga bad på flera månader. Sedan gick jag dit nästan varje dag.

Jag fick ett eget skåp i ett omklädningsrum med panelklädda väggar. I skåpet förvarade jag det som behövdes, en liten flaska med väldoftande olja att smörja in mig med, en scharlakansröd badkappa, luddig på insidan, badlakan, böjda striglar eller hudskrapor och badskor med tjocka sulor för att skydda mig mot obehaglig fotsvamp.

För mig ingick allt naturligt i en bekväm dag. Jag lyssnade på Svartskäggets dagliga predikan, tog en lätt måltid på min favoritrestaurang och gick sedan och satte mig vid vattenfallet. Efter att ha suttit där en stund följde jag sedan vattnet genom parken ner mot baden.

Folklivet var enormt så man måste klämma sig fram mellan människor av alla de slag. Alla skulle inte bada. En del satt i gräset för att få sig en matbit och lite vin och kanske för att spela tärning. Andra var på väg till andra nöjen, som teatern eller de offentliga föredragen, fast på eftermiddagen, när jag oftast var där, så var det nog mest gladiatorspelen som lockade.

Jag lärde mig snart känna igen de som liksom jag själv var hela dagarna i baden. Man såg på dem att det mest var folk, som inte behövde tänka på kostnaderna, och de verkade ofta ha lägenheter nära baden i stadshusdomens väggar. För fattiga och mindre bemedlade människor var det alldeles för dyrt. Men även sådana vanliga marsianer ville bada. Det fanns de som övernattade ute i parken för att vara säkra på en plats.

Det är inte konstigt att baden är så populära. Vanligt folks bostäder är ju enkelt möblerade med en säng, ett bord och en pall. Många bor under jorden som jag och min fru. Det inbjuder inte till umgänge. Då går man förstås till badet för att umgås.

Kontrasten mot de påvra förhållanden under vilka man bor och arbetar är enorm. Badet är ju både storslagna och luxuösa och man kan träffa på vem som helst där, till och med Svartsågget själv. Han går tydligen gärna dit för att kurerar sin ischias, som han ådrog sig under sina många tyngdlösa äventyr.

Naturligtvis är badet också beryktade för ett hektiskt sedefördärv vilket ytterligare ökar deras lockelse. Jag måste tillstå att det förekommer mycket som man inte ser så öppet på Jorden och i den låga gravitationen blir allt mycket mera omständligt. Vid häftiga rörelser mot varann tenderar ju kontrahenterna att ryckas isär av reaktionskraften.

Ovant för mig, som kom från Jorden, så badade alla nakna, kvinnor och män om vartannat. Jag antar att det är för att smutsa ner vattnet så lite som möjligt, bassängerna används ju också som vattenreservoarer, nödvändigt i ett samhälle med brist på vatten.

Alla fysiska aktiviteter utövas också nakna. Om man ägnar sig åt sådant, så måste man duscha av sig svetten innan man går vidare till badet. Där höll jag på att trassla till det för mig första gången.

Duschkabinen skyddades bara av någon slags flimrande ljusvägg. Det var något nytt för mig. På Jorden hade vi riktiga väggar. I ögonlinsernas infrarött anade jag att det fanns något på andra sidan väggen och jag tyckte också att jag hörde något bakom den. Utan att tänka mig för sträckte jag in handen genom ljusväggen. Det var som att köra in den i ett jordiskt magnetogram. Där skulle jag åtminstone ha sett den som genom en dimma. Här försvann den helt vid handleden. Jag sträckte in handen längre, men drog snabbt tillbaka den när jag fick ett slag över fingrarna.

Den övre delen av det flimrande ljuset bleknade och en kvinnas huvud blev synligt. Det var en typisk marsianska med ett kraftfullt ansikte, brett över kindbenen. Det ljusbruna håret smetade längs kinderna. Hon såg ner på mig, medan jag viftade med mina ömmande fingrar. Det såg ut som om hon tänkte säga något, men sedan hejdade hon sig, fnyste och vände sig föraktfullt bort. Det hade nästan varit bättre om hon hade skällt ut mig, tänkte jag och stannade kvar i kabinen tills jag var säker på att hon var försvunnen.

Efter duschen kunde man svepa in sig i sitt badlakan och sträcka ut sig i vilosalen eller låta sig sjunka ner och kylas av i någon av bassängerna med kallt vatten innan man gick vidare till själva badet. Första gången jag kom in där var en upplevelse. De är ju fantastiskt rymliga och oerhört påkostade. Det var rum, vars like jag aldrig såg på Jorden.

Jag gick runt bassängen, som täckte nästan hela golvet, och beundrade väggarna och pelarna av gulvit polerad sten omväxlande med spegelglas från tak till golv. När jag tittade upp, såg jag att valven var målade i glada färger och ljuset, som strömmade in genom de nanoskopiska fönstren, förstärktes och spreds runt om i rummet. Man kände värmen, som strömmade ner från taket med den osynliga infraröda delen av solljuset.

Jag hörde musik, som jag inte kan beskriva. Den liknade inte något man kunde höra på Jorden. Det var ett mycket svagt ljud, så svagt att man knappt kunde urskilja det. Ekot strömmade rakt in i hjärnan.

Bassängen var blå i botten med bilder av simmande vita fiskar. Det var fullt av människor i det stora rummet och vattnet låg klart som en himmel och speglade ljuset. Många människor simmade i de blanka böljorna. Ännu flera höll till i små nischer eller urholkningar med bekväma säten i stenväggarna runt bassängen.

En kvinna kom simmande nära kanten där jag stod. När hon var nära dök hon ner i vattnet och passerade mig utan att jag märkte mer än några krusningar på vattenytan. Fem eller sex meter längre bort tog



hon sats mot botten och flög upp helt och hållet ur vattnet. Hon vred sig runt i luften och kastade en blick bakåt på mig, medan hon långsamt sjönk tillbaka ner i vattnet, som stänkte högt omkring henne. Ingen skulle kunna göra något sådant på Jorden, där gravitationen är tre gånger så stor, fast jag såg en gång något liknande bland stora fiskar, som vi kallade delfiner.

Det varma vattnet omgav mig när jag steg ner i badet. Jag badade någon gång i sjön vid vårt hus på Jorden, om det inte var för kallt eller luktade för mycket metan, och trodde att simning på Mars skulle vara som på Jorden. Det var den bara delvis.

När jag kom ner i vattnet upptäckte jag att man inte hade någon fördel av den låga gravitationen utan måste anstränga sig lika mycket som på Jorden. Man sjönk ju ner lika långt och motståndet när man simmade var också detsamma.

Men jag märkte också att om jag lyckades få upp farten så lyftes jag lite ovanför vattnet som på ett bärplan. Det minskade vattnets motstånd, och gjorde att man kunde få upp högre hastighet med mindre ansträngning. Det skulle inte ha gått på Jorden.

Problemet var bara att vågorna rörde sig genom vattnet mindre än hälften så fort som på Jorden. Våghöjden var större och droppar och stänk tog längre tid på sig att falla. Det fanns också mycket mer vattendroppar, som flög runt i luften och många fler luftbubblor i vattnet. När huvudet lämnade vattnet höll ytspänningen kvar vattenklumparna i ansiktet. Man fick skaka på huvudet och försöka blåsa bort dem.

Även om jag ofta tog en simtur, så blev den aldrig lång. Då var det roligare att dyka i den låga gravitationen. Trampolinerna var tre gånger så höga som på Jorden och fallhastigheten tre gånger så långsam. Till och med jag hann med en massa konst på vägen ner innan jag slog i vattnet. Det är inget att undra på att det var så populärt för jordbor att fara och bada på Mars innan Plurimax ville tvinga på marsianerna sitt opium.

Det gällde bara att inte hoppa på någon av robotormarna, som simmade omkring därnere. Här och där såg man de slingrande svarta ormarna skimra mot den ljusblå botten. En av de första gångerna såg jag en liten flicka gå fram till bassängen och klappa i händerna. En av de svarta ormarna böljade upp till ytan. Den var lika tjock som min arm och när den stack fram sitt vita huvud såg jag att den hade glänsande vassa stältänder, som såg ut att kunna mala ner vad som helst som hamnade i bassängen. Flickan böjde sig fram mot den och var på väg att börja mata den, men ryckte tillbaka handen och rusade gråtande tillbaka till sin mor. Den otacksamma ormen gled tillbaka ner i vattnet. Jag vet nu att de där ormarna lever på bakterier och annat avfall i vattnet. Det genererar också elektricitet som driver dem. Flickan fick nog en stöt. I fortsättningen aktade jag mig för ormarna.

Efter baden kunde man gå längst in i en pelargång till ett svettrum med en het bassäng. Där kunde den, som hade råd, få parfymerat vin blandat med isbitar.

Runt omkring på bänkarna satt skuggiga figurer. En del var uttryckslösa och rörde sig knappt. Några drack vin, gnagde på råttben eller tuggade krasande på kackerlackor eller utbytte historier. En del höll till nere i bassängen. Ibland var det sång och skrik och klappande i händer från folk, som gått dit för att fira någon eller något.

Man kan få höra mycket på en sådan plats och ofta är det bara dumheter. Jag brukade söka mig in i en liten grotta med öppning mot dammen, för att inte bli indragen och förråda att jag kom från Jorden. Jag begrep ju ändå inte så mycket av deras prat.

Oftast fick jag sitta i fred men en gång satte sig en man och en kvinna intill mig. Hon var väl bibehållen, konstaterade jag, ovanligt för en marsianska. När hon såg mitt intresse drog hon upp knäna till hakan, men fortsatte prata med sin medföljande.

Då och då fick de höja rösten för att göra sig hörda ovanför plasket från bassängen. Jag hade vatten i ena örat, tyvärr det som jag hör bäst på, så jag uppfattade bara förlugna ord, men jag förstod i alla fall att de talade om Jorden och Flaminia. Jag berättade det för min fru när jag kom hem och hon suckade.

-Det där är ett rykte som går överallt. Dom pratar inte om annat på jobbet. Hon ska komma hit sägs det.

-Ska hon, sa jag förvånad. Hur ska det gå till? Hade ärkevestalerna en egen tjänsteraket i Rom kanske?

-Den har nog Plurimax konfiskerat i så fall. Nej, det sägs att hon ska skickas över som en databas och skrivas ut av Tertias maskin.

-Att hon vågar, sa jag. Det är ju första gången den används. Går det?

Det trodde hon inte. Då måste de ju först ta död på henne, frysa ner henne tills elektronerna föll ner i atomkärnorna och lagra all information, som lämnade kroppen med fotonerna. Sen måste den skickas hit med laserlänk och det tog säkert flera veckor. Det gick inte att hålla det hemligt. Det var ju därför vi fick åka hit med Candyplattan istället för att skicka Candy på det sättet.

Hon sade att alltihop säkert bara var en myt som spreds på Jorden. Folk var missnöjda med Plurimax hade roffat åt sig Cyberanden och ville ha tillbaka Flaminia. Hon omkom väl när hennes palats krossades och nu hoppades de att hon skulle återuppstå här på Mars. Hur ryktet sprid sig hit var det ingen som begrep. Förmodligen av marsianska vinodlare och vinprovarna på Jorden.

-Jag undrar om hon kommer att skrivas ut med kläderna på, sa jag fundersamt och min fru skrattade.

-Jag som började tro att du var för gammal för att tänka på sånt, sa hon. Men du ser väl för mycket i baden.

När jag satt där och såg på de nakna marsianerna runt omkring tänkte jag att för gammal var jag inte men nog märktes det att det var mindre blod i underkroppen och att testosteronet minskade i den låga gravitationen, fast ingen visste varför. På Mars var det kanske svårt både att få barn gjorda och att klämma fram dem. Det var väl därför som Tertia ville skriva ut dem med sin maskin. Det fick väl vara som det var med det. Alltihop var ju ändå bara rykten, tänkte jag

Bäst tyckte jag om det öppna badet på taket. Kanske var det för att jag bodde under jorden som jag ville komma närmare himlen. Där-



uppe kunde jag se stadshusets tinnar och tornen på arenan. Långt borta syntes terrasserna med sina lyxvåningar i domens väggar, som krökte sig uppåt med branta sidor mot den röda himlen.

Vattnet gick ända fram till kanten av taket, så att om man stänkte för mycket i bassängen så svävade vattnet ner på människorna nedanför i parken. Det brukade vara sent på dagen när jag kom dit och solen höll på att gå ner och skuggorna blev långa. Över bassängen var ett valv så att folk kunde flytta sig från solen till skuggan när de så önskade. Under valvet fläktade en svag vind, så ovanlig i de instängda domerna och därför desto mera eftertraktad.

Sista gången jag var där höll man på att bygga om valvet. Man arbetade med det ännu sent på eftermiddagen då folk vanligtvis inte vill lyfta ett lillfinger. De svettiga arbetarna såg också mörkt på oss badande.

De använde en självläkande betong gjord av regolit med hjälp av mikrober blandad med blod och urin. Proteinet i blodet stelade när det torkade och skapade ett starkt bindemedel som drog ihop regoliten. Det var en komposit spetsad med mikrofibrer, som böjde sig utan att brytas. Sprickor i bassängerna skulle laga sig själv när kalciumjoner i blandningen reagerade med vatten och koldioxid. 3D skrivare förvandlade det till nästan vad som helst. Det var ett bra material men tungt att hantera. Det luktade inte gott och hade en tråkig brun färg. De hade ett hårt arbete.

Jag simmade långsamt mellan pelarna, vände mig på rygg och lät mig sväva halvt upprätt i vattnet med hämlarna i botten. Jag låg där i den svalskande halvdagern och lyssnade till droppande vatten någonstans ifrån, medan jag såg på de svettiga arbetarna, som slet med sin betong. Ingen begärde att jag skulle arbeta, tänkte jag. Ingen skulle någonsin fordra det av mig. Aldrig i livet. Jag kunde njuta av de här underbara baden så mycket jag ville. Jag slöt ögonen och såg en sfär av dämpat ljus som växte och krympte i takt med andningen. All ångest försvann, hjärnan tömdes på tankar, kroppen kändes viktlös och jag existerade bara i ögonblicket. Alla tidsbegrepp var upplösta. Tänk att jag då inte hade en aning om att detta var sista gången jag var där.