



BEVINGAT



Nr 1/2021

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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

Flygforskning och teknikutveckling i Sverige

Så slog pandemin till
Sid 5



Kommer elflygplan?
Sid 7



Hur erövra rymden?

Sid 11



En växande rymdekonomi
Sid 14



Uppdrag Mars sid 17



I senaste utgåvan av Saabminnen har Anders Gustafsson och Billy Fredriksson skrivit en mycket intressant översiktsartikel om flygforskning och teknikutveckling i Sverige under åtta decennier. Artikeln kan laddas ner som ett särtryck ur Saabminnen Del 31 från Saabveteranernas hemsida

<http://www.saabveteran.se>

Sid 2

SAAB-MINNEN

Del 31

Särtryck

Flygforskning och teknikutveckling i Sverige
En översikt över 80 års historia av svensk flygforskning och teknikutveckling
Billy Fredriksson och Anders Gustafsson



Flygtaxi
Sid 3



Det har börjat utkristallisera sig vilka företag som kommer vara de ledande i elektriska flygande taxis i stadsmiljö ofta från flygplatsen in till små helipads i stadskärnorna och för kortare stad till stad flygningar. De flyger med elektriska motorer och batteridrift och har programvaror som utvecklas för autonom flygning, men än så länge måste en helikoptercertifierad pilot flyga dem.

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

Gå då till: <http://ftfsweden.se>

Bland nyheterna

Europeisk Starlink.....	25
GlobalEye från Saab.....	26
OHB rensar rymden.....	27
Arielspace årskrönika.....	28
Bränsle från luft.....	29
Mer bilar i luften.....	30
Hav av metan.....	31
Flyg i medvind!.....	32
Tankbil för månen.....	33
Militära marknaden 2030.....	34
Airbus tekniklabb.....	35
Plan för noll utsläpp.....	36

Fello´fly sid 20



Atomflygets historia
Sid 22



Candy får ett eget rum
Sid 37

Flygforskning och teknikutveckling i Sverige

Från författarnas förord

I senaste utgåvan av Saabminnen har Anders Gustafsson och Billy Fredriksson skrivit en mycket intressant översiktsartikel om Flygforskning och teknikutveckling i Sverige under åtta decennier. Här är författarnas inledning och bakgrundsbeskrivning. Artikeln kan laddas ner som ett särtryck ur Saab-minnen Del 31 från Saabveteranernas hemsida:

<http://www.saabveteran.se>

Från 2:a världskriget och framåt under kalla krigets period fanns en tydlig politisk insikt och vilja att bygga ett starkt svenskt försvar baserat på en stor andel inhemsk utveckling och produktion. För flyget innebar det starten på en omfattande inhemsk utveckling och produktion av flygplan.

Det blev början på en stark teknikutveckling och forskning baserat på omfattande samarbete mellan Staten via Försvarets Materielverk (FMV), industrin via främst Saab och Volvo Flygmotor (nuvarande GKN Aerospace Sweden) och forskningsinstitut, främst Flygtekniska Försöksanstalten (FFA) samt universitet och högskolor. Utvecklingen skedde i nära samverkan mellan aktörerna och har åstadkommit många svenska "aeronautical firsts".

Samverkansmodellen mellan staten, industrin och akademien har från 90-talet och framåt kommit att kallas för Triple Helix modellen. Det flygtekniska området är stort och teknologiskt mycket brett och omfattande. Vi kommer därför naturligen inte på något sätt att vara heltäckande. Vi ger exempel på teknikinnehåll samt FoT-program och samarbeten, liksom teknikspridning, som vi hoppas ska vara belysande och representativa för svensk flygteknisk forskning genom åren. Många av teknikområdena har också beskrivits i tidigare uppsatser i Saab-minnen och vi ger ofta referenser till relevant uppsats.

Redan från början insåg man vikten av internationellt samarbete och kunskapsinhämtning genom omvärldsbevakning och detta har också varit en viktig del av den svenska flygtekniska forskningen. Man kan nog säga att under de första årtiondena var de tre cirkelarna i Triple Helix modellen nästan helt överlappande. Det var inte så mycket tal om olika forskningsprogram och byråkratin var minimal. FMV deltog i utvecklingsarbetet och betalade för både provning och utveckling!

Med tiden blev cirkelarna lite mer sepa-

rerade. På övergripande nivå fokuserar vi på forskning och teknikutveckling för flygplan och flygsystem, alltså främst de områden som varit viktiga för Saab. Volvo Flygmotor, nuvarande GKN Aerospace Sweden, har på samma sätt haft forskning och teknikutveckling inom flygmotorområdet. Saab och GKN har genom alla år haft ett mycket nära samarbete och när det gäller de exempel vi tar upp vad gäller forskningens genomförandeformer har det i de allra flesta fall varit lika varandra. Det är teknikinnehållen som har skiljt sig åt.

Saab och GKN har gemensamt tillsammans med forskningsorganisationerna och försvarets materielverk arbetat för att främja den flygtekniska utvecklingen genom att ta fram långsiktiga planer, strategier och förslag till finansieringsformer. Vi har främst av utrymmesskäl valt att fokusera på områden relaterade till utveckling av flygplan och har färre exempel relaterade till tillverkning och produktionsteknik.

Många flygtekniska områden har både militär och civil användning, "dual use". Många av de forskningsprogram som vi ger exempel på har därför teknikinnehåll som gäller både militära och civila flygplan. Flyget har varit och är inom många teknikområden den ledande branschen. Många av de innovationer som tagits fram inom flyget har fått tillämpningar inom andra branscher, "triple use". För exempel se Saab-minnen del 30/6.

Under senare decennier har andra branscher blivit ledande inom teknologier som blivit viktiga inom flygsystemen, som t ex elektronik och datorer, sensorer, autonomi och artificiell intelligens. Flygindustrin deltar idag därför också i många forskningsprogram som traditionellt inte varit flygteknik.

Vi ska i denna uppsats försöka beskriva hur den svenska flygtekniska forskningen och kompetensanskaffningen utvecklats. Ambitionen är inte att beskriva teknologierna som sådana utan mera hur man genom åren har anskaf-



fat den nya teknik och kompetens som krävts för att utveckla flygplanen, vilka aktörerna varit och hur forskningen har finansierats. Områdena som vi exemplifierar med är både rena teknikområden såsom t.ex. nya material, men också metoder, verktyg och processer för utveckling av flygplan.

Det har alltid varit de kommande flygplansprojekten som varit drivande i vilka nya teknologier och kompetenser som behövs och som varit fokus för forskningen. För varje decennieavsnitt tar vi därför upp viktiga flygplansprojekt och ger exempel på nya teknologier som krävts och hur de anskaffats och på så sätt påverkat den svenska forskningsstrukturen och dess innehåll.

Genom åren har planeringen för nya teknologier och kompetenser förändrats till att bli alltmer långsiktig. De nationella och geopolitiska förändringarna har varit stora. Forskningen har blivit allt mer internationell och vi kommer att belysa detta med konkreta exempel.

De ledande elektriska flygande taxitillverkarna

Av C. Eriksson

Det har börjat utkristallisera sig vilka företag, som kommer att vara de ledande i elektriska flygande taxis i stadsmiljö ofta från flygplatsen in till små helipads i stadskärnorna och för kortare stad till stad flygningar. De flyger med elektriska motorer och batteridrift och har programvaror, som utvecklas för autonom flygning, men än så länge måste en helikoptercertifierad pilot flyga dem.

I USA är det Joby Aviation

Joby Aviations farkost med sex eldrivna tilt-rotorer ovanför en äggformad kropp för fyra passagerare är lättare, billigare och tystare än konventionella helikoptrar.

Joby arbetade på NASA LEAPTech och X-57 Maxwell-projekten innan de utvecklade sitt luft-taxi koncept. Sedan 2009 har Joby arbetat med att utveckla ett eldrivet kommersiellt flygplan med fyra passagerare och en pilot, som kan nå upp till 240 km på en enda laddning med en toppfart på 320 km/t. Nästan tyst under flygning, är planet också utformat för att vara hundra gånger tystare under start och landning än en helikopter. Joby planerar att massproducera sina flygplan för att driva en on-demand-tjänst, till en början med hjälp av en pilot för att så småningom bli ett obemannat flygplan.

Joby samarbetar med Intel Capital, Toyota AI Ventures, JetBlue Technology Ventures och Tesla/SpaceX backer Capricorn Investment Group. I december 2020 förvärvade Joby Aviation Elevate, Ubers flygtaxidivision. Joby siktar på certifiering i slutet av 2023. Man planerar att utveckla en stor flygande-bil-fabrik i Marina, Kalifornien.

I Kina är det e-hang

Kinas EHang kommer att genomföra sin första UAM försöksverksamhet i Europa, i Linz, Österrike. Den inledande fasen kommer att involvera dess autonoma flygfarkost med två passagerare, som flyger mellan vertiports "helipads" på någon av stränderna vid floden Donau.

I januari 2016 introducerades Ehang 184 på Consumer Electronics Show som världens första AAV som kan transportera passagerare. I november 2018 undertecknades ett avtal med staden Lyon för att öppna ett forskningscentrum där. Samtidigt ingicks ett samarbetsavtal med den österrikiska flyg- och rymdkoncernen FACC för att vidareutveckla, certifiera och producera EHang i Europa.

Den 12 december 2019 noterades EHang på NASDAQ med symbolen E. Den 18



mars 2020 beslutade EHang att gå in i ett strategiskt partnerskap med Llíria, en spansk stad. En lösning för lufrörlighet i städerna ska utvecklas. Detta inkluderar turism samt logistik. Staden och EHang kommer också att arbeta med den spanska byrån för luftfartssäkerhet. EH216-försök inleddes också i Sydkorea i slutet av 2020.

Överlägsen ett traditionellt bemannat flygplan följer E Hang AAV tre filosofier: Fullständig redundans för att garantera säkerhet, autonom pilot och klusterkontroll av det intelligenta lednings- och kontrollcentret.

Detta miljövänliga och autonoma flygfordon med hög passagerarkomfort ger en kort- och medeldistans transportlösning på låg höjd för framtida intelligenta transporter. Tekniken för autonom flygning eliminerar risken för fel. Flygrutter kommer att undersökas i förväg för att förinställa flera genomförbara planer för an-

vändaren. EHang AAV använder 4G/5G som höghastighetskanal för trådlös överföring till en kommando& kontrollcentral, vilket möjliggör fjärrstyrning av flygplanet och realtidsöverföring av flygdata.

EHang AAV drivs med el för att minska miljöskadliga utsläpp. Flygplanet kan laddas med 220V eller 380V strömförsörjning. Laddningsenheterna kan kommunicera i realtid med flygplanets Battery Management System.

Flygkroppen använder epoxi kompositmaterial för att optimera den totala strukturella styrkan och styvheten och uppnå en kombination av lätthet och styvhet. Aluminiumlegering används också för att effektivt minska flygplanets vikt och säkerställa den stödjande styrkan i olika delar.



I Europa är det Lilium jet

Den helt elektriska Lilium Jet startar och landar vertikalt, vilket gör det möjligt att leverera anslutningar från stadscentrum till stadscentrum med direktflyg på upp till en timme. Utan någon infrastruktur som krävs mellan start och landning kan anslutningar "helipads" upprättas i alla geografiska områden till mindre än en procent av kostnaden för en liknande järnvägsförbindelse med höghastighetståg. Shuttle-flygningar mellan högt efterfrågade platser kommer att hålla flygplanets belastningsfaktorer hög.

Lilium Jet balanserar höga nivåer av effektivitet med ett bulleravtryck som är tillräckligt lågt för att möjliggöra flygning i innerstäder. Distribuerad vektorstyrd dragkraft, levererad av 36 elektriska motorer drivande lågljuds elektriska kanalfläktar placerade över skrovet möjliggör precisionskontroll av flygplanet under den mest aerodynamiskt utmanande fasen av flygningen, när den övergår från svärflykt till vingburen flygning. Planet kan ta fyra passagerare och en pilot och har 300 km/h toppfart med 60 min flygtid.

Lilium Jets 36 helelektriska motorer är integrerade i vingarna för att minska luftmotståndet och optimera effektiviteten och deras kanaldesign ger en bullerskärminingsfördel framför öppna rotor. Flygplanet är konstruerat enligt kraven i EASA:s SC-VTOL-regler (2019) och deras associerade regler (2020).

Lilium kommer att flyga en andra prototyp av sin kanal-fläkt eVTOL. Den fullskaliga femsitsaren kommer att innehålla förbättringar som gjorts efter att den första prototypen, som flög i maj 2020, förstördes i en markbrand. Lilium säger att det fortfarande är på rätt väg att lansera sina regionala helikopterflygning 2025.

För företagare som jobbar i en viss region



kan dessa e-helikoptrar medföra en mycket större produktivitet då de snabbt kan ta sig mellan fabriker, försäljningskontor, distributörer, kunder och leverantörer tyst, snabbt och miljösamt speciellt då de blir autonoma och flyger till valda destination-



er och då laddas under mötena.

Även blåljusmyndigheter kan bli användare, då de små lätta e-helos, som inte har samma "downwash" som helikoptrar, där det lätt blir "Brownout" eller "Whiteout" då de landar på grus/sand eller snö, kan landa nära olyckan och plocka med sig 1-2 skadade/häktade eller släcka mindre bränder med dagens vattenjeteknologi som skär hål i byggnader från utsidan och fyller rum med vattendimma.

Militären ser tillämpningar främst för logistik och att hämta in skadade mha korta lågflygningar. Dock saknar dessa skydd "STANAG klassning" som tex. finns på attackhelikoptrar så det blir för tungt för e-helos och man vill då inte utsätta sina soldater att bli så enkla mål.

Det finns många mindre bolag som jobbar på samma teknologi, men jag har valt att framhålla dessa ovan.

Alaka'i Technologies planerar bemannade flygningar av sin prototyp fem-sits Skai väte-bränsle-cell-drivna eVTOL. Man genomförde obemannade flygningar av ett konceptfordon 2020. **Wisk** planerar att lansera en passagerartrafik med sina två-sits självflygande Cora i Nya Zeeland. I samarbete med Paris regionala regering kommer **Volocopter** att påbörja flygningar på ett provområde som upprättats på det närliggande flygfältet Pontoise-Cormeilles-en-Vexin inför en flygtaxi-demonstration under OS i Paris 2024.

E-hang kan jämföras med en VW typ 1 bil med lågt pris och begränsad räckvidd men kostnadseffektiv. Joby är mera som en Cheva eller Ford med starkt batteri och motor. Lilium är som en Porsche med massor av avancerad teknologi.

Lilium skrev nyligen kontrakt med Lufthansa Aviation Training för att ta fram

utbildning av piloter. Lilium och Lufthansa Aviation Training sade att användningen av blandad och virtuell verklighet kommer att bidra till att "ge en stabil tillgång på kvalificerade piloter för att stödja tillväxten av företaget och branschen."

Under den första fasen av programmet kommer partnerna - båda med huvudkontor nära München, Tyskland - att samarbeta om skapandet av en Lilium-typkurs för kommersiella piloter.

Lufthansa Aviation Training har lång erfarenhet av att utveckla pilotkompetens. Lilium sade att detta kommer att komplettera dess egen expertis i utformningen av dess nya flygplan, som radikalt skiljer sig från helikoptrar och flygplan som flyger idag. Företagen planerar att också arbeta tillsammans med EASA och FAA för relevanta certifieringskrav av pilotutbildningen. Lilium certifierar själva el-flygplanet.

TIER-1 Engineering

Ett oberoende ingenjörskonsultföretag i Kalifornien har Guinness världsrekord för längsta flygning med en elektrisk helikopter på 30 nautiska mil. Flygningen, som började på Los Alamitos Army Airfield, tog drygt 22 minuter med 80 knop och en höjd av 800 meter. Företaget, Tier 1 Engineering, arbetar för att utveckla en eldriven helikopter för Lung Bioteknik för att leverera mänskliga organ för transplantation utan att bidra till luftföroreningar. Helikoptern är en ombyggd Robinson R44 helikopter med ca 67 kilowattimmar litiumpolymerbatterier från Brammo, det elektriska motorcykelföretaget, som köptes av Cummins förra året. Den använder dubbla elmotorer från racerbil ingenjörfirman Rinehart Motion Systems.

<https://youtu.be/-o5wY41ht1s>

Så slog pandemin till..

Pandemin har avslutat 21 års tillväxt i global persontrafik. Mer än 6000 flyglinjer försvann i Europa. Inrikesresorna minskade med 40% och internationella flygningar drabbades av en ännu mer kraftig nedgång och sjönk 68% .
Pandemin ; 6000 linjer



Covid-19-krisen har lett till en kollaps av flyget och utplånat mer än 6000 flyglinjer, som tidigare trafikerats från flygplatser i Europa. Nio månader efter att pandemin började har de inte återställts.

Enligt ACI Europe 2020 Airport Industry Connectivity Report har flygplatserna i EU och Storbritannien drabbats mest. I april försvann lufttrafiken nästan helt och upplevde sedan en svag återhämtning under augusti, med 55% mindre än föregående år, för att minska igen i september (-62%).

Bland de största flygplatserna i Europa registrerades de största minskningarna av direktanslutning i Madrid-Barajas (-71%), Rom-Fiumicino (-70%), München (-68%), London-Heathrow (-68%) och Frankfurt (-67%).

Mindre regionala flygplatser har ofta sett att deras direkta anslutningar har minskat ytterligare, vilket framgår av Linz (-96%), Treviso (-95%), Vaasa (-91%), Quimper (-87%), Newquay (-86%), Shannon (-83%) och Burgas (-82%).

Däremot har flygplatser i Ryssland och Turkiet visat sig vara mer motståndskraftiga, både på grund av den inhemska marknadens storlek och relativa dynamik. Detta har lett till mer

begränsade anslutningsförluster för Moskva-Domodedovo (-12%), Sankt Petersburg (-26%), Moskva-Vnukovo (-28%) och Istanbul-Sabiha Gökçen (-33%).

Navanslutning har påverkats ännu mer än direkt anslutning, eftersom de sex största europeiska flygplatserna inom navanslutning bara återfick 16% av sin anslutning i september. Således noterade München (-93%) och London-Heathrow (-92%) de största förlusterna i navanslutning, följt av Frankfurt (-89%), Istanbul (-85%), Paris-CDG (-81%) och Amsterdam-Schiphol (-70%).

Olivier Jankovec, VD för ACI Europe, kommenterar att "skadan är så systemisk att enbart förlita sig på marknadskrafterna för att återställa flyganslutning inte är realistiskt. EU och regeringar i hela Europa måste gå in för att hjälpa till att komma igång. Vi behöver en återhämtningsplan för luftfart som inkluderar "Air Connectivity Restart Schemes" liknande den som ses på Cypern, med tillfälliga ekonomiska bidrag, som syftar till att stödja omstart av flyglinjer på ett icke-diskriminerande sätt.

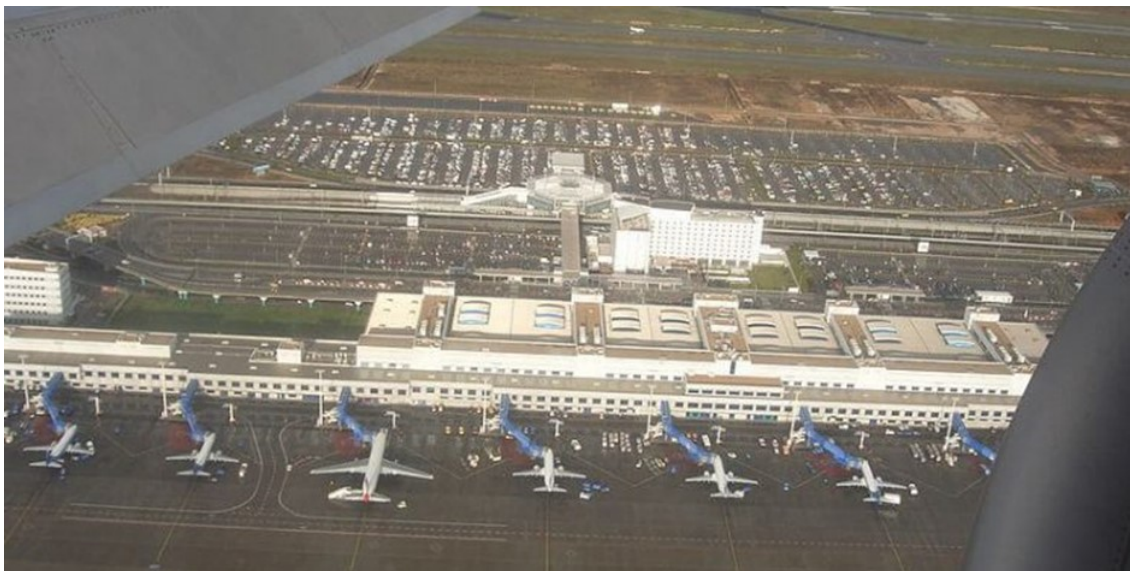
Covid-19-krisen har avslutat 21 års tillväxt i världspassagerartrafiken på några månader och minskat den till

1999 års nivå. Specifikt, jämfört med förra året, uppskattas att passagerartrafiken har minskat med 67% under 2020.

Enligt en rapport från konsultföretaget Cirium genomförde flygbolag från januari till december 49% färre flygningar 2020 jämfört med 2019. Således har det gått från 33,2 miljoner flygningar till endast 16,8 miljoner.

Inrikesresorna minskade med 40% i år till totalt 13 miljoner jämfört med 21,5 miljoner flygningar 2019, medan internationella flygningar drabbades av en ännu mer kraftig nedgång och sjönk 68% till under 3,8 miljoner från 11,7 miljoner på grund av stängning av gränser och begränsade affärsresor.

Jeremy Bowen, VD för Cirium, säger att "detta allvarliga bakslag visar den verkliga omfattningen av den utmaning som flygsektorn står inför." "Medan vi vid den här tiden förra året firade de globala lufttrafikföretagens punktliga prestanda, är detta år dramatiskt annerlunda. De faktorer som ofta orsakar förseningar, såsom överbelastat luft- rum, taxiköer och passagerare med sen ankomst har helt enkelt inte funnits 2020."



Enligt Cirium-data driver Southwest Airlines flest flygningar globalt (och i Nordamerika), med totalt 854800 flygningar. Under tiden toppade China Southern Airlines (487 700 flyg) topp-listorna i Asien-Stillahavsområdet, Ryanair i Europa (205 000 flyg), Azul i Latinamerika (134 000 flyg) och Qatar Airways (82 400 flyg) i Mellanöstern och Afrika.

På marken var Atlanta världens mest trafikerade flygplats, med mer än 245 000 anlända flyg under 2020, medan världens mest trafikerade flyglinje i båda riktningarna var inom Sydkorea, mellan Seoul och Jeju Island med 70 700 flygningar.

Planeringstiden för flygbolagen har drastiskt minskat från sex till tolv månader till bara sex till åtta veckor, vilket tvingar dem att vara smidigare och anpassa sig snabbare till resregler och begränsningar, som förändras snabbt runt om i världen.

Eftersom flygbolagen har tvingats att drastiskt minska antalet flygplan som fortfarande är i drift, fungerar de som fortfarande flyger betydligt färre timmar. Till exempel opererade engångs-flygplan endast sex till sju timmar om dagen under tredje kvartalet 2020 jämfört med nio till tio timmar om dagen under samma period förra året.

Även om upp till 30% av världens passagerarflotta förblir på marken, finns det tecken på återhämtning vid horisonten, med endast 10% av Airbus A320neo-kortdistansflygplan som för närvarande står stilla. Detta visar att

engångsflygplan leder återhämtningen och att inrikes- och kortdistansflyg är de första som återhämtar sig.

Med inrikes- och kortdistansflygningar, som dominerar dag till dag, var den mest använda flygplanstypen i världen Airbus A320, med 5,49 miljoner flygningar under 2020, säger Cirium.

Ciriums rapport lyfter fram sju trender som kommer att känneteckna 2021:

1. Konsolidering av flygbolag kommer att ske, särskilt i Asien och Stillahavsområdet, där fler nationella konkurrenter kommer att slås samman eller förvärvas.

2. Nya generationens flygplan som A320neo och återkomsten av 737 Max ger lägre driftskostnader.

3. Överskottsflygplan kommer att gå i pension och Boeing 747 och Airbus A380 förväntas stödja den växande efterfrågan på de tätaste fritidsmarknaderna.

4. Under fjärde kvartalet 2020 minskade bokningen med 78% jämfört med samma period föregående år. Detta kommer naturligtvis att förändra det sätt som branschen planerar efterfrågan på.

5. Flygbolag kommer att behöva implementera ett mer dynamiskt flygschema, eftersom bokningsfönstret har sjunkit från sex till tolv månader till bara sex till åtta veckor.

6. Implementeringen av AI-teknik kommer att påskyndas för att automatisera resenärsupplevelsen och proaktiv

information i realtid kommer att vara mer kritisk.

7. Flygplatsleasing kommer att överstiga 50% och blir den huvudsakliga finansieringsformen för flygplan.

Flygbolagen kommer att ha en lång väg att gå innan de återvänder till 2019-nivåerna, särskilt eftersom internationella resor har minskat avsevärt och bara visar långsamma tecken på återhämtning, främst i Kina och Sydostasien.

Men luftfarten kommer nog ändå att övervinna detta svåra och fruktansvärda år och dyka upp i bättre form, med yngre, mer bränsleeffektiva flygplan och flottor av rätt storlek, för att gradvis navigera mot återhämtning.

Kommer elflygplan?

Luftfarten är den enda stora industrin i EU där koldioxidutsläppen ökar avsevärt även om den står för bara 3% av de globala utsläppen idag. Det finns därför ett nytt intresse för att påskynda utvecklingen av passagerarflygplan som drivs av el- eller hybridelektrisk kraft. Man uppskattar att det finns mer än 200 elektriskt drivna flygplan under utveckling, men som framgår av nedanstående artiklar så finns det en hel del problem, som måste lösas. För flygtekniker väntar en spännande framtid.

BBC Future: [Just how far can electric planes take us](#)

RAeS : [Wiring up the electric aviation revolution](#)



I Sverige har uppstartföretaget Heart Aerospace presenterat ett koncept till ett regionalt trafikflygplan med 19 säten (se Bevingat 2020-5). Den franska regeringen har meddelat att den planerar för ett koldioxidneutralt flygplan fram till 2035 och den brittiska premiärministern Boris Johnson lovade att Storbritannien skall vara först med att utveckla ett långdistansflygplan med nollutsläpp.

Medan anmärkningsvärda framsteg har gjorts de senaste åren när det gäller utvecklingen av mindre eldrivna flygplan, så har större elflygplan för kommersiell persontransport fortfarande en lång väg att gå. Många tekniska hinder behöver övervinnas, särskilt de som rör batterierna. Batteritekniken kan fortfarande inte konkurrera med flygbränsle som energikälla.

Energitäthet definieras vanligtvis i antalet wattimmar (Wh) per kilogram (kg). Ett nuvarande litiumjonbatteris energitäthet kan uppgå till 250 Wh/kg, medan energitätheten för jetbränsle, eller fotogen, är ungefär 12 000 Wh/kg. Skillnaden är visserligen inte så stor, som den verkar, eftersom elektriska framdrivningssystem är mer effektiva, vilket innebär att de kan gå mer mil på mindre energi, men för närvarande lämnar detta fortfarande fossila bränslesystem ungefär 14 gånger mer energirik än batteridrivna alternativ.

Ett helelektriskt flygplan kommer också att väga detsamma i slutet av en flygning som det gjorde i början - till skillnad från ett konventionellt jetflygplan, som blir lättare när det förbrukar bränsle. Det minskar i sin tur mängden bränsle, som behövs för att hålla sig i luften. Världens största passagerarplan, Airbus A380, skulle bara kunna flyga 1 000 km med batterier jämfört med 15 000 km med fotogen. För att behålla sin nuvarande räckvidd skulle planet behöva batterier som väger 30 gånger mer än det nuvarande bränslet, vilket innebär att det aldrig skulle komma upp från marken

Den första generationen elflygplan kommer sannolikt att vara ombyggda versioner av befintliga flygplan med konventionella motorer ersatta av elektriska propellermotorer. Eftersom batteriernas tillförlitlighet ännu inte är säkerställd kommer dessa flygplan sannolikt för att uppfylla flygsäkerhetsbestämmelserna att vara "hybridelektriska" och utrustade med en extra fossil bränslemotor med en generator, som laddar de elektriska batterierna för att förlänga räckvidden.

Sådana hybridflygplan, även om de kan vara säkrare, kommer emellertid inte att vara lika effektiva som vare sig helt bränsledrivna eller rena elmotorflygplan. Reservmotorn tar upp nyttolastutrymme och vikt, och flygplanet kommer att behöva bära både batterier och

flytande bränslen, som måste tankas och laddas mellan flygningarna.

Man uppskattar att det finns mer än 200 elektriskt drivna flygplan under utveckling och antalet av dessa projekt ökade med 30% mellan 2018 och 2019. Många av dessa flygplan är hybridmodeller, där el kan ge så lite som 10-20% av framdrivningen.

I princip kan dessa konstruktioner vara lättare att utveckla med befintliga flygplanskroppar. Ett av hybridflygförsöken under de senaste åren var E-Fan X, ett gemensamt projekt mellan Airbus, Siemens och Rolls-Royce. Konceptet för planet innehöll ett 100-sitsigt BAE 146-flygplan som skulle modifieras så att en av dess fyra motorer skulle drivas av en 2 megawatt-motor. Planen var att utföra en provflygning med flygplanet 2020, men projektet lades plötsligt på is.

Det finns ingen aktuell plan för att flyga ett annat prototypflygplan med teknik från E-Fan X-, men många lärdomar har man dock fått. Inte minst hur komponenter som elektriska generatorer, kablar och kopplingssystem behöver omformas eller byggas helt från början för att vara tillförlitliga och säkra nog att flyga. Till exempel kräver elektriska komponenter ytterligare isolering för att säkerställa att de inte tar eld särskilt på hög höjd.

Elflygplan

Rolls-Royce har efter E-Fan X fortfa-
rande andra experimentella elektriska
flygplan under utveckling, inklusive det
helelektriska ACCEL-planet med målet
att sätta rekord som det snabbaste elekt-
risk flygplanet. Som en liten ensitsare är
det utformat för att nå hastigheter på
nästan 500 km/h och med en räckvidd
på mer än 320 km.

Hur kommer de nya flygplanen att se
ut? En radikal ny flygplansdesign kan se
futuristisk och iögonfallande ut, men hur
praktiskt kommer den att vara i den
dagliga driften? Kommer den att vara lätt
att integrera i befintlig flygplatsinfra-
struktur och markhanteringsutrust-
ning? Hur lätt och ekonomiskt blir ser-
vice och underhåll?

Innan batterierna blir effektivare kom-
mer helelektriska plan att se ut som nu-
varande regionala turbopropflygplan
med långa raka vingar utrustade med
antingen två eller flera propell-
rar. Batterier lagrade inuti vingarna istäl-
let för flytande bränsle kan hjälpa till
med att göra vingarna mer aerodyna-
miskt effektiva genom att vara längre och
tunnare och utformade för att inte
"fladdra" under flygning.

Den största utvecklingen kan komma när
flygkropparna omarbetas för att hysa fler
motorer än vanligt. Teoretiska stu-
dier har föreslagit att användning av fler,
mindre motorer kan minska den behöv-
liga dragkraften och förbättra den totala
effektiviteten - vilket gör sådana kon-
struktioner till potentiellt bättre alterna-
tiv för elektriska flygplan.

Sådana avancerade konstruktioner kom-
mer att driva NASAs första helelektriska
X-plan, X-57 Maxwell, som nyligen
genomgick vindtunnelprov vid Langley
Research Center i Hampton, Virginia.

Dessa prov, som ägde rum i Langley
Aeroacoustic Wind Tunnel med låg has-
tighet, genomfördes för att samla in vär-
defulla drifts- och prestandadata för
flygförhållandena, med hjälp av två av de
fullskaliga propellerenheterna tillhanda-
hållna av Empirical Systems Aerospace,
eller ESAero, San Luis Obispo, Kalifor-
nien.

NASA kommer att installera tolv av dessa
elektriska höglyftmotorer och propellrar
i den slutliga konfigurationen av X-57,

Rolls-Royce ACCEL



kallad Modification IV, eller Mod IV.

Dessa motorer och propellrar placeras
längs framkanten av X-57: s kryssnings-
effektiva vinge och kommer att användas
under start för att ge lyft till planet vid
låga flyghastigheter. När X-57 går in i
kryssningsläge kommer dessa motorer
att avaktiveras och propellerbladen viks
inåt för att förhindra ytterligare mot-
stånd, medan två större elektriska kryss-
ningsmotorer förblir aktiva på vingspet-
sarna. Sedan, när det är dags att landa,
kommer de mindre höglyftmotorerna att
återaktiveras och propellerbladen fälls ut
för att skapa lyftkraft för landning och
inflygning.

NASAs främsta mål för X-57 är att dela
designen av el-framdrivning, lärdomar
och luftvärdighetsprocess med reglerare,
när nya elflygmarknader börjar dyka
upp. Projektet har som mål en femfaldig
ökning av höghastighets kryssningseffek-

tivitet, noll koldioxidutsläpp under flyg-
ning och tystare flygning.

Wright Electric och EasyJet försöker för
närvarande bygga en 180-sitsars hele-
lektrisk jetplan, som kan flyga i cirka 500
km. Budgetflygbolaget EasyJet samarbe-
tar med Wright Electric för att designa
och utveckla ett sådant prototyp-
plan som, om det lyckas, skulle kunna
komma in i kommersiell tjänst redan
2030. Dess resvägar skulle vara begrän-
sade - Paris till London till exempel -
men enkelgångsflygplan som flyger korta
rutter på 1 500 km eller mindre står för
ungefär en tredjedel av flygutsläp-
pen. Genom att gradvis införa elektriska
flygplan för att ersätta konventionella
flygplan på dessa korta distanser, kan
flygets påverkan på miljön förbättras
avsevärt.



Elflygplan

Att flyga ett helelektriskt 180-sitsigt flygplan kommersiellt år 2030 är dock mycket ambitiöst. Den mer nyktra uppfattningen är att 2030 kommer vi mer troligt att se hybridelektriska flygplan rullas ut. I dessa plan tillhandahålls framdrivningen av batterier och elmotorer tillsammans med traditionella förbränningssystem. Ett 50-sitsigt flygplan skulle kunna bli livskraftigt som en hybrid, kanske mot slutet av 2020-talet.

Som med elbilar förväntas utvecklingen av elflygplan utvecklas stegvis. Många företag arbetar med små horisontellt startande VTOL-plan, som är utformade för att transportera ett litet antal passagerare på korta rutter. Detta banbrytande arbete hjälper till att påskynda teknik och system, som kan användas för utveckling av större elektriska flygplan som liknar regionala turboprops och jetflygplan. Men som med alla innovativa projekt finns det en riskfaktor genom att utvecklingen kan stöta på oförutsedda kostnader, tidsfördröjningar, säkerhetsfrågor eller brist på efterfrågan. Eftersom så mycket om framtiden för elflygplan fortfarande är osäkert, tenderar banker och investerare att vara ovilliga att riskera pengar på obevisad teknik och marknader. En elflygplanutvecklare måste därför ha djupa fickor och ett starkt engagemang för att investera på lång sikt.

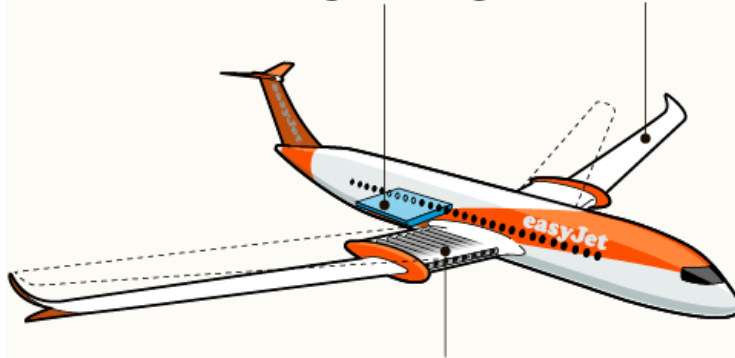
När det gäller elflygplan måste fler intressenter också delta i att skapa den infrastruktur som behövs för att driva sådana nya flygplan - inklusive flygplatser, pilotutbildare, flygtrafikledare, komponentleverantörer och leverantörer av underhåll. Införandet av hybrid- och elflygplan kan kräva nya regler som påverkar säkerhet, flygcertifiering, utbildning och underhåll, som alla kan ta tid att utveckla.

Även med de förväntade framstegen inom batteri- och elmotorteknik kommer batteridrivna flygplan inte att kunna ersätta alla jetdrivna flygplan. Även om elflygplan förväntas vara tystare, icke-förorenande och billigare att använda än jetplan, kommer de att flyga långsammare och kommer inte att ha tillräcklig batteritid för att flyga långa sträckor. Såvida inte ny teknik utvecklas för att minska dessa begränsningar förutspår branschexperter för närvarande att el-

Flying into the future

Rechargeable battery would be swapped for fresh one between flights

Wings are raked further forward for greater lift



Electric propulsion system

flygplan endast kommer att ersätta kommersiella jetflygplan på korta regionala rutter. Som ett resultat kan ett system med två nivåer utvecklas med elflygplan som körs på korta sträckor och regionala rutter medan turbinflygplan (med effektivare miljövänliga motorer och hållbara bränslen) fortsätter att flyga på långväga rutter.

Förutsatt att elflygplanet är certifierat är nästa problem produktion. En rapport från investeringsbanken UBS förutspår att mellan 2028 och 2040 kommer det att finnas en årlig efterfrågan på 550 el- och hybridelektriska flygplan. Vem ska producera alla dessa plan? Bör detta göras av samma nystartade företag som designade flygplanet eller ska ansvaret för volymproduktion överlämnas till en större tillverkare med erfarenhet inom detta område? Alternativt kan större traditionella tillverkare köpa upp nyetableringsföretaget. Beslut måste också fattas om reservdelar och eftermarknadsstöd. Flygplans- och motortillverkare tjänar lika mycket, om inte mer, pengar på underhåll och reservdelar som på försäljning av originalutrustning.

Här kommer standardisering in. Även om det är frestande att producera något eget, som skiljer sig från konkurrenterna,

finns det ett kommersiellt och praktiskt behov av att standardisera vissa komponenter, såsom batteristorlekar och laddningskontakter, så att de är enkla att använda och byta ut.

Det finns också frågan om motorer. Kommer motorerna att köpas separat för flygplanet som med nuvarande jetdrivna trafikflygplan eller måste de utvecklas av flygplanstillverkaren? Samma gäller batterier. Måste tillverkaren designa sina egna batterier för ett elektriskt flygplan, eftersom befintliga batterier inte är lämpliga för flygbehov.

Ett annat problem är säkerhetsproblemet. Behöriga myndigheter kommer endast att bevilja flygcertifiering till ett nytt elflygplan om de är övertygade om att det är säkert för att transportera passagerare. Hur kommer det nya flygplanet att klara av hårda vindar, turbulens, is, regn, höga och låga temperaturer, blixtnedslag, fågelkollisioner och drönnare? Hur kan man se till att flygplanets batterier är säkra? Högrepresterande batterier behöver kylas och måste säkras mot brandrisk (vilket framgår av de problem som Boeing stod inför med batteribränder efter införandet på 787). Det finns också miljöfrågor när det gäller skrotning av batterier.

Dessutom finns det operativa problem att lösa. Kommer elflygplan att ha två piloter eller en eller kanske flyga autonomt? Hur kommer detta beslut att påverka säkerhetsmyndigheternas och pilotförbundens attityder samt passagerarnas förtroende?

I en framtid där det finns elflygplan som är redo att flyga, är nästa fråga vem som ska köpa dem och hur de kommer att drivas? Flygbolag kommer inte att förvärva elflygplan om det inte finns några flygplatser de kan operera från. På samma sätt kommer flygplatser inte att förbinda sig att bygga elflyginfrastruktur förrän de är säkra på att sådana flygplan kommer att införas i tillräckligt antal för att motivera investeringen (ett dilemma som flera flygplatser mötte när Airbus A380 infördes för första gången).

Tänk dig att du är en flygplatsoperatör som bestämmer hur du bäst investerar för framtiden. Det finns fördelar med elflygplan. De skulle kraftigt minska flygplatsens koldioxidavtryck. Elflygplan skulle också vara tystare, vilket innebär att flygplatser nära befolkade områden kan fungera flera timmar eller över natten utan att störa lokalbefolkningen.

Men det skulle också finnas nackdelar. Nuvarande jetdrivna passagerarflygplan har alla en gemensam "rör- och vingform", som kan variera i storlek, men som kan lastas eller lossas med befintlig flygplatsutrustning. Flygplatsens markhanteringstjänster är anpassade till att arbeta med konventionell design. Att introducera elektriska flygplan skulle innebära nya gränssnitt mellan flygplatsen och flygplan och markhanteringssystem. Markhanteringsinfrastruktur kan behöva skapas för att hantera e-flygplan med okonventionella former - till exempel långa tunna vingar som kräver mer utrymme mellan parkerade och rörliga flygplan.

Flygplatser kan också behöva tillgodose två olika typer av elektriska flygplan som behöver tankas eller laddas. Rena elektriska flygplan skulle behöva byta batteri medan hybrid-elektriska flygplan kommer att ha två uppsättningar motorer, en behöver bränsle och den andra batterier.

Flygplatsens markhanteringspersonal måste bli bekant med många olika elflygplan och ha alla de olika typerna av batterier och tillhörande utrustning som behövs för att serva dem. Batterierna kan förvaras på olika platser i flygplanet,

eventuellt i vingarna eller i flygkroppen. Vissa elflygplan kan laddas med batterierna monterade, medan andra byter ut sina använda batterier mot en ny fulladdad uppsättning. Storleken och formen på batterierna kan också variera mellan olika flygplan,

Flygtrafikledare skulle också behöva lära sig nya driftsmetoder som att samordna rörelserna för snabbare jetflygplan med långsammare elflygplan. Det finns också operativa säkerhetsfrågor beträffande de potentiella begränsningarna för drift av elflygplan på grund av ogynnsamt väder eller hur flygplatsens brandbesättningar och räddningstjänster bör reagera på en start- eller landningsolycka eller batteribrand på marken.

En förutsägelse för elflygplanens framtid är att de skulle kunna drivas från mindre flygplatser, som tidigare inte kunde klara av ekonomin för kommersiella flygningar, vilket genererar en helt ny marknad. Detta skulle emellertid endast vara möjligt om dessa flygplatser har nödvändig infrastruktur för att tillgodose elflygplan - såsom batteriladdare, markpersonal för att byta eller ladda batterier och underhållspersonal med relevant teknisk kunskap och tillgång till reservdelar. Om elflygplan genererade en efterfrågan på mer intensiv användning av regionala flygplatser, skulle dessa också behöva investera i ny passagerar- och transportinfrastruktur - såsom nya terminaler, vägar och parkeringar.

Det förutspås att servicekostnaderna för elflygplan kommer att vara lägre, åtminstone för motorer, eftersom elmotorer är mindre komplicerade än jetturbiner och borde kräva mindre underhåll. Flygkroppen kan å andra sidan ha högre underhållskostnader beroende på hur den är konstruerad, vilket redan upplevs med ökad användning av kompositer, där skador är svårare att upptäcka och reparera. Standardisering av komponenter och tillgänglighet av reservdelar skulle också påverka kostnader och tidskalor.

Ett helelektriskt flygplan behöver inget bränslesystem men kräver regelbundet byte av batterier. Vad som ännu inte är känt är hur erfarenheten av att använda elektriska flygplan i regelbunden kommersiell verksamhet kan ge nya underhållsproblem som ännu ingen tänkt på, eftersom batterier och motorer utsätts för

värme, kyla, solljus, is, turbulens och alla andra svårigheter.

Även om elmotorer i allmänhet skulle kräva mindre underhåll än förbränningsmotorer, skulle det behövas uppmärksamhet för att upprätthålla sådana speciella element som höghastighetslager och lindningar. Batterier måste också kontrolleras med avseende på stötskador och battericeller inspekteras och bytas ut. Elflygplan som drivs av distribuerade framdrivningssystem skulle ha ett stort antal enskilda komponenter som måste övervakas. Vissa elmotorelement kan inte användas på fältet och behöver servas vid särskilda reparationscentra.

Vissa tillverkare av elmotorer arbetar på sätt att underlätta underhållet. MagniX - som tillverkar motorerna för Harbor Air-modifierade Beaver-sjöflygplan och Evation Alice - arbetar med modulära och omkonfigurerbara elmotorer där man kan byta ut delar utan att behöva byta ut hela motorn.

Införandet av en helt ny flygplanstyp kan behöva påskynda utvecklingen av digitala system som digitala tvillingar för att övervaka nya parametrar under flygning och förutsäga underhåll och flygprovning.

Samtidigt är två konkurrerande tekniker för att minska utsläppen från flygplan på gång: biobränslen och vätgasframdrivning. Var och en har sina egna problem. Biobränslen tillverkade av organiska ämnen kan användas av befintliga flygplan och kan vara grönare än fotogen, men än så länge är marknaden för dem liten och många biobränslen har sina egna miljömässiga nackdelar. Vätgasdrivna flygplan har också en lång väg att gå för att utveckla en vätgasbränslecell som är liten, lätt och säker nog att monteras ombord på ett flygplan. Man behöver också tre gånger större volym för att lagra väte i ett flygplan än fotogen.

Hur som helst. Nollutsläpp för passagerarplan kommer! Inom en inte alltför avlägsen framtid får vi veta om supereffektiva batterier, biobränslen eller vätgas kommer att ersätta koloxidosande fotogen för att fortsätta luftfartens roll att låta människor resa över hela världen, men utan risk att öka den globala uppvärmningen. För flygtekniker väntar en spännande framtid.

Hur erövra rymden?

Om människor ska sprida sig utanför Jorden kommer det att kräva stora tekniska genombrott. Transportutmaningarna blir enorma. Begränsningarna hos kemisk framdrivning kräver en annan teknik som nukleära eller soldrivna elektriska motorer. Vål framme måste resurser brytas eller skapas på plats och förvandlas till bränsle, dricksvatten och andra förnödenheter. Att koppla framtida bosättare till varandra och Jorden kommer också att kräva kommunikation med hög kapacitet som inte finns idag.

5 Necessities for Thriving In Space

Explosive growth in electric propulsion | Aerospace America

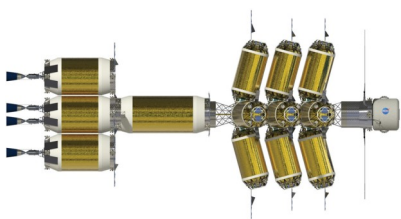
Kärnkrafts- och framtida flygdrivning: Framsteg i kärnkraftsdrivning för mänskliga uppdrag till Mars

Atom- och jonmotorer

För att nå ner till praktiska restider till Mars skulle det behövas två till tre gånger så hög starthastighet från Jorden som den som kan uppnås med dagens kemiska raketer. Kärnreaktorer som accelererar väte skulle kunna åstadkomma detta. I snart sjuttio år har vi försökt utveckla fusionsreaktorer, men utan större framgång. Fissionsreaktorn har emellertid demonstrerats och visat sig fungera.

Under US Space Nuclear Thermal Propulsion-programmet (ursprungligen Timberwind) från 1980- och 90-talet pumpades flytande väte genom en reaktor fylld med zirkoniumkarbidbelagda bränslepartiklar av sandstorlek och uppnådde en temperatur på 3000 K innan det expanderade genom ett raketmunstycke för att skapa drivkraft. Det innebar att reaktorn kunde ha gett dubbla den specifika impulsen (dragkraft per förbrukat drivmedel) hos en kemisk raketmotor och också mer dragkraft. Programmet överfördes emellertid från Strategic Defense Initiative Organization till flygvapnet och avslutades innan en hel motor byggdes. Om motorn hade körts, hade den gått i två minuter,

En marsfarkost baserad på en sådan motor skulle kunna se ut som bilden



visar. Vätebränsle som lagras i tolv dropptankar till höger skulle upphetas vid passage genom de tre reaktorerna till vänster och driva farkosten mot Mars. Genom att använda dropptankar förbättras prestandan hos farkosten avsevärt. Tomma drivmedeltankar skulle alltså slängas efterhand när vätgasdrivmedlet använts. Om det skulle bli en större trafik får man förmoda att miljövänliga rymdinnevånare skulle börja kräva insamling.

Astronauter behöver snabbare transittider, för en tur- och retur till Mars kommer att ta mer än tre år med den bästa kemiska framdrivningen. Med förmågan att generera hög drivkraft med dubbel effektivitet jämfört med kemisk framdrivning skulle en kärnvärmeraket Nuclear Thermal Rocket (NTR) kunna minska den tiden avsevärt. NASA hoppas testa en liten NTR på en månflygning inom tio år.

För människor är snabbhet utan tvivel viktig för att inte komma fram som ett tyngdlöst vrak. För transport av last kan man kanske ta det lugnare. Då skulle solpaneler med hög effekt, som driver elektriska raketer vara ett alternativ. De är mycket svagare än kemiska, men upp till tio gånger effektivare. Och de finns redan. I mitten av 2020 manövrerade 900 operativa rymdfarkoster med elektrisk framdrivning. Ett exempel är ESAs luftandande jonmotor, som samlar sitt drivmedel direkt från atmosfären 200 km upp. Motorn kan användas för att justera läget på lågflygande satelliter under längre perioder utan att sänka deras bränslereserv.

Det finns tre huvudtyper av elektrisk framdrivning. Den första kategorin, känd som **elektrostatisk** kännetecknas av joniserat drivmedel, som accelereras genom ett elektriskt fält som ett resultat av Coulomb-kraften.

Den andra huvudkategorin av elektriska framdrivningsanordningar - **elektromagnetisk** - arbetar på liknande principer som den elektrostatiska. Skillnaden mellan de två är att det elektriska fältet inte är i dragkraftens riktning. Plasmata accelereras vanligen i en vinkel genom ett elektriskt fält korsat med ett magnetfält på grund av Lorentz-kraften.

Slutligen upphetas i en **elektrotermisk** framdrivning ett oladdat drivmedel i gasform med ett elektromagnetiskt fält och expanderas genom ett konvergerande divergerande munstycke för att alstra drivkraft.

Alla jonmotorer har den centrala principen att generera drivkraft genom att jonisera en gas och accelerera den ut ur motorns baksida. Att titta på en speciell

motor hjälper till att förstå hur detta går till. NSTAR-motorn, som flyger ombord på Deep Space 1 och Dawn, är ett exempel på en elektrostatisk motor. Det första steget i NSTAR är att jonisera gasen (i detta fall xenon). För att producera joner injiceras atomer av xenon i joniseringskammaren tillsammans med elektroner från en katod. När elektroner bombarderas xenonatomerna avlägsnas en elektron från var och en och skapar xenonjoner med positiv laddning.

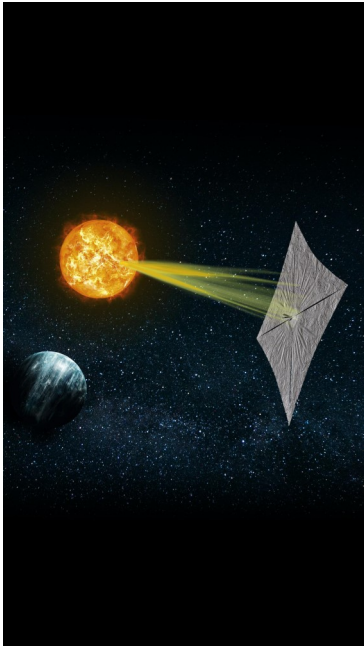
På baksidan av motorn är ett accelerationsgaller bestående av en positivt och en negativt laddad platta, var och en med tusentals små håll. Detta rutnät har en negativ potential som drar xenonjonerna mot sig och accelererar dem i en jonstråle ut ur motorn. En andra katod på baksidan av motorn sprutar elektroner in i strålen för att neutralisera de positivt laddade xenonjonerna. Detta är nödvändigt för att förhindra att joner dras tillbaka till rymdfarkosten.

Förutom de ganska vardagliga uppgifterna att upprätthålla och ändra eller justera satellitbanor har jonmotorer drivit rymdfarkoster till andra himlakroppar. Exempel är NASAs Deep Space 1 och Dawn på resor till asteroider, kometer och dvärgplaneter, Japans Hayabusa för att returnera ett prov från en asteroid och den europeiska rymdorganisationen ESAs SMART-1-satellit till en bana runt månen och BepiColombo till Merkurius.

Soldrivna elektriska jonmotorer skulle långsamt men effektivt kunna transportera stora nyttolaster med dramatiskt mindre mängd drivmedel och därmed lägre startvikt. Den 10 april 2019 fullbordade ESAs rymdsond BepiColombo en runda runt jorden och fortsatte mot Merkurius. Den drivs av engelska QinetiQs jonmotor. BepiColombo lanserades 2018 och är på en sjuårig resa till Merkurius dit den kommer 2025. På vägen kommer den att runda Venus två gånger och sedan Merkurius sex gånger. Innovativ forskning driver gränserna för jonmotorer framåt. Tekniken behöver dock skalas upp för att producera mer drivkraft för att driva större rymdfarkoster.

Hur erövra rymden?

Solsegel



Lasrar som kan leverera energi över stora avstånd skulle kunna ersätta solen för att driva jonmotorer, men det har också föreslagits att man skulle använda riktad ljusenergi på en reflekterande folie, ett ljussegel. Det skulle förverkliga snabba transiteringsuppdrag inom solsystemet och interstellära uppdrag till andra solsystem. Den reflekterade strålen skulle kunna accelerera rymdfarkosten till hastigheter i storleksordningen en fjärdedel av ljusets hastighet.

För att uppnå sådana stora hastigheter i laserns närhet krävs stora accelerationer och då appliceras stora dynamiska belastningar på ljusseglet. I fallet med ett idealiskt slätt segel skulle det infallande ljuset genomgå normal speglreflektion och därigenom säkerställa seglets form och riktningstabilitet, men inget material är någonsin helt plant. På grund av den oundvikliga förekomsten av ojämn belastning som genereras av ytans oregelbundenhet är det fortfarande osäkert om ett ljussegel skulle behålla sin form och inte kollapsa eller skrynklas när det utsätts för de stora fotontryck, som skulle vara involverade i laserdriven interstellär flygning.

Lokala resurser

När vi väl har återanvändbara farkoster och kan utvinna drivmedel lokalt kan resor i rymden börja bli så överkomliga

att stora vetenskapliga utposter och hotell kommer att ge ekonomisk mening. Därefter kommer vi att kunna bygga städer i rymden.

Mänskligheten må vara på väg att ha återanvändbara raketer, som kan föra ett stort antal människor till rymden på ett överkomligt sätt, men det kommer aldrig att vara överkomligt att ta med oss allt raketdrivmedel, luft och vatten som vi behöver för att människor ska kunna leva och arbeta i rymden på ett hållbart sätt. Den största utmaningen för att bygga en framtid utanför Jorden med hundratals, tusentals och sedan miljoner människor, som lever och arbetar där kommer att vara att utvinna och använda utomjordiska resurser. Det behövs också kraftsystem för att tillhandahålla lågkostnadskraft för att stödja detta.

För det måste vi lära oss att använda månens och asteroidernas resurser. Många jordnära asteroider är rika på ingredienserna i raketdrivmedel som kol, metan och vatten. Månkraternarna är fulla av vattenis och andra värdefulla material. Mars är också känt för att ha vatten, och atmosfären på Mars består främst av koldioxid. Med vatten och koldioxid kan man göra kolvätebränslen eller rent väte och syre.



Asteroider ses som det mest lovande framtida målet för gruvdrift och för tillverkning och livsmiljöbyggande utanför Jorden, men även för försäljning till jorden. Gruvdrift för asteroider inkluderar utvinning, bearbetning, tillverkning och transport. När det gäller utmaningar är det svårast att bedöma grävbarhet. Vi kan inte få det från meteoritprover eftersom de enda proverna vi har är de som överlevde passagen genom Jordens atmosfär. Vi vet inte hur stenarna är i rymden och vi

har ingen lokal verifiering för att bekräfta mineralogin. Men varje gång vi rör vid en annan planet eller komet eller asteroid lär vi oss något om deras ytor.

För sex år sedan, när den europeiska rymdorganisationen skickade sin Philae-landare för att landa på kometen 67P, visste ingen med säkerhet vilken typ av yta den skulle stöta på. Ytan kunde ha varit klabbig eller av fast sten eller så fluffig att landaren skulle försvinna. Vad som hände var att landaren studsade och sedan krossades ytan och en krater öppnade sig under. Det var en yta typ creme brulee.

Vi måste lära oss asteroidernas specifika egenskaper för att veta vilka som är lätta att exploatera. Vi vet det för gruvdrift på jorden, men även då måste vi köra pilotprogram för att säkerställa att utvinningsprocesser fungerar korrekt. Det måste vi också göra i rymden.

Metall- och elektroniktillverkning är en viktig teknik för långsiktiga prospekteringsuppdrag. Utmaningen är att ha rätt råvaror för att göra den mest varierande uppsättningen elektroniska komponenter. Här behövs 3D-skrivare för plast, metall, keramik och elektronik. Innan vi ger oss ut i rymden behöver vi utveckla det här ombord på

rymdstationer nära Jorden.

Den största utmaningen för att bygga en ekonomi utanför Jorden är efterfrågan. Ingen köper för närvarande vatten och andra rymdresurser, delvis för att ingen säljer dem. Ett sätt att börja utveckla en rymdmarknad kan vara "bensinstationer" i rymden för att tanka satelliter och förlänga deras liv i omloppsbana. I början kan vi ta drivmedlen från Jorden, men på sikt kan vi kanske få dem billigare från en asteroid eller Månen.

Hur erövra rymden?

Maten

Att ha tillräckligt med mat kommer att vara ett av de största hindren för att upprätthålla människor utanför Jorden under långa perioder. Frekventa leveranser är inte möjliga när besättningarna är en årslång resa borta. Att kunna odla färska produkter på plats eller ombord ger mikronäringsämnen som många uttorkade livsmedel förlorar över tiden när de lagras. Många astronauter säger också att det finns psykologiska fördelar med att få något grönt.

Astronauter ombord på den internationella rymdstationen har odlat olika livsmedel, inklusive röd romansallad och kål. Även om detta var experiment kommer långa rymdresor så småningom att kräva att besättningarna odlar sin egen mat. När vi åker till Mars kommer vi att behöva teknologier som krävs för självförsörjande bosättningar.

Det är en balans att ge rätt mängd och blandning av vatten och näringslösning till rötterna för att verkligen få varje växt att trivas. Vegetable Production System, eller Veggie, är ett enkelt sätt att uppnå detta. Varje enhet består av en rektangulär bricka i en plastbälg, som skapar ett mikroklimat som håller rötterna och skotten vid en jämn temperatur. En Veggie kan rymma cirka sex växter i små tygkuddar fulla av lera. Till skillnad från en lös jord fungerar leran som en stel svamp, vilket gör att växtrötterna kan extrahera vatten genom små öppningar utan att man ger så mycket vatten att de drunknar. Växterna hämtar också energi från en kombination av röda, gröna och blå LED-lampor. De röda och blå delarna av spektrumet är vad växterna absorberar.

Det finns för närvarande två Veggie-enheter på rymdstationen ISS, som odlar små mängder. Nästa steg är storskalig livsmedelsproduktion, för vilken man behöver optimera antalet växter som odlas i tillgängligt utrymme. På sikt kan man odla växtbaserade proteiner som simulerar kött. Om man når massiva produktionsskalor kan några av dessa växter så småningom fungera som ett livsstödssystem genom att tillhandahålla extra syre.

Medicin

En spännande möjligheterna är biotillverkning i rymden. Redan finns biotryckta mänskliga hjärtceller och en menisk i 3D BioFabrication Facility eller BFF, ombord på ISS. Ett kortsiktigt mål är att tillverka vävnader och biofarmaka för människor. Man behö-



ver hitta utrymme för fler bioskrivare och annan utrustning för mikrogravitationsforskning på ISS.

På lång sikt kan denna teknik hjälpa läkare att reparera vävnad som skadats i rymden av strålning. Oavsett om det är en astronaut på utforskningsuppdrag eller en medborgare i en avlägsen civilisation utanför Jorden, så riskerar de att drabbas av allvarliga strålningsskador. Ett mål är att utveckla teknik för att skriva ut ersättning av skadade celler. Man kan samla in en rymdresenäs celler före lanseringen (eller kanske vid födseln för någon som är född i rymden) och lagra dem i strålningssensitiva höljen för senare kopiering. En Cell Factory skulle multiplicera cellerna och producera "bläck" för 3D-bioprinting i en BFF.

Kommunikation

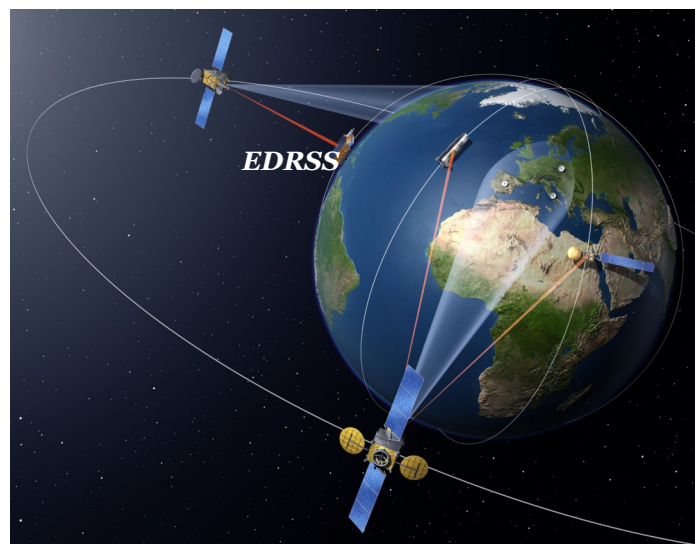
En civilisation i rymden behöver kunna kommunicera mellan de olika bosättningarna. Vi har aldrig byggt telekommunikationsinfrastruktur för att stödja anslutning utanför jorden, förutom TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System) och EDRSS (European

Data Relay Satellite System).

TDRSS är svåråtkomligt och kostsamt för kommersiella användare. EDRSS har liknande utmaningar. EDRSS laser-kommunikationsterminal är svår att använda vid många uppdrag eftersom den kräver stor effekt. En av de största utmaningarna kommer att vara att tillhandahålla infrastruktur, som är kompatibel med den småskaliga och billiga arkitekturen hos många tidiga användare i rymden.

Historiskt sett har de flesta kommunikationskoncept varit direkt-till-jorden-anslutning. Den höga dataförbrukningen som oundvikligen kommer från mer utbredd användning av utrymme kommer att kräva nätverk inom rymden för att stödja det stora utbudet av användarkrav. Den största utmaningen kan komma att bli strålningsmiljön. I rymden behövs strålningshårdning för både hårdvara och programvara.

Framtida efterföljare till ISS, vilka det nu blir, borde inrikta på att förbereda en sådan här mänsklig expansion ut i rymden.



En växande rymdekonomi

En av de största möjligheterna för ekonomisk tillväxt på Jorden börjar faktiskt i rymden, där utvecklingen är snabb. Den stärks av nya affärsmodeller, växande partnerskap och tekniska framsteg som välkomnar nya deltagare och nytt tänkande.

Satellites: Driving A Burgeoning Space Economy ; Megaconstellations, Mega Trouble ; How To Make A Megaconstellation ; What Space Stations Will Look Like in 2030 - Future of NASA ; space-isnt-just-a-distraction-it-could-be-our-salvation

I rymden har det länge funnits tusentals satelliter som tillhandahåller avgörande tjänster för samhället. I mer än sex decennier har rymdprogram som drivs av USA, andra länder och nu privata företag utvecklat teknik och gjort nya upptäckter. Vissa framsteg som satellitbaserad kommunikation är välkända. Data och tjänster har gjorts tillgängliga för teleförbindelser, för hantering av elnät, för att hjälpa jordbrukare att maximera sina grödor, finansiella institutioner att bearbeta transaktioner, fiskare att öka sin fångst med mera. De ekonomiska effekterna av dessa satelliter kan inte underskattas.

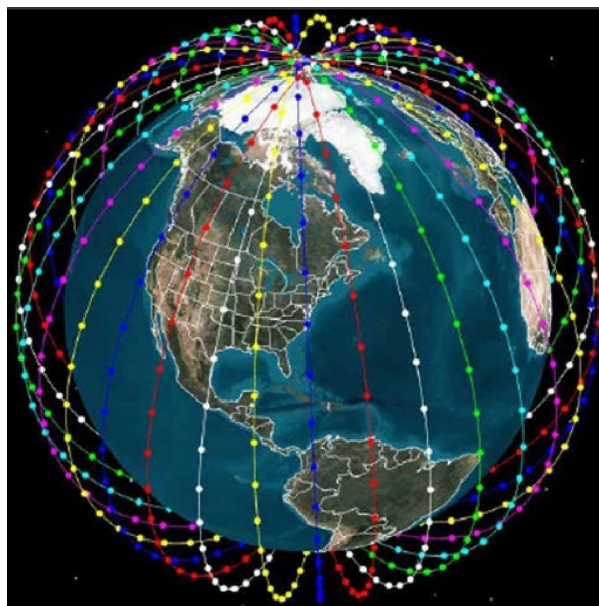
Detta kommer bara att öka. Geo Positioning Satellites GPS är en förutsättning för allt från självstyrande bilar till drönare. Bara den globala drönarmarknaden förväntas nå 15 miljarder dollar inom tre år. Detta inkluderar intäkter från hårdvara, mjukvara, analys och drönartjänster som precisionslantbruk, infrastrukturinspektion, fastigheter, flygfotografering etc. En drönare, som heter Quantix, som introducerades 2018, tillåter t ex jordbrukare att skanna sina fält och identifiera olika växthälsoproblem.

Satelliter kommer att få allt större betydelse när det gäller att styra och planera ekonomisk aktivitet på jordytan. Europeiska rymdorganisationen ESA använder sina jordobservationssatelliter för att övervaka alla möjliga förändringar som sker på vår planet, från vulkanaktivitet till oljeutsläpp, avskogning och stadsutveckling. I år hjälper ESA oss att få ny insikt i COVID-19-pandemin. ESA och Europeiska kommissionen skapade instrumentet Rapid Action on Coronavirus Earth Observation som visar pandemins inverkan på miljö, jordbruk, byggnadsaktivitet, skördar och luftkvalitet.

Med ungefär 9000 satelliter placerade i omloppsbana och mer än 16 000 små satelliter som förväntas skickas upp fram till 2030 kommer satelliternas betydelse i ekonomin bara att öka. Majoriteten av dessa aktiviteter har finansierats av eller i nära samarbete med regeringar. Men nu ser vi rymdekonomin leddas alltmer av innovativa företag, ny teknik och nya affärsmodeller och regeringar övergår till att bli företagskunder.

En tävling pågår om satellitbroadband där målet är global täckning och framgång kräver att varje företag massproducerar satelliter. Elon Musks rymdföretag SpaceX och dess konkurrenter som OneWeb och Amazon, siktar på att skicka hundratals eller till och med tiotusentals små satelliter i omloppsbana. Dessa så kallade mega-konstellationer av flygande routrar kan dräpa nästan hela planeten i en osynlig filt av bredbandsanslutning.

SpaceX började lansera sina Starlink-satelliter i maj 2019 i satser om cirka 60 åt gången. De är mycket mindre än de stora telekommunikationssatelliterna som används nu och de kretsar runt planeten i en lägre bana på en höjd av 550



kilometer. De ska kunna tillhandahålla en bredbandsanslutning till nästan vilken plats som helst på jorden när allt är på plats. Man når snart 1000 Starlink-satelliter som lanserats under cirka 18 månader, men SpaceX har planer på att så småningom utöka sitt Starlink-system till över 40 000.

Konkurrenten OneWeb lyckades lansera 74 satelliter av planerade 650 innan man gick i konkurs förra året då COVID-19-pandemin började komplicera den ekonomiska situationen. OneWeb Satellites, ett joint venture mellan Airbus- och kommunikationsföretaget OneWeb, måste sätta ut två 150 kilograms satelliter per dag för att uppfylla sitt ambitiösa mål att upprätta en konstellation av 648 satelliter i låg jordbana under år 2021. OneWeb omorganiserar sig nu under nytt ägande, med den brittiska regeringen och det indiska konglomeratet Bharti som innehavare av de största insatserna.

Amazons Project Kuiper och Kanadas Telesat arbetar fortfarande mot sina första lanseringar. Under 2020 godkändes i USA Amazons ansökan om en LEO-konstellation bestående av 3 236 satelliter. Kundenpassade antenner ska ge billiga anslutningar. Ett annat företag, Telesat, har undertecknat ett avtal med Kanadas regering om att gå vidare med sin egen konstellation för att ansluta den kanadensiska landsbygden till broadband.

Utöver detta har det förekommit rykten om ett kinesiskt företag som syftar till att lansera över 12 000 egna satelliter för att tjäna den globala bredbandsmarknaden.

En växande rymdekonomi

Tidigare satelliter var stora och kostsamma och det tog lång tid att testa och bygga dem. De var också ofta i rymden i så många år att deras teknik blev föråldrad. Små satelliter är mycket billigare och affärsmodellerna kan inkludera snabb iteration av hårdvara och mjukvara.

SpaceX har offentligt uppskattat kostnaderna för att etablera sin Starlink-konstellation till 10 miljarder dollar. Det är en slags guldrush att sälja bredbandsanslutningar till uppskattningsvis 3 miljarder människor, som aldrig har haft dem. Sammantaget representerar den planerade aktiviteten en dramatisk uppgång från de cirka 1500 satelliter, som för närvarande är i jordbana.

Det blir förstås en del problem för astronomer och andra när SpaceX och dess konkurrenter täcker rymden med hundratals eller tusentals satelliter. FN:s Online Index har listat över 10000 föremål som har lyfts utanför jordens gravitation sedan början av rymdåldern. Av dem är kanske hälften kvar, och närmare en fjärdedel är i drift. Det är möjligt att om alla planerade bredbandskonstellationer fullbordas, kommer det totala antalet objekt som lanserats i rymden av mänskligheten att femfaldigas under det kommande decenniet.

Den ökande volymen innebär en ny risk för kollisioner. Det finns förmodligen ingen anledning att oroa sig för att en död Starlink faller på ens huvud, de små satelliterna som ockuperar LEO är utformade för att återinträda i jordens atmosfär och brinna upp helt, men det utgör ett hot mot andra satelliter.

SpaceX har länge pratat om Starlinks autonoma system för att undvika kollisioner. Hittills har hundratals Starlinks lanserats utan problem. Men den verkliga risken kan komma, när tusentals konkurrerande satelliter delar närliggande utrymme och en operatör som går i konkurs lämnar hundratals övergivna satelliter, som far runt jorden i hög hastighet.

Astronomer börjar också att få problem när satelliterna täcker himlen. Det finns en handfull alternativ som kan minska effekterna på astronomin, som att begränsa satelliternas höjd, göra dem mindre reflekterande, öka och förbättra bildbehandling och samordning etc för att undvika att peka teleskop mot satelliterna. SpaceX, Oneweb, Amazon och andra har arbetat nära med det vetenskapliga samfundet för att ta itu med problemet. SpaceX har experimenterat med sätt att göra sina satelliter mindre reflekterande. Men inget av detta kommer helt att eliminera effekterna.

En förutsättning för denna utveckling är billiga transporter till rymden. En av de mest spännande innovationerna från det senaste decenniet är återanvändbara raketer. SpaceX, det privatägda rymdföretaget, utförde framgångsrikt en mjuk landning av sin Falcon 9-raket 2015, den första mjuka landningen av en återanvändbar raket någonsin. Andra företag som Blue Origin utvecklar också sina egna återanvändbara raketer.

Återanvändbara raketer är en så viktig innovation eftersom de drastiskt minskar kostnaderna för att nå rymden. Traditionella engångsraketer slösar bort tiotusentals arbetstimmar och miljarder dollar. Under tidigare årtionden var tekniker för mjuka landningar och raketåtervinning inte tillgängliga, men nu när de är det har de potentialen att exponentiellt öka rymdutforskningen och rymdindustrin.

Det har också skett en ökning av medeltunga och tunga raketer, som erbjuder piggyback-möjligheter för små satelliter. Den indiska PSLV och ryska Soyuz är mycket för dyra för att de flesta små satellitföretag ska kunna köpa raketens fulla kapacitet, men det finns vanligtvis flera hundra reservkilogram tillgängliga på varje flygning så att små satelliter kan lifta på större laster. SpaceX har tillkännagett ett smallsat-rideshare-program som erbjuder lanseringskapacitet för \$ 5 000 per kilo, en cirka 75 procentig sänkning av det vanliga priset.

Genom att minska kostnaden för att nå rymden med en faktor 10 och utveckla satelliter med 1 000 gånger lägre massa per enhet än för tio år sedan, har nya kommersiella rymdföretag kunnat etableras. Genom att utnyttja investeringar från stora teknologiföretag i molntjänster, datainsamling och maskininläring använder de open source-teknologier för att bygga kostnadseffektiva produkter, som levererar affärsvärde snabbt.

Det växande stödet från olika myndigheter för den kommersiella företagssektorn har varit särskilt anmärkningsvärt. Vissa regeringar blir företagskunder och köper kommersiella produkter och stimulerar därigenom industrin att tänka om hur rymdfarkoster konstrueras, byggs och drivs.



Men det är inte bara satelliter som har haft kommersiell betydelse i låg jordbana. Den långa och ibland överraskande historien om tekniköverföring från rymden startade för mer än sextio år sedan. Ett exempel är flamskyddsmedel och andningssystem som brandmän använder när de går in i en brinnande byggnad, som båda kom från rymdforskning. Astronauter var också de första som provade hjärtmätare som nu används på sjukhus runt om i världen. Neil Armstrong bar den då framväxande hjärtövervakningstekniken, som utvecklades för NASA, när han blev den första personen som gick på månen 1969.

NASA-laboratorier var senare banbrytande i användningen av vattenhyacinter och andra växter som ett kostnadseffektivt sätt att behandla avloppsvatten, ett framsteg som större städer började anta på 1980-talet. Man kan också tacka rymden för reptåliga ögonlinser, sladdlösa verktyg, tempuramadrasser, laserögonkirurgi och innersulorna i många löp- och vandringskor, för att bara nämna några.

En växande rymdekonomi

Företaget Cobham designade den första andningsregulatorn, som John Glenn använde under Project Mercury. De applikationsspecifika integrerade kretsarna, eller ASIC, har företaget modifierat för sjukhusutrustning som datoriserade tomografiska skannrar. De måste vara pålitliga och hårdade nog för att överleva konstant exponering för strålning, precis som i rymdfarkoster. De används nu för att upptäcka och sekvensera genom till det nya koronaviruset som orsakar COVID-19.

Rymdstationen ISS, ett rymdsamarbete mellan USA och Ryssland med en kostnad långt över \$ 100 miljarder kan verka som ett ineffektivt megaprojekt, men under det senaste årtiondet har stationen, något oväntat, förvandlats till grundbulten för att sporra företagsamhet i rymden, vilket lett till nya industrier och möjligheter.

Några av de extra besättningstimmarerna på rymdstationen ISS har använts till mindre livskritiska experiment med kommersiella partners som Adidas, som har studerat hur formning av partikelskum i mikrogravitation kan påverka prestandan och komforten på deras skor, men viktigare är studier av hur olika celler och system reagerar i mikrogravitation. Några av de nyare resurserna på rymdstationen inkluderar DNA-sekvensering och biotillverkning. Ny forskning inkluderar att skicka genetiskt redigerade möss med nästan dubbelt så mycket muskelmassa som vanliga möss i omloppsbana för att hjälpa forskare att undersöka sätt att bekämpa muskelsvinn och åldrande. Robotar, som ska användas i rymden, kan flyga, simma, flyta och tumla över vilken terräng som helst, förmågor som kan hjälpa till att hitta offer i naturkatastrofer eller andra nödsituationer.

ISS har varit i omloppsbana över sexton år och drivs av ett partnerskap mellan USA, Kanada, Japan, Ryssland och elva medlemsländer i Europeiska rymdorganisationen ESA, och planeras fortsätta att fungera till åtminstone 2024. Men NASA vill också göra rymdstationen tillgänglig för kommersiella möjligheter, något man har varit strikt emot tidigare.

Ett mål är att öppna tillgången till rymden, så att både SpaceX och Boeing kan sälja platser på sina farkoster till privatkunder. Den aktiva privata sektorns verksamhet pågår redan på ISS. En prototyp av Bigelow Aerospace's uppblåsbara livsmiljö testades på stationen 2016-2018.

Houston-baserade Axiom Space planerar en liten kommersiell station som, precis som Bigelows skulle starta som en modul kopplad till ISS. Den skulle ligga kvar till stationen tills en andra modul med solpaneler och framdrivning anländer för att ta den till en bana med lägre lutning som är bättre lämpad för kommersiella lanseringar.

Axiomsegmentet kommer att göra det möjligt för företaget att stödja ett brett utbud av kommersiella satsningar, inklusive rymdturism, tekniska demonstrationer och tillverkning i omloppsbana. Axiom har redan tecknat ett avtal med SpaceX om minst ett kommersiellt Crew Dragon-flyg, som kommer att färja passagerare till ISS för en åtta till tio dagars flygning någon gång 2021. Två deltagare lär redan ha betalat biljett.



Axioms aluminiummiljö skulle baseras på ISS: s befintliga moduler, men företaget har en långsiktig vision att bygga en fritt flygande "rymdestad" som påminner om den rymdstation i form av ett hjul, som i filmen "2001: A Space Odyssey" roterar långsamt för att generera konstgjord tyngdkraft.

Amazons vd och Blue Origin-grundare Jeff Bezos har sin egen vision för att använda rymden för att rädda jorden. I stället för att gå hela vägen till Mars vill den ibland rikaste människan på jorden flytta så många förorenande industrier som möjligt ut i omloppsbana, till asteroider och till månens yta. Målet är att bevara jordens miljö och att placera aktiviteter som kan skada den någon annanstans.

När raketerna och besättningskapseln mognar planerar NASA att flytta sitt mänskliga rymdfokus från låg jordbana till månen. Dessa kan omfatta tester av en livsmiljö i rymden i omloppsbana runt månen, eller vid jämviktspunkten mellan månen och jorden, där astronauter kan öva för 200-dagarsresan till Mars. USA kommer inte heller att vara ensamma i rymden. Kina planerar en permanent rymdstation och vill sätta astronauter på månen år 2036. Indien har också ambitioner att flyga människor dit.

Mycket lite utrustning och förnödenheter, som behövs för att bo på Mars under de första åren, kommer att finnas tillgängliga. Ny teknik kommer att behöva utvecklas, som kommer att finna avsättning även på jorden. NASAs arbete med att lösa problemet med starkt slipande måndamm, vilket kan skada både astronauternas lungor och utrustning, kan leda till nya sätt att hantera föroreningar och andra luftburna irriterande ämnen på jorden.

Nya system kan behövas för att extrahera vatten och syre för att stödja människors liv i marsmiljön. Ett sådant experiment är redan på väg till den röda planeten ombord på Perseverance Rover. Instrumentet känt som Moxie, för Mars Oxygen In-Situ Resources Utilization Experiment, syftar till att dra syre från atmosfärisk koldioxid. Det är lätt att föreställa sig hur resultaten från detta projekt kan användas på andra världar där det finns ett överskott av koldioxid, som säg ... Jorden.

Uppdrag Mars

Tre Mars-uppdrag, som startade i juli förra året, anlände till Mars i februari efter att ha rest miljontals kilometer genom rymden. Hope-sonden från Förenade Arabemiraten (UAE) kom först och mindre än 24 timmar senare kom den kinesiska Tianwen-1. Båda gick in i banor runt Mars. Sist kom NASA:s Perseverance Rover, som gjorde en lyckad landning i Jezero-kratern. Hope skall studera Mars atmosfär, Tianwen dess geologi och förekomsten av vattenis. Så småningom skall den landa en rover på Mars. Perseverance skall ta prover av marsytan och transportera dem tillbaka till Jorden för att se om det en gång har funnits liv på Mars.

Aerospace America: [Bringing Mars Down to Earth](#)



Var 26:e månad ligger banorna för Jorden och Mars på ett sådant sätt att man kan dra nytta av något som kallas en Hohmann-bana för att så att säga glidflyga till Mars med minsta möjliga bränsle. Juli 2020 var en sådan månad och tre uppdrag passade på att lämna Jorden. Efter en sju månaders resa anlände NASA:s Perseverance Rover, den kinesiska Tianwen-1 och Förenade Arabemiratens Hope till den röda planeten.

Med en radiofördröjning på 11 minuter med Jorden tvingades sonderna använda autonoma system för självkorrigering för att komma in i Mars bana och utan mänsklig inblandning hantera alla fel och problem med systemet eller prestanda under drift.

Förenade Arabemiraten är den femte, som framgångsrikt placerat en rymdfarkost i omloppsbana runt Mars, efter USA, fd Sovjetunionen, Europeiska rymdorganisationen ESA och Indien. Dess första Mars-uppdrag, Hope, gick framgångsrikt in i bana runt planeten den 9 februari.

Under de kommande två månaderna kommer Hope att testa instrument och system i en elliptisk bana mellan 1 000 och 49 380 kilometer över Mars yta. Efter denna datavaliderings- och testfas kommer den vetenskapliga undersökningen att börja i april. Rymdfarkosten kommer då att flytta in i sin slutliga vetenskapliga bana på höjder från 20 000 till 43 000 kilometer.

Sonden kommer där att fullborda en omloppsbana runt

planeten var 55:e timme. Banan är utformad så att rymdfarkostens instrument får full utsikt över planetens atmosfär var nionde dag för att kunna studera Mars väderförhållanden samt hur gaser i planetens atmosfär förloras till rymden. Man tror att Mars en gång hade en tätare atmosfär, medan den nu bara är en hundradel av Jordens. Hope kommer att ge den första fullständiga bilden av planetens meteorologi under ett marsår.

Uppdragets vetenskapliga karaktär bygger på Hope:s förmåga att beskriva en elliptisk bana de närmaste två åren runt Mars. Detta gör att planetens atmosfär kan analyseras på ett unikt sätt på olika platser och genom olika årstider. Hopes vetenskapliga instrument kommer att utforska de olika atmosfärskikten för att få ett nytt och globalt perspektiv på deras beteende och kopplingar.

Utformningen av detta uppdrag är unik och gör det möjligt för Hope att utforska förändringarna i Mars-klimatet mellan övre och nedre atmosfären och slutföra den första bilden av Mars atmosfärdynamik och klimat under hela dygnet och genom alla årstider.

De första uppgifterna från Hope-sonden kommer att publiceras i september och kommer att göras tillgängliga för forskare runt om i världen. UAE arbetar nära med flera universitet i USA, inklusive University of Colorado Boulder, University of California Berkeley och Arizona State University,

Uppdrag Mars

En dag efter ankomsten av Förenade Arabemiratens Hope till den röda planeten gick den kinesiska sonden Tianwen-1 framgångsrikt in i sin Mars-bana. Insättningsmanövern var utformad för att placera Tianwen-1 i en elliptisk bana på mellan 400 och 180 000 kilometer lutad med 10 grader, med en omloppsperiod på 10 dagar.

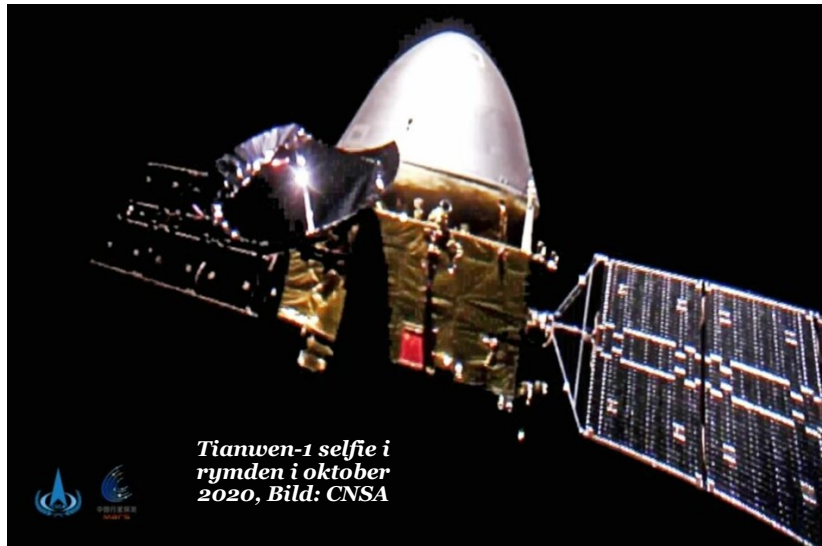
Det är första gången en kinesisk rymdfarkost kretsar kring en utomjordisk planet. Om Kina lyckas med Tianwen-1 kommer man att ta på sig utmaningen att samla in och ta hem prover på nästa uppdrag till Mars, Kina utvecklar därför ännu ett Mars-uppdrag för perioden omkring 2028-30. På sikt vill man också utforska asteroiderna och Jupiter-systemet.

Ett omfattande internationellt samarbete har också ägt rum. Europeiska rymdorganisationen ESA försåg Kina med stöd för lanserings- och tidig jordomloppsfas och senare under jord-mars-överföringen med mycket exakt spårning via Delta-DOR (delta Differential One way Range). Detta utfördes med ESA: s rymdantennar på 35 meter i Cebreros, Spanien och New Norcia, västra Australien. Kina arbetar också med ESA och Argentina om mätning och kontroll av uppdrag och med Frankrike och Österrike om kalibrering och dataanalys av nyttolaster.

En 3000N-motor avfyrares för att sakta ner Tianwen-1 enligt China National Space Administration (CNSA). Efter cirka 15 minuter hade rymdfarkosten, inklusive en orbiter, landare och rover, saktat ner för att fångas av Mars gravitation och gått in i en elliptisk bana runt den röda planeten.

Tianwen-1 sänker gradvis sin bana för att möjliggöra observationer av Mars. Man kommer också att påbörja förberedelserna för inträde, nedstigning och landningsförsök med en 240 kilogram soldriven rover, en händelse som förväntas äga rum i maj eller juni. Rovern kommer att ha en förväntad livslängd på minst cirka tre månader och kretsaren en designlivslängd på ett marsår (cirka 687 dagar på jorden).

Den mest utmanande delen av uppdraget blir den mjuka landningen, en autonom process som kommer att pågå i sju till åtta minuter. Sonden kommer att använda sin aerodynamiska form, fallskärm och retroraket för att bromsa och dämpa farten inför landningen.



Tianwen-1 selfie i rymden i oktober 2020, Bild: CNSA

Kinesiska rymdforskare och ingenjörer har valt en relativt platt region i södra delen av Utopia Planitia, en stor slätt, som en möjlig landningszon. Platsen valdes för sina säkra landningsförhållanden och vetenskapliga forskningsvärde. Den har inte undersökts av andra länder, så vetenskapliga data kan delas med andra för att berika världens förståelse för Mars.

Kretsaren förväntas närma sig så nära som 265 kilometer från ytan, vilket gör att en högupplöst kamera kan returnera bilder med en upplösning som är bättre än 0,50 meter per pixel. Denna funktion kommer att användas för att kartlägga en landningsplats för rovern i Utopia Planitia.

Tianwen-1 är utrustad med totalt 13 vetenskapliga nyttolaster för att studera Mars morfologi och topografi, sammansättningen av ytans regolit (marsjorden) och egenskaperna hos jonosfären, klimatet, miljön och magnetfältet. Det viktigaste målet är emellertid att söka efter och kartlägga fördelningen av vattenis på och under ytan med hjälp av radar.

Avsikten är att inte bara att studera Mars underliggande geologiska struktur utan också den potentiella källan till vattenis för framtida långvarig mänsklig vistelse. Det är också viktigt att mäta tjockleken och lagren av is och koldioxid i polarområdet för att förstå Mars säsongsutveckling.

NASA: s MAVEN-uppdrag har redan gjort grundläggande bidrag till att förstå historien om Mars atmosfär och

klimat. MAVEN lanserades i november 2013 och gick in i Mars-atmosfären ungefär ett år senare .

Några vetenskapliga höjdpunkter inkluderar:

- Konstaterandet att det mesta av Mars atmosfär har gått förlorad i rymden över tid, vilket driver förändringar i Mars klimat och förmågan att stödja livet på ytan.
- Karaktärisering av de mekanismer genom vilka gas försvinner från atmosfären till rymden som de solstormar som drabbar Mars och ökar förlusten.
- Det finns en betydande och oväntad variation i väteförlust till rymden under årstiderna, vilket har viktiga konsekvenser för vattenförekomst.
- Upptäckt av två nya typer av norrsken på Mars och karaktärisering av de tre typerna av norrsken och deras orsaksmekanismer.
- Första fullständiga mätningarna av vindar i Mars övre atmosfär visande på en betydande (och oväntad) interaktion mellan olika lager av atmosfären.
- Avslöjade av den oväntade komplexiteten och den dynamiska naturen hos Mars magnetosfär, med dess inflytande på beteendet hos den övre atmosfären (inklusive variation i utseendet på norrskenen).

Nu, med ankomsten av Perseverance Rover till planetens yta, kommer MAVEN att fortsätta att genomföra både reläkommunikationsstöd för NASA: s ytuppdrag och gemensam dataanalys med dessa uppdrag.

NASA:s Perseverance Rover, ett ton mobilt vetenskapslaboratorium, sänktes långsamt ner till ytan av en gammal sjöbotten på Mars under sju spänningsfyllda minuter natten till den 19:e februari. Under landningen störtade rovern genom den tunna Mars-atmosfären, med värmeskölden först, med en hastighet på över 12000 km/h. Små thrusters höll den på rätt spår under den ojämna åkturen genom atmosfären. Roverns skyddande värmesköld hjälpte till att sakta ner den. På en höjd av cirka 11 kilometer fäldes en fallskärm ut och rovern skildes från sin värmesköld. En slags flygande kran, "skycrane", firade sedan ned sonden till ytan. Kranen är för engångsbruk, och störtade efter manövern.

Först då kunde rovern, den största, tyngsta och mest sofistikerade sexhjuliga roboten som någonsin skickats ut i rymden, börja söka i Jezero-kratern efter tecken på forntida liv och samla prover som så småningom skall returneras till jorden.

Jezero-kratern är det perfekta stället att leta efter tecken på forntida mikrobiellt liv. För miljarder år sedan var den nu helt torra 45 kilometer breda bassängen hem för ett floddelta och en vattenfylld sjö. Forskare tror att en grunddal, som skär genom kraterns kant, en gång var en flod som matade en sjö via deltat. Terrängen kan innehålla bevis på forntida mikrobiellt liv.

Sten och regolit (trasig sten och damm) som Perseverance samlar in kan hjälpa till att svara på grundläggande frågor om existensen av liv utanför Jorden. NASA och europeiska rymdorganisationen (ESA), kommer att arbeta tillsammans för att föra tillbaka proverna till Jorden., där de kommer att bli föremål för en fördjupad analys av forskare runt om i världen med utrustning som är för stor och komplex att skicka till den röda planeten.

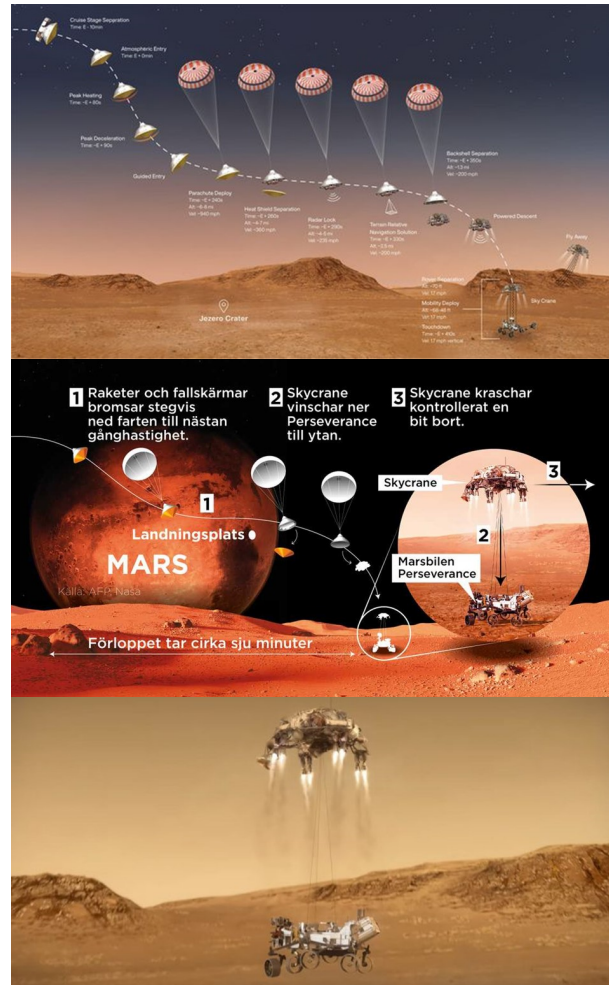
Medan de flesta av Perseverances sju vetenskapliga instrument är inriktade på att lära sig mer om planetens geologi och astrobiologi, inkluderar uppdraget också tekniker som är mer fokuserade på framtida utforskning av Mars.

Sensorpaketet MEDLI2 (Mars Entry, Descent and Landing Instrumentation 2) samlade in data under resan genom Mars-atmosfären. Systemet kommer att hjälpa ingenjörer att utforma framtida mänskliga uppdrag för att landa säkrare och med högre nyttolast i andra världar.

MOXIE (Mars Oxygen In Situ Resource Utilization Experiment), är en enhet som är lika stor som ett bilbatteri och utformad för att visa om det är möjligt att framställa syre från Mars koldioxid. Atmosfären på Mars består nästan helt av koldioxid. Framtida tillämpningar av tekniken kan kanske producera de stora mängder syre som behövs i raketbränslet, som astronauterna behöver för att återvända till Jorden, och naturligtvis behöver de också syre för att andas.

En annan teknologidemonstrator, Ingenuity Mars-helikoptern, är fäst vid roverns mage. Mellan 30 och 90 dagar under uppdraget kommer Ingenuity att lossas från rovern och göra det första försöket att flyga på en annan planet. Om den första flygningen lyckas kommer Ingenuity att flyga upp till fyra gånger till.

Perseverance kommer att leta efter stenar eller regolit, som ser ut att bära forntida vatten. Den kan skrapa en sten för att avslöja vad som finns i den eller borra i den för att extrahera och bevara ett 15 grams kärnprov i ett provrör. Denna uppsamling skiljer sig från den tidigare marsroboten Curiosity, som istället pulveriserar sten med sin borrh.



Perseverance skall samla in och försegla sten och jord i provrör och lämna dem på ytan. Under 2026 kommer en kombinerad NASA-landare och ESA-rover att skickas iväg för att anlända till Mars 2028. Denna Sample Fetch Rover kommer att landa, navigera till proverna, plocka upp dem och bära dem till en raket placerad ovanpå landaren. Denna Mars Ascent Vehicle är en tvåstegsraket med ett fast drivmedel som kan ligga oanvänd i flera år och tåla temperaturerna i Jezero-kratern. Under 2029 kommer den att lyfta en behållare full av proverna till en bana runt Mars. Därefter kommer en ESA-byggt orbitör, som lanseras separat 2026, att hämta behållaren via en av NASA tillhandahållen nyttolast och förvara den i en återinträdesfarkost. Orbitern flyger förbi Jorden 2031 och släpper behållaren i Utah-öknen.

Orbitern kommer att ha ett hybrid framdrivningssystem bestående av ett elektriskt, som det som drev en tidigare rymdfarkost byggd för ESA, BepiColombo, till Mercury, samt en konventionell kemisk motor för att ta sig in i bana på Mars. Orbitern kommer också att vara utrustad med ett precisionsstyrnings-, navigations- och styrsystem samt optiska sensorer, som alla arbetar tillsammans för att möjliggöra möte med provbehållaren.

Om allt går som planerat, kommer hämtaren att returnera maximalt 30 prover.

Fello'fly

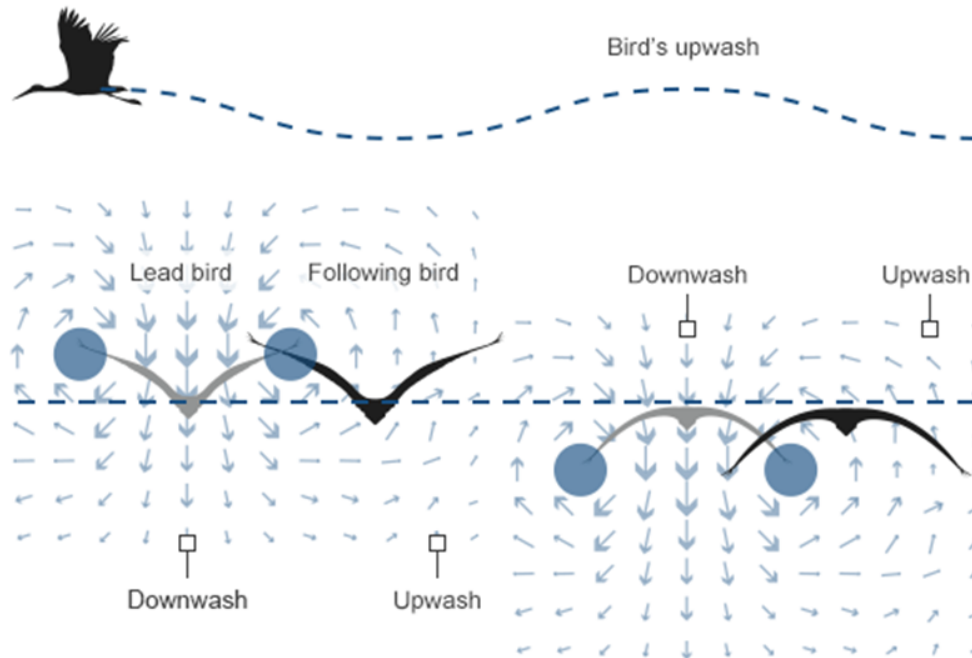
Airbus "fello'fly" projekt sätter flygning i formation på prov som ett sätt att minska koldioxidutsläppen. Men att flyga två stora passagerarflygplan nära varandra innebär nya operativa utmaningar. Airbus har därför tecknat avtal med två flygbolag och tre flygtrafiktjänstleverantörer för att tackla dessa.

[How a fello'fly flight will actually work - Innovation - Airbus](#)

[Why Birds Fly in a V Formation | Science | AAAS](#)

[Fly like a bird: The V formation finally explained - BBC News](#)

How birds take advantage of the V formation



Source: Nature

Vandrande gäss har dragit nytta av vaken efter en ledarfågel sedan urminnes tider. Fylking, även kallad plogformation eller v-formation, är en flock med flyttfåglar, exempelvis änder, gäss och svanar, som flyger med en fågel längst fram med de andra fåglarna bakom i två led vinklade ut från ledarfågeln. En vanlig missuppfattning är att en sådan plog med exempelvis gäss har en ledargås, som ligger längst fram hela tiden, men så är det inte, istället byter fåglarna ofta plats med varandra inom formationen.

Orsaken till denna v-formation är att den ur ett aerodynamiskt perspektiv är den mest optimala. När en fågel flaxar bildas en roterande luftvirvel från var och en av dess vingpetsar. Dessa virvlar innebär att luften omedelbart bakom fågeln ständigt trycks nedåt medan luften längre bakom den och utåt sidorna trycks uppåt. Om en annan fågel flyger i någon av dessa bakre zoner får den gratis lyft och kan spara energi.

Undersökningar genomförda på pelikaner visar att hjärtfrekvensen hos fåglar, som flyger i plogformation, är mycket reducerad och andra undersökningar har visat att en flock på 25 fåglar i plogformation kan flyga 70 % längre på samma mängd energi som en ensam fågel.

Forskare vid Royal Veterinary College, Storbritannien utvecklade små instrument, som är tillräckligt lätta för att kunna bäras av en flygande fågel och känsliga nog för att

registrera dess position, hastighet och kurs flera gånger per sekund. De samarbetade med en österrikisk organisation som försöker återinföra den nordliga skalliga ibisen, som utrotades i Centraleuropa på 1600-talet. De uppfostrade ungfåglar att flyga längs artens gamla flyttvägar genom att leda vägen med ett mikroflygplan. Flocken stannade på fasta platser längs vägen och ett supportteam följde dem på marken och observerade hur de flög.

Inspelningarna avslöjade att fåglarna flög exakt som de teoretiska simuleringarna förutspådde i V-formation cirka en meter bakom fågeln framför och ytterligare en meter åt sidan. Vissa ibiser föredrog att flyga till höger, andra till vänster, vissa föredrog mitten och andra kanterna, men på det hela taget bytte fåglarna ofta plats och flocken hade ingen ständig ledare.

Men att flyga i ett V handlar inte bara om att ligga på rätt ställe. Det handlar också om att flaxa vid rätt tidpunkt. När en fågel flaxar med vingarna rör sig luften som lämnas av vingpetsarna uppåt och neråt bakom den. Fåglarna bakom kan på något sätt känna detta och justera sina vingslag för att hålla sina egna vingar inom zonen med lyftande luft. Den bakomliggande fågelns vänstra vingpets rör sig nästan exakt i fas med den framförvarandes högra.

Fello'fly



Ibiserna kan också ändra sitt beteende mycket snabbt. När de byter plats i flocken befinner de sig ibland direkt bakom fågeln framför och fastnar i dess nedström. Om det händer ändrar de sitt flaxande så att de gör motsatsen till vad fågeln framför gör. De flyger nu nästan perfekt ur fas.

Hur klarar de det? Ingen vet. Det enklaste svaret är att de bara tittar på fågeln framför och slår sina vingar därefter. De använder kanske sina vingfjädrar för att känna luftflödet runt dem. Eller så kan de bara förlita sig på enkel positiv feedback. De flyger runt tills de träffar på en plats som känns bra.

Oavsett svaret är det tydligt att detta inte är en färdighet ibiserna är födda med. När de först följde planet var de överallt i luften. Det tog tid för dem att lära sig att flyga i ett V. Man har alltid antagit att V-formen lärdes ut av de vuxna fåglarna, men de här fåglarna var alla i samma ålder och de lärde sig att flyga från varandra. De var till synes mycket medvetna om var de andra fåglarna var i flocken och satte sig i bästa möjliga läge.

Forskarna försökte inte beräkna fågelns energibesparing eftersom de nödvändiga fysiologiska mätningarna skulle varit för invasiva för en hotad art. Tidigare studier uppskattar emellertid att fåglar kan använda 20 till 30% mindre energi när de flyger i V.

Resultaten gäller sannolikt andra långvingade fåglar, såsom pelikaner, storkar och gäss. Mindre fåglar skapar mer komplexa virvlar, som det skulle vara för svårt att studera.

I framtida studier kommer forskarna emellertid att byta till vanligare fåglar, som duvor. De planerar att undersöka hur de bestämmer vem som sätter kursen och takten, och om ett misstag som görs av ledaren kan fortplantas genom resten av flocken utan att orsaka trafikstockningar.

Hur kan man då överföra detta till flygplan? Det är känt att militära flygplan kan spara bränsle genom att flyga i en V-formation. De två virvlarna som skapas av de fasta vingarna på flygplan är dock kraftfulla, uppåtströmmande horisontella luftpelare och mycket mer stabila än de oscillerande virvlarna, som kommer från en flaxande fågel.

Airbus testade potentialen för civil luftfart 2016, då man flög ett A380 som ledare och en A350 som efterföljare och höll dem 3 km ifrån varandra. Proven visade mellan 5 och 10% minskad bränsleförbrukning, vilket övertalade Airbus att starta "Fello'fly"-projektet.

Tekniskt innebär det att se till att piloterna har ett fungerande gränssnitt, som gör att de säkert kan sätta flygplanet i optimal bränslebesparande position. En annan viktig del av projektet är att studera inverkan på säkerheten av att hålla flygplanen närmare varandra än de är för närvarande. Airbus avser att låta flygplanen flyga på ett avstånd av cirka tre kilometer, istället för det för närvarande erforderliga avståndet 55 till 90 kilometer. Flygledning kommer att leda dem fram till samma punkt på två olika höjder åtskilda av 1000 fot. Enligt reglerna för dagens luftrum och förfaranden är detta det närmaste flygplan kan flyga tillsammans. Härifrån kommer de att samar-

beta för att manövrera in i en position där de sparar bränsle genom hämtning av vakenergi.

Man har nått en överenskommelse med Frenchbee och SAS Scandinavian Airlines flygbolag samt med tre leverantörer av flygtrafiktjänster (franska DSNA, brittiska NATS och Eurocontrol) om att delta i Fello'fly-projektet. Samarbetet fokuserar för närvarande på praktiska utmaningar, som att anpassa regleringen och para ihop olika flygplansmodeller.

Frenchbee och SAS kommer att tillhandahålla flygbolagens expertis inom flygplanering och drift för de samsarbetsbehov som krävs för att binda flygplan före och under en fello'fly-operation. DSNA, NATS och Eurocontrol kommer att bidra med sin erfarenhet av flygtrafik genom att definiera hur två flygplan kan anslutas säkert, vilket minimerar påverkan på nuvarande förfaranden. Parallellt kommer Airbus att fortsätta arbeta med den tekniska lösningen för att hjälpa piloter att se till att flygplanen förblir i en säker position.

Enligt avtalen kommer Airbus, Frenchbee, SAS, DSNA, NATS och Eurocontrol att utveckla ett säkert och realistiskt koncept för operationer (CONOPS) som är nödvändigt för att utforma framtida operativa regler för fello-fly.

Airbus siktar på att genomföra en demonstration över Atlanten 2021. För att nå detta mål provar man för närvarande pilotassistansteknik för att garantera säkerheten. Beroende på resultatet av proven hoppas Airbus på att fello'fly-metoden ska tas i bruk år 2025.

Atomflygets historia

Under det kalla kriget undersökte USA och Sovjetunionen kärnkraftsdrivna bombplan. Den större uthålligheten troddes kunna förbättra kärnkraftsavskräckningen, men det blev aldrig några operativa flygplan. Ett otillräckligt löst problem var behovet av tung avskärmning för att skydda besättningen och de på marken från strålningen. Ett annat problem var hanteringen av haverier. Interkontinentala robotar och atomubåtar minskade också i hög grad den strategiska fördelen med sådana flygplan.

I maj 1946 startade amerikanska arméns flygstyrkor projektet Nuclear Energy for the Propulsion of Aircraft (NEPA), som genomförde studier tills ett annat program, Aircraft Nuclear Propulsion (ANP), ersatte NEPA år 1951. ANP planerade att modifiera två flygplan B-36 under projektet. Ett av dem, NB-36H, användes för att studera skärningskrav för en luftburen reaktor, medan det andra skulle vara operativt. Programmet avbröts dock 1961 innan det andra flygplanet byggdes.

Det enda amerikanska flygplanet, som hade en kärnreaktor ombord var därför NB-36H. Den 5 september 1951 beviljade USAF Convair ett kontrakt för att flyga en kärnreaktor ombord på NB-36H. Avsikten var att avgöra om ett nukleärt flygplan var genomförbart. Detta är det enda kända luftburna reaktorexperimentet i USA med en operativ kärnreaktor. Reaktorn var dock aldrig ansluten till motorerna eftersom det primära syftet med flygprogrammet var avskärmningen. Man flög totalt 47 gånger och testade reaktorn över västra Texas och södra New Mexico. Baserat på resultaten övergavs hela programmet 1961. Den totala kostnaden 1946 till 1961 var cirka en miljard dollar.

ANP-programmet innehöll studier av två olika typer av kärnkraftsdrivna jetmotorer: General Electric's Direct Air Cycle och Pratt & Whitney's Indirect Air Cycle. Avsikten var att göra en jetmotor som skulle värma luft med atomklyvning istället för brinnande bränsle.

Kärnkraftsmotorer med direktcykel liknade en konventionell jetmotor men utan brännkammare. Luften från kompressorn leddes in i reaktorkärnan, kylde denna och värmdes upp. Den gick sedan genom en turbin för drivning av kompressorn och ut genom ett munstycke för att ge dragkraft.

General Electric-programmet i Evendale, Ohio använde konventionella jetmotorkomponenter och den första operationen av en kärnkraftsflygmotor ägde rum den 31 januari 1956 med en modifierad General Electric J47 turbojetmotor. General Electric använde först en reaktor känd som värmeöverföringsreaktorförsök 1 (HTRE-1), som använde vertikalt orienterade styrtavar och som konfigurerades om med en borttagbar kärna för att bli HTRE-2. Senare byggdes också en HTRE-3 för att testa horisontellt orienterade styrtavar som ansågs lämpligare för användning i flygplan.

Indirekt cykel innebar att trycksatt vatten eller flytande metall skulle gå genom reaktorn för att sedan värma upp kompressorluften i en värmeväxlare. Programmet drevs av Pratt & Whitney vid en anläggning nära Middletown, Connecticut. Detta koncept skulle ha producerat mycket mindre radioaktiv förorening, men omfattade en hel del forskning och utveckling av många lättviktsystem för användning i flygplan, såsom värmeväxlare, turbopumpar med flytande metall och radiatorer. Programmet kom heller aldrig i närheten av att producera flygande hårdvara.



Den 5 februari 1957 gjordes i alla fall en reaktor kritisk vid Oak Ridge National Laboratory. Den kallades PWAR-1, Pratt och Whitney Aircraft Reactor-1. Syftet var att experimentellt verifiera de teoretiskt förutsagda egenskaperna hos en PWAC-reaktor. Experimentet blev kort, i slutet av februari 1957 hade all information tagits och demonteringen börjat. Experimentet kördes med väsentligen noll kärnkraft. Arbetstemperaturen hölls vid för jetmotorer låga 675 °C beroende på konstruktionstemperaturen för PWAR-1-reaktorn.

De amerikanska projekten innehöll inte bara jetmotorer. År 1957 avtalade flygvapnet och USA:s atomenergikommission Lawrence Radiation Laboratory att undersöka genomförbarheten av att applicera värme från kärnreaktorer på ramjetmotorer. Denna forskning blev känd som Project Pluto. Målet för detta program var att tillhandahålla motorer för en obemannad kryssningsmissil, kallad SLAM, för Supersonic Low Altitude Missile. Programmet lyckades åstadkomma två testmotorer som kördes på marken. Den 14 maj 1961 kördes världens första kärnkraftsramjetmotor, "Tory-IIA", monterad på en järnvägsvagn, men bara i några sekunder. Den 1 juli 1964, sju år och sex månader efter att det föddes, avbröts "Project Pluto".

Det fanns också flera studier och förslag på kärnkraftsdrivna luftskepp. Det började med en studie 1954 av FW Locke Jr för US Navy. År 1957 publicerade Edwin J. Kirschner boken "Zeppelin in the Atomic Age", som propagerade för användningen av atomluftskepp och 1959 presenterade Goodyear en plan för kärnkraftsdrivna luftskepp för både militärt och kommersiellt bruk. Flera andra förslag och artiklar publicerades under de kommande decennierna, men inga realiserades.

Atomflygplan

23

I slutet av 1940-talet, när det kalla kriget hettade till, började också Sovjetunionen forska om kärnreaktorer för att driva flygplan och 1955 gick vissa grupper inom flygindustrin samman i denna forskning. Tupolev och Myasishchev utsågs att utveckla och producera flera flygplan avsedda att drivas av kärnkraft medan Kuznetsov och Lyulka fick i uppdrag att utveckla motorerna.

Flera typer av kärnkraftsdrivna motorer provades, ramjet, turboprop och turbojet, med olika mekanismer för överföring av kärnkraftsgenererad termisk energi. Efter omfattande experiment drog de sovjetiska ingenjörerna slutsatsen att turbojetmotorn med direkt cykel erbjöd det bästa alternativet.

Att skydda besättningen och minska storleken och vikten på reaktorerna för att passa i ett flygplan blev det viktigaste tekniska hindret i projektet. Tupolev, med vetskap om komplexiteten i den uppgiften, uppskattade att det skulle dröja två decennier innan programmet kunde producera en fungerande prototyp. De antog att det första operativa kärnkraftsdrivna flygplanet kunde flyga i slutet av 1970-talet eller början av 1980-talet. Den första fasen var emellertid att designa och prova en liten kärnreaktor och det arbetet tog fart i slutet av 1955.

För att få erfarenhet av operativa problem beställde Sovjetunionens ministerråd i mars 1956 ett flygande testbäddplan så snart som möjligt. Tupolev bestämde sig för att ta ett befintligt Tu-95M-bombplan och använda det som laboratorium. Det kallades Tupolev Tu-95LAL och var en modifierad Tu-95M försedd med en liten forskningsreaktor i bombutrymmet, vilket krävde en modifiering av flygkroppen med en utbuktning på ovansidan. Reaktorn drev aldrig planet, utan det drevs med konventionella motorer, men prototypen visade att planet förmådde lyfta med en reaktor och att reaktorn fungerade under flygning. Dessutom studerades olika utformningar av strålskärmning för att skydda både personal och tekniska system. Under 1961 gjorde planet 34 flygningar, de flesta med reaktorn avstängd.

Resultaten var lovande. Strålningsnivåerna var så låga i besättningskabinen att man började konstruera ett nytt flygplan Tupolev Tu-119 som i grund och botten var ett modifierat Tupolev Tu-95. Den stora skillnaden var att två av dess fyra motorer, de inre, skulle vara nya NK14a turboprops med värmväxlare. NK14a fungerade mycket likt motorer med direkt cykel, men efter att ha passerat genom kompressorn gick inte luften till reaktorn utan till en värmväxlare. Samtidigt transporterades värmen som alstrades av reaktorn i en vätska till värmväxlaren. Det var alltså egentligen en indirekt cykel som Pratt&Whitneys. Förmodligen hade man kommit fram till att denna indirekta cykel gav bättre strålskärmning.

Tu-119 var och förblev endast ett experiment, och någon serietillverkning påbörjades aldrig då svårigheterna med strålskärmning och prestanda var betydande. Samtidigt övertogs den tänkta uppgiften för planen att vara i luften långa tider som kärnvapenavskräckning av andra vapensystem som till exempel interkontinentala robotar. Utvecklingen fortsatte dock på ritbordet fram till 1966.

Ett annat kärnkraftsdrivet flygplansprojekt startades av



Myasishchev sommaren 1955. Det var en supersonisk bombare med kodnamnet M-60, som skulle använda en Lyulka motor med direkt cykel. Flygplanet skulle starta och landa på ett kemiskt blandningsbränsle och när den önskade höjden uppnåtts skulle kärnkraftssystemet aktiveras. Besättningen skulle placeras i mitten av flygkroppen i en helt slutet, blyavskärmat kabin. Reaktorn var placerad på flygplanetets baksida för att erbjuda ytterligare skydd. Kärnkrafts/jetmotorerna skulle placeras sida vid sida i flygkroppen. Senare introducerades en svept vingvariant med båda motorerna placerade under vingarna, men program M-60 kom aldrig ur planeringsfasen.

Annulleringen av dessa projekt innebar dock inte att Sovjetunionen avslutade sin forskning om ett kärnkraftsdrivet flygplan. Flera försök gjordes att utforma ett kärnkraftsdrivet, supersoniskt bombplan, projekt Tu-120. Flygplanet skulle utrustas med två turbojetmotorer under utveckling av Kuznetsov. Reaktorn skulle installeras nära planets bakre del, så långt från kabinen som möjligt. Besättningen skulle vara innesluten i en kraftig avskärminingskabin av bly. Det skulle ha en konventionell aerodynamisk konfiguration med en högmonterad 45 grader svept vinge och ett trehjuligt landningsställ. Tupolevs mål var att nå testfasen för Tu-120 i slutet av 1970-talet, men programmet avslutades av samma skäl som Tu-119.

Nästa försök av Tupolev var flygplanet Tu-132. Det skulle ha rymt reaktorn och två turbojetmotor i bakkroppen av flygplanet. Motorerna skulle utformas för att fungera med kärnkraft, men med konventionell fotogen för start- och landning. Bränslet skulle förvaras i en tank installerad framför reaktorn. Som med Tu-120 skulle Tu-132 ha haft en konventionell konfiguration med kabinen återigen starkt skärmat. Det skulle ha varit ett deltavingeplan, men som med de andra projekten avbröts Tu-132 i mitten av 1960-talet pga budget- och framför allt tekniska svårigheter.

Ett sista försök gjordes av Tupolev med ett supersoniskt, långväga bombplan konstruerat för att konkurrera med Convairs B-58 Hustler, men den här gången kom flygplanet inte ens till ritbordet. I slutet av 1960-talet beslutade Sovjetunionen att överge ytterligare forskning om kärnkraftsdrivna flygplan.

Klart är att man under sovjettiden byggde upp ett avsevärt kunnande, som man skulle kunna dra nytta av i andra projekt. Sovjetunionen och senare Ryssland har varit osäkra sedan 1980-talet i vilken utsträckning deras kärnvapenarsenal skulle klara mötet med USAs anti-ballistiska missiler. Man har därför försökt utveckla vapen som skulle flyga under den ballistiska vapenskölden.

Atomflygplan

I februari 2018 hävdade den ryske presidenten Vladimir Putin att Ryssland hade utvecklat en ny, kärnkraftsdriven kryssningsmissil med kärnvapenhuvud som kunde undvika luft- och missilförsvar och träffa vilken punkt som helst i världen. Den skulle kunna bära kärnvapen eller konventionella vapen vart som helst på jorden och undvika robotförsvar under vägen. Den skulle även kunna kretsa runt omkring världen i flera dagar, om det behövdes.

Stratfor, en amerikansk geopolitisk underrättelseplattform, antar att denna missil, kallad Burevestnik, använder en turbojetmotor och en vätskedriven startraket. Kärnreaktorn driver en elektrisk motor som i sin tur driver en turbin och en kompressor som trycker in luft i reaktorn och hindrar denna från att överhettas. Kärnreaktorn tar över först sedan roboten getts tillräcklig hastighet av en vätskeraketmotor.

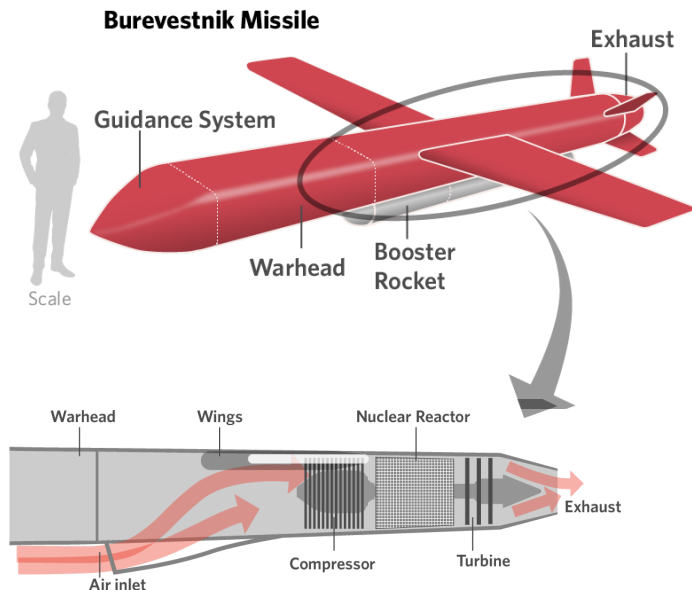
Det som kännetecknar Burevestnik är dess obegränsade räckvidd. Samtidigt är dess syfte något liknande USA:s långväga kryssningsmissiler Tomahawk, förutom att deras maximala räckvidd är begränsad till 2 500 km.

Dess förmåga att uppnå praktiskt taget vilken som helst räckvidd kommer att kombineras med en lika häpnadsväckande obegränsad förmåga att manövrera. Det kommer att göra missilen extremt svår att spåra medan den penetrerar fiendens försvar. Om vapnet kommer i full drift kommer Moskva att kunna lansera missiler från det asiatiska fastlandet, programmera dem att korsa Stilla havet, gå runt Sydamerika och tränga in i amerikanska luftrummet från Mexikanska golfen.

Kärnkraftsframdrivning, i en eller annan form, är en verklighet och forskare dammar regelbundet av tanken på kärnkraftsdrivning för oändlig uthållighet. År 2014 avslöjade NASA studier av framdrivningssystem och flygplanskoncept med kärnreaktioner med låg energi, ibland kallad kallfusion och Lockheed Martins Skunk Works arbetar för att utveckla en kompakt fusionsreaktor som är tillräckligt liten för att driva ett C-5-flygplan.

Fördelarna med atomdrivna flygplan speglar atomubåtarnas. Atomubåtar behöver inte komma upp för att tanka och kärnvapenflygplan skulle inte behöva landa. Överljudsflygning runt världen skulle bli möjlig. Idén om ett kärnvapen-drivet bombplan är en strategisk dröm för militären. Det skulle kunna stanna uppe i dagar och nå ett antal mål i hela världen.

Men kärnkraften har visat sig komma med sina egna problem. USA tillbringade sexton år med försök till ingen nytta. Sovjetunionen mötte samma problem.



Reaktorn måste vara tillräckligt liten för att få plats på ett flygplan, vilket innebär att den släpper ut mycket mer värme än en vanlig. Värmen riskerar att smälta reaktorn och planet tillsammans med den och störta en radioaktiv klump av flytande metall mot jorden.

Problemet med att skydda piloterna från reaktorns strålning har visat sig vara ännu svårare. Vad skall man med ett plan som dödar sina egna piloter?

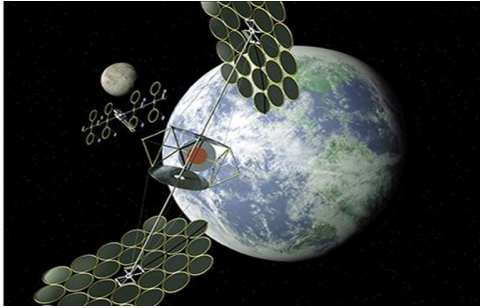
För att skydda besättningen mot radioaktivitet behöver reaktorn tjocka och tunga lager av avskärmning. Men för att lyfta behöver planet vara så lätt som möjligt. Tillräcklig avskärmning verkar oförenlig med flygning även om den vikt som sparas av att inte behöva något bränsle i viss mån kompenserar reaktorn och dess avskärmning.

Nu finns det andra sätt att använda kärnkraft än för framdrivning av flygplan. Ett skulle vara att använda de avancerade små modulära reaktorerna, som nu är under utveckling, för att generera elektrisk kraft på flygbaser eller flygplatser. Dessa mobila mikroreaktorer kan användas för att ladda batterierna i elektriska flygplan.

Man skulle också kunna använda den elektriska kraften från en sådan reaktor för att generera väte genom elektrolysning av vatten och sedan kombinera detta med koldioxid som fångas från atmosfären för att producera flytande bränslen som ersättning för dagens fossila jetbränsle. Bl a Rolls-Royce har studerat sådana system.

I rymden kan kärnkraften också ha en roll. NASA utvecklar en obemannad farkost för att utforska Saturnus måne Titan driven av en radioisotopisk termoelektrisk generator. Kärnkraftsdrivna raketer skulle också kunna förkorta restiden till Mars.

Solenergi från rymden



21 dec Av Week Space-Based Solar Power Många utmaningar behöver fortfarande övervinnas. Bland nyttolasten ombord på det sjätte uppdraget från US Air Force experimentella rymdplan X-37B, som lanserades i maj i år, var en experimentell solenergimodul från Naval Research Laboratory (NRL). Den visade att kraftgenerering och omvandling till radiofrekvensenergi kunde överföras över långa sträckor. Detta är den senaste utvecklingen i en lång historia av ansträngningar för att förverkliga potentialen i storskalig insamling av solenergi i rymden och leverera den till avlägsna användare. Om framgångsrika kan solenergisatellitssystem (SPS) ha dramatiska konsekvenser för all rymdaktivitet och så småningom också för markanvändare.

Flera nationer ökar sina ansträngningar på detta område. Japan har varit mycket intresserad av SPS under lång tid och Kina, Ryssland, Indien, Sydkorea och andra länder är alltmer aktiva. De första användarna kan vara satelliter och anläggningar i rymden hitom månen. Till exempel kan trådlös kraftöverföring användas i månflygning, inklusive isfyndigheter vid månens sydpol. Det energiintensiva arbetet med utvinning och bearbetning kan drivas av SPS-system i månbanan.

AI på militärflyg



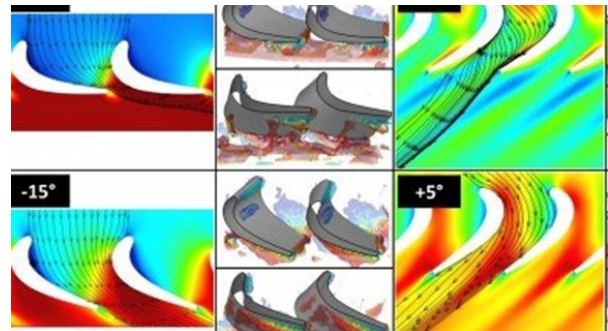
20 dec The Hill US Air Force använder AI på militärflyg för första gången. Flygvapnet tillät en artificiell intelligensalgoritm att styra sensor- och navigationssystem på ett U-2 Dragon Lady-spionplan under en träningsflygning. Det var vad som tros vara den första kända användningen av AI ombord på ett amerikanskt militärflygplan. Den var utbildad för att leta efter mötande missiler. Poängen är att närma sig ett "man- och maskinsamarbete", där robotar är ansvariga för begränsade tekniska uppgifter medan människor förblir i kontroll. Piloten och AI:n flög ett spaningsuppdrag under ett simulerat missilangrepp. AI:ns huvuduppgift var att hitta fiendens barraketer medan människan letade efter hotfulla flygplan, båda med hjälp av flygplanets radar. AI:n är baserad på en allmänt tillgänglig algoritm som heter μ Zero, som utvecklades av AI-forskningsföretaget DeepMind för att snabbt bemästra strategiska spel som Chess and Go. Det aktiveras av ett allmänt tillgängligt Google-utvecklat system som heter Kubernetes, vilket gör att AI-programvaran kan överföras mellan planets datorsystem och det molnbaserade systemet. Ett flygvapenprogram som heter Project Maven skulle ersätta människor när det gällde att snabbt analysera drönare. Google vägrade att förnya sitt Maven-kontrakt efter ett internt uppror från anställda som inte ville ha företagets algoritmer inblandade i krigföring. Företaget släppte senare en uppsättning AI-principer som tillät företagets algoritmer att användas i vapensystem.

Europeisk Starlink



20 dec Bloomberg Europa vill ha sitt eget alternativ till Musks Starlink-nätverk. EU vill bygga ett 6 miljarders euro alternativ till Elon Musks Starlink-nätverk så att man inte blir efter i loppet för att utveckla satellitbroadband och beroende av kinesisk och amerikansk teknik i vad som förvandlas till en ny rymdkapplöpning i låg jordbana. UK-baserade OneWeb är närmaste rival till Musks Starlink men driver nu bortom EU: s räckvidd efter Brexit. OneWebs ägare, den indiska miljardären Sunil Mittal och den brittiska regeringen, förväntar sig att erbjuda globala bredbandstjänster inom 18 månader. Musks SpaceX har sändt upp hundratals Starlink-satelliter och testat redan tjänsten med potentiella kunder. Kina skickar upp kommunikationssatelliter, som använder teknik baserad på kvantfysik. EU-kommisionen startar en studie av en konstellation liknande Starlink, som skall erbjuda säkra regeringskommunikation och föra internettjänster till isolerade samhällen. Airbus skall leda ett konsortium för att bygga nätverket.

Variabla turbinblad



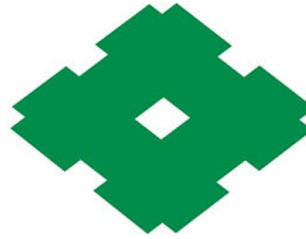
21 dec US Army self-adjusting turbine... Amerikanska arméforskare tror att de har hittat ett sätt att variera turbinbladens position i den heta delen av jetmotorer. De säger att innovationen kan avsevärt förbättra effektiviteten och kraften hos jetmotorer - och också möjliggöra ett nytt, bredare utbud av prestanda som behövs för framtida flygplan, kanske till och med nya typer av supersoniska vertikala start- och landningsflygplan (VTOL). Med variabla turbinblad kan en flygmotor optimeras för flera flyglägen, inklusive kryssning, supersonisk flygning eller svävning. Det kan tillåta ett VTOL-flygplan att sväva länge, samtidigt som det senare kan övergå till supersonisk flygning. Forskarna tänker sig att forma turbinbladen med hjälp av "formminne-legeringsmomentrör" som aktiveras av värme som skapas via en elektrisk ström. Användningen av formminneslegeringar har undersökts för en mängd olika applikationer inklusive jetmunstycken och koncept för morfing av vingar. Variabla turbinblad skulle resultera i mer effektivitet och högre effekt i turbinen genom att minimera gränsskiktseparationen.

Bränsle från koldioxid



29 dec Actualidad Aeroespacial [Leer más](#) **Oxford University forskare omvandlar framgångsrikt koldioxid till flygbränsle.** Forskare vid University of Oxford har gjort ett genombrott genom att skapa flygbränsle från koldioxid (CO₂). Liksom el och väte syftar detta till att ytterligare minska beroendet av fossila bränslen och minska koldioxidutsläppen från flygplan. Teamet åstadkom detta genom att värma en blandning av citronsyra, väte och en järn-mangan- kaliumkatalysator för att omvandla CO₂ till ett flytande bränsle som kan driva flygplan. Detta tillvägagångssätt är billigt, enkelt och baserat på vanliga material. Det påstås vara billigare än de processer som nu används för att omvandla väte och vatten till bränsle och skulle göra det möjligt för företag att fortsätta använda sina befintliga flygplan. I sitt nuvarande tillstånd kan den nyligen upptäckta metoden endast producera några gram koldioxidbaserat flygbränsle, men forskarna diskuterar med industripartners om användning av koldioxidbränsle som ett utsläppsfritt alternativ.

Träsatellit



1 jan Actualidad Aeroespacial [Leer más](#) **Japanska forskare bygger träsatelliter för att minska rymdskräp.** Det japanska företaget Sumitomo Forestry och University of Kyoto utvecklar vad de hoppas kommer att bli världens första satelliter av trä, som kan vara redo 2023. De har redan börjat experimentera med olika träslag i extrema miljöer på jorden. Projektet syftar till att lösa problemet med rymdskräp, som växer i takt med att fler och fler satelliter skjuts upp. En satellit av trä kommer att brinna upp utan att släppa ut skadliga ämnen i atmosfären när den återvänder till jorden. Satelliter som kommer in i jordens atmosfär brinner upp och skapar små partiklar av aluminiumoxid, som kommer att flyta i den övre atmosfären under många år. Cirka 60% av satelliterna som omger jorden är redan ur drift, de är rymdskräp. Sumitomo Forestry, ett dotterbolag till Sumitomo Group, som grundades för mer än 400 år sedan, utvecklar trämaterial som är motståndskraftiga mot temperatur och solljus.

GlobalEye från Saab till UAE



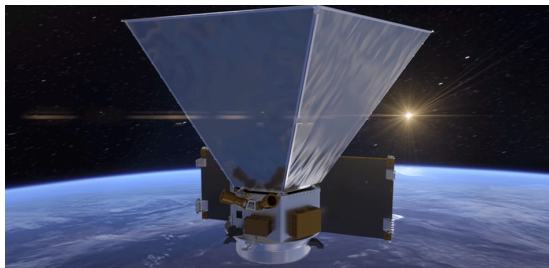
5 jan FlightGlobal [Förenade Arabemiraten \(UAE\) har förvärvat ytterligare ett par GlobalEye-övervakningsplan från Saab.](#) Affären värderas till drygt 1 miljard dollar. Ett kontrakt undertecknades den 30 december 2020 och arbetet ska utföras 2025. Saab fick ursprungligen ett tvåflygplanskontrakt från Förenade Arabemiraten i november 2015 och kunden beställde senare ett tredje exemplar. De meddelade sedan sin avsikt att ytterligare öka flottan till fem flygplan under Dubai air show i november 2019. Saab säger att arbetet kommer att utföras i Arboga, Göteborg, Järfälla, Linköping och Luleå i Sverige och i Centurion, Sydafrika. Förenade Arabemiraten fick sin första Bombardier Global 6000-baserade GlobalEye i april 2020, med en andra som följde i september förra året. Typen är utrustad med en serie sensorer som gör att den samtidigt kan övervaka luftburna, maritima och markbaserade hot. Saabs nuvarande övervakningssystem erbjuds också för Finland och företaget ser ytterligare utsikter i Asien-Stillahavsområdet och Europa, inklusive ett potentiellt framväxande krav från det svenska flygvapnet.

2020 aktivt rymdår



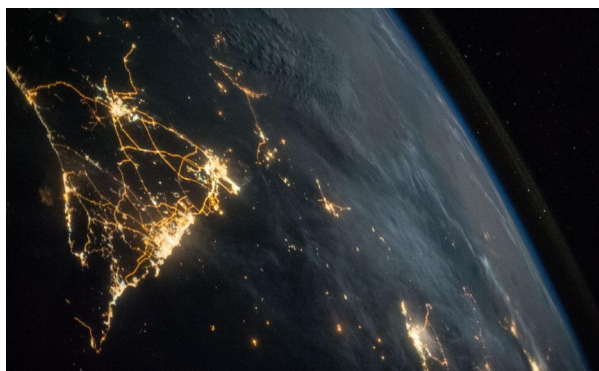
1 jan CNet [2020 in space ...](#) **Många anledningar att fira i ett annars eländigt pandemiår.** NASA skickade rovern Perseverance till Mars, där den kommer att leta efter tecken på potentiellt liv och också landa en liten helikopter. Förenade Arabemiraten lanserade sin Hope-sond mot Mars, och Kina sin Tianwen-1, en orbiter, landare och rover. Japans Hayabusa2 återvände med bitar som den hade samlat efter att ha skjutit en kopparkula på asteroiden Ryugu. NASA landade också på en asteroid när rymdskeppet Osiris-Rex tog prover på den potentiellt farliga asteroiden Bennu. Provet förväntas komma till jorden 2023. Kinas Chang'e 5-uppdrag landade på månen, samlade ett prov och skickade tillbaka några månstenar och månjord. OneWeb, som återupptog lanseringen av satelliter för att komma ikapp SpaceX, som redan har börjat prova sin bredbandskonstellation, Starlink. SpaceX uppnådde mänsklig rymdflygning och lanserade 26 Falcon 9-raketer, varav några nu har gjort sju flygningar vardera. Den senaste Starship-prototypen, avsedd för Mars, gjorde en höghöjdsflygning, som slutade med en spektakulär och explosiv landning. Flera nya kometer upptäcktes. Årliga meteorregn som Perseiderna, Tauriderna och Leoniderna imponerade 2020. Jupiter och Saturnus gjorde sig lätt synliga tillsammans för första gången på åtta århundraden. Det upptäcktes bevis på vatten på nya platser på Mars.

Spanar efter Big Bang



5 jan CNet secrets of the Big ... NASA: s nya rymdteleskop är redo att upptäcka Big Bangs hemligheter. Big Bang-teorin är en kosmologisk modell som beskriver hur vårt nuvarande, observerbara universum blev till. Men det finns fortfarande mycket att lära sig, särskilt när det gäller vad som hände under de tidiga mikrosekunderna efter själva big bang. NASA vill ta reda på det. För att göra det har rymdorganisationen utformat ett rymdteleskop som kommer att kunna undersöka universum för bevis på de tidigaste ögonblicken. Nästa steg: Börja arbetet med en slutlig design och börja bygga med tanke på att starta mellan 2024 och 2025. SPHEREx-rymdteleskopet förväntas vara storleken av en "subcompact car" och, enligt en ny NASA-release, kommer det att kartlägga hela himlen och skapa en massiv databas med stjärnor, galaxer, nebulor (moln av gas och damm i rymden) och många andra himmelska föremål. Genom att kartlägga miljarder galaxer över universum hoppas NASA att hitta statistiska mönster som kan hjälpa till att förklara vad som hände omedelbart efter big bang, när universum snabbt expanderade.

Europeisk kvantsatellit



5 jan Bloomberg Europa satsar på Kinas ohackbara teknik. Europas rymdindustri kommer att försöka matcha kinesiska framsteg inom säker kommunikation för att få en fördel inom satellitbredbandsnät. Kinesiska forskare har utvecklat vad de säger är en "ohackbar" form av global satellitkommunikation som bygger på kvantfysik för att kryptera signaler och lanserade en satellit 2016 för att testa den framväxande tekniken. Europeiska rymdtjänstemän säger att liknande system kan användas för att säkra ett planerat satellitnät i låg jordbana, och ge det en kapacitet som saknas hos konkurrerande rymdkonstellationer som Elon Musks Starlink och OneWeb, som räddades från konkurs förra året av Storbritanniens regering och indiska miljardären Sunil Mittal. Man vill uppenbarligen titta på teknologier som skiljer sig från de som används av konstellationer som skickas i omloppsbana nu och som har utformats för ungefär ett decennium sedan. Europa vill ha sitt eget alternativ till Musks Starlink-nätverk. Omloppsbana med låg jordbana erbjuder mycket snabbare internetanslutningar än konventionell rymdkommunikation som drivs från geostationära satelliter i mer avlägsna banor. Vägen till lönsamhet är dock oklar eftersom de markbaserade terminalerna är komplexa och kostsamma. Europeiska regeringar är ändå angelägna om att få fotfäste inom kvantteknologi för att säkerställa säker kommunikation över det planerade nätverket.

OHB rensar rymden



7 dec OHB pressrelease OHB Sverige har valts ut av det schweiziska företaget ClearSpace som nyckelpartner i deras rensning av rymdskrot. OHB ansvarar för framdrivning av delsystem, och är även ansvariga för montering, integration och prov av den kompletta satelliten. OHB Sverige kommer att utföra arbetet i sina lokaler i Kista, utanför Stockholm. ClearSpace SA planerar att tillhandahålla den nya tjänsten till ESA genom att bygga, lansera och flyga en ny typ av uppdrag, kallad ClearSpace-1, planerad att lanseras 2025. ClearSpace-1-uppdraget kommer att rikta in sig på rymdskrotsobjekt i rymden som finns kvar på cirka 800 km höjd. Objektet är nära i storlek till en liten satellit, vilket gör det till ett lämpligt första mål, innan man går vidare till större, mer utmanande uppdrag. ClearSpace-1 "Space Robot" har utvecklats av ESA i samarbete med europeisk industri. Den kan självständigt bedöma målets attityd och tumlande med visionsbaserad AI. Infångande kommer att ske genom en kvartett av robotarmar. Alltsammans kommer därefter att knuffas in i atmosfären i optimal vinkel för att brinna upp.

Vädermodifierande plan



7 jan FlightGlobal Kina utplacade en stor UAV för att generera konstgjord nederbörd i Gansu-provinsen i nordvästra Kina i syfte att öka det ekologiska skyddet. Flygningen av Ganlin-1 ("sött regn" på kinesiska) markerar lanseringen av ett UAV-baserat vädermodifieringssystem. Under sin 40-minuters inledande flygning genomförde Ganlin-1 atmosfärisk detektering och katalysatorspridning för att generera nederbörd. UAVn är kapabel till långväga atmosfärisk sondering, inhämtning av luftdata och sådd av katalysator för förbättring av nederbörd. Den kan flyga under långa perioder i utmanande väderförhållanden, delvis på grund av dess avisningsfunktioner. Den har också en stor bärkapacitet och omfattande datainsamlingsmöjligheter. En del av dess uppdrag i Gansu-provinsen är att skydda Qilian-bergen, där glaciärer och snöresurser krymper på grund av den globala uppvärmningen. Användningen av UAVn för förbättring av nederbörd kommer att bidra till att öka is- och snöreserverna, främja den ekologiska restaureringen och mildra vattenbrist i delar av Gansu-provinsen. Ganlin-1 utvecklades gemensamt av Gansu Meteorological Bureau, Chengdu Aircraft Design and Research Institute of AVIC och AVIC (Chengdu) Unmanned Aircraft System Co. Ltd.

Arielspace årskrönika: Sverige i rymden.

ARIELSPACE . SE



1 jan arielspace.se - Aktuella nyheter i rymdbranschen

Webb-platsen Arielspace drivs av Ariel Borenstein och handlar om den svenska och internationella rymdindustrin. Här är ett axplock av svenska rymdhändelser 2020.

Januari: Rymdstyrelsen beslutade att bevilja 32 mkr till olika forskningsprojekt.

Februari: Solar Orbiter sänds mot solen, med svenskt bidrag och det svenska raketprojektet Spider-2 skickades upp med en enstegs-raket.

Mars: RUAG Space ingår ett långsiktigt avtal med GK Launch Services för att leverera adapttrar och separationssystem till Soyuz 2-raketerna.

April: En enklare version av Jupiter-sensorn Jovian plasma Dynamics and Composition Analyzer (JDC) lämnade IRF i Kiruna för mekaniska tester i Stockholm.

Augusti: Unibap utvecklar SpaceCloud Services (USS) med stöd från ESA och Swedish Space Corporation. Satellitoperatören Orbcomm, satellitbyggaren AAC

Clyde Space och Saab arbetar på en cubesat för kommunikation med fartyg. **September:** Jan-Erik Wahlund och andra forskare överlämnar ett unikt mätinstrument tillverkat av IRF till Tekniska Museet i Stockholm. En exakt kopia färdades med Cassini till Saturnus. En särskild utredare har fått i uppdrag att göra en översyn av rymdlagen och vid behov den anslutande rymdförordningen. Den helt nya V2.1-motorn som ska ta Ariane 6 till rymden har acceptanstestats. Bäraketen är den senaste generationen i det långvariga Arianeprogrammet och precis som till dess föregångare har GKN Aerospace bidragit med nyckelkomponenter. I september hölls den årliga vetenskapsfestivalen Astronomins dag och natt.

Oktober: (Källa: SVT) Regeringen satsar de pengar som behövs för att kunna börja skjuta upp satelliter från rymdbasen Kiruna. Regeringen skjuter till 90 miljoner över tre år. För den nya satsningen krävs raketer som är minst tre gånger så stora som Maxus-raketerna, som är de största vid Esrange idag.

Företaget RUAG Space med säte i Göteborg och Linköping har levererat hjärnan, eller ombordatorerna, till den nya europeiska satelliten Sentinel-6.

November: NASA arbetar sedan flera år tillbaka på en ny typ av rymdfarkost som delvis ska ersätta de tidigare rymdfarkosterna. Orion Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV), som är farkostens fullständiga namn, ska bli nästa generations rymdfarkost och kunna ta astronauter till nya spännande platser i vårt solsystem. Det svenska rymdteknikbolaget OHB Sweden har byggt testmodellen som nu formellt har överlämnats till NASA.

December: Årets Nobelpris i fysik tilldelas tre forskare för upptäckten av svarta hål. Priset delas mellan Roger Penrose, som 1965 teoretiskt beskrev ett svart hål som en konsekvens av den allmänna relativitetsteorin. Den andra halvan av priset tilldelas Reinhard Genzel och Andrea Ghez som genom experiment och observationer med teleskop i Chile och Hawaii hittat ett supermassivt objekt i Vintergatans centrum.

Reuters rapporterar att Airbus levererade 566 jetplan 2020, vilket gör det till världens största flygplanstillverkare. Leveranserna minskade dock med 34% från ett år tidigare.

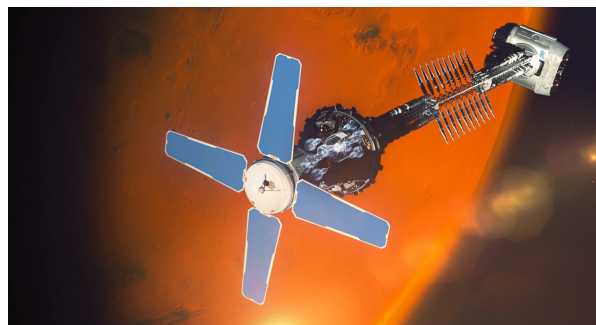
Europas Gateway



11 jan Actualidad Aeroespacial Leer más European Gateway-modulen kommer att byggas i Frankrike.

ESA har tecknat kontrakt med Thales Alenia Space för att påbörja byggandet av den europeiska modulen för månens gateway, som kommer att tillhandahålla kommunikation och leverera till den nya mänskliga prospekteringsanläggningen. Gatewayen byggs av internationella partners och möjliggör hållbar utforskning runt och på månen, samtidigt som den möjliggör rymdforskning och demonstration av de tekniker och processer som behövs för att utföra ett framtida uppdrag till Mars. Det europeiska bränsletillsförsel-, infrastruktur- och telekommunikationssystemet, eller ESPRIT, kommer att vara en cylindrisk modul med utrymme för astronauter att arbeta. Det kommer att innehålla ett observatorium som erbjuder 360 ° utsikt över månen och rymdfarkoster, när de anländer till månens utpost.

Rolls atomraketer



12 jan RR Press Rolls-Royce ... Rolls-Royce undersöker kärnkraft för rymdutforskning. Rymden är en utmanande och växande sektor där Rolls-Royce tror att kraft, framdrivning och termisk hantering kommer att spela en viktig roll. Innovativ kraft- och värmehantering tillsammans med ny kärnteknik, digital kapacitet och teknisk kunskap har stor tillämpning i rymden; från tillverkning och lansering av rymdfarkoster, till att driva den ökande efterfrågan på aktiviteter på plats, resursutnyttjande och prospektering. Rolls-Royce har befintlig, beprövad förmåga inom dessa områden såväl som betydande erfarenhet av elektrifiering och tillhandahållande av andra högdensitets- och hållbara kraftlösningar, som alla kommer att stödja den växande rymdsektorn.

Artificiell co-pilot



15 jan Av Week AI Co-Pilot Demonstrationsflygning av en U2 med en co-pilot med artificiell intelligens.

Under övningsuppdraget delade AI och piloten användningen av U-2S Raytheon Advanced Synthetic Aperture System (ASARS) radar. Den mänskliga piloten använde sensorn för en rent defensiv roll och skannade luften efter fiendliga flygplan. Under tiden tilldelades den offensiva rollen till AI. AI-programmet fungerade på en högre nivå än ett typiskt programfilter för en radarsökning. AI bestämde när radarn skulle ägnas åt att bara söka efter missiler snarare än för självskydd. Piloter befäller normalt datorn att utföra funktioner för att stödja ett uppdrag, men i det här fallet fungerade ett program, inte människan, som uppdragsledare. Demonstrationen lyfte fram flygvapnets senaste tonvikt på att använda programvara - snarare än en ny motor eller flygplan - för att få genombrutt i flygplanens prestanda. Air Force Research Laboratory planerar att driva AI-applikationer för militära flygplan ytterligare 2021. Skyborg-programmet försöker t ex tillämpa ett AI-aktiverat autonomt styrsystem på flera obemannade flygplanssystem.

Satelliter från flygplan



18 jan CNet #LaunchDemo2 Virgin Orbit tar sig ut i rymden med dramatisk mid-air-lansering. Efter ett misslyckat försök förra året satte Virgin Orbit framgångsrikt flera satelliter i omloppsbana genom att släppa sin LauncherOne-raket från magen på en 747:a och tända den på höjd. Företagets modifierade 747, med namnet Cosmic Girl, startade från Kaliforniens Mojave Air and Space Port. Cirka en timme senare, efter att ha kommit ut över Stilla havet släpptes LauncherOne och antändes. Nyttolasten inkluderade nio små CubeSats, inklusive en från California Polytechnic University som kan hjälpa till att förutsäga rymdväder och en annan från University of Louisiana, Lafayette som gör det möjligt för studenter att ansluta och interagera med den via en smartphone-app. Kunder inklusive US Space Force och Storbritanniens Royal Air Force har bokat framtida uppskjutningar med företaget.

Internationell flygtrafik sjönk 60% 2020 på grund av effekterna av Covid-19, enligt ICAO. Flygbolagens förlust var 370 miljarder dollar, flygplatsernas 115 och leverantörerna av flygtrafiktjänster 13 miljarder.

Flygbränsle från avgaser



15 jan Nature Communications Den kemiska forskningen öppnar möjligheten att flygplan drivs av samma kol som de avger. Forskare har funnit ett effektivare sätt att omvandla fångat kol till kolväten, i detta fall specifikt flygbränsle. När en katalysator av järn-mangan-kalium placeras i en reaktionskammare med koldioxid och väte, separerar katalysatorn kolet från gasen och omvandlar den till långkedjiga kolväten, såväl som biprodukter av eten, propen och vatten. Kammartemperaturen var 300 °C och barometertrycket tio gånger havsnivån. Efter tjugo timmar omvandlades mer än en tredjedel av koldioxiden till nya kemikalier; och ungefär en sjättedel av detta förvandlades till flygbränsle. Forskningen öppnar potentialen för att flygplan ska kunna drivas av de utsläpp de skapar, eller i en ännu avlägsen framtid, att flygplan använder denna reaktion i realtid för bränslegenerering ombord.

Nollutsläpp 2027?



14 jan Engineering360 Nollutsläpp Otto Aviation visar Celera 500, som är dramatiskt effektivare än något annat flygplan i sin klass. Flygplanets ovanliga form ger en mycket laminär aerodynamik, vilket betyder mycket mindre bränsleförbrukning jämfört med jämförbara flygplan. Första leveransen är planerad till 2025. Otto Aviation uppnådde detta genombrott i motståndsminskning genom att maximera laminärt flöde över flygplanet och kontrollerarna. Den nuvarande versionen av Celera 500L drivs av den mycket effektiva Raikhlin Engine Development A03 turbodieselmotorn som kan drivas med Jet-A eller Sustainable Aviation Fuel. Flygprov visar att Celera 500L redan ger 80% mindre utsläpp än jämförbara flygplan.

Blue Origins kabin



15 jan SPACE Blue Origin startar och landar kabin för rymdpassagerare. Blue Origin, raketföretaget grundat av Amazons Jeff Bezos, kom ett steg närmare lanseringen av människor till rymden med sitt senaste New Shepard-uppdrag. Uppgraderingarna inkluderar förbättringar av miljöfunktioner som akustik och temperaturreglering inuti kapseln, besättningsdisplaypaneler och högtalare med mikrofon och tryckknapp vid varje säte. Kapseln kommer att vara utrustad med sex platser, inklusive en upptagen av Mannequin Skywalker. Besättningskapseln separerade och fortsatte vidare till rymden medan raketerna återvände för en lyckad vertikal landning cirka tre kilometer från startplattan. Under tiden landade Mannequin Skywalker och den uppgraderade besättningskapseln med hjälp av fallskärmar bara några minuter senare. Det hela tog bara cirka tio minuter från lanseringen till kapselns mjuka landning. Det har gått över fem år sedan New Shepard gjorde sin första banbrytande flygning till rymden följt av en lyckad vertikal landning. Blue Origin-processen att skicka den första mänskliga passageraren till rymden har gått långsammare än man hoppades, men konkurrenten Virgin Galactic har också upplevt förseningar de senaste åren.

Mer bilar i luften



18 jan Av Week Urban Air Mobility Market Fler biltillverkare flyttar in på marknaden för mobilitet i städer. Fiat Chrysler samarbetar med Archer; GM presenterar Cadillac eVTOL-konceptet. Archer planerar att påbörja produktionen av sitt elektriska vertikala start- och landningsfordon (eVTOL) 2023 och gå in på lufttaximarknaden 2024. Detta sätter företaget på en liknande tidslinje som marknadsledarna Joby Aviation och Lilium. Kinas EHang avser att börja kommersiell tjänst 2021 och Tysklands Volocopter kommer att följa 2023. Hack i häl presenterade General Motors (GM) sitt designkoncept för en Cadillac-enkelsits eVTOL. GM planerar att utöka sitt fokus på elbilar i luften. Konceptet för en autonom eVTOL med en sittplats är utformad runt nästa generation av företagets Ultium-batteri, som kommer att använda litiummetallkemi med dubbelt så hög energitäthet som Ultium-litiumjonbatterierna i GMs senaste elbilar. Bland andra biltillverkare har Daimler och Kinas Geely investerat i Volocopter, och Sydkoreas Hyundai planerar att komma in på UAM-marknaden år 2028.

Störst motorprovbänk



20 jan Actualidad Aeroespacial Leer más Rolls-Royce har världens största och smartaste provbänk för flygmotorer. Rolls-Royce har framgångsrikt slutfört den första motorkörningen på nästa generations Testbed 80, som kommer att bli världens största och smartaste inomhus-testbädd när den officiellt öppnar de kommande månaderna. Med en inre yta på 7 500 kvadratmeter, vilket gör den större än en fotbollsplan, utförde testbädden sin första körning med en Rolls-Royce Trent XWB-motor vid testanläggningen i Derby. Testbed 80 har utformats för att prova en rad aktuella motorer, inklusive Trent XWB och Trent 1000, men kommer även att kunna prova UltraFan-demonstratorn, en modell för nästa generation av ännu mer effektiva motorer, liksom flygsystem. framtidens hybrid eller helt elektriska system. Som en del av avkolningsstrategin är Testbed 80 utrustad med en bränsletank på 140 000 liter för olika typer av bränsle, inklusive hållbart flygbränsle. Testbed 80 kan samla in data från mer än 10 000 olika parametrar i en motor med hjälp av ett invecklat nätverk av sensorer som detekterar även de minsta vibrationerna. Testbädden rymmer också en kraftfull röntgenmaskin som kan ta 30 bilder per sekund och överföra dem direkt till ett säkert moln, där ingenjörer runt om i världen kan analysera dem tillsammans med 10 000 andra mätbara data-parametrar.



15 jan Space News Kina går till nästa steg i supertung raketutveckling. China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC) tillkännagav att framsteg med viktiga teknologier för en 220 ton dragkraft, flytande väte-flytande syreraketmotor hade gjorts. Motorn är utformad för att driva det andra steget av raketerna Long March 9, en supertung raket för bl a framtida bemannade uppdrag till månen. Long March 9 utvecklas av China Academy of Launch Vehicle Technology (CALT) under CASC. En första flygning väntas omkring 2030. Den nya motorn är en uppgradering av CASC:s YF-77 flytande väte-flytande syre motor med större dragkraft och effektivitet. Framstegen inkluderar framgångsrika prover av brännmammare och drivmedelsturbopumpar. En uppsättning dimensioner för Long March 9 anger att den kommer att vara 93 meter lång, ha en kärna med en diameter på 10 meter och en startvikt på 4140 ton. Den kommer att ha fyra boosters med fem meter diameter som kan jämföras med ett första steg i Long March 5. Long March 9 är utformad för att kunna lyfta 140 ton till LEO eller 50 ton för trans-måneinjektion. Det första steget av bärraketerna kommer att använda fyra, dubbla munstycken med 500 ton motorer som ibland kallas YF-130. Monteringen av den första YF-130-fotogen-flytande syremotorn slutfördes 2019 och är redo för prov. CASC tillkännagav också i december ett framgångsrikt 130-sekunders hotfire-test av en 3,2 meters diameter fastbränsle raketmotor med en dragkraft på 260 ton. Arbetet skall gå vidare mot en massiv raketmotor på 400 till 500 ton.

Volocopter taxi



20 jan volocopter Volocopter vill introducera sin lufttaxi VoloCity på den amerikanska marknaden. US Federal Aviation Administration (FAA) har accepterat företagets ansökan om samtidig validering av typcertifikat. Om FAA ger myndighetsgodkännande för att driva den vertikala startfarkosten i USA skulle företaget kunna bedriva flygningar i städer som Los Angeles, New York, San Francisco och Washington under de närmaste två till tre åren. Volocopter avser att starta kommersiell verksamhet i Singapore 2023 och biljetter till 15-minuters turistflyg säljs redan för 300 euro. Tvåsitsmodellen, som drivs av flera elektriska roter, utförde sin första bemannade provflygning 2011 och har sedan avslutat mer än 1000 flygningar. Europeiska byrån för luftfarts-säkerhet samt myndigheter i Singapore överväger redan företagets ansökan om godkännande för att starta flygningar.

Jodmotor ger mindre skräp



22 jan Space News Joddrivmedel kan bromsa ansamlingen av rymdavfall. För första gången har en telekommunikationssatellit använt ett joddrivmedel för att ändra sin bana runt jorden. Det kan hjälpa till att rensa luften från rymdskräp genom att låta små satelliter självförstöras i slutet av sina uppdrag och gå in i atmosfären för att brinna upp. Tekniken kan också användas för att öka livslängden för små CubeSats, som övervakar jorden eller hela megakonstellationer av nanosatelliter som ger global tillgång till Internet. Tekniken har utvecklats av ThrustMe, en avknoppning från École Polytechnique och French National Center for Scientific Research (CNRS), och stöds av ESA. Den använder ett nytt drivmedel, jod, som ett elektriskt drivmedel som styr satellitens höjd över jorden. Jod är billigare och använder enklare teknik än traditionella drivmedel. Till skillnad från många traditionella drivmedel är jod giftfritt och fast vid rumstemperatur och tryck. Detta gör det enklare och billigare att arbeta med den på jorden. Vid uppvärmning förvandlas den till en gas utan att först gå in i vätskefas, vilket gör den idealisk för ett enkelt framdrivningssystem. Joden är också tätare än traditionella drivmedel och upptar därmed mindre volymer ombord på satelliten. ThrustMe lanserade sitt joddrivmedel på en kommersiell forsknings-nanosatellit som heter SpaceTy Beihangkongshi-1 i november 2020.

Hav av metan på Titan



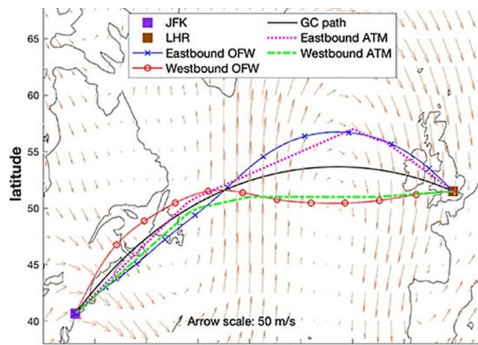
23 jan SPACE Det största havet på Saturnus mystiska måne Titan kan vara mer än 300 meter djupt. NASA:s Cassini-uppdrag till Saturnus genererar fortfarande värdefulla vetenskapliga data efter mer än tre år. Data från en av rymdfarkostens sista flybys av Titan, en stor måne, avslöjar att en enorm sjö på ytan som heter Kraken Mare är mer än 300 meter djup. Kraken Mare skulle på jorden täcka alla de fem stora sjöarna i Nordamerika. Den innehåller en blandning av metan och etan. Medan Titans kemi är främmande jämfört med jordens, påminner månens geografi om sumpiga eller sjörika regioner på vår planet. Titan är också den enda kända månen i vårt solsystem som har en tjock atmosfär - ett gasformigt kvävehölje. Ingenjörer arbetar med ett ubåtskoncept som, om det finansieras och godkänns av NASA, skulle kunna starta på 2030-talet för att utforska Titans sjöar. Kraken Mare är bara en av sjöarna på uppdragets undersökningslista. Forskare vill också titta på Ligeia Mare - platsen för en mystisk "magisk ö" som regelbundet dyker upp och försvinner.

Boeingbränsle hållbart 2030



22 jan Aviation International News Boeing förbinder sig att leverera flygplan för att flyga på 100% hållbara bränslen till 2030. Boeing har satt upp ett ambitiöst mål att främja den kommersiella luftfartens långsiktiga hållbarhet och förbinder sig att göra sina kommersiella flygplan kapabla och certifierade att flyga på 100% hållbara bränslen fram till 2030. Den nordamerikanska flygplanstillverkaren har framgångsrikt genomfört flygprov som ersätter petroleumjetbränsle med 100% hållbara bränslen för att hantera utmaningen av klimatförändringen. Hållbara flygbränslen minskar koldioxidutsläppen med upp till 80% under bränslets livscykel med potential att nå 100% i framtiden. Idag blandas hållbara flygbränslen direkt med konventionellt flygbränsle upp till en blandning på 50/50%, det högsta tillåtna enligt nuvarande bränslespecifikationer. För att uppfylla luftfartens åtagande att minska koldioxidutsläppen med 50% från 2005 års nivåer fram till 2050, behöver flygplan förmågan att flyga på 100% hållbara flygbränslen långt före 2050. Boeing har varit en pionjär när det gäller att göra hållbara flygbränslen verklighet och samarbetar globalt med flygbolag, industri, regeringar och forskningsinstitutioner för att öka begränsade leveranser och sänka bränslekostnaderna. Hållbara flygbränslen kan tillverkas av en mängd olika råvaror, inklusive oätliga växter, jordbruks- och skogsavfall, icke-återvinningsbart hushållsavfall, avgaser från industrianläggningar och andra källor.

Flyg i medvind!



26 jan Daily Mail (UK). **Transatlantiska flygplan kan använda 16 % mindre bränsle genom att surfa på jetströmmen.** Forskare analyserade cirka 35 000 flygningar i båda riktningarna mellan New York och London från 1 december 2019 till 29 februari 2020. Man jämförde bränslet som användes under dessa flygningar med den snabbaste ruten som skulle ha varit möjlig vid den tiden genom att flyga in i eller runt de östra jetströmmarna. Jetströmmar är smala luftströmmar som transporterar varm och kall luft över planeten. De finns i höga höjder med hastigheter upp till 250 km/h. Att utnyttja strömmarna bättre skulle ha sparat från 0,7 procent till 7,8 procent vid flygning västerut och från 0,7 procent till 16,4 procent vid flygning österut, beroende på flyghastighet och vilken av de nuvarande dagliga flygspåren som användes. Nuvarande transatlantiska flygvägar innebär alltså att flygplan bränner mer bränsle och släpper ut mer koldioxid än vad de behöver.

Engelsk loyal wingman



26 jan Actualidad Aeroespacial. Loyal. Storbritannien investerar 33,7 miljoner euro i ett obemannat stridsflygplan. Den brittiska regeringen har undertecknat ett kontrakt på 30 miljoner pund (33,7 miljoner euro) för att designa och tillverka en stridsdrönare under de närmaste tre åren. Detta flygplan kommer att utformas för att flyga i hög hastighet i kombination med stridsflygplan, beväpnade med missiler, övervakning och elektronisk krigsteknik för att ge en vinnande fördel under strid över fiendliga styrkor. Dessa flygplan är kända som 'Loyal Companion' och kommer att vara Storbritanniens första obemannade plattformar som kan rikta sig mot och skjuta ner fiendens flygplan och överleva mot luft-och-luft-missiler. I syfte att öka försvarsindustrin i Nordirland har Spirit AeroSystems valts ut. Med hjälp av innovativa tekniker kommer man att vidareutveckla British Air Force (RAF) Light and Affordable Combat Aircraft (LANCA) -koncept, med ett fullskaligt flygprovprogram som förväntas i slutet av 2023.

Koldioxidutsläppen från flygningar över hela Europa minskade med 56,9 % jämfört med året innan, enligt en rapport från Eurocontrol. Aviation International News

Ananasdrönare



25 jan Engineering360. pineapple leaves into drones. Forskare från Putra University i Malaysia gör drönare av ananasblad. Forskarna har visat att fibern som finns i ananasblad kan användas för att skapa ramar för drönare med ett högre förhållande mellan styrka och vikt än drönare konstruerade med syntetiska fibrer. Förutom de starkare komponenterna upptäckte forskarna att drönarna också var lättare, billigare och nedbrytbara och förmultnade helt efter två veckor när komponenterna begravdes i jord. Enligt Putra University-teamet kan drönarna nå höjder på 1000 meter och hålla sig uppe i 20 minuter åt gången. Så småningom tror man att de nedbrytbara drönarna ska kunna användas för jordbruks- och flygapplikationer och har för avsikt att bygga större blad-gjorda drönare som kan bära större nyttolast.

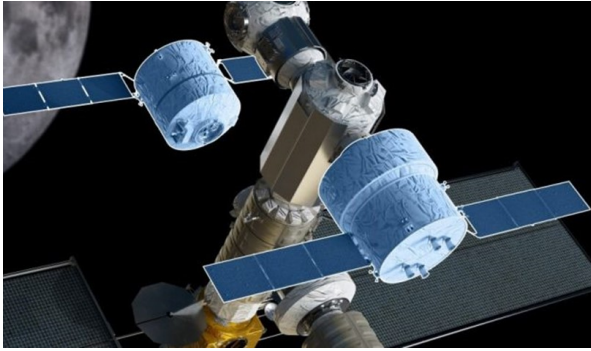
Utskrivet munstycke



29 jan NASA. RAMPT. Pulverblåsning kan producera raketmotormunstycken billigare och snabbare.

Med sin förmåga att generera komplexa geometrier, producera snabba prototyper och skapa lätta komponenter har additiv tillverkning (AM) hittat en plats inom ett brett spektrum av industrier. Rapid Analysis and Manufacturing Propulsion Technology (RAMPT) är en AM-teknik med bläst pulverstyrd energideposition (DED) för användning i raketmotordelar i 3D-utskrift. Metoden injicerar metallpulver i en laseruppvärmd pool av smält metall med hjälp av ett skrivhuvud fäst vid en robot för att bygga ett lager i taget. Bland dess fördelar är förmågan att producera bitar vars storlek endast är begränsad av rummet där de skapas. Det kan också producera komplexa delar som motormunstycken med inre kylvätskekanaler. NASA säger att bläst pulver DED kan sänka produktionskostnader och ledtider. Tekniken användes nyligen för att producera ett munstycke som var 40 tum i diameter och 38 tum högt med helt integrerade kylvätskekanaler på rekordtiden 30 dagar jämfört med nästan ett års arbete för traditionella svetsmetoder.

Tankbil för månen



29 jan Actualidad Aeroespacial Moon Cruiser
ESA väljer Airbus för att utveckla autonom månfar.
 Europeiska rymdorganisationen (ESA) har valt Airbus att utveckla en "Moon Cruiser", ett autonomt och mångsidigt logistikfordon som stöd till NASA och ESA vid genomförandet av Artemis framtida månuppgifter. Rymdfarkosten kommer att byggas på befintlig och beprövad teknik och komplettera European Large Multipurpose Logistics Lander (EL3 - European Large Logistic Lander). Moon Cruiser skall transportera gods eller bränsle för att tanka i månbanan och till Gateway-stationen, det internationella projektet som leds av de två huvudsakliga bidragsgivarna - Nasa och ESA - och som stöder en hållbar närvaro vid månen. Dessutom krävs en farkost som denna för att flyga mellan gatewayen och en låg månbanan för att utföra större och mer omfattande landningar och uppgifter för service. Månkryssarens mångsidighet kommer också att göra det möjligt för den att stödja uppgifter till post-ISS infrastruktur i låg rymdbana liksom uppgifter inom geostationära satellittjänster. Den kan lanseras på Ariane 6 och bära en modul som väger mer än 4,5 ton till Gateway-stationen.

Airbus helikopterlabb



1 feb Av Week Helicopter Innovation **Airbus Helicopters har utvecklat ett flygande laboratorium för att få nya innovationer på marknaden tre gånger snabbare.**
 Sedan april förra året har företagets enmotoriga H130 Flightlab redan testat flera tekniker för att förbättra säkerheten och bana väg för företagets ambitioner för luftmobilitet i städer. Försök med 100 kW-system för säker autorotation äger rum 2021. Airbus planerar också att införa ett lidarbaserat hindervarningssystem på marknaden i år. Hittills har H130 Flightlab använts för att mogna Airbus Rotor Strike Alerting System (RSAS), som använder lidarsensorer monterade på vardera sidan av flygplanet för att detektera hinder som kan utgöra en kollisionsrisk för huvud- eller stjärtrotorn. Man planerar att börja erbjuda systemet i sin familj av lätta helikoptrar i mitten av detta år. För att stödja mobilitetsinsatser i städer har Flightlab också genomfört flygprov i samarbete med den franska civila luftfartsmyndigheten, DGAC, för att mäta helikopterljud i stadsområden och för att bättre förstå bullerutbredning. Under 2021 kommer Flightlab att användas för att vidareutveckla företagets EAGLE-projekt - som står för Eye for Augmented Guidance for Landing Extension - ett elektrooptiskt, kardanaxlat kamerasystem som syftar till att stödja förbättrad flygautomation.

Flygplats för drönare



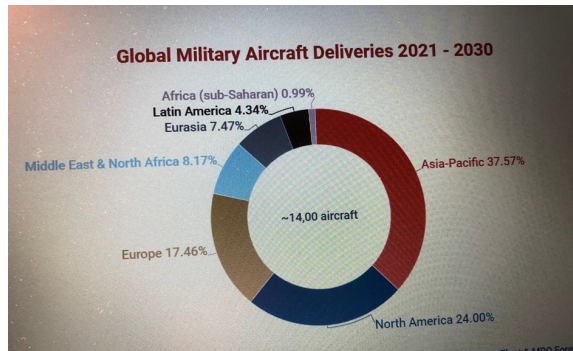
29 jan Actualidad Aeroespacial Drönare **Storbritannien kommer att ha den första drönarflygplatsen.** Den brittiska regeringen har valt Urban Air Port som vinnare av Future Flight Challenge för att utveckla flyginfrastrukturen och systemen för att möjliggöra skapandet av den första flygplatsen för autonoma elektriska flygfordon som ska byggas i Coventry senare i år. Air-One kommer att bli världens första fullt fungerande nav för framtida elektriska vertikala start- och landningsflygplan (eVTOL), såsom lastdrönare och lufttaxi. Projektet kommer att lokaliseras i Coventry på grund av dess läge i hjärtat av Storbritannien och för att det är ett historiskt nav för bil- och flygindustrin med enkel tillgång inom fyra timmar till större delen av landet. Urban Air Mobility-divisionen på Hyundai Motor har valt Urban Air Port som sin prioriterade partner för att stödja den globala tillväxten inom denna nya sektor. Det sydkoreanska företaget planerar att skapa sina egna eVTOL-flygplan och stödja det bredare urbana luftmobilitetsekosystemet.

Ersättare till MiG-31



3 feb Av Week New Light Fighters **Efter 2030 vill Ryssland ersätta MiG-31.** Programmet PAK DP, Future Air Complex of Long-Range Interception, är ett forskningsprojekt som syftar till att utveckla ett initialt koncept för flygplanet och formulera krav för ett efterföljande utvecklingsarbete. Personer som är involverade i PAK DP-projektet har offentligt använt beteckningen MiG-41 flera gånger. Syftet med PAK DP är att bekämpa de mest krävande luftmålen, inklusive hypersoniska och rymdfarkoster med låg omloppsbana. Flygplanet skulle också kämpa mot hot som liknar de som riktas mot den nuvarande MiG-31, såsom tunga bombplan och strategiska kryssningsmissiler. PAK DP ska uppnå samma marschfart som MiG-31 på 20 km höjd, Mach 2,35, men med en mycket längre verkansradie. Huvudentreprenören för PAK DP-forskningsarbete är United Aircraft Corp. (UAC) med RSK MiG och Sukhoi som underleverantörer. År 2020 beordrade RSK MiG den luftburna missildesignern och tillverkaren GosMKB Vympel att conceptualisera beväpning av PAK DP med luft-till-luft-missiler. År 2019, som en del av PAK DP-programmet, beställde Sukhoi utvecklingen av instruktioner för att motverka utländsk underrättelse. Det är möjligt att de uppgifter som för närvarande planeras för PAK DP delvis kommer att flyttas till en variant av Su-57 efter att ha beväpnat den med den nya långdistansmissilen "Izdeliye 810."

Militära marknaden 2030



4 feb Av Week Market By 2030 Asien och Stillahavsområdet största regionala militära marknad 2030.

Aviation Week Network-prognoser indikerar att Asien-Stillahavsområdet kommer att ha det största antalet militära flygplan i drift 2030. Cirka 37,5% av alla nybyggda militära flygplan som levereras under det kommande decenniet kommer att köpas av länder i Asien och Stillahavsområdet, mer än någon annan stans i världen. Stigande försvarsutgifter och strategisk osäkerhet driver moderniseringen av flygvapen i hela regionen. Cirka ett av fyra flygplan som levereras i regionen kommer att vara fighters, där majoriteten av länderna vid något tillfälle befinner sig i livscykeln för upphandling av stridsflygplan. När försvarsutgifterna ökar och inhemsk produktionskapacitet utvecklas förväntas andelen militära flygplan som produceras i regionen så småningom öka. Men under det kommande decenniet visar Aviation Week Network data en livlig regional marknad med möjligheter att leverera nästan 1 500 militära flygplan till stater i Asien och Stillahavsområdet (exklusive Kina).

US LongShot



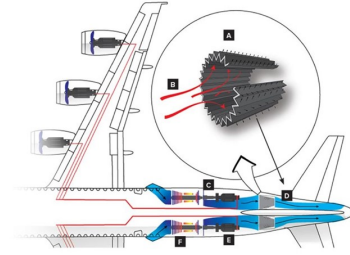
8 feb Air Force Magazine **US LongShot-programmet vill skapa en obemannad vapentransportör som kan skjutas ut från ett annat plan innan det själv skjuter flera luft-till-luft-missiler.** Målet är att utveckla en ny obemannad flygfarkost UAV, som avsevärt kan utöka engagemangsområdena, öka uppdragseffektiviteten och minska risken för bemannade flygplan. Man tänker sig att LongShot kommer att öka överlevnadsförmågan för bemannade plattformar genom att låta dem stanna på avstånd långt ifrån fienden. Pentagon har inte sagt vilka vapen LongShot skulle bära, eller hur autonom programvaran kan vara. På papperet verkar LongShot likna andra tidigare flygvapenprojekt som Gray Wolf-missilprogram, som avsåg att skapa en ammunition som kunde bära andra vapen inuti sig. Detta avbröts till förmån för Golden Horde-svärmande bombprojekt. LongShot kan distribueras antingen externt från befintliga fighters eller internt från befintliga bombplan. Förra året föreslog forskningsbyrån DARPA att flygplanet först skulle flyga långsamt mot sitt mål för att spara bränsle och sedan öka farten när det närmade sig. Senare i LongShot-programmet, säger DARPA, kommer man att flyga en fullskalig prototyp som är "kapabel till kontrollerad flygning före, under och efter" den avfyras.

MIT renar kväveoxid

Scrubbing nitrogen oxides from emissions

An aviation version of a catalytic converter would reduce emissions that harm lung tissue.

- Flow-through catalyst
- Gas turbine exhaust
- Power turbine
- Treated exhaust
- Electric generator
- Small-core gas turbine



5 feb Aerospace America nitrogen oxides

Forskare vid MIT har en metod att rena utsläpp från kväveoxider. Forskarna inspirerades av en typ av katalysator på dieseldieselbilar, där motoravgaserna blandas med en ammoniaklösning och passerar genom honungskakor av keramik. Istället för att leda avgaser genom en bikakestruktur lät man dem passera genom en 2,2 meter lång cylinder som bildades genom att rulla upp ett zeolitark som viktes för att skapa veck. Den cylindriska formen gör den lättare att montera ombord på ett flygplan samtidigt som den ger stor yta för flödet av avgaser. Eftersom avgaserna måste passera genom en katalysator minskas dragkraften något. Det kommer antagligen att öka bränsleförbrukningen med ungefär en halv procent. Konceptet skulle passa bäst för hybrid-elektriska plan som kompletterar dragkraften med små eldrivna propellrar på vingarna. I den preliminära konfigurationen skulle generatorer placeras bakom var och en av jetmotorerna skapa på för att driva propellrarna.

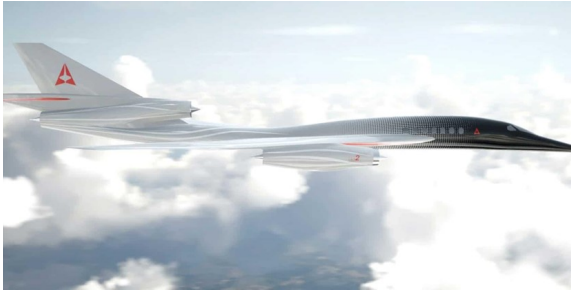
Rolls provar UltraFan



9 feb Av Week For UltraFan Demonstrator Assembly Rolls-Royce är redo för UltraFan demonstratormontering.

Programmet Rolls-Royces UltraFan, nästa generations turboflät, är fortfarande utan kund. Trots osäkerheten fortsätter motortillverkaren med monteringen av den första demonstratorn i år som ett avgörande steg mot att bygga förtroende för tekniken och förbereda sig för produktion när tiden är mogen. Den första kraftväxellådan i hjärtat av den nya motorn är nu i monteringen i Tyskland och förväntas vara klar för leverans till Rolls-Royces Derby, England, för integration i demonstratorn runt halvårsskiftet. Växellådan överför över 50 megawatt i ett utrymme på cirka 1 m 2. Kompositfläktkåpan för den första demonstratorn, UF001, är nära färdigställd på Rolls 'Bristol, England, där tillbehörsdelar monteras och slutfärdigställs pågår. Som en del av sin övergripande hållbarhetsstrategi planerar Rolls också att UltraFan ska vara den första stora turboflätten som är konstruerad för användning med 100% hållbart flygbränsle (SAF). Därför körde Rolls en serie marktester i slutet av 2020 med koldioxidfri SAF med hjälp av en modifierad Trent 1000 som innehåller ALECSys (avancerat lågutsläpps förbränningssystem), som kommer att finnas i den nya högtrycks UltraFans kärna. Det har potentialen att minska utsläppen av CO 2 med mer än 75% jämfört med nuvarande flygbränsle.

Civil hypersonik



10 feb Aviation International News NASA intensifierar civila hypersoniska studier med Aeron och GE.

Arbetet med Aeron, som utvecklar sin Mach 1.4 AS2 supersersoniska affärsjet bygger på två tidigare kontrakt och fokuserar på framdrivning och värmehantering för flygplan som flyger i det subhypersoniska Mach 3-5-hastighetsområdet. Genom en gemensam bedömning kommer effekterna av Mach 3+-hastighetsregimer att undersökas för att också skapa lösningar för möjliggörande av teknik med avseende på integrerade kraftgenererings- och hyttsystem.

Avtalet med GE Aviation riktar sig mot högttemperaturkeramiska komponenter och turbinbaserad kombinerad cykel (TBCC) för hög-Mach-farkoster och bygger på studier av en F101-motor. I synnerhet kommer materialforskningen att involvera gemensam utveckling av högttemperaturbeständiga, lätta keramiska komposit tillverkade av kiselkarbid. Motorn F101, som ursprungligen konstruerades för B-1A-bombplanen och sedan användes i kärnan i CFM56-turboflärkten, är den enda av sin typ med ett bypass-förhållande på 2,0, vilket NASA tror kommer att krävas för att accelerera ett flygplan till en punkt där en ramjet kan ta över.

Europeisk navigeringstjänst



12 feb Actualidad Aeroespacial Eutelsat Eutelsat vinner ett kontrakt på nästa generations europeiska navigeringstjänst.

Europeiska GNSS-byrån (GSA) har valt Eutelsat Communications för att utveckla, integrera och driva nästa generation EGNOS GEO-4-satellitnavigeringstjänst från Europeiska Unionens budget för perioden 2021--2027. EGNOS är den europeiska geostationära navigeringstjänsten som fungerar som en förstärkningstjänst för globala positioneringssystem för att förbättra tillförlitligheten för positioneringsinformation. Detta säkerställs genom ett avgörande integritetsmeddelande som är viktigt inom luftfarten, där det globala navigationssatellitssystemet (GNSS) inte ensamt uppfyller de stränga operativa kraven som ställts av International Civil Aviation Organization (ICAO). Det är särskilt viktigt under kritiska faser av flygningen, till exempel den slutliga inflygningen.

Andra transportmedel, inklusive sjö och järnväg, drar nytta av denna EGNOS Safety of Life-tjänst. EGNOS ökar också positioneringsnoggrannheten för andra markanvändningar, särskilt precisionsjordbruk, geomatik och markförvaltning. Eutelsat driver redan EGNOS GEO-3 nyttolast på sin EUTELSAT 5 West B-satellit, som togs i drift i februari 2020.

Airbus tekniklabb



12 feb Actualidad Aeroespacial A350 Airbus förvandlar en A350 till ett framtida teknologilaboratorium. I en hangar i Colomiers, Frankrike, cirka 12 kilometer väster om Toulouse, förändras en A350 långsamt men säkert. Längs luftinloppet har flera optiska fibrer installerats. Ett system ombord som kan mäta motorutsläpp under flygning förbereds för aktivering. Och en mängd olika sensorer har installerats ombord, från ljudstekttering och räckvidd (LIDAR) till optiska isdetektorer. Alla dessa modifieringar visar att den här speciella A350 inte är som de andra som ses på landningsbanorna idag : det är faktiskt ett Airbus-provflygplan. Under de mer än tio åren sedan lanseringen har Airbus Flightlab provat många framtida flygtekniker som världens första laminära vinge på ett A340-provflygplan och ett elektriskt luftkonditioneringssystem.

F n finns fyra huvudmål i Flightlabs uppdrag:

- Utsläppsminskning genom utsläppskontroll , ljudnivåmätning och bränslereduceringsteknik.
- Förbättrad pilotupplevelse genom olika upptäckts- och andra autonoma tekniker som kan optimera piloters arbetsbelastning.
- Ökad anslutning genom luftburna laserkommunikationer och trådlös bärbar sensorteknik.
- Att bygga förtroende för flygresor i samband med COVID-19.

Dansk drönarsvärm



11 feb IEEE Smart drone swarms Smarta drönare svärmar för att inspektera kraftledningar. Forskare vid Maersk Mc-Kinney Møller Institute vid södra Danmarks universitet har utvecklat en intelligent drönare utformad för att inspektera högspänningsledningar för fel och korrosion.

Artificiell intelligens (AI) -baserade drönare kommer att färdas i svärmar, flyga runt kablar och kontrollera efter fel som kan störa elnätet. I händelse av att ett fel upptäcks skickar den intelligenta drönaren ett meddelande till kabelägaren för reparation. Enligt utvecklarna kan drönarna upptäcka högspänningskabel via inbyggda sensorer, och inbyggda kameror tar bilder av kablarna och tillämpar en algoritm på dessa bilder för att upptäcka fel. Dessutom laddar drönarna sig automatiskt via magnetfältet som omger kablarna till luften. På samma sätt har drönarna en sköld som skyddar mot höga spänningar, vilket gör att de kan flyga nära kraftledningarna. För närvarande utförs sådana inspektioner av mänsklig personal i lyftbilar och helikoptrar, vilket kan vara både dyrt och osäkert på grund av att personal måste arbeta från potentiellt farliga höjder.

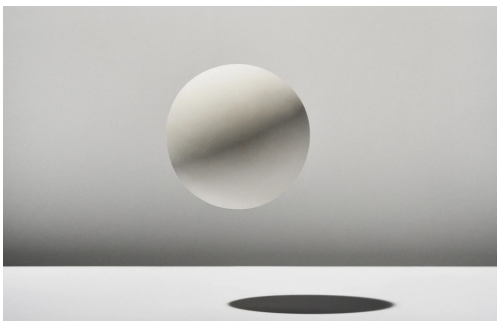
Plan för noll utsläpp



15 feb Actualidad Aeroespacial Leer más. Den europeiska luftfartssektorn presenterade "Destination 2050- A route to net zero European air". Alla flygningar inom och utanför EU, Storbritannien och EFTA ska uppnå noll koldioxidutsläpp netto till 2050. Den ambitiösa planen och relaterade åtaganden från flygbolag, flygplatser, flyg och rymd-tillverkare och leverantörer av flygtrafiktjänster visar ett kollektivt ledarskap inom den europeiska flygsektorn för att minska koldioxidutsläppen. Enligt rapporten finns det en möjlighet att uppnå noll koldioxidutsläpp till 2050 genom en kombination av fyra nyckelåtgärder:

- Förbättringar av flyg- och motorteknik kan uppnå utsläppsminskningar på 37%.
 - Användningen av hållbara flygbränslen (SAF) kan uppnå utsläppsminskningar på 34%.
 - Genomförandet av ekonomiska åtgärder kan uppnå utsläppsminskningar på 8%.
 - Förbättringar av flygledningstjänsten (ATM) och flygplansverksamheten kan uppnå utsläppsminskningar på 6%.
- Påverkan på efterfrågan på grund av ovanstående åtgärder resulterar i ett nettomål om noll koldioxid. Antalet europeiska flygpassagerare förväntas dock växa i genomsnitt med cirka 1,4% per år mellan 2018 och 2050 utan att kompromissa med sektorns förmåga att uppnå noll koldioxidutsläpp.

Flygande plastskiva



17 feb Science Advances. Små "flygande skivor" som drivs av ljus kan kanske användas för att utforska Mars. Forskare har utvecklat "flygande skivor" som bara använder ljus för att flyta och sväva på plats. Ett team från University of Pennsylvania lyfte två små plastplattor med hjälp av lysdioderna i en vakuumkammare.

Man rapporterar ljusdriven levitation av makroskopiska polymerfilmer med nanostrukturerad yta som kandidater för långvarig nära rymdflygning. Man svävade centimeterskivor av kommersiell 0,5 mikron tjock mylarfilm belagd med kolnanorör på ena sidan. När den är upplyst med ljusintensitet som är jämförbar med naturligt solljus, värms polymerskivan upp och interagerar med infallande gasmolekyler på övre och nedre sidan, vilket ger en netto rekylkraft. Man observerade svävningen av skivor med en diameter på 6 mm i en vakuumkammare vid tryck mellan 10 och 30 Pa. Dessutom kontrollerades skivornas förflyttning med hjälp av ett format ljusfält som optiskt fängde de svävande skivorna. En experimentellt validerad teoretisk modell förutspår att lyftkrafterna kan vara många gånger filmerkens vikt. Avfyrning av lasrar eller reflekterat solljus upp mot skivorna pressade dem upp i luften ett litet avstånd och man kunde rikta skivorna genom att justera laserljuset.

Brasiliansk kryssningsmissil



17 feb Brazilian Gripens Brasilianska Gripen kommer att få inhemska kryssningsmissiler. Brasilien ser ut att bli det första latinamerikanska landet som får en flyglanserad kryssningsmissilförmåga. Utvecklingen av landets långväga kryssningsmissil (MICLA-BR) bör ge en helt ny nivå av kapacitet för det brasilianska flygvapnet. Utvecklingen av MICLA-BR är ett av det brasilianska flygvapnets 18 strategiska projekt, tillsammans med introduktionen av Embraer KC-390 transportflygplan och Saab Gripen-fighter. Brasiliens ansträngningar bygger på Avibras utveckling av den marklanserade kryssningsmissilen AV-MTC / MTC-300 som är kompatibel med Avibras' Astros II raketartillerisystem. Provet för att stödja utvecklingen har pågått sedan åtminstone 2019.

Brasiliens utveckling av kryssningsmissiler är ett av ett antal sådana program som har dykt upp de senaste åren. Vissa drivs av strävan efter växande nationell förmåga, medan andra drivs av nödvändighet efter att förfrågningar till amerikanska eller europeiska regeringar om att skaffa sådana vapen har avvisats. Det gäller bl a Indien och Pakistan, Taiwan och Turkiet.

Avhandling om satellitsvärm



17 feb Luleå TU press Ny doktorsavhandling i rymdtekniska system. Sumeet Satpute har försvarat sin doktorsavhandling Guidance and Control for Multiple Spacecraft Formation. Sumeet Satputes forskningsresultat ger en färdplan för tillverkare och designers när de bygger nästa generations rymdfarkoster som har förmågan att arbeta tillsammans kopplat till ett system. Flera rymdfarkoster bildar ett distribuerat rymdsystem där de samarbetsmässigt visar funktionaliteten hos en enda monolitisk rymdfarkost eller arbetar på ett samarbetsvilligt sätt för att fullborda ett gemensamt mål. Denna möjlighet att fördela arbetsbelastningen mellan olika rymdfarkoster ger möjligheten att arbeta parallellt och möjliggör ekonomiska och enkla lösningar när det gäller rymdfarkostdesign. Några av utmaningarna, kopplade till väglednings- och kontrollaspekterna av rymdfarkostformationen, är att upprätthålla ett säkert separationsavstånd mellan varje rymdfarkost i formationen för att undvika kollision, arbetsfördelningen mellan rymdfarkostgruppen och utforma bränsleeffektiva banor för varje rymdfarkost. Den första delen av avhandlingen täcker utvecklingen av väglednings- och styrstrategier för att samlokalisera flera geostationära satelliter. Den andra delen täcker banplaneringen för en grupp rymdfarkoster, utrustade med optiska sensorer som rör sig i närheten av en asteroid.

44. Candy får ett eget rum



Ännu en dag. Detta var alltså tacken för allt besvär med att få hit Candy, tänkte jag och stirrade i taket mindre än en meter från ansiktet.

Jag vände på kudden, drog täcket över huvudet och försökte somna om. Alltihop var Tertias fel. Varför måste hon skaffa oss ett rum i den förmodligen fattigaste delen av stan? Varför skulle min fru nödvändigtvis jobba på hennes institut, så att jag blev ensam hemma? Och varför i Cyberandens namn talade hon inte om att man fick betalt för att man jobbade på Mars? Hur kunde jag veta det? På Jorden arbetade man bara i fångelserna och där fick man minsann inget betalt.

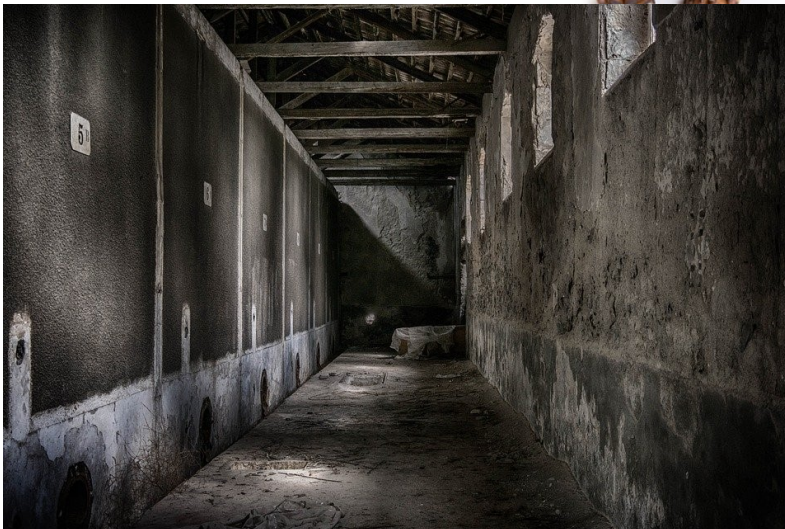
Allt kostade pengar uppe i stan och jag hade inga. Jag upptäckte det redan första gången jag tog mig dit upp, hittade en bar och lyckades få mig en flaska vin. Jag drack kanske mer än jag borde, det är sant. Det blir ju lätt så, när man inte har så mycket för sig.

När jag tänkte gå, rusade kvinnan, som gav mig flaskan, fram och stirrade mig i ögonen. Där var det naturligtvis alldeles tomt. Hon kallade på ägaren till stället och båda turades om att skälla ut mig, tills jag förstod att de ville ha betalt. Jag försökte säga något, men de bara stirrade på mig utan att förstå. Någon vid ett annat bord sa något och alla började skratta. Det slutade med att Tertia fick komma och lösa ut mig. Till på köpet ville de ha extra betalt. Hon skrev upp det på min fru och visade ingen som helst ånger över att ha satt mig i knipan. Den som inte arbetar ska inte heller äta, eller dricka för den delen, sa hon kallt med ett av sina vanliga idiotiska ordspråk.

Nu var det som det var. Jag arbetade inte. Alltså kunde jag inte göra något, som kostade pengar. Att bara driva omkring på gatorna tröttnade jag snart på. Jag låg kvar i rummet och väntade på att min fru skulle komma hem, så vi kunde gå ut och göra något. Men då var hon ofta trött och ville stanna hemma. Alltså blev jag ligande i den här hålan med hjärnan halvt bortdomnad av brist på sömn.

-Det är bara en trappa ner, hade Tertia hurtigt sagt, när vi gick in genom de låga grindarna på väg ner i underjorden.

Trappstegen var urholkade. Putsen hade trillat av lite varstans på väggarna. Färgen flagnade på ledstången, nedsliten till blanka stålet. Man fick hålla sig i den, när folk kom klivande uppför de höga trappste-



gen. En del bar på bördor, som för en som ännu var van vid Jordens gravitation, såg alldeles för tunga ut. En smutsig karl kom med två stora säckar, en på varje axel, omgiven av den mustiga doften av tomaters. De odlades tydligen längre ner.

Men så långt ner skulle vi inte. Vi kom ut i en smal och mörk korridor och följde lamporna i taket förbi rader av stängda dörrar. I en vägg hade man tagit upp ett hål, så man kunde se in i en liten matbutik. Hyllorna var tomma. Allt verkade utsålt.

Hon, som hyrde ut rummen, gjorde redan från början ett obehagligt intryck på mig, kort och satt, med benigt ansikte och smala, sneda, svarta ögon. Hon kom kanske från de, som kom med det första skeppet till Mars. En särskilt högfärdig sort. Hon sade man inte emot. Det här var hennes värld.

Hon såg misstänksamt på mitt kala huvud och gick sedan före oss till slutet av korridoren, där hon öppnade en dörr lite på glänt. Fem enorma kackerlackor och ett moln av mindre varianter for sparkande ut genom dörren. Min fru skrek till och slog med armarna kring huvudet, medan de försvann bort i korridoren med fladdrande papperstunna vingar.

Värdinnan pekade att vi skulle stiga in. Det var för mörkt för att man skulle kunna se hur det riktigt såg ut, men det var en enrummare med en säng och en hylla, gemensamt avträde på närmaste torg några kvarter bort och bad i centrumdomen. Tertia såg nog att vi var besvikna och påpekade att tio kvadratmeter per person var en lyx, som andra köade för i många år.

Hon hade verkligen gjort sitt bästa för att skaffa oss någonstans att bo, sade hon, men det var trångt här på Mars.

Sedan utbröt en häftig diskussion mellan henne och värdinnan och till slut vände sig Tertia generat till min fru.

-Hon vill ha tre månadshyror i förskott, sa hon. Hon gillar inte att ni bara har en inkomst, men jag laddar ditt konto så det räcker för tre månader. Jag får väl ligga ute med pengarna. Det blev dyrt att få hit Candy, men det var det kanske värt.

Hon avbröt sig för att lyssna på ännu ett ilsket utbrott från värdinnan och vände sig sedan tillbaka till mig.

-Dörren spärras efter klockan åtta, hon vill inte ha folk springande här på kvällarna. Och pottan ska tömmas före klockan sju på morronen. Ingen dålig lukt här. På Mars är vi noga med hygien.

Som om vi inte är det på Jorden, tänkte jag.

-Glöm inte att göra rent pottan ordentligt, sa hon över axeln, när hon gick iväg med värdinnan. Hälsovårdsinspektören kommer när som helst och kollar. Han vill ha färsk råvaror till fekalpastan.

Det var problem redan från början. Efter flera minuters fruktlösa försök att tala med tapeterna förstod vi att det faktiskt bara var tapeter. Det här var långtifrån lyxen i gästlägenheten. Här var det minsann inte fråga om robotmöbler utan om en gammal 3D-utskrivna knarrande säng, som hade skrivits ut i delar och sedan skruvats ihop hjälpligt. Ibland blev det strömavbrott så att man fick treva sig fram i mörkret.

Det var ett långt, lågt och kvavt rum. Jag fick ligga i timmar innan jag somnade, för det var oväsen och bråk runtomkring och buller från gatan ovanför. Det var fullt av folk överallt. En del kom och gick hela natten. Man kunde höra deras klapprande steg genom den tunna väggen till korridoren.

Det var ett aldrig tystnande brus som det nog var i det gamla Rom, när Julius Cesar förbjöd transporter under dagen. Också här fylldes natten av klappret från robotarnas fötter. Det var på natten alla förråd och marknader fylldes på och rummet låg ju direkt under gatan. När dagen sedan grydde bröt larmet från butiker och marknader ut. Till det kom spetsar av ljud från folk som grälade och försäljares rop. Det tystnade aldrig. Det var som om dessa människor aldrig sov och aldrig vilade. Jag var innesluten i ett brusande hav av ljud.

Jag längtade efter tystnaden i vårt eget hus på Jorden. Här var det tusentals människor runt omkring. Det var dessutom lyhört mellan lägenheterna. På andra sidan väggen levde en gammal gubbe, som illa tålde av kvinnan i huset, förmodligen dottern. Det var mycket högljudda gräl alla tider på dygnet. Jag undrade ofta vem han var, för jag såg honom aldrig. Kanske kunde han inte själv ta sig in och ut.

På Jorden hörde jag ibland folk prata om den gamla goda tiden, när man tog hand om varandra. Den var nog inte alltid så god, men här på Mars var det ändå värre. Själv skulle jag inte vilja vara i hans ställe, när den tiden kommer, tänkte jag.

Något som slog mig, när jag kom till Mars, var att man såg mycket mindre folk i min egen ålder. De är förstås mindre utsatt för olyckor på Jorden, men dessutom finns det hälsoproblem, som man inte har där.

Ännu efter flera generationer verkar människorna inte ha anpassat sig till den låga gravitationen, som bara är en tredjedel av Jordens. Det visas så klart av att man måste föda barn i centrifug, men det finns också andra problem. På Jorden förlorar inte benstommen lika mycket mineraler, så risken för benskörhet är mindre. Njursten på grund av uttorkning är inte så vanlig och den högre tyngdkraften stärker allmänt den mänskliga kroppens muskler, skelett och blodomlopp. En relativt harmlös sak är att nästan ingen på Jorden är närstynt på grund av att vätska stiger upp i huvudet och buktar ut ögonglobens baksida. Det kanske var därför, som man på Mars började med ögonlinser från ett par års ålder.

Strålningen på Mars är också högre än på

Jorden, viket över livstiden ökar risken för cancer, hjärt-eller cirkulationssjukdomar och till och med grå starr. Den fettsnåla vegetariska kosten kan också ge hjärt-kärlsjukdomar över åren.

Minskad immunitet på grund av trängsel är ett problem också på Jorden, särskilt bland alla flyktingar, som försöker ta sig in på Plurimax domäner. Men återanvändningen av luften i de slutna utrymmena på Mars gör att virus sprider sig lättare, och nyser man i lägre gravitation sprider sig alla droppar rakt ut och fortsätter längre.

Jag har haftständig torrhosta sedan jag kom till Mars. Trots reningen verkar det, som om partiklar utifrån tar sig in i luften i domerna, och sådant där fint damm kan ju resultera i hjärt- och lungproblem.

Som skydd mot allt det här, har jag en känsla av att folk på Mars har ännu mera biometrisk apparater och nanoroboter i kroppen än man har på Jorden. Problemet är ju bara att sådana nanotekniska immunsystem måste vara uppkopplade dygnet runt för att uppdateras och skyddas från hackare. Avbrotten är enligt min mening vanligare på Mars, kanske beroende på de allmänt knappare resurserna.

Allt detta förklarar nog varför man inte ser så många äldre, men jag kommer bort från det jag skulle säga om den störande omgivningen. Jag berättade om gubben och hans dotter. På andra sidan var det gälla barnskrik både dag och natt. Där bodde en frodig kvinna som stolt paraderade med fyra skrikiga ungar. Där bodde också en man, som kom nedsmutsad hem på kvällarna och röt och domderade.

Grannfruarna grälade också ständigt. Det verkade som om de inte kunde träffa på varann utan att bli oense om något. Sådant förekom ju också på Jorden, men det klart att i en marsiansk stad där människor tvingas leva instängda mot sin vilja är det lättare att råka i gräl och rentav hata varandra. Det var ju också svårt att undvika varann härnere i underjorden. En del människor tål inte att ständigt leva tätt inpå andra och blir uppretade bara av den anledningen.

Längst ner i korridoren bodde en kvinna, som alltid hade en röd luva. Hon tassade förbi med insjunken mun, insjunkna kinder och insjunkna ögon. Hela hon var i själva verket insjunken och försjunken i sig själv.

Hon sa aldrig något och jag såg aldrig att hon umgicks med de andra kvinnorna utom en gång, när jag såg henne avses med en

annan rödluva. Hon hade en mager pojke som alltid gick för sig själv, medan de andra ungarna lekte och kivades. Han var lång och kutryggig, blek och sorgsen. Han hade ett litet klokt och dystert ansikte med mörka påsar under ögonen och han hade säkert alla möjliga genetiska fel. Han hade i alla fall någon slags ryckningar i ansiktet som fick högra mungipan att åka iväg upp mot örat, trots att hans mor ständigt grälade på honom. Typisk blivande pirat, tänkte jag.

Det var mest kvinnor och barn i korridorerna. Det var fullt av folk överallt, men vart jag än vände blicken tittade alla bort och låtsades vara upptagna. Så fort jag vände ryggen till tyckte jag mig höra hur de tisslade och tasslade med dämpade röster. En pojke i sjuårsåldern ryckte sin mor i handen. Han tittade, pekade på mitt kala huvud och skrattade nervöst. Modern vände sig till hälften om, såg forskande på mig och drog iväg med pojken, som om hon var rädd att jag skulle göra honom något.

Redan från början märkte jag att man såg snett på mig. Jag uppfångade dystra blickar eller också låtsades man, som om man inte såg mig. Kvinnorna kastade också medlidssamma blickar på min fru så snart de såg oss tillsammans. Det verkade vara det enda de var överens om och det dröjde länge innan jag förstod vad det var frågan om.

En gång gick jag ändå neråt bara för att se hur det såg ut. Det var ett nät av hexagoner som en stor bikupa. Det minimerade förstås åtgången på byggnadsmaterial, vilket bina upptäckte för länge sedan. Korridorerna som vinklade sig fram genom kupan var så smala, att man måste pressa sig mot väggen, om man mötte någon.

Jag måste sakta ner stegen, när jag gick genom de trånga korridorerna. Man måste ta spjörn mot väggarna och sträcka upp armarna och pressa händerna mot taket för att få fotfäste. Hoppande och skjutande längs väggarna tog jag mig fram.

I ett fåfängt försök att skapa lite trevnad hade man satt upp mosaik här och där på väggarna, men den var förfallen och märkt av tidens tand. De mörka takvalven med de svaga lamporna gick precis över huvudet på en och de långa marsianerna, som jag mötte, fick huka sig. Det fanns ingen hiss och i trapporna var stegen dubbelt så höga som på Jorden. Det gick väl an för unga långbenta marsianer men inte för en gammal trött jordbo med halvt förtvinade benmuskler.

Den långa trappspiralen skruvade sig neråt. Framför mig nästan dold bakom trappans krökning såg jag en skymt av ljus. Under golvet fanns det flera våningsplan. Där hade man bostäder, surrande luftpumpar, vattenfilter och hydroponiska växthus med ett virrvarr av rör. Betongväggarna kändes vassa när jag nuddade vid dem. Ovanför huvudet löpte rör och elledningar. Armaturererna var svaga och utspridda. Känslan av trygghet ökade ändå när man kom längre bort från den fientliga ytan. Jag flanerade utan bestämt mål i labyrintherna och häpnade över vimlet i den underjordiska staden. Liksom myrorna på Jorden grävde sig människorna på Mars ner under marken.

Jag kom ända ner till de hydropona odlingarna. Det ständiga droppandet från vattenledningarna kändes lugnande på något vis. Plaskandet ekade mot det låga taket. Man såg de frodiga och grönskande växterna, grönsakerna och de små träden bland de vita plaströren. Yviga grenar sträckte sig ut i gångarna. Överallt hängde snören som stöd åt de slingrande rankorna.

Plantorna sköttes av barn i gröna overaller. Sekatörerna i deras händer smattrade som små klor och de beskar obesvärat och enkelt med en skicklighet som kom av lång övning. Jag lutade mig mot räcket på avsatsen, hämtade andan och såg på, medan en flicka klippte loss en röd, mogen tomat och tog ett kraftigt bett. Luften var mättad av tomaternas doft. Det luktade otroligt kraftigt av dem.

Just då kom man med en död kropp. Den skulle sänkas ner i jorden, förmultna, ge näring åt rötterna och nytt liv. Flickan väntade medan man grävde graven. Hon bet i tomaten så att det skvätte lite på hennes overall, tuggade och svalde.

De som kommit med kroppen gick sin väg igen. En liten pojke med alldeles för stor spade skyfflade mörk matjord över liket och vattnade. Långa bruna maskar slingrade sig i jorden, som kastades över det gråa ansiktet. Det var en man. Jag såg att han hade varit blåögd.

Jag kom in i en andra sal ännu större än den första. Runt väggarna stod hyllor begravda under ett överflöd av svampar. Det var bruna bulliga små kupoler, som svajade lätt i luftdraget omgivna av en svag dimma av sporer. Lukten från svamparna var vidrig. Den påminde om död. Jag nös och torkade mig om näsan för att få den att sluta rinna.

Lamporna som ersatte solljuset var täckta av smuts, damm och mögel. Allt hölls igång dygnet runt. Natt fick inte förekomma.



Jag förvirrades i labyrintherna av kamrar och tunnlar och var snart fullkomligt vilse. Det enda att göra var att fortsätta neråt. Allra längst ner var vattenreningsverket och där kunde jag inte komma in. Arbetare i sladdriga blå overaller fulla av gamla smutsfläckar hängde vid nedgången och hindrade vägen. Det luktade kemiskt och lite ruttet, och det hördes ett bubblande buller under golvet. Gula hörselskydd hängde på en ställning vid väggen, men ingen verkade använda dem. Här fanns i alla fall en hiss och jag lyckades ta mig upp till min egen korridor igen.

Nu låg jag här och försökte somna om efter att ha följt min fru uppför trapporna för att tömma pottan. Den stod nu rentvättad under sängen ifall värdinnan eller hälsovårdsspektören fick för sig att kontrollera den. Jag såg förresten aldrig till någon sådan. Kanske var det bara ett hot.

Värdinnan mötte jag däremot en gång i korridoren, när jag kom hem med min tömda potta. I något slags barnsligt trots visade jag demonstrativt upp den för henne. Hon gav mig en smalögad blick, pekade på en liten svart prick på kanten och sade till mig att komma tillbaka och visa upp den rengjord. Efter det ville jag inte gärna gå tillbaka med pottan för att inte träffa på henne igen. Det hände att jag fortsatte ut i staden och hade den med mig. Jag upptäckte att det inte var ovanligt att folk gjorde så för att kunna smyga sig undan vid behov och slippa stå i kö vid de offentliga toaletterna.

Men med eller utan potta ville jag inte röra mig för mycket ute i staden. Terroristernas

märke, det erigerade manliga organet, fanns klottrat överallt på väggarna i de här fattiga kvarteren. Av någon anledning verkade de ha sitt största stöd bland de fattigaste och jag var rädd att bli igenkänd.

Ibland stannade någon och tittade på mig under lugg. Ibland tyckte jag att jag hörde steg bakom mig och när jag vände mig om såg jag någon försvinna bakom ett hörn. Det var säkert bara inbillning, men i alla fall.

Att bara gå omkring på ständigt samma gator kunde ju också kvitta. Nu låg jag här med täcket över huvudet, tills det började klia i ena ögat. När jag kände efter så satt där en kackerlacka och knaprade på mina ögonfransar. Med ett ryck av avsmak slog jag den åt sidan och den fladdrade iväg ut i rummet.

Jag skakade ut en annan ur lakanet, där den antagligen festat på flagor av död hud, min eller min frus. Den klämde jag ihjäl mot kudden och knäppte ut resterna på golvet. Det blev en röd fläck på kudden, men det kunde kvitta. Jag jagade kackerlackorna och gladdes åt alla jag slog ihjäl. Jag avskydde dem och kunde inte se deras motbjudande svärmande och frifallshoppande och klapprande flykt utan att vilja vara någon annanstans. Hur skall detta sluta, tänkte jag mer än en gång.