



# BEVINGAT

Nr 4/2020

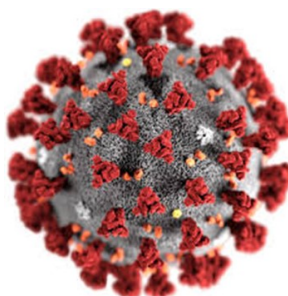
FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



**Hur flyger vi efter Corona?  
Om vi flyger alls.  
Sid 3**

**Vad händer nu?  
Sid 2**

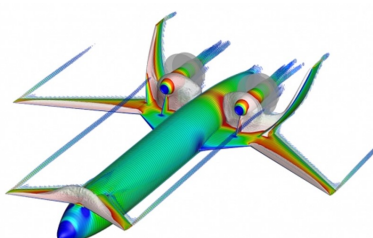


**Väte som flygplansbränsle**

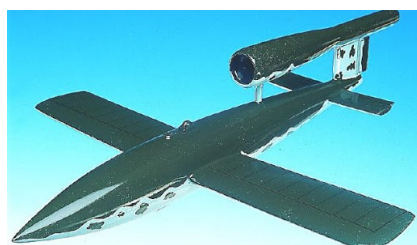
Av Claes Eriksson  
Sid 5



**Militärt ekonomilyft?  
EU-försvaret efter Corona  
Sid 11**



**Ny teknik efter Corona.  
Men vad och hur?  
Sid 14**



**Missilhistoria Sid 17**

Väte har betydande potential att minska klimatpåverkan under flygning med upp till 75% när det används i motorer för direkt förbränning och så mycket som 90% när det används i bränsleceller för att driva elektriskt drivna hybridmotorer eller distribuerade framdrivningssystem. Energirikt och lätt att tillverka från olika kolväten eller genom hydrolys av vatten till högre elförbrukning, har det ändå inte lyckats ta fart av många skäl främst kanske för att den låga tätheten gör att stora tankvolym behövs.

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

**Bland nyheterna**

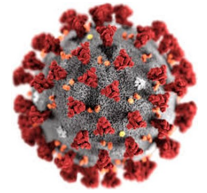
Satellit mäter Corona .....	21
För renare kabiner .....	22
737 flyger igen .....	23
Kina eller USA bäst?.....	24
Hur spåra avsändaren?.....	25
Tempest kommer fram.....	26
Saab-verkstad i Brasilien.. ..	27
Marshelikopter.....	28
Från Arabien till Mars.....	29
Många vill till månen .....	30
Kina mot Mars .....	31
Luft lyfter satelliter.....	32
NASA söker liv på Mars .....	33
Spaning efter tefat.....	34



**Gillar fjärilar värme?  
Sid 20**



**Candy oförsäkrad  
sid 35**



## Vad händer nu?

**För bara sex månader sedan var världens flygbolag vid oförskämt god hälsa. Det största problemet var att tillverkarna inte fick fram flygplan tillräckligt fort. Klimatförändringarna var ett moln vid horisonten men flygresandet verkade fortsätta att fördubblas vart 15:e år. Sedan slog Coronaviruset till. Vad händer nu?**

**Air&Cosmos: [Download Newsletter No.118](#)**

**RAeS: [A bioshock to aviation – what next?](#)**

Den civila luftfarten upplever sin allvarligaste kris sedan andra världskriget. Den kinesiska luftfartsmarknaden, som förutsågs bli den största i världen år 2022, minskade snabbt till Portugals storlek. Medan attackerna 9/11 orsakade en 19% minskning i USA: s kapacitet och den finansiella kraschen 2008 orsakade en minskning med 10%, är prognoserna nu en möjlig minskning av den internationella trafiken på omkring 50 % 2020. Vissa analytiker tror snarare på 80%.

Flygindustrin och hela dess leveranskedja har påverkats mycket kraftigt och problemen med en återhämtning är flera och osäkra. Den globala pandemin påverkar inte bara flygbolagen och deras försörjningskedjor utan turism, branschevenemang och till och med rymdflyg. Även militära övningar har minskats eller avbrutits. Med sport, underhållning, hotell och restaurangverksamhet begränsad, kan hela världsekonomin vara på väg mot en lågkonjunktur. Turismen, som möjliggjorts av att flyg blivit ekonomiskt möjligt för "vanligt" folk, utgör för vissa länder en stor del av deras ekonomi.

Viruset har förstört efterfrågan på nya flygplan och hotar befintliga produktionslinjer. Airbus har stängt monteringslinjer och amerikanska Boeing, redan i kris med 737MAX som fortfarande är jordad, har sett efterfrågan på nya flygplan falla till marken precis när man förväntade sig att 737MAX skulle flyga igen.

Flygplans- och motortillverkare har drabbats av senareläggningar och inställda beställningar. Med flygplan som flyger mindre får också underhållsföretagen enorma problem. Medan Airbus och Boeing och deras närmaste underleverantörer torde ha tillräcklig motståndskraft, kommer små och medelstora företag, som levererar komponenter eller underkomponenter (redan under tryck att sänka sina kostnader) att löpa större risk att gå i konkurs medan produktionslinjerna står stilla. Förlust av dessa små företag, som producerar delar, som matas in i den jättelika flyg- och rymdförsörjningskedjan, kan hämma systemets förmåga att framgångsrikt starta om på andra sidan krisen.

Denna enastående kris för flygbolagen och flygindustrin har inneburit att det har krävts omfattande statlig hjälp och stöd för att överleva. Vissa flygbolag har nationaliserats eller konsoliderats. Det är troligt att endast de största och mest välfinansierade flygbolagen, liksom de med faktiskt statligt ägande, kommer att komma ut på andra sidan av ett ekonomiskt blodbad, som får andra att gå under.

Det som också är oklart är vad som kommer att hända med flygpersonal och piloter. Flygskolorna måste välja mellan en kraftig minskning av sin verksamhet eller en liten anpassning. I det senare fallet kan piloterna bli utan arbete och riskera att förlora sina licenser och kvalifikationer. När

det gäller utbildningen av flygledare är situationen något annorlunda på grund av den längre tid som behövs för kurserna.

Företagsomstruktureringar och en konsolidering av luftfartssektorn är att vänta. Den ekonomiska modellen för lågprisbolag, baserad på höga belastningsfaktorer och snabb markverksamhet, kan äventyras, men även andra flygbolag (särskilt långdistansflyg) kan drabbas beroende på vilken typ av sanitära regler som tillämpas.

Detsamma gäller flygplatser, när deras verksamhet återupptas tillsammans med luftfarten. På kort sikt kommer de säkerligen liksom flygbolagen att skjuta upp kapacitetsinvesteringarna och istället investera i nya hälsoskyddsanordningar för att återvinna passagerarnas förtroende.

Allt tyder på att detta inte kommer att gå över snabbt. Det kommer att ta tid att antingen uppnå "flockimmunitet" eller att utveckla och distribuera ett vaccin. Även om det finns tillräckligt med bevis för att anta att efterfrågan på utlandsresor och semesterar kommer att återkomma, kan det mycket väl finnas restriktioner för resor och turism mellan länder, som har besegrat utbrottet, och de som fortfarande lider av det. Det finns också en okänd faktor i hur nödvändigheten av fjärrarbete och videokonferenser kommer att förändra efterfrågan åtminstone för affärsresor.

En positiv aspekt är att i Kina och Europa verkar det värsta vara över och livet återgår nu till det normala - visserligen efter en extrem nedstängning. För USA är läget mera osvisst. Vissa experter varnar också för att en andra våg lätt kan dyka upp när restriktionerna släpps.

I takt med att flygbolagen återhämtar sig från krisen kommer miljörestriktioner eller ökade bränslekostnader att tvinga flygbolagen att jorda gamla flygplan, och en försiktig och gradvis upptrappning bör planeras för att lindra svårigheterna i försörjningskedjan. Det kommer förmodligen att behövas viss hjälp från staterna, främst i Europa, där flygplanstillverkningen inte kan förlita sig på en stor, skyddad militär marknad, i motsats till sina amerikanska konkurrenter. Här kan gemensamma europeiska militära projekt lätta trycket på företagen, se nedan sid 11. Dessutom måste konkurrensen från en inhemsk kinesisk flygproduktion beaktas på medellång sikt.

Luftfarten är inte bara ett transportmedel. Den är viktig i de internationella förbindelserna, globaliseringen av handeln och ett smörjmedel i världens ekonomi. På längre sikt kommer dess framtid, liksom tidigare, att bero på tekniska innovationer, men det kommer att behövas ett stort offentligt stöd för att finansiera den nödvändiga forsknings- och innovationspolitiken efter Coronan.

## Hur flyger vi efter Corona?

Effekterna av COVID-19-pandemin kommer troligen att dröja kvar i den kommersiella flygtrafiken i månader, om inte år. Masker, tomma mittstolar och rengöring med ultraviolett ljus kan bli det nya normala.

RAeS: [Flygresor under åldern efter Covid-19 - den nya normalen?](#)

Air&Cosmos: [Download Newsletter No.118](#)

Det är uppenbart att återhämtningen inte kommer att ske snabbt. De flesta uppskattar mellan två och fem år för trafiken att återgå till sina nivåer före Covid-19. Denna tidsperiod kommer att se många flygbolag försvinna för alltid. I många fall kommer det att vara de äldre, statligt ägda företagen som överlever, eftersom regeringar pumpar in finansiering i sina nationella flygbolag.

De flygbolag som överlever kommer utan tvekan att vara ekonomiskt svagare än tidigare och kommer att behöva öka folks förtroende för att uppmuntra dem att flyga igen. Flygplatser måste också övertyga människor om att deras anläggningar är säkra att använda.

Det verkar troligt - åtminstone på kort sikt - att passagerare och besättningar kommer att behöva vänja sig vid nya hälsokrav på ungefär samma sätt som de var tvungna att vänja sig vid en kraftig ökning av säkerhetskontrollerna efter 9/11. Hur länge dessa krav kommer att kvarstå beror på hur snabbt ett tillförlitligt vaccin för koronaviruset blir tillgängligt. Även om ett vaccin hittas inom ett eller två år så kommer hälsoriskerna inte att försvinna så snabbt, eftersom man ska vaccinera ett stort antal människor över hela världen.

Det är mycket viktigt att fastställa storskaliga, långvariga sanitära regler. Sådana regler kommer att kosta. Passagerare kan tvingas ta sin egen temperatur innan de lämnar sina hem eller ta sina temperaturer när de anländer till flygplatsen. Bära masker under hela resan och upprätthålla social distansering både på flygplatsen och ombord på flygplanet. I framtiden kommer en temperaturkontroll på flygplatsen sannolikt att bli lika oundgänglig som pass- och säkerhetskontroll.

Sådana regler kommer att vara ett problem så fort passagerarantalet börjar nå nuvarande nivåer. Social distansering fungerar dåligt i all form av kollektivtrafik, inte minst i luftfart. Man kan bara tänka sig de problem som kan uppstå om en företagsledare, som känner sig helt frisk och på väg till ett viktigt möte, hindras från att flyga eller om en medlem av en familj inte får åka med på deras semester.

Hur kommer då själva resan att se ut? På marken måste flygplatserna svara på kundens oro för renlighet. Särskild uppmärksamhet kommer att ägnas åt rengöring av till exempel rulltrappor, dörrhandtag och själva incheckningsterminalerna. För att minska beröringspunkterna i incheckning och ombordstigning kan man förvänta sig ett uppsving för biometrisk teknik, då en persons unika ansiktsegenskaper används som ID, snarare än överlämnade dokument till personal. En storskalig användning av sådan teknik kan i sig själv leda till olust inför att flyga.

Ett område som har kritiserats för bristande renhet har varit de plastbrickor, som passagerarna lägger sina tillhörigheter på vid säkerhetskontrollen. Passagerarna kan få rengöra



sina händer före och efter säkerhetskontrollen för att minimera risken för infektion.

Ombord på planet cirkulerar luften mycket effektivt och det finns bra filter för att ta bort virus. Luften i ett flygplan byts ut fullständigt var tredje till fjärde minut, vilket är mycket positivt jämfört med vanliga lokaler. Luftflödet i ett flygplan hjälper också till att begränsa spridningen av alla virus genom att vara "top-down", med luft som rör sig vertikalt och sugas ut vid golvet, vilket begränsar virusets horisontella spridning.

Filtrerad, återcirkulerad luft står för 50% av luften i en flygkabin, medan resten tas utifrån. De höga ryggstöden ger också passagerare ett skydd bakåt från medpassagerare, som är ovetande smittsamma.

Ändå har flera studier har visat att många ytor, som ryggstöd, skärmar och bord, ofta har en otrevlig blandning av till exempel e-coli och salmonella. Krav på förbättrad rengöring och desinficering av flygplan kommer att krävas, vilket kan innebära att de blir stående längre tid på marken med lägre utnyttjande och ökade kostnader som följd.

Det finns olika åsikter om hur "sociala distansregler" kan tillämpas på flygplan. Många flygbolag inklusive Easyjet kan tänka sig att lämna mellansätet fritt eller som Lot Polish Airlines ha förskjutna sittplatser för att öka den sociala distansen. Sådana åtgärder räcker ändå inte för att tillhandahålla det nödvändiga två meters avståndet mellan passagerare. De skulle också vara ekonomiskt kostsamma för flygbolagen eftersom de minskar beläggningen i kabinen. På medellång sikt är det möjligt att flygbolagen kommer att införa skärmar av glas eller ett sätesarrangemang där passagerare i gången och vid fönster sitter framåt, medan de i midsätet sitter bakåt.



## Hur flyger vi efter Corona?

Oavsett vilka åtgärder som vidtas för att få människor att flyga igen, är en sak säker: föreskrifter måste samordnas och harmoniseras på global nivå. Underlåtenhet att göra detta kommer att orsaka förvirring bland passagerarna och ytterligare försena en redan långsam återgång.

Efterfrågan på flygresor efter Coronan kommer att vara kopplad till den ekonomiska återhämtningen, som sannolikt kommer att vara långsam, och till effektiviteten hos de sanitära åtgärder som vidtas för att återskapa kundernas förtroende. Men kommer vi någonsin tillbaka till den tidigare tillväxten då flygtrafiken fördubblades på femton år?

Det finns flera utmaningar. För det första förändringar i arbetsvanor och fritidsaktiviteter. Videomöten, som testats i stor skala i flera månader, kan mycket väl fortsätta, med en minskning av affärsresor som följd, särskilt om det sker en ökning av flygpriserna. Coronan kan också leda till ett ifrågasättande av det globala ekonomiska systemet. Företag kan vilja ha närmare underleverantörer, länder kan vilja skydda sin egen ekonomi och säkerhet genom handelshinder av olika slag. Allt sådant skulle kunna ha en negativ inverkan på luftfarten, även om de globala transporterna huvudsakligen berör sjöfarten.

Högre priser på flyg kan också leda till att turismen kommer att äga rum över kortare sträckor. Nödvändiga förändringar av transportsättet över kortare sträckor, som utbyggnaden av snabbtåg inom Europa, kan leda till förändrade resvanor. Virtuella upplevelser av främmande miljöer kan också komma att expandera, men det är svårt att föreställa sig dysterheten i en värld, där människor reduceras till kötnoder i ett elektroniskt nät.

På längre sträckor, mellan kontinenter, finns det emellertid inget som kan ersätta flyget. Kinas och eventuellt Indiens, som det nu tycks, oundvikliga uppstigande till de ledande makterna i världen, kommer att leda till en ökad flygtrafik internt i dessa centra och till perifer områden som Europa, Afrika och Amerika både när det gäller turism och affärsresor. Det som möjligen kan bromsa detta är den växande kampen mot klimatförändringarna. Den tycks för närvarande vara koncentrerad till Europa och Amerika, men kommer så småningom att nå även Kina och Indien, som tillsammans står för två femtedelar av världens befolkning, ty problemen är reella och kan inte bortses från.

Jämfört med elproduktion (44%), industri (19%), vägtransporter (18%) och till och med enbart cementproduktion (4%) är luftfarten i världen med 2-4% ingen stor källa till utsläpp av konstgjorda växthusgaser. Även om man idag lade ner allt flyg så skulle det vara som att kapa av ett par centimeter på en meterstock. Luftfarten har ändå ställts till svars i en omfattning som vida överstiger dess effekt och detta kommer troligen att fortsätta, ty när en åsikt har satt sig är den mycket svår att förändra.

Vilka är då skälen till att flyget har fått denna roll? Delvis är det av psykologiska skäl. Trots de senaste decenniernas demokratiserade lågprisflyg ses flygresor fortfarande som en lyx, ett privilegium för etablissemangen, eller en överflödigt fritidsverksamhet. Dagens människor vill också kunna påverka genom omedelbara, synliga och enkla handlingar. Oförmögna att påverka de stora utsläppen från industri och energi känner man att man gör något, eller åtminstone att andra borde göra något, även om det i realiteten inte har någon som helst betydelse. De relativt höga utsläppen

från en enda långdistansresa (trots en lägre bränsleförbrukning per passagerar.km än en vanlig bil) kan man trots allt själv bestämma över.

Oron, ogrundad eller ej, måste tas på allvar. Motviljan mot att flyga av ekologiska skäl i kombination med rädsla för att drabbas av coronavirus på resor, är dubbelt hämmande för att resa med flyg. Faktum är också att den stadiga årliga tillväxttakten inom luftfarten före krisen på ungefär 4 % snart kunde ha gjort den till den största förorenaren om andra begränsar sina utsläpp och det kommer de att göra.

Här är det ett stort problem att det inte verkar finnas något tydligt, tekniskt genombrott, typ elbilar, som möjliggör "nollutsläpp" inom luftfarten omkring 2050, den tidsram man vanligen siktar på. Som påpekats i tidigare nummer av Bevingat 2020-1 och 3 så erbjuder den nuvarande batteritekniken helt enkelt inte tillräckligt många mil per kilo jämfört med flygbränsle. Ett kilo fotogen innehåller lika mycket energi som ca 30 kilo batterier!

Eldrivna flygplan kan möjligen bli aktuella för små flygplan, kanske 20 passagerare, över korta avstånd, men det är de långa resorna med stora flygplan, som är problemet. Det är där de stora utsläppen sker.

Konventionell flygplansteknik har dock fortfarande en betydande förbättringsmarginal. Bränsleförbrukningen kan sänkas med åtminstone omkring 30 % genom att kombinera förbättringar i framdrivning, vikt, aerodynamik osv. En del av denna teknik har redan studerats i stor utsträckning på europeisk eller nationell nivå och den måste nu bekräftas och genomföras, se nedan sid 14.

Men det räcker inte med dessa 30 procent. Den återstående förbättringen kommer sannolikt att komma från alternativa bränslen. Väte kan vara en möjlighet, se nedan sid 5, men som beskrivs i Bevingat 2019-6 pågår det också en intensiv verksamhet att producera bränslen från koldioxid, som fångas under en industriell process eller från luften, med en helt neutral cykel inklusive en koldioxidfri energikälla och detta är inte det enda initiativet.

På längre sikt kommer luftfartens framtid, liksom tidigare, att bero på tekniska innovationer. På alla områden – flygplan, motorer, flygledning – måste forskning och innovation intensifieras för att snabbt möta de utmaningar som luftfarten möter efter krisen när det gäller ekologi, hälsa och säkerhet. Det kommer att behövas ett stort offentligt stöd för att finansiera denna forsknings- och innovationspolitik och den europeiska ramen är uppenbarligen den lämpliga nivån.

Det kommer säkert inte att bli en lätt uppgift att övertyga alla beslutsfattare på EU-nivå om att vidta åtgärder till förmån för den civila luftfarten. För att lyckas måste dess strategiska betydelse betonas, eftersom den i många avseenden är kopplad till försvaret, liksom ekonomiska och tekniska aspekter kopplade till suveränitet. Och kan man föreställa sig vad det skulle innebära att återgå till 1800-talets värld? En värld där allt går långsammare, där små nationer får klara sig bäst de kan medan stora tar för sig. För det är en sådan värld vi talar om, när vi förespråkar en värld utan flyg.



## Väte som flygplansbränsle

Av Claes Eriksson

Väteframdrivning har betydande potential att minska klimatpåverkan under flygning med upp till 75% när det används i motorer för direkt förbränning och så mycket som 90% när det används i bränsleceller för att driva elektriskt drivna hybridmotorer eller distribuerade framdrivningssystem. Energirikt och lätt att tillverka från olika kolväten eller genom hydrolys av vatten till högre elförbrukning, har det ändå inte lyckats ta fart av många skäl främst kanske för att den låga tätheten gör att stora tankvolymen behövs. Många länder vill undvika import och eldning av kolväten pga miljöskäl samt att man har egna små tillgångar.

*Ett tidigare vätgasdrivet flygplansprojekt var denna tysk/ryska studie från 1990-talet*



För att göra flygplan miljövänliga och undvika CO<sub>2</sub> utsläpp finns det flera olika teknologier från batteridrift till biobränsle till vätgas. Batterier har ett kapacitet/vikt/kostnadsproblem på flygplan för längre flygningar än en timme med över 20-50 passagerare. Batterierna tappar inte mätbart vikt då elen förbrukas samt har en begränsad livslängd och är då dyra att periodiskt byta till nya, ett passagerarplan har stor nytta av viktminskningen då jetbränsle förbrukas. Biobränsle ersätter visserligen olja från marken men vid förbränningen genereras lika mycket CO<sub>2</sub>.

Väte kan förbrännas antingen i en jetmotor för att driva dess fläkt eller i en bränslecell där den genererar el för att driva elmotorer. Vätet som förbrukas minskar vikten på bränslet ombord vilket ökar flygplanets räckvidd.

För vätgas eller flytande kallt väte "LH<sub>2</sub>" öppnas möjligheten för stater att kraftigt öka elkonsumention med beskattad elkraft, ofta i statligt ägda kraftverk samt att kunna beskatta flygbränslet, även Tyskland med stor vindkraftsindustri ser en möjlighet att låta överskottselekticiteten inte kan svälja producera vätgas. Tyskland har även en stor rysk naturgasimport som kan användas för att tillverka vätgas. Tyskland med Linde gas och Frankrike med Air Liquid kan då bli dominerande väteproducenter i EU.

Svenska staten med Vattenfall ser möjligheter att även de få upp elförbrukningen speciellt som motvikt då det nya finska kärnkraftverket går med full effekt och Svenska Basel är stor kund. Med höga elpriser skapas möjligheter för stora energi- och

moms-skatteintäkter. De flesta länder i västvärlden tar in stora belopp på energiskatter. För diesel ligger Sverige på delad andra plats ihop med Norge på \$1.61/liter endast efter Hong Kong på \$1.84.

För elkraft utan nätavgifter ligger Sverige bättre till på \$0.19/kWh jämfört med trean/tvåan Danmark/Tyskland på \$0.34/0.36 kWh.

Vätgas producerad miljövänligt har fördelen att den kan lagras komprimerad eller kryogen i flytande fas. När det gäller infrastruktur är det en gynnsam faktor att man kan börja använda väte för marktransportfordon inom tidsperioden 2020-25. Detta kommer att bekanta flygplatserna med tekniken. Priset på flytande väte förutspås falla från fyra gånger kostnaden för flygfotogen i dag till ungefär samma kostnad senast 2050, enligt McKinsey. Även om det kan göra flygresor dyrare, skulle det förbli överkomligt, speciellt om nya flygplan blir lättare och får ännu effektivare vingar med högre glidtal i intressanta farter.

Väte kan produceras på olika sätt, de mest populära är från naturgas/metan eller via elektrolys från vatten med elkraft och smarta katalysatorer för att minska energiåtgången. Vätgasproduktionen, särskilt genom att använda ångreformprocessen för metan, kan nå effektivitetsintervallet (65% - 75%). Vätgas kan också produceras från vatten med hjälp av vattenelektrolysmetoden, som skapar cirka 95% av den totala mängden väte som produceras dock med betydande elförbrukning.

## Väte som flygplansbränsle

Nyligen är plasmateknik en viktig metod för att producera hydrogen-bränslet med kolväten eller alkoholer. Vätgasproduktion med hjälp av ammoniakavfall är en ny metod som kan användas för att producera rent väte med hjälp av plasmamembranreaktorn.

Vattenelektrolysmetoden kan delas in i tre olika typer: electrolyte alkaline, proton exchange membrane (PEM) och solid oxide electrolyzers (SOE).

The typical specifications of alkaline, PEM and SOE Specification	Alkaline	PEM	SOE
Technology maturity	State of the art	Demonstration	R & D
Cell temperature, °C	60 - 80	50 - 80	900 - 1000
Cell pressure, bar	<30	<30	<30
Current density, A/cm2	0.2 - 0.4	0.6 - 2.0	0.3 - 1.0
Cell voltage, V	1.8 - 2.4	1.8 - 2.2	0.95 - 1.3
Power density, W/cm2	Up to 1.0	Up to 4.4	-
Voltage efficiency, %	62 - 82	67 - 82	81 - 86
Specific system energy consumption, kWh/Nm2	4.5 - 7.0	4.5 - 7.5	2.5 - 3.5
Partial load range, %	20 - 40	0 - 10	-
Cell area, m2	<4	<300	-
Hydrogen production, Nm2/hr	<760	<30	-
Stack lifetime, hr	<90,000	<20,000	<40,000
System lifetime, yr	20 - 30	10 - 20	-
Hydrogen purity, %	>99.8	99.999	-
Cold start-up time, min	15	<15	>60

Man har redan provflugit vätgasdrivna flygplan bl a i Ryssland. Tupolev Tu-155 är en modifierad Tupolev Tu-154 (СССР-85035), som användes som testbädd för alternativa bränslen. Detta är det första experimentella flygplanet i världen, som flugit på flytande väte. En liknande Tu-156 byggdes aldrig.

Tu-155 flög först den 15 april 1988. Det använde vätebränsle och senare flytande naturgas (LNG). Det flög fram till Sovjetunionens fall och det är för närvarande avställt på Ramenskoye flygplatsen nära Zhukovskiy. Tu-156 var tänkt att flyga runt 1997, men ställdes in på grund av Sovjetunionens fall. Flygplanet använde kryogenik för att lagra bränsle. Bränsletanken var placerad i bakkroppen. Ett utmärkande drag hos flygplanet är att utskjutningen av ventilationssystemet är synlig på stjärten (nära nr 2-motorn). Tu-155 använde Kuznetsov NK-88 motorer. Tu-156 var avsedd att använda Kuznetsov NK-89 motorer. Tu-155 flög omkring hundra flygningar tills den pensionerades.

Användningen av väte i flygplan har också fått ny och stark uppmärksamhet i Europa. Det började i början av juni med att den franska regeringen fastställde miljömål för luftfarten (efter samråd med branschen), inklusive övergång till väte som ett primärt bränsle. Europeiska kommissionen uttryckte stöd och kopplade det till en kommande "vätestrategi". Forskningsprogrammet Hyperion kommer att utvärdera riskerna för framdrivning av väteflygplan. Den franska regeringen finansierar programmet, som börjar i år.



САМОЛЕТ ТУ-156 С ДВИГАТЕЛЯМИ НК-89



*Tupolev Tu-156*

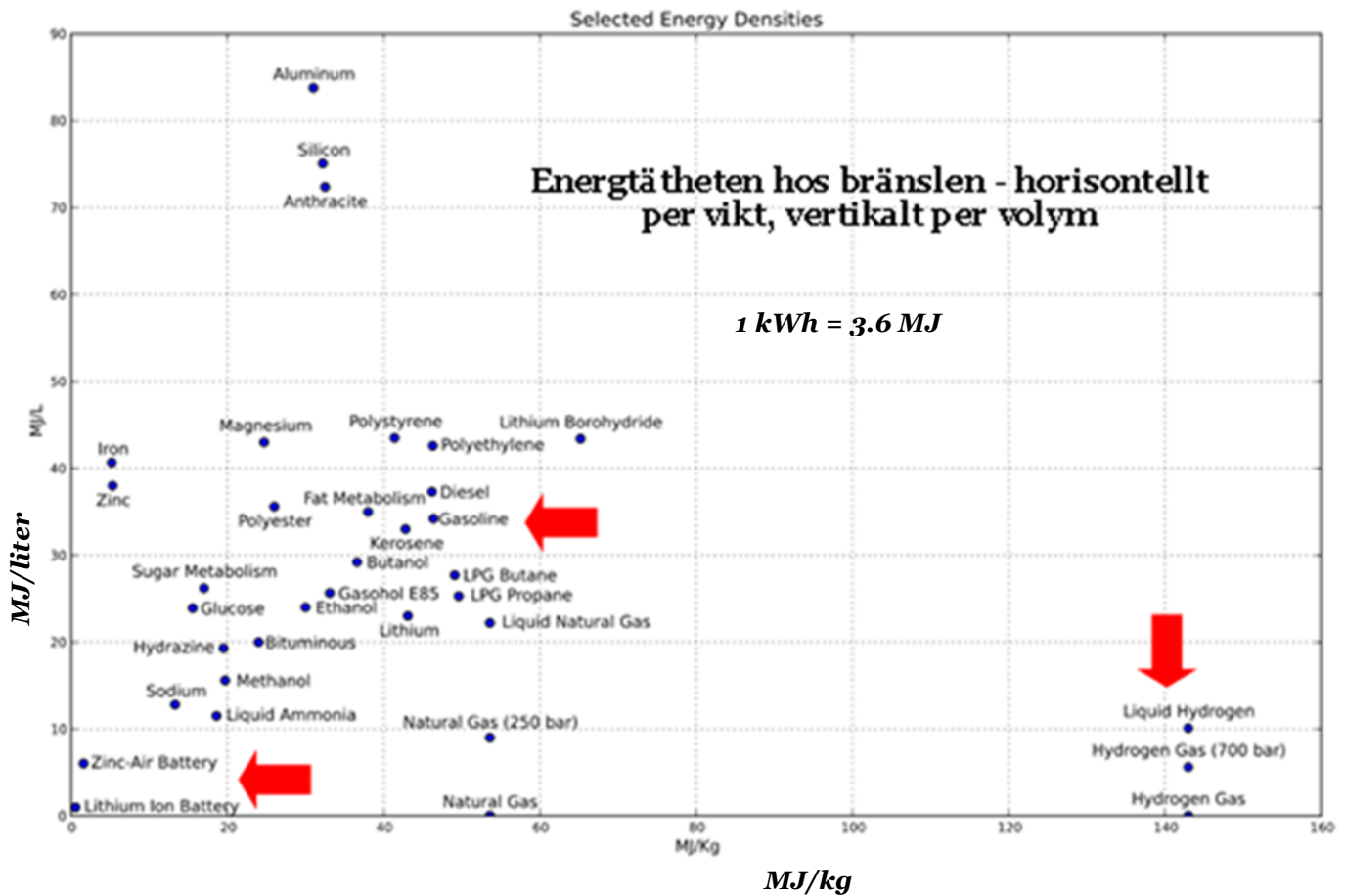
Det är många andra branscher som jobbar med väte som bränsle bl a i Sverige för stålindustrin där man jobbar med direktreduktion av järnmalm i stålverk där man med väte direkt ska binda syret i den smälta järnmalmen utan att som idag blanda med kol och sedan blåsa in syrgas i smältan för att kolet och syret ska bilda främst CO<sub>2</sub> men andra gaser bildas också.

Även järnväg, bil och lastbilar/bussar/fartyg studerar vätegas. Då speciellt järnväg och fartyg är mindre vikt känsliga och går i lägre hastigheter blir problemen med stora och tunga vätetankar mindre och de kan då tillverkas i stål.



*Toshiba bränslecell-driven båt*

## Väte som flygplansbränsle



Den franska regeringen har avslöjat planer på att investera kraftigt i att utveckla framtidens flygplan. Frankrikes ambitioner för ett koldioxidsnålt plan inkluderar en omarbeting av den populära Airbus A320 till 2030 och övergången till vätgasbränsle till 2035. Sammanlagt kommer 15 miljarder euro (17 miljarder dollar) att satsas i flyg- och rymdsektorn under de kommande åren.

Räddningsaktionen för Frankrikes luftfartssektor är inte helt inriktad på att stödja befintliga flygbolag. Enligt rapportering i LesEchos är det landets ambitioner att utveckla ett noll koldioxidutsläpp flygplan med målet att lanseras så snart som 2035. Frankrike hade tidigare diskuterat ett nollutsläppsplan men har fört lanseringsmålet framåt från det tidigare målet 2050. Fördelen för Frankrike är att man skapar ett stort behov av el och därmed kärnkraftslösning där Frankrike har stora intressen.

### Hur påverkar vätgasdrivna motorer framtidens passagerarplan?

Även om flytande väte (LH<sub>2</sub>) har tre gånger den gravimetriska energitätheten för jetbränsle, har det emellertid en låg volumetrisk densitet (cirka 2,4 kWh/liter jämfört med 10,4 kWh/liter för fotogen). Detta skapar en enorm utmaning för flygplansdesigners eftersom vätebränsle kommer att kräva ungefär fyra gånger volymen av jetbränsle för att bära

samma energi ombord.

För widebody, långdistansflygplan, är det mest lämpliga alternativet inte väte på grund av komplexiteten och storleken på vätesystemen enligt managementkonsulten McKinsey, utan snarare syntetiska bränslen, där man använder förnybar energi för att omvandla koldioxid i luften och vatten till jetbränsle såsom träden gör för att ihop med solljus bilda cellulosa.

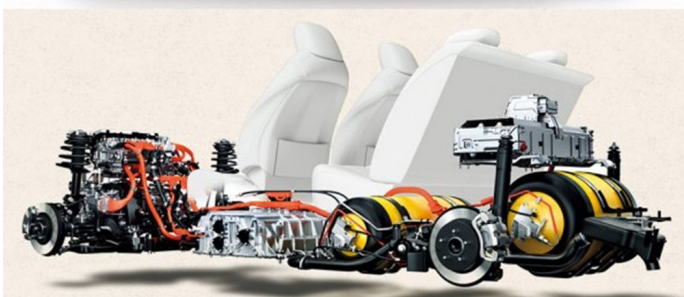
Hälften av alla flygresor över hela världen sker dock inom 500 nautiska mil, så det finns ett behov av ett nytt miljövänligt regionalt flygplan. Väte kan därför vara en lösning för mindre flygplan på korta distanser speciellt om man börjar med komprimerad vätgas till måttliga tryck i mindre tankar och man kan använda "stackar" av Toyota Mirai typ bränsleceller på mellan 100-200hk. Bl a Toshiba utvecklar sådana.



Förutom jetmotorernas anpassning är det de volym-mässigt stora trycktankarna för komprimerad vätgas, som ger utmaningar för ingenjörerna. Idag används ofta kompositförstärkta tunna metalltankar för trycksatt vätgas.

Ett komposit-tryckkärl "Composite Overwrapped Pressure Vessel" (COPV) är ett kärl som består av ett tunt metalliskt, icke-strukturellt foder lindad med strukturella fiberkompositer, konstruerat för att hålla inre övertryck. Fodret ger en barriär mellan vätskan/gasen och kompositen, vilket förhindrar läckor (som kan uppstå genom matrismikrosprickor, som inte orsakar strukturella fel) och kemisk nedbrytning av strukturen. I allmänhet appliceras ett skyddande skal för skyddande avskärmning mot slagskador på kompositen. De vanligaste kompositerna är fiberförstärkta polymerer med kol- och kevlar-fibrer. Den främsta fördelen med ett COPV jämfört med ett metalliskt tryckkärl av liknande storlek är lägre vikt, men detta kan uppvägas av de ökade kostnaderna för tillverkning och certifiering.

Toyota Mirai som har bränslecell och säljs kommersiellt i världen har "två vätetankar med en treskiktsstruktur gjord av kolfiberarmerad plast bestående av nylon 6 från Ube Industries och andra material. Tankarna lagrar väte på 70 MPa och har en sammanlagd vikt på 87,5 kg och 5 kg kapacitet."



Även om man antar att lättviktstankar kan utvecklas, betyder volymdensitetsfrågan att vätgasframdrivning - åtminstone för nära till medellång sikt - är bäst lämpad för mindre regionala, kort- och medelstora flygplan. Även om vätebränsle är tekniskt genomförbart för flygplan med längre räckvidd, kommer bränsletankarnas storlek att resultera i mycket längre eller större flygkroppar, vilket resulterar i kostnader så mycket som 50% högre per passagerare. På längre sikt är det emellertid möjligt att nya volymetriskt effektiva flygplanskonstruktioner och övergång till kryogent flytande väte som på många rymdraketer, skulle göra det möjligt att överväga väte för framtida applikationer med lång räckvidd.

För ett Airbus A320 / Boeing 737-flygplan som flyger på typiska distanser upp till 2 000 km skulle frågan om bränslevolym kunna hanteras genom att sträcka flygkroppen för att rymma LH 2- tankar bakom passagerarkabinen. Elkraft skulle tillhandahållas av ett hybridssystem som

kombinerar vätebrännande turbinmotorer, som är dimensionerade för start och stigning, med en 11-megawatt bränslecell för att generera huvuddelen av kraften för flygningen, som en mycket kraftfull APU.

Ett avancerat alternativ för pendlare och regionala flygplan skulle vara bränsleceller, som driver ett distribuerat framdrivningssystem av elektriskt drivna propellrar. Detta alternativ skulle dock inte uppfylla energikraven för medel- och långdistansflygplan. Tills "Blended Wing-body" BWB och andra alternativa konfigurationer blir tillgängliga kommer de mest realistiska lösningarna vara att fortsätta utvecklingen av befintliga flygplan. I dessa skulle stora turbofläktmotorer anpassas för att bränna vätgas.

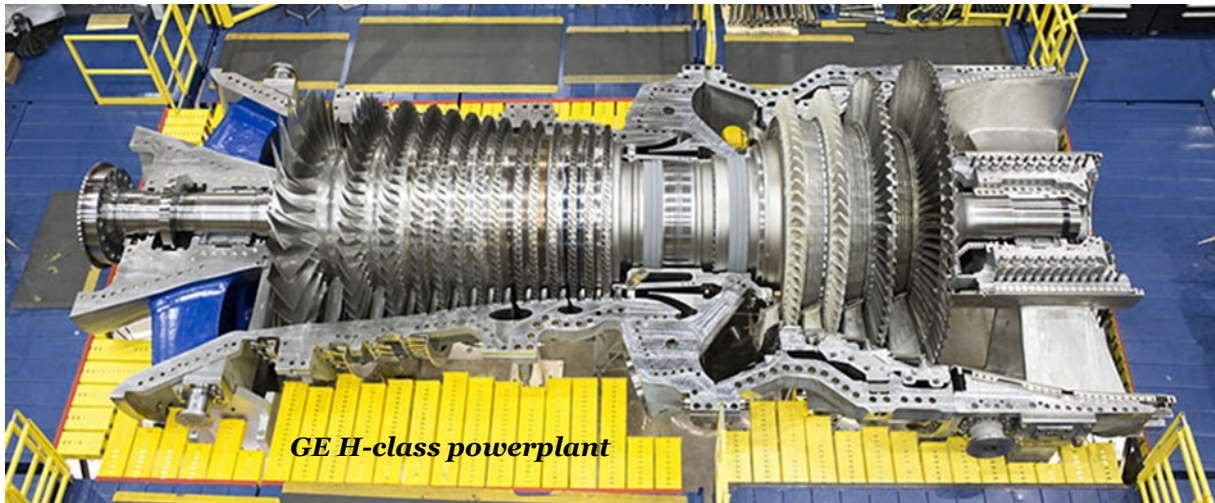


### Kan gasturbiner köras på vätgasbränsle?

Vätskeraketmotorer har länge använt flytande syre LOX och flytande väte LH2 för att få hög effekt ur raket. Väte som förbränns i syre "knallgas" har en hög flamhastighet och hög förbränningstemperatur. Den första tyska gasturbinen kördes faktiskt initialt på vätgas för att vara säker på att den skulle tända. Jetbränsle är normalt mycket lågt beskattat via multilaterala överenskommelser och planen kan med lätthet tankas upp på flygplatser där bränslet är billigast.

Gasturbiner har nästan 30 års erfarenhet av en mängd olika bränslen som innehåller väte, totalt över 6 miljoner drifttimmar som vätedrivna turbiner med koncentrationer från 5% till 95% (i volym). Detta omfattar syntesgas (syngas), en mängd olika stålverksgaser (dvs. koksugngas och masugngas) och raffinaderigaser. Denna erfarenhet har hjälpt till att bli en av världens ledande inom tillämpningen av bränslen som innehåller väte i gasturbiner.

Användningen av vätgas som gasturbinbränsle har visats kommersiellt, men det finns skillnader mellan naturgas och väte som måste beaktas för att korrekt och säkert använda väte i en gasturbin. Förutom skillnader i förbränningsegenskaperna hos dessa bränslen måste effekterna på alla gasturbinsystem och den totala balansen i anläggningen beaktas. I ett kraftverk med en eller flera vätgasdrivna turbiner kan det behövas förändringar i bränsletillbehör, botten-cykelkomponenter och anläggningssäkerhetssystem. En bred fälderfarenhet gör det möjligt för ingenjörer att förstå effekten av att använda väte som gasturbinbränsle.



**GE H-class powerplant**

Eftersom gasturbiner i sig är bränsleflexibla kan de konfigureras för att fungera på grönt väte eller liknande bränslen som en ny enhet, eller uppgraderas även efter införandet av modifieringar på traditionella bränslen. Omfattningen av de ändringar som krävs för att konfigurera en gasturbin för att fungera på vätgas beror på gasturbins ursprungliga konfiguration och den totala balansen i anläggningen, liksom den önskade vätekonzentrationen i bränslet.

Vätagasdrivna turbiner kan också spela en stor roll i världens ansträngningar att minska koldioxidutsläppen. Om man blandar väte med naturgas till dessa turbiner, kan man ta bort en rejäl bit av koldioxidutsläppen. Till exempel kan en 5 procent blandning av väte i naturgas till GE's 9F.03 gasturbin minska de årliga CO<sub>2</sub>-utsläppen med nästan 19000 ton. En 50 procent blandning sparar 281000 ton, medan en 95 procent blandning minskar CO<sub>2</sub>-utsläppen med jättestora 1,04 miljoner ton. Det motsvarar det årliga koldioxidavtrycket av nästan 70000 amerikaner. Skönheten i dessa turbiner är deras bränsleflexibilitet.

En gasturbin som går på vätgas bränner en del av luftens syre och resten av luften främst kvävgas åker med och kan vid höga temperaturer bilda kväveoxider "NOX" som inte är önskvärda. Detta ställer krav på brännkammarens utformning och att tiden som luften är i den heta lågan minimeras, då hinner inte så mycket NOX bildas.

Det finns förstås många problem. Val måste göras som kan forma framtiden för industrin - mellan gasformigt och flytande väte samt mellan bränsleceller och turbinmotorer, bland annat. Varje beslut kommer att få konsekvenser både för flygplan och för hela ekosystemet - från flygplatser till flygledningstjänst (ATM). Mycket beror på infrastrukturutvecklingen för väte till bilar. Drift av flygplan med väte kommer att gynnas av teknikens mognad inom fordonsindustrin där Toyota producerar Mirai med elmotor på 154 hk (113kW), BMW och andra har jobbat längre med väte, Mercedes Lastbilar fick en ny partner i Volvo Lastvagnar som köpt in sig i Mercedes bränslecellsutveckling.

Man kan använda flytande vätgas som flygbränsle som då är mycket kallt och det medför sina problem, men då planet nått sin flyghöjd på 10 000 m är omgivningen kall ca: -50C. Den vätgas, som kokar av från LH<sub>2</sub>, används som bränsle till motorerna. Detta medför om man tankar på backen att planet bör starta direkt efter tankning för att minska förlusterna av



**Toyota Mirai**



**Bränslecell och vätgastank**

H<sub>2</sub> om motorerna inte hinner svälja all vätgas som kokar upp från tankarna ihop med flytande bränsle i speciella pumpar som klarar att mata en gas/vätskeblandning till insprutningstryck. Man kan då förgasa den trycksatta LH<sub>2</sub> genom att använda den till att kyla kompressorluften och därmed minska kompressorarbetet (dvs. höja verkningsgraden) samt om luften in till brännkammaren är kallare kan man öka effekten på motorn eller ha en lägre turbininloppstemperatur och därmed öka livslängden på de dyraste delarna i motorn, "Brännkammare, Turbin inloppsledskenor, HPT blad stg 1 och stg 2, HPT ledskenor, HPT tätningssegment, HPT turbin-skivor och dess roterande tätningar" samt möjliggöra tillverkning av dessa detaljer i billigare material. Det kan bli avgörande för tillverkning av "Loyal wingmen" motorer som måste ha ett lågt pris och tillräcklig dragkraft. Med LH<sub>2</sub> kan man då minska volymen på tankarna jämfört med komprimerad H<sub>2</sub> gas och efter landning snabbt suga ur kvarvarande mix av H<sub>2</sub> och LH<sub>2</sub>.





**“September 27, 2019 - Mercedes-Benz GLC F-CELL (viktad vätgasförbrukning: 0,91 kg/100 km, viktade CO<sub>2</sub>-utsläpp: 0 g/km, viktad strömförbrukning: 18 kWh/100 km) är en mycket speciell plug-in hybrid, eftersom den drivs med en bränslecell och batteriteknik. ”**

Det finns två spinnisomerer av väte; flytande väte består av 99,79% parahydrogen och 0,21% ortoglad. H<sub>2</sub> måste kylas till 20,28 K (−252,87 °C). En vanlig metod för att erhålla flytande väte innebär en kompressor som liknar en jetmotor i både utseende och princip. Flytande kan LH<sub>2</sub> upprätthållas som en vätska i trycksatta och termiskt isolerade behållare.

Man är begränsad i materialval då vissa metaller blir vätesprödkänsliga när vätet diffunderar in i metallen och ansamlas vid lokal uppvärmning tex. slipning då det vandrar till korngränserna där en ansamling av väteatomer gör metallen spröd. Detta är ett vanligt problem på HSS stål "High Strength Steel" som används tex. i flygplans landställ. Dock är LH<sub>2</sub> ännu mera kostsamt än komprimerad H<sub>2</sub> och är då en ännu större möjlig intäktskälla för de som hanterar bränsle och processar det på flygplatser.

När det gäller bränslecell eller turbinmotor, så är bränslecellens effektivitet 55-60% jämfört med gasturbinens 40-50%. Dock väger en bränslecell mycket mera per utvecklad effekt. En bränslecell skulle alltså vara det bästa alternativet för att minska ett mindre flygplans klimatpåverkan då det kan ta vikten av bränslecells stackarna för önskad effekt. Vattenånga, som släpps ut från en bränslecell, är svalare

och helt kontrollerbar inuti flygplanet. Det kan konditioneras beroende på tillståndet i den atmosfär som flygplanet flyger i. Detta för minimering av ångstrimmor som främst är små sotpartiklar där luftens vattenånga fälls ut, så det är vattenången man ser. Dock med många flygplan över samma område kan mängden ångstrimmor bli mycket störande som tex. över vissa delar av Alperna.

Sammanfattningsvis kan det vara ekonomiskt och tekniskt genomförbart att använda LH<sub>2</sub> i flygplan i A321- eller 737-10-storlek med en passagerarkabin som är mindre såsom i A320 eller 737-8, upp till viss räckvidd men skalningseffekterna gör detta allt mer utmanande med större flygplan som A350 eller 787 som flyger längre sträckor. Bränsletankteknologi är därför en kritisk faktor som styr hastigheten och utsträckningen i vilken väte kommer att användas. Man kan notera att den senaste NASA raketens SLS "Space Launch System" LH<sub>2</sub> och LOX bränsletankar är tillverkade i Al-Li och friktionssvetsade med ESAB robotsvetsar i en specialrigg i New Orleans. Al-Li är på väg som strukturmateriäl i civila flygplan 777-9 och friktions-svetsning "Friction Stir Welding" som använder ett verktyg att välla ihop delarna. Verktyget roterar över svetsfogen under tryck så att materialen mjuknar och välls ihop.

"Svetsningen är klar på den största delen av grundsteget, som ska ge bränsle för den första flygningen av NASA: s nya raket, Space Launch System, med Orion rymdfarkosten 2018. Grundstegets flytande vätetank har svetsats på Vertical Assembly Center vid NASA: s Michoud Assembly Facility i New Orleans. Den flytande vätetanken är mer än 30 meter hög och är den största kryogena bränsletanken för en raket i världen. Den flytande vätetanken och flytande syretanken är en del av grundsteget - "rygggraden" i SLS-raket, som kommer att bli mer än 200 meter hög. Tillsammans kommer tankarna att hålla 733000 liter drivmedel och mata farkostens fyra RS-25 motorer för att producera totalt 2 miljoner pund dragkraft. Detta är den andra stora delen av grundstegets flygande hårdvara att svetsas på Vertical Assembly Center. Den centrala etappen avslutade svetsning i april. Mer än 2,7 miles av svetsar har slutförts för grundstegets hårdvara på Michoud."





## EU-försvar efter Corona

Under de senaste sex åren har flera försvarsinitiativ tagits fram av det europeiska ledarskapet i Bryssel. Dessa europeiska mekanismer för försvarssamarbete har varit långsamma att få igång, men de uppmuntrar till mer sammanslagning och delning av tillgångar, stärker forskning och utveckling och uppmuntrar länder med liknande behov att arbeta tillsammans. Nu kan COVID-19 ge en möjlighet att använda europeiska försvarsanslag för att stimulera ekonomin.

[Av Week: EU Initiatives Could Bolster European Defense Post-COVID](#)  
[A Closer Look At European Aerospace And Defense Programs](#)

Europeiska Försvarsbyrån (EDA) och initiativ som Europeiska Försvarsfonden (EDF), Permanent Strukturerat Samarbete (PESCO), Förberedande Åtgärder för Försvarsforskning (PADR) och European Defense Industrial Development Programme (EDIDP) har skapats inom EU och kommissionen och uppmanar EU:s medlemsländer att ta mer hand om sin egen säkerhet och vara mindre beroende av USA. Initiativen leder till nya partnerskap, som skulle ha varit osannolika tidigare, i syfte att fylla kapacitetsgap som ingen europeisk nation ensam kan klara.

Den stora frågan är om regeringar kan övervinna nationalistiska tendenser och vara mer villiga att samarbeta. Och i så fall kommer projekten att producera något konkret?

Det europeiska försvarssamarbetet har funnits i olika former i årtionden till exempel genom utvecklingen av Tornado av Tyskland, Italien och Storbritannien, det fransk-tyska arbetet med C-160 Transall och MBDA Meteor-missilen mellan Tyskland, Italien, Frankrike, Sverige och Storbritannien.

Skillnaden den här gången är att sådana projekt initierades av nationella regeringar, men den nya vågen av samarbete stimuleras centralt med EU-pengar för att förbättra samordningen mellan nationerna i ett försök att förändra uppfattningen att sådana samarbeten ibland är för kostsamma och ineffektiva. De gemensamma ansträngningarna tillämpas nu på ett stort antal program, stora och små, och inte bara för dem som anses besvärliga eller komplicerade.

Behovet av ett djupare europeiskt försvarssamarbete kom upp under åren efter bankkrisen 2008 då den djupa ekonomiska nedgången fick många europeiska regeringar att anta åtstramningsbudgetar och införa stora nedskärningar i de offentliga utgifterna. Budgetarna i några av de mindre länderna minskades med så mycket som 30%, enligt forskning från det tyska rådet för utrikesrelationer. Sammantaget reducerades EU:s försvarsutgifter under åren efter 2008 med cirka 24 miljarder euro - motsva-



rande cirka 11% av totalen.

Det tog tid för försvarsutgifterna hos Nato: s europeiska medlemmar att återhämta sig till nivån före den finansiella krisen 2008. När allierade flygplan började flyga uppdrag över Libyen 2011, saknade de flygtankning, elektronisk krigföring och underrättelsekapacitet, övervakning och förmågan att hitta mål och måste förlita sig starkt på amerikanska tillgångar som Washington var motvilligt att tillhandahålla.

Man började inse läget när den europeiska säkerhetssituationen försämrades snabbt. Den arabiska våren, som hade orsakat kollaps av Muammar Ghaddafi-regeringen i Libyen, fortsatte att rulla genom Nordafrika och Mellanöstern och orsakade instabilitet vid Medelhavets kuster. Den följdes snabbt 2014 av de ryskstödda upproren i Östra Ukraina och Moskvans annektering av Krim. Denna rad av händelser visade för de europeiska ledarna att de behövde samla sig till handling.

Sedan kom dessutom den amerikanske presidenten Donald Trumps klagan att flera Nato-medlemmar inte uppfyllde alliansens mål för försvarsutgifter på 2% av BNP. Trump väckte tvivel om USA:s åtagande till Natos artikel 5, där det sägs att en attack på en allierad är en attack på alla. Den chocken har lett till en strävan att modernisera den europeiska kapaciteten.

Storbritanniens avgång från EU gav också kommissionen möjlighet att tala för ett förstärkt försvarssamarbete. London hade länge motsatt sig sådana försök. Den brittiska linjen var alltid att EU inte skulle utveckla kapaciteter som skulle kunna vara en duplicering av Nato.

Hösten 2016 uppmanade EU-kommissionens ordförande Jean-Claude Juncker EU:s medlemsländer att inte lita på andras militära makt.

Enligt kommissionen kostar bristen på försvarssamarbete mellan medlemsstaterna mellan 25-100 miljarder euro på grund av dubbelarbete. Den noterar också att 80% av upphandlingarna och 90% av forskningen och tekniken endast drivs på nationell basis. Ett förbättrat samarbete mellan medlemsstaterna skulle kunna minska de årliga försvarsutgifterna i Europa med 30% genom att samla upphandlingar.

Junkers ord följdes upp ett år senare med bildandet av Europeiska Försvarsfonden för gemensam forskning och utveckling av försvarsprojekt. EDF inrättades för att stimulera gemensamma utvecklingsprojekt och tillhandahålla samfinansiering. Detta föregicks av PADR och EDIDP, en serie förberedande program som banade väg för EDF.

## EU-försvar efter Corona

Dessa program började sättas i verket då kommissionen tillkännagav 205 miljoner euro i finansiering för att stödja 16 PADR- och EDIDP-initiativ. Projekten inkluderar utveckling av ett lågobserverbart taktiskt obemannat flygplanssystem, forskning om satelliter för observation med hög upplösning och studier av ett landbaserat missilsystem bortom synfältet.

Europeiska försvarsbyrån EDA identifierade behovet av ökad europeisk kapacitet för lufttankning under 2012, vilket resulterade i skapandet av den multinationella tanknings och transportflottan MRTT, utrustad med Airbus A330. Inom MRTT kommer sex nationer - Belgien, Tjeckien, Tyskland, Luxemburg, Nederländerna och Norge - att tillsammans driva en flotta av Airbus A330 MRTT tankningsflygplan.

A330 MRTT kan bära upp till 111 ton bränsle, den högsta kapaciteten för något tankflygplan. Efter mer än åtta års utveckling har initiativet från EDA ökat antalet tankflygplan tillgängliga för europeiska länder med regeringar som betalar för flygtimmar på årsbasis. Det första av planen levererades till Nederländerna i början av juli. MRTT har option på ytterligare tre A330, om fler länder utöver de befintliga sex vill gå med i programmet.

Det har också skett ett samarbete i demonstrationer av obemannade system och sensorteknik för ökad maritim medvetenhet genom Ocean2020-projektet, ett PADR-initiativ för integration av kunskande och ny teknik för obemannade system. Samarbetet inkluderar femton länder över hela Europa.

Den fransk-tyska, italienska och spanska EuroDrone är ett av de planerade programmen, som får stöd från Europeiska försvarsfonden. 2015 inledde Frankrike, Tyskland och Italien en studie under två år, tillsammans med Spanien, för att definiera dess operativa kapacitet, systemkrav och preliminära design.

Airbus, Dassault Aviation och Leonardo avslöjade en fullskalig mockup vid ILA Berlin Air Show i april 2018. Den första flygningen är planerad till 2024 och de första leveranserna 2027. Uppdraget är långvarig underrättelsetjänst, övervakning och rekognose-



ring samt markstöd med precisionsstyrda vapen. Det tvåmotoriga turbopropplanet har motorerna monterade i en pusherkonfiguration bakom vingen.

Direkt stöd planeras också utöver EuroDrone för programmet European Secure Software-Defined Radio (ESSOR), som är ett samarbetsprojekt för utveckling av gemensam teknik för europeiska militära programvarudefinierade radiosystem. Det ska garantera driftskompatibilitet och säkerhet för röst- och data-

kommunikation mellan EU-styrkor i gemensamma operationer.

Vissa av PADR- och EDIDP-initiativen är kopplade till det andra stora initiativet, PESCO. Det finns för närvarande cirka 47 PESCO-projekt som stöds av 25 medlemsländer. Flera av projekten är flyg-relaterade program. PESCO tillkännagav t ex 2019 sitt beslut att samarbeta i att utveckla flera militära rymdprojekt för att förbättra försvaret och säkerheten i EU:s medlemsländer.



## EU-försvar efter Corona

De tre militära rymdprojekten under PESCO inkluderar Twister, ett rymdbaserat tidigt varningssystem för ballistiska missiler, militär användning av Galileos globala navigationssatellitssystem (GNSS) och militära rymdsituationsmedvetenhetsprojekt (SSA).

Twister, som leds av Frankrike och stöttas av Finland, Italien, Nederländerna och Spanien, skall utveckla en förmåga att spåra och motverka nya hot, inklusive hypersoniska glidmissiler och supersoniska kryssningsmissiler.

För närvarande är det bara en handfull europeiska länder som kan motverka ballistiska missiler, inklusive europeiska användare av Raytheon Patriot (Tyskland, Grekland, Nederländerna och Spanien), såväl som Frankrike och Italien med Eurosam SAMP/T. Inget av dessa system är redo att ta itu med den nya generationen hot som kommer från Ryssland och Kina, inklusive hypersoniska glidmissiler, hypersoniska och hög-supersoniska kryssningsmissiler och manövrerbara nästa generations stridsflygplan.

Den europeiska missiltillverkaren MBDA har visat en Twister-missil, som är tydligt utrustad med luftintag, vilket innebär användning av en ramjet som på Meteor. En ramjet ger inte bara mer räckvidd och hastighet, utan också mer energi i de sista stadierna av ett engagemang mot hypersoniska glidfarkoster och andra manövrerbara missiler.

Ett annat projekt är Airborne Electronic Attack, under ledning av Spanien med stöd från Frankrike och Sverige, som innebär gemensam utveckling av en podmonterad elektronisk attack- och motverkanskapacitet för stridsflygplan.

European High Atmosphere Airship Platform, ett PESCO-projekt baserat på Thales Alenia Space's Stratobus, är ett solenergidrivet luftskepp för drift i stratosfären. Projektet syftar till att utveckla en kostnadseffektiv och innovativ ballongbaserad spaningsplattform med stor uthållighet och en hög grad av rörelsefrihet.

Satelliter är dyra att bygga och placera i bana och förändringar i banan tår på deras extremt begränsade bränslemängd. Atmosfäriska satelliter flyger mycket långsammare och är avsedda att tillhandahålla en rad tjänster mer ekonomiskt och med mer mångsidig-



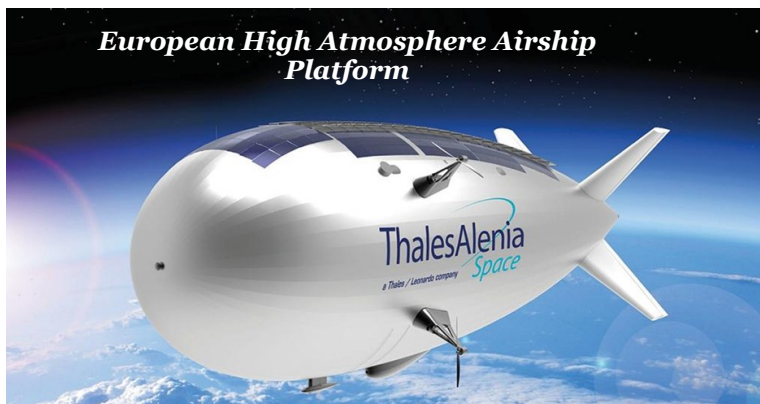
het än satelliter. Driftshöjder förväntas vara i tropopausen - över ungefär 20 km - där vindar i allmänhet är mindre än 5 knop och molnen inte blockerar solljus.

USA kan ha blivit oroad över de långsiktiga målen för EDF och PESCO och har misstänkt att PESCO-initiativ skulle förhindra den amerikanska industrin från att bedriva affärer i Europa. EU undersöker för närvarande om tredjeländer - icke-EU-länder - kan få åtkomst till PESCO- och EDF-initiativ. De ursprungliga förslagen för att möjliggöra tredje nationers tillgång har mottagits positivt av vissa medlemsstater, men diskussionerna ingår i överläggningar om nästa EU-budget.

EU-ledda samarbeten är inte heller de enda, som äger rum. Två nya stridsflygprogram har tagit form under de senaste tre åren. Frankrike, Tyskland och Spanien arbetar med Future Combat Air System (FCAS) medan Storbritannien leder sitt Tempest-projekt med Italien och Sverige. Sådana flaggskeppsprogram kan ha en strukturerande effekt på försvarsindustrin.

Förhoppningar från industrin att de två projekten kan kombineras kan vara önsketänkande. Det måste ske inom 18-24 månader innan för många beslut om vart och ett av projekten slutförs. FCAS föddes ur franska och tyska ambitioner att bli pelare i europeiskt försvar. Med Spaniens inträde i initiativet kommer programmet sannolikt att vara berättigat till stöd från EDF i framtiden. Det kan tänkas att även Tempest kan dra nytta av sådan finansiering om EU tillåter så kallade tredje länder.

Hur försvarssamarbetet utvecklas beror sannolikt på hur nationer kommer ut från COVID-19-pandemin och om de väljer att göra nedskärningar som 2008 eller återuppliva sina ekonomier med finanspolitisk stimulans. Mycket talar för det senare. Inga av de säkerhetsproblem som fanns tidigare har ju försvunnit. I maj skrev också försvarsministrarna i de fyra stora EU-länderna - Frankrike, Tyskland, Italien och Spanien - till europeiska ledare och uppmanade dem att stärka samarbetet genom ansträngningar som PESCO. Tiden efter COVID-19 kan ge en möjlighet att använda europeiska försvarsanslag för att stimulera ekonomin.

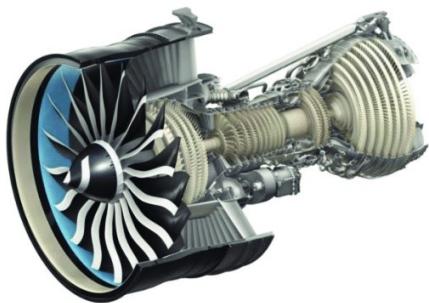




## Teknologier som formar framtiden

På längre sikt kommer luftfartens framtid, liksom tidigare, att bero på tekniska innovationer. På alla områden – flygplan, motorer, flygledning – måste forskning och innovation intensifieras för att snabbt möta de utmaningar som luftfarten möter efter krisen när det gäller ekologi, hälsa och säkerhet. Det kommer att behövas ett stort offentligt stöd för att finansiera denna forsknings- och innovationspolitik. Men teknologier finns som kan forma framtiden.

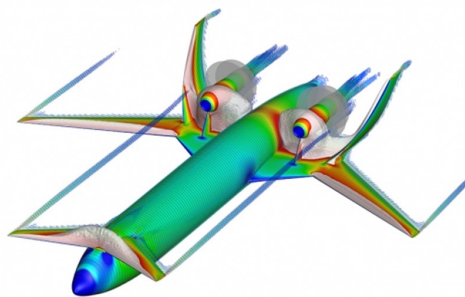
### Nya motorer



Turbofläktmotorer för kommersiella flygplan blir allt större. Större fläktar innebär större effektivitet och lägre bränsleförbrukning. I motorer, som kommer i tjänst i början av 2020-talet kommer 15-20 gånger så mycket luft att gå genom fläkten som genom själva motorn jämfört med 10-12,5 för nuvarande motorer. Deras ökade storlek kommer att tvinga fram förändringar i vingar och landningsställ och även i motorinfästningar och eventuellt också i själva flygplanets utformning.

Kraven på lägre bränsleförbrukning kommer att driva fram allt större fläktar, men i slutändan kommer fläkthusens luftmotstånd och vikt att sätta en gräns för deras dimensioner. Öppen-rotormotorer förblir ett alternativ för att minska bränsleförbrukning och utsläpp, men problem med buller och säkerhet av öppna rotorerna måste lösas och det arbetet fortsätter. En annan utveckling går mot anpassningsbara motorer med variabel cykel. Där en turbofläkt har två luftströmmar, en som strömmar genom och en som går förbi kärnan, har en variabel cykel tre. Fläkten kan anpassa sig för att pumpa mer luft genom kärnan för högre dragkraft eller förbi den för högre effektivitet och lägre bränsleförbrukning.

### Bättre aerodynamik



Flygplans aerodynamik har förbättrats kontinuerligt men sällan dramatiskt. Sökandet efter lägre bränsleförbrukning kan emellertid leda till betydande förändringar i aerodynamisk design inklusive smala, flexibla vingar, naturligt laminärt flöde, aktiv flödeskontroll och okonventionella konfi-

gurationer.

Aktiv flödeskontroll kan öka start- och landningsprestanda, minska buller och öka rodereffektiviteten för en mindre stjärt. Laminärt flöde minskar luftmotståndet, men kräver vingar med snäva toleranser, som är svåra att uppnå vid tillverkning, och släta ytor, som är svåra att hålla fria från föroreningar under drift. Nya sätt att tillverka och underhålla laminära vingar kan komma senast 2030.

Mer smala och flexibla vingar reducerar motstånd och vikt men kräver ny struktur- och kontrollteknik för att undvika fladder. Tekniker under utveckling inkluderar konstruktioner med riktade kompositer eller metallisk 3D-skrivning och aktiv kontroll av vingens rörliga delar för att lindra manöver- och vindbelastningar och undertrycka fladder. Vilda gäss flyger som bekant i V-formation. Försök görs att låta flygplan använda samma metod för att spara energi. Det kräver en mer avancerad styrteknik än idag men en sådan är på väg som ett resultat av militära forskningsprogram. Nästa generation stridsflygplan, planerad att gå i tjänst i USA och Europa 2030-40, tros bli en bemannad fighter som kontrollerar en flock av samarbetande s k "loyal wingmen".

### Nya former

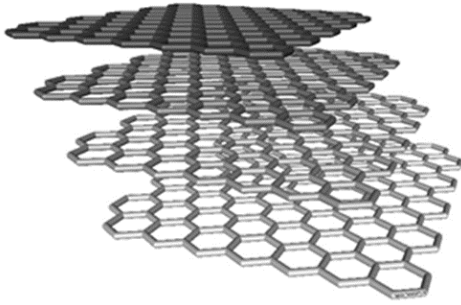


Forskare studerar alternativa placeringar av motorerna, som tillåter större dimensioner - över vingen och på stjärten - där flygkroppen ger en viss avskärmning av fläkt- och / eller jetbuller. Motorer i stjärten matar in energi i flygplanets vak för att minska motståndet. Bakmonterade motorer skulle också möjliggöra en ren vinge för att reducera laminärt flöde. En annan variant av dagens layout är att öka spännvidden för lägre motstånd.

Ändå mer okonventionell är den blandade eller hybrida vingkroppen (BWB / HWB), en flygande vinge med ökad aerodynamisk och strukturell effektivitet. Vissa är fortfarande skeptiska till dess lämplighet för passagerare, men HWB är en lovande fraktkonfiguration. Turbofläktar, öppna rotorerna eller distribuerade framdrivare kan monteras ovanför flygkroppen, som med sin bredd ger betydande skärmning.

## Teknologier som formar framtiden

### Nya material



Lägre vikt leder direkt till lägre bränsleförbrukning. Flera nya material har införts under det senaste decenniet, som förändrar flygplanens konstruktion. Boeing revolutionerade kommersiella flygplan med 787 Dreamliner, vars kropp består av ungefär 50% kolfiber och andra kompositmaterial. Kompositmaterial erbjuder stora fördelar jämfört med traditionella komponenter tillverkade av rostfritt stål, aluminium och titan. Det inkluderar viktminskning, förbättrad korrosionsbeständighet och förbättrade mekaniska egenskaper.

En ny spännande utveckling är nanomaterial som grafen. Grafen är ett extremt tunt material, som används som beläggning på andra material och som ger utmärkt korrosionsbeständighet och elektrisk ledningsförmåga. Potentiella tillämpningar för grafen inom flygindustrin inkluderar beläggningar av elektriska komponenter för avsevärt förbättrad användbar livslängd och ytbeläggningar, som kan användas för att avisa plan snabbt genom elektrisk transmission.

Kolfiberkompositer har minskat vikten och ökat flygplanens prestanda men har gjort dem svårare att producera. Automation och automatiserad fiberplacering är en viktig drivkraft. Tillverkarna vill bli av med dyra verktyg, som är flaskhalsar i produktionen som de autoklaver, som nu används för härdning. Ett nästa steg, redan taget på kolfibervingen i Bombardiers C-serie, är att lägga upp torr fiber, som sedan injiceras med harts under härdning. Torr fiber kräver inte temperaturkontrollerad lagring och kan användas för att göra komplexa förformer som sedan formas med hartsöverföring.

### Additiv tillverkningsteknik



Ny tillverkningsteknik kan bidra till lättare flygplan och mindre bränsleförbrukning, men kan framförallt spara material och energi i produktionen av flygplan. Tillsatstillverkning eller additiv tillverkning, även känd som 3D-

utskrift, har ökat snabbt de senaste tio åren. Vid tillsatstillverkning skrivs en komponent ut genom att lägga hundratals och tusentals tunna lager tills en tredimensionell komponent växer fram. Metoden används nu för tillverkning av flyg- och rymdkomponenter i ett brett spektrum av material inklusive metaller och polymerer. Tillsatstillverkning gör det möjligt att skapa extremt komplexa delar, som inte kan tillverkas med traditionella metoder. Dessa komplexa delar kan leda till viktminskning, förbättring av prestanda och lägre bränsleförbrukning.

3D-utskrift är redan etablerad inom flygindustrin för att snabbt göra prototyper och delar med låg hållfasthet i polymerer, men den verkliga tillväxten kommer med metalltillverkning. Nu tar man bort mycket metall vid tillverkningen och 3D-utskrift lovar dramatiska minskningar av vikten av råmaterialet jämfört med den färdiga delen.

Tillsatstillverkning gör det möjligt att optimera konstruktioner för att använda mindre material för lägre kostnad och vikt. Med tiden kommer det att göra det möjligt att styra materialets mikrostruktur för att maximera dess prestanda. Så småningom tillåter det helt nya material att användas.

### Bättre flygledning



Flygtrafiken i Europa har ökat stadigt de senaste åren. Dagligen rör sig mer än 30 000 flygplan över Europa och trafiken är starkt koncentrerad till vissa områden. Det ökande flygandet har lett till ett allt trängre luftrum över Centraleuropa vilket i sin tur resulterar i ökade förseningar och krokiga flygvägar.

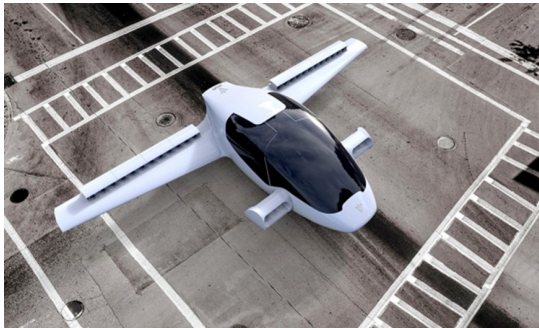
1,3 miljoner av de flyg som försenades under 2018 berodde på orsaker som skedde under resans gång, där den enskilt största faktorn var ett fullt luftrum. Förseningar av den typen ledde under 2017 till en utsläppsökning på omkring sex procent, vilket framkommer i en rapport framställd av bland annat Europeiska miljöbyrån.

Den europeiska flygkontrollmyndigheten Eurocontrol och EU vill gärna centralisera flygledningen men många länder sätter sig mot detta på grund av egna intressen. Men skulle det centraliseras så skulle det ge rakare flygvägar, mindre förseningar och därmed mindre utsläpp.



## Teknologier som formar framtiden

### Autonoma flygplan



Framstegen med förarlös bilteknologi har återupplivat gamla förhoppningar om flygande bilar som ett alternativ till vägtransporter, särskilt i tätastadsområden. Sådan obemannad luftfart förväntas vara ledande när det gäller att utveckla nödvändig automatiserad flygkontroll och lufttrumshanteringsteknologi, tillsammans med sensorer och algoritmer för att autonomt undvika faror och kollisioner med andra flygplan.

Flera nystartade företag i Silicon Valley och på andra håll har börjat utveckla fordon som är inriktade på "on-demand mobilitet" -marknaden där elektrisk framdrivning, autonomi, kommunikation och perceptionsteknologi konvergerar.

Långsiktiga sensorer och system som utvecklats för att möjliggöra för obemannade flygplan att autonomt upptäcka och undvika annan trafik förväntas hitta vägen till flygdäcken på bemannade flygplan för att hjälpa piloter att arbeta i det allt mer komplexa och mångsidiga framtida lufttrummet även om helt autonoma personbärande flygplan säkert har betydande acceptans- och certifieringshinder att övervinna. Fullt genomförd autonomi skulle dock kunna medföra att hela världens lufttrum optimerades för att minimera utsläpp. Frågan är förstås vad som skulle hända om ett sådant system kraschade.

### Elektrisk framdrivning



Fortfarande i sin barndom tilldrar sig elektrisk framdrivning intresse och skepsis i lika stora mängder. Solar Impulse 2, ett plan helt drivet av solenergi, avslutade 2016 en resa runt jorden. Det flög cirka 550 timmar, varav några ägde rum under natten med batterier, som drevs under dagen av solceller monterade på planets yta. Solar Impulse 2 visar vad som kan göras med förnybar energi. Helt elektrisk framdrivning är redan möjlig för lätta flygplan med dagens litiumjonbatterier, men större flygplan kommer troligen att ha hybridframdrivning med turboelektriska generatorer, som driver distribuerade fläktar via

kryogent kyllda supraleddande system.

Helt elektriska tvåsitsiga skolflygplan finns redan på marknaden. Hybridelektriska med fyra sittplatser är vid horisonten. Under 2020-talet kanske man kommer att se små passagerarflygplan med ett tiotal passagerare till små avlägsna samhällen. Med betydande förbättringar av batteritekniken kan flygplan för kortare distanser med mindre än hundra passagerare kanske komma före år 2050.

En fördel är buller. En elmotor är tystare än en motor som förbränner bränsle. Medan elektricitet ger en väg till nollutsläpp med förnybara energikällor, möjliggör den också nya flygplanskonfigurationer med distribuerad framdrivning kopplad till aerodynamik där multirotor elektriska framdrivare matar in energi i gränsskikt och vakar för att minska dragkraften.



### Biobränslen eller väte?

För stora flygplan tycks det för närvarande inte finnas något alternativ till bränslen. Det krävs idag trettio kilo batteri för att lagra energin i ett kilo flygbränsle. Väte som bränsle har många fördelar. Det ger inga utsläpp av koldioxid. Energirikt och lätt att tillverka, har det ändå inte lyckats ta fart av många skäl främst kanske för att den låga tätheten kräver ungefär fyra gånger volymen av jetbränsle för att bära samma energi ombord.

För widebody långdistansflygplan, är det mest lämpliga alternativet snarare syntetiska bränslen. Frågan är då om bränslet kan framställas på ett mer miljövänligt sätt än idag. Om det framställs från olja ur marken lämnar det vid sin förbränning ett tillskott av koldioxid till atmosfären. Växter tar emellertid upp koldioxid, skiljer ut kolet och lämnar ifrån sig syret. Genom att använda bränslen gjorda på växter kan man få koldioxiden, som bildas vid förbränningen att tas upp av växterna istället för av atmosfären. Det bör dock påpekas att det tar trettio till femtio år för koldioxiden att återvända till växterna och under tiden kommer den att fortsätta att öka i atmosfären.

Tyvärr kräver också växter mycket mark för att odlas. Alger erbjuder här fördelar eftersom de växer tio gånger snabbare än markväxter och de ger fyrtio gånger mer användbara lipider (olja) per hektar odling. De kan odlas i avloppsvatten eller havsvatten snarare än åkermark. Därför konkurrerar alger inte med matgrödor.

Men syntetiska flygbränslen kan också göras genom att kombinera väte från vatten och kol från koldioxiden, som vi så förtänksamt har släppt ut i atmosfären. När vätet produceras med förnybar el och koldioxiden fås via direkt luftfångstteknologi driven av förnybar energi, kan nettoutsläppen av koldioxid närma sig noll. Sådana bränslen produceras redan i pilotskala med höga kostnader. Priset är 2-3 gånger högre än för konventionell fotogen, men kostnaden för att fånga koldioxid från luften, som nu uppskattas till 550 dollar per ton, kan troligen sänkas väsentligt om den tekniken blir vanlig.



## Robotvapnens historia

En robot ibland också kallad missil är ett styrt självgående flygande vapen, som vanligtvis drivs av en jetmotor eller raketmotor. De första markrobotarna utvecklades i Tyskland och sattes in mot Storbritannien under andra världskriget. Senare har utvecklingen letts av Sovjetunionen och USA.



Robotar har fyra systemkomponenter: inriktning eller styrning, flygsystem, motor och stridsspets. De finns i många typer anpassade för olika ändamål: yt-till-yta och luft-till-yta (ballistiska, kryssnings, anti-ship, anti-tank, etc.), yta-till-luft (och anti-ballistiska), luft-till-luft och anti-satellitvapen.

Den vanligaste motortypen är raketer. Även om det kan verka som om raketen är en modern uppfinning, kom den faktiskt till för över tre årtusenden sedan. Raketer idag kan flyga över hela världen och ut i rymden och bära utrustning, satelliter och bomber, men den första raketen bar en särskilt ovanlig passagerare: en träduva. Denna träduva drevs med ånga längs ledningar i södra Italien omkring 400 f.Kr.

Användningen av ånga som drivmedel varade emellertid inte länge för snart utvecklade kineserna krutdrivna raketer. Dessa enkla raketer fungerade genom att man tände på bamburör fyllda med krut, vilket drev raketen framåt. Dessa vapen utvecklades på 1200-talet för att skjutas genom luften under de kinesiska och mongoliska krigen.

På 1600-talet möjliggjorde en mer avancerad kunskap om fysiken en djupare vetenskaplig utforskning av raketer. Under denna tid resulterade framsteg gjorda av en man vid namn William Congreve i användningen av raketer inom den brittiska militären. Detta var dock vapen för korta distanser och utvecklingen av kanonen gjorde dem snart onödiga.

Först fram på 1900-talet återkom raketvapnen. Den första ballistiska roboten var V-2-raketen, som skapades i Nazi-Tyskland under andra världskriget. Den uppfanns av Walter Dornberger och Wernher von Braun och användes första

gången 1944 för att attackera London. Fram till slutet av kriget i Europa sköts över 3000 V-2 raketer mot de allierade städerna. Ett decennium senare hade Sovjetunionen och USA med hjälp av tillfångatagna tyska tekniker utformat interkontinentala ballistiska robotar (ICBM), som kunde nå andra sidan världen.



V-2 avfyras

En "ballistisk" robot måste styras under korta perioder av sin flygning, men den följer främst en ballistisk flygväg. Detta innebär att dess bana påverkas mest av gravitationen. Ballistiska robotar är utformade för att lanseras i så hög vinkel att de lämnar atmosfären innan de återvänder till jorden. Även V-2-raketer nådde randen av rymden.

Det som gjorde V-2-raketen annorlunda än tidigare robotar var att den använde ett flytande bränsle. V-2 hade en tank med mycket kallt, flytande syre för att bränna bränslet. Vätskan som brändes var en blandning av alkohol och vatten.

När andra världskriget var nära sitt slut i Europa, överlämnade sig Wernher von Braun och Walter Dornberger till USA:s militär. Andra ingenjörer som arbetade på V-2-konstruktionen infångades och fördes till USA och Sovjetunionen. Många delar till V-2 samlades också in.

Wernher von Braun, Walter Dornberger och många andra togs till USA i ett uppdrag som hette Operation Paperclip. De sattes i arbete på att utforma robotar och raketer, inklusive dem som kom att användas för NASAs rymdprogram.

## Missilernas historia

Utvecklingen av den ursprungliga tyska V-2 möjliggjorde skapandet av många andra militära robotar, även om dessa vanligtvis är mycket större än den tidigare V-2. Idag används och utvecklas fortfarande raketer kontinuerligt för att utkämpa krig och förstöra mål av intresse.

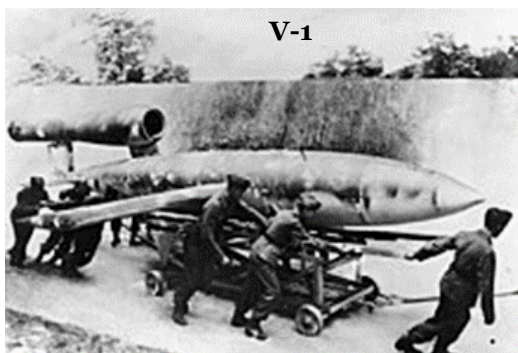
Ballistiska robotar används till stor del för landattacker. Även om de normalt är förknippade med kärnvapen, är vissa konventionellt beväpnade ballistiska robotar i tjänst, såsom MGM-140 ATACMS.

V2 visade att en ballistisk robot kunde leverera en strids-spets till ett mål utan att kunna hindras och införandet av kärnvapen innebar att den kunde vålla stor skada, när den kom fram. Dessa systems noggrannhet var ganska dålig, men efter hand förbättrades det grundläggande tröghetsnavigeringssystemet till en punkt där det kunde användas för styrning av interkontinentala ballistiska robotar över tusentals kilometer.

Idag representerar den ballistiska roboten den enda strategiska avskräckningen i de flesta militära styrkor även om vissa ballistiska robotar är anpassade för konventionella roller, såsom det ryska Nder eller den kinesiska DF-21D anti-ship roboten.

Ballistiska robotar lanseras främst från silos, men också från mobila enheter som fartyg eller ubåtar. Även luftlansering är teoretiskt möjligt som var fallet med amerikanska Skybolt, som var en flygburen ballistisk robot som började utvecklas i slutet på 1950-talet. Tekniska problem i kombination med att andra robotsystem togs i tjänst gjorde att projektet lades ner 1962.

Till skillnad från ballistiska robotar färdas en kryssningsrobot mot sitt mål på låg höjd, oftast med hög hastighet och navigerar på vägen dit. De första kryssningsrobotarna, som användes operationellt, utvecklades av Nazi-Tyskland under andra världskriget. Mest känd av dessa var den flygande bomben V-1, som drevs av en pulsjetmotor och använde en mekanisk autopilot för att hålla sig längs en förut vald rutt. Mindre välkända var en serie anti-ship- och anti-flygplansrobotar, vanligtvis baserad på ett enkelt radiokontrollsystem för operatören. Dessa tidiga system under andra världskriget byggdes dock bara i litet antal.



Kryssningsrobotar kan bäras av fartyg eller flygplan, eller avfyras från marken, och förekommer både försedda med konventionell laddning och som massförstörelsevapen

såsom kärnvapen. Utmärkande för de flesta kryssningsrobotar är lång räckvidd, så lång att de avfyras när målet inte är i sikte. De kan därför inte enbart använda en målsökare för att träffa rätt, vilket förklarar varför någon form av navigering är nödvändig. Om kryssningsroboten faller från ett flygplan faller den ut vingarna, startar motorn och stabiliserar sin flykt på en förinställd höjd över underlaget. Denna höjd är normalt något hundratals meter och följs sedan under hela färden.

V1 bekämpades framgångsrikt under andra världskriget, men det gjorde inte konceptet helt värdelöst. Efter kriget satte USA ut ett litet antal kärnvapenbärande fartygsbase-rade kryssningsrobotar i Tyskland, men dessa ansågs vara av begränsad användbarhet.

Fortsatt forskning om mycket längre och snabbare versioner ledde till USA: s SM-64 Navaho och sovjetiska motsvarigheter som kryssningsraketerna Burya och Buran. Dessa blev emellertid till stor del föråldrade vid införandet av de interkontinentala ballistiska robotarna (ICBM) och ingen användes operationellt. Kryssningsrobotar för kortare distanser har däremot blivit allmänt använda som mycket noggranna attacksystem, till exempel USA Tomahawk och ryska Kh-55.



Kryssningsrobotar kan vara både subsoniska och supersoniska. Supersoniska vapen som BrahMos (Indien) är svåra att skjuta ner, medan subsoniska vapen tenderar att vara mycket lättare och billigare så att de kan skjutas iväg i större antal.

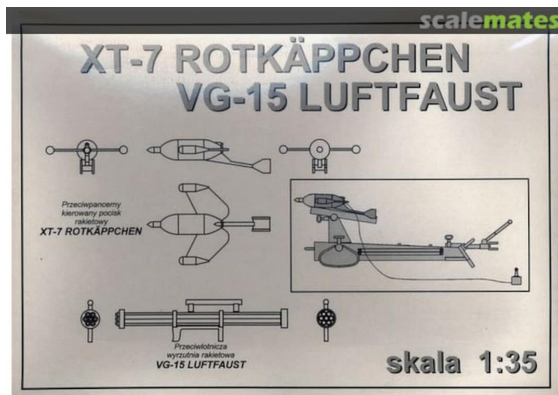
Kryssningsrobotar är generellt förknippade med landattacker, men har också en viktig roll som anti-ship vapen. De är främst lanserade från luft-, havs- eller ubåtsplattformar i båda rollerna även om det finns landbaserade lanseringar.

Ett stort tyskt utvecklingsprojekt under andra världskriget var anti-ship-robotar som Fritz X och Henschel Hs 293, som var avsedda att stoppa varje försök till en invasion över Engelska Kanalen. Efter kriget utvecklades dessa vapen mot sjöfarten långsamt, men blev en viktig klass på 1960-talet med introduktionen av de lågflygande jet- eller raketdrivna kryssningsrobotarna. Dessa blev berömda under Falklandskriget när en argentinsk Exocet-robot sänkte ett fartyg från Royal Navy.

Ett antal anti-ubåtsrobotar finns också. Dessa används i allmänhet för att leverera ett annat vapensystem såsom en torped eller djupladdning till platsen för ubåten.

## Missilernas historia

I slutet av andra världskriget hade alla styrkor i stor utsträckning infört ostyrd raketer med högexplosiva stridsspetsar som sitt viktigaste vapen mot stridsvagnar, så kallade Panzerfaust eller Bazookas. Dessa hade emellertid ett begränsat användningsområde på hundra meter eller så. Tyskarna utökade detta med användning av trådstyrning i X-7 Rotkäppchen, den första antistridsvagnsroboten.



Efter kriget utvecklades detta under 1950 och 1960-talet till praktiskt taget det enda antistridsvagnsvapnet i allmänt bruk. Under Yom Kippur-kriget 1973 mellan Israel och Egypten, visade sig den sovjetiska bärbara Malyutka 9M14 (aka "Sagger") ha stor verkan mot israeliska stridsvagnar. Andra styrsystem har testats, men den grundläggande tillförlitligheten hos trådstyrning har gjort att detta kommit att förbli det primära sättet att styra antistridsvagnsrobotar. Sådana robotar kan lanseras från flygplan, fordon eller av mark trupper.

År 1944 sände amerikanska och brittiska flygstyrkor enorma flygflottor över det ockuperade Europa, vilket ökade trycket på Luftwaffe. Erfarenheter visade att det var ganska svårt att förstöra ett stort flygplan och tyskarna investerade stora ansträngningar i luft-till-luft robotsystem för att göra detta. Deras Messerschmitt Me 262 : s jetplan bar ofta R4M-raketer, och andra typer av "bombardödande" plan hade också styrda raketer.

Under efterkrigstiden fungerade R4M som mönster för ett antal liknande system, som användes av nästan alla under 1940- och 1950-talet. De flesta raketer (med undantag för amerikanska AIR-2 Genie på grund av dess kärnvapenhuvud med en stor spränggradie) måste försiktigt riktas in på relativt nära håll för att nå målet framgångsrikt.



Den amerikanska marinen och det amerikanska flygvapnet började använda styrda robotar i början av 1950-talet. Mest känd var US Navy AIM-9 Sidewinder och USAF: s AIM-4 Falcon. Dessa system har fortsatt att utvecklas för modernt luftkrig. I Falklandskriget kunde brittiska Harrierplan besegra snabbare argentinska motståndare med AIM-9L-robotar från USA.

De senaste värmesökande konstruktionerna kan läsas på ett mål från olika vinklar, inte bara bakifrån, där värmesignaturen från motorerna är starkast. Andra typer är beroende av radarstyrning. Luft-till-luft-robotar har också ett brett spektrum av storlekar, allt från helikopterlanserade självförsvarsvapen med ett område på några kilometer, till långväga vapen designade för avlyssningsflygplan som R-37.

Under kriget försökte tyskarna också få ett användbart markbaserat antiflygplanssystem i drift. Flera system var under utveckling, men ingen nådde operativ status. Den amerikanska marinen startade också forskning för att hantera det japanska Kamikaze-hotet. Under 1950-talet började system baserade på denna tidiga forskning nå operativ tjänst, inklusive amerikanska arméns MIM-3 Nike Ajax och marinens '3T s' samt den sovjetiska S-25 Berkut och S-75 Dvina och franska och brittiska system. Antiflygvapen finns för praktiskt taget alla möjliga lanseringsplattformar från ubåtar till manövrerbara dragbara landburna system.



Under 1950- och 1960-talet började man i Sovjet arbeta med ett antisatellitvapen, kallad Istrebitel Sputnik, som bokstaveligen betyder "fångar upp satelliter" eller "satellitförstörare". Efter en lång utvecklingsprocess på ungefär tjugo år beslutades slutligen att utprovningen av Istrebitel Sputnik skulle avbrytas. Det var då USA började testa sina egna system. Brilliant Pebbles försvarssystem under 1980-talet skulle ha använt kollisioner där kinetisk energi ersatte sprängämnen. Antisatellitvapen kan lanseras antingen av ett flygplan eller en ytplattform. Hittills har endast ett fåtal kända prov utförts. Endast fyra länder - USA, Indien, Ryssland och Kina antas ha operativa antisatellitvapen.



## Varma fjärilar kan inte flyga

När fjärilar sprider ut sina spektakulära vingar under soliga dagar är det inte för att visa upp dem. Att sprida ut dem i solen gör att vingarna värms upp efter att de har kylts av cirkulerande luft under flygning. Fjärilar kan dock inte flyga om deras vingar blir för varma.  
Journal of Experimental Biology: [Kyler ner heta vingar](#)



Fjärilar måste därför övervaka temperaturen på sina vingar och hindra dem från att överhettas, antingen genom att sluta vingarna, luta kropparna för att ta upp mindre solljus eller flytta sig till en mindre solig fläck. För att förstå hur fjärilarna bestämmer när de ska sluta sola sig utvecklade ett team av forskare vid Columbia och Harvard universitet, USA en kamera, som var finjusterad för att se värmespektrumet som produceras av solen på ett tunt material som fjärilsvingar. De fann att de färgglada mönster, som vi ser på fjärilsvingar, är en del av berättelsen.

För att jämföra hur olika vingformer reagerade på värme studerade teamet mer än femtio fjärilsarter. De värmdes vingen på olika punkter med en sol-

imiterande laser och fann att alla fjärilar slutade att värma sig i laserljuset när temperaturen steg, oavsett deras vingform eller platsen som värmdes på vingen. Detta fynd antydde att värmekänsliga strukturer, som detekterar temperatur, är jämnt fördelade över vingen. Kameran visade också, vilket var väntat, att undersidan var svalare än översidan, vilket kan förklara varför fjärilar viker ihop sina vingar när de överhettas.

Dessutom avslöjade kameran att temperaturen kan variera enormt över en enda vinge, med så mycket som 15 ° C. Med hjälp av kameran såg man tydligt att venerna och de sensoriska strukturerna förblev svalare än membranet däremellan. Teamet antog att

denna skillnad i temperatur berodde på strukturen i fjällen, som täcker vingarna och som är viktiga för att känna av den omgivande miljön. För att testa denna teori avlägsnade de försiktigt fjällen och fotograferade vingarna igen med sin temperaturkänsliga kamera. Utan fjäll hade de flesta tidigare kalla delar av vingen nu samma varma temperatur som vingmembranet, medan andra svalare delar av vingen förblev svala på grund av det underliggande membranets tunnhet.

Vingarnas struktur, tillsammans med att aktivt undvika solen, gör att fjärilar kan hålla sig tillräckligt kalla för att flyga.

## EU satsar på elhybrid



**22 juni IMOTHEP** Nu startar ett EU-projekt som ska utreda möjligheterna till elhybrid-flygplan. Projektet kallas för ImotheP och är ett samarbete mellan 33 företag och universitet och finansierat av Horizon 2020. Projektets budget ligger på totalt 100 miljoner kronor. Forskare på Chalmers ska bland annat utveckla koncept för hanteringen av värme nära motorerna. Att hantera värmen på rätt sätt är en avgörande aspekt i elhybridflyg. Kärnan i IMOTHEP är en integrerad undersökning av hybridelekt-riska drivlinor för kommersiella flygplan som utförs i nära anslutning till flygplanens arkitektur. Flygkonfigurationer kommer att väljas utifrån deras potential för minskning av bränsleförbrukning med fokus på regionala och kort- till medellånga uppdrag. Från den preliminära utformningen av flygplan kommer målspecifikationer att definieras för arkitekturen och komponenterna i hybridframdrivningen. Teknologiska lösningar och tillhörande modeller kommer sedan att undersökas med ett 20-årigt tidsperspektiv.

## Satellit mäter Corona



**23 juni Actualidad Aeroespacial Leer más** ESA, NASA och JAXA presenterar en ny plattform som använder jordobservationsdata för att visa effekterna av Covid-19. Internationellt samarbete mellan rymdbyråer är nyckeln till framgångsrik jordobservation och dataanalys. ESA, NASA och JAXA har samarbetat nära för att skapa Covid-19 Earth Observation Dashboard-plattformen. Den kommer att kombinera data, expertis och erfarenhet från de tre rymdbyråerna för att förbättra förståelsen av miljön och de ekonomiska effekterna av coronapandemin. Detta gemensamma databaserade jordobservationsverktyg gör det möjligt för användare att utforska miljö och ekonomiska indikatorer baserade på unika satellitdata från de tre byråerna och undersöka hur inneslutning och sociala distansåtgärder i olika länder har påverkat luften, landet och vattnet på vår planet. Det kommer också att erbjuda möjligheter att utforska specifika länder och regioner för att se hur dessa indikatorer har utvecklats på specifika platser. Dessutom kommer den att spåra viktiga indikatorer på förändringar i luft- och vattenkvalitet, klimat, ekonomisk aktivitet och jordbruk. Den kommer att använda data från NASA: s Aura- och OCO-2-satelliter, JAXA: s GOSAT- och ALOS-2-satelliter, Europeiska kommissionens Copernicus Sentinel-uppdrag från det europeiska programmet och nattljuskartor från data som förvärvats av den amerikanska satelliten Suomi NPP.

## Covid-19 digitaliserar



**19 juni Av Week COVID-19 Accelerates Digital** COVID-19 påskyndar digitala innovationer inom underhåll och tillverkning. Industrin ser en acceleration av digitala trender som augmented reality (AR) och fjärrsamarbete inom flyg- och rymdområdet när världen anpassar sig till livet efter coronakrisen. Enligt IBM och Deloitte kommer mer än 120 miljoner arbetare att behöva omskolas under de kommande 36 månaderna. Det påskyndar behovet av nya verktyg och tekniker när det gäller utbildning eller omskolning av teknisk personal. Pandemin har också skapat utmaningar som kan hanteras genom användning av digital teknik. Man har sett en ökning av ledtider på 150% på grund av mer glest bemannade lager. Programvara för optimering av service kan användas för att bättre förutsäga efterfrågan. Internet of Things (IoT) kommer att spela en nyckelroll i underhåll. 30% av underhållet genomförs nu för ofta och 40% av det schemalagda underhållet ger försumbar effekt på drifttid. IoT kan användas för att övergå till ett mer tillståndsbaserat prediktivt underhåll.

## Satellitstyrda drönare



**23 juni Actualidad Aeroespacial Leer más** Honeywell lanserar världens minsta satellitkommunikationssystem för drönare. Honeywell har skapat ett satellitkommunikationssystem, det minsta och lättaste hittills, utformat specifikt för obemannade flygfarkoster. Med drygt ett kilo är det nya systemet 90% lättare än Honeywells minsta system, men med samma anslutningsmöjligheter som större flygplan har. Det ändrar spelreglerna för mindre drönare som tidigare inte kunde utrustas med satellitkommunikation. Nu har de tillgång till samma möjligheter som stora flygplan, bara i ett mindre paket. Drivet av Inmarsats globala satellitkommunikationsnätverk, ger detta system obemannade flygfarkoster global anslutning och videoöverföring i realtid. Oavbruten anslutning, levererad genom Inmarsats omfattande satellitnätverk, är avgörande för säker och effektiv flygledningstjänst som tillåter obemannade flygplan att manövreras bortom pilotens synfält. Denna teknik kan användas för en mängd olika applikationer, inklusive obemannade inspektioner av flygplan. Traditionellt sett har satellitkommunikationssystem varit tillgängliga endast för större flygplan på grund av stora krav på storlek, vikt och effekt.



## Turkiet: den nya aktören



**23 juni Air&Cosmos** [Turquie : le nouvel entrant](#)

Vid den senaste Paris Air Show visade Turkiet

spektakulära framsteg inom flygindustrin. Projektet TF-X (Turkish Fighter – Experimental) är en tvåmotorig fighter, som utvecklas av Turkish Aerospace Industries (TAI) i samarbete med BAE Systems. Flygplanet skall ersätta F-16 Fighting Falcons i det turkiska flygvapnet och exporteras till utländska flygvapen med första flygning 2023. Utom TF-X presenterades också andra nya strid-plattformar som en tung helikopter på mer än 10t, som så småningom skall bära ett laservapen. Men det mest slående var utan tvekan en taktisk drönare skapad i samarbete med den israeliska industrin. Utrustad med egna vapen som Mam-, Mam-L- och UMTAS-robotar har detta gjort Turkiet till det sjätte landet i världen som kan producera beväpnade drönare. Dess användning liknar den amerikanska Reaper, eftersom den särskilt används mot IS eller kurdiska styrkor.

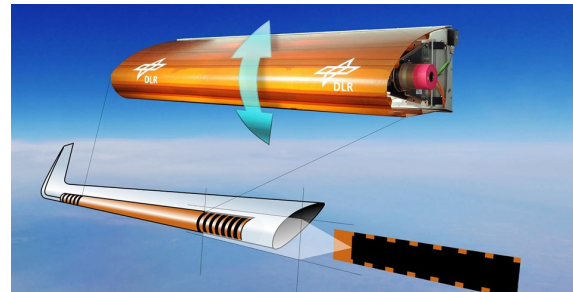
## För renare kabiner



**17 juni Aviation Week** [New Cabin](#). Nya kabinteknologier kan hjälpa till att återställa passagerares förtroende.

Att luften i flygplan flyter vertikalt, inte horisontellt, begränsar sannolikheten för virusspridning, men sätena kan förses med transparenta skiljeväggar. Varje vägg skulle lämna ett halvt armstöd till varje passagerare. En lättare design innehåller flyttbara partitioner som kan installeras av passagerare på huvudnivå. De kan vara tillverkade av engångs, flexibel textil. Avtagbara sätesskydd kan också vara engångsbruk. För att undvika handkontakt kan pedaler styra stolens lutning och bordets position. Där antimikrobiella material används, t.ex. armstöd och bricka, skulle QR-koder göra det möjligt för passageraren att samla information om ytans hygieniska egenskaper. En tanke är att införa antimikrobiell teknik, som har använts i Londons kollektivtrafiksystem i fem år på flygplanssitsar som armstöd. Den har visat sig hämma tillväxten av mikrober med upp till 99,99%. När mikrober landar på den antimikrobiellt skyddade ytan förhindrar silverjoner dem från att växa, producera energi eller replikera, därför dör de. En lösning för flygplan under drift skulle vara att spruta en beläggning på komponenter såsom brädbord och armstöd. UV-C-ljus (vid en våglängd av 275 nanometer) kan användas för desinfektion mellan flygningar. Både violett och UV-C-ljus är kända för att vara effektiva mot bakterier, virus och svampar.

## Flexibel vinghud



**23 juni DLR** [DLR forscht an flexibler Flügelhaut](#)

En del av flygplanets buller genereras på vingen mellan den fasta delen och en rörlig klaff. En flexibel hud mellan vingen och klaffsystemet kan minska bruset.

Detta kan också minska aerodynamisk turbulens och ge lägre luftmotstånd, vilket alltid ger miljöfördelar. Kraven på en sådan hud är att den måste kunna ta upp extrema luftbelastningar, men samtidigt får den inte vara för styv. En flygplanskonfiguration baserad på en Airbus A320 fungerade som grund för forskningen. Övergångshuden som testades av DLR var totalt en meter. Den bestod av en blandning av material gjorda av syntetiskt gummi (eten-propen-diengummi) och glasfiberkomposit. Provet visade att vinghuden var mycket slitstark och kunde deformeras till stor del. Hur mycket buller och luftmotstånd som verkligen kan reduceras kommer att kräva ytterligare prov.

## Satellit för flygmiljö

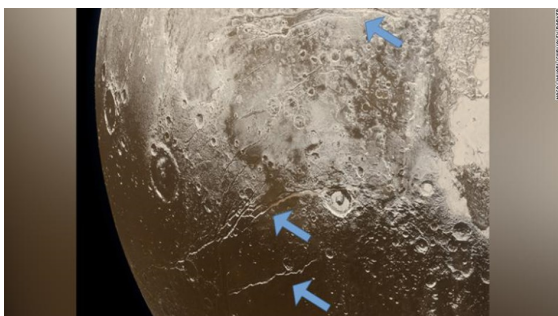


**23 juni Actualidad Aeroespacial** [Leer más](#). Satellitkommunikation för att minska flygets påverkan på miljön planeras att börja när normal trafik återupptas.

Inmarsat och konsultföretaget CGI kommer att genomföra prov av Iris flygtrafikprogram utvecklat med ESA. Cirka 20 kommersiellt flygande plan kommer att utrustas med den nya tekniken. Genom att installera Iris kan flygledare styra luftrummet mer effektivt genom datakommunikation, som levereras via en kostnadseffektiv satellitdatalog av hög kvalitet och bandbredd mellan flygplanet och flygledningstjänsten. Färdplaner kan uppdateras kontinuerligt under flygningen för att upprätthålla en optimal väg till destinationen, vilket minimerar bränsle och koldioxid. Satellitkommunikation minskar också trycket på markfrekvenser. Flera nationella flygkontrollorganisationer har redan kommit överens om att testa systemet. Detta är ett viktigt steg för Iris-programmet mot att transformera flygkommunikation över hela Europa.



## Pluto har kanske ocean



**22 juni CNN** Sprickor (se pilar) ses av sonden New Horizons på Plutos isiga skorpa. De orsakades troligen av långsam frysning av ett hav under jordskorpan. Om havet från början var kallt och isen smälte internt, skulle Pluto ha dragit sig samman och vi borde istället se kompressionsfunktioner på ytan, medan om det från början var varmt skulle det ha expanderat när havet frös. Vi ser massor av bevis på expansion, men vi ser inga bevis på komprimering, så observationerna tyder på att Pluto från början hade ett flytande hav. Denna långsamma frysning av havet skulle också kunna förklara blandningen av funktioner på Plutos yta eftersom expansion skulle ske under hela dvärgplanetens historia. Forskarna tror att Pluto inte bara var het, utan den bildades snabbt. Oavsett hur Pluto bildades, upprätthålls dess hav i dag av värmen från radioaktivt sönderfall i den steniga kärnan och det tjocka isskalet isolerar havet under.

## Hyperloop



**29 juni Actualidad Aeroespacial** [Leer más](#) Spirit AeroSystems, en av världens största tillverkare av flygplansstrukturer, samarbetar med Virgin Hyperloop. Hyperloop är ett nytt transportmedel som kan köra med hastigheter nära 700 km/h, ansluta städer som tunnelbanestopp och har noll utsläpp. Med Hyperloop drivs en kapsel genom elektrisk framdrivning genom ett lågtrycksrör. Kapseln flyter längs banan med hjälp av magnetisk levitation och glider vid flyghastigheter under långa avstånd på grund av ultralågt aerodynamiskt motstånd. Virgin Hyperloop strävar efter att skapa ett första Hyperloop Certification Center i USA. Spirit AeroSystems kommer att samarbeta med Virgin Hyperloop för att ta fram en prototyp.

---

*I slutet av 2021 räknar Airbus med en produktion på 40 flygplan per månad, 40% mindre än planerat före Coronan enligt VD:n Guillaume Faury.*

---

## Kinas GPS



**29 juni Actualidad Aeroespacial** [Leer más](#) Kinas BDS-satellitnavigationsystem syftar till att överträffa konkurrenternas. Med lanseringen av den senaste satelliten i navigationssystemet Beidou-3 har Kina tagit det sista steget för att uppnå global täckning med sitt eget navigationssystem, BDS. Systemet har tre satelliter mer än amerikanska GPS och nio fler än den ryska Glonass eller europeiska Galileo. Systemet kommer att ha en platsnoggrannhet på 10 centimeter, medan den i GPS är 30 centimeter. Enligt den kinesiska rymdtekniska akademien erbjuder BDS också kommunikationstjänster tack vare sin större bandbredd, förutom att den innehåller mer stabila och exakta atomklockor. Kinesiska telefoner som Huawei, Xiami och One-Plus har redan tillgång till BDS. Systemet används redan av 6,6 miljoner taxibilar, bussar och lastbilar över hela Kina samt mer än 70 000 nationella fiskefartyg. Beidou används också i minst 50 000 jordbruksmaskiner, vilket har förbättrat branschens effektivitet. Enligt Peking har cirka 200 länder redan ansökt om anslutning till BDS.

## 737 max flyger igen



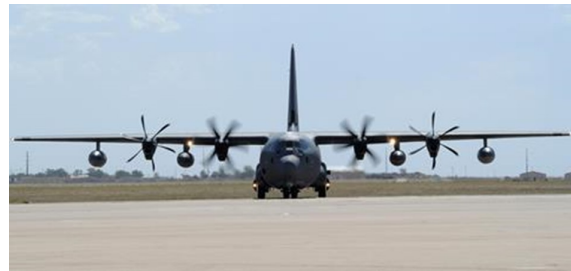
**2 juli Actualidad Aeroespacial** [Leer más](#) Boeing och FAA börjar certifiera den förnyade 737 MAX. Under tre dagar utvärderade FAA-piloter och ingenjörer Boeings föreslagna förändringar av flygets automatiska flygkontrollsystem. Proven är avsedda att säkerställa att de nya skydd som Boeing lagt till i styrsystemet är tillräckligt robusta. Boeings förberedelser har inkluderat hundratals timmar i en flygsimulator vid Longacres-anläggningen i Renton, Washington, och hundratals timmar i luften. Efter flygningarna kommer FAA-tjänstemän i Washington och Seattle-området att analysera en stor mängd digitala flygtestdata och dokument för att bedöma luftvärdigheten hos planet. Tillsynsmyndigheter i Europa och Kanada kommer också att göra sina egna utvärderingar. 737 MAX togs ur tjänst i mars 2019 efter två allvarliga olyckor med 346 personer i Etiopien och Indonesien. Det utvecklades till Boeings värsta företagskris förvärrad av Covid-19-pandemin.

## Kina eller USA bäst?



**29 juni Av Week U.S. And Chinese Military** Vad är förhållandet mellan militära flygplan mellan USA och Kina? Den amerikanska militären har 13 319 flygplan - ungefär tre gånger så många bemannade flygplan som den kinesiska militären med 4519. Men förhållandet är inte lika för alla typer av flygplan. När det gäller stridsflygplan är förhållandet mera jämnt: USA har 3 435 flygplan medan Kina har 1 943. För närvarande har USA en kvalitativ fördel - med 586 femte generationens stridsflygplan mot Kinas 38. USA har särskilt stora fördelar med helikoptrar (4.3: 1); tankbilar och transporter (4.8: 1); och kommando, kontroll, kommunikation, datorer, underrättelse, övervakning och rekognosering (C4ISR) plattformar (4.1: 1).

## Flygande arsenal



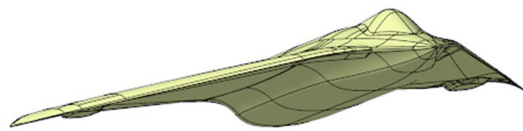
**30 juni FlightGlobal** US Air Force söker idéer för ett plan, som kan lansera långväga robotar "en masse". Ett "arsenalplan" är ett flygplan som kan bära och lansera långväga robotar och obemannade luftfarkoster från randen av farligt luftrum. Ett sådant flygplan skulle kunna vara effektivt mot Kina eller Ryssland, som båda har sofistikerade luftförsvar vilka gör det svårt att flyga över deras suveräna territorium för att släppa bomber. Ett "Arsenal Plane" har snabbt kommit att bli en prioritet för det amerikanska flygvapnet, men en intern debatt fortsätter om typen av flygplan som ska användas. Det skulle kunna vara något helt nytt, men USAF överväger också att återanvända lastflygplan, som Lockheed Martin C-130 eller Boeing C-17.

## Airbus flyger autonomt



**29 juni Aviation International News** Airbus har avslutat två års flygtestning i sitt projekt för autonom taxi, start och landning (ATTOL). Arbetet kulminerade med en helautomatisk, visionsbaserad flygning av en A350-1000. Mer än 500 testflygningar gjordes som en del av projektet och cirka 450 av dessa användes för att samla de videodata som Airbus-ingenjörer behövde för att finjustera algoritmerna för den autonoma tekniken. Det gjordes sex testflygningar för att utvärdera de autonoma flygfunktionerna, var och en med fem starter och landningar i flyglinjen. Enligt Airbus utformades ATTOL för att utforska hur autonom teknik, inklusive användning av maskinlärningsalgoritmer och automatiserade verktyg för data-märkning, bearbetning och modellgenerering, kan hjälpa piloter att fokusera mer på strategiskt beslutsfattande och uppdrags-hantering under flygningar. Målet är att öka driftssäkerheten för befintliga flyglinjer, men också möjliggöra autonoma flygningar av den nya generationens eVTOL flygplan i städer. Genom att genomföra detta projekt har Airbus uppnått autonom taxning, start och landning av ett kommersiellt flygplan med hjälp av inbyggd bildigenkännings-teknologi, något som är nytt inom luftfarten. Airbus kommer att fortsätta undersöka tillämpningen av autonom teknik tillsammans med andra innovationer inom områden som material, alternativa framdrivningssystem och anslutning.

## X-plan med flödeskontroll



**30 juni Av Week X-Plane** Amerikanska DARPA visar planer För X-plan med aktiv flödeskontroll. Aktiv flödeskontroll (AFC) innebär att man lägger till energi i gränsskiktet för att upprätthålla eller förbättra flygplanets prestanda. Fluid- eller plasmaställdon kan ersätta konventionella styrtor, minska observerbarheten, förbättra effektiviteten, öka manövrerbarheten eller uppnå andra fördelar. Tidigare tillämpningar av AFC inkluderar gränsskiktsskontroll (BLC) med vingblåsning för att minska landningshastigheten för flygplan som Dassault Etendard IV, Hawker Siddeley Buccaneer och nordamerikanska RA-5C Vigilante. BLC användes på Lockheed F-104 under utvecklingen för att minska landningshastigheten och flygtestades på Bell XV-15-tilltrotn och på Lockheed Martin F-16. DARPA planerar nu att flyga en bemannad eller obemannad demonstrator i stor skala i mitten av 2024 under programmet Control of Revolutionary Aircraft with Novel Effectors (CRANE). Målet med CRANE är att visa nyttan av ett flygplan, som innehåller AFC som det primära konstruktionskravet. DARPA letar efter nya konfigurationer för ett bemannat eller obemannat X-plan som väger mellan 1 000 kg och 10 000 kg och som har hög subsonisk hastighet.

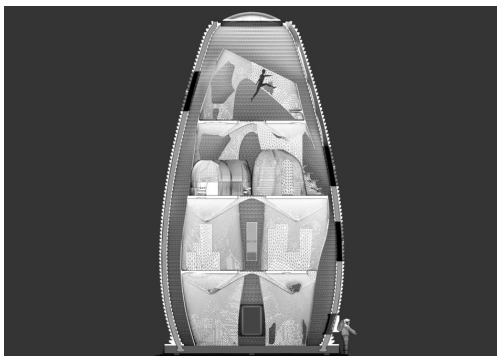


## Rolls elplaner



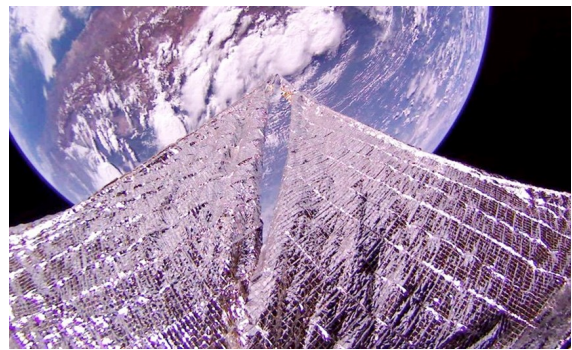
**3 juli** [Av Week](#) [Electric Propulsion](#) Rolls-Royce utvecklar elektrisk framdrivning på flera fronter. Under det brittiska ACCEL-programmet utvecklar Rolls ett helelektriskt framdrivningssystem och kommer att försöka slå hastighetsrekordet för elektriska flygplan. Programmet främjar energi och effekttäthet i ett litiumjonbatterisystem och flygplanet förväntas flyga i slutet av året. Separat utvecklar Rolls ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem för APUS i-5 flygdemonstrator som finansieras av Berlin/Brandenburgs regionala regering i Tyskland. Detta kommer att ha ett 700 kW framdrivningssystem baserat på Rolls 'M250 helikopter turboaxelmotor. Hybridsystemet är utformat för att fungera med batterier eller vägasbränsleceller. Flygplanet kommer att flyga 2023. Systemet är dimensionerat för att driva ett pendelflygplan. Rolls har också slutfört en 600-kW elmotor, RRP600D, med testning planerad att börja i slutet av juni. Detta system är tillräckligt stort för att driva ett turboprop regionalt flygplan som Dornier 228. Rolls fortsätter samtidigt att arbeta med Airbus i provningen av CityAirbus elektriska vertikala start- och landningsflygplan med åtta 200 kW motorer, som driver fyra koaxiala rotor.

## Hus på Mars?



**6 juli** [CNET News](#) Ditt nya hem på Mars kan bli ett 3D-tryckt ägg av sten. New York-baserade arkitektfirman AI SpaceFactory har skapat en 3D-tryckt livsmiljö som skall kunna motstå utmaningarna på Mars. Även om roboten som krävs för att skriva ut huset är tillverkad på jorden (och kommer att behöva skickas till Mars), är själva huset gjort av krossad basalt, som kan utvinna från klipporna på Mars, blandad med en bioplast tillverkad av växter som kan odlas på den röda planeten. Resultatet är ett superstarkt, 3D-tryckbart material som kan skydda människor från både strålning och extrema temperaturer. AI SpaceFactory använde en äggform för att säkerställa maximal strukturell effektivitet. Den huvudsakliga utmaningen är att balansera det inre atmosfäriska trycket med den tunna atmosfären utanför. Den dubbelväggiga strukturen innebär också bättre värmeisolering. Bottenvåningen har ett arbetsutrymme, där invånarna kan utföra experiment. Andra våningen har ett kök och torrlaboratorium, tredje våningen en trädgård, badrum och sovplatser. Översta våningen, under det ljusa takfönstret, har ett rekreationsutrymme. En slingrande trappa följer äggets kurva och förbinder var och en av dessa nivåer.

## Solsegel fortsätter



**2 juli** [Space News](#) Solseglet LightSail 2 kan göra det möjligt för satelliter att stanna i bana längre än planet. LightSail 2, en cubesat, sändes upp i juni 2019 för att demonstrera att ett solsegel kunde ändra ett rymdskepps bana. Planetary Society, som finansierade uppdraget, förklarade det som en framgång i slutet av juli 2019 eftersom rymdskeppet hade ändrat sin bana med hjälp av det 32 kvadratmeter stora Mylar-seglet. En närmare analys av rymdfarkostens omloppsbana visade att höjdpunkten i dess bana, verkligen hade ökat med flera kilometer. Emellertid hade lågpunkten i omloppsbanan minskat med flera kilometer. Rymdskeppets genomsnittliga höjd hade inte ökat snarare hade excentriciteten på dess bana ökat. Hur länge LightSail 2 förblir i omloppsbana är inte klart. Rymdskeppet ligger emellertid på en genomsnittlig höjd av mer än 700 kilometer. När solseglet styrs, stiger farkosten cirka 20 meter per dag. När seglet inte kontrolleras aktivt sjunker banan med en hastighet av 34 meter per dag. Skillnaden beror på atmosfäriskt motstånd.

## Hur spåra avsändaren?



**7 juli** [HelpNetSecurity](#) Forskare upptäcker hur man kan identifiera en skadlig drönaroperatör. Drönare utgör betydande säkerhetsrisker på grund av deras smidighet, tillgänglighet och låga kostnad. Därför finns det ett växande behov av att utveckla metoder för upptäckt, lokalisering och begränsning av skadlig användning. För närvarande kan drönaroperatörer lokaliseras med RadioFrekvens-tekniker, som kräver sensorer runt flygområdet som sedan kan trianguleras. Detta är komplicerat på grund av mängden andra Wi-Fi-, Bluetooth- och IoT-signaler i luften. Forskare vid Ben-Gurion University of the Negev (BGU) har nu visat hur man kan identifiera platsen för en operatör, som bedriver skadlig verksamhet, genom att analysera drönarens flygväg. Forskarna skapade ett neuralt nätverk för att förutsäga drönaroperatörens placering, utgående enbart från banan för drönarna, vilket inte kräver ytterligare sensorer. Systemet kan identifiera mönster i drönarens rutt när drönaren är i rörelse och använda det för att hitta operatören. Vid prov med simulerade drönarvägar kunde modellen förutsäga operatörens plats med 78% noggrannhet.



## Bränsle ur luften



**8 juli Av Week [Sustainable Fuel](#)** Aerion Supersonic samarbetar med Carbon Engineering (CE) för att göra jetbränsle från koldioxid. Aerion planerar att använda alternativa bränslen för sin AS2 supersonic business jet. Avtalet med CE skall använda energiföretagets direkta luftfångstprocess (DAC), som producerar jetbränsle från koldioxid, som tas ut ur atmosfären. CE utvecklar också en process för att permanent ta bort koldioxid från atmosfären genom geologisk sekvstrering. CE började ta bort koldioxid från atmosfären 2015 och började tillverka syntetiska bränslen under 2017 genom en process som heter Air-to-Fuel (A2F) och som kombinerar CO<sub>2</sub> från atmosfären med väte som extraheras från vatten genom elektrolys. Processen drivs av förnybar el och genererar syre som en biprodukt. Jämfört med konventionellt jetbränsle, som i genomsnitt har en kolintensitet på knappt 90 g CO<sub>2</sub> / MJ (megajoule), uppskattar CE att syntetiskt A2F-bränsle tillverkat av atmosfärisk CO<sub>2</sub> med en i stort sett elektrifierad process kommer att ha bara 10 g CO<sub>2</sub> / MJ.

## Tempest kommer fram



**10 juli Av Week [Tempest](#)** Utformningen av det framtida brittiska stridsflygplanet beslutas i år. Målet är att utveckla en nästa generations lågkostnads stridsflygplan, som kan kombineras med obemannade "loyal wingmen" för att ersätta Eurofighter Typhoon eller Saab Gripen i mitten av 2030-talet. Man har undertecknat ett tioårigt samförståndsavtal med Sverige och kommit överens om en avsiktsförklaring med Italien. Studier skall se till att Italiens och Sveriges behov förstås när Tempest-programmet fortsätter till nästa steg. I slutet av juli kommer det svenska försvarsministeriet att lägga fram en budget för att inleda utvecklingsarbetet för nästa generations stridsflygplan mellan 2021 och 2025. Japan kan också gå med i programmet för att ersätta Mitsubishi F-2. Storbritannien vill inte slå samman Tempest med Frankrikes, Tysklands och Spaniens FCAS. Kraven skiljer sig radikalt från Tempest och två program i Europa upprätthåller en viss konkurrens. BAE Systems har arbetat med Tempest under de senaste 15-20 åren genom obemannade program som Mantis, Taranis och Magma. Idag arbetar företaget med teknik kring nästa generations cockpits, men ett centralt fokus är hur Tempest kan produceras. Ett område av intresse för BAE är en process som kallas kobotik där arbetarna samarbetar med robotik genom teknik som augmented reality. Leonardo avslöjade också förra året att man hade utvecklat radarvarning som är fyra gånger mer exakt än befintliga sensorer.

## US Skyborg 2023



**7 juli Av Week [Skyborg Weapons](#)** Det amerikanska flygvapnet lanserar obemannade Skyborg-vapen. Nästa stridsflygplan i USA:s flygvapen kommer inte att vara en bemannad sjätte generationens fighter eller en Northrop Grumman B-21. Vid budgetåret 2023 förväntar sig flygvapnet att leverera de första operativa versionerna av ett nytt obemannat flygplanssystem (UAS) Skyborg, som suddar ut gränsen mellan en återanvändbar UAS och en kryssningsmissil för engångsbruk. Skyborg är ett nedbrytbart vapen, vilket innebär att viktiga komponenter som jetmotorn kommer att utformas med en bråkdel av livslängden hos en helt återanvändbar UAS eller bemannat flygplan. Skyborg presenteras ofta som symbolen för "loyal wingman"-konceptet, där en eller flera UAS kontrolleras eller hanteras av ett bemannat flygplan för att utföra en mängd olika uppgifter under ett uppdrag. Men flygplanet kan också operera oberoende av ett bemannat flygplan utan behov av landningsbanor eller till och med baser. Kärnan i Skyborg-programmet är programvaran, den militära motsvarigheten till de algoritmer och neurala nätverk, som hjälper förarlösa bilar att navigera.

## Engelsk loyal wingman



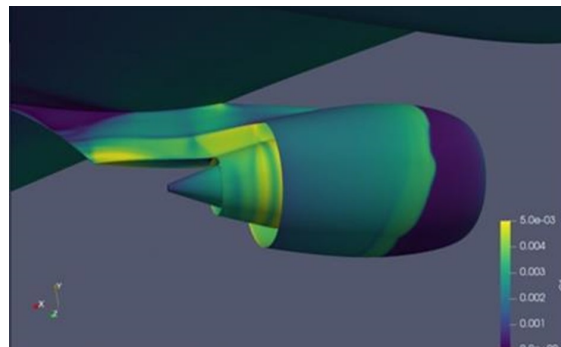
**10 juli Av Week [UK Air Power Advance](#)** Storbritanniens Lightweight Affordable Novel Combat Aircraft (LANCA) är ett obemannat flygplan som kan åtfölja framtida stridsflygplan. LANCA skall kunna tjäna som en loyal wingman, spana eller agera som vapenbärare. Man ser för sig en plattform som kostar 1/10 av dagens stridsflygplan och utvecklats på en femtedel av tiden. Idén är som Kratos XQ-58 Valkyrie för det amerikanska flygvapnets Skyborg-program. Det brittiska försvarsministeriet utvärderar förslag för den andra fasen av projektet, som heter Mosquito, där en, eventuellt två, kandidater mognar till en demonstrator i full storlek för flygprov. Boeing har bekräftat att man fått tillstånd att dela designmaterial för sitt australiska projekt Airpower Teaming System med Storbritannien. Framsteg har också skett i England med ett drönarsvärmsystem. Prov i mars med fem obemannade luftfarkoster visade på samsarbetsförmågan mellan plattformarna.

## Saab-verkstad i Brasilien



**9 juli** [Aviation International News](#). Saab påbörjar produktionen av Gripen vid sin anläggning i São Paulo. Inrättandet av anläggningen är en del av det tekniköverföringsavtal som gjordes då Brasilien under-teknade ett kontrakt för att bygga och producera Gripen E/F för brasilianska flygvapnet FAB. Produktionen har startats med cirka 70 anställda, av vilka många har genomgått utbildning i Sverige. År 2024 räknar man med cirka 200 anställda. Anläggningen kommer att utvidga sitt monteringsarbete till att omfatta främre och bakre kroppssektioner, luftbromsar och mittvingar för den tvåsitsiga versionen, för vilken Brasilien leder utvecklingen. Den första tvåsitsaren är för närvarande under montering i Sverige av ett gemensamt brasilianskt/svenskt team. Enligt nuvarande planer kommer FAB att få 28 enkelsitsiga Gripen E - som ska betecknas F-39E och åtta tvåsitsiga F-39F.

## Rysk laminär nacell



**13 juli** [FlightGlobal](#). Ryska forskare vill göra laminära naceller. Företaget Aviadvigatel samarbetar med Moskvas Central Aerohydrodynamic Institute och andra organisationer för att designa en motor nacelle-demonstrator för motorn PD-35 för det föreslagna rysk-kinesiska långdistansplanet CRAIC CR929 twinjet. Institutet säger att nacellen förutspås minska luftmotståndet med cirka 2%, med en motsvarande minskning av bränsleförbrukningen. Strömningen runt nacellen görs laminär genom att optimera nacellkonturen och gränssnittet med pylonen för olika operativa områden inklusive cruise, tvärvind och höga angreppsvinklar.

**Enligt Space Foundation fortsatte den globala rymdindustrin att växa förra året och nådde över \$420 miljarder. De länder som ökade mest var Ryssland (38.8%), Tyskland (32.4%), Australien (29.5%) och Indien (17.4%).**

[CNBC](#)

## Svärmande ammunition



**13 juli** [Air Force Times](#). USA: s flygvapen förbereder det första flygtestet av Golden Horde ammunitions-svärmar. Air Force Research Laboratory planerar att testa en Collaborative Small Diameter Bomb, en av de två ammunitioner som Air Force utvecklar i Golden Horde-programmet. Med Golden Horde vill flygvapnet ta reda på om ammunition kan kopplas ihop och fungera autonomt efter lansering enligt en uppsättning förutbestämda regler. När vapnen svärmar mot sin destination och delar information om sin omgivning kanske en av ammunitionerna ser ett högt prioriterat mål i närheten. Omedelbart riktar nu bombernas programmering två av vapnen mot det högprioriterade målet medan resten utför det ursprungliga uppdraget. Golden Horde är ett av tre teknikutvecklingsprogram, som valts av flygvapnet 2019 som ett "Vanguard-program" - ett högprioriterat prototyp- och experimentinitiativ som öronmärks som potentiellt banbrytande- tillsammans med den lojala wingman-drönaren, känd som Skyborg, och Navigation Technology Satellite-3, en experimentell satellit som skall förstärka GPS.

## Bättre rysk titan ökar livslängd



**13 juli** [Actualidad Aeroespacial](#) [Leer más](#). Bättre titan gör att flygplan kan gå tre gånger längre. Hållfastheten hos titanblad, en av de mest belastade delarna i en jetmotor, kommer att kunna öka med 20% tack vare en ny rysk framställningsmetod. Detta i sin tur kommer att öka tillförlitligheten och hållbarheten för motorer betydligt och minska tiden för underhåll. Titan och dess legeringar har en struktur som består av små korn som liknar sfärer. Diametern är från 5 till 300 mikrometer och ju mindre kornstorleken är, desto starkare blir materialet. Med hjälp av en ny bearbetningsteknik kan storleken reduceras till 100 nanometer (0,1 mikron), vilket gör att legeringens hållfasthet ökar med minst 20%. Till skillnad från traditionella metoder, som till exempel varmvalsning, tillåter den nya tekniken att formen på kornen behålls och därmed undviks en minskning av duktiliteten. För att uppnå sådana resultat användes en deformationsteknik med ultrahögt tryck upp till 52 000 atmosfärer genom att ett arbetsstycke passerar genom kanaler tillverkade av värmebeständigt material i en viss vinkel till varandra.



## Elektrisk Tempest?



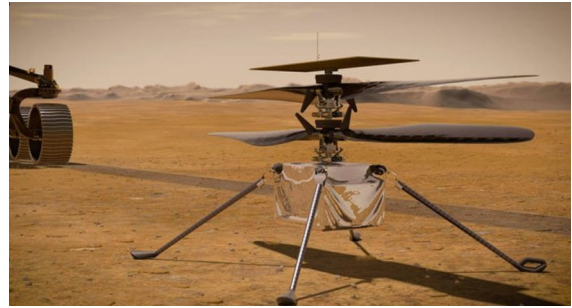
**15 juli Bloomberg** BAE Systems överväger att driva Tempest med hybrid eller helt elektriska system. BAE, som arbetar med motortillverkaren Rolls-Royce och andra, undersöker alla alternativ för att driva planet. Elektrisk flygning är fortfarande i sin början. En av de största utmaningarna är fortfarande vikten på batterierna som krävs för att få något annat än ett mycket litet plan i luften. Rolls-Royce utvecklade ett hybri elektriskt kommersiellt flygplanskoncept som kallades E-Fan X med Airbus. Projektet avbröts i år men BAE planerar att använda nyare tillverkningstekniker som 3D-utskrift på Tempest. Man kommer också att samarbeta med Williams Advanced Engineering för att anpassa batterihantering och kylningstekniker som används i formel E racerbilar till Tempest.

## Blackjack



**17 juli Av Week From Cleaver To Blackjack** En växande medvetenhet om sårbarheten för den amerikanska militärens lilla antal stora och kraftfulla sensorer i rymden driver en förändring i omloppsarkitekturen. I hopp om att sänka sårbarheten planerar rymdutvecklingsbyrån (SDA) att sända hundratals små satelliter till låg jordbana under de kommande åren. Men SDA saknar fortfarande några av de kritiska delarna som krävs för att göra en sådan arkitektur mest effektiv. Det är där DARPA:s Blackjack-program kommer in. Cirka 20 små satelliter som planeras lanseras 2021 förväntas visa tre viktiga tekniker: optiska tvärlänkar för att säkert utbyta stora datamängder; en ny klass av infraröda sökare för att upptäcka hypersoniska missiler och standardiserade komponenter som attitydkontrollsystem och flygdatorer. Tekniken kommer att införas i SDA:s Tranche-o-konstellation för provning och validering.

## Marshelikopter



**15 juli Actualidad Aeroespacial Leer más** Detta är Ingenuity, den första helikoptern som ska flyga på Mars. Helikoptern är med på NASA:s nästa Mars 2020 rover Perseverance. Den väger bara 1,8 kilo och har fyra speciellt tillverkade kolfiberblad anordnade på två rotoror som roterar i motsatta riktningar vid cirka 2 400 rpm, många gånger snabbare än en helikopter på jorden. Den har också innovativa solceller, batterier och andra komponenter, men den har inte vetenskapliga instrument. Den tunna atmosfären på Mars gör det svårt att uppnå tillräcklig höjd. Eftersom Mars atmosfär är 99% mindre tät än jordens måste Ingenuity vara lätt, med rotorblad, som är mycket större och roterar mycket snabbare än vad som skulle behövas för en helikopter på jorden. Det kan också bli extremt kallt i Jezero-kratern, där Perseverance kommer att landa med Ingenuity i februari 2021. På natten kan det sjunka till minus 90 grader Celsius.

## Atomraket för månbanan

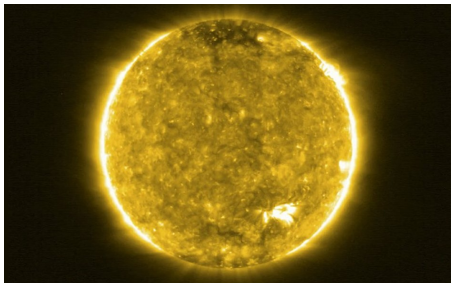


**17 juli Av Week From Cleaver To Blackjack**

USA:s DARPA planerar att demonstrera en kärnkraftsdriven rymdraket. En månad efter att Neil Armstrong och Buzz Aldrin promenerade på månen 1969, avslöjade Wernher von Braun en plan på att landa astronauter på Mars år 1982 med rymdfarkoster som drevs av kärnreaktorer med starkt anrikat uran (HEU). Budgetnedskärningar dödade von Brauns plan inom tre år, och drömmen om kärnkraftsdrivna rymdresor strandade på allmänhetens skepsis kring säkerheten vid den markprovning som krävs för HEU-bränsle i kärnreaktorer. Men nya teknologiska framsteg inom lågberikat uranbränsle, i kombination med en ökad konkurrens med Kina om tillgång till rymden mellan jorden och månen, har åter väckt intresset för atomframdrivning för rymdfärder. DARPA planerar att demonstrera en kärnkraftsdriven rymdraket. En demonstrationsraket för Cislunar-operationer förväntas visa ett atomframdrivningssystem med en dragkraft, som är 10 000 gånger högre än en elektriska thrusters.

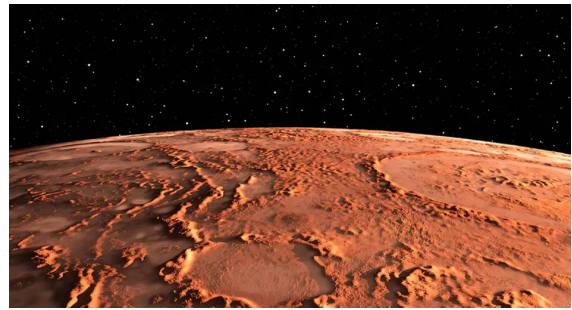


## Nya bilder av solen



**20 juli Reuters** NASA, ESA Solar Orbiter släpper de närmaste bilderna någonsin av solen. Dessa fantastiska bilder kommer att hjälpa forskare pussla ihop solens atmosfäriska lager, vilket är viktigt för att förstå hur det driver rymdväder nära jorden och i hela solsystemet. Solar Orbiter kom inom 80 miljoner km från solens yta, vilket är bara lite mer än hälften av avståndet mellan jorden och solen. När rymdfarkosten spiralar sig inåt under de närmaste två åren, kommer den som närmast att vara 40 miljoner km från solytan. Bilderna ger ett möjligt svar på en långvarig fråga: vad värmer upp stjärnans yttre atmosfär, eller korona, till miljontals grader? Solen har en varm kärna och en relativt sval yta omgiven av en supervarm atmosfär på mer än en miljon grader. Solar Orbiters bilder visar små, varma "lägereldar" utspridda på ytan av solen med temperaturer minst så höga som en miljon grader. Dessa lägereldar "kan spela en roll i uppvärmningen av solens yttre atmosfär, eller korona. De tros vara små explosioner och kan förklara varför solens yttre sköld, koronan, är 300 gånger varmare än ytan.

## Från Arabien till Mars



**20 juli Space News** Den första arabiska interplanetära sonden är nu på väg genom rymden. Förenade Arabemiraten är ett steg närmare att bli ett interplanetärt land med den framgångsrika lanseringen av arabvärldens första uppdrag till Mars. Sonden Hope eller Al Amal lyfte från Tanegashima, Japan, med hjälp av en Mitsubishi-raket, som placerade sonden i bilstorlek i en överföringsbana som kommer att transportera den cirka 500 miljoner kilometer till den röda planeten. Hope är en 1350 kg satellit utvecklad av Mohammed bin Rashid Space Center (MBRSC) i Förenade Arabemiraten. Rymdskeppet kommer fram till Mars i februari 2021 och går in i en första elliptisk bana mellan 1 000 och 49 380 kilometer över planeten. Den kommer senare att flytta in i den önskade banan för vetenskapliga observationer, med höjder från 20 000 till 43 000 kilometer. Hope bär tre instrument: en kamera, infraröd spektrometer och ultraviolett spektrometer. Rymdskeppet kommer att ge mer data om marsatmosfären, inklusive övervakning av väder och klimat, än tidigare Mars-omloppsuppdrag från USA och andra nationer.

## Rolls UltraFan



**20 juli Av Week UltraFan** Rolls Royce UltraFan demo motor är på väg att köras 2021. Rolls har fokuserat på två huvudspår: förbättrad termisk effektivitet genom högre turbintemperatur och förbättrad framdrivningseffektivitet genom att öka bypass-förhållandet med en större, långsammare fläkt. Den totala fläktdiametern för UltraFandemonstratorn är 350 cm, vilket ger ett bypass-förhållande på cirka 15:1. UltraFans arkitektur bygger på en större mellanturbin, som används för att driva mellankompressorn och fläkten via en växellåda. Genom att koppla fläkten till höghastighets mellanturbinen istället för att köra den direkt med en lågtrycksturbin som i Rolls nuvarande Trent-motorer, eliminerar UltraFan denna stora senare turbinsektion, vilket underlättar installationen. Man vill minska utsläppen genom att förbränna bränsle mer effektivt i en serie koncentrisk brännkammare. Ett bättre förbränningssystem förväntas också maximera turbinförmågan och bidra till att förbättra cykeleffektiviteten i UltraFan. En ombyggd motor går till test i år för en andra fas som planeras fortsätta till 2021. COVID-19-pandemin kan ge Rolls mer tid att förfinas sitt erbjudande för Airbus och Boeing. Motorstorleken är ännu okänd, men ligger inom området 25 000-100 000 lb.-drivkraft inom ramen för den skalbara UltraFan-arkitekturen.

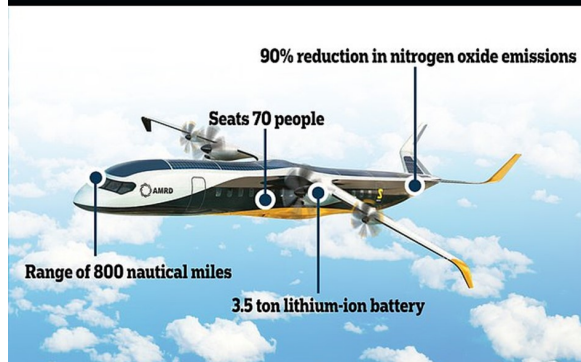
## Ny EcoBoeing



**21 juli FlightGlobal** Boeing har ingen avsikt att låta coronaviruset hindra sitt ecoDemonstrator-program 2020. Boeing kommer senare i år att lansera sin senaste ecoDemonstrator - en Etihad Airways 787-10. Företaget och flera partners kommer att använda planen för att slutföra ett ecoDemonstrator-program 2020, som kommer att inkludera utvärdering av brus under flygning och landningsutrustningar som är avsedda att tysta luftflödet runt en jetmotor. Planet kommer att vara utrustat med 222 "dynamiska trycksensorer", 214 fästa vid flygkroppen och åtta på landningsutrustningen. Med hjälp av dessa sensorer och en rad av 1 006 ytterligare mikrofoner på marken kommer man att undersöka 787:ans buller under flygning. Ingenjörer kommer också att använda 787 för att testa teknik som digitalt överför flygledningstjänster till jetflygplan. Tekniken ersätter röstkommunikation. EcoDemonstrator-programmet, som lanserades 2010, utvärderar nya flygplansteknologier - många relaterade till säkerhet och effektivitet - i samarbete med industrin och myndigheterna. Sedan en första ecoDemonstrator 2012, har Boeing använt sex flygningar för att utvärdera mer än 165 teknologier. Dessa har inkluderat winglets, virvelgeneratorer, clear-air-turbulencedetektorer, hyttutrustning, cockpit-pekskärm, trådlösa sensorer, system för undvikande av bankollision och vingbeläggning-ar.

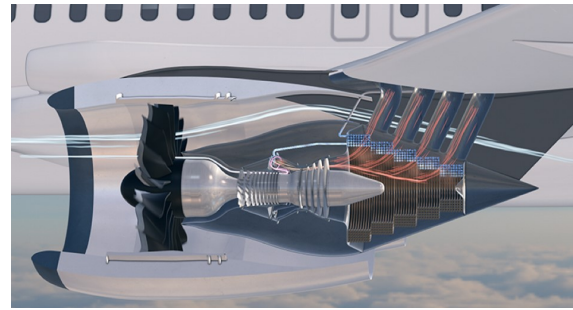
## Världens största hybrid

### THE LARGEST COMMERCIAL HYBRID PLANE IN THE WORLD



**20 juli Daily Mail (UK)** Engelska Electric Aviation Group presenterar design för världens största kommersiella hybridelektriska plan. Det 70-sitsiga hybridelektriska regionala flygplanet (HERA) drivs av en miljövänlig elmotor och konventionellt jetbränsle - och har en räckvidd på 800 nautiska mil, som väntas öka till 1 200 när batteriets energitäthet förbättras framåt 2030. Man förväntar sig att det första flygplanet kommer att vara i drift år 2028. Tack vare sin hybridmotor ska planet minska koldioxidutsläppen per passagerare och kilometer med 70 procent. Helelektriska flygplan behöver stora batterier och när batterierna ökar i storlek måste antalet passagerare ombord minska. Med hjälp av en hybridkonstruktion säger EAG att det har hittat en kompromiss även om flygplanet bara kan hantera regionala flygningar. HERA har luftburen batteriladdning för att minimera vändningstiden och kommer att transportera passagerare under dagen och last på natten.

## MTUs teknikplaner



**22 juli Av Week MTU Shapes The Future** MTU banar väg för utsläppsfri flygning. I sin Clean Air Engine (Claire) teknikplan fastställer MTU sina mål. I det första steget minskade introduktionen av en Geared Turbofan™ (GTF) bränsleförbrukning och därmed koldioxidutsläpp med 16 procent vardera och bulleravtrycket med 75 procent. Parallellt arbetar MTU på två framdrivningskoncept baserade på den beprövade GTF-motorn. I det ena kombineras kolvkompressor och motor. Det ånginjicerade och vattenåtervinnande gasturbinkonceptet integrerar en ångkraftsprocess i gasturbincykeln. Det heter WET-motor. WET står för vattenförbättrad turbofan. Ett annat koncept är elektrisk framdrivning, men MTU fokuserar också på alternativa, hållbara bränslen. På lång sikt är väte ett alternativ. Jämfört med batteri- och hybridelektriska motorer har den vätegasdrivna bränslecellen en speciell potential att möjliggöra utsläppsfri luftfart. Bränsleceller avger bara vatten och är betydligt lättare än batterier. Utveckling pågår vad gäller kraft, kylning och vätegasbehållarsystemet, men MTU planerar demonstrationer i flygplan i ett tidigt skede.

## Många vill till månen



**23 juli Av Week Lunar Exploration** Flera uppdrag kommer att utforska månens yta fram till USA: s planerade Artemis-uppdrag att sätta människor på månen 2024. Det finns flera amerikanska projekt. Astrobotics har flera NASA-kontrakt – det senaste tilldelades i juni och ska leverera Volatiles Investigating Polar Exploration Rover till månens sydpol 2023 för att söka efter vattenis.

**Intuitive Machines** har ett NASA Commercial Lunar Payload Services-avtal och planerar att lansera en landare i oktober 2021 på en SpaceX Falcon 9 till en plats på månens norra halvklot.

**Masten Space Systems** har kontrakt för att lansera, landa och övervaka verksamheten i åtta vetenskapliga nyttolaster under 2022.

**Blue Origin** utvecklar ett bemannat landningssystem (HLS), för att stödja USA: s planerade bemannade månlandning 2024.

**Dynetics**, ett dotterbolag till Leidos, gör en två-personers besättningsmodul som skall göra det möjligt för astronauter att leva på månens yta i ungefär en vecka. NASA har också gett **SpaceX** ett kontrakt för att utveckla en variant av sitt Starship lanseringssystem. Raketen skall föra astronauter från månens omloppsbana till månens yta och tillbaka.

**Kina** planerar att starta ett månundersökningsuppdrag som kallas Chang'e 5 i slutet av 2020. Det kommer att skicka två moduler till månens yta. En kommer att samla in prover och leverera dem till den andra modulen, som kommer att resa tillbaka till månens bana för att docka med en tredje modul. Därifrån kommer proverna att levereras till en fjärde, mánkretsande modul som kommer att föra dem tillbaka till jorden. Kina planerar också att skicka en sjätte landare, Chang'e 6, till månens sydpol 2023-24.

**Korea Aerospace Research Institute** utvecklar Sydkoreas första månuppdrag att lansera en Korea Pathfinder Lunar Orbiter för att cirkla månen i juli 2022. Målet är att utveckla prospekteringsteknik, undersöka månens topografi och resurser, identifiera landningsplatser och demonstrera ett rymdinternet.

Det japanska företaget **iSpace** planerar att utföra sitt första Hakuto-R-uppdrag, en mjuklandning på månen, 2021. På sitt andra uppdrag 2023 planerar iSpace att sätta in en rover för att utforska månens yta och samla in data.

**Indien** planerar att inleda sitt tredje uppdrag för att utforska månen i slutet av 2020 eller början av 2021. Det senaste månuppdraget av den indiska rymdforskningsorganisationen, Chandrayaan-2, skickade en rymdfarkost till månens omloppsbana, där den samlade bilder av månens yta, men en landare från uppdraget kraschade in i månen.



## Saab-centrum i England



**22 juli Reuters** Saab startar nytt centrum i England i anslutning till Tempest, det brittiskeledda projektet att bygga ett nytt stridsflygplan med Italien och Sverige. BAE Systems, Rolls-Royce, MBDA och Saab är bland de företag som arbetar för att utveckla Tempest, tänkt så småningom att ersätta Eurofighter Typhoon från 2040. Saab skall investera 50 miljoner pund i ett nytt framtida stridsflygplanscentrum i Storbritannien. Anläggningen kommer att fungera som nav för företagets deltagande i Tempest och representera Saabs första tentativa steg in i företaget. Saab namnger inte Tempest specifikt, men antyder att Sveriges engagemang är mer fokuserat på tekniken snarare än den framtida plattformen. Saab vill säkerställa att tekniken finns på plats för att stödja en långsiktig framtida förmåga och kontinuerliga uppgraderingar av Gripen E under decennier framöver. Japan har tidigare också nämnts som en möjlig framtida partner i Tempest-projektet.

## Kina mot Mars



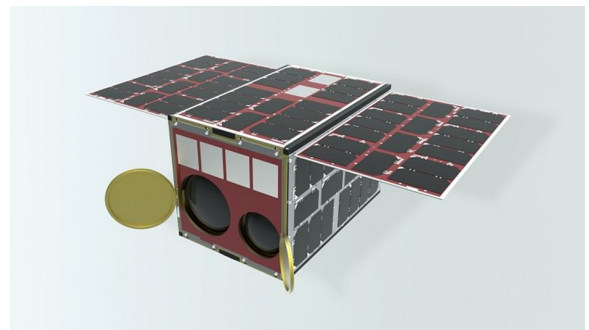
**23 juli SPACE** Kinas första helt egna Mars-uppdrag är på väg till den röda planeten. Tianwen-1 består av en orbiter och en kombinerad landare/rover. Om allt går enligt plan kommer Tianwen-1 att anlända till Mars i februari 2021. Landaren/roverparet kommer att röra sig på marsytan under två till tre månader någonstans inom Utopia Planitia, en stor slätt på planetens norra halvklot, där NASAs Viking 2 landade redan 1976. Den solenergidrivna rovern kommer sedan att tillbringa ungefär 90 marsdagar för att studera omgivningen i detalj. (En marsdag kallad "sol" är ungefär 40 minuter längre än en jorddag.) Den kommer att göra det med sex olika vetenskapliga instrument, Multispektral kamera, Terrain Camera, Mars-Rover Subsurface Exploration Radar, Mars Surface Composition Detector, Mars magnetfältdetektor och Mars Meteorology Monitor. Orbitern kommer så småningom att bosätta sig i en polär elliptisk bana som tar den så nära Mars som 265 kilometer och så långt bort som 12 000 km. Den kommer att vidarebefordra information hem från rovern och samla in egna vetenskapliga data med sju vetenskapliga instrument: två kameror, Mars-Orbiting Subsurface Exploration Radar, Mars Mineralogy Spectrometer, Mars Magnetometer, Mars Ion and Neutral Particle Analyzer och Mars Energetic Particle Analyzer.

## Bekämpning av drönare



**23 juli FlightGlobal** Drönare bekämpas med elektromagnetisk puls. Northrop Grumman har tecknat ett avtal med ett annat företag Epirus för att sälja elektromagnetiska pulsvapen för att motverka fientliga obemannade luftfarkoster (UAV). Det elektromagnetiska pulsvapnet, som kallas Leonidas, ska säljas som en del av en svit av mot-UAV vapen. Leonidas skapar en elektromagnetisk puls, som kan styras för precisionsangrepp eller justeras för att sanera en volym av terräng eller himmel, vilket skapar en kraftig fälteffekt. Hotet från UAV:er växer nästan exponentiellt. Idag finns de i alla typer, storlekar och priser, med hundratals tillverkare i de flesta av världens länder. Det i sin tur har lett till en explosion i antalet anti-UAV-tillverkare Enligt rapporten Counter-Drone Systems arbetade 155 företag i mer än 30 länder på mer än 230 anti-UAV-produkter. Detta inkluderar inte militära laboratorier som DARPA, den ryska stiftelsen för avancerade forskningsprojekt och Kinas forskningsstyrningskommitté.

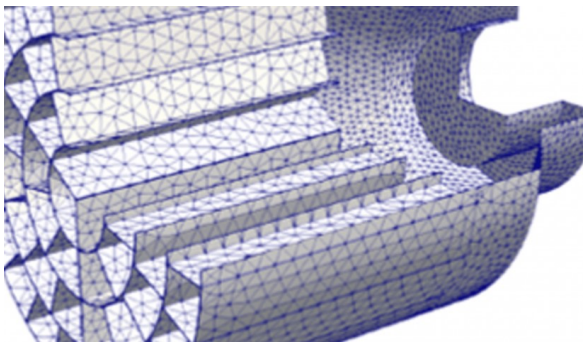
## Bilteknik i satelliter



**23 juli IEEE Read more** Företagen Alimotive och C3S samarbetar för att använda självkörande bilteknik och artificiell intelligens AI i satelliter. C3S specialiserar sig på nanosatelliter. Alimotive har utvecklat självkörande teknik för fordonsmarknaden. C3S kommer att anpassa Alimotives teknik till sin rymdelektronikplattform för att möjliggöra AI-funktioner i små satelliter. Företagen tror att denna kombination av teknik skall påskynda användningen av satelliter för massmarknader som telekommunikation, jord- och rymdobservation, autonom satellitdrift, dockningsstöd, asteroidbrytning med mera. För närvarande är många satelliter starkt beroende av markstationer i stället för att vara helt autonoma. Dessa satelliter samlar in affärsdata eller vetenskapliga data och laddar ner dem till marken i sin helhet utan förbehandling. Detta är ett ineffektivt sätt vid användningar, som kräver omedelbar uppmärksamhet som en naturkatastrof eller i jordbruk, fjärranalysdata och varning eller lastspårning. AI kan ändra på detta genom att förbättra uppfattningen och beslutsfattandet i satelliter, liknande hur autonoma fordon utvecklas för att snabbt anpassa sig till sin miljö för att undvika andra bilar eller fotgängare.



## Luft lyfter satelliter



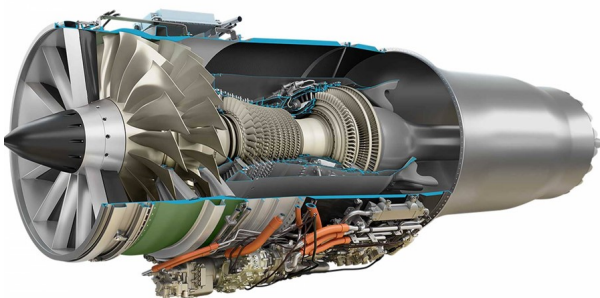
**23 juli Actualidad Aeroespacial** [Leer más](#) ESA testar ett luftintagssystem för att hjälpa satelliter att övervinna atmosfäriskt motstånd. Luftmotståndet skulle dra ner en satellit mot jorden inom några veckor om det inte motverkades av små raketmotorer. Europeiska rymdorganisationen (ESA) testar ett luftintagssystem som är tillräckligt effektivt för att samla de få luftmolekylerna i den övre atmosfären för att driva ett elektriskt drivmedel som kompenserar för luftmotståndet. Detta luftintagsgrenrör är utformat för att samla tillräckligt med luftpartiklar när det stryker över toppen av atmosfären för att driva en elektrisk "thruster". Målet är att hjälpa satelliter att kontinuerligt arbeta i banor från 180 km till en maximal höjd av 250 km. Denna teknik, testad av ESA i princip, med VLEO-satelliter med mycket låg jordbana, skulle kunna ge skarpare jordobservationsbilder och säkrare kommunikationslänkar i framtiden.

## Rysk antisatellit



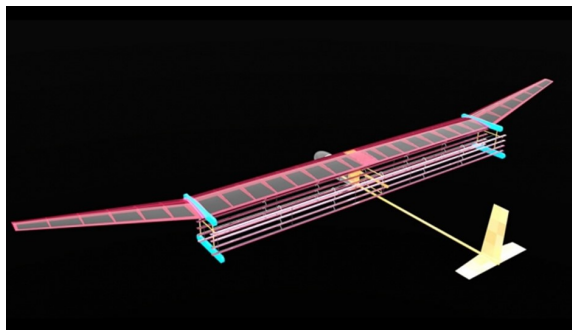
**25 juli Spaceflight Now** Den 15 juli injicerade Ryssland ett nytt objekt i omloppsbana från satelliten **Cosmos 2543**. Omständigheterna kring lanseringen och den efterföljande utsättningen av en dottersatellit i omloppsbana har likheter med ett ryskt militärt uppdrag som inleddes i juni 2017 ombord på samma typ av raket och som senare satte ut två undersatelliter. Ryska försvarstjänstemän beskrev uppdraget som en demonstration av en inspektionssond, som kan närma sig och ta bilder av andra objekt i rymden. En analys av offentligt tillgängliga satellitbanddata tydde dock på en projektil. Kosmos 2543 släppte ifrån sig det mystiska objektet med en relativ hastighet på nästan 200 m/s. USA, Kina och Indien har också demonstrerat markbaserade anti-satellitmissiler. Den amerikanska militären har lanserat sina egna inspektionssatelliter till en geosynkron bana och har också utfört obemyndigade satellitinstallationer från sitt rymdplan X-37B i omloppsbana, men ingen har visat det speciella beteende hos det ryska Kosmos 2542/2543-systemet.

## GE:s överljudsmotor



**28 juli GE** General Electric hanterar miljöutmaningar med Affinity Engine. Den tvåaxlade, medelstora bypassmotorn är avsedd att driva Aerion AS2 supersoniska affärsflygplan. Målet är att kunna köra 100 procent på hållbara bränslen och möta eller överträffa internationella nivåer för buller och utsläpp. Man arbetar med reducerad fläktstorlek och akustik för fläktljud. Den största utmaningen är bränslesystemet. GE har tittat noga på hur biobränslen skulle påverka systemet inom områden som tätningar. Biobränslen saknar vanligtvis viktiga aromater som är viktiga för tätningarna. Utöver förbränning var man tvungna att undersöka kapacitet och materialsystem som är involverade i turbinen för att minimera reaktioner med förbränningsprodukter. I subsoniska motorer är de hetaste temperaturerna vid start eller stigning, men i en supersonisk motor måste man nästan upprätthålla den miljön under hela flygningen. Samtidigt vill man hålla nere bränsleförbrukningen. I subsoniska kommersiella motorer har man höga bypassförhållanden med stora fläktar, men Aerion vill inte ha stora fläktar på flygplanet för det ökar luftmotståndet. Trots detta lovar GE att motorn kommer att ha det höga bypass-förhållandet någonsin för en supersonisk motor.

## Jondrivna flygplan



**28 juli plan utan propeller** Forskare vid MIT utförde 2018 den första flygningen i ett plan utan motor. Istället för propeller eller turbiner drivs det lätta flygplanet av en "jonvind" - ett tyst men kraftigt flöde av joner som produceras ombord på planet och som genererar tillräckligt med drivkraft för att driva planet under en långvarig, stadig flygning. Till skillnad från andra flygplan behöver det inte fossila bränslen och är helt tyst. Flygplanet, som väger ungefär 5 kilo och har ett 5 meter stort vingspann bär en uppsättning av tunna trådar, som är spända horisontellt längs och under den främre kanten av planets vinge. Trådarna fungerar som positivt laddade elektroder, medan på liknande sätt arrangerade tjockare trådar, som löper längs baksidan av planets vinge, fungerar som negativa elektroder. Batterierna matar spänning till elektroderna och jonisering av luftmolekylerna får dem att röra sig, vilket skapar den luftförelse som behövs för flygning. Systemet kan användas för att driva små drönare och till och med lätta flygplan, som ett alternativ till framdrivning med fossilt bränsle.

## NASA söker liv på Mars?



**30 juli NBC News** NASA skickar iväg en ny rover, Perseverance, för att leta efter forntida liv på Mars. Perseverance kommer att tillbringa 6½ månader i rymden innan den landar i kratern Jezero, som en gång var ett floddelta, som översvämmades med vatten för mer än 3,5 miljarder år sedan, vilket gjorde det till en spännande plats att söka efter tecken på forntida mikrobiellt liv. Perseverance har sju vetenskapliga instrument för att utforska marslandskapet och bedöma om planeten haft liv, en markinträngande radar, instrument för att studera den kemiska sammansättningen i den steniga omgivning, en ultraviolett laser för att kartlägga organiska föreningar och mätare för att registrera temperatur, vindhastighet och fuktighet. Rovern ska också testa om koldioxid i atmosfären kan användas för att producera syre och samla in sten- och markprover som NASA planerar att föra tillbaka till jorden under en framtida expedition. Den bär också en liten helikopter, kallad Ingenuity, för att försöka flyga i Mars tunna atmosfär. Den var det tredje rymdskeppet som sändes till Mars i juli efter Kinas Tianwen-1, som inkluderar en landare och rover, och Förenade Arabemiratens orbiter med namnet Hope ombord på en japansk raket.

## Mach 5 för presidenten



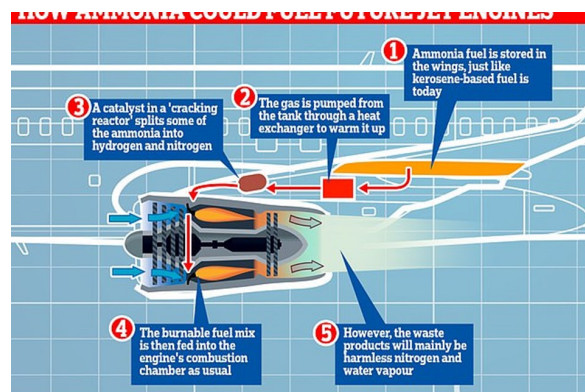
**6 aug Aerospace America** Hermeus ska studera Mach 5 affärsjet för US Airforce. Planet skall ersätta de Gulfstream-flygplan som för närvarande finns i presidentflottan. Vid Mach 5, som är över 3000 km/h, skulle flygtiderna från New York till London vara 90 minuter snarare än sju timmar. Varje 20-platsers plan skall drivas av ett obestämt antal turbinbaserade kombinerad cykel, eller TBCC, motorer. Vid lägre hastigheter ger varje motor dragkraft precis som en konventionell turbinmotor, men vid Mach 3 går TBCC över i ramjet-läge där luften komprimeras med flygplanets rammtryck istället för med kompressor. Med förkylare har man provat en sådan motor vid hastigheter högre än den berömda SR-71.

## Virgin Mach 3?



**3 aug Bloomberg** Virgin Galactic kommer att arbeta med Rolls-Royce för att utveckla ett plan för tre gånger ljudets hastighet. Rekrutereringen av Rolls-Royce, som gjorde motorerna för Concorde, världens enda civilcertifierade supersoniska flygplan, syftar till att ta fram ett framdrivningssystem som är både banbrytande och hållbart. Virgin Galactic försöker utveckla ett Mach 3-deltavingat flygplan, som skall flyga på en höjd över 60 000 fot och bära mellan nio och 16 personer i en premiumkabin. Nästa steg kommer att innebära att utveckla designen, bestämma vilka material som ska användas och ta itu med CO<sub>2</sub>-hindret och problemen med den ljudbang som var en viktig faktor för att begränsa Concorde till en handfull rutter. Partnerskapet med Rolls-Royce kommer efter att den brittiska motortillverkaren förra veckan tillkännagav en pakt med Boom Technology Inc, en av tre startups som tävlar om en ny supersonisk marknad under de kommande åren.

## Ammoniakbränsle



**10 aug Daily Mail (UK)** Brittiska forskare utvecklar teknik så att flygplan kan köras på ammoniak. Till skillnad från fotogenbaserat jetbränsle är ammoniak mindre brandfarligt och brinner utan att släppa ut växthusgasen koldioxid som bidrar till klimatförändringarna. Precis som konventionellt jetbränsle skulle ammoniak kunna förvaras i flygplanets vingar, men till skillnad från fotogen brinner ammoniak inte så lätt på egen hand. För att brinna i en brännkammare måste ammoniak blandas med väte, vilket kan frigöras från själva ammoniaken med hjälp av värme och en katalysator. Forskarna föreslår att man använder en värmeväxlare för att värma upp bränslet på väg till motorn, följt av en så kallad "krackningsreaktor" för att dela upp ammoniak i väte och kväve. Bränsleblandningen kan sedan antändas för att driva motorn. De enda avfallsprodukterna är kväve, vattenånga och kanske några kväveoxider - även om de senare kan tas bort från avgaserna med mer ammoniak. Med tanke på att övergången till ammoniak endast kräver mindre tillägg till konventionella jetmotorer, skulle flygbolagen kunna använda det renare bränslet utan att helt behöva ersätta sina nuvarande flygflottor. Ammoniak har dock en lägre energitäthet än konventionellt jetbränsle, vilket innebär att flygplan som drivs av det nya bränslet skulle ha något kortare räckvidd.



## Kvantkommunikation



**13 aug SPACE** Kvantkommunikation tar ett stort steg med satellitbaserat kinesiskt experiment. Kina lanserade den första kvantkommunikationssatelliten Micius ovanpå en Long March-raket 2016. Man använder en satellit med låg omloppsbana för att skicka krypterade meddelanden till markbaserade stationer med kraftigt ökat avstånd jämfört med andra metoder. Detta kan revolutionera hur vi delar känslig information och skyddar människors information under en tid med ökande cybersäkerhetshot. Kvantkommunikation tillåter två parter att dela krypterad data som överförs genom partiklar, kända som kvantbitar eller qubits. Kvantegenskaperna för qubits kopplas i par, och dessa par genereras i slumpmässig ordning. Paret som delas mellan de två parterna stavar ut en hemlig fras, som sedan används för att kryptera en uppföljning av dataöverföringen. Par med sammantrasslade fotoner genererade ombord på Micius-satelliten delas upp och distribueras sedan med två dubbelriktade nedlänkar till två markobservatorier. Jämfört med tidigare kvantkommunikationsförsök ökades avståndet från 100 till 1 200 km.

## FlyZero



**17 aug FlyZero** Engelska Aerospace Technology Institute startar ett års studie av kommersiella flygplan med nollutsläpp. Det är en del av Jet Zero Council som lanserades av premiärminister Boris Johnson i juli för att hantera klimatförändringar och etablera nationellt ledarskap på koldioxidneutralt flyg. Projektet kommer att inledas med en inledande studiefas, där man samlar in och strukturerar känd information om flygkoncept, energikällor och framtida marknader för lufttransport. Sedan kommer man att välja ut idéer som är mest lämpliga och genomföra en konceptstudie om flygplan och flygplanssystem om vad de kan prestera, hur hållbara de kan vara och vilka de operativa frågorna kan vara. I den slutliga projektfasen kommer en eller flera att väljas för en preliminär design, där avsikten är att utveckla koncept och förstå deras prestanda och tekniska utmaningar i större detalj. FlyZero-projektet kommer endast att omfatta brittiska partners, eftersom dess mål är att skapa ett brittiskt konsortium och stärka den nationella konkurrenskraften.

## Spaning efter UFO



**16 aug UFO sightings ...** Pentagon upprättar ny ufo-enhet. En ny specialstyrka inom USA:s flotta ska undersöka observationer av oidentifierade flygande föremål, så kallade ufon. Det är kanske inte framför allt gröna utomjordingar som oroar Washington. Enheten kommer snarare att rikta in sig på UAP:s – oidentifierade flygande fenomen – som kan kopplas till territoriella dispyter. Som exempel nämns Kinas misstänkta spionkapacitet, där drönare och andra flygande föremål tros användas. Specialstyrkans uppdrag är att upptäcka, analysera och registrera UAP:s som potentiellt kan utgöra ett hot mot USA:s nationella säkerhet. Medlemmar av kongressen och Pentagon-tjänstemän har länge uttryckt oro över utseendet på de oidentifierade flygplan som har flugit över USA:s militära baser och utgör en risk för militära jetplan. Det finns ingen konsensus om deras ursprung men vissa tror att de kan vara drönare som drivs av jordiska motståndare snarare än utomjordiska.

## AI slog pilot



**22 aug Fortune** Ett Artificiell Intelligens program vann över en pilot i simulerad dogfight. "AlphaDogFight Trials" sponsrades av Pentagon's Defense Advanced Research Projects Agency, mer allmänt känt som DARPA. Ett datorprogram slog enkelt en amerikansk jaktpilot i fem omgångar av simulerad F-16 flygstrid. AI-programmet vann alla fem omgångarna på under två minuter, vilket visar teknologins möjligheter. I den simulerade striden överskred F-16-planet 800 km/h och 9 g i det virtuella lufrummet. Varje plan var beväpnat med en laserstråle som simulerade ett verkligt vapen. Striden dök upp på en videoskärm med små blips för varje flygplan. Den mänskliga piloten bar ett virtual reality-headset som gav honom en bild av striden som om han befann sig i cockpiten i ett riktigt plan. Ett av programmets mål är att utveckla AI-teknik som kan användas av mänskliga piloter för att förbättra deras flygförmågor i strid. En app kan reagera snabbare än en människa på vad fiendens flygplan gör. Programmen kan också användas för att förbättra militära drönarens kapacitet, som i allmänhet fortfarande kräver en fjärrpilot på marken för att manövreras.





## 41. Candy oförsäkrad

Gästrummen var inget att klaga på. Tvärtom. De var för turister från Jorden, men alla var nu tomma. Plurimax ställde ju in alla resor när marsianerna inte ville ha hans opium.

Den här staden var ändå aldrig den mest populära för turister. Som den första staden på Mars valdes den av mer praktiska skäl. För mesta möjliga nyttolast ville man maximera bromstiden i atmosfären, så att man sparade bränsle. Därför sökte man sig till djupa dalar. Man ville också ha vatten och på djupa ställen kom man närmare isen under ytan. Den mesta isen fanns förstas vid polerna, men det var lättare att skjuta upp raketer vid ekvatorn, där man fick skjuts av planetens rotation. Man ville också ha jämn terräng för att lätt kunna köra omkring. Skönheten hos landskapet brydde man sig inte om.

Av alla dessa skäl hamnade staden i låglandet Arcadia Planitia nordväst om solsystemets högsta berg Olympus Mons nära ekvatorn på norra halvklotet. Andra städer fanns längre söderut i kratern Argyris Planitia och jättekratern Hellas i öster bortom Valle Marineris. Den mest populära platsen för turister var Tharsisplatån på andra sidan Olympus Mons. Där fanns bergskedjan Tharsis Montes och många vulkaner, till exempel Alba Mons, vita bergen.

Turismen var aldrig någon stor affär. Mars kunde inte tävla med Månen när det gällde läkarvård i låg gravitation. Sightseeing var ett dragplåster, men en opålitlig inkomst. Inga jordbor tyckte om de långa resorna och att behöva stanna så länge på Mars. En typisk resa varade 18-24 månader. Dyrt kunde det också bli. Priset berodde på när man åkte och hur Jorden och Mars då stod i förhållande till varann.

Man försökte jämna ut beläggningen genom att subventionera resor vissa tider. Jag kommer också ihåg att man hade lotterier där högsta vinsten var en resa till Mars, men det blev ingen succé. Mars blev helt enkelt aldrig någon turistmagnet utom för de mest långhårigt sysslolöst superrika.

Det var ofta ungdomar, som ville känna på baden och exotiska sporter som brottning i låg gravitation. De kunde också vandra mellan raststugorna på marsytan, där man måste ta skydd om man överraskades av en solstorm. Minimalt utrustade med luft, vatten och mat så var det inga ställen man bodde länge på. De var täckta med flera meter tjock is förstärkt med fibermattor och hade så kallade Halbach-system. Det var permanentmagneter, som förstärkte det magnetiska fältet på en sida, men minskade det till nästan noll på motsatt sida för att stöta bort inkommande partiklar från Solen. Utan dem skulle det ha behövts tolv meter is för att minska den kosmiska strålningen till samma nivå som på Jorden. Under normala förhållanden är den nästan femton gånger större och under en solstorm ännu värre.

Bergsbestigningar och vandringar var populära även bland den bofasta befolkningen på Mars, för man ville hitta nya fyndigheter att utvinna. Man hade till och med stora pris för den som upptäckte sådana. Upptäckare färdades ofta ensamma, gruvarbetare däremot i konvojer med kanske ett dussin maskiner och öppna lastfordon åtföljda av en trycksatt rover. En sådan rover var ett tekniskt mästerverk med livsuppehållande system för sex till åtta arbetare för flera månader. Sådana gruvarbetare och upptäckare i den marsianska vildmarken, var frivilliga och bland de modigaste och skickligaste. Ledarna för dessa expeditioner hade en status, som närmade sig piratkaptenernas. De avundades och beundrades av alla, eftersom de kunde lämna det instängda livet i grotterna.

Men det mest populära bland turisterna var nog så kallade retreats, där man kunde få känna på hur det var att arbeta. På Jorden arbetade ju bara robotar och folk i de självfinansierade fängelserna. En del av de mest långhåriga ungdomarna skröt i sina CV med att de minsann hade arbetat på Mars och att ungarna i myggräskan säkert inte hade det så illa som det påstods.

Även sådana turister levde förstås mera bekvämt än den vanlige marsianen. Deras lägenheter fanns nu lediga och det var en sådan vi fick låna. Den var inbyggd i själva höjlet över staden. På ena sidan fanns ett fönster med utsikt över marsytan och på den andra en balkong mot parkerna och anläggningarna runt stadshuset. Turisterna skulle verkligen känna att de var på sina drömmars planet och kunna njuta av kontrasten mellan den vilda naturen och människans framgång i att besegra den. Allt skulle vara genuint. Till och med fönsterglaslet gjordes på Mars.

Man kan dock inte påstå att utsikten var något att skryta med. Utanför vårt fönster var en stor reservtank för vatten och huvudvattenledningen från isfälten försvann bortom horisonten mellan halvt begravda kärnreaktorer. Inåt var det desto storslagnare och ett förvånansvärt varierande panorama. Det första blicken mötte var borgmästarens magnifika palats med sina höga spiror och den häckomgivna av stora träd beskuggade parken. Där bortom fastnade blicken på arenan med sina ljuspelare. Det var ett mäktigt byggnadsverk i vit sten skulpterat som Colosseum och omgivet av andra byggnader, som vi senare lärde känna som de berömda marsianska baden, så nödvändiga i ett samhälle med brist på vatten. Där var också den väldiga pelaren, som bar upp kupolen omgiven av oräkneliga gator uppblandade med grönska.

Inget av detta såg vi när vi kom, ty natten var redan mörk, men mottagandet överträffade ändå alla våra förväntningar. Förmodligen hade den tjänstgörande rumsdatorn inte på länge haft några gäster och försökte nu överraskad ta igen sin försummelse. Den kände troligen av våra kroppsfält och följde våra rörelser, förutsåg våra önskemål och läste våra känslor, men misslyckades totalt.

Vi behövde i alla fall inte vänta på att få komma in. Dörren öppnades när vi närmade oss och stängdes tyst efter oss. Väl inne svepte en våg av infraröd värme mot var och en av oss och föll snart till en individuellt behaglig nivå. Sedan utlöstes en febril aktivitet. Vi stod där förvirrade och höll om varann, svajande efter den vindränkta middagen, medan färger, väggar och möbler böljade runt oss. Blått, grönt och violett strömmade omkring, medan väggarna rörde sig och böjde sig så att rummet verkade större eller mindre. Gick man mot en vägg, så kunde där plötsligt öppna sig en dörr. Möbler förvandlades och väggar och innertak försvann ersatta av svepande vyer över himmel och land.

Rummet var multifunktionellt och kunde förvandla sig så att det passade till allt. Rumsrobotarna var små rundade kuber med hjul på sidorna och mekanismer så att de kunde haka in i, rotera och docka med varann. De bildade komplexa former som olika sorters möbler, som rörde sig omkring oss och erbjöd sig till användning. Var vi i vägen, så delade de upp sig och gick runt. Brydde vi oss inte om dem så försökte de med något nytt.

Eftersom vi var två personer och förvirrade på alla sätt, så dröjde det innan lägenheten kom till ro i någon slags kompromiss. Till slut tyckte den tydligen att det var dags för oss att sova, för möblemanget bestod plötsligt av bara ett par sängar. Något slags tyngdtäcke omfamnade mig och slöt sig om min kropp. Jag föll lyckligt i sömn och jag är säker på att täcket mätte min puls och mitt kroppsfall, för jag var ovanligt nog inte uppe på natten. Det beredde mig dock en del problem på morgonen, som jag inte har anledning att gå närmare in på.

Det var kort sagt en lyxlägenhet vi fick. Det var som en dröm. På morgonen talade duschen om för mig att jag gärna fick hålla på hur länge jag ville för vattnet cirkulerade, renades och återvärmades. Det stämde inte alls. Vattnet var till en början varmt och skönt, men blev plötsligt iskallt. Detta upprepades tre gånger, varefter duschen frågade om jag önskade något mer. Jag undvek frågan, lät den infraröda värmen torka mig och gick för att äta frukost. Illtjuten från min fru visade att duschen fortsatte sitt irrationella beteende.

Rummet snurrade runt och blev en frukostmatsal. Där fanns till och med en skrivare för köttträtter, men den var tyvärr inte igång. Den högdragna androiden, den människolika roboten, som serverade oss, verkade sur för att jag inte ville röra den osande bruna fekalpastan, som den stolt ställde fram. Min fru, som kom till bordet med blött hår, sniffade också på den och sköt den ifrån sig. Kaffet var äckligt kallt. I det låga trycket kokade det ju redan vid sextio grader.

Det fanns en el tandborste, men jag avstod eftersom våra glasögon inte längre kunde komma i kontakt med den så att man såg var man borstade. Roboten ville stå till tjänst, men när jag avböjde med tanke på att den inte på länge verkade ha haft någon gäst, så drog den sig tillbaka och ställde sig förnärmad och högnäst i ett hörn. Jag började förstå varför marsianerna behövde göra något åt sina robotar.

Tidigt på morgonen kom Tertia och hämtade oss och trots allt skyndade androiden fram från sitt hörn, ställde sig vid dörren och bugade sig när vi gick. Den var av medellängd, av något slags vitt emaljerat material med svarta bårder i lederna. Den glänste som om ingenting skulle kunna fastna på den. Den har åtminstone inte något hår på huvudet, tänkte jag, när jag gick.

Den konstgjorda solen stod nära horisonten och spred sitt kalla blåa ljus över träden i parken, men längre upp började himlen redan skimra i rött. Nu skulle vi få ögonlinser i stället för glasögon och kopplas upp mot Mars motsvarighet till Cyberanden. Men först måste vi ekiperas.

Vi fick alltså gå en stund genom staden. De olika stadsdelarna låg som armarna på en femarmad stjärna med borgmästarens palats i centrum. Vi lämnade domen med stadshuset och gick in i den del, som vi passerade första dagen. Marknaderna var redan igång och dignade av alla möjliga varor som prydnadsföremål, kläder och hushållsrobotar, men vi fortsatte förbi. Det stora torget som vi passerade första dagen pryddes på två sidor av halvcirkelformiga pelarhallar. Det var majestätiska halvcirklar på fem våningar med hundratals butiker och på tredje våningen i den ena hittade vi en butik för kläder.

I ett provrum fick vi klä av oss och dra på oss en hudnära kroppsstrumpa. Projektorer i olika vinklar belyste oss med svarta horisontella linjer och videokameror fotograferade dem och räknade ut våra exakta mått. Ute i butiken kunde vi se hologram av oss själva med det vi funderade på att köpa. Jag sade ja eller nej och kläder och skor vävdes, skars till och limmades ihop. Bambu, som växte fort, gav cellulosa fibrer och lignin. Fibrerna kan användas för att producera rayon



som kan användas i olika textilier. Nu var det åtminstone ingen risk att vår klädsel inte skulle smälta in.

Ögonlinserna skulle vi få en klinik och det fanns två sådana. Den första, sa Tertia med respekt i rösten, var mycket exklusiv och från början till för turisterna. Nu kunde alla, som hade råd, ansluta sig dit via en försäkring. Den låg nära baden och träningsanläggningarna och erbjöd både friskvård och ständigt hälsokontroll. Försäkringen betalade bärbara sensorer i kroppen, i kläderna och i personliga ägodelar och resultaten lagrades i en personlig hälsoprofil. Till och med marken man gick på räknade stegen och samlade in data, sa hon. De hade tre piloter i ständig beredskap, som med suborbital raket kunde nå de försäkrade var som helst på Mars inom hundra minuter. De hade med sig en rover, som kunde ta sig fram i svår terräng, ett uppblåsbart fältsjukhus och tillräckligt med mat, vatten och syre för tio personer i upp till fyra marsveckor vad det nu skulle vara bra för.

Hennes försäkring från institutet, där hon arbetade, gällde tyvärr inte där. Vi måste därför gå till den andra kliniken. Den låg i en annan dom borta vid industriområdena. Även den tog emot olycksfall, tyvärr till och med oförsäkrade, så vi måste kanske vänta på att få komma in. Folk var ju så slarviga och råkade ut för en massa saker i jobbet. Fast i värsta fall kunde vi betala för att komma före.

Den delen av staden påminde om hamnkvartaren i Mom-basa. Jag förstår inte hur någon människa kan hitta i denna stad där smala mörka gränder tycks slingra sig utan ordning runt hyreshus där hundratals familjer tränger ihop sig visserligen med klängväxter utmed väggarna och väldiga blomkrukor på balkonger och terrasser.

Staden sköt i höjden och i brist på utrymme travades våningar på varandra i ett virrvarr av trånga smågator där det ofta saknades trottoarer och stenläggning. Gatorna vindade sig om varann i ett smalt och ogenomträngligt nät som om de dragits utan regler tvärs igenom massan av hus. Som vanligt var det fullt av folk, som pressade och tryckte på. Det sjöed av aktivitet och det var fullt av små verkstäder. Här fanns de bästa teknikerna och reparatörerna på hela Mars, påstod Tertia. Folk kom till och med från andra städer för att få hjälp med sina apparater.

De välbesökta krogarna var redan fulla av folk, som hängde utanför baren i väggen och väntade på mat och dryck att ta med sig hem. Stenbänkarna på ömse sidor om dörrarna var någon slags ljugarbänkar där trötta fotgängare vilade efter en runda på stan. En del av de större husen hade pampiga entréer. I hörnet stod en bagare och serverade småbröd i en korg. Några kvinnor provade skor på en bänk, som skohandlaren hade satt fram för sina kunder. Vi passerade ett litet stånd där man sålde nykokt sparris. En elegant dam gick belåten därifrån. Det var ett vimmel av folk av alla slag.

Från alla håll hördes gapskratt och slippriga visor. Man sjöng och skrek och skälade om vartannat, grälade och slogs. I varje gathörn hotade vi att bli påhoppade av smutsiga ungar, som studsade mellan husväggarna. En flock gatpojkar kom springande runt ett hörn. De gav sig på en ensam yngling, förmodligen från något annat gäng. Han försökte få in ett slag, men det blev ett slag i luften. Han vred sig istället undan och välte sig baklänges. Någon fick tag på hans ben. En annan sparkade honom i huvudet. Sedan var de borta igen. Han var alldeles vit i ansiktet, men näsan blödde och glödde blårod. Tungspetsen for snabbt runt för att slicka upp blod och snor. Han hade fuktiga ögon och bleka och av upprördhet darrande läppar, men försökte ändå behålla någon sorts föraktfull nonchalans. Vi fortsatte vår väg.

Kliniken var en låg byggnad nära utgången till rymdhamnen, där domens vägg välvde sig uppåt i den nu vita rödskimrande morgonsolen. Genom ett trångt atrium kom vi in i den halvmörka mottagningen. Ljus är alltid en bristvara på Mars. I dörren mötte vi en man på väg ut. Han hade en ganska kraftigt blåtira, som syntes extra tydligt i det blekfeta ansiktet. Jag såg att det samma terrorist, som jag råkade stöta emot den dagen vi kom. Han knöt nävarna och blängde utmanande på mig, men smet iväg efter en sidoblick på Tertia.

Rummet var svalt och skönt, för jag var varm efter vandringen. Varken jag eller min fru hittade den rätta steglängden i den låga gravitationen, där det gällde att ha båda fötterna i luften samtidigt. Vi var förstas också svaga efter tiden på Månen och i rymdskepp.

Två grönlädda kvinnor satt och pratade bakom en glasruta. En skallig vitskäggig man i en grå overall, en sådan som man har under en rymddräkt, låg på en bår. Hans ansikte var lika grått som hans overall. Han var blodig i ansiktet och skägget var tovtigt av saliv och mörka fläckar. Ena knäet var krökt åt sidan i en onaturlig vinkel. En annan man i en lika smutsig overall satt och höll om en blodig hand och såg plågat upp när vi kom in.

De två bakom glaset tittade upp, när Tertia kom fram till dem och en lucka öppnades. Det blev en lång diskussion med upprörda röster från bägge håll. Jag och min fru slog oss till slut ner på en hård bänk. Till slut kom Tertia och satte sig hos oss.

-Vad är problemet, undrade min fru.

Problemet var, sa Tertia irriterat, att vi inte hade någon försäkring. Självt hade hon en från institutet, men den täckte inte ögon, öron och tänder. För det hade hon en privat försäkring. Frågan var nu om hon fick använda den för våra ögon. Ett annat problem, som man naturligtvis upptäckte i receptionen, var att vi kopplades upp på piratskeppets system på vägen hit. Vi var alltså tekniskt sett pirater och ingen människa försäkrade pirater eller andra riskabla jobb för den delen. Försäkringsbolaget hade noll intresse av oss som framtida kunder. De ville säkert betala för så lite som möjligt. Kliniken hade samtidigt sina pekuniära skäl att göra så mycket eller åtminstone så dyrt som möjligt. De måste nu klara ut sina mellanhavanden.

Dessutom hade hon måst boka tid på kliniken i sitt namn. Vi kunde inte boka tid, eftersom vi inte hade någon försäkring. Frågan var nu om de kunde ta emot oss, två personer dessutom, i hennes namn. Alltsammans var naturligtvis kinkiga byråkratiska problem. Mot löfte om en viss procent, hon sa inte hur mycket, så gick de där i receptionen ändå med på att försöka reda ut saken. Hon förmodade att de nu först diskuterade hur de skulle dela på procenten, innan de tog itu med själva problemet. Det hela var, som vi säkert förstod, mycket komplicerat och måste ta sin tid.

-Kan vi inte klara oss utan dom där linserna, frågade jag.

-Det skulle jag absolut inte rekommendera, sa Tertia förskräckt. Ni skulle hamna alldeles utanför. Allting sker med ögonkontakt. Man betalar genom att titta i den andres ögon eller på en skärm, som känner igen ögonbottarna. Tidigare hade vi ansiktigenkänning men en del lärde sig pruta med grimaser.

Vi väntade således och förmodligen pågick det någonting någonstans, men det var inte längre bland de grönlädda bakom glasrutan. Den ena, som var tyngre i alla avseenden med lockigt askblont hår och en haka, som övergick direkt i den omfattande bysten, satt rak i ryggen och belåten, medan den andra såg misstänksamt förebrående på oss och surade, bitter, mager och mörkögd.

Mannen på båren rörde sig inte, men ibland gick det som en darrning igenom honom och han drog rosslande efter andan. Plötsligt hostade han till och krökte huvudet bakåt. Hakan med den vita skäggstubben vände sig mot taket. Under ögonlocken skymtade vitorna fram. Det oskadade benet krokade och sträcktes ut och hela kroppen slappnade av. Mannen med handen gick fram och såg på honom, ryckte på axlarna och gick tillbaka till sin plats. De två i receptionen tittade till, men återgick till sitt.

Det föll mig in att jag nu, när vi skulle träffa en läkare, borde förklara för Tertia att mitt eget hälsotillstånd kanske inte var det bästa. Jag tyckte ibland att jag kände av hjärtat, särskilt på nätterna, förklarade jag, men det fanns ju också hjärntumörer, leukemi, cancer och allt möjligt annat, som man kunde råka ut för. Läkarna på Jorden var tyvärr inte så förstående, sa jag. En del brydde sig inte ens om att höra på när jag försökte förklara vad jag led av. Andra påstod rent av att jag var fullt frisk och borde ge mig iväg, fast jag var säker på att det var något fel på mig. Läkarna var säkert bättre här på Mars, antog jag. Dessutom fick jag ju en kolesterolvarning på piratskeppet, och de hade sagt att den måste kopplas till linserna. Det borde hon tala om för läkaren vi skulle träffa.

-Han har högt blodtryck också, säg till dem att kolla det, sa min fru. Förresten, fortsatte hon, så sa de på piratskeppet att jag själv kunde få levercancer och borde få en injektion i cellerna med rätta gener. De kan gott ta ut några stamceller också. Det kan vara bra att ha om man måste odla en ny lever åt mig.

Tertia muttrade något som jag inte uppfattade, för nu viftade den bastanta damen bakom glasrutan efter henne och en ny diskussion utspann sig innan hon kom tillbaka till oss.

-Nu har jag en överenskommelse, sa hon. Jag betalar halva kostnaden omgående, resten får gå på min försäkring. För mig blir det totalt omkring tre månadslöner. Det blir ni skyldiga mig.

Nå, det får vi väl bli då, tänkte jag, när några glasdörrar i andra ändan av rummet öppnades. Mannen med handen såg surmulet efter oss, när vi försvann genom dem. Han hade tydligt ont.

Plötsligt var vi i en hiss. Den sjönk ljudlöst förbi tomma våningar där ingen människa syntes till. Så stannade den och vi steg ut i en lång korridor. En låg musik spelade hela tiden i bakgrunden, en fin ton, knappt hörbar, utan melodier som ett strilande regn. Jag ville fråga något men Tertia avbröt mig genast med ett finger över munnen och vi började gå genom korridoren.