



BEVINGAT

Nr 4/2016

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

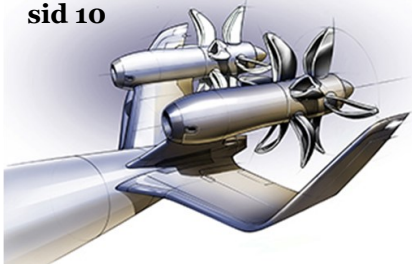
Redaktör: Ulf Olsson (ulf.olsson.thn@gmail.com)



Om Solar Impulse
sid 4

Om elektriska flygplan
sid 5

Chalmers forskar om motorer
sid 10



Charles Lindbergh och
flygets genombrott.
Sid 22

Examen i rymd- forskarskolan



Sid 2

Rymdforskarskolan på KTH samlade 36 gymnasieelever under två sommarveckor i juli för studier, forskning och laborationer inom rymdteknik och astronomi.



Solar Impulse landar sid 3

Bertrand Piccard och André Borschberg landade tidigt på morgonen den 26 juli med det solcellsdrivna planet Solar Impulse 2 i Abu Dhabi och avslutade därmed den sista etappen på sin resa runt jorden.

Örnar jagar
drönare
Sid 11



Candy på Månen
sid 24

Vill du veta mer om Flygtekniska
Föreningen eller bli medlem?
Gå då till: <http://ftsweden.se>

Bland nyheterna

Kloka drönare klår piloter.....	12
2040-talets fighter	13
Sänkt A380-takt.....	14
Inspektion med drönare.....	15
Flygande flygbaser.....	16
Flygande taxi.....	17
Smygare från Lockheed.....	18
Kina trasslar till det.....	19
Nytt ryskt smygflygplan	20
En robot som pilot?.....	21

Avslutning i forskarskola

Rymdforsarskolan på KTH samlade gymnasieelever under två sommarveckor i juli för fördjupande studier, forskning och laborationer inom rymdteknik och astronomi. Rymdforsarskolan har väckt stort intresse och bland annat uppmärksammats av Rapport och TV4.



Rymdforsarskolan är en sommarforsarskola som arrangerades för första året av Astronomisk ungdom i samarbete med huvudsponsorerna OHB Sweden och Kungliga Tekniska Högskolan, KTH. Den riktade sig till teknik- och naturvetenskapselever på gymnasiet, som börjar årskurs två eller tre till hösten. Att delta i Rymdforsarskolan var genom sponsorer kostnadsfritt och eleverna bjöds på både lunch och middag, boende fick de däremot stå för själva.

Det var ett två veckor långt program, 27 juni - 8 juli, på Albanova i Stockholm, som gav en inblick i Sveriges alla rymdverksamheter och syftade till att inspirera till framtida studier och karriär inom rymdbranschen. Programmet bestod av populärvetenskapliga föreläsningar i astronomi och rymdteknik, intressanta laborationer, spännande studiebesök och inte minst sociala aktiviteter. Totalt 36 ungdomar från hela Sverige deltog. Föreläsningarna och laborationerna som hölls av personer med koppling till rymdvärlden berörde flera olika ämnen. Rymdforsarskolans rektor, astronauten Christer Fuglesang berättade om sina rymdfärder samt vilka karriärmöjligheter som finns. Gästföreläsarna som professor Max Tegmark från amerikanska MIT tog upp ämnen som satellitteknik, kosmologi, kosmisk strålning, historia och detektorteknik.

Eleverna fick bland annat lära sig mer om planeter i andra solsystem, kosmisk strålning och planeten Mars. Under laborationerna räknade de till exempel ut Jupiters massa genom bilder på månarna, och avståndet mellan olika stjärnor. De byggde också modellraketer och sköt upp dem till hundra meters höjd.

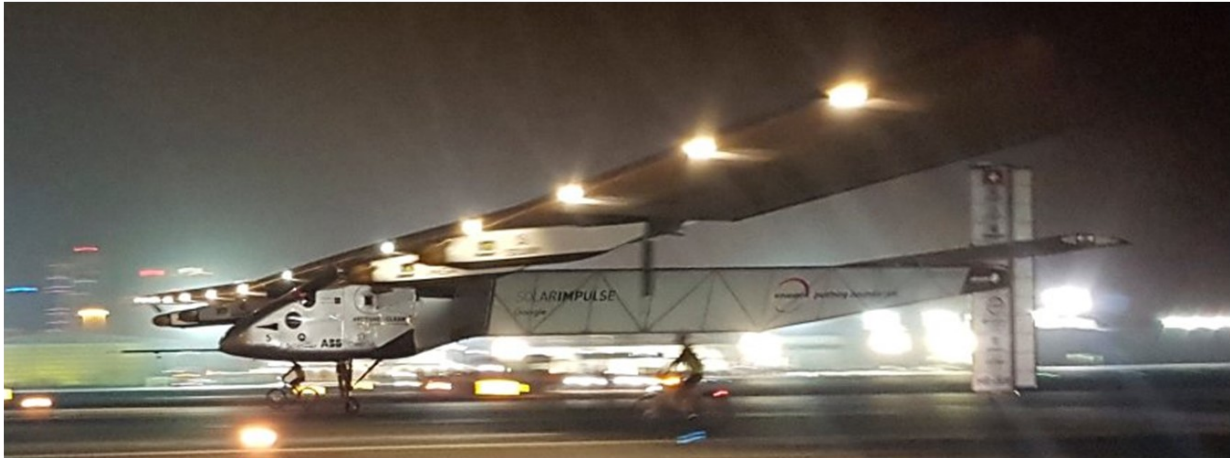
Under rymdforsarskolan var eleverna indelade i fyra

handledargrupper. Mellan grupperna pågick bland annat en rymdkapplöpning under de tolv dagarna. I rymdkapplöpningen fick grupperna tävla mot varandra i aktiviteter och tävlingar som ofta pågick under de sociala aktiviteterna. Inför avslutningen den sista dagen delades deltagarna in i nio mindre grupper där varje grupp skulle redovisa ett speciellt ämne. Grupperna fick hålla ett fem minuter långt föredrag under avslutningsseminariet.



Solar Impulse II avslutade sin resa runt världen

Det solcellsdrivna planet Solar Impulse 2 landade tidigt på morgonen den 26 juli i Abu Dhabi och avslutade därmed den sista etappen på sin resa runt jorden. Solar Impulse är det första solcellsdrivna planet som har klarat en jorden runt-resa utan en droppe bensin. [AP](#) , [Reuters](#)



När den schweiziska piloten Bertrand Piccard landade i Abu Dhabi med Solar Impulse 2 (Si2) var det slutet på ett äventyr som hittills ansetts omöjligt, att flyga runt världen i ett elektriskt flygplan, som drivs enbart av solenergi och kan flyga under flera dagar och nätter utan bränsle.

Landningen avslutade ett företag, som började den 9 mars 2015, när Si2 lyfte från Abu Dhabi med André Borschberg vid spakarna. I cockpiten på 3,8 kubikmeter, har Piccard och Borschberg flugit runt världen under 17 etapper över Asien, Stilla havet, USA, Atlanten, Medelhavet och Mellanöstern.

Totalt har 19 världsrekord satts eller väntar på godkännande av Internationella Aeronautila Federation (FAI). Borschberg har lyckats med konststycket att flyga fem dagar och fem nätter över Stilla havet mellan Japan och Hawaii, den längsta solflygning, som någonsin gjorts. Piccard gjorde den första korsningen av Atlanten ombord på ett soldrivet plan.

För de två schweiziska pionjärerna representerar detta resultat förverkligandet av en dröm som många experter trodde omöjligt, men det är också ett bevis på att teknik och effektivitet förnybar energi erbjuder praktiska lösningar för en hållbar utveckling.



Läkaren Bertrand Piccard började år 2004 samla partners som hade medel och teknik som behövdes för detta äventyr och samarbetade med André Borschberg. Som affärsman och erfaren flygare tog Borschberg den tekniska utmaningen att utveckla och flyga ett solflygplan.

"Detta är inte bara en milstolpe i historien om flyget, utan också i historien om energi. Jag är säker på att inom tio år kommer det

att finnas elektriska flygplan med 50 passagerare på långa flygningar eller medeldistans. Men detta är inte tillräckligt. Ren teknik som används av Solar Impulse kan tillämpas på vårt dagliga liv, halvera CO2-utsläppen och samtidigt vara lönsamt. Solar Impulse är bara början på en process som vi måste gå vidare med", sade Bertrand Piccard när han hade lämnat hytten på Si2.

Solar Impulse

Solar Impulse 2

Solar Impulse 2

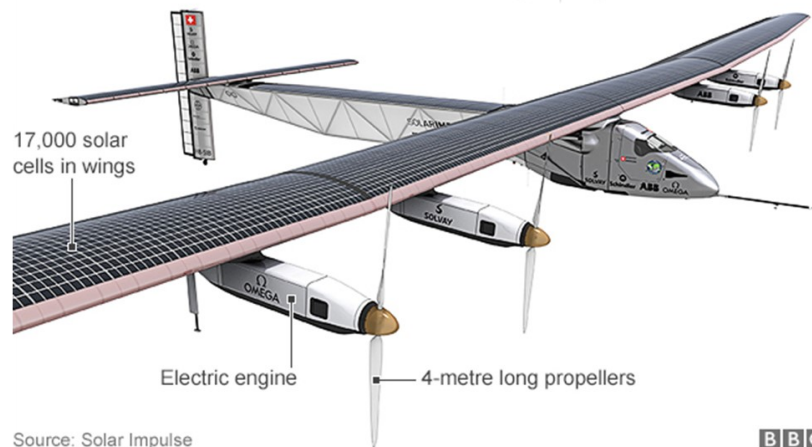


Weight: 2.3 tonnes
Average speed 70km/h

Boeing 747-81



Weight:
300 tonnes



Source: Solar Impulse

BBC

Solenergi spås bli den dominerande källan till elektricitet globalt efter 2050. Priset på sol elektriska paneler har sjunkit 70% under de senaste åren och kostnaderna väntas halveras igen detta årtionde. Deutsche Bank förutspår baserat på aktuella priser på fossila bränslen att solenergi kommer att producera elkraft lika billigt som gas i två tredjedelar av världens före 2020. I Storbritannien tror solcellsindustrin att den kan konkurrera med vinden inom 18 månader och med gas inom en snar framtid. I USA är soljobb redan fler än koljobb. Solens revolution har skapat en enorm marknad som bland annat de kinesiska tillverkarna kämpar för att exploatera.

Flygplanet Solar Impulse, som nyligen flugit runt världen, är ett sätt att visa upp vad soltekniken kan prestera. Syftet är att visa upp förnybar spjutspets-teknik, som utvecklats av ett 80-tal företag som är involverade i projektet. Planetet är så energieffektivt att om dess olika tekniker utplaceras på andra håll i världen skulle man kunna halvera energianvändningen i transporter, byggande, bostäder, värme, kyla och belysning.

Planet drivs av mer än 17000 solceller inbyggda i vingarna, som med 72 meter är längre än på en Boeing 747 och närmar sig de hos en Airbus A380 superjumbo. Tack vare en innovativ design, väger det lätta kolfiberflygplanet bara 2,3 ton, ungefär lika mycket som en familjebil. Det är mindre än en procent av vikten av A380. Propellerna drivs av fyra 17,5 hästkrafter elmotorer med uppladdningsbara litiumbatterier. Det kan komma upp i hastigheter upp till 170 km/ tim, som minskar till 40 på natten för att spara energi.

Solar Impulse 2: 33,000km journey around the world



Source: Solar Impulse

BBC

Elektriska flygplan är inte bara Solar Impulse



El kommer mer och mer inom flyg. Ett exempel är kabinluften. Denna har traditionellt tappats av från motorn som billig tryckluft. Boeing 787 Dreamliner har brutit med traditionen. Luft sugas in och komprimeras med en eldriven kompressor. Ett annat exempel är avisning. Framkanterna av vingarna och motorerna kräver avisning och detta sker i allmänhet med hjälp av komprimerad luft från motorerna, som skickas ut från flygplanet med hjälp av enkla pneumatiska ventiler. På samma sätt som att använda motorluft för kabinen innebär detta förluster i motorn och en ny teknik som innebär uppvärmning med elektriska mattor är effektivare än pneumatik. Den nya avisningstekniken används redan i Boeings Dreamliner och andra tillverkare av flygplan som Bombardier tittar också på den.

Under de senaste åren har framsteg inom batterier och strukturer gjort att vi kan föreställa oss elektriska lösningar för att flyga lätta flygplan. Ett sådant elektriskt flygplan som kan vara framtiden för flyget visades upp av Airbus på förra årets Paris Air Show. Deras E-Fan 2.0 kan uppnå en hastighet av 200 km/h, väger mindre än ett halvt ton, har litiumjonpolymerbatterier i sina nio meter långa vingar samt dubbla elmotorer med en total effekt på 60 kilowatt. Det kan flyga i en timme på en laddning av batterierna.

Flygplanet är tvåsitsigt, har inga CO₂-utsläpp och är nästan tyst under flygning. Planen är att det ska tas i bruk i slutet av 2017 eller början av 2018. Initialt förväntas flygskolor bli kunder men en större, fyrsitsig E-Fan 4.0 är planerad till 2019. Den kommer att erbjudas den allmänna luftfartsmarknaden och Airbus långsiktiga plan är att kunna arbeta sig fram till att producera eldrivna regionala flygplan och helikoptrar. Slutmålet är ett elektriskt flygplan med hundra passagerare, även om det kan dröja till 2050-talet innan denna dröm förvandlas till verklighet.

Även om ytterligare elkraft kan fås från solen via solceller som på Solar Impulse 2, förutsatt att dessa celler

är tillräckligt tunna, lätta och flexibla för att passa profilen hos en vinge, så är batterier den primära energikällan för dessa flygplan.

En analys av elektriska flygplan finns i en artikel av Patrick Gilliéron, publicerad på den franska flygtekniska föreningens 3AF hemsida ([Scénarii pour l'aérodrome autonome](#)).

Beräkningarna är gjorda för ett flygplan med 350 kg nyttolast inklusive 150 kg för passagerare. Dessa värden användes för att identifiera de ändringar som måste göras på luftmotstånd, hastigheten och den totala vikten av flygplanet för att möjliggöra elektrisk flygning utan att ändra nyttolasten. Beräkningarna är gjorda för specifika energibatterier begränsade till 150 Wh/kg. Resultaten visar att en elektrisk en timmes flygresa blir möjligt för skolflygningar i närheten av flygplatser, förutsatt att man kan minska luftmotståndet med 30%, marschfarten med 20% och den totala vikten av flygplanet med 40%.

Laddning av batterierna antogs ske genom solpaneler, som täckte hela eller delar av en flygplanshangars takyta. Solpaneler på 500 m² kan ladda två 200kg batteripaket. Detta ger tillräcklig energi för fyra träningsflygningar i timmen för ett elektriskt flygplan med full autonomi och tre batterier laddade innan den första flygningen. Denna konfiguration, vilket kräver en betydande investering i batterier, kan vara lämplig för flygklubbar med två eller tre flygplan (en klubb på cirka sextio medlemmar) för att utföra träningsflygningar över helgen.

Resultaten visar värdet av elektrisk flygning för att minska användningen av petroleumprodukter för grundläggande pilotutbildning under korta sträckor. Forskning för att utveckla effektiviteten i solceller och effektivare batterier ger också intressanta möjligheter och trovärdiga perspektiv för elektrisk flygning på flera timmar.

Framtida elektriska flygplan

Trots att moderna flygplan är 60% till 70% effektivare än de som byggdes för 60 år sedan, så står flygbränsle ännu för en fjärdedel av flygbolagens kostnader. På senare år har den största utvecklingen varit användningen av starka, men lätta plaster och kompositmaterial istället för metaller för att minska vikten på flygplanen och den mängd bränsle som de behöver. Nu börjar radikalt nya former och motorteknik växa fram, vilket kan innebära den största omvälvningen i flygtrafiken sedan de Havilland introducerade det första kommersiella jetflygplanet 1952.

Ett exempel är Boeings "Sugar Volt" en design som kom fram under Subsonic Ultra Green Aircraft Research (SUGAR) projektet. Konstruktionen - liksom många nya koncept - är uppbyggd kring tanken att maximera planet's lyftkraft. Sugar Volt gör detta genom att använda mycket långa, smala, böjliga vingar. De är så långa att de måste stötts med stag under vingarna.

Liksom bilindustrin vill också flygplantillverkarna börja undersöka möjligheterna för el- och hybridmotorer. Boeings Sugar Volt skall således använda ett hybrid-elektriskt framdrivningssystem som kombinerar bränsleförbränning (turbinmotorer), elmotorer och elektro batterier i ett framdrivningskoncept inte helt olikt det i en Toyota Prius. Hybridsystemet skulle låta operatörerna välja att ta motoreffekten från turbiner eller batterier beroende på vilket som ger mest nytta för det specifika segmentet av start, landning, cruise och så vidare.

Nasas N3-X är också utformad kring ett helt nytt motor-koncept, kallat turboelektrisk distribuerad



framdrivning. Tanken är att använda två stora turbinmotorer för att driva elektriska generatorer, som producerar el för att driva 15 elmotordrivna fläktar som är inbäddade i bakre kanten av den breda flygkroppen.

Om man genererar el med en eller två stora motorer och sedan distribuerar den till ett antal fläktar, kan det förbättra gränsskiktet och göra det möjligt för andra tekniker att avlänka slipströmmen. Det betyder att man kan göra vingarna mindre och spara vikt. Även om framdrivningssystemet är tyngre, är hela flygplanet lättare och därmed sparas bränsle.

För att ett sådant system ska uppnå maximal bränsleeffektivitet måste elektronik, generatorer och motorer byggas av supraledande material, vilket innebär att elsystemen måste kylas av flytande väte vid -253C eller åtminstone flytande kväve vid -196C för att få dem att fungera. Denna kryoteknik kan ta årtionden att utveckla. Färskast studier visar dock att betydande vinster i bränsleförbrukningen fortfarande kan erhållas genom att använda befintlig elteknik som körs vid omgivningstemperaturer.



N3-X Distributed Turboelectric Propulsion System



Framtida elektriska flygplan 2

Också andra tillverkare vill utveckla helt elektriska system för 2050 års tidsram. Ingenjörer på EADS, moderbolaget till Airbus, har föreslagit ett ganska extremt koncept som kallas Voltaire. Den uppsvällda, 50-sitsiga flygkroppen har två, långa slanka vingar och en gigantisk propeller i stjärten, som gör att den liknar en ubåt. Konceptet, som lade fram under 2011, använder nästa generations batterier för att driva högeffektiva supraledande elmotorer som i sin tur driver gigantiska motoriserade propellrar monterade i en cylindrisk kåpa i stjärten. Till skillnad från någon av Nasa förslag, är det avsett att ge noll-utsläpp.



Utvecklingen av elektriska flygplan beror inte bara på den hastighet med vilken batteritekniken förbättras utan även på hur snabbt elektrisk utrustning, tex motorerna, blir bättre.

Rolls-Royce har arbetat med universiteten i Manchester och Cambridge på att utveckla mycket krafttäta elektriska maskiner med hjälp av supraleddning. Denna teknik har funnits en tid, men med undantag av MRI-scannrar, har den funnit begränsad tillämpning.

Rolls-Royce och Airbus EADS presenterade E-Thrust vid Paris Airshow. Detta concept är baserat på idén att använda en gasturbin för att producera el och sedan fördela den runt flygplanet till ett antal fläktar. Det är ett effektivare sätt att driva flygplanet genom att man samlar in mer av gränsskiktets luft från hela flygplanet än med ett fåtal motorer. Man tror på besparingar i bränsle på tiotals procent, jämfört med traditionella flygplan.

Idén liknar det arbete med turboelektrisk distribuerad framdrivning (TeDP), som pågår på NASA. EADS Innovation Works har införlivat den initiala E-Thrust konfigurationen i sin vision för ett 2050 års trafikflygplan. Konceptet använder en enda stor turbinmotor för att generera elektricitet för att driva sex kanalanslutna fläktar som ger dragkraft. Detta gör att propulsiv och termisk verkningsgrad optimeras separat. Turbinmotorn kan optimeras för termisk ver-

kningsgrad medan kanalanslutna fläktar ökar det effektiva bypass-förhållandet och därmed den propulsiva verkningsgraden.

Den enda turbinmotorn är inbäddad i stjärten så att den tar in gränsskiktet runt flygkroppen och ger energi till "kölvattnet" för att minska luftmotståndet. Den har en lång utloppskanal för att minimera buller och möjliggöra partikelfiltrering. De elektriska fläktarna har ett bypass-förhållande som överstiger 20:1 (mer än dubbelt mot dagens motorer) och är integrerade i vingen för att minska luftmotstånd och buller.

Som med NASA:s TeDP, är supraleddning nyckeln till konceptet. Turbinmotorn driver en supraleddande elgenerator och kryo-gena kylmedel cirkuleras genom motorn med hjälp av skovlar bakom fläkten.

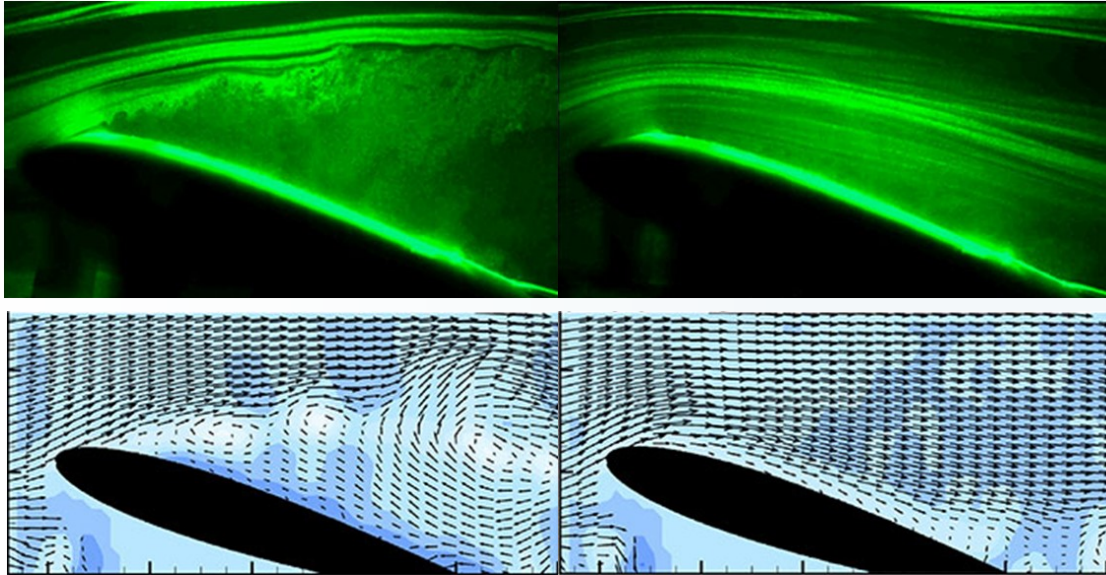
EADS koncept omfattar avancerade litium-luft-batterier för energilagring. För start och stigning ger både turbin och batterier kraft till fläktarna. Under cruise driver turbinen fläktarna men laddar också batterierna. Under inflygning ger de snurrande fläktarna regenerativ kraft för att fylla på batterierna. Vid landning, driver turbinen fläktarna. Hela tiden har batterierna tillräckligt med energi för att driva

flygplanet om turbinen skulle stanna.



Elektriskt styrd strömning

El kan användas till annat än framdrivning. Den aktiva styrningen av aerodynamiska flöden har blivit en forskningsdisciplin av stort intresse under de senaste årtiondena med tillämpningar särskilt i flygteknik.



I fallet med en flygplansvinge kan målet vara att fördröja avlösningen av strömningen för att förbättra lyftkraften vid höga vinklar. Man kan också vilja åstadkomma laminär strömning längs vingen ty då är friktionen ungefär en tiondel av vad den är i turbulens. Bland de olika typerna av ställdon, som studerats i forskningslaboratorier för kontroll av strömning (utsugning av gränsskikt, elektromekaniska system etc), är plasmaställdon mycket lovande. Tanken bakom denna typ av manövreringsorgan är att generera en elektrisk urladdning vid väggen längs vilken fluiden strömmar för att modifiera egenskaperna hos flödet i gränsskiktet med hjälp av den elektriska kraft, som alstras.

Elektrohydrodynamik eller jonvindsfenomen har varit kända sedan länge (Brown-Bielefeld). Om det i luften finns laddade partiklar, elektroner och joner, så kan dessa påverkas med elektriska och magnetiska fält. Denna påverkan kan fortplantas till den större gasen och sätta den i rörelse. På så sätt kan man påverka strömningen i gränsskiktet närmast ytan. Detta är ett fenomen, som kallas "elektrisk vind" eller "jonisk vind."

Effekten liknar den från en insprutad stråle vid väggen eller ett mekaniskt ställdon och kan nå tiotals m/s men utan masstillförsel eller rörliga mekaniska delar. Dess främsta fördel är att vara robust (inga rörliga mekaniska delar begränsar slitaget och minskar underhållskostnaden) samt dess mycket låga responstid (nanosekund). Figuren ovan visar ett exempel, där man klistrar ett aerodynamisk flöde med en hastighet av 20 m / s ($Re = 0,26 \times 10^6$) längs en vingprofil för att på det sättet markant fördröja avlösningen.

Idag är den vanligaste metoden att åstadkomma en urladdning mellan två plana elektroder, en utsatt för luften, den andra täckt av ett dielektriskt material, anordnade på ömse sidor om ett isolerande material med en tjocklek av 50 μ m till flera millimeter och mellan

vilka en växelspanning på flera tusen volt anbringas.

Typiskt får man hastigheter i luften av storleksordningen 6 till 7 m/s för en förbrukad elektrisk effekt av 1 W per cm elektroder. Hastigheten "följer" den pålagda spänningen, när den senare är sinusformad, är den elektriska vinden sinus vid samma frekvens, och när spänningen är noll, är urladdningen utsläckt och strömningen avbryts.

I en annan typ av plasmaställdon upphettar man gasen lokalt nära väggen med elektriska urladdningar mellan två elektroder inbäddade i ytan, som drivs av en pulsd högspänning av flera kHz, med stigtider på ett fåtal nanosekunder. Detta alstrar en tryckvåg med en tryckgradient av upp till ± 10 kPa och kontrollen av flödet är ett resultat av interaktionen mellan det naturliga flödet och tryckvågen,

När urladdningen sker flyter en ström från den nedströms anoden till den uppströms katoden. En maximal väggtemperatur fås nära den nedströms kanten på katoden vilket ger förtjockning av gränsskiktet. Sådana asymmetriska dielektriska barriärurladdningar har visat sig vara mycket effektiva när det gäller att fördröja och styra avlösning och kanske också omslag laminärt turbulent på en vinge.

I det europeiska AVERT projektet studeras plasmaställdon under varierande temperatur och luftfuktighet. Sammanfattningsvis har plasmaställdon visat sin förmåga att manipulera aerodynamiska flöden upp till hastigheter på 100 m/s .

Ref: Eric Moreau och Nicolas Benard, Pprime Institute, University of Poitiers | 2015/02/20 3AF.

[Des décharges électriques pour contrôler les ... - 3AF](#)

Inte bara elektricitet

Elektricitet är inte det enda sättet att minska kostnader och luftföroreningar. Aerodynamik och struktur är också viktiga. Den nya tekniken kan delas in i tre kategorier - skrov teknik, framdrivningsteknik och fordon systemintegration. Sammantaget tror man sig om att kunna minska bränsleförbrukningen till hälften, föroreningar med 75 procent och buller till nästan en åttondel av dagens nivåer. En kort sammanfattning av tekniken ges i [Summit County \(CO\) Citizens Voice](#) .



Illustration från projektet Ultimate av en möjlig framtida flygplansdesign

Framtida flygplan kan utformas med mindre stjärt för att minska vikt och luftmotstånd genom att små inbäddade munstycken blåser luft över ytan på flygplanets vertikala stjärtfena. Denna teknik har testats med hjälp av Boeings ecoDemonstrator 757 flygande laboratorium. Man har också flugit prov med ytbeläggningar utformade för att minimera det motstånd, som orsakas av rester av insekter på vingens framkant.

NASA har utvecklat en ny metod för att sy ihop stora delar av lättakompositmaterial för att skapa skadetoleranta strukturer. De skulle kunna användas för att bygga unikt formade framtida flygplan, som vägde så mycket som 20 procent mindre än ett liknande flygplan i metall.

NASA har också framgångsrikt testat en radikal ny formbar vinge, som gör att ett flygplan smidigt kan fälla ut sina klaffar utan att lämna luckor för luft att strömma genom, vilket framkallar buller och höjer motståndet. Flexsys Travel Partners i Seattle har redan tillkännagivit planer på att kommersialisera denna teknik.

NASA arbetar med General Electric om att förfinas utformningen av kompressorstegen i en turbinmotor för att förbättra den aerodynamiska effektiviteten. Framtida motorer, som utnyttjar denna teknik, skulle kunna spara 2,5 procent i bränsleförbrukning.

Man samarbetar också med Pratt & Whitney på bolagets växlade turbofläkt jetmotor med en ny avancerad fläktdesign för att förbättra framdrivningseffektiviteten och minska buller. Om den introducerades på nästa generations motor kan tekniken minska bränsleförbrukningen med 15 procent och även minska bullret.

NASA har också arbetat med Pratt & Whitney på en förbättrad design av en jetmotors brännkammare i ett försök att minska mängden kväveoxider. Målet var att minska bildade föroreningar med 75 procent och det uppnåddes med råge. Provet av den nya konstruktionen visade minskningar närmare 80 procent.

Nya designverktyg har utvecklats för att hjälpa ingenjörer att minska bullret från utfällda vingklaffar och landningsställ under

start och landning. Information från vindtunnelprov och flygprov, har gjort det möjligt att skapa datorbaserade simuleringar som kan hjälpa till vid framtagning av framtida konstruktioner.

Betydande studier har också utförts på hybridvingekoncept i vilket vingarna går ihop med i flygkroppen i en kontinuerlig, sömlös linje och jetmotorerna är monterade på översidan av flygplanet. Forskning pågår i vindtunnlar för att undersöka hur väl flygplanet fungerar vid låga hastigheter och för att hitta den optimala motorplaceringen, som samtidigt minimerar bränsleförbrukningen och minskar bullret.

Chalmers och EU satsar på ultraeffektiva flygmotorer

EU satsar närmare 30 miljoner kronor på forskning kring radikala flygmotor-innovationer. Projektet "Ultra Low emission Technology Innovations for Mid-century Aircraft Turbine Engines", förkortat "Ultimate", löper under tre år och har som syfte att radikalt minska utsläpp från flygmotorer. Detta för att möta EU:s utsläppsmål med sikte på 2050. (Källa pressrelease Chalmers)

I projektet som koordineras av Chalmers medverkar fyra av de största motortillverkarna i Europa; Rolls-Royce (Storbritannien), MTU Aero Engines (Tyskland), Safran Aircraft Engines (Frankrike), GKN Aerospace (Sverige) och de fyra universiteten Chalmers tekniska högskola (Sverige), Cranfield University (Storbritannien), Aristotle University of Thessaloniki (Grekland), Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace (Frankrike), institutet Bauhaus Luftfahrt (Tyskland) samt teknikmanagementföretaget Arttic (Frankrike).

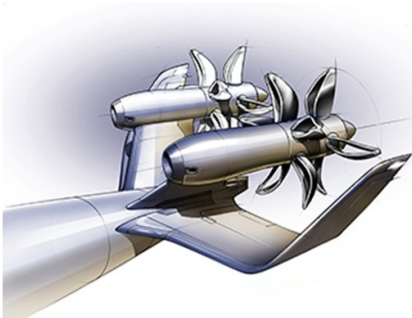
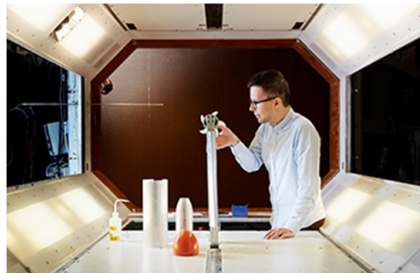


Illustration av ett så kallat boxpropkoncept; en konstruktion med potential att sänka bränsleförbrukning och minska buller i jämförelse med andra okaplade propellerfläktlösningar.

Målet är att nå en minskning med 75 procent av bränsleförbrukningen per passagerarkilometer mellan år 2000 och 2050, säger Tomas Grönstedt, professor i turbomaskiner på Chalmers och koordinator för projektet. Årtionden av investeringar, stödda av EU-program som Clean Sky har gjort sådana högt satta mål möjliga. För att nå 75-procents-målet uppskattar man att de sista 18 procenten måste komma från radikal teknik utvecklad inom detta projekt.

Genom nära samarbete med motorindustrin säkerställs genomförbarhet, det vill säga koncept som är realistiska kan uteslutas redan på ett tidigt stadium. De motorer som utvecklas måste också klara mycket tuffa

bullerkrav och möjliggöra kraftiga minskningar av kväveoxider. Resultaten från projektet kommer att ligga till grund för industrins teknikplaner och framtida tillverkning av motorer. Projektet kräver komplexa tekniklösningar som kan skapa många nya högteknologiska jobb runtom i Europa.



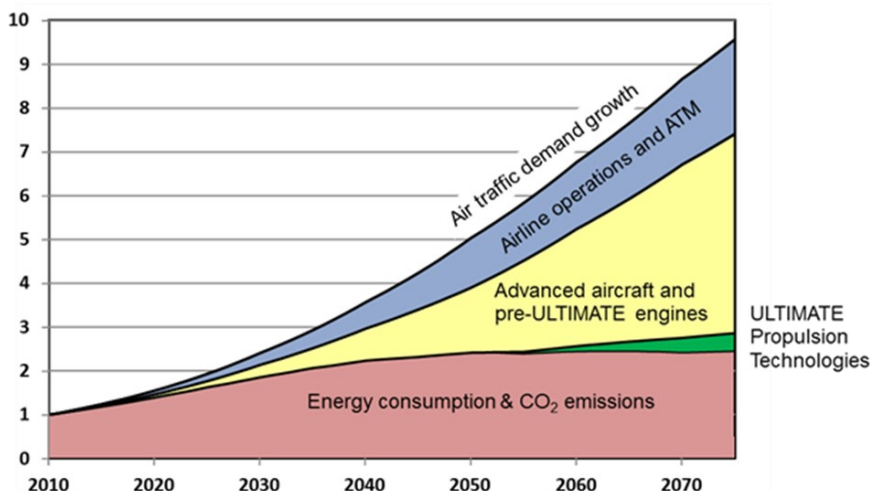
Chalmersforskaren Alex Captao Patrao förbereder ett vindtunneexperiment för att mäta prestandan hos en ny typ av flygplanspropeller – en så kallad boxprop.

Idag har en flygmotor en verkningsgrad på cirka 40 procent, och med 2050-teknik räknar vi med att komma upp i en verkningsgrad på över 60 procent, säger Tomas Grönstedt. För att uppnå dessa nivåer måste man

ge sig på de stora förlustkällorna samtidigt som man arbetar vidare med stegvisa förbättringar. Man ska ta fram motorkonstruktioner som idag bara finns på idéstadiet och kombinera teknologier på ett sätt som inte tidigare genomförts.

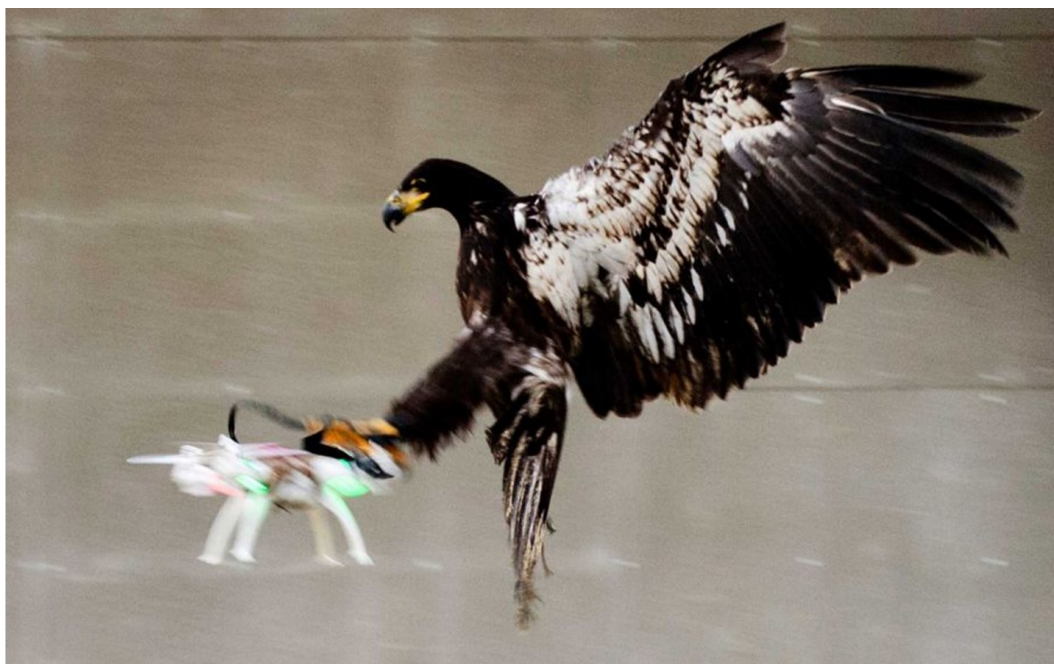
Ett exempel är kolvmotortopping, som kombinerar konventionell brännkammartechnik med kolvmotorlösningar. I dagens flygmotorer sjunker trycket när bränslet förbränns. Tekniklösningar som höjer trycket under förbränningsprocessen kan öka verkningsgraden avsevärt. En annan stor förlustkälla kommer från att den luft som strömmat igenom en flygmotor har typiskt 500-700 grader högre temperatur än omgivningen. Om man kunde återvinna delar av denna enorma värmemängd kunde mycket uppnås. Den här typen av radikala tekniklösningar kommer förändra hur en motor ser ut i grunden.

Forskarna räknar med att teknologierna som de ska ta fram i projektet Ultimate kommer att sänka koldioxid-utsläppen från civilflyget med 18 procent per passagerarkilometer från och med år 2050 då den nya tekniken successivt förväntas tas i bruk. I ett framtidsscenario som värderats i projektet motsvarar detta en total utsläppsminskning på omkring 3 gigaton koldioxid under de efterföljande 25 åren (grön yta i bilden nedan).



Örnar jagar drönare

Ett nederländskt företag utbildar örnar för att fånga drönare i flykten. I den här bilden, släppt av nederländska polisen tisdag 2 februari 2016, sätter en utbildad örn klorna i en flygande drönare.
[New York Times](#)



Örnen flyter graciöst fram under en molnig himmel och sveper sedan ner på sitt byte med utsträckta klor. Målet är emellertid inte en annan fågel utan en liten drönare och när örnen slår den hörs ett metalliskt clunk. Med drönaren i sina klor återvänder rovfågeln till marken.

Vid ett nedlagd militärt flygfält i Nederländerna utbildas örnen att utnyttja sina instinkter för att bekämpa säkerhets-hot som härrör från spridningen av drönare. Polisen arbetar med ett Haag-baserat företag "Guard from Above", som utbildar örnar och andra fåglar att fånga drönare. Man vill undersöka om fåglarna kan användas vid stora evenemang eller i närheten av flygplatser, där de små flygande maskinerna är förbjudna.

Företaget anser att örnar är en lågteknologisk lösning på ett toppmodernt problem. En drönare kan ju åstadkomma omfattande förödelse på en offentlig tillställning, ett flygfält eller någon annanstans.

Under många år har regeringen letat efter sätt att motverka oönskad användning av drönare", säger Guard from Aboves grundare och VD, Sjoerd Hoogendoorn, i ett uttalande. "Ibland kan en lågteknologisk lösning på ett högteknologiskt problem vara mer uppenbar än det verkar. Detta är fallet med våra specialutbildade rovfåglar. Genom att

använda dessa fåglars djuriska drifter, kan vi erbjuda en effektiv lösning på ett nytt hot."

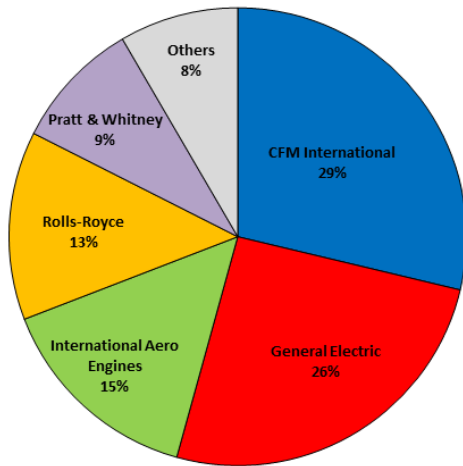
Fåglarna är utbildade att tänka att drönarna är deras byte och får en belöning om de fångar en. De lär sig att fånga små, obemannade drönare av den typ, som kan medföra risker för flygplan, släppa smuggelgods i fångelser, utföra övervakning eller flyga farligt lågt över offentliga tillställningar. Fåglarna kan ta ner drönaren säkert till marken snarare än att få den att krascha, vilket kan medföra risker för folk nedan.

Tanken att terrorister kan använda drönare spökar för säkerhetstjänster i Europa och på andra håll. Holländska polisen kommer sannolikt att ett beslut senare i år om att använda fåglarna. Metropolitan Police Service i London överväger också att använda utbildade fåglar för att bekämpa drönare.

Djurrättsaktivister är dock inte så tända på idén. Man anser att det innebär en allvarlig skaderisk för fåglarna, vars vingar och klor kan trassla i sig drönarens rotor. Den nederländska polisen har bett en organisationen för tillämpad vetenskaplig forskning att studera eventuella effekter på örnarnas klor, men resultaten är ännu inte kända.

Motorunderhåll växer

2016-2020 Engine MRO (Top 5 Engine OEM)



29 juni Aviation Week Marknaden för underhåll av motorer för trafikflygplan har potential att nå \$ 126 miljarder under de närmaste fem åren. Fem motortillverkare har 92% av den totala marknaden. De tre främsta är CFM International, följt av General Electric och International Aero Engines.

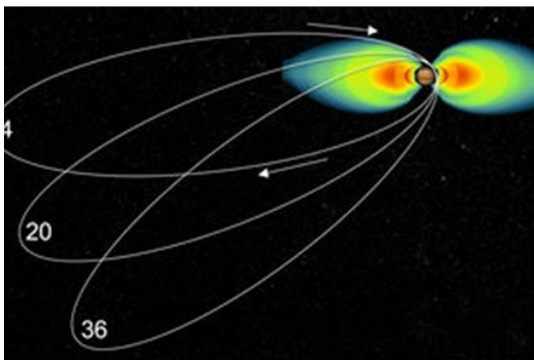
Kloka drönare klår piloter



28 juni Ars Technica, Breaking Defense Forskare har utvecklat en artificiell intelligens (AI) som kan besegra mänskliga piloter i strid. Denna nya AI är avsedd för militära radiostyrda farkoster eller "obemannade" (UAVer). ALPHA har testats i simuleringar och resultaten har publicerats i Journal of Defense i USA. De första versionerna slår AI-system som tidigare använts av det amerikanska flygvapnet. Avancerade versioner har slagit mänskliga piloter i simulerade strider i en flygsimulator. I framtiden hoppas det amerikanska flygvapnet att ha beväpnade drönare som flyger i formation med mänskliga piloter och svarar mot deras verbala och digitala kommandon för att bekämpa fienden. Det kräver en artificiell intelligens som kan tolka kommandon och tillämpa kunskap om stridstaktik, något som redan är bevisat i detta projekt finansierat av Air Force Research Lab.

Raketen Ariane 5s startvikt består till 88% av bränsle och bara 2% är nyttolast. En Boeing 787 har 33% bränsle och 18% nyttolast. <http://www.aerosociety.com/News/Insight-Blog/4449/The-Challenge-of-Hypersonics-and-Space-Flight#sthash.sT5kDFA0.dpuf>

Juno når Jupiter



5 juli Reuters NASA:s Juno rymdskepp nådde fram efter en fem år lång resa och började den 20 månaders långa dans runt den största planeten i solsystemet för att lära sig hur och var den bildades. Juno kommer att börja studera vad som ligger under Jupiters tjocka moln och kartlägga planetens gigantiska magnetfält. I ovala banor, se bild, var och en på 14 dagar kommer Juno också att leta efter bevis på att Jupiter har en tät inre kärna och mäta hur mycket vatten som finns i atmosfären, en viktig måttstock för att räkna ut hur långt bort från solen gasjätten bildades. Jupiters ursprung kan i sin tur ha påverkat utvecklingen och läget för resten av planeterna, inklusive jorden och utvecklingen av livet där. Jupiter kretsar fem gånger längre bort från solen än jorden, men den kan ha skapats på annat håll och trängt bort sina mindre syskon när den kom in i solsystemet.

Tjuvjakt med drönare



4 juli London (UK) Evening Standard Polisen i London kan komma att använda drönare för att jaga tjuvar på moped. Man har inlett en översyn av sin taktik sedan en tonåring dött när hans moped kraschade under en höghastighetsjakt. Polisen har svårt att ta itu med mopedgång på grund av farorna med att förfölja dem. Gång använder stulna mopeder för att utföra mord och drive-by skottlossning. Det skulle vara mycket billigare att använda drönare istället för helikopter eftersom drönaren kan sitta över ett område och direkt markera den flyende bilen eller motorecykeln.

2040-talets fighter



5 juli [Popular Science](#) Ett nytt koncept från europeiska flyg- och rymdjätten Airbus är en smygande tvåsitsig drönerherde. Vid ett informationsmöte i Tyskland diskuterade Airbus en möjlig ersättning för Tornadon. Det tvåmotoriga, dubbelstjärtade smygflygplanet skulle vara en tvilling-sits konstruktion. Den andra besättningsmedlemmen utöver piloten kan vara särskilt viktig för att fungera i ett större stridsnätverk, eventuellt med kommando över en skara av drönare. Flygplanet kanske inte självt kommer att gå i strid utan istället leda en robotstyrka.

Ballongrekord



6 juli [Popular Mechanics](#) NASAs höghöjds ballong avslutade rekordlång testflygning. Ballongen var utformad för att flyta på omkring 100 tusen fot över havet i månader och bära vetenskaplig utrustning för en mängd olika experiment. Den flög under 46 dagar, 20 timmar och 19 minuter, det längsta någonsin för en tung vetenskaplig forskningsballong. NASA hade ursprungligen planerat att stanna i luften i 100 dagar, men slutade uppdraget tidigare på grund av variationer i ballongens höjd. Den designades för en höjd av cirka 110 tusen fot, men började tappa till 70 eller 80 tusen fot på natten under de senaste veckorna. Man misstänkte att ballongen förlorat en del helium efter att ha passerat en storm. NASA avslutade ballongflygningen över Peru och landade i den bergiga terrängen norr om Camana.

Boeing säger att flygbolagen kommer att behöva anställa cirka 30850 piloter per år under de närmaste 20 åren.

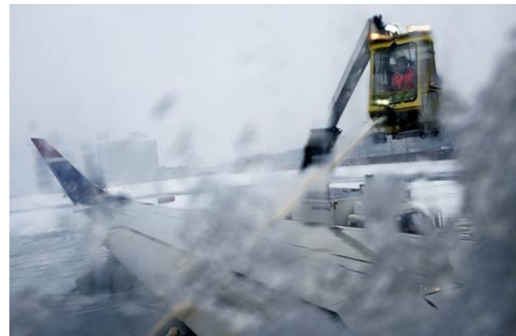
[Bloomberg News](#)

Nya luftskepp



7 juli [CNBC](#) Nya luftskepp utvecklas för allt från lyxresor till transporter av gods till avlägsna delar av världen. Gigantiska flygande luftskepp var på modet under perioden mellan de två världskrigen innan en tragisk katastrof i slutet av 1930-talet satte stopp. Bakom det ökande intresset i luftskepp är strävan efter att minska kostnaderna. Vad ett luftskepp kan mycket effektivt bära människor, last eller bränsle och det har extremt lång uthållighet. Lockheed Martins LMH1 luftskepp - se ovan - som kostar ca \$ 40 milj är avsett att leverera gods till avlägsna områden. Flygföretaget har redan tecknat sitt första avtal med Straight Aviation (SLA) i en avsiktsförklaring om att köpa 12 luftskepp, i en affär värd \$ 480 milj. I England har man också nyligen provflugit den hundra meter långa Airlander 10. Det uppskattas att branschen kan vara värd \$ 50 miljarder under de kommande 20 åren.

Färg mot is



7 juli [Bloomberg News](#) Boeing provar färg mot isbildning. Färgerna är utformade för att få is att glida av planets vingar och styrtor, där isbildning kan göra flygplan svåra att kontrollera. Färgen kan avlägsna insektsrester som stör luftflödet över vingarna. Beläggningen kan spara energi genom att minska användningen av varmluft, som avleds från motorer eller elsystem för att förhindra isbildning på flygplansvingar. Studier har visat att man genom att hålla luftflödet laminärt över en vinge kan minska bränsleförbrukningen så mycket som 6 procent, enligt NASA.

Tänkande flygplan kommer

10 juli [Wall Street Journal](#) Jakten pågår på flygplan som tänker själva. NASAs forskare provar ett digitalt system som kan hålla ett trafikflygplan till väders, trots upprepade försök att få det att förlora kontrollen. Ett medvetet flygplan skulle själv kunna anpassa sin färdplan för att hantera problem från tekniska fel ombord, svåra väderleksförhållanden och nödsituationer. Med autopilot, kan piloter nu ställa in planet flygbana så att de inte behöver styra planet själva. Men planet kommer då att följa den rutten oavsett vad som händer, tills piloten tar över igen. Ett medvetet flygplan skulle däremot kunna ändra kurs, utan någon mänsklig inblandning, om det anser att det är i fara eller att en annan väg är mer effektiv. Det skulle minska pilotens arbetsbelastning och öka säkerheten. Planet skulle t ex kunna veta vilka typer av påkänningar det kan uthärda om det behöver göra en plötslig manöver. Många av de tekniker som behövs för medvetna plan är redan i bruk i dag. De senaste flygplanen från Boeing och Airbus har sensorer, som mäter tusentals säkerhetsparametrar i och utanför planet. Men medvetna flygplan är fortfarande ett stort steg bortom all teknik i dagens flygplan, inklusive autopilot. Bland annat behövs fortsatta framsteg i utvecklingen av en digital hjärna, som kan fatta välgrundade beslut i nivå med eller bättre än människor. Man måste också se till att planet i första hand tänker på sina passagerare.

Synproblem för astronauter



9 juli [Washington Post](#) Forskare har funnit att många astronauter kommer tillbaka med dimsyn efter långa uppdrag. John Phillips på bilden började få synproblem under sin tid på den internationella rymdstationen. Problemen drabbar 80% av alla astronauter. På jorden drar gravitationen kroppsvätskor ner mot fötterna. Det händer inte i rymden, och man tror att extra vätska i skallen ökar trycket på hjärnan och baksidan av ögat. Syndromet kan störa planer för framtida rymdfärder inklusive eventuella resor till Mars. Den största risken under en sådan resa är dock strålning. Enligt en strålningsdetektor som flög ombord på Mars Rover skulle en människa utsättas för ett minimum av 0,66 Sieverts för att komma till Mars och tillbaka, vilket motsvarar en helkroppsdatortomografi var femte dag.

Varje A380 kostar 432 miljoner dollar, enligt katalogen, men efter förhandlingar och rabatter är priset betydligt lägre. Airbus får inte tillbaka pengarna.

Airbus pseudosatellit



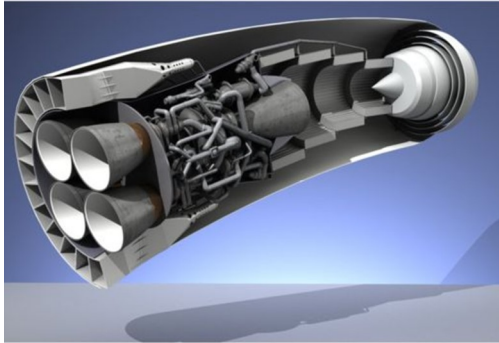
11 juli [Aviation International News](#) Den tvåmotoriga Zephyr rymmer laster upp till 20 kg med ett effektbehov som överstiger 300W och har visat sin förmåga att stanna uppe i 14 dagar. Den unika Zephyr "High Altitude Pseudo Satellite" (HAPS) visades av Airbus på Farnborough Airshow. De köpte programmet 2013 från den brittiska forskargruppen Qinetiq. Genom att placera flexibla kiselsolpaneler på ett kolfiberskrov och använda den senaste typen av litium-svavelbatterier, har Zephyr uppnått oöverträffad uthållighet. Vingspannet har fördubblats från det ursprungliga 12 meter och vikten har fyrdubblats. Enligt Airbus har Zephyr en enorm kommersiell potential, särskilt för Internet-anslutning. Airbus har också föreslagit miljöövervakning, direktsänd TV och radio och smalbandig mobilkommunikation som andra användningsområden.

Sänkt A380-takt



12 juli [Bloomberg News](#) Bristen på order gör att Airbus tvingas minska produktionsstakten från 2,5 A380 per månad år 2015 till 1 per månad 2018. Efter att ha levererat 30 flygplan under 2014 och 27 år 2015 kommer Airbus att producera 24 A380s i år och bara 12 flygplan 2018. En drastisk minskning för monteringslinjerna i Toulouse med förmåga att producera 45 A380 per år. Nivån på order uppgår till högst 319 flygplan när man räknat med en efterfrågan på mellan 800 och 1200 flygplan av denna modell. Företaget har sedan länge gett upp om att återfå sina 25 miljarder euro (28 miljarder dollar) i utvecklingskostnader.

ESA stöder Sabre raketmotor



13 juli Space News Sabre fungerar som en jetmotor vid låg hastighet och övergår till raket vid hög hastighet. Vid flygutställningen i Farnborough undertecknades ett € 10 milj kontrakt mellan engelska Reaction Engines Ltd REL och Europeiska rymdorganisationen ESA. Den brittiska regeringen har också satsat £ 60m på motorn. Kontrakten innebär att man kan gå vidare till en preliminär Design Review 2018 och en demonstrator som ska testas på marken 2020. Motorn bränner väte och syre och vid låga höjder tas syret direkt från atmosfären genom en kylare i inloppet. Avgörande för motorns prestanda är en kompakt värmväxlare som kan ta den inkommande luftströmmen från över 1000C till -150C på mindre än 1/100-del av en sekund.

GKN-avtal på flygmässan



13 juli TTELA GKN Aerospace i Trollhättan har tecknat ett långsiktigt avtal med Mitsubishi Heavy Industries för att tillverka brännkammerhus till Rolls-Royce. Tillverkningen ska ske till Rolls-Royce Trentmotorer som sitter på Airbus A330neo och Boeing 787. Avtalet är längre än vad Mitsubishi normalt brukar teckna med sina leverantörer. De säger att orsaken till den långa avtalstiden är den kompetens och den tillverkningsexpertis som GKN Aerospace besitter. Tillverkningen kräver komplex maskinbearbetning och höga kvalitetskrav på grund av komponentens kritiska natur och de ökande tryckförhållanden som dessa motorer måste tåla. De första leveranserna av brännkammerhusen kommer att ske i början på nästa år.

Airbus inspekterar med drönare



14 juli ACTUALIDAD AEROSPACIAL Airbus visade på Farnborough en visuell inspektion av flygplan med drönare utrustade med högupplösande kameror. Drönaren inspekterar den övre delen av flygplanet. Under överinseende av en mänsklig pilot följer drönaren en förutbestämd flygväg och tar bilder automatiskt. Alla dessa bilder och i synnerhet de, som visar några möjliga fel, såsom repor och bucklor samlas digitalt i en databas för vidare analys. Dessa data bidrar till att förbättra spårbarheten och förebyggandet av skador. Fördelarna med detta innovativa verktyg är betydande. Datainsamling genom en drönare tar 10 till 15 minuter i stället för två timmar med användning av konventionella metoder, enligt Airbus.

Hybridelektriskt luftskepp



19 juli Aviation Week Hybridelektrisk framdrivning är nyckeln till franska "Flying Whales" luftskepp. Den första flygningen av LCA60T förväntas komma inom tre år. LCA60T är konstruerad för att bära laster upp till 60 ton. Marschfarten sägs vara nära 100 km/t. Effektbehovet är på mer än 3 megawatt vid vindbyar och vinschoperationer. Effekten kommer då från grafenbaserade superkondensatorer. De har en effekttäthet på upp till 60 gånger mer än batterier. Superkondensatorer lagrar energi i ett elektriska fält i stället för i en kemisk reaktion. Detta gör det möjligt för dem att ladda upp och ur mycket snabbare än batterier och överleva upp till en miljon laddnings- och urladdningscykler. Både batterier och superkondensatorer kommer att ingå i hybridframdrivningssystemet. Det återstår att beslutas huruvida generatorerna som laddar dem skall använda en kolvmotor eller en turbin.

Flygplan på batteri



16 juli The Economist 330LE från Extra Flugzeugbau i Dinslaken, Tyskland är det första elektriska flygplanet certifierat för försäljning. Det drivs av en elektrisk motor byggd av ett annat tyskt företag, Siemens. Själva motorn väger bara 50 kg. Batteriet väger 150kg och två behövs. Flygtiden är för närvarande bara tjugo minuter för att inte ladda ur batterierna. Batteritekniken förbättras dock snabbt och Siemens tror att det snart blir tillräckligt kraftfull för att upprätthålla ambitionen att i samarbete med Airbus bygga ett elhybrid regionalflygplan med 60-100 platser. Ett sådant flygplan kan bidra till att minska koldioxidutsläppen. En annan miljönytta är att elmotorer är nästan helt tysta.

Facebook provflyger Aquila



21 juli USA Today Facebooks gigantiska drönare för internet har flugit för första gången. Aquila är den flygande drönare Facebook bygger för att ge tillgång till internet i avlägsna delar av världen. Den är gjord av kolfiber, och har ett större vingspann än en 737. Aquila flög i 96 minuter vid Yuma Proving Ground före landning i öknen. Man har tidigare flugit flera betydligt mindre prototyper under totalt tjugotre flygningar i Storbritannien och USA. Flygningen nådde inte de höjder där Facebook säger att drönaren så småningom kommer att verka och Aquila saknar fortfarande solpaneler, höghöjdsbatterier, internetantennor och annan utrustning. Även Google arbetar för att expandera internet med sina egna flygande drönare och höghöjdsballonger.

Vibrerande skor för astronauter



25 juli Popular Mechanics Vibrerande stövlar kan göra så att astronauter inte snubblar över sina egna ben. Ett fall på Mars eller månen är inget skämt. I bästa fall förbrukar astronauten tid och syre för att försöka resa sig igen. I värsta fall kan en reva i en rymddräkt innebära en snabb död. Forskare från MIT i USA arbetar på en stövel, som kan varna bärare för närliggande hinder när de inte kan se sina egna fötter. Kängan har motorer på tå, häl och yttre framdelar, som valts baserat på studier av 500 olika stimuli runt foten. Varierande intensitet och pulser av vibrationer kan tala om hur högt man bör kliva över ett föremål, eller hur man går runt ett hinder. Man ser denna teknik som värdefull inte bara för rymdpromenader utan också för brandmän, äldre eller personer med nedsatt sensoriskt system.

Flygande flygbaser



22 juli Aviation Week Amerikanska DARPA vill använda stora flygplan eller luftskepp som baser för svärmar av obemannade flygplan. Ett bärande luftskepp skulle kunna starta automatiskt och hämta, tanka och starta drönare eventuellt med hjälp av en robotarm med datorseende. Luftskeppet skulle ge drönarna och operatörer på marken en möjlighet att se över horisonten. Självt skulle det kunna tankas under flygning antingen genom att hissa upp en bränsletank som flyter på havet eller genom att bemannade eller obemannade flygplan dockar med och tankar luftskeppet. Flera företag som Lockheed Martin och Storbritanniens Hybrid Airships utvecklar stora kommersiella luftskepp. Dessa skulle kunna anpassas för att producera en drönarbärare med upp till 40-tons last.

Farnborough Air Show

2 aug RAeS August e-Newsletter Utställningen i Farnborough, England, återkommer vartannat år och är jämte den i Paris den största i baranschen. I år gjorde F35 en uppmärksam uppvisning. Planet kommer fortfarande att ha utmaningar, och utan tvivel kritiker, men efter detta Farnborough har det vunnit mycket flera vänner. Den stora samtalsämnet i år var annars Brexit och hur detta kan påverka Storbritanniens plats i den globala flygindustrin. Försäljningen av flygplan under utställningen i form av fasta order föll jämfört med förra årets Paris Air Show. Facit blev 186 fasta order för Airbus och bara 20 för Boeing. Samtidigt avslöjade Airbus att man halverar produktionstakten på A380. Betyder det att A380 är på väg ut? Kanske, kanske inte. Skulle oljepriserna börja gå upp igen och flygplatserna storkna kanske flygbolagen blir intresserade igen. Anmärkningsvärt på mässan var annars omfattningen och utbudet av ny teknik som augmented reality för att bekämpa virus i industriella processer till formbara material som är tre gånger starkare än kolfiber, koncept för självständiga drönare, hypersoniska motorer och den första drönaren i grafen. Ett annat tema på mässan var utbildning av piloter i simulatorer med utmanande och realistiska scenarier. Ingen på mässan kan heller ha missat att den sammanföll med Boeings hundraårsdag.



US Air Force avser att köpa 1763 F35 flygplan, den största flottan i världen.
[Reuters](#)

F-35 redo för krig



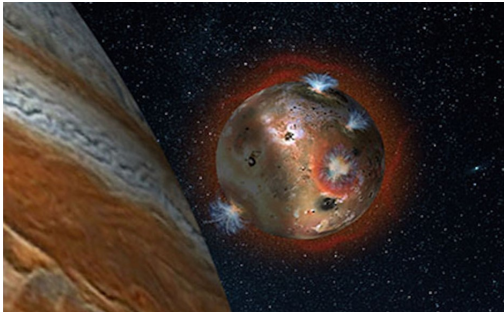
2 aug Reuters Det amerikanska flygvapnet deklarerade officiellt att F-35 är redo för krig. Beslutet att förklara flygvapnets F-35A operativt precis runt måldatumet 1 augusti är en triumf för ett program med en lång historia av kostnadsöverskridanden, tekniska utmaningar och förseningar. Den senaste versionen av F-35s avancerade logistiksystem, som var tänkt att vara klar i augusti kommer dock inte att vara tillgänglig i sin helhet förrän i november på grund av problem att integrera Pratt & Whitney motordata. Det systemet är utformat för att automatiskt spåra varje del av varje F-35 i hela världen, vilket gör det enklare och snabbare att spåra underhållstrender och beställa reservdelar.

Flygande taxi



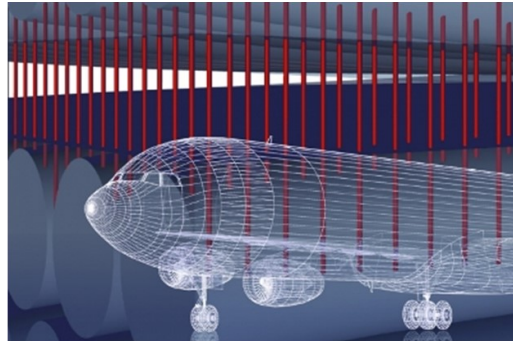
2 aug Aviation Week Airbus visar sin forskning om flygande taxibilar. Konceptet har utvecklats av Airbus Helicopters. Det inkluderar prototype av autonoma luftfarkoster för enskilda passagerare och gods samt studier av en CityAirbus för flera passagerare. Prototypen är planerad att flyga i slutet av 2017. Den vertikalt start-och-landande (VTOL) farkosten skall använda elektrisk framdrivning och flera propellerar. CityAirbus skall styras manuellt inledningsvis men växla till helt självständig drift när lagreglerna är på plats. Projektet stöds av luftfartsstyrelsen i Singapore och syftar till en autonom drönarservice på campus vid National University of Singapore. Den potentiella marknaden i världen antas motsvara ungefär hundra gånger den nuvarande årliga produktionen av Airbus Helicopters. Man kommer att använda Uber-systemet med smartphones för att boka turer.

Kollapsande månatmosfär



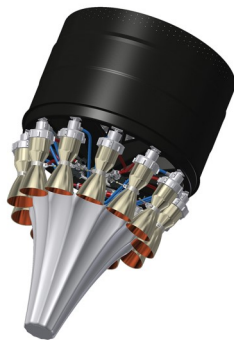
3 aug [Christian Science Monitor](#) Den vulkaniska månen Ios atmosfär fryser och kollapsar när den passerar genom Jupiters skugga. Enligt ett team av forskare under ledning av Southwest Research Institute (SwRI) i San Antonio, Texas inträffar det säregna fenomenet när Ios omlopp tar månen bakom Jupiter, som skuggar solen. Det får Ios atmosfär att snabbt frysa. När Io återinträder i solen återgår atmosfären av svaveldioxid omedelbart till gasform. Majoriteten av Ios tunna atmosfär består av svaveldioxid, som avges av månens hundratals vulkaner. De kan avge plymer av gas upp till 500 km höga.

Nytt material ger lättare flygplan



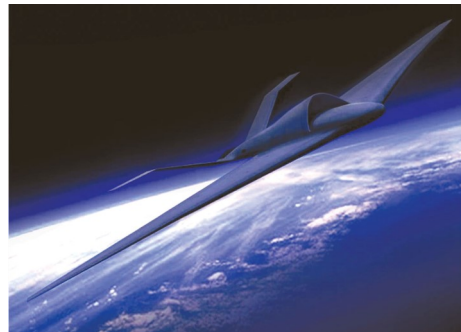
5 aug [Aerospace Technology](#) MIT utvecklar nya material för att göra flygplan lättare. Massachusetts Institute of Technology har hittat en ny metod för att förstärka material som skulle kunna göra flygplan lättare och mer skaderesistenta. Den nya tekniken binder kompositiskt och skapar ett betydligt starkare och mer skadebeständigt material jämfört med andra avancerade kompositmaterial. I den nya metoden fäster forskarna skikten av kompositmaterial tillsammans med hjälp av kolnanorör, som är extremt starka och atomtunna. Forskarna implanterade små skogar "av kolnanorör i ett lim liknande en polymermatris och tryckte matrisen mellan skikten av kolfiberkompositmaterial. I experiment fann man att materialet var 30% starkare än alla nuvarande kompositmaterial.

Ny typ av raketmotor provas



5 aug [Popular Mechanics](#) Företaget Firefly Space Systems planerar att genomföra det första fullskalprovet med sin tryckmatade FRE-2 aerospike raketmotor under fjärde kvartalet i år. Med 60 tons dragkraft blir det den första aerospikeraketten att flyga och är avgörande för Fireflys mål att utveckla en skalbar familj av relativt enkla, lätta bärraketer för små satelliter. En mycket intressant egenskap hos aerospikekonceptet är att arealförhållandet i munstycke ökar med höjden vilket gör motorn mer effektiv. För att minska vikten är de tolv motorerna runt "spiken" tryckmatade vilket eliminerar turbomaskineri.

Ny smygare från Lockheed



12 aug [Aviation Week](#) Amerikanska Lockheed Martins TR-X är ett smygande, högtflygande obemannat flygplan som ska ersätta U-2 och Global Hawk. Planet kommer att ha en smygande yttre formlinje och en radarabsorberande hud, som gör det möjligt att tränga djupt in i fiendens territorium. TR-X kan fungera som ett ständigt öga i skyn. När ett hot upptäcks kan ett hypersoniskt Mach 6 flygplan kallat SR-72 snabbt sättas in. Eftersom TR-X kommer att vara obemannat, kommer det också att ha större räckvidd än U-2. Det kommer att kunna flyga minst 24 timmar längre på en tankning än Global Hawks 28-30 timmar. Med General Electrics F118 motor, kommer TR-X att flyga på 70 tusen fot-mer än 10 tusen fot högre än Global Hawk- och ha en 5000 lb lastkapacitet.

Teknik för mindre bränsle

8 aug [Digital Trends](#) NASA studerar fem idéer för grön teknik under Transformative Aeronautics Concepts Program . Programmet syftar till att minska bränsleanvändningen till hälften, minska skadliga utsläpp med 75 procent och att bygga tystare flygplan. Här är de fem nya koncept man kommer att undersöka.

Alternativa bränsleceller : Sedan 1960-talet har NASA använt elektriska bränsleceller med väte/syre för stora flygplan men de kräver komplicerat och dyrt underhåll. Man kommer nu att undersöka om mindre, mer energieffektiva bränsleceller kan driva hela flygplan.

3D-skrivare för att öka elektrisk motoreffekt: I en studie med fokus på elektriska flygplan, kommer NASA-forskare att försöka öka elektriska motorers effekt i förhållande till storlek och massa. För att underlätta denna uppgift, kommer forskarna att använda sig av 3D-skrivare i syfte att tillverka lättare och mindre motordelar.

Litium-luftbatterier för energilagring : Dagens batterier utgör ett stort problem för eldrivna flygplan, som kräver mer energi än de flesta batterier kan lagra. Litium-luftbatterier kan erbjuda en möjlig lösning tror NASA. Litium-luft-batterier har den högsta lagringskapaciteten av alla batterier men i praktiken är de praktiskt taget värdelösa utan en elektrolyt, som inte bryts ner som vanliga elektrolyter. NASA hoppas att hitta en sådan.

Formbara flygplansvingar : Många flygplan kan redan ändra formen på sina vingar före och efter start, men



NASA vill undersöka konceptet ytterligare t ex genom att utforma vingar som kan vikas upp och ner för att fungera som roder under start och landning. Det kräver både nya material och ny mekanik.

Nya lätta drönanantennor : För att öka hur långt drönare kan flyga, kommer NASAs forskare att utveckla lätta antenner, som kan kommunicera med satelliter. Det frigör drönare och operatörer från beroendet av radiosignaler från jorden.

Concorde var nästan 80 EPNdB över dagens kapitel 4 flygplatsbullengräns.

NASA: s mål för ett litet överljuds trafikflygplan är kapitel 4 minus 10 dB.

(Aviation Week)

NASA provar tyst överljudsmotor Kina trasslar till det



9 aug [Aviation Week](#) NASA provar motormunstycken som kan göra ett överljuds trafikflygplan lika tyst som ett underljuds. En variabel trippelströms turbobläktmotorer har valts ut eftersom dess bypass förhållande kan ökas för att minimera buller vid start och sedan reduceras för att maximera effektiviteten i cruise. I en konventionell turbobläkt delas luften i motorn mellan kärnan och bypasskanalen. NASA: s konfiguration adderar en fläkt och en tredje, yttre flödesbana som står för upp till hälften av massflödet genom motorn. Ett munstycke med inverterad hastighetsprofil har utvecklats av GE. Det kalla flödet från extrafläkten leds genom en centralkropp i munstycket så att luft med låg hastighet kommer ut på insidan av höghastighetsstrålen, i stället för på utsidan som i en konventionell munstycke.

11 aug [The Guardian \(UK\)](#) En kinesisk satellit kommer att göra experiment med "intrasslade" partiklar för att bana väg för kommunikationsnät, som inte kan hackas. Satelliten är ett samarbete mellan kinesiska vetenskapsakademien och den österrikiska Academy of Sciences. Den kommer att skickas upp från Kinas Jiuquan center i Inre Mongoliet ombord på en Long March-2D raket . Den kommer att testa kvantfenomen som styr sub-atomvärlden av partiklar. Dessa är ofta bisarra: partiklar kan vara på två ställen samtidigt, de kan bete sig som vågor och fasta partiklar, de vet inte riktigt exakt var de befinner sig - listan kan göras lång. Emellertid är en av de konstigaste beteendena den, som Einstein beskrev som "skrämmande", dvs "intrassling". När två partiklar växelverkar med varandra, blir de "intrasslade" och påverkan på en av dem påverkar omedelbart den andra. Enligt teorin kvarstår denna sammanflätning oavsett avstånd, men hittills har forskare bara testat det över de 143km som skiljer de båda Kanarieöarna La Palma och Teneriffa. Den nya satelliten kommer att försöka kommunicera med markstationer i Peking och Wien, och testa "intrassling" över 1200km. Ingen förstår den mekanism genom vilken intrassling fungerar, men om det kan utnyttjas kan det leda till kommunikation som inte kan avlyssnas. Det beror på att avlyssningen automatiskt skulle ändra meddelandet och den avsedda mottagaren skulle också få veta att signalen hade manipulerats. Militära och statliga tillämpningar är uppenbara, liksom säkra online shopping och banktjänster.

Femte naturkraft?



15 aug [SPACE](#) Har man hitta en ny femte naturkraft? I årtionden har vi känt till fyra fundamentala krafter: gravitation, elektromagnetism och de starka och svaga kärnkrafterna. Om det bekräftas genom ytterligare experiment, skulle upptäckten av en eventuell femte kraft helt ändra vår förståelse av universum. Kärnfysiker vid ungerska vetenskapsakademien försökte hitta "mörka fotoner" - hypotetiska indikatorer på mystiska mörka materia. Mörk materia tros utgöra omkring 85 procent av all materia i universum. Ungrarna upptäckte istället bevis för en tidigare okänd partikel bara 30 gånger tyngre än en elektron, ett resultat de publicerade i början av året. Nya experiment tyder på att de hittade en "protophobic X-boson" - en märklig partikel vars existens kan tyda på en femte naturkraft.

Nytt ryskt smygflygplan



16 aug [Business Insider](#) Ryssland har släppt den första officiella bilden av sitt nya femte generationens stridsflygplan. Tekniken ombord på T-50 gör inte kvantsprång som hos Kinas Chengdu J-20 eller USA:s F-35. I stället verkar den ha ärvt motor från SU-35, ett flygplan som anses vara mellan fjärde och femte generationen. Dessutom är det primära hos femte generationens flygplan, nämligen stealth, även ifrågasatt. Enligt RealClearDefense, 2010 och 2011, hävdar källor nära programmet att T-50s radartvånsnitt (RCS) är 0,3 till 0,5 kvadratmeter. F-22 Raptor har 0,001 kvadratmeter RCS och F-35 0,001 kvadratmeter. Priset är dock lågt från \$ 50 milj. Det får anses vara ett fynd när man jämför det med F-22: s \$ 339 milj och F-35: s \$ 178.

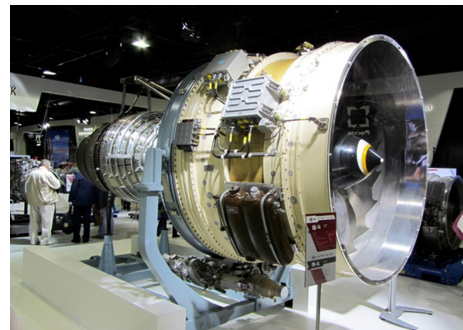
Smyga är dyrt. Nya amerikanska F22 kostar 339 miljoner dollar och F35 178. (Business Insider)

Svärmande drönare



18 aug [Military](#) Små drönare kommer att spela en stor roll i framtidens flygvapen. Inom det sena 2020-talet eller början av 2030-talet tänker sig det amerikanska flygvapnet att svärmar av små autonoma drönare kan skickas ut från flygplan var som helst i världen inom 24 timmar. Flygvapnet föreställer sig också ett samarbete mellan framtida drönare och bemannade flygplan för att utöka räckvidden av sensorer och öka vapenlasten. Som en del av denna "game changer" teknik föreställer man sig autonoma maskiner, som kommunicerar med varandra med en eller två mänskliga operatörer i ledningsslingan. Autonomi förväntas spela en större roll i framtida drönares samarbete med människor. Man arbetar nu med spelindustrin för att se över möjligheterna att styra och kontrollera ett stort antal drönare.

Rysk turbofläktmotor



18 aug [Flightglobal](#) PD-14 återupplivar ryska förhoppningar om kommersiella motorer. Lanse-rad som ett lokalt alternativ till Pratt & Whitney PW1400G för flygplanet Irkut MC-21, är PD-14 nu Rysslands bästa hopp för att kunna konkurrera på den globala marknaden för kommersiella turbofläktmotorer. Företaget United Engines (UEC), gör ingen hemlighet av sina planer på att använda PD-14 för att utmana västs motortillverkare om marknadsandelar utanför Ryssland. PD-14 använder 10-15% mindre bränsle än CFM Internationals CFM56 och International Aero Engines V2500, och har 14-17% lägre driftskostnader. PD-14, har ihålliga titanblad, 3D-aerodynamiska virvelbildare i brännkammarna och kylda, turbinskovlar i enkristall. Bypassförhållandet på 8: 1 är dock betydligt lägre än PW1400Gs växlade fläkt med 12: 1.

Nytt supermaterial



22 aug Engadget Super-elastisk keramik kan vara nyckeln till framtida rymdfarkoster. Rysslands Tomsk State University har utvecklat en keramik vars flera skikt (baserat på hafniumkarbid, zirkoniumdiborid och zirkoniumoxid) kan överleva temperaturer över 3000C. Även de bästa metallegeringar kan vanligtvis inte hantera mer än 2000C. Denna hållbarhet skulle vara mest avgörande på utsidan av rymdfarkoster. Men det kan också vara avgörande i motorer - konstruktörer kan tänja på gränserna för jetplan och raketor och ta ut mer effekt utan att riskera ett haveri.

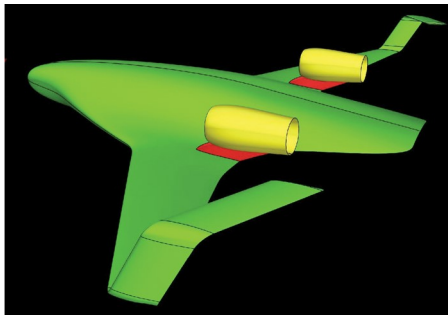
En robot som pilot?



20 aug Flight fantastic | The Economist I stället för att göra flygplan som kan flyga själva, varför inte ge dem robotpiloter? KAIST (tidigare Korea Advanced Institute of Science and Technology) tror att de kan göra just detta. De planerar att bokstavligen talat, sätta en robot i pilotsätet. Bilden ovan visar en sådan robot kallad PIBOT (kort för pilot robot) P har en mänsklig kropp med ett huvud, bål, armar och ben. Huvudet är packat med kameror på samma plats som en människas ögon och armar och ben kan hantera flygplanets kontroller precis som en människa skulle göra. Den första PIBOTen, en förminskad version, visades 2014. Den var bara 40 cm lång men hade samma funktion som en fullstor enhet. Fastspänd i en cockpit kunde den gå igenom en fullständig flygning från att slå på motorn och frigöra bromsarna till taxning, starta, flyga en förutbestämd rutt och landa säkert på destinationen. Nu har man en PIBOT₂, en fullstor version.

Nya former kan minska bränslet med 6-8 % för ett hundrasitsars regionalflygplan och med mer än 8% i en widebody.

Ultraeffektiva mindre flygplan



22 aug Aviation Week Okonventionella konfigurationer som att blanda vinge och kropp (BWB) tenderar att vara mer effektiva när flygplanet är större. Orsaken är att BWB är tyngre än sin konventionella motsvarighet. För mindre flygplan söker man därför efter andra alternativ för att minska bränslet. Det gäller framförallt att minimera den totala yttre ytan. För regionala och narrowbody flygplan har man vid University of Toronto funnit att den mest effektiva formen är en kombination av stagad vinge, sk boxvinge där vingtopparna förbinds över flygplanet och blandad vinge och kropp, se bild ovan. En sådan form skulle kräva 6-8% mindre bränsle för ett 100-sitsars regionalflygplan. Det är något mindre än de mer än 8% man räknar med i en komplett BWB widebody.

Kinesiskt flygmotorföretag



28 aug Reuters Kina lanserar ett statligt ägt flygmotorföretag. Regeringens översyn av statligt ägda företag för att driva kinesiska produkter och tjänster uppåt i värdekedjan har prioriterat flygmotorer, höghastighetståg och kärnkraft. Nu slår man ihop ett antal mindre företag och deras 96000 anställda för att fokusera på konstruktion, tillverkning och provning av flygmotorer. Kina bygger nu inga egna flygmotorer. Det inhemska passagerarplanet C 919 använder motorer från CFM International, ett joint venture mellan General Electric i USA och Safran från Frankrike. De bästa kinesiska militära flygplanen har ryska motorer. Branschexperter anser att det kan ta flera år innan man faktiskt kan tillverka motorer till stora passagerarflygplan.

Charles Lindbergh och flygets genombrott

Efter bröderna Wrights första flygning 1903 gick utvecklingen snabbt. Många olika flygplan byggdes och provades och aerodynamiken föddes. Joukowski visade hur strömningen kring en ving kunde beräknas från den kring en cylinder. Prandtl uppfann metoden med gränsskikt och hans assistent von Karman visade hur teorierna kunde användas i praktiken. Charles Lindberghs ensamflygning över Atlanten 1927 var kulmen på en snabb teknisk utveckling och blev genom sitt massmediala genomslag ett genombrott för flyget.

Mycket av arbetet med aerodynamik under mellankrigstiden bestod i Prandtls efterföljd i försök att förstå virvlar. Theodore von Karman gjorde stora insatser på detta område. Han var född i Ungern och blev intresserad av flyg under ett besök hos en flickvän i Paris,. Hon släpade nämligen med sig den motsträvide Theodor till en flyguppvisning av den franske flygaren Henri Farman.



Von Karman blev intresserad och började studera hos Prandtl i Göttingen. Så småningom blev han som professor vid California Institute of Technology en av de ledande inom den amerikanska flygtekniken. Han satte också upp ett forskningsinstitut i Bryssel, som fortfarande bär hans namn. Han är känd för den så kallade Karmans virvelgata, som innebär att virvlar efter en kropp tenderar att ordna sig i ett zick-zack mönster.

Under 1920-talet började forskningens resultat få en allt större betydelse för flygets utveckling. Forskningsinstitut med avancerad provutrustning byggdes i många länder. Framförallt den amerikanska National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) började spela en dominerande roll.

Atlanten fascinerade flygarna och 1919 utfäste fransmannen Raymond Orteig \$25000 till den, som flög nonstop mellan New

York och Paris för första gången. Många försökte, ibland med tragiska resultat. År 1919 försökte sig tre stora flygbåtar från amerikanska flottan på den första överfarten och bara en av dem kom fram.



Slutligen år 1927 lyckades Charles A. Lindbergh i sitt Ryan monoplan "Spirit of St. Louis". Kämpande mot dimma, nedisning och brist på sömn landade Lindbergh till slut välbehållen på Le Bourget i Paris klockan tio på kvällen den 20:e maj 1927. Spirit of Saint Louis hade burit honom 6000 km på 33 och 1/2 timme.

När den unge amerikanen och svenskättlingen Charles Lindbergh landade på Le Bourget utanför Paris den 21:a maj 1927 hälsad av tusentals människor, förstod varken han eller någon annan vilken betydelse hans bedrift skulle få för flygets utveckling. I den gryende massmediaåldern blev Lindbergh emellertid över en natt den mest berömda mannen i världen. Månaderna efter hans flygning startade hundratals nya flygföretag. Det var flygets genombrott. Ändå var han inte den förste, som flög över Atlanten även om han var först att göra det non stop. Och bakom sig hade han 25 års utveckling, som hade lett fram till hans berömda flygplan "Spirit of Saint Louis".

Spirit of St. Louis" var konstruerat för en enda sak: att komma till Paris. Extra bränsletankar byggdes in och vingspannet ökades för att klara den extra vikten. För att hålla nere vikten tog Lindbergh bort allt han kunde avvara som radio, fallskärm och navigationsljus. Han skaffade sig till och med lättare stövlar och skar ner på antalet kartor. Istället för den vanliga sitsen satt han i en lättare korgstol.



Spirit of Saint Louis

Varför var det då så viktigt att hålla nere vikten? Orsaken är en ekvation, som bestämmer bränsleförbrukningen på flygplan. Den effekt som behövs för att driva fram planet är motorns dragkraft multiplicerad med hastigheten. Den effekt, som man tillför till flygplanet är bränsleförbrukningen multiplicerat med energiinnehållet i bränslet. Om man dividerar dessa effekter får man den verkningsgrad motorn behöver dvs:

$$\eta = \frac{FV}{\dot{m}_f h}$$

Nu skall dragkraften balansera motståndet på flygplanet så $F=D$. Vidare skall lyftkraften på flygplanet balansera vikten så $L=mg$. Då får man följande ekvation för bränsleförbrukningen om "h" är energiinnehållet i bränslet:

$$\dot{m}_f = \frac{mgV}{h\eta L / D}$$

Som vi sett i kapitlet om fåglarna så kommer ett flygplan som släpps på höjd att glida en sträcka L/D när det faller en meter. Förhållandet mellan lyftkraft och motstånd L/D brukar därför kallas för glidtalet och är ett mått på hur effektiv aerodynamiken är. För låg bränsleförbrukning ska man ha ett högt glidtal. Man ska naturligtvis också ha en bra motor och ett energirikt bränsle. Men det är också viktigt att minska vikten och det var den som Lindbergh framförallt kunde påverka.

Förhållandena är litet mer komplicerade än vi har beskrivit här eftersom glidtalet och motorns verkningsgrad varierar med

hastigheten. En annan sak är att när bränslet förbrukas så minskar flygplanets vikt och därmed också den lyftkraft, som behövs för att hålla det på samma höjd. Om man ligger kvar på samma höjd och fart, vilket ofta krävs av flygtrafiken, så kommer motståndet D att vara lika. Därmed minskar L/D och bränsleförbrukningen tenderar att öka ju längre flygplanet flyger. Alternativt kan man låta flygplanet stiga så att motståndet minskar i den tunnare luften.

Spirit of St. Louis populariserade monoplanen och markerade början på slutet för de gamla biplanen. Fördelen med biplanen var deras höga lyftkraft. Samtidigt hade de ett mycket stort motstånd. Luftmotståndet hos Spirit of Saint Louis var ungefär hälften så stort som på bröderna Wrights flygplan.



försök att flyga runt jorden. Planet försvann över västra Stilla Havet och har aldrig återfunnits.

Lindbergh följdes snart av andra. Amelia Earhart blev den första kvinnan att flyga över Atlanten som passagerare i en Fokker Friendship 1928 och 1932 satte hon ett nytt hastighetsrekord på 13 och 1/2 timme i en Lockheed Vega. År 1935 blev hon den första kvinnan att flyga över Stilla Havet. Hon omkom tyvärr 1937 tillsammans med sin navigatör Fred Noonan under ett

17. Candy på Månen



-Välkomna till Månen, sa kvinnan i baren. Är allt som det ska?

Hon vinkade till sig en liten småfet man i grå overall, som med handen beskäftigt på ryggen hällde i våra glas. När han lutade sig fram såg jag att han hade en röd finne mitt på flinten och att den började vara sig. Det är så för oss, som har fått en spruta för att stänga av den gen på X-kromosomen, som kontrollerar hårväxten. Det fungerar inte på kvinnor, de får rycka ut hårstråna, och kanske inte heller på män med dubbel-Y som Plurimax. De kan alltid få nytt hår och komma sig upp. Jag däremot, tänkte jag med plötslig bitterhet, kom aldrig någon vart. Det kvittade väl vid min ålder, men i alla fall.

Det var svårt att avgöra kvinnans ålder, för folk på Månen såg äldre ut än de verkligen var. Det berodde på att strålningen bröt ner kroppens väteatomer och förstörde cellerna. Det hjälpte att dricka mycket vatten men vatten är det ont om på Månen.

Hon var lång och hennes väl bibehållna figur doldes av en svart overall, vars enkelhet talade om smak. Ett spänne av silver prydde den höga halslinningen. Ögonens allvar och de smala läpparna talade för att hon sällan log. Två djupa fåror gick från pannans svarta antenn ner mot näsroten så som på en bekymrad Candy. Hennes svarta ögon borrhade sig in i mina genom de guldbågade glasögonen. Jag hade mött den blicken förut, men var?

Jag vågade inte möta den utan koncentrerade mig på hårfästet. Där var en svag mörk skuggning. Hur såg hon ut med hår? Utan hår förlorar ju människan en stor del av sin identitet. Det blev som en sådan där bild, där man plötsligt ser något annat. Jag kände igen henne. Det var ju kvinnan på flygplanet till Mombasa. Då var hon elegant gråhårig men det var kanske en peruk.

Det hettade i kinderna när jag mindes hur jag satte mig i hennes magnetogram. Hon mindes nog också, för de fina rynkorna i hennes munvinklar rörde sig till ett syrligt leende. Jag försökte svälja men halsen var torr och jag tog förvirrad ett steg bakåt. Hur kom hon hit? Vad gjorde hon här bakom bardisken?

-Vi har sett värre, sa min fru och jag ryckte till och förstod att hon tänkte på prefektens cell i Rom.

Vårt rum var bara en tre meters kub karvad ur månberget med två utfällbara britsar, ett bord med brun duk och två knarrande korgstolar. De formade sig genast efter kroppen och liksom höll en kvar i den låga gravitationen. Jag

lyfte nästan en meter från golvet första gången jag reste mig ur en av dem. I ett hörn var en vattenkran över ett stenhandfat. En matt lysande vit sfär hängde i ett magnetfält i taket. Det fanns tecken överallt på att rummet var mycket använt.

Innan sömnen kom låg jag länge vaken i mörkret. Kroppen tyngde ju inte mot sängen utan liksom svävade ovanpå den. Det gurglade ur vattenrören. På jorden rinner vattnet ner i ett rör med luft över, men på Månen gurglar rören ständigt av vatten och luft. Det var omöjligt att inte lyssna till det. Till skillnad från min fru kan jag aldrig sova med ljud runt omkring. Jag vaknade till och somnade om och mina drömmar var ängsliga.

Det blev också varmt fram på natten. På Månens yta finns ett lager av stoft. Det kallas regoliten och bildades genom upphettningen och avkylningen och solvindens inverkan. Regoliten skyddar mot strålning och kyla. Temperaturen på månytan är långt över vattnets kokpunkt på solsidan och långt under fryspunkten på nattsidan. Här, tjugo meter ner, var temperaturen som på Jorden men regoliten var så packad att ingen luft läckte ut och det blev varmt där det var tätt mellan människor.

-Det är i alla fall vårt eget, sa min fru när jag klagade och det var sant. Gruvarbetarna bodde i logement med sex i varje.

Utänför själva centrum, där vi befann oss, låg två koncentrisk tunnlars förbundna genom tolv andra tunnlar som ekrarna i ett hjul. Det var långa korridorer som man försökte pigga upp med valhänt grafitti. Två användes för passage fram och tillbaka till centrum. De tio andra hyste vardera arton bostadsmoduler. Varje modul var på fem gånger tio meter med sovplatser, ett litet pentry och luftslussar, som garanterade skydd om lufttrycket skulle sjunka. En liten och oftast försummad odling försökte ge en antydning till natur.

Vi var nu i en väldig rund grotta av glas, det material, som det var lättast att få fram ur regoliten. Den var sammansatt av kiseldioxid och järnföreningar tillsammans med legeringar av titan och aluminium och innehöll stora mängder av små glaspartiklar. De kunde smältas med mikrovågor till ett glasliknande fast ämne. Till och med de glas vi drack ur var gjorda av regoliten.

Glaset täckte hela insidan av väggarna med ett tjockt, blankt skikt, som reflekterade ljuset. Det bildade stalaktiter på väggarna och var ibland poröst, ibland matt av kvartskrystaller. Det gav upphov till ett häpnadsväckande och

ständigt skiftande färgspel i rödbrunt och gult. Ett matt ljus låg utbrett över det välvda taket och en rad valvbågar gav rymd åt den väldiga grottan. Grova väggfasta pelare liksom sviktade under trycket av de mäktiga valven. Allt var mycket lättare, längre och högre än på Jorden, Stråk av ljus i rött, grönt och gult rörde sig i luften under taket likt norrskenen på Jorden.

Hela första dagen gick åt till avlusning, som gruvarbetarna kallade det. En bosättning på Månen är en sluten värld och det sprids lätt infektioner, för bakterier från Jorden kan överleva extrema tryck, temperaturer och strålning. Råttor hade man dittills sluppet men jag hörde att kackerlackor en gång smög sig in och utrotades först efter lång kamp. Miljöinspektörerna var sura och omständliga. De är avundsjuka för att de aldrig får åka till Jorden, sa en gruvarbetare när de inte hörde. Årrensiktet var inte med. Han slapp tydligen kontrollen, här på huvudet som han hade.

Jag kände mig yr i huvudet och det värkte mer än vanligt över högra skinkan. Oron satt kvar i kroppen. Trots att vi inte längre var i någon akut fara kunde jag inte slappna av och släppa tanken på att något hemskt skulle hända. Kroppen gick fortfarande på högvarv samtidigt som jag kände mig helt uttröttad.

-Du har väl Candyplattan med dig, sa kvinnan bakom disken till min fru. Får jag se den.

Min fru tog fram plattan utan att dra den över huvudet. Kvinnan lyfte den i kedjan och granskade den noga. Hon känner till plattan, tänkte jag. Jag trodde att bara vi och Årrensiktet visste om den.

-Fungerar den, frågade kvinna och sneglade över glasögonen på min fru. Smycket vid halsen glimtade till när hon rörde sig. I hennes röst fanns en spänd underton.

-Vet inte, svarade min fru kort. Det är en backup.

-Ser ni honom där, sa kvinnan och pekade på ett bord i andra ändan av lokalen. Han är vår bästa expert. Säg till honom att han lägger in Candy bland våra magnetogram. Det måste fungera innan marsianerna kommer. Annars blir det problem med våra affärer.

Jag såg att hon pekade på den unge hackern, som var med oss från Jorden. Han satt med några av de andra från resan och drack vid ett bord. Bland alla gråklädda kalhuvuden utmärkte han sig genom en röd keps, som dessutom satt bak och fram.

-Gå nu, fortsatte hon när några andra gruvarbetare närmade sig. Akta er så ni inte halkar. Då får ni själva torka upp efter er. Berätta inte för någon varför ni är här och du, som har plattan, får inte lämna basen. Tänk på det. Det sista sa hon med en så skarp röst att min fru ryckte till.

Hon hade rätt om halkan, det hade vi redan märkt. Golvet var räfflat för att öka friktionen men det var ändå halt i den låga gravitationen. Den är hälften av vad den är på Mars men för oss, som kom från Jorden, var den bara en sjättedel av vad vi var vana vid. När ens vikt bara är en sjättedel blir friktionen lika mycket mindre.

Det tog tid att lära sig gå på Månen. Man kunde hoppa jämfota med två meter långa skutt, men det gick ju inte med ett vinglas i handen. Man kunde gå på hämlarna, men då var det svårt att hålla balansen. Det bästa var långa glidande kliv eller att släpa fötterna med korta steg hela tiden med den ena foten före. Efter ett tag lärde man sig att liksom sväva fram. Min fru klagade alltid annars över att jag släpade fötterna efter mig, men här var det bra.

Det var lätt att lyfta foten på Månen men svårt att sätta ner den. Ibland kunde det ta en två, tre steg, innan man var säker på att man hade fötterna med sig. Vi släpade oss fram försiktigt och stannade på varje steg, medan jag funderade på vad som skulle hända om jag tappade vinglas. Det skulle ta mer än dubbelt så lång tid som på Jorden för det att nå golvet, räknade jag ut, men jag skulle nog inte hinna fånga det ändå.

Man måste lära sig helt nya reflexer. I rät linje med konstant hastighet flöt man fram elegant, men så snart man svängde runt ett hörn eller stoppade, upptäckte man att man fortfarande drogs med samma massa som på Jorden och att den rörliga kraften var lika stor. Då höll man på att tappa balansen. För att ändra riktning behövde man ta avstamp med ena benet och hålla emot genom svängen. Man måste också stanna långsamt annars föll man framåt.

Ena väggen täcktes helt av en stor panoramaskärm. På den tredimensionella bilden såg man den omgivande blekgrå månytan sträcka sig ut mot stjärnorna på den svarta himlen. Kraterbergen i skinande ljus syntes långt borta. Det var morgon på Månen. Under fjorton dagar badar månytan i det

intensiva solljuset och under fjorton dagar är det svart natt. Människorna på basen följde dock en jordisk kalender med ett 24 timmars dygn. Veckodagarna var förskjutna åtta timmar mellan varje tredjedel av invånarna. Hela basen gick i treskift.

I ett annat panoramafönster stod Jorden bländande med sina hav och vita moln långt där borta över månhorisonten. Dess sken var mångdubbelt starkare än Månens på Jorden och föll in i lokalen. Jag kunde inte låta bli att se på den gång på gång men det var en falsk bild. Den visade Jorden, som den såg ut från framsidan, men vi var nu på baksidan med hela Månen mellan oss och den.

-Vad var det för affärer hon pratade om, sa jag till min fru medan vi smög oss fram i skenet från Jorden.

-Den där stroppiga baristan smugglar säkert vin. Hon är vinprovare precis som den där smusslige prefekten i Rom. Såg du inte hur hon höjde handen när hon talade. Fast hon sänkte den när jag tittade på den.

-Nej, sa jag. Det såg jag inte.



-Du ser då aldrig något, sa hon. Och det ska vara ett hemligt sällskap. De umgås för mycket med varann. Får ovanor som förräder dem.

Prefekten, tänkte jag. Var den där baristan den okända, som han skulle tala affärer med när han körde ut oss? Hon kom ju från Rom när jag satte mig i hennes magnetogram. Det hände så mycket konstigt på den här resan. Ibland var det svårt att tro att det var sant.

Gruvarbetarna tog glatt emot oss vid sitt elliptiska glasbord. Jag sjönk försiktigt ner i en stol av röd polerad regolit. Den gungade till i magnetfältet, men jag lyckades i alla fall ställa ifrån mig glaslet utan att skvätta.

-Var är Ärransiktet, undrade min fru och såg sig omkring.

-Ingen aning, sa en gruvarbetare, en kvinna av rösten och figuren att döma. Han dök på oss i Mombasa och sa att han skulle hit. Han hade hår och verkade van att bestämma. Sen

kom ni. Vi trodde ni hörde ihop.

-Fråga henne där, sa en annan och nickade mot kvinnan vid disken. De satt ihop hela resan hit. Men reta henne inte om ni vill dricka annat än mjölk.

Man drack massor av mjölk på Månen. Det var för att den innehöll kalk. Skelettet blev svagare i den låga gravitationen och kroppen kissade ut det överflödiga kalket. Det sades på Jorden att mjölk i urtiden gjordes av kor, ett djur som hölls i fångenskap för att få mjölk. Så var det förstås inte längre.

-Hur kom hon hit överhuvudtaget, undrade jag. Hon var inte med oss från rymdstationen.

-Hon har väl egen transport, sa han och ryckte på axlarna. Reser visst mycket i jobbet. Hon sköter det mesta här.

Det var alltså henne, som jag såg Ärransikte tala med på vägen till Månen, tänkte jag. Jag mindes blicken hon gav mig när jag såg på dem. Båda två struntade i oss. Det var Candyplattan de var ute efter. Och varför ville marsianerna till varje pris ha tag på den?

Inte långt bort stod en stor kristallsfär där två lag spelade hjärnkoll med hjälp av antennerna. Vi var som de virvlande, halvt genomskinliga figurerna där inne, tänkte jag. Vi dansade till andras musik utan att ens kunna stegen.

Gruvarbetarna fick mig snart på andra tankar. Mombasa var en upplevelse, förstod jag. Det var en stad, där folk från alla Jordens kontinenter blandades sedan urminnes tider och det bara ökade när Jordens största rymdhamn förlades dit. Där fanns människor av alla färger, former och storlekar. Som i alla hamnstäder sökte människor efter nöjen under den korta tid de sluppit undan vardagens kontroll och Mombasa var nästan lagglöst.

Sista kvällen på semestern tog de sig till en lönnkrog i hamnkvarteren. Staden låg innanför en gammal fästning, som kallades Fort Jesus efter en ännu äldre profet. Det var trånga och mörka gränder där trevåningshus med utsirade träbalkonger nästan gick ihop över huvudena på en, berättade den kvinnliga gruvarbetaren. Det började redan mörkna och det var svårt att hitta.

-Det blåste en kryddstark vind från havet och magnetogrammen var fransiga i blåsten, sa hon längtande och jag förstod henne. Det var i Mombasa jag själv kände vind mot ansiktet för sista gången. På Månen finns ju ingen vind och inte på Mars heller för den delen. Jag saknar den så.

Till slut kom de till någon slags lagerbyggnad. Försiktigt gick de fram mot dörren. Man hade sagt att de skulle bli insläppta och plötsligt gick dörren upp och välkomnade dem på en dialekt, som de knappt förstod. Den kände väl av deras kroppsfall. De kom in i något som mest liknade en källare. Längst bort i ett hörn fanns en trappa ner till en mörk gång med cementväggar. Ännu en dörr öppnades och de kom in i mörka men rätt trevliga källarvalv. Där var det fullt av folk. Mest piloter och andra som jobbade med raketerna till Månen.

-Ingen i Mombasa bryr sig om Plurimax och hans öl. De dricker bara vin, sa någon och nickade mot kvinnan bakom disken. Hon där skickar väl det bästa till Jorden. Vinprovarna betalar säkert bra.

-Undrar var de pengarna tar vägen. Jag har då inte sett till dem, sa en butter och fårad man. Han gned sina läppar med baksidan av handen och slickade av vinet. Han hade en guldring på ett finger. Det var ett gammaldags och numera ovanligt tecken på trohet mellan gifta par på Jorden. Varför hade han den kvar? Vad lämnade han efter sig på Jorden, undrade jag för mig själv. Han verkade i alla fall inte nöjd. Mungiporna strävade neråt, vilket gav honom ett ständigt surt utseende.

-Hon betalar väl Mars för vinet, sa den förste, som var ovanligt rund om kinderna för att vara gruvarbetare på Månen. Hans ljusa blå ögon betraktade troskyldigt den andre.

-Nej du. Dom får betalt i helium. Varför tror du annars att vi jobbar över jämt och ständigt nu för tiden. Ska dom inte öppna ett nytt fält till och med? Vi gräver fram mer helium än Jorden behöver.

-Nå, strunt i det. Vi får ju vara kvar här. Jag får då inget jobb på Jorden. Och inte du heller väl?

Den andre teg och vred på sin ring. Människorna, som arbetade här, både kvinnor och män, kom av många olika orsaker. Lönen var en, och den var mycket högre än på Jorden. Men de, som kom för de höga lönernas skull, varken stannade eller levde tillräckligt länge för att återvända. De var ofta oförmögna att leva i mera ordnade samhällen. Månen var helt enkelt en tillflykt för människor, som måste börja om. De var fast. De fick finna sig.

-Tyvärr stängde krogen alldeles för tidigt, sa gruvarbetaren, som jag träffade på raketerna till Månen. Alla måste ut så att de kunde sätta fram nytt vin åt Plurimax moralpolis.

-Jag trodde moralpoliserna bara drack öl, sa

jag och alla såg på mig, som om jag kom från en annan planet.

-Inte i Mombasa, flinade någon. De får en lagom stor ranson att ta med sig till stationen, men det mesta dricker de upp direkt. Man måste ju känna till det man vill förbjuda, eller hur?

-Skål för Plurimax, ropade en annan och reste sig upp. Han betalar med helium utan att veta om det och får vin, som han inte vill ha. Det är rätt åt honom. Han skulle själv jobba här för vår lön så skulle han se.

Alla reste sig och drack ur och jag såg hur struphuvudena rörde sig. Jag fruktade nu att jag skulle utsättas för samma ritualer som hos prefekten i Rom, men till min stora lättanad lämnade vårt sällskap sådant ordvrängeri åt sitt öde och ägnade sig helhjärtat åt att dricka.

Det var riktigt trevligt, men inte helt utan ceremonier. Den som föreslog skålen började med att försiktigt lyfta sitt glas, hålla upp det mot ljuset och med dyrkande blick betrakta det. Alla reste sig och gjorde samma sak, varefter man drack ur. Skålandet genomfördes av samtliga vid bordet i tur och ordning, vilket innebar att antalet urdruckna glas var antalet närvarande multiplicerat med sig själv.

Jag och min fru gjorde vårt bästa för att följa med i turerna, men det visade sig snart att gruvarbetarna stod ut med mycket mer än vi. Det var dessutom lättare att sätta i halsen i den låga gravitationen. Jag mindes ännu mina fadäser hos prefekten och försökte dricka långsamt som de andra. Naturligtvis insåg jag att inträdet i ett sådant här sällskap måste vara förenat med vissa strapatser men detta var i värsta laget. Varje skål tog längre och längre tid och många skålar senare föll jag nästan medvetslös ner på stolen, som då höll på att slå runt i luften.

Stödd på armbågarna hängde jag med näsan över det halvt urdruckna vinglas. Doften från vinet fick det att gå runt i huvudet på mig. Det kändes, som om sorlet i rummet tystnade och de höga valven sjönk ner över mig. Det svävande ljuset över bordet lyste på cirkeln av ansikten, upphetsade av vin och gemensamma hemligheter. Det var som om världen runt omkring inte fanns längre. Jorden, som jag ständigt ville se på hade vridit sig en aning. Dagen grydde på Månen. Ljuset spred sig långsamt, långsamt på månbergen i fjärran. Golvvärmen kändes behagligt varm.

Larmet steg. Vid bordet intill började man sjunga. De höll varandra under armarna och gungade i takt med musiken medan norrske-

net i taket sken på deras bara skallar. Man sjöng ofta allsånger till vinet. Melodierna var mycket enkla och handlade oftast om kärlek mellan kvinnor och män på en silvermåne under en jordglob i den svarta skyn. Det var visor med ett genuinnehåll, som sedan länge var olämpligt på Jorden, men de levde vidare i folkminnet. Här blommade de ut och många av gruvarbetarna blev tårögda av dem. De var enkla människor. De levde ett enkelt liv och hade ingen aning om skillnaden mellan genus och kön.

Vi satt mitt i hopen. Vinet och historierna gjorde att jag alldeles glömde varför vi var där. Antennen kliade som vanligt och jag tog av den och lade den på bordet. Jag sträckte mig efter vinglasen när jag märkte att det blev tyst omkring mig. Någon knackade mig på axeln. Det var kvinnan bakom disken. Med en majestätisk gest pekade hon på antennen. Den låg i en pöl av vin och hon vände medan jag torkade av den på servetten. När den satt på plats, snurrade hon runt på klacken och gick. Gruvarbetarna såg efter henne och sedan på mig. Ingen skrattade.

Jag förstod snart varför man måste ha antennen på sig. Utan att jag visste varför satte jag ner glaset och reste mig. Alla andra gjorde likadant. Norrskenet slocknade och ljuset i taket skruvades upp. Vi följde med i ledet som hasade sig ut ur lokalen. Kvinnan bakom disken pekade på någon, som dröjde sig kvar för länge. Utanför stod ett annat dryckeslag som ville in.

Vi tog oss tillbaka till vårt rum tumlande från den ena väggen till den andra. Stationen vid månen var trist. Lågt i tak. Trånga gångar med väggar som kanske en gång varit vita. Dörrar som ledde bort från korridoren öppnades automatiskt när någon kom nära. Vi försökte springa ikapp den unge hackern och vid korsningen där vi måste skiljas fick vi äntligen tag i honom.

-Vi tar det i morgon, sa han avvärande och vände fumligt för en sparkcykel. Han hade också druckit alldeles för mycket.

Han vinglade iväg med långa, hasande steg. När en ny sparkcykel kom farande, tog han ett snedsteg, tappade kepsen och föll på alla fyra med baken mot oss. Han hade åtminstone bytt till ett par hela byxor tänkte jag, men lika säckiga var de. Omständligt tog han sig upp, satte på sig kepsen och fortsatte. Så stannade han som om han kom på något, vände fumligt kepsen så att skärmen kom i nacken och vandrade bort genom tunneln. Längre bort låg verkstäder, lagerutrymmen och logement och det var en mustig doft av olja och damm.