



BEVINGAT

Nr 4/2022

FLYG- OCH RYMDTEKNISKA FÖRENINGEN

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



Hur är marsianerna?
sid 2



Kraftverk i rymden sid 4



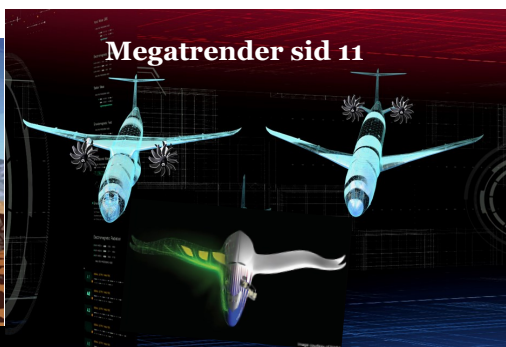
Väte eller fotogen?
sid 5



Flyg rätt och rent
sid 7



Om man slutar flyga sid 9



Megatrender sid 11



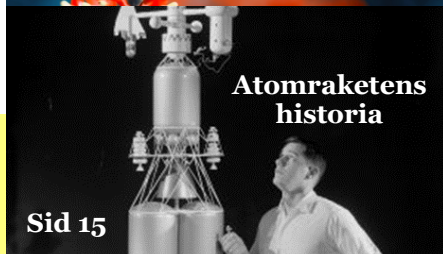
Cubesats sid 12



Vägar mot noll sid 13



Flygande vätesensor sid 14



Atomraketens
historia

Sid 15



Candy och marsianerna
sid 31

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

Hur är en marsian?

Att kolonisera Mars kan förändra människorna. Den svagare gravitationen, intensiv strålning och en total brist på mikrobiellt liv kan få generationer av marskolonistörer att genomgå några av de mest dramatiska evolutionära förändringarna sedan vi började gå upprätt och utveckla våra överdimensionerade hjärnor. På bara några hundra generationer kan en ny typ av människa växa fram. Mycket tyder på att marsianerna kommer att se ut som närsynta gorillor, vara mörkt orange i hyn och livrädda för att vi ska komma i närheten av dem.

[The Martians Are Coming—and They're Human | Science Connected](#)
[Colonizing Mars could speed up human evolution](#)
[Human Evolution in Space and on Mars](#)
[Will Mars Colonists Evolve Into This New Kind of Human? - NBC News](#)

Om vi kommer till Mars och etablerar en koloni av permanenta invånare, kan faktorer som jämförelsevis högre strålning, lägre tyngdkraft och en stor förändring i livsstil leda till betydande evolutionära förändringar i människokropparna. Förändringarna kan också påskyndas ännu mer genom genredigering. CRISPR/Cas9 är ett verktyg som skulle kunna göra det möjligt för människor att förbereda sina kroppar för marsianskt liv.

Oavsett om de utvecklades till en ny art eller inte, kan de ha anatomiska såväl som immunologiska och andra fysiologiska skillnader, som betydligt tjockare ben (inklusive skallbenen), vilket kan ge dem ett mer robust utseende. Gravitationen på Mars är ungefär 38 procent av den på jorden. Eftersom bentäthet gradvis minskar i låg gravitation, kunde kraftigare skelett behålla tillräckligt med styrka för att avvärja farliga frakturer. Evolutionärt tryck för kraftigare skelett kan vara särskilt starkt för kvinnliga Mars-kolonistörer med tanke på risken för bäckenfrakturer under förlossningen.

Den låga gravitationen skulle också få benmassan att minska med en hastighet av cirka 1 till 2 procent per månad. Bosättare skulle förlora hälften av sin benmassa efter två eller tre år - kanske ännu snabbare för gravida kvinnor, eftersom graviditeten kräver stora mängder kalcium.

Science fiction har ofta porträtterat marsianer eller utomjordingar, som kommer från Mars, som långa och smala och under de första århundradena kommer marsianernas skelett och muskler sannolikt att krympa och de kommer att bli svagare versioner av sina jordiska motsvarigheter. Detta skulle nästan säkert leda till kortare livslängder och hälsokomplicationer, inklusive neurologiska störningar om deras skallar krympte med resten av dem.

Men på lång sikt kan effekten bli den motsatta. Försvagade skelett kan fraktureras människors bäcken under förlossningen. Bentäthetsförlust gör också människor mer benägna att skadas, särskilt frakturer i höften och ryggraden. Eftersom sådana skador kan vara förödande, kan människor som naturligt har högre bentäthet och mer liknar neandertalare än moderna människor vara mer benägna att överleva och föra vidare sina gener. Därför, efter många generationer, kan marsianer få naturligt tjockare ben än sina förfäder, vilket skulle ge dem ett mer robust utseende.

Problemet är att dessa kraftigare kroppstyper kan utgöra vissa faror under förlossningen. Med bara en tredjedel av jordens gravitation kan graviditet och förlossning vara mycket svårare på Mars. Det kan göra kejsarsnitt till normen, vilket kan leda till större huvuden eftersom de inte skulle begränsas av födelsekanalens storlek.

Unika kulturella traditioner som utvecklas på Mars kan också ha



en långsiktig effekt på evolutionen. Distinkta matvanor, till exempel, om de upprätthålls under generationer, kan påverka utvecklingen av vårt matsmältningssystem.

Invånarna på Mars kan kanske lära sig att använda syre mer effektivt. En liknande förändring har observerats på den tibetanska platån, där syret är 40 procent lägre än det är på havsnivå. För att anpassa sig har tibetanerna tätare kapillärer för att mer effektivt flytta blod och har förmågan att vidga sina kärl för att få mer syre till musklerna.

Närsynthet är ett ökande problem bland ungdomar på Jorden. Orsaken är att de tillbringar allt större del av sin tid inomhus framför mobiler och datorer. Det kommer att bli ett ännu större problem för marsianer, som kommer att vara tvungna att tillbringa större delen av sitt liv inomhus i skydd för strålningen och den obefintliga atmosfären. Mars är mycket längre från solen än jorden, och det extra avståndet och de lägre nivåerna av solljus på Mars yta kan orsaka förändringar i kolonistörernas ögon.

Planetens tunna atmosfär släpper igenom enorma mängder ultraviolett och annan högenergistrålning jämfört med Jorden. Till exempel får den genomsnittliga jordbon cirka 3 millisievert strålning per år jämfört med de 30 man skulle få på Mars. Under en livstid skulle den genomsnittliga marsianen få 5000 gånger mer strålning än någon på Jorden.

En begränsad mängd skydd kan komma från rymddräkter eller från att bygga bostäder under jord, men utan tvekan skulle det fortfarande behöva spenderas tid på Mars yta för att odla grödor, uppföra byggnader och så vidare.

Strålning skadar DNA, vilket skapar den typ av mutationer som leder till cancer. Även om detta kan innebära högre cancerfrekvenser för marsianska bosättare, kan det också påskynda den evolutionära processen genom att starta skapandet av slumpmässig genetisk variation, inklusive egenskaper som är fördelaktiga i marsmiljön.

Mars höga strålningsnivåer kan också direkt påverka egenskaper som hudfärg under generationer av evolution. Karotenoider, de orange pigmenten som ger morötter sin färg, produceras av många växter och mikroorganismer för att skydda mot solstrålning. Även om många djur har naturliga karotenoider, får de flesta dem det från sin kost.

Det visar sig att karotenoiderna som får morötter, sötpotatis och pumpor att se orange ut erbjuder en viss mängd skydd mot skadlig UV-strålning. När vi äter dessa pigment i stora mängder får vi faktiskt skyddande karoten i vårt blodomlopp och under vår hud. Men att äta för många morötter kan göra dig orange! Faktum är att vissa forskare tror att vi faktiskt skulle utveckla orange hud, inte grön.

Människor på Jorden använder redan melanin som skydd mot ultraviolettera strålar. Den form av melanin som ger mest skydd mot solstrålning hos människor är eumelanin, vilket skapar mörkbrun eller svart hud. Människor med mycket mer eumelanin i huden skulle bättre tolerera den extrema strålningen på Mars, vilket leder till att marsianer skulle få mörkare hud än någon på Jorden.

Nyligen genomförda studier tyder på att höga strålningsnivåer också påverkar hjärnan, förändrar rumsligt minne och risktagande beteende. Det kan utgöra ett allvarligt hot mot framgången för en marskoloni. Senare generationer kunde utveckla resistens mot strålningens skadliga effekter på hjärnan, vilket gör dem bättre anpassade till den marsiska miljön, men påverkar deras beteende på sätt som inte kan förutses.

Mars verkar sakna liv och det gäller bakterier såväl som andra livsformer. Om människor skulle etablera sig och leva i en bakteriefri marskoloni, kan deras immunsystem så småningom förlora förmågan att bekämpa infektioner från bakteriebärande människor eller djur som besöker dem från Jorden. Sjukdomar, som är unika för antingen Jorden eller Mars, kan dyka upp och kräva resestopp. Den risken skulle förmodligen uppmuntra kolonisatörerna att minimera kontakten, inklusive sexuell kontakt, med potentiellt smittsamma jordbor. Sådan kontakt kunde till och med vara dödlig för marsianer och vice versa, men det skulle i sin tur kunna påskynda den takt i vilken kolonisatörernas kroppar skulle börja anpassa sig till sin nya värld.

Förlusten av fördelaktiga mikrober kan leda till negativa fysiska och mentala hälsoutfall för marsianska bosättare. Här på jorden har vi redan sett en minskning av den mikrobiella mångfalden hos människor som lever i stadsmiljöer, där vi gör vårt bästa för att sterilisera våra kroppar och våra miljöer för att förhindra utbyte av sjukdomar. Att förlora mikrober helt och hållet skulle nästan säkert vara skadligt. Personer med låg mångfald i sina mikrobiom är mer benägna att utveckla fetma, typ I-diabetes och eventuellt andra tillstånd, inklusive allergier, astma, celiaki och vissa cancerformer.

Mikroberna som lever i våra tarmar spelar viktiga roller i matsmältningen, så dieterna hos marsianska bosättare måste modifieras om deras mikrobiom är helt förlorade. Forskare kan skapa specifikt konstruerade livsmedel, som bara innehåller enkla sockerarter, proteiner och fetter så att de är lättare att smälta utan mikrobiell hjälp.

Å andra sidan, om några fördelaktiga mikrober följer oss till Mars, kan mikroberna själva utvecklas tillsammans med oss. På grund av sina korta generationstider – vissa bakteriearter reproducerar var 30:e minut – utvecklas mikrober mycket snabbare än människor, vilket gör att de snabbt kan anpassa sig till föränderliga miljöer. Strålning skulle också påverka dem, öka deras mutationshastighet och ytterligare påskynda deras utveckling.

Samma processer skulle hända med alla växter eller djur som vi tog med oss, och med mikroberna som lever i och på dessa arter. Med andra ord, att etablera en marskoloni skulle så frön till en ny typ av ekosystem. Terraformering av Mars, att avsiktligt ändra den marsianska miljön för att göra den mer jordliknande, kan leda till utvecklingen av ekosystem som inte liknar något vi har på Jorden.

Liksom med vårt mikrobiom skulle de enda virusen, patogena bakterierna och andra sjukdomsframkallande mikroorganismer på Mars sannolikt vara de vi tog med oss dit. Den långa resan från Jorden till Mars kan fungera som en karantän, vilket begränsar risken för att införa en infektionssjukdom på Mars. Majoriteten av infektionssjukdomar som påverkar människor är också förvärvade från djur, särskilt fåglar och däggdjur. Vi skulle kunna undvika detta problem på Mars genom att inte ta med några fåglar eller däggdjur utan istället välja insekter, som är mindre benägna att bära infektioner som kan hoppa till mänskliga värdar (och dessutom kräver mindre foder).

Å andra sidan kan livet utan hot om infektionssjukdom orsaka att marskolonisatörernas immunsystem atrofierar eller kanske försvinner helt. Denna atrofi kan drivas av mer än bristen på sjukdom. Astronauter upplever ofta immunsystemets undertryckande under rymdfärd. Det har till stor del tillskrivits stressen vid start och landning och av att vara i ett begränsat utrymme, men vissa bevis tyder på att mikrogravitation också spelar en roll och gravitationen på Mars är bara en tredjedel av Jordens.

Marsianer med nedsatt immunsystem skulle drabbas av livshotande sjukdom om de återvände till Jorden, och människor från Jorden skulle riskera att utplåna hela marskolonin om de tog med sig några sjukdomar dit. Riskerna med att bära på en sjukdom utan att visa symtom, vilket ofta händer med sexuellt överförbara infektioner som HIV eller klamydia, skulle vara stora. Nära personlig kontakt - som sex - mellan jordlingar och marsianer skulle vara mycket riskabelt.

Detta kan tvinga människor på Mars att så småningom splittras oåterkalleligt från sina jordbaserade motsvarigheter. Oförmågan att bilda familjer eller skicka avkommor fram och tillbaka mellan de två planeterna kan driva de två grupperna allt längre ifrån varandra.

Kraftverk i omloppsbana

Med 3D-utskrift, tillverkning i omloppsbana och kraven på fossilfri energiproduktion och energioberoende från fientliga nationer, så är billig, grön solenergi från rymden inte längre science fiction.
[Kraftverk i omloppsbana?](#)



Konceptet är enkelt. Stora solpaneler skulle placeras i omloppsbana och sedan leverera elström med mikrovågor tillbaka till jorden.

En stor utmaning har dock alltid varit de massiva paneluppsättningarna och antennerna som skulle behöva monteras i omloppsbana. När man till exempel tänker på den internationella rymdstationen (ISS), tog det ett decennium och över 30 rymdfärjauppdrag att montera den. Detta inkluderade också flera rymdvandringar av astronauter och kosmonauter. Det slutade med att ISS så småningom kostade omkring 150 miljarder dollar att bygga, för en anläggning i omloppsbana som är ungefär lika stor som en amerikansk fotbollsplan. Även om en rymd-anläggning för solenergi inte skulle behöva livsuppehållande moduler och mest skulle vara solpaneler, så är den troligen mycket större. Vissa 1970-talskoncept från NASA tänkte sig tio kilometer stora anläggningar i rymden.

Den enorma kostnaden och komplexiteten för att montera dessa enorma solfarmer i rymden och de många uppdrag och rymdvandringar som krävs har varit en stor utmaning för att förverkliga denna vision om fri kraft från solen. Hur skulle någon nation överhuvudtaget ha råd med detta?

Men idag finns det en svit av nya teknologier som 3D-utskrift, minnesformmaterial och robotik som tillsammans drastiskt kan förändra denna ekvation och göra solenergi från rymden överkomlig och genomförbar via tillverkning i omloppsbana. På samma sätt som små, billiga satelliter förvandlade satellitindustrin kan dessa nya teknologier göra det möjligt för solfarmer att monteras av robotar, med komponenter 3D-utskrivna och med stora antenner som använder minnesformade material för att vecklas ut ur små raketlaststrum.

Dessutom sjunker kostnaderna för att få upp saker i omloppsbana snabbt. Från 54 500 \$ per kg med rymdfärjan har den nu sjunkit till 2 700 \$ per kg och SpaceX:s Starship lovar att skära ner detta till otroliga 10 \$ för att kretsa i omloppsbana inom en snar framtid. Denna kostnad för tillgång till omloppsbana, om den realiseras, kommer att släppa lös en industriell och samhäl-

lelig revolution som vi nu har svårt att förstå.

Med kraftigt minskade kostnader för tillverkning i omloppsbana är plötsligt koncept som rymdbaserad solenergi nu på gränsen till att vara inom räckhåll.

Det finns också nya kraftfulla samhälleliga, miljömässiga och geopolitiska drivkrafter idag som saknades under de senaste decennierna när rymdbaserad solenergi föreslogs och som ökar möjligheterna till statligt stöd och investeringar.

Den första är kravet på noll koldioxidutsläpp. Solkraftverk, när de väl är i omloppsbana, skulle erbjuda en potential för grön, billig förnybar el som strålas ner till jorden för att hjälpa till att möta kraven från en ekonomi, som byter till elbilar, koldioxidfria flygplan etc. De kan också så småningom ersätta kol, olja och gaskraftverk på jorden – och spelar därmed en stor roll i en hållbar framtid för netto noll utsläpp.

Den andra stora drivkraften är geostrategisk. Konflikten i Ukraina har belyst Europas beroende av rysk olja och gas – med regeringar som nu väger stigande energiräkningar för sina medborgare mot att skära av intäkterna för Moskva. Även om rymdbaserad solenergi inte skulle vara till någon nytta för den nuvarande situationen, skulle den på längre sikt kunna bidra till att göra många länder energioberoende och befria dem från beroende av fientliga regimer eller instabila regioner.

Slutligen, till skillnad från kärnkraftverk på jorden, skulle rymdbaserad solenergi inte ha problem med avveckling i slutet av livet, och inte heller allmänhetens rädsla för en hårdsmälta i Tjernobyl- eller Fukushima-stil, (av vilka den senare ironiskt nog i Tysklands fall ledde till dess beroende av rysk olja och gas).

Kort sagt, medan det fortfarande kvarstår utmaningar med att förverkliga denna ambitiösa vision, faller teknik- och kostnadsbarriärerna snabbt och det finns ett växande tryck för att leverera nollutsläpp och minska energiberoendet av kolbaserade bränslen - av både miljöskäl och av geostrategiska säkerhetsskäl. Kan detta driva nästa industriella revolution?

Väte eller fotogen?

Flygindustrin står för cirka 2% av de globala koldioxidutsläppen (CO₂). Andelen kan öka på grund av minskade utsläpp från andra sektorer och ökad efterfrågan på resor. Branschen som helhet har därför åtagit sig att vara koldioxidneutral år 2050. Möjliga alternativ är vätgas som bränsle, hållbara flygbränslen (SAF) och elektriska batterier. Där finns det flera utmaningar att övervinna.

[GlobalSpec](#)

För att se hållbar grön luftfarts verkliga utsläpp måste man se till helheten. "Well-to-tank" är en term som täcker koldioxidutsläpp från produktion av energikällan innan den sätts i flygplanet (Aviation Week). Grön vätgas har utsläpp på 15 gram/kWh jämfört med 54 gram/kWh för fotogen, 133 gram/kWh för batteri och 463 gram/kWh för så kallad grå vätgas. Grönt väte produceras genom elektrolys av vatten med förnybar el medan grått väte produceras från fossila källor. Batteriets utsläppssiffror baseras på det faktum att batteriet idag måste bytas var 2000: e cykel.

"Tank-to-wake" CO₂-utsläpp är de som genereras under själva flygningen. Fotogen producerar 265 gram/kWh, batterier har noll utsläpp om de laddas med förnybar energi och vätgas ger också nollutsläpp. Totalt ger grönt väte 15 gram/kWh, batterier 133 , fotogen 329 och grått väte 463.

Energikostnaderna måste också beaktas. Vid \$ 0,07 / kWh är fotogen betydligt billigare än el vid \$ 0,12 och väte vid \$ 0,39.

Den övergripande analysen visar således att vätgas är en bra väg att följa. Helt elektrisk framdrivning är inte för större flygplan på grund av batteriernas höga vikt, medan hybrid-elektrisk framdrivning baserad på batterier inte kommer att uppfylla målet om minsta CO₂.

Airbus har åtagit sig att ha ett utsläppsfritt kort- eller medeldistansflygplan på marknaden senast 2035. En kortdistansturboprop med upp till 100 platser och en räckvidd på 1 000 nautiska mil är ett av tre vätedrivna koncept som studeras.

I februari 2022 berättade Airbus för EU-tjänstemän i en presentation att vätedrivna flygplan med mer än 150 platser förmodligen inte kommer att finnas globalt förrän 2050 (Bloomberg). Airbus kommer att samarbeta med GE Aviation och CFM International för att flygprova en jetmotor, som drivs av väte, som förberedelse för ibruktagande av ett utsläppsfritt flygplan senast 2035. Provflygplanet kommer att vara en modifierad Airbus A380 utrustad med fyra flytande vätetankar för att driva en GE Passport turbofläktmotor placerad längs flygplanets bakre flygkropp. Första flygning planeras till slutet av 2026. Slutliga teknikval bör göras i slutet av 2020-talet för att ett nytt nollutsläppsflygplan ska kunna komma in på marknaden senast 2035 och vara etablerat 2050.

A380:s tankar för flytande väte kommer att utvecklas vid Airbus anläggningar i Frankrike och Tyskland. Airbus kommer att definiera kraven på vätgasframdrivningssystem, övervaka flygprov och tillhandahålla A380-plattformen för att prova väteförbränningsmotorn i kryssningsfasen. CFM International kommer för sin del att modifiera förbrännings-, bränsle- och styrsystemet i GE Passport turbofläkten för att köras på väte. CFM förväntas genomföra ett omfattande markprovprogram inför flygprovet av A380 som en del av CFM RISE-programmet.

Vissa i branschen, inklusive Boeings VD David Calhoun, hävdar att en vätedriven jetliner jämförbar med dagens smalkroppar är årtionden borta (Bloomberg). Airbus fokuserar därför också på



så kallade hållbara flygbränslen på kort sikt.

Boeing och Airbus säger båda att år 2030 kommer deras kommersiella flygplan att kunna flyga på 100% hållbara bränslen tillverkade av råvaror som jordbruks- och skogsbruksavfall och icke-återvinningsbart hushållsavfall. De släpper ut lika mycket koldioxid som fossil fotogen, men på trettio års sikt kommer den att återupptas av naturen om man inte hugger ut skogarna innan dess.

Hållbart flygbränsles största utmaning handlar om volym snarare än flygbolagens vilja att använda det. Om konsumenterna är villiga att betala de extra kostnader som är förknippade med dess användning förstås. Priset är ungefär dubbelt så högt som för fotogen.



Man använde cirka 100 miljoner liter hållbart flygbränsle 2021. Med "lämpligt statligt politiskt stöd" säger IATA att det förväntas sig att produktionen når 7.9 miljarder liter år 2025, vilket skulle uppfylla bara 2% av det totala bränslebehovet. I mitten av seklet säger branschorganisationen att produktionen skulle kunna bli 449 miljarder liter eller 65% av sektorns behov.

Det finns stora fördelar. Man behöver inte byta flygplan och man behöver inte ändra flygplatsens infrastruktur. Vad som behövs är incitamenten för att få bränsleproducenterna att vilja producera det och flygbolagen att använda det.



Hållbara bränslen är viktiga som övergångslösning, men på medellång och lång sikt gäller det att få ut vätgasplanet på marknaden eftersom det verkar vara den ultimata lösningen. Det kräver en hel del ingenjör-, forsknings- och kapitalåtaganden.

Det finns tre möjliga sätt att använda väte i flygplan: direkt förbränning i modifierade turbinmotorer, generering av el i bränsleceller eller produktion av hållbart bränsle via power-to-liquid-processer.

Det största problemet är den låga energitätheten hos vätgas oavsett om det används för att driva turbinmotorer eller bränsleceller för elmotordrift. Flytande väte ger 33 kWh / kg energi, 100 gånger mer än nuvarande litiumjonbatterier (och ungefär tre gånger mer än fotogen). Men när vikten av isolerade kryogena lagringstankar och tillhörande hårdvara har lagts till minskar energitätheten till mellan 10 och 21 kWh / kg. Och dessa tankar tar upp en betydande mängd volym.

Vätdriva flygplan kräver bränsletankar som är tillräckligt stora för att bära den mängd flytande väte som behövs för vanliga kort- och medeldistansrutten. Väte har mer energi per vikt än jetbränsle, men det har lägre energi per volym. För att stora flygplan ska vara vätdrivna måste de vara större och tyngre, med mer luftmotstånd, vilket leder till ett högre koldioxidavtryck på grund av den extra energi som behövs för att driva dem. Ökad vikt på flygplan är också en nackdel under alla förhållanden.

För att hantera de utmaningar som vätdriva bränslet innebär, avser Airbus att utveckla ett nytt kryogent bränsleleveranssystem för att flytta väte från tankarna till motorn. Först måste väte omvandlas från vätska till gas. Därefter injiceras vätdriva gasen i brännkammaren och antänds vid en mycket hög temperatur - mycket varmare än för jet-A fotogen.

Väte är en gas vid rumstemperatur, vilket gör det svårt att lagra i stora mängder. Att hålla den i bränsletankar ombord på flygplan kräver att väte komprimeras till flytande form. För att göra det måste det kylas till extremt låga temperaturer. Förutom bränsletankarna skulle den utrustning som behövs för att hålla vätebränslet vid låga temperaturer lägga till ännu mer vikt till ett vätdriva flygplan. En omkonstruktion av stora delar av flygplanet kommer att krävas, från framdrivningssystemet till bränslelagringen.

Framsteg inom lätta lagringstankar och kryogena kylsystem är nödvändiga för att dra nytta av vätes höga energitäthet. Även på kort sikt är bränsletankteknik en kritisk faktor i vätehybrider och än mer för ren vätekraft. En minskning med 50 % av den totala tankmassan för flytande väte beräknas vara nödvändig för att 737-stora vätdriva flygplan ska vara genomförbara.

En betydande ökning av "grön" vätdriva och avskiljning och lagring av koldioxid krävs för att öka andelen utsläppsfri vätdriva produktion. Förbättringar av vätdriva infrastrukturen vid bränsleleveranser till flygplatser och tankning på flygplatser är också nödvändiga.

Att använda väte i kommersiella flygplan kommer att bli svårt. Branschens olika tillvägagångssätt - och särintressen - understryker komplexiteten i att eliminera luftfartens koldioxidutsläpp på nettobasis senast 2050. Enligt International Air Transport Association IATA kommer kostnaden för övergången från fossilt flygbränsle att vara 2000 miljarder dollar. Ingen inom branschen är överens om hur man ska bryta med decennier av gamla vanor och ovanor eller vem som ska betala för det.

Flyg rätt och rent

1990-talets åtaganden om ett harmoniserat luftrum under konceptet Single European Sky (SES) fortsätter stadigt. Ett antal projekt som genomförs samtidigt markerar framsteg i effektiviteten hos flygledningstjänsten (ATM) för flygoperatörer och är bevis på en solid trend inom modernisering och effektivisering.
Aviation Week: [Despite Fragmentation, Europe's Air Traffic Management Sees Progress](#)

Lobbygrupper som International Air Transport Association, Airlines for Europe och European Business Aviation Association klagar regelbundet över långsamma framsteg, om några, i SES-projektet. De uttrycker oro över att förbättringar som kan minska flygets miljöavtryck, minska ATM-kostnader och minimera förseningar inte kommer till stånd.

Att optimera ett flygplans bana över en kontinent är komplicerat när ATM är strukturellt fragmenterad som i Europa. Ändå sker framsteg. DSN, Frankrikes leverantör av flygtrafiktjänster, ANSP, förnyar sin ATM-hårdvara och mjukvara. 4-Flight-systemet, sex år för sent i driftsättning, är avsett att förbättra interoperabiliteten med grannländernas system. "Interoperabel" betyder också "annorlunda", vilket belyser den missade möjligheten att använda ett enda system i hela Europa.

Kontrollcenter, där flygledare vakar över flygplan i deras kryssningsfas, är fortfarande kringskurna av landgränser. Ett anmärkningsvärt undantag är Maastricht Upper Area Control Center (MUAC) i Nederländerna. MUAC hanterar det övre luftrummet, från 24 500-66 000 fot, över Belgien, Nederländerna, Luxemburg och nordvästra Tyskland – ett av Europas mest trafikerade och mest komplexa luftrumsområden. Det är den enda gränsöverskridande civil-militära ANSP i Europa. Det beskriver sig själv som att bygga tjänster kring trafikflöden, inte nationella gränser. Det upplägget har visat sig vara framgångsrikt.

Eurocontrol är MUAC:s moderorganisation och ansvarig för ATM i Europa (inklusive Turkiet och Storbritannien). Där har man länge efterlyst en utvidgning av principen om begränsade luftrum. Så kallade funktionella luftrumsblock (FAB) var ett försök i den stilen i mitten av 2000-talet. EU:s luftrum delades upp i nio stora FAB. De visade sig dock endast delvis effektiva på grund av medlemsländernas motvilja.

MUAC och tyska DFS har hittat ett annat – och möjligen mer effektivt – arrangemang. De har introducerat det första paketet i sin plan för optimering av luftrummet – Cooperative Optimization of Boundaries, Routes and Airspace (COBRA). Förändringar för de luftrum som kontrolleras av MUAC, Karlsruhe Upper Area Control Center och Langen Area Control Center har varit i drift sedan oktober. Under COBRA-designen kan flygbolag planera kortare rutter, till exempel genom TRA Lauters militärområde när det är inaktivt. Gränserna mellan MUAC och Karlsruhe UAC luftrum har justerats för att förbättra rutter och flygprofiler och förenkla procedurer.

Ett ännu mer ambitiöst projekt, frivägsluftrummet (FRA), är en organisatorisk förändring som går snabbt framåt. Under konceptet väljer flygbesättningar sina föredragna rutter inom en viss ram. Spanska Enaie, som började implementera FRA i april, förklarar att flygbesättningar kan planera att flyga mellan två punkter även om de inte är sammankopplade med en luftväg. En besättning får kartlägga den optimala rutten vad gäller flygsträcka, vind och väder.

Med FRA kan transportörer förvänta sig mer direkt flygning, vilket resulterar i tids- och bränslebesparingar. Controllers för-



utser bättre förutsägbarhet av banan.

Den flexibilitet som FRA möjliggör verkade tidigare omöjlig. Men tekniken har gått framåt och gränsöverskridande samarbete har intensifierats och successivt övervunnit nationella intressen. FRA håller gradvis på att bli normen i Europa.

Implementeringen av FRA i Europa startade 2015 i Ungern. En betydande milstolpe nåddes när, i november 2019, ett stort gränsöverskridande FRA skapades över Bulgarien, Ungern, Rumänien och Slovakien.

Två år senare startade två stora ANSP:er, Storbritanniens NATS och DSN, FRA-verksamhet över stora delar av sina territorier. I Storbritannien genomförde NATS den största geografiska luftrumsförändringen i landet, och tog bort sedan länge etablerade flygrutter över Skottland. I Frankrike har DSN satt igång FRA i nästan 50 % av sitt luftrum. Höjden över vilken utvecklingen är effektiv är 25 000 fot respektive 19 500 fot, vilket i båda fallen säkerställer att större delen av kryssningsfasen äger rum där. Som ett resultat räknar NATS med att CO 2 -utsläpp om 12 000 ton per år sparas.

När FRA är fullt implementerat i Europa kommer 10 000 ton CO 2 att sparas per dag, förutspår Eurocontrol. Detta motsvarar cirka 2 % av kommersiella flygtransporters utsläpp i Europa, vilket kommer att bidra till en prognos på 10 % av CO 2 -utsläppsminskningarna bara från förbättringar av ATM och drift till 2050.

I Storbritannien representerar FRA för närvarande en tredjedel av det totala luftrummet. Det är den första av fyra föreslagna utbyggnader som introducerar FRA där. I Frankrike har DSN implementerat FRA i tre kontrollcentra av fem.

Det första steget är ofta det svåraste: att hitta pionjärer. I Frankrike kan Air Corsicas nya RNP-AR-godkännande (Required Navigation Performance-Authorization Required) komma att övertyga andra om att tid, pengar och ansträngning som läggs på satellitbaserade inflygningar är värt besväret. Lufttrafikföretaget förväntar sig att dess schema på Ajaccios Napoleon Bonaparte-flygplats kommer att bli mer tillförlitligt på vintern, när väderförhållandena blir ogynnsamma. Dessutom kan ekologiska fördelar uppnås året runt, både vad gäller CO 2 -utsläpp och buller.

Övergången till satellitbaserade inflygningar har varit frustrerande utdragen, och operatörer har ofta kritiserat ANSPs för den långsamheten. Omvänt har transportörerna varit långsamma med att anta nya system som satellitbaserad navigationsutrustning för precisionsinflygningar.

Air Corsicas ledningsgrupp ser det nyligen erhållna klartecknet som början på en historia. Om tio år kommer RNP- och RNP-AR-inflygningar att vara en standard för utmanande landningsbanor. RNP-AR-metoder är ännu mer exakta än RNP:er och kan inkludera krökta segment.

Korsika är en fransk bergig ö och det är ett särskilt starkt argument för RNP-AR. RNP-AR-proceduren ger tillräcklig noggrannhet för att använda den föredragna banan på natten eller vid dålig sikt. Dessutom är det nya tillvägagångssättet mer direkt. Proceduren gör flygningen 4 min. kortare och minskar CO₂-utsläppen i enlighet därmed. Ännu bättre, inflygningen går inte längre över staden Ajaccio, vilket minskar antalet lokala invånare som kan höra flygplanen.

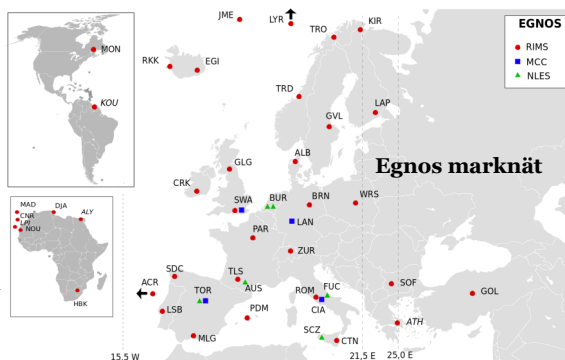
Air Corsica är det andra flygbolaget som godkänts av Frankrike för inflygningen (Air Austral har använt det på Saint-Denis flygplats på ön Reunion i Indiska oceanen, ett franskt departement). DSNÄ hoppas det ska övertyga andra operatörer i landet.

De 44 staterna i europeiska civila luftfartskonferensen (ECAC) har över 6 000 separata markbaserade anläggningar dedikerade för kommunikation, navigering och övervakning. Det representerar en årlig infrastrukturkostnad på cirka 1,3 miljarder euro. Med ett mer samordnat tillvägagångssätt och en bättre användning av satellitbaserad teknik kan denna kostnad minskas. Många ECAC-stater minskar redan antalet anläggningar, såsom icke-riktade (NDB) och mycket högfrekventa rundstrålande (VOR) beacons.

Satellitbaserade inflygningar använder European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS), Europas regionala satellitbaserade förstärkningssystem. EGNOS V3 är under utveckling, och dess första tjänsteprestanda har granskats framgångsrikt, säger systemleverantören Airbus. EGNOS V3 använder både Galileo- och GPS-signaler – den nuvarande EGNOS-versionen använder bara GPS – och kommer att innehålla flera framsteg. Till exempel kommer övervakningen av jonosfärinducerade positionsfel att förbättras, vilket resulterar i bättre servicetillgänglighet i västra och sydvästra periferin av Europa.

European Geostationary Navigation Overlay Service (Egnos) är ett satellitbaserat förstärkningssystem (SBAS) som utvecklats av Europeiska rymdorganisationen och Eurocontrol på uppdrag av Europeiska kommissionen. För närvarande kompletterar den GPS: n genom att rapportera om tillförlitligheten och noggrannheten i deras positioneringsdata och skicka ut korrigeringar. Systemet kommer att komplettera Galileo i en framtida version.

Egnos består av 40 övervakningsstationer för räckviddsintegritet, 2 uppdragskontrollcentraler, 6 jordstationer för navigering på land, Egnos wide area network (EWAN) och tre geostationära satelliter. Markstationer fastställer noggrannhetsdata för satellitnavigeringssystemen och överför dem till de geostationära satelliterna. Användare kan fritt erhålla dessa uppgifter från satelliterna med hjälp av en Egnos-aktiverad mottagare eller via Internet. Enligt specifikationerna bör den horisontella positionsnoggrannheten vid användning av Egnos-



tillhandahållna korrigeringar vara bättre än sju meter. I praktiken ligger den horisontella positionsnoggrannheten på meternivå.

En huvudsaklig användning av systemet är inom luftfarten. Systemet startade sin första drift i juli 2005, med en noggrannhet som var bättre än två meter och tillgängligheten över 99 %. Egnos är främst utformat för luftfartsanvändare, som åtnjuter ostörd mottagning av direktsignaler från geostationära satelliter upp till mycket höga breddgrader. Detta gör det möjligt för piloter i hela Europa att använda Egnos-systemet som en form av positionering under en inflygning och gör det möjligt för piloter att landa flygplanet i IMC med hjälp av en GPS-inflygning. Från och med september 2018 finns LPV-landningsprocedurer (Localizer performance with vertical guidance), som är Egnos-aktiverade, tillgängliga på mer än 180 flygplatser i Europa

Liknande tjänster tillhandahålls i Nordamerika av Wide Area Augmentation System (WAAS), i Ryssland av System for Differential Corrections and Monitoring (SDCM) och i Asien av Japans Multi-functional Satellite Augmentation System (MSAS) och av Indiens GPS-stödda GEO augmented navigation (GAGAN).



Nyligen har Startical, ett företag skapat av Indra och Enaire, fått anslag från EU-kommissionen för att föra flygledningstjänsten till rymden i ett banbrytande projekt. Det kommer att påskynda införandet av nya satellitkommunikations- och övervakningssystem för att förbättra lufttransporternas kapacitet, smidighet, effektivitet och miljöhänsyn inom ramen för det gemensamma SES-projektet och dess forsknings- och utvecklingsprogram för det europeiska digitala lufrummet.

Vad händer om man slutar flyga?

Flygets andel av utsläppen av koldioxid är bara 2,5 %, men den ökar snabbt. Koldioxidutsläppen (CO₂) från flygplan ökade med 30 % mellan 2013 och 2019, medan ökningen i den övriga ekonomin var bara 4 %. Flyget släpper också ut vattenånga, som bildar vita streck på himlen och uppskattas kunna två- eller tredubbla den totala uppvärmningseffekten av flyget jämfört med enbart CO₂. Men vad skulle hända om människor över hela världen plötsligt slutade flyga?

[BBC Future](#)

Flyget är en sektor som är "svår att avkarbonisera", är energiintensiv och saknar omedelbara tekniska alternativ för lägre koldioxidutsläpp även om teknik som hållbara flygbränslen, effektiva och elektriska flygplan kommer att spela en större roll under 2030-talet. Pandemin visade vad som kan hända. Under den mer eller mindre halverades flygtrafiken. När flygningar över hela världen ställdes in, sjönk flygets CO₂-utsläpp med upp till 60 % 2020.

Men hur skulle en ny värld utan flygplan påverka människor runt om i världen? Många människors vardag skulle vara påverkad, åtminstone direkt. Bara 11 % av världens befolkning flög 2018 och som mest 4 % internationellt. Runt om i världen görs de flesta flygningar av en liten minoritet av frekventa flygare.

Flygplatser skulle bli tysta till lättnad för lokalbefolkningen, som tidigare påverkats av bullret. Inom några dagar skulle luftföroreningarna nära flygplatser också sjunka, med en minskning av hälsorisker som astma och hjärtsjukdomar för lokalbefolkningen. Personer med bostäder i två länder skulle i all hast behöva välja vilken plats de ville bo på, medan människor som flyger ofta för weekendresor och semesterar också skulle behöva ändra sin livsstil. Semesterar skulle mestadels behöva göras på platser, som är tillgängliga med tåg, buss, bil och färja, för att få folk att stanna i sina egna eller närliggande länder.

Länder med stora turismunderskott, vilket innebär att människor från det landet spenderar mer på semester utomlands än turisterna, som besöker landet, skulle dra nytta av detta. Kina, som har världens största turismunderskott, skulle vara bland vinnarna ekonomiskt. Mer sk hemester kan i sin tur leda till bättre fritidsmöjligheter för lokalbefolkningen i dessa ekonomier, och även ge nya jobb. Men andra länder skulle drabbas hårt – särskilt öar som är starkt beroende av turism och i stort sett bara tillgängliga med flyg. Den enorma minskningen av resenärer 2020 satte över 100 miljoner turistjobb i fara. Många skulle gå förlorade permanent. En hel massa människor skulle behöva hitta nya försörjningsmöjligheter och andra länder skulle behöva hitta andra sätt än turism för att stödja dessa länder.

Stillaståendet av alla plan skulle också påverka de 11 miljoner människor runt om i världen, som arbetar direkt inom flygindustrin, såsom flygplatsoperatörer, tull- och immigrationskontrollanter, flygvärdinnor, piloter och tekniker. Ytterligare 18 miljoner människor, som arbetar i företag som stöds av flyget indirekt, såsom bränsleleverantörer och callcenter, skulle också drabbas av arbetslöshet.

Företagens klimatmål skulle få ett omedelbart uppsving när affärsresorna stannar av – 90 % av utsläppen från affärsresor kommer för närvarande från flyget. Att delta i konferenser och affärsmöten i andra länder skulle bli undantaget, med virtuella möten som standard. Men projekt som kräver personliga besök skulle få svårt att anpassa sig. Vissa försörjningskedjor skulle



också se avbrott. Bara 1 % av den globala handeln i volym transporteras med flyg, men de produkterna tenderar att vara högt värderade.

En del av denna frakt såsom papper, tryckta böcker och fordonssdelar, skulle kunna transporteras med fartyg, vilket skulle sänka deras koldioxidavtryck till en tiondel eller en tjugondel av tidigare nivå, även om leveranskedjor och tidslinjer skulle behöva stora justeringar. Företag och konsumenter blir allt mer vana vid att få globalt framställda varor levererade inom några dagar. En värld utan flygning skulle förlänga den här tiden avsevärt.

Flygfrakt av mat skulle också kräva justering. De 47 000 ton färsk eller kyld fisk, som flygs från London Heathrow flygplats varje år, skulle behöva levereras fryst med fartyg. Mycket lättfördärliga färska frukter och grönsaker som vindruvor, mango och avokado skulle försvinna från stormarknader på vintern, med en ökning av konsumtionen av fryst frukt istället. Tillgången på blommor, som odlats utomlands skulle rasa. Det är många saker som flygs på grund av deras korta hållbarhet och för att man vill ha dem fräscha på bordet.

Däremot skulle man inte se stora brister i stormarknader eller klädbutiker i en värld utan flygplan. Bulkgoods transporteras med hjälp av ett helt annat nätverk med frakt över hav och sedan väg eller järnväg eller pråmar och inre vattenvägar.

En del flygfrakt är dock livräddande. Flygfrakt används för att frakta medicinska förnödenheter och läkemedel runt om i världen. Det spelade en stor roll för att leverera vacciner under pandemin, till exempel. Flyg används också under humanitära katastrofer för att leverera mat, vatten och mediciner. Det skulle inte vara lätt att hitta alternativ för att leverera tidskänsliga läkemedel eller livsmedel runt om i världen. Med fler orkaner, tyfoner och allt annat som orsakas av klimatförändringar, kan detta bli ett ökande problem

Flyg har en unik kombination av två faktorer som inte finns i något annat transportsätt. För det första är det snabbt, både när det gäller hastighet och förmåga att ta sig direkt från a till b över hav, berg och sjöar. För det andra, till skillnad från järnväg och väg, kräver det ingen infrastruktur på marken mellan två destinationer, så det kräver vanligtvis lägre investeringar i förväg.

Det bästa alternativet till flygplan när det kommer till hastighet är höghastighetståg med medelhastigheter över cirka 200 km/h. Kina är den obestridda ledaren inom höghastighetståg, med långt över hälften av världens linjer, cirka 40 000 km med planer på att höja detta till 70 000 km år 2035. Kinas längsta rutt är nästan 2 300 km och sträcker sig mellan Peking och Guangzhou, ett avstånd som mellan Stockholm och Rom, med en restid på cirka åtta timmar. En bilresa beräknas ta 30 timmar, med flyg lite över två timmar.

Kina har gjort ett fantastiskt arbete när det gäller att inte bara etablera höghastighetsjärnvägar utan också att skapa några av de bästa i världen, utan vibrationer, som är riktigt bekväma när det gäller att ta människor med höga hastigheter genom landet. Japan, Europa och Sydkorea har också ganska bra nätverk. USA har däremot ännu inte färdigställt ett enda höghastighetståg.

En nyligen genomförd analys från International Council on Clean Transportation (ICCT) fann att cirka 26 % av USA:s flyg skulle kunna ersättas med bil, buss eller höghastighetståg. Ytterligare 28 % av flygningarna skulle i teorin kunna ersättas av höghastighetståg, men det är mellan mindre befolkade stadskärnor, vilket betyder att inte tillräckligt många människor skulle resa på dem för att göra investeringen lönsam.

Behovet skulle också öka av ultrahöghastighetståg. Världens nuvarande snabbaste tåg, Shanghai Maglev, har en maximal kommersiell hastighet på 460 km/h och en ännu snabbare magnetisk levitationslinje byggs i Japan, som kommer att ha en maximal hastighet på 505 km/h. Där höghastighetsnät inte skulle fungera på grund av höga initiala kostnader, skulle låghastighetståg också vara ett alternativ. Sovvagnar skulle komma tillbaka. Samtidigt måste man tänka på att utbyggnaden av järnvägsnät kan ha stora negativa effekter på lokalbefolkning och naturliga livsmiljöer.

Utan flygplan skulle långväga bussar också ses som ett gångbart sätt att resa långa sträckor. Man kommer sannolikt att använda vägar som redan finns där, så det är ett låginvesteringsalternativ för längre sträckor.

Förarlösa bilar, när de väl blir tillgängliga, kan också utgöra ett lönsamt alternativ till att flyga, vilket gör att människor kan sova eller arbeta under långa resor. Men en storskalig användning av förarlösa bilar för en person, även om de är elektriska, skulle vara dåliga för klimatet och trängseln.

Utbyggnaden av andra sätt att resa skulle ge nya jobb för arbetslösa flyganställda från tekniker till flygvärdinnor. Men naturligtvis finns det en uppenbar lucka där järnvägar och vägar helt enkelt inte räcker till: resor över hav och oceaner. I en värld utan flyg skulle huvudalternativet vara fartyg. De används ju redan för att flytta runt den stora majoriteten av världens gods.

Att resa från Europa till Amerika med fartyg tar cirka sju nätter. Personliga resor mellan kontinenterna skulle rasa, med



människor som bara är villiga att genomföra dem av unika skäl eller mycket sällan. Affärsresor skulle också drabbas. Medan kontakterna mellan Europa och Kina skulle kunna uppehållas med snabbtåg, skulle Europa och Amerika driva isär. För att tillgodose de längre tider som krävs för att resa med fartyg och tåg, skulle arbetsgivarna behöva bli mer flexibla i hur de ger semester eller kräva att människor arbetar under resor.

Naturligtvis släpper fartygen själva ut mycket koldioxid, och en enorm ökning av passagerarresor skulle vara dåliga nyheter för klimatet. Att sakta ner fartygen är bland de viktigaste kortsiktiga åtgärderna för att minska utsläppen från sjöfarten, men det är inget bra förslag för snabba resor över havet.

Luftskepp, som använder gaser som är lättare än luft, såsom helium eller väte, för att hålla sig i luften, är mycket långsammare än flygplan, men skulle potentiellt kunna möta några av de behov som för närvarande tillgodoses via flygresor. Men luftskepp skulle sannolikt kämpa för att transportera många människor snabbt över långa avstånd. Det är svårt att se hur de någonsin skulle kunna skalas upp till ett betydande transportmedel. Att göra sådana enorma strukturer stormsäkra skulle till exempel vara väldigt svårt.

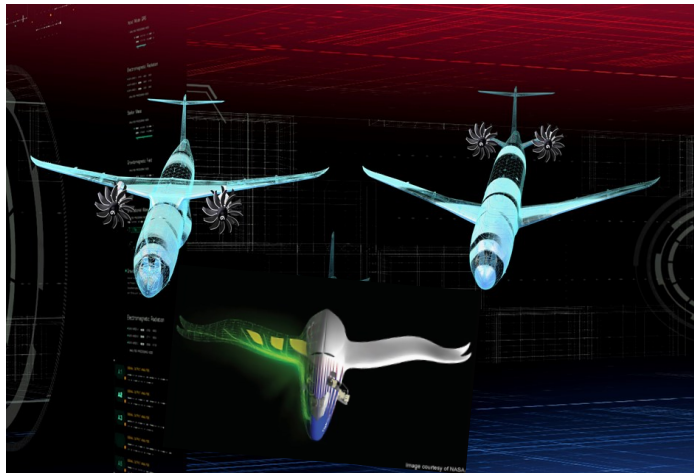
Det skulle också finnas ny drivkraft för kreativt tänkande hur man knyter samman människor utan att resa långväga. Mer pengar skulle strömma till teknikföretag som utvecklar bättre virtuella mötesplatser. Människor har ju redan en tendens att umgås mera elektroniskt än fysiskt. Man kan föreställa sig stora konferenser eller mässor med skannade 3D-avatarer, som lätt kan röra sig och interagera tillsammans, så att de kan känna att de verkligen är där. Det stora problemet skulle förmodligen vara hur människor skulle kunna ansluta sig från olika tidszoner. Samtidigt kunde tomma flygplatser runt om i världen återanvändas för andra aktiviteter, som konferenser, möten eller festivaler.

Flyget har fört samman kulturer, föranlett nya upplevelser och resor och gett akuta mediciner, humanitär hjälp och stöd till människor i nöd. Det är osannolikt att vi någonsin kommer att stoppa flyget helt och hållet, och vi skulle förmodligen inte vilja det. Att eliminera flyget skulle ge ett litet bidrag till att minska klyftan mellan våra nuvarande utsläpp och där vi behöver vara. Till 2030 måste ju världen minska de årliga utsläppen av växthusgaser med cirka 25 gånger flygets nuvarande utsläpp för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C.

Framtida megatrender

Flygindustrin har alltid legat i framkant av förändringar. Progressiva flygtekniska företag måste därför förutse stora industriskiften år i förväg från produktdesign till möjliggörande teknologier. Var ska vi placera våra satsningar ur forskningssynpunkt? Vilka färdigheter kommer att behövas om 10 eller 20 år? Forskare vid University of Michigan har identifierat fem megatrender som kommer att påverka framtiden.

[Aviation Week](#)



Hållbarhet

IATA, International Air Transport Association, har nyligen förbundit sig till nollutsläpp till 2050 genom en kombination av ny flygplansteknik och arkitektur, hållbara bränslen, förbättrad verksamhet och marknadsbaserade åtgärder (t.ex. kompensationer och koldioxidskatter). Även om industrin är väl insatt i att forska om flygplansteknologier som elektriska system och nya flygplansarkitekturer, har den mindre erfarenhet av nya flygplansoperationer och har ännu inte fördjupat sig i hållbara bränslen, vilket kommer att kräva samarbete med kemitekniska kollegor. Det finns också ett brett utbud av framdrivningsteknologier, från förbättrade konventionella gasturbiner till nya tillvägagångssätt inklusive väte, hybridelektriska och helelektriska. Tillverkare av flygmotorer måste utforska alla dessa och bedriva grundläggande forskning. Så småningom kommer man sedan att behöva begränsa sitt fokus allt eftersom hållbara lösningar dyker upp.

Digital teknik

Utvecklingstiden och kostnaderna för nya flygplan, motorer och många rymdfarkoster ökar i en ohållbar takt. Digitala processer kan angripa detta problem genom att koppla ihop konstruktion, utveckling, produktion och underhåll. Denna integration kommer oundvikligen att leda till certifiering redan vid konstruktion. Nya datorparadigm kan undersökas för att öka säkerheten i förutsägelser av allt mer komplexa system. Data kommer att spela en allt viktigare roll, och nya verktyg behövs för att integrera modeller och data för att möjliggöra snabba och realtidsoperativa funktioner. Modellbaserad systemteknik (MBSE) kommer att bli en stöttepelare för flygingenjörer.

Kommersialisering av rymdindustrin

Rymdindustrin har förändrats avsevärt de senaste tjugo åren. Nya aktörer har engagerat sig i hård konkurrens om uppskjutningstjänster, sänkt kostnaderna och minskat inträdesbarriärerna. Detta har gjort plats för små, billiga satelliter, nya rymdutforskningsuppdrag och ny rymdteknisk utveckling. Elektrisk

framdrivning växer för rymdfarkoster och är den ledande kandidaten för långtidsuppdrag, samtidigt som alternativa medel baserade på kärnkraftsframdrivning studeras. Planer på att skapa en månbas ger nya möjligheter för rymdfarkoster, robotik, material och rymdutforskning. Även rymdturismen håller på att bli verklighet.

Autonoma system

Tekniken tillsammans med marknadskrafterna inleder en tid präglad av autonoma system. Militären anammar autonomi som ett sätt att förbättra effektiviteten, och år 2050 förväntas upp till 50 % av militärflygplanen vara autonoma eller knutna till flygplan med besättning understödda av koncept som loyal wingmen. Autonomi i dynamiska och ostrukturerade miljöer och cybersäkerhet är forskningsområden av allt större betydelse. Flygingenjörer måste exponeras för mjukvara, autonomi och robotik för att komplettera teoretiska grunder. Beräkningsmässiga och teoretiska framsteg för motståndskraftig och säker drift av storskaliga nätverkssystem och storskalig autonomi och optimering, bland annat, ger fruktbara riktningar för forskning.

Avancerad luftmobilitet

Autonom teknologi används allt mer för kommersiella drönare och kommer så småningom att möjliggöra denna femte megatrend, som lockar hundratals nya aktörer och miljarder dollar i investeringar. Möjligheten och utmaningarna här kräver betydande tekniska framsteg inom flygledningstjänst, sensorer och datanätverk, framdrivning och styrning av obemannade flygsystem, nyttolaster och kollektiv dynamik. Behovet av starka forskningsprogram inom dessa områden understryks av framväxande industri- och försvarsbehov.

12 Cubesats

Ungefär lika stora som en skokartong uppfanns de små satelliterna av professor Bob Twiggs 1999 som ett pedagogiskt verktyg för studenter. De är snabbare och billigare att bygga och skjuta upp än konventionella satelliter, Det finns nu hundratals CubeSats som kretsar runt Jorden. Här är några spännande projekt som försöker förändra världen...

[BBC World News \(UK\)](#)

1: Stoppa avskogningen

Den norska regeringen har samarbetat med satellitföretaget Planet för att ta itu med avskogning runt om i världen. Planet har en konstellation av 180 CubeSats som kontinuerligt tar bilder av jorden. Deras kameror har en upplösning på 3m per pixel och kan plocka upp bevis på skogsavverkning från rymden. Den norska regeringen har betalat för data för att spåra avskogning i 64 tropiska länder. Man låter skogsbruksministerierna i de länderna veta var avskogningen sker.

2: Spåra utrotningshotade djur

Ett team av studenter från Italien och Kenya lanserade Wild-trackCube-Simba. Denna CubeSat kommer att övervaka fåglar och däggdjur i Kenyas nationalparker. Man har haft konflikter mellan människor och vilda djur, till exempel när elefanter har invaderat jordbrukarnas grödor, skadat egendomen och ibland till och med dödat människor. Det finns också ett problem med tjuvjakt efter elefantbetar och noshörningshorn i Kenya.

Man vill hjälpa till att förhindra detta genom att ge förhandsinformation om djurens förflyttning, så att jordbrukarna kan avvärja dem innan de kommer till byarna. Man planerar att utrusta djur med radioetiketter för att spåra dem. Dessa kan registrera hjärtfrekvensen och upptäcka om ett djur dödas.

CubeSat är på ett treårigt uppdrag. CubeSats håller vanligtvis mellan två och fem år innan de brinner upp i atmosfären, beroende på hur högt de skjuts upp i omloppsbana.

3: Avslöja modernt slaveri

Rights Lab vid Nottingham University använder satellitbilder för att fördjupa sig i tvångsarbets hemlighetsfulla värld. Man använde CubeSat-bilder för att kartlägga de provisoriska lägren för bangladeshiska fruktplockare i Grekland. Det går att se hur dessa informella bosättningar förändras över tid. Teamet arbetade med en lokal NGO som besökte lägren.

4: Rensa upp rymdskräp

Ryssland väckte nyligen internationell upprördhet när det avfyra en missil mot en av sina gamla spionsatelliter och skickade tusentals skräpbitar som snurrade ut i en låg omloppsbana runt om jorden.

Globala nätverk spårar nästan 30 000 bitar rymdskräp från nedlagda satelliter till raketsteg. Men det finns mycket mer skräp som är för litet för att spåras, men som är tillräckligt stort för att hota satelliter eller astronauter ombord på rymdfarkoster.

Det finns massor av problem kring att rensa upp rymdskräp, inte minst att ta reda på vilken bit som tillhör vilken nation. Men forskarna är ett steg närmare att lösa den praktiska frågan om hur man fångar ett föremål som rusar genom rymden tack vare CubeSats. De använder dem för att simulera skräp i experiment i rymden.



Under 2018 lyckades den europeiska satelliten RemoveDEBRIS släppa och fänga två CubeSats med en harpun och ett nät. Det japanska företaget Astroscale skickade också upp rymdfarkosten ELSA-d, som framgångsrikt släppte och fångade en CubeSat med hjälp av ett magnetiskt system.

5: Internet of things

Det finns flera flottor av CubeSats som arbetar tillsammans ovanför våra huvuden för att tillhandahålla ett billigt "sakernas internet". Detta nätverk kopplar människor till objekt utrustade med sensorer på avlägsna platser runt om i världen.

Vissa bönder använder sensorer för att hålla ett öga på vattennivåerna i lagringstorn eller djurens vattentråk långt borta, vilket gör att de inte behöver kontrollera dem personligen.

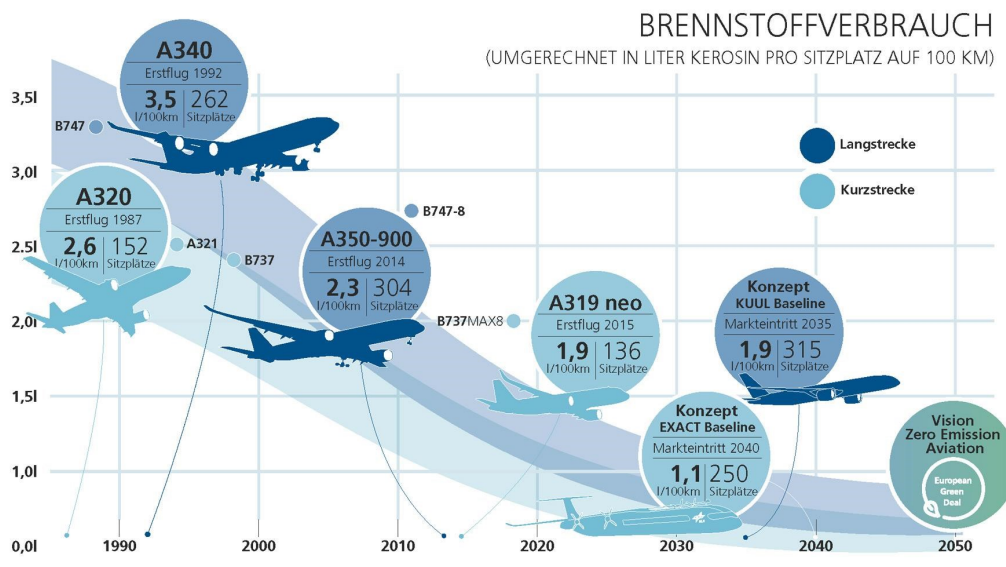
CubeSats kan till och med användas för att effektivisera förnybar energi. Vindkraftverk besöks vanligtvis två gånger om året för underhåll, så om ett blad är skadat kan det ta månader innan det upptäcks och åtgärdas.

Ett företag som heter Ping Services har skapat en sensor som övervakar ljudet från vindkraftverk när de roterar. Den kan fånga upp en förändring i ljudet, som indikerar ett skadat blad, och vidarebefordra detta till turbinoperatören via ett CubeSat-nätverk. Detta innebär att de kan åtgärdas mycket snabbare och bli mer effektiva.



Vägar mot noll

Deutsche Luft und Raumfahrt DLR är ett av få forskningsinstitut i världen som samtidigt kan utrusta flygplan med nya typer av framdrivning, registrera deras utsläpp och modellera den resulterande klimatpåverkan. I Europa är DLR den enda forskningsanläggningen som utvecklar, producerar och experimentellt provar hållbara flygbränslen och även drivteknik, styrteknik och elektroteknik under verkliga förhållanden till och med under flygning. DLRs nya flygstrategi specificerar nu de tekniska möjligheterna och namnger nödvändiga forsknings- och utvecklingsinsatser. www.dlr.de



På långa sträckor möjliggör högeffektiva turbofläktmotorer tillsammans med regenerativt producerad fotogen i stort sett klimatneutral drift. Detta är möjligt för hela den befintliga flottan med endast minimala tekniska modifieringar av motorerna och den befintliga infrastrukturen. De så kallade Sustainable Aviation Fuels (SAF) sänker avsevärt CO₂-fotavtrycket och minskar även klimatpåverkan. Omfattande provflygningar, bevis på säkerhet och bred hållbar produktionskapacitet är nödvändiga för framtida SAF-användning.

Vätgas kan minska de lokala CO₂-utsläppen inom flyget till noll. Volym och vikt samt integration och säkerhet utgör dock en särskild utmaning för vätgasdrift. På medellång sikt är användningen av vätgas särskilt lämplig för flygplan i regional och kortdistans. Forskning om säker och tillförlitlig väteförbränning samt användningen av väte som energibärare bör bereda vägen för kommersiell tillämpbarhet i flygplan under de kommande fem åren.

Trots sin mycket höga effektivitet är både batterier och bränsleceller drivna med väte endast lämpliga för småflygplan och regionalflyg under överskådlig framtid. Forskning om högpresterande elmotorer, batterier och bränsleceller är nödvändig.

Inom flyget är den tekniska utvecklingen integrerad i ett komplext övergripande system från flygplansdesign, via produktion, drift på marken och i luften till underhåll. Kompetens för hela flygsystemet är avgörande.

Målet för det energieffektiva flygplanet är att minska energiförbrukningen med upp till 50 procent till 2050. Enligt nuvarande kunskap kan detta uppnås genom att minska luftmotståndet med 40 procent, minska den totala vikten med 10 procent och öka vingförlängningen med upp till 15 procent. Att koppla ihop

alla individuella teknologier inom flygplansdesign utgör en särskild utmaning.

Flygbanor med optimerade klimateffekter resulterar i en betydande minskning av flygets andel av den globala uppvärmningen (CO₂- och icke-CO₂-effekter). Ett kraftfullt och utsläppsreducerat lufttransportsystem kan minska mer än 30 procent av klimatpåverkan genom att minimera effekterna av icke-CO₂ genom klimatoptimerade rutter. Speciellt har optimerade lång- och medeldistansflygningar den största potentialen för att särskilt snabbt minska flygtrafikens klimatpåverkan. Utöver det politiska ramverket och införandet av tekniska innovationer kräver detta ökad automatisering och standardisering i flygplanen,

Genom att virtualisera utveckling och godkännande kan innovationshastigheten accelereras med en faktor två och snabbare marknadstillgänglighet av ny teknik kan möjliggöras. Den kontinuerliga digitaliseringen av design, produktion och drift möjliggör en betydande minskning av utvecklingskostnader och risker samt optimering av hela flygsystemet med hänsyn till dess klimatpåverkan och ekonomiska effektivitet.

Energibehovet för framtida flygplan måste minskas till minst hälften till 2050. Detta kräver mindre aerodynamiskt motstånd och totalvikt tillsammans med innovativ flygkontroll och sensorer. Förutom nya flygplanskonfigurationer behöver vi en intelligent blandning av alternativa drivkoncept. I framtiden kommer små och regionala flygplan att kunna lyfta med batteri- och hybridteknik, kort- och medeldistansflygplan kommer att drivas med vätgas. Hållbara bränslen i kombination med högeffektiva turbiner kommer att användas för långdistansflygningar och klimatoptimerade flygrutter krävs för alla flygplan.

Flygande vätesensor

Det har alltid funnits hög efterfrågan på sensorer för vätgas i industrisektorer som livsmedel, läckagedetektering, medicin och processkontroll. Nu när väte snart också skall användas som flygbränsle ökar behovet av sensorer med tillräckligt hög känslighet. Nu har en ny ljusaktiverad sensor utvecklats som hämtar inspiration från ytan på fjärilsvingar och som kan upptäcka väteläckor vid rumstemperatur. Electronics360: [Butterflies inspired this photo-active hydrogen sensor](#)

Befintlig vätesensorteknologi fungerar bra vid 150 ° C och högre, men det innovativa teamet vid RMIT University i Melbourne, Australien, har kommit med ett nytt koncept, som inte har sådana begränsningar. Sensortekniken drivs av ljus istället för värme och efterliknar den ojämna ytan som finns på fjärilsvingar, som består av mikrostrukturer som ger dem deras unika struktur.

Denna skapelse är skalbar, erbjuder ett komplett paket med funktioner och är också kostnadseffektivt. Utbudet av funktioner som just den här sensorn erbjuder kan inte matchas av något som för närvarande finns på marknaden. Vissa modeller är bra på att mäta mycket små mängder, andra kan mäta större koncentrationer av väte. Men problemet är att de alla behöver ganska mycket värme för att fungera ordentligt.

Teamet på RMIT hävdar att den här nya vätesensorn kan tjäna alla syften. De säger att det kan fungera vid rumstemperatur och att den är selektivt känslig och kan detektera väte exakt i ett stort antal mängder.

Vätgas anses vara framtidens bränsle och har stor användning inom medicin. Det finns dock många säkerhetsproblem kring den utbredda användningen av väte, och det är där denna nya sensor kan hjälpa.

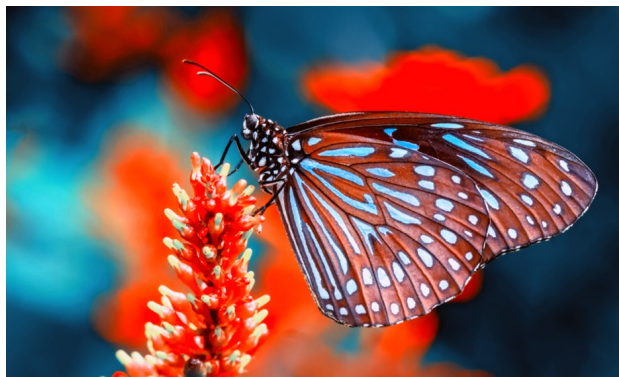
Sensorn kan upptäcka väteläckor på ett tillförlitligt och exakt sätt, även på låga nivåer, för att förhindra farliga situationer. Väte kan vara kvävande i stora mängder och kan också explodera med stor kraft om det antänds. Genom att minska risken kring vätekraft kan denna sensor ensam revolutionera vätegasekonomin och underlätta en grönare framtid.

Hur fungerar det? Fotoniska (eller kolloidala) kristaller är det som utgör kärnan i den nya sensorn. Dessa små sfärer är ihålliga och liknar det, som gör fjärilsvingarna grova. De är också mycket effektiva för att absorbera ljus, vilket gör att sensorn kan ta kraft från en ljusstråle snarare än ett överflöd av värme.

En sensor som är billigare att köra än de konventionella vätegivarna som körs vid 150 ° C är en biprodukt av denna effektivitet, och de fotoniska kristallerna skapar den perfekta struktur som exakt gasavkänning kräver. En sensor med jämn tillverkningskvalitet och en jämn struktur är en som ger konsekventa resultat.

På grund av dessa bioinspirerade sfärer och en väl avrundad och utvecklad tillverkningsprocess är sensorerna och tekniken bakom dem lätt skalbara till industriella nivåer. Detta innebär att hundratals (om inte tusentals) av dessa sensorer kan tillverkas i snabb takt, vilket gör dem livskraftiga för utbredd användning och perfekta för den globala marknaden.

Elektroniska chips är belagda i ett relativt tunt lager av fotoniska kristaller, och därefter ett lager av titanpalladiumkomposit. När chipset kommer i kontakt med väte omvandlas gasen till vatten. Denna omvandling producerar en elektrisk ström och storleken på denna mäts för att bestämma mängden väte.



I motsats till de befintliga sensorerna på marknaden kan denna teknik exakt skilja mellan väte och andra gaser. Den är mycket selektiv och kommer inte att störas i närvaro av dikväveoxid, till skillnad från dess konkurrenter. Detektering sker innan läckorna blir en risk för säkerheten för människor i närheten och sensorerna kan också upptäcka små spår av gas i andningsluft, vilket är ett symptom på tarmstörningar.

Dessa sensorer kan därför användas inom det medicinska området för att övervaka och diagnostisera gastrointestinala problem. Höga nivåer av väte som detekteras i en persons andedräkt kan signalera sådana problem. För närvarande måste ett andetagsprov tas och sedan skickas till ett laboratorium för testning och bearbetning. Allt detta kan förändras med utvecklingen av en sensor som kan integreras i en bärbar handhållen enhet och ge realtidsresultat.

Felmarginalen inom det medicinska området är vanligtvis mycket låg, och denna applikation är inget undantag. Skillnaden mellan hälsosamma halter av väte och ohälsosamma nivåer är cirka 10 delar per miljon, vilket är praktiskt taget omöjligt att upptäcka. Omvänt är mängden väte som behöver vara närvarande för en explosion cirka 40 000 delar per miljon. Den nya sensorn kan mäta exakt på båda nivåerna.



En av de många tillämpningarna av denna nya sensor är att diagnostisera gastrointestinala problem.

Atomraketens historia

Det är uppenbart att för uppdrag med högt delta-V behöver vi raketmotorer med höga strålshastigheter för att kunna transportera en tillräcklig slutvikt. Ett alternativ till den konventionella kemiska raketmotorn övervägs för närvarande för rymdresor, kärnkraftsmotorn.

Denna motor är mer fördelaktig än den traditionella kemiska motorn på grund av den större strålshastigheten. Det traditionella och mest praktiska tillvägagångssättet för utformningen av en kärntermisk framdrivningsraket är användningen av en kärnreaktor med fast kärna som värmeväxlare. I denna konstruktion pumpas drivmedlet, flytande väte, genom alla extrakärnkomponenter för kylning. Efter att alla komponenter har kylts pumpas drivmedlet genom reaktorkärnan för att värmas upp till en temperatur som bestäms av kärnans materialgränser och expanderas genom munstycket för att producera dragkraft.

Vanligtvis begränsar kärnmaterialet avgastemperaturen till 2500 till 3000 K. De två huvuddragen som leder till fördelarna med en nukleär termisk raket jämfört med en kemisk är den enorma tillgängliga energin per kilogram fissionsbränsle (eller fusionsbränsle), och också att i ett kärnvärmesystem är det energiproducerande mediet skilt från det tryckproducerande drivmedlet. Detta gör det möjligt för kärnsystem att använda drivmedel med låg molekylvikt, vilket ger nukleära termiska system en större strålshastighet, det vill säga dragkraften dividerad med massflödet, än kemiska.

Den större strålshastigheten för kärnraketen gör det möjligt för den att bära en större nyttolast i rymden och att utföra sina uppdrag inom en reducerad tidsperiod. Den andra fördelen är att rymdfarkosten kan uppnå överföringsbanor som minskar restiden till destinationen.

En kemisk raket kan uppnå en strålshastighet på cirka 4500 m/s, medan en solid kärna kärnraket kan nå cirka 9000 m/s. För långvariga uppdrag eller bemannade uppdrag till en planet, såsom Mars, är därför kärnmotorn mer fördelaktig att använda än den kemiska.

Det finns indikationer på att det kan vara möjligt att konstruera kärnmotorer med dragkraft-till-vikt-förhållanden som kan ge tillräckligt hög acceleration. Från 1955 till 1973 investerade USA 1,5 miljarder dollar i utvecklingen av kärnraketmotorer. Som ett exempel på rekordprestanda under detta NERVA-program nådde en motor en dragkraft på 930 kN, en termisk effekt på 4100 MW vid en specifik massa på 2,3 kg/MW och strålshastigheter på 8400 m/s. Detta skulle ge ett dragkraft/viktförhållande på ca 10. Det verkliga värdet är förmodligen mindre än hälften på grund av strålningssköldar och annan utrustning.

De vikter som måste minimeras är kärnans neutronabsorberande material, neutronmodererande komponenter, höganrikat uranbränsle, en neutronreflektor för att minimera neutronfluster från kärnan och de totala kärndimensionerna.

En av de viktigaste aspekterna av motorn är bränslet den använder. Det viktigaste som ska beaktas vid valet av reaktorbränslematerial är att materialet måste ha tillräcklig hållfasthet vid hög temperatur. Exempel på vissa material med mycket höga smälttemperaturer är hafniumkarbid 4170 K, tantalkarbid 4140 K, grafit 3900 K och volfram 3640 K.

Bränslematerialet bör också innehålla ett tvärsnitt med låg neutronabsorption, hög värmeledningsförmåga, kompatibilitet med högtemperaturur, kompatibilitet med varmt väte och låg massa och molekylvikt.

Huvudproblemet med kärnraketer är uppvärmning av motor-komponenter genom kärnstrålning som härrör från kärnan. Eftersom kärneffekten och effekttätheten är höga och systemstorleken minimeras är de resulterande neutron- och röntgenläckagen höga. Dessa läckage är orsaken till uppvärmningen av komponenterna och kan endast motverkas genom effektiv kylning av alla komponenter.

Andra metoder att använda fissionsreaktorn har föreslagits för att undvika det allvarliga materialproblemet samtidigt som värme överförs till gasen direkt av de extremt heta reaktortväggarna. En möjlighet kan vara att innehålla det heta klyvarbränslet i gasformigt tillstånd i en genomskinlig vägg av smält kiseldioxid. Vätedrivmedel som strömmar utanför kiseldioxidväggen värms upp av strålning och avgaser genom munstycket. Strålshastigheter på mellan 16000 och 20000 m/s sägs vara möjliga, vilket skulle motsvara vätetemperaturer på 4500 K.

Ett annat koncept är en uranplasma som innesluts av vätedrivmedlets hydrodynamiska flödesmönster. Eftersom inget fast material finns i kärnan kan de potentiella avgashastigheterna nå 50000 m/s. Att innehålla bränslet är dock ett stort hinder.

Man kan också placera gasformigt klyvbart material i mitten av en öppen reaktor, som håller den på plats med magnetiska medel. Då skulle drivgasen värmas upp genom strålning från det heta gasformiga klyvbara materialet utan en fast vägg emellan. Genomförbarheten av en sådan anordning är fortfarande föremål för utredning.

Redan 1944 övervägde Stanislaw Ulam och Frederic de Hoffmann idén att kontrollera kraften i kärnexplosionerna för att driva rymdfarkoster. Efter andra världskriget började den amerikanska militären utveckla interkontinentala ballistiska missiler (ICBM) baserade på de tyska V2 raketkonstruktionerna. Några stora raketer var utformade för att bära kärnstridsspetsar med kärnkraftsdrivna framdrivningsmotorer. Redan 1946 utarbetades hemliga rapporter för det amerikanska flygvapnet, som en del av NEPA-projektet, av North American Aviation och Douglas Aircraft Companys Project Rand. Dessa banbrytande rapporter identifierade en reaktormotor där en arbetsvätska med låg molekylvikt värms upp med hjälp av en kärnreaktor som den mest lovande formen av kärnframdrivning, men identifierade många tekniska problem som behövde lösas.

I januari 1947, utan att känna till denna hemliga forskning, publicerade ingenjörer från Applied Physics Laboratory sin forskning om kärnkraftsframdrivning och deras rapport hemligstämplades så småningom.

I maj 1947 presenterade den i USA utbildade kinesiska forskaren Hsue-Shen Tsien sin forskning om "termiska jetstrålar" som drevs av en porös grafitmodererad kärnreaktor vid Nuclear Science and Engineering Seminars LTV organiserad av Massachusetts Institute of Technology.

1948 och 1949 producerade fysikern Leslie Shepherd och raketforskaren Val Cleaver en serie banbrytande vetenskapliga artiklar som övervägde hur kärnteknik kan tillämpas på interplanetära resor. De undersökte där både kärntermisk och kärnelektrisk framdrivning.

Atomraketens historia

USA hade för ett halvt sekel sedan ett mycket aktivt program för att utveckla fissionsreaktordrivna raketmotorer. Det innebar många mycket framgångsrika prov av kärnraketmotorer på marken, mellan 1958 och 1973, ända fram till den punkt då man använde dessa för att driva rymdfarkoster. Detta inkluderade Kiwi (markprov av motorer uppkallade efter den vinglösa fågeln), Phoebus och PeeWee-programmen.

Sovjetunionen hade också ett aktivt kärnvapenutvecklingsprogram mellan 1965 och 1986, men det slutade efter Tjernobyklastrofen. Släppta rapporter hävdar att man markprovade en "RD-0410" kärnraketmotor.

Medan hittills ingen kärnklyvningsreaktor raketmotor har använts för att driva en rymdfarkost så har reaktorer placerats i jordens omloppsbana för så mycket som ett halvt sekel sedan, när USA 1965 använde en av sina "SNAP 10" fissionsreaktorer för att ge el till en satellit.

Sovjetunionen drev ett dussin olika satelliter med sin "Topaz" fissionsreaktor. I båda fallen omvandlades värme från reaktorn direkt till elektricitet med fasta tillstånd (thermioniska) medel. Forskning bedrivs nu aktivt för att utveckla stirlingmotorer för att omvandla sådan värme till elektricitet och därmed få en fyrafaldig ökning av effektiviteten jämfört med nuvarande metoder och få något lätt och pålitligt nog att användas i ett djupt rymduppdrag.

Efter andra världskriget blev ingenjörer intresserade av att utnyttja den massiva kraften i atomklyvning för flygplan och missilframdrivning. År 1945 började militären sponsra ansträngningar för att utveckla ett atomflygplan. Ingenjörer kunde dock inte övervinna problem med den nödvändiga avskärmningen för besättningen eller rädslan för strålning vid kraschplatser. År 1955 samarbetade militären med Atomic Energy Commission (AEC) för att utveckla reaktorer för kärnraketer under Project Rover. Kärnraketen skulle vara ett övre steg som inte avfyrares förrän den kom in i rymden - vilket minskade hotet om kraschinducerad förorening på jorden. Kärnraketen skulle använda fission för att värma flytande väte och utvisa det som dragkraft i hastigheter som skulle ersätta kemiska raketer.

Utvecklingen av NTR med fasta kärnor startade 1955 under Atomic Energy Commission (AEC) som Project Rover och pågick till 1973. Arbetet med en lämplig reaktor utfördes vid Los Alamos National Laboratory och Area 25 (Nevada National Security Site) på Nevada Test Site. Fyra grundläggande konstruktioner kom från detta projekt: KIWI, Phoebus, Pewee och Nuclear Furnace. Tjugo enskilda motorer provades, med totalt över 17 timmars motorkörningstid.

1959 ersatte NASA flygvapnet och uppdraget ändrades från en kärnvapenmissil till en kärnvapenraket för långvarig rymdflygning. Rover-programmet började med forskning om grundläggande reaktor- och bränslesystem. Detta följdes av en serie Kiwi-reaktorer byggda för att testa kärnraketprinciper i en icke-flygande kärnmotor. Nästa fas, Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application (NERVA), försökte utveckla en flygbar motor. Den sista fasen av programmet, kallad Reactor-In-Flight-Test, skulle vara ett faktiskt lanseringstest.

AEC arbetade för att utveckla reaktorn för motorn vid sina anläggningar i New Mexico och Nevada, och Lewis koncentrerade sina ansträngningar på det flytande vätesystemet. Rocket Systems Area tillhandahöll resurser för att bedriva grundforskning om kärnmotorsystem och för att prova vätepumpsystem. En serie Kiwi-A-reaktorer på 300 megawatt testades på Nevada Test Site 1959 och 1960. Kiwi-B-reaktorerna, som dramatiskt ökade effekten utan att öka den totala storleken, provades mellan 1961 och 1964.

KIWI var den första med början i juli 1959 med KIWI 1. Reaktorn var inte avsedd för flygning. Kärnan var helt enkelt en stapel obelagda uranoxidplattor på vilka vätet dumpades. Värmeeffekten på 70 MW vid en avgastemperatur på 2683 K genererades. Ytterligare två prov av grundkonceptet, A1 och A3, lade man till beläggningar på plattorna för att testa bränslestavskoncept.

KIWI B-serien drevs av små urandioxidsfärer (UO₂) inbäddade i en grafitmatris med lite bor och belagda med niobkarbid och med nitron hål genom vilka det flytande vätet flödade. Vid de första avfyrningarna knäckte enorm värme och vibrationer bränslebuntarna. Grafitmaterialen som användes i reaktorns konstruktion var resistent mot höga temperaturer men eroderade under strömmen av överhettat väte, ett reduktionsmedel. Bränslet byttes senare till urankarbid och den sista motorn kördes 1964. Bränslebunterosionen och sprickbildningsproblemen förbättrades men löstes aldrig helt, trots lovande materialarbete vid Argonne National Laboratory.

I januari 1965 modifierade Rover-programmet avsiktligt en Kiwi-reaktor (KIWI-TNT) för att snabbt bli kritisk, vilket resulterade i omedelbar förstörelse av reaktorns tryckkärl, munstycke och bränsleaggregat. Reaktor placerades på en järnvägsvagn i Jackass Flats-området på Nevada Test Site. Avsedd att simulera ett värsta scenario av ett fall från höjd i havet, såsom kan uppstå vid ett boosterfel efter uppskjutning, skulle den resulterande strålningen ha orsakat dödsfall inom upp till 183 m och skador inom 610 m.



Kiwi B-1-munstycket förbereds för prov

Phoebus-serien byggde på KIWI-serien men med mycket större reaktorer. Det första 1A-testet i juni 1965 pågick i över 10 minuter vid 1090 MW och en avgastemperatur på 2370 K. B-körningen i februari 1967 förbättrade detta till 1500 MW i 30 minuter. Det sista 2A-testet i juni 1968 pågick i över 12 minuter på 4000 MW, vid den tiden den mest kraftfulla kärnreaktor som någonsin byggts.

En mindre version av KIWI, Pewee byggdes också. Den avfyra-des flera gånger vid 500 MW för att testa beläggningar gjorda av zirkoniumkarbid (istället för niobkarbid) men Pewee ökade också systemets effekttäthet.

Provade motorer inkluderade Kiwi, Phoebus, NRX / EST, NRX / XE, Pewee, Pewee 2 och Nuclear Furnace, ett vattenkylt system känt som NF-1 som användes i Pewee 2. Proven av den förbättrade Pewee 2-designen avbröts 1970 till förmån för den billigare NF-1.

NERVA-programmet 1961 var avsett att leda till att kärntermiska raketmotorer infördes i rymdutforskning. Till skillnad från AEC-arbetet, som var avsett att studera själva reaktordesignen, var NERVA:s mål att producera en riktig motor som kunde användas på rymduppdrag. NERVA-designen på 334 kN baserades på KIWI B4-serien.

Nuclear Engine for Rocket Vehicle Applications (NERVA) var ett gemensamt projekt mellan NASA och Atomic Energy Commission, som strävade efter att utveckla en kärnkraftsdriven raket för både långdistansuppdrag till Mars och som ett möjligt övre steg för Apollo-programmet.

Los Alamos hade de primära provanläggningarna i Nevada och New Mexico, men NASAs Lewis Research Center var involverat från början med både utformningen av motorns reaktor och bränslesystemet för flytande väte, särskilt turbopumpen som pumpade bränslen från lagringstankarna till motorn och var det primära verktyget för att starta om motorn i rymden.

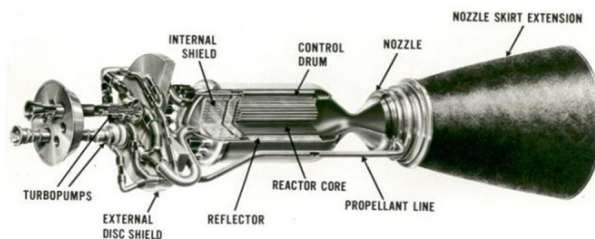
NERVA NRX (Nuclear Rocket Experimental), började provas i september 1964. Den sista motorn i denna serie var XE, konstruerad med flygrepresentativ hårdvara och avfyrd i en lågtryckskammare för att simulera ett vakuum. NERVA NRX/XE startades tjugoåttio gånger i mars 1968. Serien genererade 1100 MW, och många av proven avslutades först när det tog slut på vätedrivmedel. NERVA NRX / XE producerade 334 kN dragkraft som Marshall Space Flight Center krävde i Mars uppdragsplaner. Den sista NRX-avfyrningen förlorade 17 kg kärnbränsle under 2 timmars provning, vilket bedömdes tillräckligt för rymduppdrag.

Finansieringen av NERVA minskade dock i slutet av 1960-talet och programmet avbröts 1973 innan några flygprov av motorn ägt rum då det amerikanska kärnraketprogrammet avslutades officiellt våren 1973. Under detta program ackumulerade NERVA över 2 timmars körtid, inklusive 28 minuter vid full effekt.

Ett antal andra solid-core-motorer har också studerats till viss del. Small Nuclear Rocket Engine, eller SNRE, designades vid Los Alamos National Laboratory för användning i övre steget både på obemannade bärraketer och rymdfärjan. Den innehöll ett delat munstycke som kunde roteras åt sidan, så att det kunde ta mindre plats i Shuttle-lastutrymmet. Konstruktionen gav 73 kN dragkraft och fungerade med en specifik impuls (dragkraft/massflöde) på 875 sekunder och det var planerat att öka detta till 975 sekunder.

En relaterad design som såg lite arbete, men aldrig kom till prototypstadiet, var Dumbo. Dumbo liknade KIWI/NERVA i konceptet, men använde mer avancerade konstruktionstekniker för att sänka reaktorns vikt. Dumboreaktorn bestod av flera stora tunnliknande rör som i sin tur var konstruerade av staplade plattor av korrugerat material. Korrugeringarna var uppbyggda så att den resulterande stapeln hade kanaler som löpte från insidan till utsidan. Några av dessa kanaler var fyllda med uranbränsle, andra med en moderator, och vissa lämnades öppna som en gaskanal. Väte pumpades in i mitten av röret och skulle värmas upp av bränslet när det färdades genom kanalerna och arbetade sig till utsidan. Det resulterande systemet var lättare än en konventionell design för en viss mängd bränsle.

Mellan 1987 och 1991 studerades en avancerad motordesign under Project Timberwind, under Strategic Defense Initiative, som senare utvidgades till en större design i Space Thermal Nuclear Propulsion (STNP)-programmet. Framsteg inom höghöghetstemperaturmetaller, datormodellering och kärnteknik resulterade



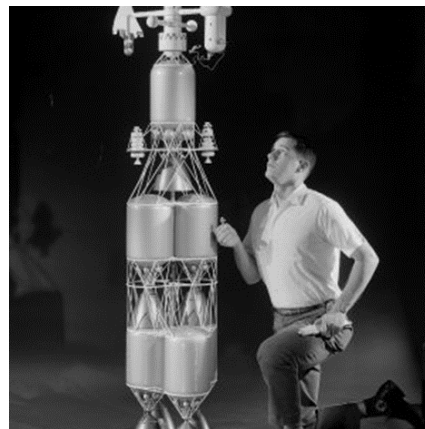
NERVA solid core kärnraket.
Bild: Los Alamos National Laboratory

rade i allmänhet i dramatiskt förbättrad prestanda. Medan NERVA-motorn beräknades väga cirka 6803 kg, erbjöd den slutliga STNP drygt 1/3 av dragkraften från en motor på endast 1650 kg genom att förbättra specifika impulsen från 930 till 1000 sekunder.

Utan ett mänskligt uppdrag till Mars är behovet av en nukleär termisk raket oklart. Ett annat problem är allmänhetens oro över säkerhet och radioaktiv förorening, men det fanns också ett antal tekniska problem.

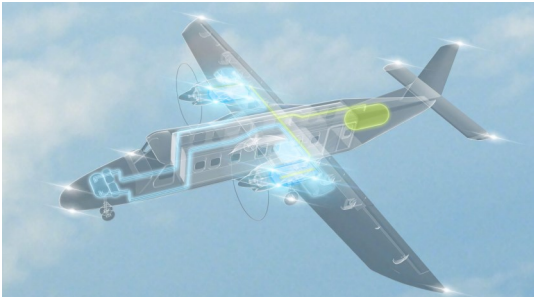
Kärnraketmotorer är konstruerade för att arbeta vid extremt heta temperaturer för att maximera effektiviteten. Det regenerativa kylsystemet, som strömmar kallt flytande väte genom rör som omger munstycket, är ett viktigt inslag i konstruktionen. Till skillnad från kemiska raketer använder kärnmotorer ett munstycke som smalnar kraftigt innan det expanderar. Det var svårt att kyla sammandragningsområdet. Forskarna använde testresultaten från många avfyrningar av motorn för att skapa en matematisk formel för att förutsäga överföringen av värme från avgaserna till munstycket. De utökade sedan utredningen genom att avfyra motorn med olika drivmedel och injektorformer och visade att injektorn behövde skräddarsys efter munstyckets form.

Kärnraketmotorerna inkluderade en moderator för att sakta ner snabbbrörliga neutroner. Detta förbättrade effektiviteten hos reaktorklyvningen. En värmeväxlare kylde moderatorn genom att överföra värmen från moderatorns vatten till det kryogena flytande vätet. Växlaren var ett rör i ett rör. Det heta moderatorvattnet flödade genom innersröret och det kalla vätet flödade genom yttersröret. Isbildningen på värmeväxlarens yta utgjorde ett potentiellt problem, särskilt när drivmedelstillförseln var låg. Man genomförde en flerårig insats för att mäta isnivåerna och studera förhållandena som skapade isen. Uppskattningar för när is var närvarande visade sig vara signifikant låga.



I denna trestegs kärnraket skulle besättningen vara inrymd i det övre steget med ett kraftigt avskärmat skott som skiljer dem från motorerna (1964).

MTUs rena motorer



25 juni Aviation Week MTU identifierar två gynnade koncept för Clean Engine-programmet. MTU Aero Engines säger att man prioriterar Flying Fuel Cell (FFC) och Water Enhanced Turbofan (WET) för att åstadkomma revolutionerande minskningar av utsläppen från flygplans framdrivningssystem. Det utelämnar ett tidigare studerat MTU-koncept för en kompositcykelvariant av Pratt & Whitney Geared Turbofan (GTF), där man lade till en kolvkompressor och motor till turbomaskineriet. WET-konceptet ska minska framdrivningssystemets klimatpåverkan med 80 %. Bränslecellen FFC har som mål att elektrifiera drivlinan för kort- och medeldistansflygplan år 2050 och minska klimatpåverkan med 95 %.

CityAirbus utvecklas



24 juni compositesworld Airbus väljer partners för att utveckla CityAirbus NextGen. I september 2021 presenterade Airbus sin eVTOL-prototyp, CityAirbus NextGen, för att utforska avancerad luftmobilitetsteknik och ge liv åt UAM-tjänster (Urban Air Mobility). Under de senaste månaderna har företaget valt partners för strukturella komponenter i sin prototyp, såsom Thales och Diehl, som kommer att utveckla flygplanets flygkontrollatorer och Spirit AeroSystems (Wichita, Kan., USA) för vingarna. Airbus har också ett nära samarbete med industriella och institutionella partners för att leda utvecklingen av UAM-ekosystem, vilket nyligen tillkännagavs med ITA Airways i Italien och genom lanseringen av Air Mobility Initiative i Tyskland. Airbus samarbetar också med KLK Motorsport (Hohentann, Tyskland) och Modell- und Formenbau Blasius Gerg GmbH (Tuntenhausen, Tyskland) för att designa, utveckla och tillverka den bakre strukturen hos det elektriska vertikala start- och landningsflygplanet (eVTOL). Företagen kommer att arbeta tillsammans för att utveckla en ultralätt bakre flygkropp, som har en nyckelroll i flygplanets effektivitet.

Det inträffade 152 olyckor med kommersiella flygplan över hela världen mellan 2012 och 2021. Detta är en minskning med mer än 50 % jämfört med de 384 krascherna mellan 2002 och 2011. ([Aviation Week](#))

Chalmers flygande båt



24 juni Journal of Marine Science and Engineering. Stora klimatvinster när fartygen kan "flyga" fram över ytan. Snart kan eldrivna passagerarfärjor som färdas ovanför vattenytan bli verklighet. På Chalmers tekniska högskola har ett forskarlag skapat en unik metod för att vidareutveckla bärplan som kan öka eldrivna fartygs räckvidd betydligt och minska fossildrivna fartygs bränsleförbrukning med upp till 80 procent. I fokus står så kallade bärplan som likt vingar lyfter upp båtskrovet över vattenytan och låter fartyget färdas med betydligt mindre vattenmotstånd. Tekniken har under senare år revolutionerat seglarsporten, där bärplanen får elitseglarnas båtar att flyga fram över vattenytan i mycket höga hastigheter. I centrum för forskningsprojektet står en unik mätteknik som forskarna har använt för att på detaljnivå kunna förstå hur bärplanen beter sig i vattnet när till exempel belastningen eller hastigheten ökar eller när placeringen av bärplanet förändras.

Vätgas på flygplatser



29 juni Actualidad Aeroespacial Airbus och Linde samarbetar om vätgasinfrastruktur för flygplatser. Båda företagen kommer att definiera och starta pilotprojekt på flera flygplatser från början av 2023. Dessutom kommer Airbus och Linde att analysera potentialen hos Power-to-Liquid-bränslen, en typ av hållbart flygbränsle (SAF) tillverkat av syntetiskt producerade kolväten genom omvandling av förnybar el. Förhoppningen är att användningen av vätgas för att driva framtida flygplan kommer att minska utsläppen avsevärt och bidra till att minska koldioxidutsläppen från verksamheten på marken. År 2020 lanserade Airbus programmet "Hydrogen Hub at Airports" för att främja forskning om infrastrukturräkrav och koldioxidsnål flygplatsverksamhet i hela värdekedjan. Hittills har avtal tecknats med partners och flygplatser i Frankrike, Italien, Sydkorea, Japan och Singapore. Utvecklingen av tekniska komponenter pågår redan.

Visar väg till månen



26 juni CNN En liten rymdfarkost stor som en mikrovågsugn kan bana väg för en station mellan jorden och månen. NASA's Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment (CAPSTONE) sändes upp från Nya Zeeland. Den lilla satelliten är ungefär lika stor som en mikrovågsugn och väger bara 25 kilo, men den blir den första som provar en unik, elliptisk månbanan. CAPSTONE kommer att fungera som en vägvisare för Gateway, en kretsande månutpost som kommer att fungera som en station mellan jorden och månen för astronauter. Banan är mycket långsträckt och ger stabilitet för långsiktiga uppdrag samtidigt som den kräver lite energi att upprätthålla, vilket är precis vad Gateway kommer att behöva. Banan finns vid en balanspunkt i månens och jordens gravitationer. CAPSTONE kommer att nå banan inom tre månader och sedan tillbringa de kommande sex månaderna där. Omloppsbanan kommer att föra rymdfarkosten inom 1 600 km från en månpol vid sitt närmaste pass och inom 70 000 km från den andra polen var sjunde dag. Den skall testa kommunikation mellan jorden och månens sydpol från denna omloppsbanan. De första Artemis-astronauterna förväntas landa vid sydpolen 2025.

Luftskepp i stratosfären



5 juli <https://www.sceye.com> Sceye, det nordamerikanska rymdföretaget baserat i Moriarty, New Mexico och Lausanne, Schweiz, leder en ny generation av höghöjdsplattformar (HAPS). Sceye har skapat en ny klass av flygplan som kan flyga in i den okända stratosfären, gränsen mellan vår atmosfär och rymden. Sceye kan lyfta mer än någon annan plattform och kan hålla sig i stratosfären i månader i taget. Sceye-flygplan flyger cirka 20 kilometer högt och kan stanna i luften för årslånga uppdrag över en fast punkt eller flyga långdistansuppdrag. Sceye är soldriven under dagen och batteridriven på natten. Genom att lyfta ett mobiltorn till denna höjd utökar Sceye dess räckvidd hundrafalt för att förbättra effektiviteten och hastigheten. Med solenergi och stora batteribankar lyfter Sceye-flygplan stora nyttolaster av markbaserad utrustning till himlen, inklusive kameror, sensorer, hyperspektral bildbehandling, radar och kommunikationsinfrastruktur. När de kombineras bildar de en virtuell infrastruktur på himlen, som kan användas för tidig upptäckt och avlyssning av katastrofer och miljöproblem samt högupplöst sjöövervakning. Sceye använder avancerade sensorer, som övervakar metan och andra växthusgaser i realtid och samarbetar med företag, myndigheter och akademi för att distribuera beständiga bild- och datainsamlingstjänster.

Elmotorer på gång



30 juni Aviation International News Stora tillverkare av flygmotorer investerar kraftigt i elektrisk framdrivning. Rolls-Royce planerar att utveckla ny turbogeneratorteknik för att stödja hybrid-elektriska drivlinor med effektbehov på mellan 500 och 1200 kW. Förra året genererade företagets testbädd Power Generation System mer än 1 MW kraft i markförsök, med målet att uppnå 2,5 MW. R-R utvecklar också helt elektriska framdrivningssystem för fyra passagerares eVTOL-flygplan som produceras av Vertical Aerospace och Eve. I februari lanserade Rolls-Royce och brasilianska Embraer en gemensam studie av en ny Energia-familj av utsläppsfria flygplan med mellan 9 och 50 platser. Rolls-Royce arbetar också med italienska Tecnam för att tillhandahålla ett framdrivningssystem för P-Volt elektriska versionen av sitt P2012-flygplan. Franska Safran räknar med att nästa år börja leverera sin EngineUs-familj av elmotorer med effekt på mellan 50 och 500 kW för hybrid-elektriska flygplan utvecklade av Aura Aero och VoltAero, och även för Bye Aerospace's helelektriska eFlyer-familj av två- och fyrsitsiga lätta flygplan. I USA producerar MagniX elmotorer på 350 kW till 650 kW avsedda att konvertera befintliga pendlarflygplan som Cessna Grand Caravan och DHC-2 Beaver, och även att driva Eviations nya niositsiga Alice-modell. Uppstartföretaget H3X arbetar också på en eldrift med effekttäthet på 12,5 kW/kg för att konvertera befintliga 50-till 100-sitsiga flygplan till helt elektrisk framdrivning.

Ubåt för Saturnus



30 juni CNET News NASA arbetar med robotar för att söka i andra världar efter utomjordingar under vattnet. Några av de mest lovande platserna att leta efter främmande liv bortom jorden är de dolda oceanerna som ligger under tjock is på andra världar som Saturnus måne Enceladus. NASA finansierar forskning för att utveckla små, simmande robotar som kan söka i dessa mörka djup efter marina utomjordingar. De triangulära simrobotarna kan laddas in i en större "cryobot"-design som tunnlar sig genom isen genom att smälta den, kanske med hjälp av strålning. Cryobot-konceptet är för närvarande under utveckling inom andra NASA-program. Det kommer att ta lite tid innan de små robotarna kan röra i ett främmande hav. Konceptet är för närvarande inte kopplat till något NASA-uppdrag, men det kommande Europa Clipper-uppdraget till Jupitermånen Europa kommer säkert att ge värdefulla data från en annan frusen värld som döljer ett underjordiskt hav. Den lanseras 2024 med en planerad ankomst 2030.

Bakteriebränsle



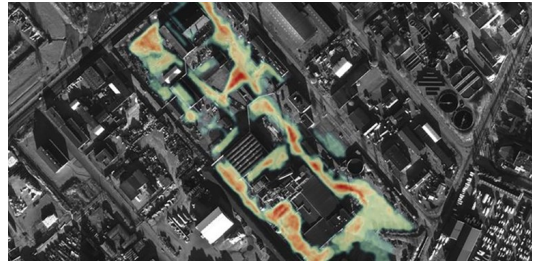
6 juli SPACE Bakterier kan bli ett supereffektivt raketbränsle. Ett biobränsle baserat på en svampdödande molekyl tillverkad av *Streptomyces*-bakterier kan bli en miljövänlig lösning på raketer som dumpar kol i jordens atmosfär. Det kan också ha betydligt mer energitäthet än de raketbränslen, som används idag. Nyckelmolekylerna kallas POP-FAMES, kort för "polycyklopropanerade fettsyrametylestrar." Strukturen hos dessa molekyler innefattar triangelformade trippelkolringar som håller kol-kolbindningarna i en extrem 60-graders vinkel. Den ovanliga strukturen producerar hög potentiell förbränningsenergi och den gör det också möjligt för bränslemolekyler att komprimeras till en relativt liten volym. Den kombinationen av egenskaper kan fungera bra för rymdflygning eftersom man alltid försöker skära ner på vikten för att spara bränsle och kostnader. POP-FAMES kan ge en energitäthet på 50 megajoule per liter mot 32 för bensin och 35 för RP-1, ett fotogenbaserat raketbränsle. Nästa steg skulle vara att producera tillräckligt med molekyler för fälttester, som i allmänhet kräver minst 10 kg, men forskarna är inte där än.

Segelflyg på Mars?



30 juni www.cnet.com Ett team vid University of Arizona föreslår ett segelflygplan som kan sväva över Mars. Arizona-teamets konceptplan skulle bara väga 5 kg med ett vingspann på 3,4 meter. Det kunde packas in i en liten satellit, levereras till Mars som en del av ett större uppdrag och sedan vecklas ut som origami eller blåsas upp till sin slutliga storlek. Forskarna överväger också leverans till atmosfären med hjälp av en ballong eller luftskepp, som kan fungera som en dockningsstation för planet. Det föreslagna planet skulle utrustas med sensorer och kameror och använda vindenergi för att flyga i timmar eller till och med dagar. Idén med segelflygplan gör att man slipper solpaneler och batterier och använder en resurs som redan finns i överflöd på Mars: vind. Detta kan ta formen av "dynamiskt svävande", en flygteknik som används av albatrosser på jorden. Dynamiskt svävande ser ut ungefär som det S-formade mönster som skidåkare använder för kontrollerad nedåkning på berg. Men varje gång segelplanet ändrar riktning, börjar det också ändra höjd - och snarare än att sakta ner segelplanet, hjälper manövern det att få fart. Mars-segelplanen är långt ifrån uppskjutning till rymden, men teamet planerar att genomföra tester på hög höjd med experimentplan på jorden för att bättre förstå hur de kan fungera under den röda planetens förhållanden.

Boliden spårar utsläpp



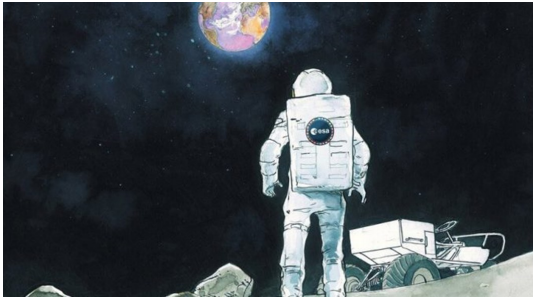
29 juni SSC Rymdbolaget (SSC) och Boliden ingår ett samarbete för att spåra och minska utsläppen från smältverk. Med hjälp av dataanalystjänster, som erbjuds av SSCs dotterbolag GlobalTrust, kommer Boliden att använda satellitbilder för att lokalisera och minska damm från blysmältverket Bergsöe i Landskrona, en av Europas största anläggningar för återvinning av blybatterier. Användningen av artificiell intelligens (AI) och maskininläring för att analysera och förstå jordobservationsdata (EO) från satelliter blir ett allt viktigare verktyg i arbetet mot en hållbar utveckling av våra samhällen på jorden. Genom GlobalTrust drar SSC nytta av den tillgängliga tekniken för att förse företag och organisationer med oberoende information för att hjälpa till att effektivisera sin verksamhet och övergå till mer hållbara alternativ. Samma teknik kan sedan användas för att utvärdera effekterna av vidtagna åtgärder. Att kunna spåra värde- och produktionskedjor med oberoende data från rymden är ett nytt verktyg med oändlig potential, inte minst eftersom tusentals nya satelliter förväntas skjutas upp i omloppsbana under de kommande åren.

Taiwans skolflygplan



7 juli Actualidad Aerospacial Taiwan visade upp sitt nya skolflygplan T-5 Brave Eagle. Det nya avancerade skolflygplanet T-5 Brave Eagle, som utvecklats av Taiwans Aerospace Industrial Development Corporation (AIDC), gjorde sin jungfruflygning den 10 juni. Flygningen ägde rum på Ching Chuan Kang Air Base i Taichung tillsammans med två Republic of China Air Forces (ROCAF) AIDC F-CK-1 Ching-Kuo. T-5 Brave Eagle-programmet föddes ur ett gemensamt samarbete mellan Chung-Shan National Institute of Science and Technology (NCSIST), ROCAF och AIDC. Taiwans väpnade styrkor är huvudsakligen utrustade av USA, men president Tsai Ing-wen har gjort utvecklingen av en avancerad lokal försvarsindustri till en prioritet, särskilt som Kina, som hävdar ön som sin egen, intensifierar militära moderniseringsinsatser och övningar nära Taiwan. Det är Taiwans första inhemskt tillverkade flygplan sedan F-CK-1 Ching-kuo Indigenous Defense Fighter, eller IDF, lanserades för mer än tre decennier sedan och de två flygplanen ser ut och har liknande kapacitet. Brave Eagle är avsedd för luft-till-luft och luft-till-mark-stridsträning och kan landa och lyfta med en kort landningsbana. Taiwans flygvapen planerar att förvärva 66 enheter fram till 2026 för att ersätta åldrande AT-3 och F-5 skolflygplan, som har drabbats av en rad olyckor de senaste åren.

ESAs färdplan



6 juli [esa](#) Dokumentet *Terrae Novae 2030+* lägger grunden för Europas roll i rymdutforskning. Denna nya långsiktiga färdplan skall vägleda beslutsfattare som i slutändan kommer att fatta beslut. Medan ESA-astronauten Samantha Cristoforetti fortsätter sitt Minerva-uppdrag på Internationella rymdstationen (ISS), den första europeiska servicemodulen för Artemis väntar på uppskjutning och byggandet av Lunar Gateway tar fart, förväntar sig ESA redan spännande nya projekt. Dessa inkluderar den stora europeiska landaren som är utformad för att stödja mänsklig utforskning av månen och Earth Return Orbiter, rymdfarkosten som kommer att återvända från Mars med värdefulla vetenskapliga prover som en del av NASA / ESA Mars Sample Return-kampanjen. Allt baseras på ESA: s färdigheter i världsklass, från rymdtransporter (inklusive framtida bärarketter) till kommunikation, navigering, applikationer och kommersialisering. Den underliggande förmågan att kunna skjuta upp och leverera nyttolaster till låg omloppsbana runt jorden, månen och Mars är ett förenande tema som kommer att säkerställa ständiga vetenskapliga framsteg och teknisk utveckling och därmed säkerställa Europas plats i rymdutforskning.

Eldflugerobot



8 juli [IEEE Robotics and Automation Letters](#) MIT-forskare bygger eldflugeliknande robotar som avger ljus. MIT har byggt elektroluminescerande mjuka konstgjorda muskler för robotar i insektsskala. Liksom eldflugor, som använder sin luminescens för att kommunicera med potentiella kompisar, avvärja rovdjur och locka byte, kan elektroluminescensen, inbyggd i de mjuka konstgjorda musklerna hos de flygande robotarna, göra det möjligt för dem att avge färgat ljus när de flyger. För att uppnå detta införlivade MIT-forskarna elektroluminescerande zinksulfatpartiklar i elastomeren av konstgjorda muskler, som tidigare utvecklats av samma forskargrupp. Eftersom zinkpartiklarna bara tänds som svar på ett starkt och högfrekvent elektriskt fält, använde forskarna högspänning för att utveckla ett sådant starkt elektriskt fält i det mjuka ställdonet och körde sedan roboten med hög frekvens, vilket gjorde det möjligt för partiklarna att lysa upp. MIT-forskarna föreställer sig att använda dessa ljusemitterande robotinsekter i möjliga framtida sök- och räddningsuppdrag där de kan använda sin elektroluminescens för att kommunicera med varandra.

Saab i Eurodrone



6 juli [Actualidad Aeroespacial](#) Airbus tilldelar Saab ett kontrakt för datorer till Eurodrone. Airbus Defence and Space har tilldelat Saab ett kontrakt för att förse Eurodrones fjärrstyrda flygplan med säkerhetskritiska centrala datorer inom flygledning och luftrumintegration. Eurodrone är en dubbelturboprop UAV under utveckling av Airbus, Dassault Aviation och Leonardo för Tyskland, Frankrike, Italien och Spanien, med en första flygning förväntad i mitten av 2027. Eurodrone är ett medelhögt och långvarigt (MALE) fjärrstyrt flygplanssystem med mångsidiga och anpassningsbara funktioner som gör det till den perfekta plattformen för underrättelse-, övervaknings-, målförvärvs- och spaningsuppdrag eller nationella säkerhetsoperationer och spaning och markstöd med precisionsstyrda vapen. De dubbla turbopropmotorerna är monterade i en pusherkonfiguration bakom vingen, liknande den mindre BAE Systems Mantis. Med sina 11 000 kg är den över dubbelt så tung som en MQ-9 Reaper, en obemannad UAV, som kan fjärrstyra autonoma flygoperationer, utvecklad av General Atomics Aeronautical Systems för US Air Force.

Nya hybridflygplan



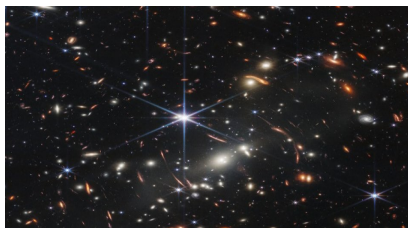
17 juli [BBC News](#) Flera företag inom flyg börjar utveckla hybrider innan man går till ren eldrift. Det engelska företaget Faradair planerar att utveckla och sälja ett hybrid-elektriskt passagerarplan, riktat till den regionala flygmarknaden. Det skulle ha upp till 19 platser och drivas av en fläkt som drivs av en elmotor. Den nödvändiga elen skulle tillhandahållas av en liten gasturbin. Ett annat företag, Kalifornien-baserade Wright Electric, planerar att ta ett helt elektriskt 100-sitsigt flygplan i drift i mitten av decenniet. Det skulle baseras på den befintliga Bae146, med sina fyra turbofläktmotorer ersatta av elmotorer. Företaget, som har ett partnerskap med Easyjet, säger att flygplanet kan användas för en timmes flygningar, så att det kan betjäna rutter som London-Paris, New York-Washington eller Hong Kong-Taipei. Alice, ett niositsigt plan som utvecklas av det israeliska företaget Eviation, skulle passa in i denna kategori. Flygplanet, som har varit under utveckling i flera år, har utformats för att flyga upp till 1000 km enbart på elkraft. Man vill skapa nya flygnätverk, med små helt elektriska flygplan som levererar passagerare på korta hopp från lokala flygfält till regionala nav. Där skulle större hybridflygplan vara tillgängliga för att transportera dem på resor på upp till 500 km. Det skulle vara en hybrid, som kombinerar elmotorer med konventionella motorer eller inbyggda generatorer.

Sverige i Airlifter



6 juli Aviation Week Tyskland och Sverige går med Frankrike i Future European Airlifter Initiative. Det gäller en ny generation, som kan ersätta Lockheed C-130 Hercules och CASA CN235. De tre länderna undertecknade ett avtal om att arbeta med definitionen av ett framtida medelstort taktiskt lastflygplan (FMTC), som skall vara klart senast 2040. Undertecknandet är det "första stora steget" för FMTC-projektet att "konvergera mot mer exakta gemensamma specifikationer". FMTC är ett av flera, som studeras inom ramen för Europeiska Unionens initiativ för permanent strukturerat samarbete (Pesco) för att uppmuntra till mer försvarsupphandlingssamarbete mellan medlemsländerna. Förutom de tre partnerländerna kan andra länder ännu gå med i projektet. Frankrike har tidigare föreslagit att ett sådant flygplan skulle kunna innehålla många delar av A400M, såsom motorer, för att minska utvecklingskostnaderna. Lyftkapaciteten skulle vara 18-20 ton last, jämfört med cirka 35 ton i A400M. Enligt det franska flygvapnet kan utvecklingen av ett sådant flygplan starta 2026-2027.

Bilder från James Webb



12 juli PRNewswire Den historiska bilden är den första från James Webb-teleskopet – det mest kraftfulla som någonsin byggts. Bilden visar universum som det såg ut för 13 miljarder år sedan, den djupaste bilden av vårt universum som någonsin tagits. På bilden syns ett kluster av galaxer som kallas SMACS 0723 och som fungerar som en lins som förstärker de avlägsna objekten bakom. Hela uppsättningen av teleskopets första fullfärgsbilder och spektroskopiska data, som avslöjar en samling kosmiska funktioner finns tillgängliga på: <https://www.nasa.gov/webbfirstimages>. James Webb Space Telescope lanserades 25 december 2021 på en Ariane 5-raket från Europas rymdhamn i Franska Guyana.



Detta landskap av "berg" och "dalar" fläckiga med glittrande stjärnor är faktiskt kanten av en närliggande, ung, stjärnbildande region som kallas NGC 3324 i Carinanebulosan. Bilden avslöjar för första gången tidigare osynliga områden av stjärnfödelse.

Japan med i Tempest



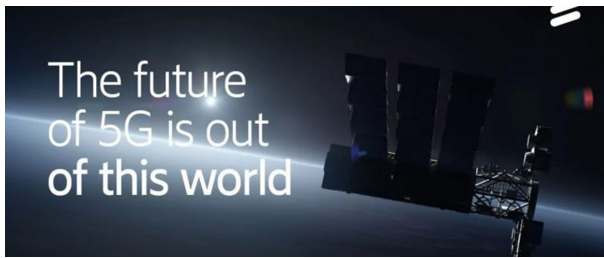
11 juli Aviation Week Förbättrat japanskt samarbete kan förändra Tempests möjligheter. Det som började i mitten av 2010-talet som studier av radarteknik och en framtida luft-till-luft-missil har sedan dess expanderat till arbete inom motorteknik och avancerade radarsensorer. Och nu skulle samarbetet kunna breddas ytterligare, vilket potentiellt skulle göra Storbritannien till den viktigaste utländska partnern för Japans framtida flygplan för 2040-talet. Idag utforskar Storbritannien, Japan och Italien koncepten för kärnplattformen – det bemannade stridsflygplanet som kommer att vara hjärtat i programmet. Storbritannien och Italien vill att de bemannade stridsflygplanen som kommer ur Tempest ska ersätta deras Eurofighter Typhoons på 2040-talet, medan Japan vill att det tänkta FX ska ersätta dess inhemska från F-16 härledda F-2-plattform ungefär samtidigt. Även Sverige förblir en nyckelpartner i Tempest, men är mindre intresserad av kärnplattformen och mer fokuserat på utvecklingen av de obemannade assistenterna – ofta kallade loyal wingmen – som kommer att fungera tillsammans med den bemannade plattformen, i Sveriges fall Saab Gripen E.

KTHs jätteballong



12 juli KTH nyheter Gigantisk ballong med teleskop skickades upp i rymden av KTH. Trots att bara en bråkdel av ballongen är fylld med helium når toppen av ballongen över 100 meter ovan marken. XL-Calibur, som teleskopet heter, är 12 meter långt och väger cirka två ton. Teleskopet är utvecklat för att mäta polarisation hos röntgenstrålning, det vill säga det plan i vilket vågorna svänger. Detta är en utforskad gren i astrofysik och mätningarna kommer att leda till nya rön på några av de kanske mest spännande objekten på himlen såsom roterande neutronstjärnor (så kallade pulsarer) och binärsystem med svarta hål. Båda strålar starkt i röntgenväglängder. Ballongflygningen beräknas pågå under en dryg vecka. Ballongen släpps från Esrange och rör sig i en västlig riktning med de stratosfäriska vindarna. Marschhöjden för ballongen med teleskopet är cirka 40 kilometer, det vill säga fyra gånger högre än ett kommersiellt flygplan. Man behöver nå denna höjd för att kunna fänga röntgenstrålning från kosmos – detta eftersom atmosfären är ett effektivt skydd mot röntgenstrålning från rymden. Ballongen flyger på toppen av jordens atmosfär och går ej i omloppsbana. Data från teleskopet skickas till jorden kontinuerligt under flygningen. Teleskopet återvänder till jorden med hjälp av en fallskärm. KTH samarbetar med NASA och forskargrupper från USA och Japan.

Ericsons satellit-5G



13 juli Actualidad Aeroespacial Ericson, Thales och Qualcomm Technologies utvecklar 5G-anslutning via satelliter. Ericsson, det franska flyg- och rymdföretaget Thales och den trådlösa teknikinnovatören Qualcomm Technologies planerar att ta 5G från ett nätverk av satelliter i omloppsbana runt jorden. Efter att ha genomfört detaljerad forskning, som inkluderade flera studier och simuleringar, planerar parterna att gå in i prov med smartphone-användning av icke-markbundna 5G-nätverk (5G NTN). En framtida 5G-smartphone skulle kunna använda 5G-anslutning var som helst på jorden och ge full global täckning för bredbandsdatatjänster inklusive platser som normalt endast omfattas av äldre satellittelefon-system med begränsad dataanslutningskapacitet. Fördelarna med 5G-anslutning via LEO-satelliter (Low Earth Orbit) är täckning i extrema eller avlägsna områden över hav och andra platser. Det skulle öka kapaciteten för 5G-abonnenter på smarttelefoner och möjliggöra global konnektivitet för 5G-användningsfall inom transport-, energi- och hälso- och sjukvårdssektorerna. Det rymdbaserade nätet skulle också kunna användas som backupstöd för markbundna nät i händelse av större nätbrott eller katastrofer.

Zephyr slår eget rekord



13 juli BBC News Ett nytt rekord har satts för den längsta flygningen någonsin av ett obemannat flygplan. Den soldrivna Airbus Zephyr S har tillbringat 26 kontinuerliga dagar i luften och slagit rekordet som sattes 2018. Flygplanet flög från provområdet i den amerikanska delstaten Arizona till Belize i Centralamerika och sedan tillbaka igen. Den obemannade farkosten flyger högt upp i atmosfären för att undvika kommersiella flygplan och dåligt väder. Flygplanet har inbyggda batterier för att hålla det luftburet under natten, så att det inte behöver stanna för att tanka. Zephyr är världens ledande solelektriska stratosfäriska obemannade flygsystem (UAS), med ett vingspann på 25 m och väger mindre än 75 kg. Efter att redan ha tagit sig till stratosfären och slagit flera världsrekord är Zephyr en innovativ lösning som för närvarande utvecklas av Airbus som det första stratosfäriska UAS i sitt slag. Zephyrs uthållighet möjliggör att flyga kontinuerligt i månader i taget, på cirka 70 000 fot, över väder och konventionell flygtrafik. Det är en HAPS: en plattformstation på hög höjd, och är den enda HAPS som har visat dag / natt livslängd i stratosfären. Zephyr tillgodoser behovet av ett kostnadseffektivt sätt att tillhandahålla både uthållighet och bred satellitliknande räckvidd, tillsammans med noggrannheten, stationshållningen och flexibiliteten för ombyggnad som är vanlig i konventionella drönarsystem.

Europas nya raket



13 juli Actualidad Aeroespacial Vega-C, ESA:s nya bärraket, lyfte för första gången från Franska Guyana. Den nya Vega-C-bärraketen är en utveckling av den nuvarande Vega i syfte att öka mångsidigheten när det gäller nyttolaster med en större volym. Diameter går från 2,6 meter till 3,3 meter och nyttolasten från 1,5 till cirka 2,2 ton för att kunna rymma satelliter i flera konfigurationer från nanosatelliter till optiska observationssatelliter. Den har utformats genom att tillämpa filosofin "design till kostnad". Båda faktorerna bidrar till att uppnå målet att öka konkurrenskraften på en alltmer krävande marknad. Tack vare Vega-C:s återanvändningsförmåga kan olika satelliter släppas ut i olika banor. När två eller flera satelliter skjuts upp används dispensrar. De är strukturer gjorda av kolfiber för att lätta deras vikt. De är ansvariga för att hålla satelliterna under lanseringen och inkluderar ett separationssystem för att injicera dem i önskad bana vid önskad tidpunkt.

Nya Loyal Wingmen



17 juli Aviation Week Dessa kommer att vara autonoma stridsflygplan, men med specifika användningsfall. Så kallade Loyal Wingmen är obemannade flygplan som skall åtfölja och hjälpa ett bemannat. En mängd sådana luftsystem presenterades på Royal International Air Tattoo, som hölls 15-17 juli. BAE Systems avslöjade sin familj av UAS-koncept: ett 3,5-tons "attritable system" i storleken av en liten jettrainer och en mindre förbrukningsbar som kunde svärmas i antal för att förvirra fiendens luftförsvar. Northrop Grummans visade modell 437, som företaget för närvarande ser som en "riskmodifierare" för framtida obemannade program, men som kan bli ett skalbart system. Lockheed Martins Skunk Works visade sin vision av ett distribuerat team av avancerade och förbrukningsbara plattformar. Boeing tror också att det kan komma in i tävlingen. Företagets MQ-28 Ghost Bat Airpower Teaming System utvecklat i samarbete med Australien håller på att bli en mogen plattform.

MTUs utsläppsfria motorer



17 juli Aviation International News MTU ser fram emot framsteg inom utsläppsfri motorteknik. MTU Aero Engines utforskar framsteg som gasturbinmotorer med en växlad turbofläkt och koncept som en vattenförstärkt turbofläkt och flygande bränsle-cell när man strävar efter utsläppsfri flygning. Den tyska motortillverkaren beskriver sina ansträngningar genom en uppdatering av sin Clean Air Engine-teknikagenda under Farnborough International Airshow 2022. Agendan täcker potentiella lösningar och koncept för hållbara kommersiella motorer och ger tidslinjer för dem. MTU ser tre primära steg mot utsläppsfri flygning med alternativ som väte och hållbara bränslen som spelar en nyckelroll vid sidan av den tekniska utvecklingen. Det första steget involverar den växlade turbofläkten, som man sa skulle kunna minska klimatpåverkan avsevärt i kombination med hållbart flygbränsle. Den andra, som riktar sig till tidsramen 2035, omfattar den vattenförstärkta turbofläkten och den flygande bränslecellen, samt en eventuell vätedriven turbofläkt. På längre sikt, med målet 2050, tror MTU att den tredje etappen kommer att innebära ytterligare effektivitetsvinster genom ny framdrivning med användning av bränsleceller på kort- och medeldistansrutter.

Syd Koreas KF-21 flyger



20 juli Aviation Week Korean Aerospace Industries (KAI) KF-21 Boramae, avslutade sin första flygning. Defense Acquisition Program Administration (DAPA) sa att KF-21 lyfte vid Sacheon, Sydkorea, där flygplanet tillverkas. KF-21:an flög runt området i mer än 30 min. DAPA tillade att planet var utrustat med fyra MBDA Meteor-missiler, men inte med annan avancerad flygelektronik som det infraröda sök-och-spårssystemet. En källa från Republiken Koreas flygvapen (ROKAF) berättade att de provade grundläggande låghastighets-flyg, som flög på cirka 215 kt. KAI har slutfört monteringen av sex prototypflygplan, inklusive två tvärsitsiga varianter. Dessa sex flygplan kommer att genomföra totalt 2200 flygningar innan 2026 innan Block 1 kommer att börja produceras för ROKAF. 40 plan kommer att tillverkas och integreras med Diehl Defence AIM-2000 (IRIS-T), Meteor, JDAM, LJDAM och lokalt utvecklad KGGG guidad bomb. De kommer att ha full luft-till-luft-stridsförmåga och begränsad luft-till-mark-förmåga för att uppnå initial operationsförmåga. Ytterligare 80 plan med full luft-till-mark-kapacitet kommer att levereras från 2028 och denna gång med full operativ förmåga. ROKAF funderar på en utveckling, som förväntas föra KF-21 till 5:e generationens jaktplans-standarder, med en förstord flygkropp och full stealth och gemensamma operationsfunktioner.

Vätgasdrivet segelflyg



20 juli Airbus... Blue Condor, lanserad av Airbus UpNext, analyserar väteförbrännings inverkan på kondensstrimor. I ett Arcus-J-segelflygplan ersätts de bakre pilotsätena med ett väteframdrivningssystem. Två 700-bar gasformiga vätetankar kommer att ge bränsle till en vätgasdriven turbojetmotor. Det andra Arcus-J-glidflygplanet kommer att förbli omodifierat och fungera på sin befintliga turbojetmotor. Contrails, eller "kondensstrimor", är moln av iskristaller som kan bildas bakom ett flygplan på hög höjd. Även om väteförbränning kan producera contrails beroende på de omgivande atmosfäriska förhållandena, skiljer de sig avsevärt från de som produceras av konventionella förbränningsmotorer. Och eftersom väteförbränning avger cirka 2,6 gånger mer vatten jämfört med standard JetA / A1, krävs djupgående analys för att förstå dess fulla inverkan på contrails. Airbus UpNext-projekt fokuserar på att analysera contrails och andra utsläpp från en väteförbränningsmotor genom att jämföra dem med de som produceras av en konventionell fotogenmotor.

Pratts nya turbofläkt



21 juli Aviation Week Pratt & Whitney presenterar nästa generations GTF. Pratt & Whitney har avslöjat nyckel-element i en bred nästa generations GTF-teknik (Geared Turbo-Fan) för att utveckla en motor med minst 10% mindre bränsle jämfört med nuvarande motorer i slutet av decenniet sedan ärke-rivalen CFM International lanserade programmet Revolutionary Innovation for Sustainable Engine (RISE) i mitten av 2021. Fläkt-diametern kommer att ökas för att öka bypassförhållandet från 12.5 i dagens GTF till 15. För närvarande har GTF en aluminium-och titanfläkt, men nästa generation kommer att ha ett tredimens-ionellt vävt kompositmaterial. Man har framgångsrikt visat för-mågan att gå till de lägre fläkttrycksförhållanden, som skulle be-hövas för nästa generation av GTF-motorer. Man arbetar också på en mängd olika små kärntekniker med fokus på att förbättra den aerodynamiska effektiviteten och tätningen av kompressorn. Man utvecklar sin kylkapacitet i turbinen med hjälp av några avance-rade kärntekniker som man först kommer att använda i Advan-tage-motorn. Viktiga delar handlar också om användningen av keramiska matriskompositer med hög temperatur. På längre sikt inkluderar färdplanen också mer elektrisk och hybrid teknik, som studeras både internt och med GTF-partnern MTU i Tyskland. Dessa inkluderar att utnyttja väteets fulla potential genom att gå utöver användning som bränsle för att också maximera dess kryo-gena egenskaper för att sänka utsläppen och förbättra termodyna-misk prestanda och en kondensor för att samla vatten från GTF: s avgaser och en värmeväxlare för att förångare vattnet till ånga, som injiceras i förbränningen.

Kinas nya raketer



22 juli [Space News](#) Kina kan gå över till fullt återanvändbar supertung bärraket i kölvattnet av Starship. Kinas signalerade förra året utvecklingen av en supertung raket känd som Long March 9. Den är planerad att vara i drift 2030, i tid för kinesiska International Lunar Research Station. Den gigantiska raketerna kommer att bestå av tre steg och fyra sidoblasters med fotogen och flytande syre. Ett nytt koncept för en helt återanvändbar tvåstegs raket har också presenterats. Det första steget med en diameter på 10,6 meter skulle drivas av 26 klustrade metan-loxmotorer på 200 ton. Det skulle kunna bära 150 ton nyttolast till låg jordbana, 65 ton till geosynkron överföringsbana eller 50 ton till trans-måninjektion. Den ska vara klar 2035 och sannolikt utvecklas parallellt med den förbrukningsbara versionen. Den största varianten, tydligen inklusive ett tredje steg, skulle ha en längd på 110 meter och en startmassa på 4 122 ton. Metan-flytande syre erbjuder fördelar i prestanda och minskar problem med sotbildning och koksning för återanvändbarhet. Planerna följer trenden hos SpaceX, Blue Origin och United Launch Alliance när det gäller det bränslet.

Flygledning från rymden



24 juli [Actualidad Aeroespacial](#) Startical får 15 miljoner euro från EU för att hantera flygtrafik från rymden. Startical är ett företag skapat av Indra och Enaire för att utveckla flygledningstjänster från rymden i ett banbrytande projekt. Målet är att påskynda införandet av nya satellitkommunikations- och övervakningssystem för att förbättra lufttransporternas kapacitet, smidighet, effektivitet och miljöhänsyn. Projektet är inom ramen för det gemensamma Sesar 3-företaget och dess forsknings- och utvecklingsprogram för det europeiska digitala luftrummet. Det anses vara ett tecken på samstämmighet mellan kommissionen och medlemsstaterna när det gäller att främja utvecklingen av kapacitet av stor betydelse för luftinfrastrukturen och för den europeiska flyg- och rymdsektorn. Förutom att förbättra lufttransporternas kapacitet kommer denna omvälvande kritiska satellitinfrastruktur, med en högteknologisk och industriell komponent, att placera den nationella och europeiska industrin i spetsen för ett affärssegment med stark tillväxtpotential.

Den europeiska rymdsektorn omsatte 8600 miljoner euro 2021, en ökning med 1000 miljoner från 2020. Man hade 53 000 arbetstillfällen under 2021 enligt den europeiska rymdindustriföreningen Eurospace.

eVTOL-flygplan på Farnborough Airshow

31 juli [Aviation Week](#) När Farnborough återvände till den globala evenemangsscenen, stod avancerad luftmobilitet – en marknad som har blivit framträdande under pandemin – högt på agendan. På plats fanns företag som visade upp sina elektriska prototyper för vertikal start och landning (eVTOL).



Detta är Airbus CityAirbus NextGen eVTOL



Eviation Aircrafts Alice, ett helt elektriskt regionalflygplan.



Detta är Wisk Aeros eVTOL-flygplan.



Detta är Vertical Aerospaces VX4 eVTOL.

Från Farnborough Airshow

31 juli Aviation Week Bilder på cool hårdvara i utställningshallarna på Farnborough Airshow 2022.



Rolls-Royce och Safran samarbetar för att utveckla en motor för den subsoniska kryssningsmissilen i det fransk-brittiska programmet Future Cruise/Anti-Ship Weapon (FC/ASW).



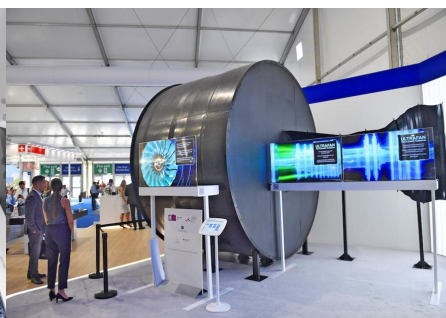
Airbus vinner avtal med USAF för autonom tankning och Boeing avslöjar också en demonstrator.



Textron avslöjar Maritime Patrol-variant av Cessna Business Jet. Textron Aviation sa den 20 juli att en ny variant av Cessna Citation Longitude kan utföra maritima patrullflyguppdrag.



Ett nollutsläppskoncept med "ZEROe" blandad vingkropp från Airbus som en del av nästa generations koldioxidneutrala flygplan.



Rolls-Royce UltraFan



University of Bristol visade upp en vikbar vindtunneldemonstrator som en del av sitt Advanced Wing Solutions Project.



Reaction Engines HVX hypersonisk flygplansmodell.



Velis Electro, eldrivna lätta flygplan från tillverkaren Pipistrel



Rolls-Royce hybrid-elektriska motor för en effekt på 500kW.

Tysta eVTOL



14 juli evtol.com Resultat från NASA och Jobys första publicerade akustiska testdata för eVTOL. Som ett stort hinder för flygtaxi har buller förblivit ett fokus för tillsynsmyndigheter, designers, tillverkare, akademi och statlig forskning trots mer än ett decennium av utveckling. NASA:s Advanced Air Mobility-projekt AAM är ett partnerskap med industrin för att främja allmänhetens förtroende för och acceptans av nya AAM-flygplan och infrastruktur. En betydande del av denna kampanj är bullermätningar på fullskaliga flygplan. NASA arbetade med Joby Aviation för att mäta bullerprofildata från tillverkarens fullstora elektriska prototypflygplan. NASA och Joby släppte preliminära resultat i maj. Flygplanet registrerade motsvarande 45,2 A-viktade decibel (dBA) från en höjd av 500 meter och med en hastighet av 100 knop, vilket knappt är märkbart i en stadsmiljö. Flygplanets akustiska profil under start och landning var under 65 dBA på ett avstånd av 100 m från flygvägen. En ljudnivå på 65 dBA överensstämmer med en normal konversation eller ett livligt affärskontor. Som jämförelse är en dammsugare vanligtvis cirka 75 dBA.

Supersonisk turbulens



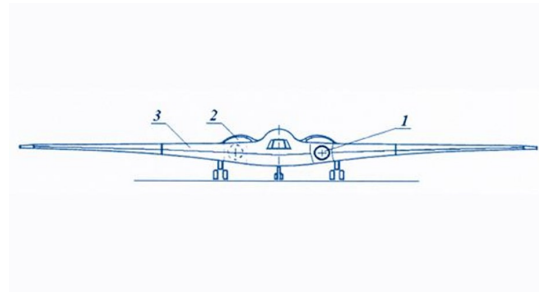
4 aug [HPCWire](http://hpcwire.com) Argonne-simuleringar riktar sig mot supersonisk turbulens. När ett flygplan blir supersoniskt kan gränsskiktet för "separationsbubblan" längs flygplanets yta störas av påverkan av den resulterande ljudbängen. Om det händer finns det betydande prestandaförluster. Vid Argonne National Laboratory använder forskare superdatorer för att studera denna chock/ gränsskiktsinteraktion (SBLI) i hopp om att förbättra prestandan hos höghastighetsflygplan. Mer specifikt undersökte teamet - under ledning av forskare från University of Maryland - hur korsflöde (flöde parallellt med vingspannet) påverkar SBLI i syfte att utveckla en prediktiv teori för SBLI:s fysik. För att göra detta körde de direkta numeriska simuleringar av SBLI och korsflöde, i syfte att efterlikna de förhållanden som kan påverka flygplanets prestanda negativt. De använde sig av Theta-superdatorn vid Argonne Leadership Computing Facility (ALCF). Theta, ett system som drivs av Intel-processorer, levererar 6,92 petaflops och rankas som 78:e på den senaste Top500-listan över världens bästa datorer. Theta har också en systemmaskin, ThetaGPU, som levererar 3,9 petaflops. Tack vare ett bidrag från amerikanska energidepartementets INCITE-program kunde teamet använda Theta och en Navier-Stokes-lösare som heter Hybrid för att köra sina simuleringar. Modeller av effekterna av tvärflöde har viktiga konsekvenser för en rad applikationer, inklusive turbomaskiner och svepta vingflöden.

Ny folkvagn



29 juli [Aviation Week](http://aviationweek.com) Fordonsjätten Volkswagen har gått med i loppet för att utveckla elektriska vertikala start- och landningsflygplan (eVTOL). VW presenterade sin passagerarprototyp med Volkswagen Group China. Prototypen heter Flying Tiger och är en del av gruppens vertikala mobilitetsprojekt för att utforska nästa generations mobilitetslösningar, inklusive marknaden för urban-air-mobility och utvidgningen av stadstrafik till luftrummet. Projektgruppens första valideringsmodell använder befintliga autonoma bilkörningslösningar och batteriteknik i en tandemvinge med ett vingspann på 10,6 m med åtta rotorerna för vertikalt lyft och två propellrar för horisontell flygning. Den är 11,2 m lång. Volkswagen planerar att flygplanet ska vara helt elektriskt och automatiserat och transportera fyra passagerare plus bagage upp till 200 km.

Ny rysk bombare



5 aug [Aviation Week](http://aviationweek.com) Ryssland går vidare med ett nytt strategiskt bombplan. Tupolev PAK DA är Rysslands svar på B-21 Raider. Läckta dokument indikerar att utvecklingen fortsätter, men fullskalig produktion kommer sannolikt att möta svårigheter. Från andra källor är det känt att tre flygande testflygplan planeras att byggas. PAK DA skulle vara en underljuds flygande vinge, som kan gå 15 000 km utan att tanka. Enligt en mindre officiell men fortfarande pålitlig rysk källa är Product 80-bombplanet planerat att väga 145 ton vid start och ska kunna bära upp till 30 ton vapen. Således väger PAK DA nästan hälften av Tu-160 (275 ton) och ligger mellan 124-ton Tu-22M3 och 185-ton Tu-95MS. PAK DA är tänkt att drivas av två turbofläktmotorer från United Engine Corp. (UEC) Kuznetsov. Motorerna verkar vara en uppgraderad version av NK-32 som används i Tu-160. Den nya motorn är planerad att baseras på den varma sektionen i NK-32-02-motorn i Tu-160M och är tänkt att ge en maximal dragkraft på 23 ton (den äldre NK-32-motorn har en dragkraft på 14 ton utan och 25 ton med efterbrännare). Den grundläggande varianten av PAK DA kommer att bära 12 Kh-BD (långdistans) subsoniska kryssningsmissiler, troligen placerade på sex runda roterande bärraketer i två fack inuti flygplanet, liknande Tu-160. Denna nya missil är också planerad att bli huvudvapnet för moderniserade Tu-160M bombplan. Ingen Kh-BD-missil har någonsin presenterats offentligt, men dess räckvidd ska vara mycket längre än den nuvarande Kh-101/102.

Sydkorea mot månen



9 aug [Daily Mail \(UK\)](#) Sydkorea gick med i kapplöpning-
en till månen med en farkost som kommer att spana ut
framtida landningsplatser. Satelliten som sköts upp av
SpaceX tar en lång omväg för att spara bränsle och kommer fram i
december. Om det lyckas kommer den att ansluta till rymdfarkoster
från USA och Indien som redan arbetar runt månen och en kinesisk
rover som utforskar månens bortsida. Indien, Ryssland och Japan
har också månuppsdrag, som lanseras senare i år eller nästa år, lik-
som en rad privata företag i USA och på andra håll. Sydkoreas upp-
drag - landets första steg i månutforskning - har en soldriven satellit
som är utformad för att passera 100 kilometer över månytan. Fors-
kare förväntar sig att samla in geologiska och andra data i minst ett
år från denna låga polära bana. I juni lanserade Sydkorea fram-
gångsrikt ett paket med satelliter i omloppsbana runt jorden för
första gången med sin egen raket. I maj gick Sydkorea med i en
NASA-ledd koalition för att utforska månen med astronauter under
de kommande åren och decennierna.

Engelska drönare



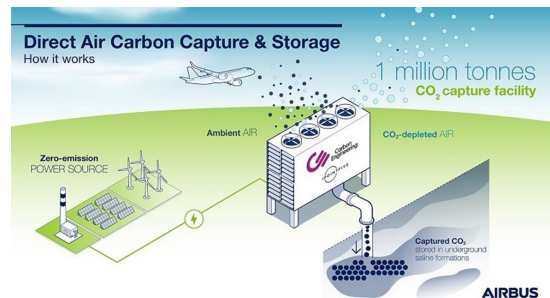
12 aug [Aerospace Technology](#) BAE Systems släpper
militära drönardesigndetaljer. Visade på Royal Internat-
ional Air Tattoo (RAIT), Royal Air Force årliga flyguppvisningse-
venemang, är de namnlösa drönarkoncepten båda avsedda att
utföra övervaknings- eller spaningsuppgifter för militären. Kon-
cept 1 -drönaren är den mindre av de två enheterna och har kal-
lats "förbrukningsbar drönare." Denna drönare har en kullik-
nande flygkropp och kan flyga i hastigheter som närmar sig 0,5
Mach och på servicehöjder på 30 000 fot. Den kan bära 40 kg
nyttolast och kan vara luftburen i fyra timmar. Dessutom kräver
den ingen landningsbana utan kan istället startas från en kata-
pult av järnvägstyp och återvinnas via fallskärm. Koncept 2 -
drönaren är mer konventionell när det gäller lansering och åter-
hämtning, enligt BAE Systems, och kan nå en maximal service-
höjd på 40,000 fot, bära en nyttolast på 500 kg och flyga i upp
till 5 timmar. Den kan bära luft-till-mark-ammunition och luft-
till-luft-missiler. Både koncept 1-drönare och koncept 2-
drönarna kommer enligt uppgift att kunna delta i elektronisk
krigföring med teknik ombord som kan störa radiosignaler.

Laser till satellit



12 aug [Space News](#) DARPA väljer företag för intersa-
tellitlaserkommunikationsprojekt. US Defense Advanced
Research Projects Agency DARPA strävar efter en ny lasertermi-
naldesign kompatibel med vilken konstellation som helst. Fem
kommersiella satellitoperatörer - SpaceX, Telesat, SpaceLink,
Viasat och Amazons Kuiper - är bland 11 organisationer som
valts ut för att utveckla laserterminaler och tekniska standarder
för att ansluta satelliter i rymden. Målet är att skapa ett internet
av satelliter med låg omloppsbana runt jorden, vilket möjliggör
kommunikation mellan militära, statliga, kommersiella och
civila satellitkonstellationer som för närvarande inte kan prata
med varandra. CACI, MBryonics och Mynaric valdes ut för att
utveckla en liten optisk terminal. II-VI Aerospace and Defense,
Arizona State University och Intel Federal kommer att arbeta
med ett omkonfigurerbart optiskt modem och definiera gräns-
snittet mellan systemkomponenter. Fas 1 av projektet kommer
att pågå i cirka 14 månader och avslutas med en preliminär
designgranskning och en anslutningsdemonstration i en simule-
rad miljö.

Flygbolag återtar koldioxid



12 aug [Aerospace Technology](#) Flygbolag utforskar tek-
nik för avskiljning av koldioxid. Airbus, Air Canada, Air
France-KLM, EasyJet, International Airlines Group, LATAM Airli-
nes Group, Lufthansa Group och Virgin Atlantic har åtagit sig att
inleda förhandlingar om köp av utskild koldioxid från Airbus part-
ner 1PointFive, som planerar att bygga en direkt luftavskiljning
och lagring av koldioxid (DACCS) i Texas. Den kommer att kunna
ta bort upp till 1 miljon ton koldioxid (CO2) årligen. Eftersom
flygindustrin inte kan fånga upp CO2-utsläpp som släpps ut i at-
mosfären direkt vid planet, skulle en DACCS-lösning göra det
möjligt för sektorn att extrahera motsvarande mängd utsläpp från
sin verksamhet direkt från atmosfären. I denna process drar en
stor fläkt luft till en luftkontaktor, som liknar industriella kyltorn.
Luften passerar över tunna plastytor med en giftfri kaliumhyd-
roxidlösning för att fånga CO2-molekylerna som ett karbonatsalt.
Karbonatsaltet separeras från lösningen med hjälp av en pelletsre-
aktor, och kolpelletsen upphettas sedan i en kalciner för att frigöra
CO2 som ren gas. Bearbetade pellets hydratiseras i ett slakersys-
tem och återvinns för användning i den ursprungliga infång-
ningslösningen. Den infångade gasen kan sedan antingen lagras
under jord eller återanvändas för produktion av bränslen eller
andra mervärdeskemikalier. Projektet beräknas vara i drift 2024.

Rysk rymdstation?



16 aug Reuters Ryssland presenterar planer på en egen rymdstation. I samband med kriget i Ukraina minskar Ryssland sitt beroende av västländer och går vidare på egen hand eller samarbetar med länder som Kina och Iran. Ryssland kommer att lämna ISS efter 2024 och arbetar för att utveckla en egen rymdstation. Rysslands nationella rymdmyndighet Roskosmos presenterade en modell av den planerade rymdstationen, kallad "ROSS". Den nya rymdstationen skall skjutas upp i två faser. I den första fasen skall en rymdstation med fyra moduler börja fungera. Den skall senare följas av ytterligare två moduler och en serviceplattform för att rymma upp till fyra kosmonauter samt vetenskaplig utrustning. Den första etappen är planerad till 2025-26 och senast 2030. Lansering av den andra och sista etappen är planerad till 2030-35. Rymdstationen, som den nu är tänkt, skall inte ha en permanent mänsklig närvaro utan skall bemannas två gånger om året under längre perioder.

Koreansk svärm



16 aug flightglobal Korean Air skall utveckla smygande loyal wingman UAV: er. Seoul har utsett Korean Air till "preferred bidder" i ett program för att utveckla en låg observerbar obemannad luftfarkost (UAV) som kommer att arbeta med bemannade flygplan i strid. Arbetet förutser utvecklingen av "stealth UAV-skvadroner". Korean Air kommer att utveckla ett bemannat/obemannat teamingsystem där ett bemannat flygplan och tre till fyra stealth UAV kan utföra uppdrag samtidigt. Förutom att stödja bemannade flygplan kommer UAV: erna att kunna utföra uppdrag på egen hand, såsom övervakning av elektronisk krigföring och till och med kinetiska attacker. I oktober förra året säkrade Korean Air ett regeringskontrakt från Korea Institute for Defense Technology Planning för att utveckla en låg-observerbar UAV med smygteknik som radarabsorberande material och en låg-observerbar form. Idén om så kallade "loyal wingman"-flygplan som kan följa med bemannade flygplan i strid har seglat upp som ett huvudtema inom försvarsflyget. Det amerikanska flygvapnets Skyborg-program tänker sig "attritabla" obemannade flygplan, som arbetar med bemannade jaktplan i en komplex teammiljö. Obemannade flygplan som Kratos XQ-58 Valkyrie och Boeing Australia MQ-28 Ghost Bat har utvecklats för att utforska konceptet. Med tanke på Sydkoreas strategiska läge i en alltmer spänd region har ett stort antal UAV som kan komplettera bemannade tillgångar stor betydelse.

Kinas rymdflygplan



16 aug Spaceflight Now Kinesiskt rymdplan markerar 10 dagar i omloppsbana. En återanvändbar kinesisk rymdfarkost som liknar den amerikanska militärens X-37B rymdplan har loggat 10 dagar i omloppsbana sedan lanseringen den 4 augusti, men vad den gör är liksom den amerikanska fortfarande ett mysterium. Rymdfarkosten lanserades av en kinesisk Long March 2F-raket inuti bäraketens aerodynamiska noskon till en omloppsbana mellan 346 och 593 kilometer i höjd med en lutning på 50 grader till ekvatorn. Efter en period i omloppsbana kommer rymdfarkosten att återvända till sin planerade landningsplats i Kina. Uppdragets hemlighetsfulla karaktär tyder på ett militärt syfte. Det följer på en liknande testflygning 2020 som varade i två dagar. Den återanvändbara rymdfarkosten lämnade då ett föremål kvar i omloppsbana innan den åter kom in i atmosfären och landade. Analytiker spekulerade i att det kunde vara en servicemodul, ett kraft- och framdrivningspaket eller en subsatellit som släppts från rymdfarkosten.

Hyundais flygtaxi



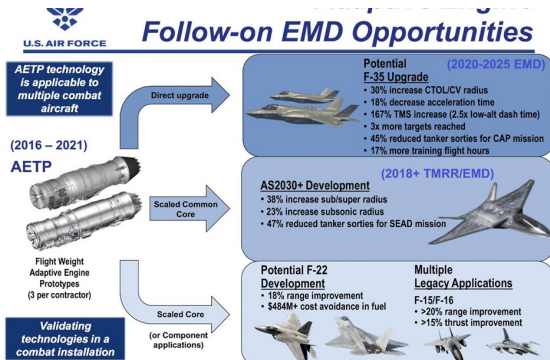
19 aug Aviation Week Hyundai utökar med avancerad flygmobilitetsplan. Sydkoreanska biltillverkaren Hyundai har avslöjat nya detaljer om sin breda utvecklingsstrategi för avancerad luftmobilitet (AAM) med en fullskalig kabinmockup av sin elektriska vertikala start och landning (eVTOL) flygtaxi och ett framdrivningssamarbete med Rolls-Royce. Företagets AAM-plan är baserad på två fordonsfamiljer: en batteridrivna eVTOL som utvecklas av Supernal, Hyundais USA-baserade AAM-företag, och en större, längre räckvidd väteelektrisk eSTOL (elektrisk kort start och landning) regional luftmobilitetsfarkost, som utvecklas i Korea av ett Hyundai AAM-team. Stadsflygtaxin är inriktad på att tas i bruk 2028, medan eSTOL utvecklas för intercitymarknaden från 2030 och framåt. Avtalet med Rolls-Royce inkluderar ett samarbete för att införa helelektrisk framdrivning och vätebränslecellsteknik på AAM-marknaden och inkluderar utveckling av en gemensam demonstration av bränslecellselektriska flygplan till 2025. Även om bränslecellen initialt är inriktad på den regionala eSTOL, kan en version av tekniken i slutändan ingå i eVTOL-familjen. Hyundais kommersiella fordonsstrategi på väggar är grundad på fordonet XCIENT Fuel Cell. Detta lanserades 2020 och var världens första massstillverkade väteelektriska tunga lastbil. Systemet innehåller två 90 kW stackar för att bilda en 180 kW vätebränslecell och inkluderar sju tankar som ger lagringskapacitet för upp till 31 kg väte. Lastbilen har även ett extra set med tre 72 kWh-batterier, som efter full laddning ger en maximal körsträcka på 400 km.

Finsk hjälp till Ukraina



21 aug SpaceNews Ukraina får förbättrad tillgång till Iceye-bilder och data. Finska Iceye tillkännagav ett avtal den 18 augusti med ukrainska Serhiy Prytula Charity Foundation. Iceye kommer att överföra den fulla kapaciteten hos en radarsatellit med syntetisk bländaröppning, som samlar in bilder och data över Ukraina, plus tillgång till andra satelliter i sin konstellation till den ukrainska regeringen. Iceye kommer att fortsätta att driva SAR-satelliterna och kommer att förse den ukrainska försvarsmakten med ofta uppdaterade satellitbilder på kritiska platser. Bilden ovan är en syntetisk bländarradarbild av Krimbron (även kallad Kerch Strait Bridge) som förbinder Rysslands fastland med Krim. Den är kritisk för ryska trupptransporter. Iceye har skjutit upp 21 satelliter sedan företaget grundades 2014. Alla rymdfarkoster är inte kvar i drift och företaget avslöjar inte exakt vilka satelliter som fortfarande samlar in data. Ändå hävdar Iceye att de driver världens största konstellation av SAR-satelliter. SAR-satelliter, som samlar in bilder under dagen, natten och under alla väderförhållanden, är ett särskilt värdefullt verktyg i ett krig.

Adaptiv jetmotor



26 aug Drive Amerikanska flygvapnet kontraktar Boeing, Lockheed, Northrop Grumman, General Electric och Pratt & Whitney för arbete med Next Generation Adaptive Propulsion-programmet, eller NGAP. General Electric och Pratt & Whitney har var utvecklat avancerade motorer kända som XA100 respektive XA101. Även om konstruktionerna skiljer sig åt i detaljerna, har båda motorerna en "tredje ström" av luftflöde som dynamiskt kan växlas mellan lägen avsedda för större bränsleeffektivitet eller prestanda, beroende på situationen. Fokus är att utveckla potentiella nya motorer för varianter av F-35 Joint Strike Fighter. Där förespråkar General Electric att omforma F-35 med sina XA100s, eller varianter eller derivat därav. Företaget har sagt att XA100 skulle öka räckvidden för F-35A- och C-varianterna med så mycket som 30 procent, samt erbjuda öknningar i acceleration och bränsleekonomi på cirka 20 och 40 procent respektive 25 procent. Pratt & Whitney föreslår för närvarande en mindre intensiv uppgradering av F135-motorerna som finns på alla befintliga och i produktion Joint Strike Fighters snarare än att driva sin XA101. Pratt & Whitney tillverkar även F135. Ingen av varianterna passar fysiskt in i den korta start- och vertikallandningsdugliga F-35B. Ett beslut om hur man ska gå vidare med motorerna för Joint Strike Fighter förväntas komma senast 2024.

Chalmers drönare



26 aug chalmers Autonomt drönarsystem kan rädda liv på haven. De senaste åren har tusentals flyktingar och migranter flytt över haven till följd av humanitära kriser runt om i världen. Nu utvecklar ett team från Chalmers ett helautonomt drönarsystem som kan öka effektiviteten och reaktionshastigheten i räddningsinsatser till havs. Drönarsystemet består av tre samarbetande komponenter: en marin katamaran-drönare som kallas Seacat och som fungerar som bas för de andra drönarna, en flotta av bevingade luft-drönare som bevakar det omgivande området och en quadcopter som kan närma sig människor i nöd och leverera exempelvis förnödenheter, vårdartiklar eller flythjälpmiddel. Quadcoptern – en drönare med fyra motorer och med förmåga att hovra – kan bära last som väger upp till cirka två kilo. Den marina drönaren, Seacat, tillhandahåller en internetupplänk samt en lokal kommunikationslänk som används för att koordinera de flygande drönarna. Den innehåller också en utskjutningsramp för drönarna med fasta vingar. Alla luftburna drönare är utrustade med kameror och ett positioneringssystem. Samtliga drönare kan röra sig helt autonomt - den marina drönaren följer en fördefinierad rutt med sluten slinga. Drönare med fasta vingar tilldelas sökområden automatiskt enligt en intelligent algoritm som maximalt utnyttjar antalet tillgängliga drönare.

GKNs kalla hållbara luftfart



24 aug gknaerospace Kryogen kylning är en kritisk möjliggörare för effektiv, skalbar, hållbar luftfart. H2GEAR-programmet har passerat en viktig milstolpe genom att slutföra sin första omgång studier på systemnivå. Studierna fokuserade på framdrivningssystemarkitektur och val av delsystemsteknik för hypotetiska 19, 48 och 96 PAX-konceptflygplan. Arbetet hittills visar att GKN Aerospaces utveckling inom integrationen av bränslecellssystemet, i kombination med hyperledande kraftnät och motordrivsystem, kommer att göra det möjligt att skala upp vätgaselektrisk framdrivning snabbare än vad man ursprungligen trodde. GKNs hyperledande system använder det flytande vätet som kylfläns och kyler de elektriska ledarna till temperaturer mindre än -200 °C för att minska deras elektriska resistivitet. Till skillnad från supraledande system, som uppvisar noll elektriskt motstånd, skulle ett hyperledande system använda mer konventionella ledarmaterial och kunna levereras tidigare, vilket ger en större total inverkan på de globala utsläppen inom överskådlig framtid.

53. Candy och marsianerna



För allt otåligare åhörare predikade Svartskägget om alla fantastiska robotar, som man skulle få från Candys databas. En fullskalig försöksanläggning skulle snart sättas upp på marsmånen Phobos med laddningsstationer och fabriker av alla de slag. Sedan skulle man börja gräva efter helium på månarna vid Saturnus. Nya fusionsreaktorer skulle byggas och elransoneringsringarna skulle vara ett minne blott.

Ingenting verkade hända, men projektet kanske ändå gick framåt. En kväll när jag kom hem kom husroboten, som vi hade lämnat in för lagning på institutet, studsande över golvet och omfamnade mitt ben. Jag stirrade på dess klara, tillitsfulla ögon och kunde inte tro vad jag såg.

–Jag fick dom att ladda ner en del av Candy i den när dom ändå höll på med sina robotar, sa min fru stolt.

Roboten var verkligen förändrad. Den kom genast, när jag ropade på den, och den följde mig vart jag gick. Om jag gick ut stod den besviken och såg efter mig. Redan när jag började göra mig i ordning blev den påfallande betryckt. Så snart jag gick mot dörren rusade den upp och ville följa med. Sedan stod den och betraktade mig oavvänt tills jag slog igen dörren framför ögonen på den.

När jag behövde den var den alltid där. Om jag kom för nära slutade den med det den höll på med, så att jag säkert kunde utföra det jag själv hade tänkt mig. Den verkade vara fullt medveten om sin omgivning och min närvaro i den. Om jag ville lära den något kunde jag fortfarande mata uttryckliga instruktioner till den genom ögonlinserna, men handstyrning, där jag fysiskt förde den genom önskade rörelser och uppgifter fungerade också.

Jag visste förstås att det bara fanns metall och kisel under huden på den och en elektronisk hjärna, säkert avancerad men bara elektronisk, i skallen på den. Jag visste att dess tankar bara var kortlivade strömmar, som flödade längs vägar som konstruerats och förutbestämts, men jag blev verkligen fäst vid åbäket och lärde mig att tycka om den, tänka sig, en robot.

–En klok robot är det minsann, sa jag till min fru. Det gjorde ni bra. Den är ju som Candy.

–Nej, som Candy blir den aldrig, sa hon och skrottade. Den här har bara en rätthjärna som dom marsianerna sålde till oss innan Plurimax ville betala dem med opium istället för med helium.

–Jag trodde att marsianerna tog nervtrådar från levande människor och kopplade dem till elektroniken i sina datorer, sa jag.

–Dumheter, svarade hon. Det var något, som avundsjuka jordiska tillverkare spred ut. Nej, de använde råttor. Det har de ju gott om. Varje gång de tog bort en liten klump av nervceller, kopierades den och anslöts av en kirurg till det som var kvar av rätthjärnan. Den medvetna hjärnan ersattes bit för bit av elektroniska nervceller. Då tänker den mycket snabbare. Den kemiska kopplingen mellan biologiska nervtrådar är mycket långsammare. Hos oss går nervimpulserna med hundra meter per sekund. En elektromekanisk hjärna tänker med ljusets hastighet. Hade vi såna hjärnor skulle Cyberanden aldrig hinna radera våra tankar.

–Är det så de ska göra med Candy nu då? Frågade jag förskräckt.



–Nej, Tertia har lovat mig att vi får behålla den första Candy, som de skriver ut, Men har de väl skrivit ut henne så kan de ju skriva ut hur många hundar som helst. Vi får se om de klarar Candy först. Tertia hoppas att hennes maskin ska vara klar till den stora födelsefesten. Du vet, när de firar den första barnungen, som föddes på Mars.

Men tänkte de göra som med rättorna, så skulle det ta sin tid innan Svartskägget fick sina robotar, sa hon. Rättorna hade 70 miljoner nervceller och hundarna 500 miljoner, så det skulle ta lång tid att få ihop en elektronisk hundhjärna. Förresten fick man väl först se vad det var för en Candy, som kom ut ur Tertas maskin.

Hon oroade sig för något, som hon kallade för själen, vad det nu var för något. Det hade tydligen något med personlighet att göra. Var det bara en fråga om biologi och lagrad information? Krävdes det inte något annat, mystiskt, ogripbart? Kanske låg det något i gamla tankar om skillnaden mellan kropp och själ? Ljuspulsen, som lämnade kroppen, när den kylades ner till absoluta nollpunkten och elektronerna föll ner i atomkärnorna, innehöll kanske inte all information. Kunde något sådant lagras i

databaser och programmeras in i robotar? En maskin har ju inget medvetande, den vet inte att den finns till.

Kunde man överhuvudtaget bygga in en själ i en maskin? Inuti neuronerna, som bildade hjärnans nätverk, sa hon, fanns ett skelett som höll ihop cellerna. Det bestod av små proteincylindrar tjugofem nanometer i diameter. De transporterade molekylerna, som styrde hur kopplingen mellan neuronerna, synapserna, fungerade. De i sin tur bestod av mindre strukturer ner till två nanometer. De var så små att elektroner där kunde bli kvantkopplade och ändra varandras tillstånd ögonblickligen och på avstånd. Man trodde att det var här medvetandet uppstod och härifrån det styrde det vanliga nervsystemet. Nog hade hundar mycket mer personlighet än råttor, så det skulle nog bli mycket svårare att kopiera en hundhjärna. Svartskägget visste inte vad han pratade om. Det skulle ta sin tid.

Jag visste inte vad jag skulle tro. Jag tyckte inte att jag kände av någon sån där själ. Det talade jag om för min fru och det tvivlade hon inte på, sa hon.

Det var väl bara att hoppas på det bästa, tänkte jag. Att robotarna skulle träffa på något vattendrag vid Saturnus, som de vägrade att gå över, verkade ju inte så troligt, men det fanns säkert andra saker i Candys hjärna som kunde ställa till problem. Låt till och med den trognaste hund lukta på en korv så viftar den på svansen för vem som helst. Och robotar kunde ju få egna idéer eller bli rädda till och med om de bara hade en rätthjärna. Det visste jag, för jag kom ihåg den där bilen Onn på savannen, som blev så rädd att hjärnan smälte på henne. Det var ju egentligen hennes fel att vi hamnade här. Och se hur det gick med Plurimax robotar, som fick för sig att jaga alla hundar de kunde hitta istället för Candy.

Tiden gick i alla fall och inget hände och den gick faktiskt långsamt på Mars. Ett år, tiden det tog för Mars att röra sig runt Solen, var nästan dubbelt så långt som på Jorden. Som tur var så var dygnet, den tid det tog för planeten att rotera runt sin axel, bara 39 minuter och 35 sekunder längre än på Jorden, så min biologiska klocka fungerade som vanligt.

De första pionjärerna ville behålla timmar, minuter och sekunder som de var vana vid, men då skulle det ibland vara natt mitt på dagen eller tvärtom, vilket inte alla stod ut med. Därför fick klockorna stå och vänta vid midnatt i 39 minuter och 35 sekunder innan de startade igen på noll. Eftersom jag brukade lägga mig klockan tio och gå upp klockan fem så fick jag en extra sovtid på 39 minuter och 35 sekunder. Det behövdes för jag sov dåligt i den låga gravitationen. Man sjönk aldrig riktigt ner i sängen och det blev många besök vid pottan i hörnet. Min fru påstod att det blåa ljuset på morgnarna på Mars gjorde att man sov bättre, men det var då inget man märkte av nere i underjorden, där vi höll till.

I de nordliga trakterna på Jorden, som vi kom ifrån, ändrades hela naturen under årets gång. Växter blommade upp, vissnade och dog. Träden fick löv och fällde dem igen. Vi kallade det årstider. Öknar som på Mars fanns mest runt Jordens ekvator fast de spred sig norrut för varje år. De stora grässlätterna norr om öknarna, där Candy brände upp Plurimax opiumodlingar och förstörde hans robotarmé, ändrade sig inte heller mycket under året.

Årstider fanns i och för sig också på Mars, till och med mer än på Jorden, eftersom banan runt Solen var mer elliptisk. Isen vid polerna minskade och växte, men det var inget man märkte av nere i grottorna. Jag saknade årstiderna även om marsianerna gjorde vad de kunde för att bryta enformigheten. Jag fick till exempel inte längre färsk sparris på tavernan, men istället blommade rosorna i pergolan och spred sin väldoft.

Jag sökte mig ofta om morgnarna upp till den högsta punkten i någon stadsdel. Det var ett vidsträckt panorama som öppnade sig däruppförifrån med ett virrvarr av tak, gator, broar och torg. Det hela var som ett jättelikt schackbräde. Blicken kunde länge förlora sig i denna labyrint, där allt hade sin egenart och allt var präglad av konstskicklighet med sina målade och snidade väggar, sina välvda portar och sina små atrier som öppnade sig mot ljuset.

Långa korsande gator skar igenom stadsdelarna. Över dessa gick broar bebyggda med hus av olika slag och över dessa andra broar i flera våningar så konstfullt placerade att alla tak åtnjöt ljuset från solen i kupolen och de fotoner, som strömmade ut därifrån. Längst bort vid synranden förlorade sig blicken i det svagt dallrande ljuset över kupolens ytterväggar med dess rader av fönster.

Jag var alltid tidigt uppe för att tömma min potta. Staden vaknade så småningom runt mig och människorna vällde upp ur sina hålor. De första tavernorna slog upp sina dörrar. Butiker öppnades och det började bli liv på gatorna. Det blev fullt dagsljus och den blekblå morgonhimlen välvde sig över vimlet. Fönsterluckornas solpaneler i olika färger vändes utåt mot solen.

Himlens färg rodnade. Alla tavernor fylldes. I dörröppningarna stod små grupper av folk och sökte ett bord. Det blev stoj och stim. Vinet flödade redan tidigt på dagen. I en vinodlande stad dracks det förstås för mycket. Det fanns också en vidskeplig föreställning att vinet skyddade mot smittosamma sjukdomar. Fina viner, eller sådana som man antog vara det, troddes vara extra bra. Folk hittar alltid skäl för att ta sig ett glas.

Olika yrken hade sina bestämda kvarter i varje stadsdel. Affärerna låg så tätt att jag ofta inte visste om en skyltlåda hörde till den eller den butiken. Det ena huset var det andra likt och nedre våningen upptogs helt av butiken, som stod öppen från den ena väggen till den andra för att släppa in den mörka grändens sparsamma dager.

I övre våningarna var bostäderna. Nere i gränderna var ett evigt myller och skrik och en trängsel av tusentals gestalter, alla i kamp för tillvaron. Överallt arbetades det. Jag såg aldrig människor vila. Ändå hade de robotar som var mycket överlägsna Jordens. Jag var den ende sysslolöse bland alla dessa människor. Hur stor var inte skillnaden mot Jorden, där folk mest gick omkring och grubblade på sina själsliga problem ivrigt understödda av alla slags psykiatriska specialister.

Dagen mynnade ut i kvällen då den aftonrodnande himlen välvde sig över den myllrande och pladdrande staden. Då gav sig ännu mera människor ut på gatorna, pratande och grälände. Den lilla solen sjönk på den allt rödare himlen, som snart skiftade i violett, medan stjärnor glimtade fram överallt.

När tiden stod stilla från klockan tolv på natten försänktes till slut staden i fullständigt mörker och blev en enda död stenmassa. Bara robotarna, som skötte transporter, och en och annan nattvandrare rörde sig på gatorna.

Värst var trängseln och att ändå alltid omges av främlingar. Jag lärde aldrig känna någon. Förutom Svartskägget och personen på restaurangen var de bara ansikten för mig. Jag talade inte med någon annan

människa. Det kunde ju vara en terrorist, som hatade Jorden, och de skulle genast förstå att jag kom därifrån. Jag såg ju inte ut som de.

De var mörka i hyn och en del hade fått för sig att äta morötter tills de var röda i ansiktet för att skydda sig mot den ultraviolettera strålningen. Det kanske fungerade, vem vet. De flesta hade sneda ögon som de första pionjärerna. Närsynta var de också, för de kom aldrig ut ur grottorna och levde i linsernas kortsynt konstgjorda värld. Ögonlinserna kunde ju projicera synen på det verkliga synfältet precis som glasögonen på Jorden. Nackdelen var att man aldrig visste vad en människa man mötte egentligen såg. Magnetogrammen var åtminstone synliga för alla.

Deras huvuden var smala för att kunna födas i den låga gravitationen och de var längre än jordmänniskor, eftersom deras hjärtan inte behövde kämpa med så stark gravitation för att pumpa runt blodet i kroppen. De hade grova armar och ben, som visserligen blev tunnare med åren i den låga gravitationen, men som gav dem ett robust utseende. Särskilt kvinnorna hade kraftiga nederdelar, antagligen på grund av risken för bäckenfrakturer under förlossningen. De såg kort sagt ut som stora närsynta gorillor, en släkting till människorna, som ännu finns kvar på Jorden.

De var förstås avundsjuka på oss jordbor, som slapp att bo i grottor, men jag förstod snart att de också var rädda för att jag skulle smitta dem. De höll sig på avstånd och jag förstod deras rädsla. I början av kolonisationen hade några besökare från Jorden utplånat hela marskolonin genom att de tog med sig några sjukdomar. Jag bar kanske på hundratals olika sorters sjukdomsbakterier, som jag själv var resistent emot men inte marsianerna.

I grottorna på Mars fanns redan flera olika bakterier och svamparter som stafylokocker, som kunde ge både hud- och luftvägsinfektioner och rent av matförgiftning. De gnagde till och med på metall, glas, plast och gummi. För att skydda dem belade man ytorna med titanoxid. När den utsattes för ultraviolett ljus bröt den ner vattenånga i luften till fria syreradikaler som förbrukade vad som helst på ytan, inklusive bakterierna. Men man tog inga risker. På tavernan fick man veta att allt var steriliserat, men ändå satt en del gäster och torkade och gned sina tallriker och bestick.

Jag såg terroristerna varje dag framför stadshuset med sina atombomber och sitt hot att om inte Mars fick bli som Jorden så skulle de se till att Jorden blev som Mars. Jag började misstänka att de menade allvar. Kanske, tänkte jag, kunde marsianerna ta över datorerna som de sålde till Plurimax en gång. Vem visste vad de kunde användas till. Kanske kunde de fyra av de gamla atombomberna, som cirkulerade där borta vid Venus.

Så var min mardröm tillbaka igen. Jorden med sina blåa hav låg skälvande av skräck i en cirkel av ljus. Något ofattbart mäktigt, stort och farligt steg upp genom en mörk tunnel, flög ut i ljuset högre och högre mot den klara himlen, gick in i natten, planade ut och sjönk mot en mörk sjö. En bländande blix skingrade mörkret och ur natten reste sig en vattenpelare ur väldiga rullande vågor. Vattnet brann med blåa lågor och vräkte sig upp över stranden mot mitt hus.

För att stilla min oro rörde jag mig ständigt i tunnlarna från den ena stadsdelen till den andra. Jag kunde snart gatorna i alla de fyra stadsdelarna och graffitin nästan överallt ty i mina vandringar utan mål måste jag ständigt passera samma gator.

Alla omkring mig hoppade fram som småflickor på Jorden med de löjliga dubbelhoppet, som var det enklaste i den låga gravitationen. Själv försökte jag gå som på Jorden, men det blev långa knäande steg. Det gjorde folk nyfikna. Så länge jag skred fram genom den starka trängseln inskränkte sig mitt följ till ungefär ett dusin personer, som låtsades ointresserade. Men stannade jag någonstans i de trånga och mörka gränderna fördubblades människohopen omkring mig och började jag fråga om något på mitt omständliga jordiska sätt så skrek gatpojkar av idel förvåning och lockade dit folk även från sidogatorna. Alla stod de och stirrade på mig, en del bistra, andra förskräckta. Detta var ändå den största staden på Mars och innan Plurimax satte stopp för det hade man ju varit van vid turister från Jorden.

I den låga gravitationen måste man ständigt träna hårt för att inte förtvina. Jag förstod snart att marsianernas kultur var mycket mera fysisk än jordbornas. De dyrkade sin kropp på ett sätt, som nästan var som en religion. Det var stor skillnad mot Jorden där förlitandet på Cyberanden gjorde att folk försummade både renlighet och den egna kroppen.



Det viktiga var att hjärnan hade kontakten med Cyberanden. Det enda område, som hölls rent var det där antennen satt och det kontrollerades ständigt av moralpolisens. Sysslandet med den övriga kroppen ansågs snarast störa den kontakten. Hos en del gick det så långt att den ansågs dyrka Cyberanden bäst, som var smutsigast och mest otvättad.

Marsianerna däremot verkade lika besatta av sin kropp som jordinneväarna av det andliga. Hela staden var gjord för att gå i och meningen var förstås att man skulle få motion på det sättet. Det fanns de som gick omkring med extra tunga kläder insydd med bly här och där för att stärka kroppen. Det tvingade dem att anstränga sig extra i det vanliga livet. På min frus uppmaning försökte jag följa exemplet, men jag gav snart upp, när skavsåren började blöda.

Jag var också tvungen att stanna ibland för att hämta andan. Det var väl åldern och den tunna luften, men jag började också känna av den låga gravitationen. Musklerna i ryggen började försvinna och min fru tjatade om att jag skulle räta på mig. Vaderna var också smalare än någonsin. Jag försökte med tåhävningar men det hjälpte inte mycket. Förresten kändes det som om jag hade kuddar under fötterna också.

Bakom stadshuset var en triumfbåge prydd med de obegripliga streckar och krokar, som de första pionjärerna använde för att kommunicera med varann. Den ledde till arenan, baden och träningsanläggningarna. De var öppna från tidig morgon till sen kväll. Folk kom och gick hela tiden. Innan Plurimax stoppade turismen var staden berömd för sina bad. Även vi själva startade ju vår resa för badens skull. De sysselsatte på den tiden mer folk än någon annan verksamhet och anläggningarna fanns ännu kvar i all sin glans. Nu för invånarna själva.

Där fanns det mycket att se på. I parken fanns exklusiva butiker, trädgårdar, idrottsanläggningar, lekplatser och teatrar samlade inom ett område. Där fanns dusintals pooler och andra anläggningar, simbassänger och kalla och varma bad. Barer och andra ställen för försäljning av drycker fanns i anslutning eller inne i baden och till och med i omklädningsrummen.

I parken innanför triumfbågen höll schackspelarna till. Men det var inte det spel jag var van vid från Jorden eftersom böndernas förflyttning berodde på antalet ögon på en kastad tärning. Det gav förstås en chans för människor, när man spelade mot robotar. Det var ju länge sedan robotarna utklassade människorna i det spelet.

Längre fram på gräsmattorna såg man massor av både män och kvinnor, mest ungdomar, som sprang omkring och hoppade och hade sig som galna. Jag antog att de höll på med någon slags lekar eller tävlingar. En och annan robot rörde sig värdigt ibland dem. Deras ivriga och osammanhängande skrik fyllde luften. De knuffades och slet i varann, käbblade och föll och reste sig igen. De älskade uppenbarligen det de höll på med, vad det nu var.

En hel dag ägnade jag åt att titta på bollspelarna. Det var en blandning av alla åldrar. Det mest populära spelet var ett, där de tre spelarna var och en i hörnet av en triangel utan förvarning kastade bollen mot varandra med ena handen för att fånga den med den andra. Bollen flög tre gånger så långt som på Jorden och för att fånga den hoppade spelarna ibland tre gånger så högt, som jag var van vid.

En gång såg jag en skallig gamling i blå tunika och gröna sandaler som spelade med två robotar. Jag tittade på en stund, men vände mig sedan om för att ta ett skutt därifrån. Plötsligt hörde jag hur gubben ropade till. Jag såg mig tillbaka över axeln, men träffades mitt i hoppet av något i nacken, så att jag föll framstupa på marken.

Jag lyckades ta mig upp på knä och såg en boll rulla iväg. Jag kämpade mig upp på fötter och böjde mig ner för att ta upp den. Den gamle mannen var på väg mot mig, men de båda robotarna stod tysta med hängande armar och tomma ögon. En av dem måste ha kastat bollen och trott att jag ville vara med i spelet. Det är ju inte lätt för en robot att gissa en människas avsikter.

Jag plockade upp bollen för att kasta tillbaka den till den gamle. Den var förvånansvärt tung. Jag tog i så mycket jag kunde, men bollen nådde ändå inte fram. Det var något fel på den. Jag orkade knappt med den. När jag nu tänker på saken antar jag att det satt ett gyroskop inuti den för att motverka gravitationen. En boll med några roterande gyroskop kunde kanske kännas väldigt "tung".

Många andra sporter förekom också ute i parken. Mycket populär var säcklöpning. Vanlig löpning är ju besvärlig på Mars på grund av den långsammare pendelrörelsen hos benen i den låga gravitationen. Stegen blir nästan tre gånger så höga och långa som på Jorden.

Att springa blir mer som att hoppa och det var faktiskt en sevärighet att beskåda de höga och långsamma skutten i säckarna. En människa på Jorden kan kanske hoppa en halv meter och på Mars hoppar man ju nästan tre gånger så högt.

Det gällde att hålla balansen i luften. Det lyckades inte för alla, men de flesta kom ner på fötterna igen efter en frivolt eller kullerbytta. Tyvärr hade jag svårt att hålla mig för skratt när jag såg det första gången, vilket ledde till att jag höll på att bli misshandlad av ett gäng ungdomar, som tog det på allvar.

Bortom gräsmattorna låg omklädningsrummen. Där klädde man av sig och kunde sedan välja mellan den stora idrottsplatsen utomhus eller de två gymnas-tiksalarna inomhus.

De inre salarna var avsedda för all slags gymnastik och brottning. De nakna brottarna tog i så att de svettades, insmorda med olja. Det var inget som jag hade en tanke på att ägna mig åt, men man kunde också springa eller snarare hoppa sig svet-tig, kasta bollar fyllda med sand tillsam-mans med andra, slå på stora sandsäckar som hängde på pålar och lyfta tyngder eller hantlar. Speglar längs väggarna gjorde det möjligt att utföra varje rörelse med perfektion. Rummet var högt i tak med takfönster, genom vilket man såg trädskronorna.

Man kunde också springa på ett rullband i en maskin, som sände till ögonlinserna, så att man trodde att man sprang i något som liknade parken utanför. Det gjorde det lättare att träna och var bra också psykiskt. Jag försökte en gång, men blev andfädd redan efter några minuter och måste hoppa av.

Marsianerna runt omkring mig hade däremot förvånansvärt god kondition. Jag har sedan förstått att de använder syre mer effektivt än en jordbo. De har mer kapillärer för att mer effektivt flytta blod och har förmågan att vidga sina kärl för att få mer syre till musklerna.

Här höll också personliga tränare till, för vilka man kunde bekänna sina fel och brister och få tröst och vägledning i sitt sökande efter den perfekta kroppen. Tack vare min frus ökade förtjänster kunde jag unna mig en sådan. Här var det inte som på Jorden ett magnetogram utan en ung kvinna, mager så att man såg senorna och musklerna i hennes armar. Första gången jag inställde mig hos henne granskade hon mig misstänksamt och när jag på hennes fråga tillstod att jag kom från Jorden, drog hon på sig ett par blåa handskar som gick ända till armbågarna.

Hon pekade på den vita duken på bordet. Det var hårt och jag lade mig motvilligt ner och såg rakt in i hennes klara ögon. Pupillerna vidgade sig nästan hypnotiskt. Ögonbrynen var långa och smala likt svarta strimmor. De gick längre ner vid själva näsan än vid tinningarna så att ögonen såg sneda ut. På hyn fanns inget tecken till rodnad men kinderna var ändå rödgula som tomater. Hon hade mycket starka händer, som jag snart fick erfara.

-Här finns det mycket att göra, förklarade hon hurtigt, när hon hade klämt överallt på mig. Du säger ju att du har ont där bak så vi ska börja med gluteus medius. Lägg dig på sidan.

Hon använde alltid en massa sådana fack-termer, så det dröjde ett tag innan jag förstod hennes korthuggna befallningar. Jag undrade om det inte var bättre att ta några piller för att bygga muskler och stärka skelettet, men det tyckte hon inte. Så gjorde man minsann inte på Mars.

-Stöd dig på armbågen sa hon. Håll huvudet och axlarna i linje. Lyft benet. Ta i. Håll kvar. Sänk långsamt. Gör om tills det bränner i muskeln. Orkar du inte mer. Gör en till så vänder vi. Repetera, repetera, repetera.

-Sitt upp, skrek hon sedan med genom-trängande röst. Låt mig nu se om du kan nå dina tår utan att det gör ont. Armar uppåt sträck, framåt böj. Rätt ner från höfterna, raka ben. Bättre går det. Försök bara. Försök igen. Följ min takt. Ett, två, ett två.

- Såja. Det var bättre, skrek hon lite vänli-

gare, när jag för första gången lyckades vidröra tårna med raka knän. Gjorde det ont?

-Jo, sa jag spakt. Det gjorde det allt.

-Då fortsätter vi i morgon, sa hon och drog av sig handskarna. Gå nu och bada. Och slappna av. Du är alldeles för spänd.

Jag sänkte armarna och gjorde en långsam inandning, medan hon med en bakåtblick försvann ut genom en liten sidodörr. Hon skulle förmodligen desinficeras av robotar eller gå igenom ett bakteriebad eller något liknande efter att ha hanterat mig.

Själv tog jag mig till ett av svettrummen. Det var en fuktig bastu med en stor bassäng med brännhett vatten. Ett dussintal personer höll på att befria sig från smuts vid bassängen genom att skrubba sig med skrapor. Andra plaskade omkring i den. Själv satte jag mig på en bänk längst uppe vid taket.

Svettrummet fick sin värme från en underliggande värmekammare genom det tunna stengolvet och de ihåliga stenplattorna i mellanväggarna. En ljusstråle föll in genom en öppning i taket och spred ett milt ljusdunkel därinne.

Svettrummen var kanske det bästa med baden. Jag satt på den brännheta stenbänken och kände den skoningslösa torra värmen invadera mig underifrån tills den blev nästan outhärdlig. Svettdropparna kröp ur mina porer. Rummet var fyllt med en tunn och genomskinlig ånga genom vilken de andra badande spöklikt framträdde.

De var alla robusta marsianer. En livlig diskussion pågick någonstans. Då och då måste de höja rösten för att göra sig hörda över plasket från bassängen. I ett hörn vid en hög heta stenblock stod en robot redo att hålla vatten på dem. Fukten glimmade på den blanka emaljerade kroppen. Ögonen glänste röda i dunklet.

All oro och ängslan försvann. Det verkade inte finnas något mera meningsfullt i livet än att se svettpärlorna rinna ner över mitt bröst. Jag insåg att detta var marsianernas tempel. I dessa magnifika byggnader ägnade de sig med inlevelse åt sin dyrkan av den egna kroppen. Det var för dem som vestalernas palats i Rom där jordborna dyrkade Cyberanden, det allvetande och allsmåttiga intellektet.