

Claes tog examen från KTH Flyg 1986 och från Stanford University 1987. Han har arbetat med jaktplansvingar och rymdflygplan vid FFA, med jetmotorer vid Volvo Aero & GE, SAS samt design av flygplanskomponenters test och verktygssatser på ST Engineering Aerospace.

1



Kan segelflyg ge miljövänliga passagerarplan? Claes Eriksson

Segelflygplan kan ge en fingervisning om hur nya passagerarplan kan utvecklas mot lägre utsläpp av CO₂, som påverkar klimatet. Längre och flexibla vingar är till exempel kritiska för att konstruera framtida långdistansflygplan. En vinge med lång framkant och liten korda som hos segelflygplan får lägre luftmotstånd automatiskt då större andel av vingen är framkant med laminär strömning. Det finns dock begränsningar i flygplatsers infrastruktur så man jobbar även med fällbara vingspetsar

Många är övertygade att CO₂ och andra utsläpp påverkar klimatet och har gjort så under årtusenden. Med jordens nuvarande befolkningssmängd drabbar torka pga högre temperaturer många fler än vad det gjort historiskt. Därför jobbar flygindustrin med att ta fram flygplan som släpper ut mindre avgaser per passagerare, nuvarande plan når ned till ca 0.3 l/passagerar-mil.

Airbus och Boeing har tagit fram och producerat sina modernaste kort/medeldistansplan A320neo och 737MAX. Dock har 737MAX flygförbud f.n. pga en misslyckad riskbedömning av Boeing och olika luftfartsmyndigheter. Det intressanta är vad som kommer efter A320neo och 737MAX och vad för teknologi man kommer att välja.

737MAX problem är ett mjukvarusystem MCAS för att minska risken för olinjära spakkrifter nära stallgränsen vid flygplanets tyngdpunkt långt bak. MCAS blev kopplat till endast en Alfa probe och dess datalogik gjorde att den kunde repetitivt gå igång tills den nådde max stabilisator trim nos ned och då kunde inte höjdroderverkan överstiga stab trim. Under testflygningarna ändrade Boeing dess logik att även gå igång på låg höjd utan att ändra sin riskanalys "Failure Mode Effect and Cause Analysis" eller gjorde FAA medvetna om ändringen då FAA delegerat ca 95% av certifieringsjobbet till Boeing. Många jaktplan har rörlig stabilisator som höjdroder för att snabbt få tillräcklig höjdroderverkan speciellt i överljud, någon som J35 Draken skulle behövt.

Dessutom nämndes inte systemet för piloterna. De första som råkade ut för att det slog igång pga en felaktig alfa probe kunde hantera det genom att slå av automatiken, men nästa flygning med en felriggning av en utbytt reserv alfa probe, nyligen testad på verkstaden i Miami ihop med slarvig kontroll vid dess installation, gjorde att Lion Air Flight 610 störtade. Ett tag senare med hela industrin väl medveten om problemet hände det igen med Ethiopian Airlines Flight 302 då troligtvis vänster alfa probe slogs ut av en fågelkollision och visade fel värden. Massor av pilotvarningssystem slog igång, piloterna lät planet öka i hastighet pga högt gaspådrag så att det manuella trimhjulet inte kunde rubbas för att trimma ut planet att flyga rakt så höjdroderverkan kunde bli normal. Med MCAS som stegvis körde stabilisatorn till max nos ned, feltrimmat plan i för hög hastighet och ett höjdroder som inte orkade stå emot stabilisatorns nos ned störtade det också.

Boeing har nu modifierat MCAS systemet till att läsa och jämföra båda alfa givare, ny symbol på pilotdisplay, beräknad alfa från andra givare och begränsa MCAS till en cykel och låter höjdroderverkan kunna stå emot MCAS stab trim, MCAS stängs av för den flygningen. Piloten får då hantera olinjära spakkrifter i vissa sällsynta flygfall, planet är fortfarande stabilt men det är ett certifieringskrav att spakkräften för ökad alfa ska vara linjär.

Boeing väntar nu på FAA provflygningsresultat där den nya FAA-chefen, med bakgrund som pilot på Delta Airlines och USAF F-15 pilot, själv ska provflyga 737MAX med modifierat MCAS system. Då FAA flugit klart och lämnat sin rapport till



Boeing så kan Boeing göra de eventuella justeringar som behövs och lämna in sin rapport med Service Bulletin och FAA ge ut ett "Airworthiness Directive", som speglar modifieringarna ihop med ett reviderat pilotträningsprogram som då flygbolagen kan införa och åter sätta 737MAX i trafik i USA. Varje luftfartsmyndighet ska då göra sina provflygningar eller godkänna FAA/EASA och dess granskningar.



Åter till segelflygplan som kan ge fingervisning om hur nya passagerarplan kan utvecklas, det engelskutvecklade Airbus High Altitude Pseudo Satellite "HAPS" obemannade solkraftdrivna planet Zephyr 2 ovan. Den första modellen var designad och byggd av det Engelska forskningsbolaget QinetiQ. Det slog rekord för flygtid från 9-23 Juli 2019 på 336hr och 22 min. Under sommaren 2018 på premiärflygningen flög Zephyr S i 25 dygn och 23 timmar. Det använde speciella laddbara batterier "Amprius lithium-ion med kisel nanowire anode" för 435 Wh/kg specifik energi, upp från 300-320 Wh/kg för vanliga grafit anoder. The Zephyr 8 kommer ha 24 kg batterier och 5 kg nytolast.

Kan segelflyg ge miljövänliga passagerarplan?

Ett annat Airbus projekt man köpt in sig i är Perlan 2. Perlan 2 är konstruerad för att kunna nå 90,000 ft flyghöjd vid Anderna. Vindvågor som träffar Anderna skapar ibland stigande luft över 100 000ft höjd då de interagerar med sydpolens polarvindar. På dessa höjder kan den endast hålla höjden om den är mycket lätt och flyger fort. Nuvarande höjdreord för kontinuerlig flygning på höjd är SR-71 Blackbird, de andra höjdreorden har gjorts flygande i en parabel.

Perlan-projektet (namngivet efter höghöjdsmoln i Skandinavien) är framtaget av Einar (pronounced "Ay-nar") Enevoldson, en tidigare test pilot för Royal Air Force, U.S. Air Force och NASA. Han har flugit bla. F-86, F-14, och F-111 samt vissa experimentflygplan bla den "vridna vingen" AD-1 och X-24B.

Enevoldson pensionerades från NASA 1986 och gick då vidare till Grob Aircraft i Tyskland för utprovning av Strato 2C, ett höghöjdsplan utvecklat av tyska "FFA" DLR. Projektet lades ned men väckte intresset för Einar då han i en korridor hos DLR i Munchen 1992 såg en bild av höghöjds luftfartshastighetsmätningar gjorda med LIDAR (Light Detection And Ranging).

Bilden visade höghöjds vågor, som var mycket större och högre än vad han sett tidigare. Han insåg att dessa vindar kunde lyfta ett segelflygplan till rekordhöjder. Då dessa vindar träffar en bergskedja uppstår en vågform på läsidan, som når mycket högt. De bildar ofta linsformade moln och under dessa bildas ofta turbulens och kraftiga nedåtvindar.

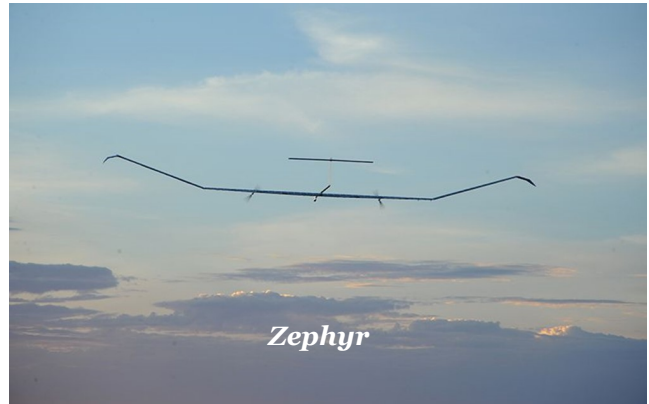
År 2006 reste Enevoldson och den berömde Steve Fossett till Argentina och satte världsrekord med en modifierad Glaser-Dirks DG505M segelflygplan, Perlan I. Efter 5 timmars flygning nådde de 50,727 ft och steg fortfarande med 300 ft/minut.

Greg Cole, grundare av Windward Performance i Bend, Oregon, konstruerade Perlan 2 optimerad för höghöjdsflygning. 33 ft lång med 84 ft spännvidd i prepreg kolfiber. Det väger 1700 lb (773kg) inklusive pilot. Perlan 2 vinge är optimerad för flygning på 60,000 ft. På låga höjder har den ett glidtal på 40 till 1. Det är sämre än dagens tävlings segelplan, som har 60 till 1, men vid 60,000 ft precis ovan tropopausen där den stratosfära luftvägen är som svagast har Perlan 2 max glidtal.

Den har större vingarea än en racer för att den ska stiga även då den flyger sakta. De räknar med en flygtid på 3,5 timme för att nå 90,000 ft. Planet kommer att ha batterier för att värma piloten via elfilter och elsockor. Dock är kabinen tät och blir trycksatt på höjd så det är risk för övertemperatur, men de har installerat anti-dim film på insidan för att hindra fukt från att kondensera och begränsa sikt samt frysa till is.

Pga tunn luft kommer hastighetsmätaren bara att visa 50 mph på 90,000 ft men "hastighet över grund", kommer att överstiga 400 mph. Nedstigningen kommer bara att ta en timma. På fråga om räckvidden sa piloten Payne "it could easily glide past the divert field to the Falkland Islands"

Finansiären av Perlan 2 projektet, Steve Fossett, flög över Sierra Nevada September 7, 2007, och återvände aldrig. 2012 var pengarna slut, men 2014 hoppade Airbus på som finansiär. FAA gav Perlan registreringen N901EE, "90" för 90 000 ft och "EE" för att ära Einar Enevoldson (och "1" för att "N900EE" var redan taget).

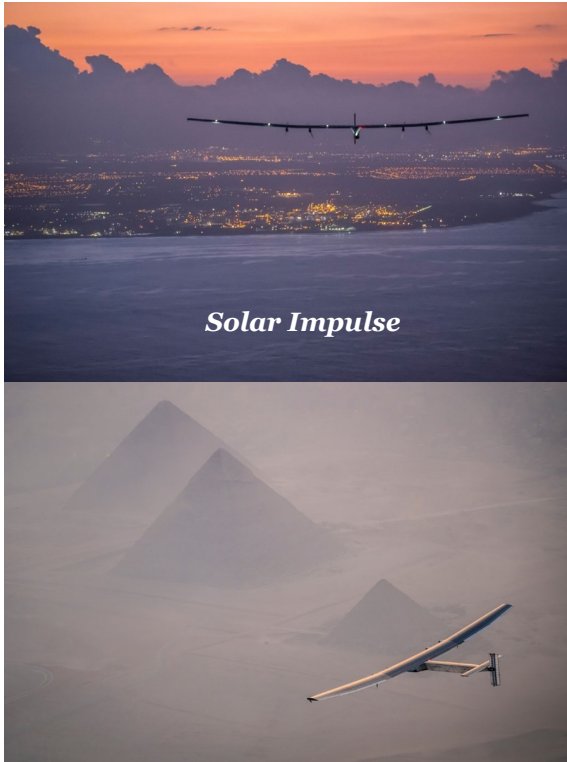


Augusti 2018, Airbus Perlan Mission II flög till 65,605 ft höjd (19.9km) och slog rekordet från September 2017.



Kan segelflyg ge miljövänliga passagerarplan?

Solar Impulse är ett schweiziskt långdistans rekordflygplan som med solkraft på dagtid och batterier nattetid flög jorden runt i etapper. Det leddes av André Borschberg och den schweiziska läkaren, filantropen och ballongfararen Bertrand Piccard, som också flög jorden runt non-stop i ballongen Breitling Orbiter 3.



I USA har bolaget Aero Environment konstruerat HAPS (High Altitude Pseudo Satellite) flygplan. Dessa flyger sakta med långa flexibla vingar och gör fladderforskning för NASA.



NASAs forskare använder det förarlösa modellplanet X-56A för att undersöka lätta och flexibla flygplansstrukturer. Längre och flexibla vingar är kritiska för att konstruera framtida långdistansflygplan.

Då dessa vingar är känsliga för fladder och last av vanligt förekommande atmosfärisk turbulens behöver man aktiv fladderdämpning och aerodynamisk lyftkraftsavlastning. Målet är att ta fram avancerad aero servoelastisk teknologi mha billiga obemannade experimentflygplan. Planet har vingprofiler som ger fladder för att via instrument förutsäga fladder men också med aktiva roder kunna dämpa bort det.

Det finns begränsningar i FAA/EASA certifieringskrav där civila plan måste vara stabila även med systemfel, så moderna fly-by-wire civila plan som 787, A320, A330, 777, A350XWB, A220, ERJ190E2 är stabila även i degraderade moder av styrsystemet. Detta till skillnad mot tex JAS39 och de flesta moderna jaktplan, som är tippinstabila i underljud för stor svängprestanda med låga hastighetsförluster och behöver datastöd för att hållas stabila.

En vinge har normalt laminärströmning i sin framkant med omslag till turbulent strömning efter "ett tag". En vinge med lång framkant och liten korda som hos segelflygplan får då lägre luftmotstånd automatiskt då större andel av vingen är framkant med laminär strömning. Sedan vill man med olika metoder behålla laminärströmningen så långt man kan längs med kordan med ytfinitet och form men efter max tjocklek på vingen där lufthastigheten börjar bromsas upp mot bakkant är det svårt.

Bl.a. har 787-9 en fena som suger in gränsskikt och släpper ut längre bak. Man vill även ha en så tunn vinge som möjligt för luftmotståndet och där hjälper den styva och lätta kolfiberkompositen mycket. Boeing 777-9 har kolfibervinge men Aluminium-Litium legering i den cylindriska flygkroppen. Kolfiber gör större nytta som vingmaterial än skrovmaterial.

Ett problem i de transsoniska hastigheter passagerarjetplan flyger i, runt Mo.82-0.89, är att fladder är ett problem för de långa och slanka vingar man vill ha för lågt luftmotstånd. Man kan även tillverka i ännu styvare material som bor/kiselkarbidfiber som ytbeläggs och bäddas in ett distansmaterial som kan vara pressad kiselkarbid. Men kostnaderna är höga och tillverkningsmetoder är utvecklade för mindre detaljer tex ebk utloppsflappar eller keramiska tätningar i de senaste jetmotorerna.

Kan segelflyg ge miljövänliga passagerarplan?

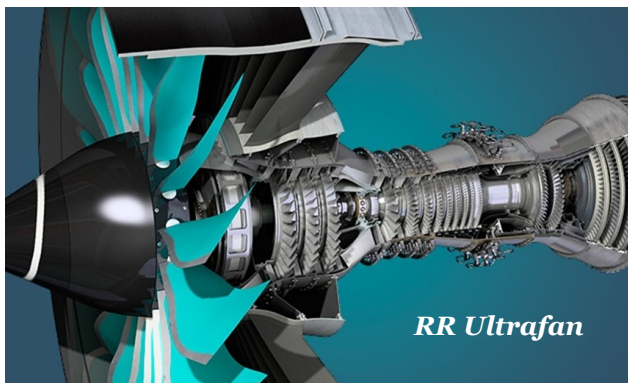
Man forskar då på små roderrörelser längs med vingens bakkant för att hindra fladderinitiering, liknande det man har för yaw damper på civila plan, men det gäller att utveckla roder, styrlogik och snabbhet med redundans så det alltid fungerar. Det existerar säkert motsvarande EU program. A350XWB har en kontinuerligt "adaptiv vinge" för att långsamt optimera dess form.

"To improve efficiency at higher speeds, the A350 XWB can deflect its wing flaps differentially which optimizes the wing profile and enables better load control". Detta är inte fladderkontroll utan ren profiloptimering för höjd, fart och lyftkraft som beror på vikt som minskar under flygningen i takt med att bränslet förbrukas. Det märks med att planet vill stiga vid konstant dragkraft då det minskar i vikt.



Med en optimerad struktur med plan i samma hastigheter som idag utan att gå till extrema material så minskar bränsleförbrukningen med 3-7%. Till detta ska läggas förbättringar i motortekniken.

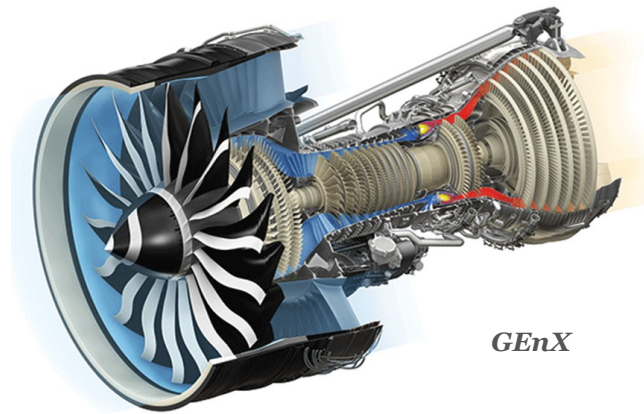
Med nästa generations motorer som RR Ultrafan med en växlad större fläkt samt en brännkammare, som opererar vid upp till 60 bars tryck, får man upp till 7-15% i besparing mot dagens A330 motorer. Så nästa generations A320/737 kommer inte förrän motortillverkarna skalar ned sina senaste mest avancerade motorkonstruktioner. Det sker endast efter att de tjänat in pengar på nuvarande motorer eller om lagstiftningen ändras via ICAO med skärpa krav på CO₂ och NO_x.



Även GE9X på nya 777-9 ger nästan samma prestanda. Dessa motorer kan skalas ned till vad en A321neo++ eller kommande A322neo behöver. 35-43k lb dragkraft med nästan samma pre-

standa. Redan idag så är LEAP 1A motorn för A320neo i princip en nedskalad GEnX motor nedan från 787.

Man ser att boostern bakom fläkten och lågtrycksturbinen på GEnX har mycket större radier än LEAP-1A motorn, men deras konfigurationen är mycket lika. GE har behållit GE90 konfigurationen på efterföljande motorer såsom GP7000 för A380, GEnX för 787 och LEAP-1 för 737MAX och A320neo. Dock har man kontinuerligt minskat antalet på de avancerade fläktbladen i kolfiberkomposit och titanlegering samt fört in mera keramer.



LEAP 1-A