

Superplanen som kom av sig

Flyget har ökat vår förmåga att röra oss runt om i världen oerhört, men långväga resor är fortfarande en ganska tråkig verksamhet, eftersom vi är begränsade till flyghastigheter under den lokala ljudhastigheten. Varje person som har tillbringat tjugotimmar på ett flyg till Australien kan förlåtas för att vilja ha högre hastigheter. Det skulle vara bra om problemet med att möta den ökande efterfrågan på långresor kunde lösas på det sättet.

Bristol Aeroplane Company studerade i slutet av 1950-talet och början av 1960-talet ett antal förslag som en del av en stor brittisk insats, som finansierades av regeringen. Detta kulminerade så småningom i typ 223 för cirka hundra passagerare med en hastighet runt Mach 2. Samtidigt utvecklade Aerospatiale i Frankrike sin "Super Caravelle". För att spara kostnaderna kombinerades utvecklingsprojekten, och resultatet blev den engelsk-franska Concorde.

Concorde var det första stora gemensamma europeiska flygprojektet. Den 29 november 1962 undertecknade Storbritannien och Frankrike ett fördrag om att dela kostnader och risker. British Aerospace och det franska företaget Aérospatiale var ansvariga för skrovet, medan Storbritanniens Rolls-Royce och Frankrikes SNECMA (Société Nationale d'Étude et de Construction de Moteurs d'Aviation) utvecklade motorerna. Resultatet blev ett tekniskt mästerverk, den deltavigade Concorde, som gjorde sin första flygning den 2 mars 1969 och sin första transatlantiska överflygning den 26 september 1973. Den invigde världens första reguljära överljudspassagerartrafik den 21 januari 1976.

Concorde, mer än dubbelt så snabb som ljudet med Mach 2,04, gjorde att en typisk London till New York flygning tog mindre än tre och en halv timme i motsats till cirka åtta timmar i underljud. Concordes snabbaste transatlantiska överflygning var den 7 februari 1996 när den gjorde New York till London på 2 timmar 52 minuter och 59 sekunder.

Komponenter för Concorde tillverkades på flera platser i Storbritannien och Frankrike, och det fanns två monteringslinjer, en i Filton och en i Toulouse. Den första brittiska prototypen gjorde sin första flygning från Filton den 9 april 1969, 38 dagar efter den franska prototy-



pen. Totalt byggdes tio i Filton och tio i Frankrike.

Concorde drevs av fyra Rolls-Royce/SNECMA Olympus 593 motorer. Efterbrännkammare producerade den extra dragkraft, som behövdes för starten och övergången till överljudsfart.

Concorde förlängdes mellan 15 och 25 cm under flygning på grund av uppvärmning av skrovet. Detta målades i en specialutvecklad vit färg för att klara dessa förändringar och för att minska den värme som genererades vid överljudsfart.

Flygplanets buller- och driftskostnader begränsade dock dess användning. Concordes utvecklingskostnader var så stora att de aldrig kunde återvinnas från verksamheten och flygplanet var aldrig ekonomiskt lönsamt. En annan faktor var dess höga bränsleförbrukning, särskilt i jämförelse med befintliga alternativ som Boeing 747 och 707. Concorde hade en passagerarkapacitet på 100 personer och konsumerade över 89 000 liter bränsle för en transatlantisk flygning medan Boeing 747, med en kapacitet på mer än 400 passagerare, drog omkring 59 000 liter över samma avstånd. Oljekrisen 1977 drev upp de globala oljepriserna till aldrig tidigare skådade nivåer och förvärrade saken ytterligare.

Bullret vid överljudsfart gjorde att den amerikanska kongressen begränsade Concorde till att endast använda Washington Dulles Flygplats och New Yorks John F. Kennedy Airport, vilket hindrade Concorde från att utnyttja de främsta nordatlantiska destinationerna.

En annan viktig händelse, som ökade motståndet mot Concorde, var en olycka i juli 2000, där en Concorde kraschade i Frankrike och alla passagerare och besättningen ombord omkom. Terroristattacker den 11 september 2001 ledde också till en minskning av antalet flygpassagerare. Den 10 april 2003 tillkännagav British Airways och Air France offentligt att Concorde-verksamheten upphörde. Tjugotjugo Concorde flygplan byggdes, sex för utveckling och 14 för kommersiell service.

Concorde var egentligen inte först. Tupolev Tu-144 var faktiskt det första passagerarplanet som flög mer än dubbelt så fort som ljudet. Dess första flygning kom tre månader innan Concorde. Jämfört med Concorde var Tu-144 mycket större. Den var över 67 m lång - 3,7 m längre än sin anglo-franska rival. Den var som Concorde utformad för att flyga på precis över Mach 2 och var och en av de fyra motorerna, med efterbrännkammaren tänd, kunde generera mer än 20 tons dragkraft - 2,7 ton mer än Concordes motorer.

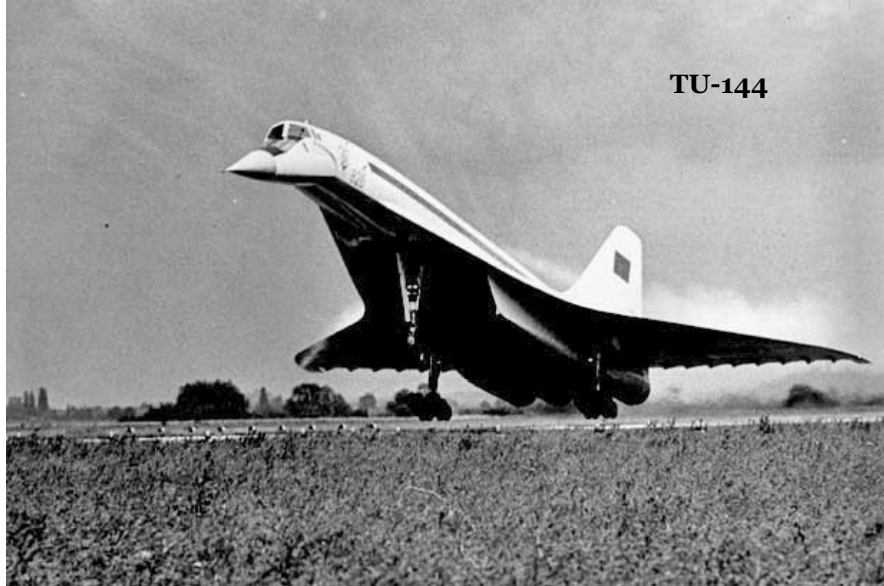
Det är ingen tvekan om att sovjetiskt tänkande på Tu-144 var starkt påverkat av Concorde. Frånvaron av horisontella stjärtfenor var till exempel en radikal avvikelse från tidigare sovjetiska mönster. Men det fanns också många skillnader och flera problem kom snart att plåga Tu-144. Det var ett projekt kanske 10 till 15 år före vad den sovjetiska flygindustrin kunde på den tiden. Två av de viktigaste områdena, där Tu-144 låg efter var bromsar och motorstyrning.

Concorde var ett av de första flygplanen, som hade bromsar av kolfibrer, vilket klarade av den enorma värmen som genererades när flygplanet saktade ner efter landning (Concorde hade en hög landningshastighet med omkring 300 km/h). Ryssarna hade inget liknande. Ett ännu större problem var motorn. Concorde var det första passagerarplanet, där systemet helt kontrollerades av en dator. Det förändrade ständigt luftinloppets form för att säkerställa att motorerna fungerade så effektivt som möjligt. Concorde hade också ett flygkontrollsystem som kunde justera vingformen för att minska motståndet när den flög vid supersoniska hastigheter. Sådana datorstyrda vingar var okända före Concorde - nu har dagens subsoniska flygplan också sådana.

Medan Tu-144 var kraftfullare, krävdes det också mer för att den skulle komma i luften. Tom vägde Tu-144 strax under 100 ton - mer än 20 ton tyngre än en tom Concorde. En del av detta berodde på det enorma landningsstället. Concorde hade två hjul fram och två uppsättningar av fyra hjul under vingarna. Tu-144 hade två på framsidan men tolv under vingarna på grund av att ryska däck var gjorda av syntetgummi och mer benägna att gå sönder (tanken var att om en eller två gick sönder skulle det ändå vara tillräckligt för att klara flygplanets vikt).

Ryssarna kunde inte heller hitta en lösning för att minska bruset inne i passagerarkabinen. Motorerna och luftkonditioneringen, som drog luft från motorinloppen, skapade båda enormt oljud. Luftkonditionering var viktigt - kabinen skulle annars ha blivit farligt varm på grund av värmen, som genererades av luftfriktion på planet's utsida. Concorde använde sitt bränsle som ett kylmedium för att hålla temperaturen nere. Då behövde inte så kraftfulla luftkonditioneringsapparater - och det höll ljudet nere på acceptabla nivåer.

Sedan slog katastrofen till vid 1973 Paris Air Show inför all världens press. Tu-144 steg snabbt med motorer på fullt pådrag. Sekunder senare slog planet över och dök in i en närliggande by. Alla sex i besättningen och åtta personer i byn dödades. Det var flera teorier om varför Tu-144 kraschade. Några trodde att piloten hade manövrerat för hårt med låg hastighet, vilket ledde till att planet förlorade lyftkraft. Andra sade att de molniga förhållandena kunde ha förvirrat besättningen. En annan teori var att planet hade måst



TU-144

undvika ett franskt Mirage-stridsflygplan, som flög nära för att ta bilder.

Det tog sedan fram till 1977 för Tu-144 att börja flyga passagerare, men en gång i tjänst verkade det som om planet var mer problem än det var värt. Efter att en modifierad Tu-144 kraschade på en provflygning i juni 1978 slutade Aeroflot använda planet. Det hade flugit endast 102 kommersiella flygningar, och endast 55 av dem hade transporterat passagerare. Concorde flög i jämförelse i mer än 25 år. Tu-144s produktion slutade officiellt år 1982. De 14 återstående Tu-144 hade ett kort sekundärt liv för att utbilda besättningar för den planerade sovjetiska rymdfärjan Buran.

Redan innan Concorde såg amerikanska flygbolag seriöst på genomförbarheten av ett supersoniskt passagerarplan, en supersonisk transport (SST). Ett företag, Douglas Aircraft, gjorde ett koncept 1961 för ett flygplan, som kunde flyga vid tre gånger ljudets hastighet (Mach 3). Douglas trodde inte bara att ett sådant flygplan skulle kunna flyga före 1970, men att det skulle finnas en marknad för hundratals flygplan.

USA: s president John F Kennedy såg Concorde och Tu-144 som en utmaning. Amerika skulle skapa sitt eget överljudsplan ansåg han. Sökandet efter ett supersoniskt flygplan blev nästan lika viktigt för USA som kapplöpningen till månen. Det statligt sponsrade projektet valde mellan två alternativ, ett från flygbolagsjätten Boeing och ett annan från Lockheed.

På 1960-talet var Boeing och Lockheed två av de mest erfarna flygplansproducenterna i världen. Boeing hade revolutionerat flygresor med allt mer pålitliga jet-flygplan. Lockheed hade konstruerat det första flygplanet som kunde flyga vid mer än dubbelt så hög hastighet som ljudet, F-104 Starfighter, och arbetade med ännu snabbare militära plan.

Kennedys morot till Lockheed och Boeing var att regeringen skulle ta 75% av kostnaden för programmet om man kunde producera en design som kunde konkurrera med Concorde. Båda företagen hade gjort "papperstudier" på supersoniska passagerarplan sedan slutet av 1950-talet. De flesta av dessa studier speglade den ryska och europeiska forskningen mot deltavingade flygplan. Raka vingar skapade för mycket motstånd och den triangulära formen hos deltavingar gav en stabilitet som kunde motstå påkänningarna vid hög hastighet - flygplan som den franska Mirage III och den ryska MiG-21 hade redan visat att deltaformen lätt kunde gå till Mach 2 och bortom.

Lockheed valde deltautformningen för sin design, som syftade till att flyga strax under Mach 2 med 270 passagerare. Boeings design skulle kunna flyga på Mach 2.7 med 270 passagerare och man valde vad som kallades "variabel geometri". Vingarna skulle vara raka vid låga hastigheter för att förbättra flygplanets hantering vid start och landning och sedan svänga tillbaka närmare flygplanet's kropp vid högre fart. Efter en hel del prov valdes Boeings koncept 2707 ut som vinnare den 1 januari 1967.

2707-projektet var Boeings största prioritet under slutet av 1960-talet. Men det var allt annat än lätt. Det faktum att 2707 skulle flyga snabbare än Concorde hade stora konsekvenser. Vid sådan hastighet upplever flygplanet enorm uppvärmning - delar av Concorde uppvärms till väl över kokpunkten för vatten. Nospetsen kan bli 127 C vid Mach 2. Allting från tätningssmedel, till elektriska ledningar till fönstren måste speciellt utformas för värmen.

Nationell stolthet var på spel, men den politiska viljan var inte tillräcklig för att lösa de enorma utmaningarna. Vissa militära flygplan hade redan konstruerats för sådana hastigheter, men de var små, och de hade högst två besättningsmedlemmar. Att skala upp till något som kunde bära nästan 300 personer var en stor utmaning. Problemet Boeing hade var att deras konstruktion innebar en enorm mängd extra vikt. Lagren i vingarna måste vara väldigt tunga, och tyngden blev nästan orimlig.

Även när konstruktörerna övergick till en deltagningform, kunde de fortfarande inte lösa några av de viktproblem som det innebar att flygplanet drog mycket bränsle. Bränslet var relativt billigt när 2707 konstruerades på 1960-talet, men med lågkonjunkturen 1971 och oljekrisen 1973 började kostnaden för olja att stiga. Ljudbängen, som 2707 skulle skapa när den bröt ljudvallen, var ett annat problem. Beställningarna från flygbolagen smälte bort när det visade sig att miljöhindren skulle begränsa flygplanets användning till att flyga över havet, långt ifrån befolkade områden. Det var därför Concorde bara flög till destinationer på USA: s östkust.

Trots att projektet misslyckades lärde sig Boeing några saker som t ex den superkritiska vingen, som nu används rutinmässigt på moderna flygplan för att begränsa stötvågor och minska motståndet. I USA har man heller inte helt gett upp supersonisk flygning. På 1990-talet började Nasa ett projekt om flera miljarder dollar för



En full-size mock-up av delta-winged Boeing 2707 byggdes i Seattle (Credit: Boeing)

att bygga nästa generation av supersoniska flygplan, kallat High Speed Research (HSR). Lockheed hade också ett samarbete med Nasa för att designa ett tystare supersoniskt flygplan, som en dag skulle kunna bära passagerare, projektet High Speed Civil Transport.

High Speed Civil Transport (HSCT) var ett NASA-program för att utveckla den teknik, som behövs för att utforma och bygga ett överljudsplan, som skulle vara miljömässigt acceptabelt och ekonomiskt genomförbart. Flygplanet skulle vara ett framtida överljuds passagerarflygplan, som skulle flyga vid Mach 2.4, eller mer än dubbelt så snabbt som ljudet. Projektet startade 1990 och avslutades 1999, men NASA bedriver fortfarande forskning främst för att minska bullret. Några företag har också projekt på affärsflygplan upp till 55 passagerare, som ska kunna flyga direkt från New York till Sao Paulo eller London till Beijing.

Så varför stannade hastigheten på transportflygplan vid underljudshastighet? Tekniskt sett finns det ju en gräns för jetmotorn så hög som Mach 4. Motoreffektiviteten ökar till och med något med hastigheten, fast inte särskilt mycket över Mach 1.

Men förutom motorns effektivitet är förhållandet mellan lyftkraft och motstånd L/D den viktigaste parametern för flygplan, vilket påverkar viktiga ekonomiska prestanda såsom maximal räckvidd, nyttolast och bränsleförbrukning.

Förhållandet L/D faller snabbt vid högre hastigheter på grund av stötar i överljud. Det börjar lokalt på kroppen av flygplanet

även under Mach 1. Redan vid Mach 0,85 börjar L/D att sjunka. För ett Mach 2 flygplan som Concorde är $L/D = 7$, mindre än hälften av värdet för ett Mach 0.85 flygplan som 747 på $L/D=18$. För moderna överljudsplan kan L/D förväntas vara ca 10. Detta skulle kunna åstadkommas genom att öka vingens spännvidd, förbättra flygkroppens form och kanske genom laminär flödeskontroll av vingargränsskiktet. Särskilda konfigurationer för flygning på Mach 1,2-1,4 kan kanske ha värden upp till 12 eller mer. Men sådan teknik kan också användas för att öka prestanda i underljud och det är ett säkert antagande att överljudsplan alltid kommer att ha betydligt lägre L / D värden än underljudsplan.

Därför bör vi inte förvänta oss att överljudsflygplan ska bli ekonomiska även inom en mycket avlägsen framtid. Den direkta driftskostnaden per passagerarkilometer för Concorde på 1980-talet var två gånger så hög som för ett underljudsflygplan som 747 och bränslekostnaden var tre gånger så stor. Denna skillnad kommer förmodligen att bestå för framtiden på grund av den lägre L/D för överljudsplan. Dessutom, på grund av sin högre relativa bränsleförbrukning, är ett överljudsflygplan mer känsligt för miljöavgifter och dessa kommer för eller senare att baseras på hur mycket flygplanet förorenar atmosfären i stället för att tas som landningsavgifter. Troligen kommer därför överljudsflygning i första hand att användas för affärsflygplan, där kunderna är beredda att betala ett högt pris för att komma fram snabbt.