

Kommer elflygplan?

Luftfarten är den enda stora industrin i EU där koldioxidutsläppen ökar avsevärt även om den står för bara 3% av de globala utsläppen idag. Det finns därför ett nytt intresse för att påskynda utvecklingen av passagerarflygplan som drivs av el- eller hybridelektrisk kraft. Man uppskattar att det finns mer än 200 elektriskt drivna flygplan under utveckling, men som framgår av nedanstående artiklar så finns det en hel del problem, som måste lösas. För flygtekniker väntar en spännande framtid.

BBC Future: [Just how far can electric planes take us](#)

RAeS : [Wiring up the electric aviation revolution](#)



I Sverige har uppstartföretaget Heart Aerospace presenterat ett koncept till ett regionalt trafikflygplan med 19 säten (se Bevingat 2020-5). Den franska regeringen har meddelat att den planerar för ett koldioxidneutralt flygplan fram till 2035 och den brittiska premiärministern Boris Johnson lovade att Storbritannien skall vara först med att utveckla ett långdistansflygplan med nollutsläpp.

Medan anmärkningsvärda framsteg har gjorts de senaste åren när det gäller utvecklingen av mindre eldrivna flygplan, så har större elflygplan för kommersiell persontransport fortfarande en lång väg att gå. Många tekniska hinder behöver övervinnas, särskilt de som rör batterierna. Batteritekniken kan fortfarande inte konkurrera med flygbränsle som energikälla.

Energitäthet definieras vanligtvis i antalet wattimmar (Wh) per kilogram (kg). Ett nuvarande litiumjonbatteris energitäthet kan uppgå till 250 Wh/kg, medan energitätheten för jetbränsle, eller fotogen, är ungefär 12 000 Wh/kg. Skillnaden är visserligen inte så stor, som den verkar, eftersom elektriska framdrivningssystem är mer effektiva, vilket innebär att de kan gå mer mil på mindre energi, men för närvarande lämnar detta fortfarande fossila bränslesystem ungefär 14 gånger mer energirika än batteridrivna alternativ.

Ett helelektriskt flygplan kommer också att väga detsamma i slutet av en flygning som det gjorde i början - till skillnad från ett konventionellt jetflygplan, som blir lättare när det förbrukar bränsle. Det minskar i sin tur mängden bränsle, som behövs för att hålla sig i luften. Världens största passagerarplan, Airbus A380, skulle bara kunna flyga 1 000 km med batterier jämfört med 15 000 km med fotogen. För att behålla sin nuvarande räckvidd skulle planet behöva batterier som väger 30 gånger mer än det nuvarande bränslet, vilket innebär att det aldrig skulle komma upp från marken

Den första generationen elflygplan kommer sannolikt att vara ombyggda versioner av befintliga flygplan med konventionella motorer ersatta av elektriska propellermotorer. Eftersom batteriernas tillförlitlighet ännu inte är säkerställd kommer dessa flygplan sannolikt för att uppfylla flygsäkerhetsbestämmelserna att vara "hybridelektriska" och utrustade med en extra fossil bränslemotor med en generator, som laddar de elektriska batterierna för att förlänga räckvidden.

Sådana hybridflygplan, även om de kan vara säkrare, kommer emellertid inte att vara lika effektiva som vare sig helt bränsledrivna eller rena elmotorflygplan. Reservmotorn tar upp nyttolastutrymme och vikt, och flygplanet kommer att behöva bära både batterier och

flytande bränslen, som måste tankas och laddas mellan flygningarna.

Man uppskattar att det finns mer än 200 elektriskt drivna flygplan under utveckling och antalet av dessa projekt ökade med 30% mellan 2018 och 2019. Många av dessa flygplan är hybridmodeller, där el kan ge så lite som 10-20% av framdrivningen.

I princip kan dessa konstruktioner vara lättare att utveckla med befintliga flygplanskroppar. Ett av hybridflygförsöken under de senaste åren var E-Fan X, ett gemensamt projekt mellan Airbus, Siemens och Rolls-Royce. Konceptet för planet innehöll ett 100-sitsigt BAE 146-flygplan som skulle modifieras så att en av dess fyra motorer skulle drivas av en 2 megawatt-motor. Planen var att utföra en provflygning med flygplanet 2020, men projektet lades plötsligt på is.

Det finns ingen aktuell plan för att flyga ett annat prototypflygplan med teknik från E-Fan X-, men många lärdomar har man dock fått. Inte minst hur komponenter som elektriska generatorer, kablar och kopplingssystem behöver omformas eller byggas helt från början för att vara tillförlitliga och säkra nog att flyga. Till exempel kräver elektriska komponenter ytterligare isolering för att säkerställa att de inte tar eld särskilt på hög höjd.

Elflygplan

Rolls-Royce har efter E-Fan X fortfarande andra experimentella elektriska flygplan under utveckling, inklusive det helelektriska ACCEL-planet med målet att sätta rekord som det snabbaste elektriska flygplanet. Som en liten ensitsare är det utformat för att nå hastigheter på nästan 500 km/h och med en räckvidd på mer än 320 km.

Hur kommer de nya flygplanen att se ut? En radikal ny flygplansdesign kan se futuristisk och iögonfallande ut, men hur praktiskt kommer den att vara i den dagliga driften? Kommer den att vara lätt att integrera i befintlig flygplatsinfrastruktur och markhanteringsutrustning? Hur lätt och ekonomiskt blir service och underhåll?

Innan batterierna blir effektivare kommer helelektriska plan att se ut som nuvarande regionala turbopropflygplan med långa raka vingar utrustade med antingen två eller flera propellrar. Batterier lagrade inuti vingarna istället för flytande bränsle kan hjälpa till med att göra vingarna mer aerodynamiskt effektiva genom att vara längre och tunnare och utformade för att inte "fladdra" under flygning.

Den största utvecklingen kan komma när flygkropparna omarbetas för att hysa fler motorer än vanligt. Teoretiska studier har föreslagit att användning av fler, mindre motorer kan minska den behövliga dragkraften och förbättra den totala effektiviteten - vilket gör sådana konstruktioner till potentiellt bättre alternativ för elektriska flygplan.

Sådana avancerade konstruktioner kommer att driva NASAs första helelektriska X-plan, X-57 Maxwell, som nyligen genomgick vindtunnelprov vid Langley Research Center i Hampton, Virginia.

Dessa prov, som ägde rum i Langley Aeroacoustic Wind Tunnel med låg hastighet, genomfördes för att samla in värdefulla drifts- och prestandadata för flygförhållandena, med hjälp av två av de fullskaliga propellerenheterna tillhandahållna av Empirical Systems Aerospace, eller ESAero, San Luis Obispo, Kalifornien.

NASA kommer att installera tolv av dessa elektriska höglyftmotorer och propellrar i den slutliga konfigurationen av X-57,

Rolls-Royce ACCEL



kallad Modification IV, eller Mod IV.

Dessa motorer och propellrar placeras längs framkanten av X-57: s kryssnings-effektiva vinge och kommer att användas under start för att ge lyft till planet vid låga flyghastigheter. När X-57 går in i kryssningsläge kommer dessa motorer att avaktiveras och propellerbladen viks inåt för att förhindra ytterligare motstånd, medan två större elektriska kryssningsmotorer förblir aktiva på vingspetsarna. Sedan, när det är dags att landa, kommer de mindre höglyftmotorerna att återaktiveras och propellerbladen fälls ut för att skapa lyftkraft för landning och inflygning.

NASAs främsta mål för X-57 är att dela designen av el-framdrivning, lärdomar och luftvärdighetsprocess med reglerare, när nya elflygmarknader börjar dyka upp. Projektet har som mål en femfaldig ökning av höghastighets kryssningseffek-

tivitet, noll koldioxidutsläpp under flygning och tystare flygning.

Wright Electric och EasyJet försöker för närvarande bygga en 180-sitsars helelektrisk jetplan, som kan flyga i cirka 500 km. Budgetflygbolaget EasyJet samarbetar med Wright Electric för att designa och utveckla ett sådant prototypplan som, om det lyckas, skulle kunna komma in i kommersiell tjänst redan 2030. Dess resvägar skulle vara begränsade - Paris till London till exempel - men enkelgångsflygplan som flyger korta rutter på 1 500 km eller mindre står för ungefär en tredjedel av flygutsläppen. Genom att gradvis införa elektriska flygplan för att ersätta konventionella flygplan på dessa korta distanser, kan flygets påverkan på miljön förbättras avsevärt.



Elflygplan

Att flyga ett helelektriskt 180-sitsigt flygplan kommersiellt år 2030 är dock mycket ambitiöst. Den mer nyktra uppfattningen är att 2030 kommer vi mer troligt att se hybridelektriska flygplan rullas ut. I dessa plan tillhandahålls framdrivningen av batterier och elmotorer tillsammans med traditionella förbränningssystem. Ett 50-sitsigt flygplan skulle kunna bli livskraftigt som en hybrid, kanske mot slutet av 2020-talet.

Som med elbilar förväntas utvecklingen av elflygplan utvecklas stegvis. Många företag arbetar med små horisontellt startande VTOL-plan, som är utformade för att transportera ett litet antal passagerare på korta rutter. Detta banbrytande arbete hjälper till att påskynda teknik och system, som kan användas för utveckling av större elektriska flygplan som liknar regionala turboprops och jetflygplan. Men som med alla innovativa projekt finns det en riskfaktor genom att utvecklingen kan stöta på oförutsedda kostnader, tidsfördröjningar, säkerhetsfrågor eller brist på efterfrågan. Eftersom så mycket om framtiden för elflygplan fortfarande är osäkert, tenderar banker och investerare att vara ovilliga att riskera pengar på obevisad teknik och marknader. En elflygplanutvecklare måste därför ha djupa fickor och ett starkt engagemang för att investera på lång sikt.

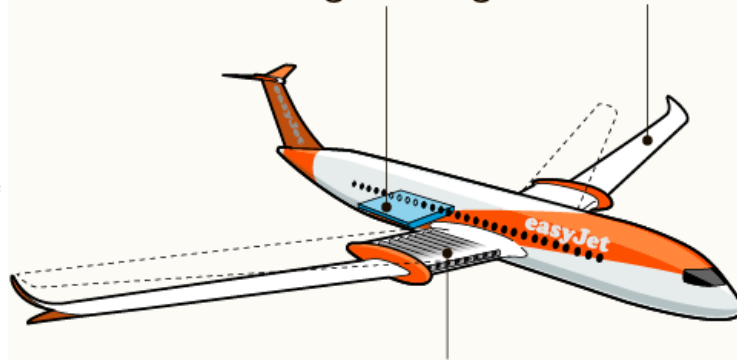
När det gäller elflygplan måste fler intressenter också delta i att skapa den infrastruktur som behövs för att driva sådana nya flygplan - inklusive flygplatser, pilotutbildare, flygtrafikledare, komponentleverantörer och leverantörer av underhåll. Införandet av hybrid- och elflygplan kan kräva nya regler som påverkar säkerhet, flygcertifiering, utbildning och underhåll, som alla kan ta tid att utveckla.

Även med de förväntade framstegen inom batteri- och elmotorteknik kommer batteridrivna flygplan inte att kunna ersätta alla jetdrivna flygplan. Även om elflygplan förväntas vara tystare, icke-förorenande och billigare att använda än jetplan, kommer de att flyga långsammare och kommer inte att ha tillräcklig batteritid för att flyga långa sträckor. Såvida inte ny teknik utvecklas för att minska dessa begränsningar förutspår branschexperter för närvarande att el-

Flying into the future

Rechargeable battery would be swapped for fresh one between flights

Wings are raked further forward for greater lift



Electric propulsion system

flygplan endast kommer att ersätta kommersiella jetflygplan på korta regionala rutter. Som ett resultat kan ett system med två nivåer utvecklas med elflygplan som körs på korta sträckor och regionala rutter medan turbinflygplan (med effektivare miljövänliga motorer och hållbara bränslen) fortsätter att flyga på långväga rutter.

Förutsatt att elflygplanet är certifierat är nästa problem produktion. En rapport från investeringsbanken UBS förutspår att mellan 2028 och 2040 kommer det att finnas en årlig efterfrågan på 550 el- och hybridelektriska flygplan. Vem ska producera alla dessa plan? Bör detta göras av samma nystartade företag som designade flygplanet eller ska ansvaret för volymproduktion överlämnas till en större tillverkare med erfarenhet inom detta område? Alternativt kan större traditionella tillverkare köpa upp nyetableringsföretaget. Beslut måste också fattas om reservdelar och eftermarknadsstöd. Flygplans- och motortillverkare tjänar lika mycket, om inte mer, pengar på underhåll och reservdelar som på försäljning av originalutrustning.

Här kommer standardisering in. Även om det är frestande att producera något eget, som skiljer sig från konkurrenterna,

finns det ett kommersiellt och praktiskt behov av att standardisera vissa komponenter, såsom batteristorlekar och laddningskontakter, så att de är enkla att använda och byta ut.

Det finns också frågan om motorer. Kommer motorerna att köpas separat för flygplanet som med nuvarande jetdrivna trafikflygplan eller måste de utvecklas av flygplanstillverkaren? Samma gäller batterier. Måste tillverkaren designa sina egna batterier för ett elektriskt flygplan, eftersom befintliga batterier inte är lämpliga för flygbehov.

Ett annat problem är säkerhetsproblemet. Behöriga myndigheter kommer endast att bevilja flygcertifiering till ett nytt elflygplan om de är övertygade om att det är säkert för att transportera passagerare. Hur kommer det nya flygplanet att klara av hårda vindar, turbulens, is, regn, höga och låga temperaturer, blixtnedslag, fågelkollisioner och drönnare? Hur kan man se till att flygplanets batterier är säkra? Högpresterande batterier behöver kylas och måste säkras mot brandrisk (vilket framgår av de problem som Boeing stod inför med batteribränder efter införandet på 787). Det finns också miljöfrågor när det gäller skrotning av batterier.

Dessutom finns det operativa problem att lösa. Kommer elflygplan att ha två piloter eller en eller kanske flyga autonomt? Hur kommer detta beslut att påverka säkerhetsmyndigheternas och pilotförbundens attityder samt passagerarnas förtroende?

I en framtid där det finns elflygplan som är redo att flyga, är nästa fråga vem som ska köpa dem och hur de kommer att drivas? Flygbolag kommer inte att förvärva elflygplan om det inte finns några flygplatser de kan operera från. På samma sätt kommer flygplatser inte att förbinda sig att bygga elflyginfrastruktur förrän de är säkra på att sådana flygplan kommer att införas i tillräckligt antal för att motivera investeringen (ett dilemma som flera flygplatser mötte när Airbus A380 infördes för första gången).

Tänk dig att du är en flygplatsoperatör som bestämmer hur du bäst investerar för framtiden. Det finns fördelar med elflygplan. De skulle kraftigt minska flygplatsens koldioxidavtryck. Elflygplan skulle också vara tystare, vilket innebär att flygplatser nära befolkade områden kan fungera flera timmar eller över natten utan att störa lokalbefolkningen.

Men det skulle också finnas nackdelar. Nuvarande jetdrivna passagerarflygplan har alla en gemensam "rör- och vingform", som kan variera i storlek, men som kan lastas eller lossas med befintlig flygplatsutrustning. Flygplatsens markhanteringsstjänster är anpassade till att arbeta med konventionell design. Att introducera elektriska flygplan skulle innebära nya gränssnitt mellan flygplatsen och flygplan och markhanteringsystem. Markhanteringsinfrastruktur kan behöva skapas för att hantera e-flygplan med okonventionella former - till exempel långa tunna vingar som kräver mer utrymme mellan parkerade och rörliga flygplan.

Flygplatser kan också behöva tillgodose två olika typer av elektriska flygplan som behöver tankas eller laddas. Rena elektriska flygplan skulle behöva byta batteri medan hybrid-elektriska flygplan kommer att ha två uppsättningar motorer, en behöver bränsle och den andra batterier.

Flygplatsens markhanteringspersonal måste bli bekant med många olika elflygplan och ha alla de olika typerna av batterier och tillhörande utrustning som behövs för att serva dem. Batterierna kan förvaras på olika platser i flygplanet,

eventuellt i vingarna eller i flygkroppen. Vissa elflygplan kan laddas med batterierna monterade, medan andra byter ut sina använda batterier mot en ny fulladdad uppsättning. Storleken och formen på batterierna kan också variera mellan olika flygplan,

Flygtrafikledare skulle också behöva lära sig nya driftsmetoder som att samordna rörelserna för snabbare jetflygplan med långsammare elflygplan. Det finns också operativa säkerhetsfrågor beträffande de potentiella begränsningarna för drift av elflygplan på grund av ogynnsamt väder eller hur flygplatsens brandbesättningar och räddningstjänster bör reagera på en start- eller landningsolycka eller batteribrand på marken.

En förutsägelse för elflygplanens framtid är att de skulle kunna drivas från mindre flygplatser, som tidigare inte kunde klara av ekonomin för kommersiella flygningar, vilket genererar en helt ny marknad. Detta skulle emellertid endast vara möjligt om dessa flygplatser har nödvändig infrastruktur för att tillgodose elflygplan - såsom batteriladdare, markpersonal för att byta eller ladda batterier och underhållspersonal med relevant teknisk kunskap och tillgång till reservdelar. Om elflygplan genererade en efterfrågan på mer intensiv användning av regionala flygplatser, skulle dessa också behöva investera i ny passagerar- och transportinfrastruktur - såsom nya terminaler, vägar och parkeringar.

Det förutspås att servicekostnaderna för elflygplan kommer att vara lägre, åtminstone för motorer, eftersom elmotorer är mindre komplicerade än jetturbiner och borde kräva mindre underhåll. Flygkroppen kan å andra sidan ha högre underhållskostnader beroende på hur den är konstruerad, vilket redan upplevs med ökad användning av kompositer, där skador är svårare att upptäcka och reparera. Standardisering av komponenter och tillgänglighet av reservdelar skulle också påverka kostnader och tidskalor.

Ett helelektriskt flygplan behöver inget bränslesystem men kräver regelbundet byte av batterier. Vad som ännu inte är känt är hur erfarenheten av att använda elektriska flygplan i regelbunden kommersiell verksamhet kan ge nya underhållsproblem som ännu ingen tänkt på, eftersom batterier och motorer utsätts för

värme, kyla, solljus, is, turbulens och alla andra svårigheter.

Även om elmotorer i allmänhet skulle kräva mindre underhåll än förbränningsmotorer, skulle det behövas uppmärksamhet för att upprätthålla sådana speciella element som höghastighetslager och lindningar. Batterier måste också kontrolleras med avseende på stötskador och battericeller inspekteras och bytas ut. Elflygplan som drivs av distribuerade framdrivningssystem skulle ha ett stort antal enskilda komponenter som måste övervakas. Vissa elmotorelement kan inte användas på fältet och behöver servas vid särskilda reparationscentra.

Vissa tillverkare av elmotorer arbetar på sätt att underlätta underhållet. MagniX - som tillverkar motorerna för Harbor Air-modifierade Beaver-sjöflygplan och Evation Alice - arbetar med modulära och omkonfigurerbara elmotorer där man kan byta ut delar utan att behöva byta ut hela motorn.

Införandet av en helt ny flygplanstyp kan behöva påskynda utvecklingen av digitala system som digitala tvillingar för att övervaka nya parametrar under flygning och förutsäga underhåll och flygprovning.

Samtidigt är två konkurrerande tekniker för att minska utsläppen från flygplan på gång: biobränslen och vätgasframdrivning. Var och en har sina egna problem. Biobränslen tillverkade av organiska ämnen kan användas av befintliga flygplan och kan vara grönare än fotogen, men än så länge är marknaden för dem liten och många biobränslen har sina egna miljömässiga nackdelar. Vätgasdrivna flygplan har också en lång väg att gå för att utveckla en vätgasbränslecell som är liten, lätt och säker nog att monteras ombord på ett flygplan. Man behöver också tre gånger större volym för att lagra väte i ett flygplan än fotogen.

Hur som helst. Nollutsläpp för passagerarplan kommer! Inom en inte alltför avlägsen framtid får vi veta om supereffektiva batterier, biobränslen eller vätgas kommer att ersätta koloxidossande fotogen för att fortsätta luftfartens roll att låta människor resa över hela världen, men utan risk att öka den globala uppvärmningen. För flygtekniker väntar en spännande framtid.