

## Den flygande bilens utmaningar

Tanken på flygande bilar går tillbaka till Henry Ford, den berömda bilmagnaten, men Electrical Vertical Take-Off and Landing eVTOL-flygplan uppstod 2009 när en video av NASAs Puffin eVTOL-koncept blev viral. Sedan dess har det skett en betydande ökning av intresset för eVTOL, men många problem återstår.

[What's standing in the way of the flying car? - BBC Future](https://www.aerosociety.com/news/will-evtols-pass-the-test/AAM-Industry-Prepares-For-A-Pivotal-2024)  
[Rapidly Developing Technologies In The Future Of Elevated Mobility](https://www.aerosociety.com/news/will-evtols-pass-the-test/AAM-Industry-Prepares-For-A-Pivotal-2024)  
<https://www.aerosociety.com/news/will-evtols-pass-the-test/AAM-Industry-Prepares-For-A-Pivotal-2024>

Kinas EHang kanske inte var den första som flög en eVTOL, men debuten 2016 av dess "passagerardrönare" på Consumer Electronics Show i Las Vegas tände allmänhetens intresse för flygtaxi. En ny era av flygning är nu på väg att ta fart. Volocopter, Lilium, Honda, Beta, Joby och andra företag rullar ut eVTOLs och tillsynsorgan, som europeiska EASA, amerikanska FAA och Civil Aviation Administration of China (CAAC) utvecklar standarder för att tillåta dessa för flygtaxi, lastleverans och utryckningsfordon.

Den 12 juni 2023 utfärdade Federal Aviation Administration (FAA) ett särskilt luftvärdighetscertifikat för en flygande bilmodell Model A utvecklad av Alef Aeronautics, vilket gör att flygplanet kan flyga på begränsade platser för utställning, forskning och utveckling. Även om den flygande bilen fortfarande är något av en pie-in-the sky, markerar Alefs erkännande av FAA en vändpunkt i framtiden för luftmobilitet.

Men det kan fortfarande finnas många utmaningar att lösa innan flygande bilar blir verklighet i städer runt om i världen - inte minst ljudet av flygande bilar när de passerar, startar eller landar.

Model A anses vara ett ultralätt "lågastighetsfordon", en juridisk klassificering, som ursprungligen var reserverad för golfbilar och små elfordon, och som kommer med mycket strikta riktlinjer som fastställts av National Highway Traffic Safety Administration. Men Model A är avsedd att vara en bil och att göra en bil säker för himlen, lätt och aerodynamisk, kan faktiskt betyda att den är mindre säker för vägen. Vi vet inte vad som händer när fordonet överförs från mark till luft. Helst skulle det ske en omedelbar överföring av auktoritet från mark till luft, men de rättsliga och säkerhetsmässiga hindren är komplexa.

Urban luftmobilitet kommer huvudsakligen att vara ansvarig för ett lands leverantör av flygtrafiktjänster (ANSP), såsom FAA i USA. Leverantören av flygtrafiktjänster har full jurisdiktion över en viss nations luftrumsvksamhet och är den myndighet som certifierar nya flygplanstyper efter noggranna säkerhetsgranskningar. Städernas roll för att säkerställa säkerheten kommer att vara att genomdriva de regler som anges av dessa myndigheter.

Enligt en planrapport publicerad av FAA kommer flygande bilverksamhet först att använda befintliga regelverk och regler (t.ex. visuella och instrumentflyg regler) som en plattform för högre flygplansprestanda och högre nivåer av autonomi. I betänkandet tas vissa farhågor upp som buller, föroreningar, säkerhet, hållbarhet och kostnader. Vem ska köra dessa flygande bilar? Behöver passagerarna ett tillstånd? Hur kommer "vertiports" och fordon på låga höjder att påverka grannskapet? Vilken jurisdiktion kommer att vara ansvarig för en krasch i luften?

Den hastighet som sådana fordon kommer att färdas med kan leda till kollisioner, antingen mellan bilar eller med byggnader.



**Volocopter**

Noggrann och vetenskapligt styrd väg- och banplanering är därför avgörande. FAA planerar "flygtaxi" som arbetar inom specifika korridorer mellan flygplatser och vertiports inom stadskärnor. Men hittills finns det inga bestämmelser för planering av flygande bilbanor.

Och sedan är det bullerfrågan. Att designa flygande bilar för att vara exceptionellt tysta är svårt, särskilt när storskalig kommersiell verksamhet kan ha hundratals starter och landningar varje timme. Nasa har samarbetat med FAA, universitetsforskare och andra för att utveckla mjukvaruverktyg som modellerar och förutsäger buller, i ett försök att hjälpa tillverkare att designa tystare fordon.

Där städer har större möjlighet att hävda kontroll är genom affärslicenser. Precis som med flygbolag och flygplatser har kommunerna befogenhet att reglera licensierad drift av kommersiella lufttransporttjänster. Det är möjligen ingen överraskning att Los Angeles, med sin legendariska trafik, är en stad som starkt anspelas på som en tidig användare. Men hur mycket kan flygande bilar hjälpa till att rensa en stad med så mycket trafik som Los Angeles?

Urban luftmobilitet kommer inte att lösa trängselproblem. I verkligheten är det inte troligt att vi kommer att se volymen av fordon på himlen någonsin bli nära volymen av bilar på marken. Ett mer troligt scenario är användningen av flygtaxi i tätbefolkade områden som centrala London eller New York City vid höga pendlingsstider. Kanske kommer bara mycket rika resenärer att kunna flyga först, vilket var fallet med början av kommersiell luftfart. Stordriftsfördelar kan så småningom göra flygande bilar överkomliga för flera, särskilt om städer kan uppmontera företag att ge tillgång och service till låginkomstområden.

## Den flygande bilen

Efter år av tjuvstarter har Advanced Air Mobility (AAM) äntligen dykt upp som ett livskraftigt transportsätt för att transportera människor och varor på nya, samhällsvänliga och kostnads-effektiva sätt. 2021 var ett milstolpeår för AAM-marknaden då Joby Aviation var det första företaget som blev börsnoterat, följt av Archer, Lilium och Vertical Aerospace.

AAM växer fram som en betydande förändring i mobilitet, och erbjuder fundamentalt nya funktioner och applikationer som tidigare inte var genomförbara. Med urbanisering och befolkningstillväxt som driver på trängseln i städerna, lovar AAM att spara passagerarnas tid, förbättra produktiviteten och livskvaliteten, öka tillgängligheten för landsbygden och missgynnade samhällen och utöka tillgången till varor och tjänster. Resor med AAM kan ta minuter istället för timmar som tidigare.

Tillverkarna siktar på att se eVTOL flyga till 2024 och AAM-industrin kan bli mainstream på 2030-talet när företag strävar efter att göra det till en kommersiell framgång. Enligt Vertical Flight Society utvecklas cirka 600 eVTOL-flygplanskoncept av cirka 350 företag över hela världen. Konkurrenten mellan eVTOL-företag kan hjälpa till att göra AAM-ekosystemet mer effektivt och snabbare. Det kommer att vara avgörande för operatörerna att integrera AAM i det befintliga transportsystemet för att skapa en integrerad mobilitetslösning i stadsområden och planera rutter och utplacering av fordon.

AAM-operatörer kan konkurrera med befintliga stadstransporter, men måste förbättra ekonomin för att fånga marknaden, eftersom efterfrågan sannolikt kommer att vara direkt proportionell mot priset. Ett lägre pris skulle sannolikt skapa mer efterfrågan, vilket resulterar i en hög belastningsfaktor eftersom konsumenternas vilja att betala för snabbare transporter förväntas vara en av de primära faktorerna som driver införandet av AAM. När efterfrågan ökar kan högre produktionsvolymerna leda till stordriftsfördelar.

AAM-ekonomin beror till stor del på typen av flotta, sittkapacitet, belastningsfaktor och längd på flygrutter. AAM-operatörer måste också etablera affärsmodellen med pilotdrivna eVTOL eftersom den kommersiella lanseringen av autonoma eVTOL-verksamheter troligen kommer att vara minst tio år efter den pilotstyrda på grund av passagerarnas preferenser.

Förutom ekonomi spelar säkerhet, resans varaktighet och koldioxidavtryck också betydande roller för att driva AAM-marknaden. Under 2019 var 37,5 % av USA:s CO<sub>2</sub>-utsläpp från förbränning av fossila bränslen från transportverksamhet, och en stor del hänförs till personbilar. Tillverkare av elektriska eVTOL hävdar noll driftutsläpp och detta nya mobilitetssystem skulle därför kunna bidra till att minska koldioxiden från transporter.

AAM-åkdeltning väntas kunna konkurrera med taxibilar eftersom det förväntade priset är nästan lika. Flygavståndet mellan utgång och destination (O&D) är kortare än på marken. I genomsnitt kommer markavståndet troligen att vara cirka 10 % längre än i luften för en typisk resa.

AAM-industrin förväntas mogna snabbt mot hög ruttfrekvens för att ge snabba och ekonomiska flygresor för korta sträckor. Till skillnad från kommersiellt flyg innebär begränsade platser i eVTOL att operatörernas behov av att uppnå en 100 % kabinfaktor (PLF) sannolikt kommer att vara avgörande för att förbli konkurrenskraftiga.

Dessutom kan den genomsnittliga kostnaden per passagerare minska när PLF ökar, vilket får eVTOL-operatörer att tillhandahålla AAM-tjänster till mer konkurrenskraftiga priser. AAM-transporten kan således prestera betydligt bättre i tid och koldioxidavtryck, och kan så småningom konkurrera med priset genom att komma åt massmarknaden.

Att transportera människor mellan och inom städer, antingen planerat eller på begäran, kan bli en avgörande applikation för AAM, där den mest betydande marknaden sannolikt finns. Detta beror främst på att AAM:s slutliga mål är att bli ett transportsystem för kollektivtrafik, som fungerar mellan stads-, förorts- och landsbygdsområden. Bland dessa två applikationer erbjuder transport av människor och varor inom städer mer värde och förväntas underblåsa långsiktig tillväxt. Det beror på att de är kortare resor och attackerar den brännande frågan om trängsel. AAM samåkningstjänster kan driva marknaden för rörelser inom städer eftersom omloppstiden kan vara så kort som sex till sju minuter för en resa på 40 km. Det förväntas också finnas potential att sänka priset per passagerarsäte med cirka 8 % på fem år från starten med ökad efterfrågan, större flotta, högre flygplansutnyttjande och PLF.

På grund av minskade driftskostnader bör milpriset per sittplats vara lägre för längre rutter (intercity). Restid till/från flygplatsen med avgångs- och ankomstprocessen på flygplatsen gör att den totala restiden är nästan lika med en marktaxi. Även om det skulle vara konkurrenskraftigt med markalternativ, är det inte lönsamt med tanke på de tidskrävande uppgifterna på flygplatsen. AAM-branschen bör därför sträva efter att processa passagerare på mindre än fem minuter eftersom mer tid vid vertiporten kan hämma potentialen för AAM som ett alternativt transportsätt, särskilt för korta och medellånga resor.

På grund av kortare handläggningstid kan korta till medellånga rutter sannolikt ha högre dragkraft för eVTOL-operationer i de inledande stadierna. Utvecklingen av integrerade mobilitetsappar, som hjälper konsumenter att se över alla resealternativ, inklusive första och sista milen, kan spela en avgörande roll för en snabbare användning av eVTOL-flygplan. Det befintliga sofistikerade marknätverket skulle kunna kopplas till ett luftmobilitetssystem för att skapa ett nytt transportnätverk, och konsumenter kan komma åt detta nätverk genom en integrerad mobilitetsapp. Sådana appar skulle ge information som hjälper kunderna att jämföra och välja lämpligt transportsätt eller en kombination baserat på kraven. Dessutom, jämförelse mellan pris, tid, tillgänglighet,

Den delade informationen mellan olika delar av transportekosystemet kommer sannolikt att hjälpa till att bestämma tydliga vägar för konsumenter och kan vara avgörande för att spåra passagerare eller last och planera fordonsutbyggnaden för den kommande transportsträckan.

Även om alla affärsmodeller som AAM-företag antar bör ha en blandning av flygplanskonfigurationer, kan högre flygplansutnyttjande uppnås genom att välja lämpliga flygplanskonfigurationer som fler 4-till-6-sitsiga flygplansblandningar för interna städer och mindre säteskonfigurationer för intercity-resor. Dessutom bör AAM-företag identifiera rutter där eVTOL-verksamhet kan påverka tidsbesparingen avsevärt under den inledande lanseringsfasen.

Optimal placering av markinfrastruktur med tanke på bästa lägen såsom tät lägen, affärsområden, flygplatser och områden med dålig åtkomst eller begränsade transportmöjligheter kommer sannolikt att vara avgörande för att driva efterfrågan på eVTOL-verksamhet.

Städers växande behov av nya mobilitetsalternativ på grund av trängsel, miljöutmaningar och utökad tillgång till samhällen, varor och tjänster kan påskynda användningen av eVTOL-flygplan. Men till skillnad från andra snabba tekniska framsteg, som den snabba adoptionen av smartphones, kan framstegen inom eVTOL-användning komma att gradvis utvecklas mot skala och massintroduktion.

## Den flygande bilen

Denna utveckling utgör en spännande möjlighet att göra kortdistansflygningar inom och utanför städer överkomliga och tillgängliga för den genomsnittliga personen. Tyvärr står kommersiell användning av eVTOLs inför begränsningar, särskilt när det gäller teknikens säkerhet och framför allt ett komplext regleringssystem. Vad behöver förändras för att eVTOL ska klara sig igenom de strikta regler som alltid har varit en central del av flygindustrin?

Det finns det många faktorer som talar för eVTOLs men också många utmaningar. På den positiva sidan kommer många eVTOL-avioniksystem att vara nära kopior av befintliga system med fasta vingar och roterande vingar, så navigering, kommunikation och passagerarkomfort kommer till exempel att vara likartade.

Andra system, inklusive flygkontroll, motor- och rotorkontroll, batteriladdning, batterihantering, själva motorerna och deras kombinerade hybridsystem (bränsle eller el) är dock i allmänhet nya och specifika för eVTOL-sektorn. Även om mycket av denna teknik kan likna den som används på stora drönare, skapar tanken på att ha en passagerare eller passagerare ombord ytterligare komplikationer när det gäller säkerhet.

Ett exempel är avisningsteknik. En flygtaxioperatör som flyger i ett vinterlandskap måste oroa sig för att is bildas på fordonet. För mycket fukt kan också orsaka kortslutning i ett elektriskt system och eftersom elmotorerna inte avger lika mycket värme som konventionellt drivna flygplan gör detta isbildning mer sannolikt (även om batterier också potentiellt kan avge för mycket värme).

Eftersom elektriska flygplan måste vara kompakta och lätta för att köras på batterier kan det vara opraktiskt att bära behållare med avisningsvätska för ett avisningssystem. Medan vissa tillverkare har riktat sin uppmärksamhet mot att upptäcka nya avisningsmöjligheter, har de ännu inte upptäckt en perfekt lösning.

Dessa nya flygfarkoster kan också behöva anpassas för att fungera säkert enligt instrumentflygregler (IFR) under ogynnsamma meteorologiska förhållanden. Medan flygning enligt visuella flygregler (VFR) i allmänhet kan vara lättare för korta sträckor i lokala områden, har många platser ständigt dåligt väder vid vissa tider på året.

Problemet som tillverkarna står inför är hur instrumentering och kontroller fungerar på helt elektriska flygplan. En eVTOL kommer vanligtvis att förlita sig på lätta, helt elektriska instrumenterings- och styrsystem, snarare än systemet med spakar och remskivor, som används på många konventionella flygplan. Elektriska system har större risk för fel och kortslutningar i ledningarna som måste redovisas.

Konstruktörerna som arbetar med eVTOL måste också ta hänsyn till potentiella krafftörluster under flygningen. Medan farkosterna är tänkta att flyga över relativt korta sträckor är förhoppningen att öka avståndet över tid med bättre batterier och ökade reserver. Volocopter hoppas uppnå en batterienergitäthet på cirka 400 Wh/kg år 2025 - jämfört med 250-300 Wh/kg för närvarande. Tyvärr ökar varje bit reservkraft i ett elflygplan vikten vilket i sin tur ökar strömförbrukningen. Förlust av kraft i en eVTOL kommer oundvikligen att innebära en krasch eftersom fordonen i allmänhet är beroende av små rotoror som inte kan generera tillräckligt med lyft för att hålla farkosten i luften utan ström. Flygrutter kommer därför initialt att vara mer begränsade med strikta protokoll för operationer.

Vissa människor är, förstärkt nog, oroliga för att batterierna i den flygande maskinen de färdas i kan fatta eld. Vi hör om elbilar som börjar brinna ibland och förra sommaren fattade experi-

mentella Aura Aerospace Guardian 1 eVTOL eld under provning. Batteriutmaningar är verkliga och mycket mer provning och utveckling behövs innan certifikatutfärdare kommer att övertygas om att tekniken är mogen.

Med så mycket arbete kvar att göra på själva tekniken är det inte konstigt att certifieringsmyndigheterna fortfarande gör ändringar i eVTOL-reglerna. När ny teknik införs kräver certifieringsorganen noggrann samordning och snabbt antagande av nya bestämmelser. Som ett resultat överstiger kostnaderna för flygelektronikcertifiering för närvarande utvecklingskostnaderna med stor marginal.

Det som gör flygelektronikcertifiering så dyr är de stela standarderna som kräver stor utbildning av ingenjörer. Till exempel ställer programvarustandarderna DO-178C(2) 71 formella mål för kritiska system. Faktum är att programvaruregler för eVTOL sannolikt kommer att vara avsevärt annorlunda och ännu mer komplexa jämfört med nuvarande DO-178C-regler.

eVTOL riktar sig till en global marknad - men vissa tillverkare är redan oroad över att internationella standarder skiljer sig åt. FAA tog nyligen ett stort steg genom att kategorisera eVTOL som motordrivna flygplan, en ny beteckning som förändrar hur piloter kommer att utbildas och certifieras. De nya reglerna innebär att många företag var tvungna att ändra designplaner som nästan var slutförda och vissa, som Joby Aviation, har skjutit upp sina uppskattningar för kommersiell lansering av sina produkter med minst ett år till 2025.

Under de tidigare dagarna av eVTOL-utvecklingen kan företag ha hoppats kunna kompensera för strängare krav och snabbt föränderliga standarder genom att göra en del av certifieringsarbetet med egna ingenjörer. Tyvärr, efter strömmen av Boeing 737 MAX-krascher på grund av otillräcklig FAA-övervakning av certifieringsprocessen, är de lagstadgade kraven nu strängare än någonsin.

Samtidigt ligger EASA i Europa minst ett år före FAA och har redan släppt regler och riktlinjer för luftvärdighetscertifiering, pilotlicensiering och drift för eVTOL. Det har gjorts stora framsteg, men EASA medger att de slutliga reglerna för piloterade eVTOL:er fortfarande ligger några år bort och möjligen ett decennium bort för helautomatiserade eVTOL:er, främst på grund av ökade säkerhetsproblem. EASA ställde eVTOL under de strängaste säkerhetskraven för flygplan. Detta säkerhetsinriktade tillvägagångssätt är nödvändigt, men det kan driva eVTOL ännu längre in i framtiden.

Ingen vet exakt när certifiering och regler för eVTOL kommer att tillåta flygplanen att flyga kommersiellt, men historien är inte särskilt uppmuntrande. AW609 civil tiltrotor har genomgått provflygningar i två decennier och är fortfarande inte certifierad, även om den äntligen kan komma dit. Teoretiskt sett kan en flygtaxitjänst vara verklighet 2025, men realistiskt sett kan det ta mycket längre tid på grund av de tekniska och regulatoriska utmaningar som fortfarande finns.