FALUN BORLÄNGE REGIONEN

Flygutredning
17 september 2021
Version 1.0

Delrapport 2

Ny teknik och nya drivmedel



Figur 1, Elflyget är under utveckling i Sverige. Här visas den första drivlinan upp.
Foto: Victor Jensen/Sveriges Radio.

Skriven av Lars Bergman, lars.bergman@fbregionen.se
Arne Johansson, arne.johansson@fbregionen.se

Sammanfattning

Inom utredningen avseende Dala Airport, som *Falun Borlänge regionen* (FBR) har bedrivit våren 2021, har fyra delrapporter framställts. Dessa fyra delrapporter ligger sedan till grund för själva huvudrapporten.

Delrapport 2 beskriver utvecklingen av ny teknik och nya drivmedel för att ersätta fossila flygbränslen.

Ett framtida s.k. elflyg är en spännande och intressant utveckling. I delrapport 2 redovisas ett antal forsknings- och utvecklingsprojekt världen runt. Genom studie av litteratur, företags internetsidor samt olika typer av rapporter har vi sammanställt och beskrivit utvecklingen de närmaste 10-20 åren. Det är intressant att även bedöma eventuell räckvidd som är möjlig med fossilfria flygbränslen. För närvarande pekar utvecklingen på ca 400 km räckvidd för elflyg men då skall man vara medveten om skillnaden i teoretisk räckvidd och praktisk räckvidd med hänsyn tagen till säkerhetsnivå för att nå alternativa flygplatser. Vår bedömning är att inom tio år är det möjligt för t.ex. elflyg på korta regionala flygsträckor.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning 3
1. Inledning 4
1.1 Bakgrund 4
1.2 Syfte 4
2. Uppdrag 5
2.1 Omfattning 5
2.2 Avgränsning 5
2.3 Underlag och metod 5
2.4 Medverkande och finansiering 5
2.5 Intressenter/Målgrupper 5
2.6 Begrepp/definitioner 5
3. Ny teknik och nya drivmedel 7
3.1 När kommer elflyget? 7
3.1.1 Hur långt har utvecklingen av nya, (fossilfria) framdrivningssätt för flygtrafiken kommit idag – och vad förväntas ske under den närmaste framtiden? 7
3.2 Vad kan vi vänta oss av ett elflyg? Storlek, räckvidd etc 10
3.3 När kan vi ha tillgång till fossilfritt flygbränsle? 13
3.3.1 Elflygets för- och nackdelar – en jämförelse med konventionell, fossildriven flygtrafik 13
3.4 Hur kan dessa förändringar komma att förändra våra preferenser och resemönster? 14
4. Slutsatser 18
4.1 Implementerat och i praktisk drift under 2026 18
4.2 Implementerat och i praktisk drift under 2031 19
4.3 Elflygets för- och nackdelar – en jämförelse med konventionell, fossildriven flygtrafik 20
5. Referenser 22

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Flygets utsläpp av växthusgaser behöver minska för att Sverige ska klara det långsiktiga klimatmålet om att nettoutsläppen år 2045 ska vara noll samt för att klara åtagandet enligt Parisavtalets 1,5-gradersmål. Mot den bakgrunden är det naturligt att i den här aktuella utredningen om Dala Airports framtid även försöka spegla de möjligheter som en introduktion av elflyg kan tänkas innebära för flygplatsens utveckling. Men i detta sammanhang ska inte enbart strikt elflyg behandlas. Även övriga möjligheter att bedriva fossilfri flygtrafik ska genomlysas. Detta innebär att användningen av biodrivmedel och vätgas också blir föremål för en diskussion om dessa drivmedels potential för att ersätta konventionell flygtrafik med fossilt bränsle.

1.2 Syfte

Delrapportens syfte är att göra en genomlysning av möjligheterna att på olika sikt åstadkomma att dagens flygtrafik – i ökande omfattning kan bedrivas med sådana bränslen att nettoutsläppen av växthusgaser kraftfullt minskas. En viktig del i denna genomlysning är också att ge en översiktlig bild av de för- och nackdelar en på detta sätt bedriven flygtrafik kan tänkas medföra. Det handlar i detta fall att inte bara se på utsläpp av klimatgaser utan även andra faktorer som buller, andra luftföroreningar, markanvändning och restidsvinster/restidsförluster med mera.

2. Uppdrag

2.1 Omfattning

Uppdragets omfattning kan kort karakteriseras genom att bestå av tre olika delar. I ett inledande avsnitt görs en redogörelse för hur långt man idag kommit beträffande utvecklingen av batterier och solceller för elflyg. Vidare redovisas hur det för närvarade ser ut beträffande användning av biodrivmedel och vätgas (bränsleceller). Förutom nuläget beskrivs också hur en prognos ser ut för den fortsatta utvecklingen av dessa olika bränslekällor. Efter att de olika bränslena avhandlats beskrivs hur man antar att kapaciteten för en förändrad flygtrafik – fossilfritt bedriven – kommer att utvecklas. Två uppenbara kapacitetsfaktorer kan då identifieras: räckvidd och passagerarantal. Den tredje delen av uppdraget består dels av att redovisa konsekvenserna av en på detta sätt bedriven flygtrafik (för- och nackdelar, se ovan). Avslutningsvis ska det redovisas hur vi tror att utvecklingen av ett fossilfritt regionalt flyg ser ut på kort och mellanlång sikt.

2.2 Avgränsning

Omfattningen av uppdraget har beskrivits ovan. En viktig avgränsning sker genom att vi inte kommer att ge oss in på att spekulera i flygresenärers eventuellt förändrade beteenden. Vi kommer således inte att försöka bedöma om fossilfria bränslen kommer att öka efterfrågan på flygtrafik genom minskad s.k. flygskam.

2.3 Underlag och metod

Underlaget för denna delrapport utgörs av litteraturstudier. Det finns ett stort antal officiella rapporter som behandlar det aktuella ämnet. I de fall tidningsartiklar använts som referens har deras objektivitet och redovisade fakta bedömts som säkerställda.

2.4 Medverkande och finansiering

Inte relevant på delrapportnivå.

2.5 Intressenter/Målgrupper

Målgrupp är i första hand beställaren av utredningsuppdraget och de i övrigt som kommer att bedöma om och på vilka grunder Dala Airport ska kunna drivas vidare. Sannolikt finns också många andra intressenter som är intresserade av att sätta sig in i frågan om hur regionala flygplatser kan bedrivas i det fall alternativ till fossilfria bränslen introduceras.

2.6 Begrepp/definitioner

Teoretisk räckvidd
Antalet kilometer man kan flyga till dess att motorerna stannar.

Praktisk räckvidd
Antalet kilometer man kan flyga med hänsyn tagen till säkerhetsmarginaler för att nå alternativ flygplats.

Elflyg
Flygplan som drivs enbart av el.

Hybridflyg
Flygplan som kan drivas av både el och alternativt bränsle.

Solcellsflyg
Flygplan som drivs av el med hjälp av elproducerande solceller.

Biodrivmedel
Drivmedel som framställs av biomassa och är fossilfritt. Att jämföra med HVO- och HVO100 diesel för vägfordon.

Reduktionsplikt.
Syftet är att minska växthusgasutsläppen. Reduktionsplikten innebär för flygtrafiken att leverantörer av flygfotogen blir skyldiga att blanda in biodrivmedel i fossil flygfotogen.

Nedanstående tabell exemplifierar olika drivkällor och hur de relateras till fossilfritt och elflyg.

Drivkälla	**Process för skapande av energi**	**Fossilfrihet**	**Elflyg**	**Kommentar**
Batterier	Kemisk energi blir elektrisk energi.	Ja	Ja	
Bränsleceller	Elektrokemisk reaktion. Bränsleceller producerar elektrisk energi genom tillförsel av vätgas och syre.	Ja	Ja	
Solceller	Solenergi omvandlas till elektrisk energi.	Ja	Ja	Utvecklingen har lagts på is.
Hybrider	Elmotor och förbränningsmotor.	Nej - men kanske på riktigt lång sikt?	Nej	Har inte alls behandlats i denna delrapport.
Biodrivmedel	Förbränningsmotor.	Nej, fullskalig användning av helt fossilfria drivmedel dröjer. Men det finns idag fossilfria drivmedel till hög kostnad. Blandas i viss omfattning in i konventionellt flygbränsle.	Nej	Den s.k. reduktionsplikten innebär krav på inblandning av fossilfritt drivmedel i dagens flygfotogen. Kan tyckas vara låg takt på inblandningskravet.

Tabell 1, Drivkällor och dess relation till fossilfritt och elflyg

3. Ny teknik och nya drivmedel

3.1 När kommer elflyget?

3.1.1 Hur långt har utvecklingen av nya, (fossilfria) framdrivningssätt för flygtrafiken kommit idag – och vad förväntas ske under den närmaste framtiden?

Batterielektriskt flyg

I ett batteri omvandlas kemisk energi till elektrisk energi. En battericell består av tre delar. En negativt laddad anod, en positivt laddad katod och elektrolyt som transporterar laddning mellan polerna. Hur mycket energi batterierna kan lagra är en faktor som är mycket avgörande för flygets elektrifiering. Man använder begreppet energitäthet för att beskriva hur mycket energi batterierna kan lagra per enhet till exempel vikt eller volym. Det är viktigt att hålla isär energitätheten på cellnivå och på packnivå. För batterier som används i fordon sätts cellerna samman till pack som förutom cellerna även består av komponenter som gör att energin i cellerna går att använda som till exempel styrenheter, elektronik, strömfördelare och kylsystem. Det finns idag battericeller i elbilar som har en energitäthet på 240–270 Wh/kg. På packnivå är dock energitätheten ungefär hälften av energitätheten på cellnivå. I flygfotogen är energitätheten 12 400 Wh/kg. Med hänsyn tagen till verkningsgraden i små turbinmotorer blir nettoinnehållet i flygfotogen cirka 3 700 Wh/kg dvs. cirka 20 gånger högre energitäthet jämfört med de elbilar som har högst energitäthet. VTI har genomfört en litteraturstudie över elflygets möjligheter där det framgår att det teoretiska taket för energitätheten, vilket baseras på en hypotetisk batterireaktion, på cellnivå för de litiumjonbatterier som används för fordon är cirka 650 Wh/kg medan det i praktiken inte är möjligt att nå högre är cirka 400 Wh/kg.

VTI:s slutsats i den ovan nämnda litteraturstudien är att utvecklingen av batterielektriska plan är i ett tidigt skede och att mot bakgrund av tillgänglig batterikapacitet kan endast mindre plan (1–12 passagerare) väntas kunna bli elektrifierade på kort sikt. Bilindustrin är starkt drivande för att utveckla batterierna och det satsas mycket pengar på detta. Flygindustrin är en av flera andra industrigrenar som drar nytta av detta utvecklingstryck från vägfordonsindustrin. Den förväntande ökningen av energitätheten i batterierna kommer i första skedet möjliggöra att räckvidden ökar för befintliga modeller av elflyg. Den ökade energitätheten möjliggör också att planen kan öka i storlek, men det kräver utveckling och certifiering av nya flygplan, vilket är en process som tar många år. En annan utmaning för det batterielektriska flyget är att öka planens hastighet utan att ge avkall på räckvidden. Med de hastigheter som idag är inom räckhåll och givet de tidsvärden resenärerna har är elflyget inte konkurrenskraftigt på längre avstånd.

Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.

Flyg med bränsleceller

En bränslecell genererar elektrisk energi via en elektrokemisk reaktion. Processen liknar ett batteri, med skillnaden att ett batteri konsumerar sina elektroder när de producerar elektricitet och måste därför kasseras eller laddas. Bränsleceller producerar elektrisk energi så länge bränsle tillsätts i form av vätgas och syre. Vätgas är gasformig i rumstemperatur och har ett energiinnehåll som är tre gånger högre per kg än flygfotogen. Energiinnehållet uttryckt i volym är däremot lågt vilket gör att lagring och transport av vätgas är mycket utrymmeskrävande och kräver cirka fyra gånger mer utrymme än konventionellt flygbränsle med motsvarande energiinnehåll. Det innebär att antingen så behöver en del av utrymmet på ett flygplan avsett för passagerare eller gods användas för lagring av vätgas eller så behöver planen göras större och därmed också tyngre för att vätgasen ska få plats med bibehållna utrymmen för passagerare och gods. Vätgas förekommer inte naturligt utan behöver produceras och det finns idag tre processer att göra det; elektrolys, reformering av natur- eller biogas samt förgasning av kolhaltigt material under högt tryck. McKinsey & Co har genomfört en studie där de beskriver de tekniska och ekonomiska förutsättningarna samt klimateffekterna av bränslecells- eller vätgasdrivna flygplan. Av rapporten framgår att bränslecellsdrivna flygplan har förutsättningar att bli en viktig del av flera framdrivningstekniker som innebär mindre klimatpåverkan. Det återstår dock mycket forskning, utveckling och regelanpassning innan tekniken är på plats. Då en bränslecell inte förmår att leverera tillräcklig effekt för flygets stigningsfas behöver en sådan lösning kompletteras med ett batteri. Den bedömning som görs i rapporten är att bränslecellsdrivna 19-sätesplan kan vara i drift om cirka tio år.

Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.

Hybridlösningar

Hybridlösningar erbjuder en kombination av eldrift och konventionell drift med förbränningsmotor. Det finns två olika system av hybrider, parallellhybrid respektive seriehybrid. I en parallellhybrid har propellrarna mekanisk kontakt med både förbränningsmotorn och elmotorn och planet kan drivas av respektive motor var för sig eller av bägge motorerna samtidigt. I en seriehybrid finns ingen mekanisk koppling mellan förbränningsmotorn och propellrarna utan förbränningsmotorn driver en generator som levererar ström till motorn.

I denna rapport går vi inte närmare in på denna typ av lösning för framdrift. Vi har uppfattat att utredningsuppdraget endast inbegriper lösningar där fossilt bränsle inte används överhuvudtaget.

Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.

Solcellsdrivna flygplan

För en del år sedan pågick en diskussion om solcellsdrivna plan. Utvecklingen av sådana plan tycks emellertid helt ha avstannat och skrinlagts.

Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.

Biodrivmedel

Biodrivmedel som uppfyller kraven för jetbränsle enligt gällande standard kan användas i den existerande drivmedelsinfrastrukturen. Men enligt nyligen presenterade fakta betraktas den beräknade utsläppsminskningen från den så kallade reduktionsplikten – en ökad inblandning av biodrivmedel i fordonsbränslet vara ett väldigt osäkert kort.

Källa: Ny teknik, nätupplaga 2021-03-30.

Men samtidigt har den internationella flygtransportorganisationen IATA konstaterat att användning av biojetbränslen är det enda alternativet som finns för flyg inom kort och medellång tidshorisont (2020–2050) för att uppnå en utsläppsminskning på den ambitionsnivå IATA har accepterat 2016). De menar att utsläppen av koldioxid ur ett livscykelanalysperspektiv minskas med 80 % om man använder alternativa jetbränslen i stället för konventionella bränslen. Det uttalande som IATA gjort om minskningar på 80 % i utsläpp för konvertering från konventionellt flygbränsle till biobränsle gäller inte biobränsle baserat på palmolja och sojabönor som snarare kan öka utsläppen flerfalt. Det framhålls också att det är avgörande att rätt produktionssätt och gröda eller biprodukt väljs vid användande av alternativa bränslen för att flygindustrin ska kunna minska sina koldioxidutsläpp.

Källa: Regionala flygplatser - En överblick av utmaningar och nyttor. Utredning SKR 2021.

Bränsleleverantörer i Sverige kan leverera fossilfritt flygbränsle om någon flygoperatör beställer det. Tyvärr kostar det idag ungefär dubbelt så mycket så det är ingen större efterfrågan på det.[1]

Det är oklart hur stora mängder biodrivmedel som går att framställa globalt. Enligt en uppskattning som Naturvårdsverket har gjort skulle Sverige till exempel behöva lägga beslag på drygt en fjärdedel av all den mängd förnybar HVO-diesel som kan produceras inom EU – bara för att klara halva Sveriges behov av biodrivmedel. Därför är det viktigt att satsa ytterligare på elektrifiering och effektivare transporter, slår Naturvårdsverket fast.

Källa: Ny teknik, nätupplaga 2021-03-30.

Swedavia köper sedan 2016 årligen bioflygbränsle motsvarande förbrukningen vid bolagets egna tjänsteresor. Dala Airports markbundna fordon drivs med HVO (Fossilfri diesel) idag eller med el. 25 % av de markbundna fordonen är eldrivna.

1 Hur ett högre bränslepris påverkar flygbiljettens pris går ej att uttala sig om generellt. Flygbolagen har egna och olika modeller för sin prissättning och betraktas som affärshemlighet.

Den prisrelation mellan konventionellt bränsle och biodrivmedel som angetts ovan gäller utifrån dagens förhållanden. Hur denna relation kommer att utveckla sig är mycket svårt att sia om. Nivån på skatter och avgifter på olika typer av flygbränsle kommer naturligtvis att påverka priset, samtidigt som tillgång och efterfrågan av biodrivmedel kommer att ha stor betydelse för priset på detta.

Vi har tolkat vårt uppdrag som att det i allt väsentligt handlar om att endast diskutera helt fossilfria bränslekällors potentiella användning för framdrift av flyg.

Detta grundar vi på att tillgången på kostnadseffektiva alternativa drivmedel (biobaserade) är synnerligen osäker - trots den optimism som IATA uttryckt beträffande utvecklingen av dessa. Även effekten av den s.k. reduktionsplikt som numera beslutats är ju också ett väldigt osäkert kort.

Därför kommer i följande avsnitt – som handlar om vilka elflyg som redan finns i luften eller är under utveckling – endast att ta upp sådana där framdrivningstekniken baseras på batterielektricitet eller bränsleceller. Vidare behandlas endast sådana modeller som kommer att erbjuda minst sex säten (inkluderar besättning).

3.2 Vad kan vi vänta oss av ett elflyg? Storlek, räckvidd etc

De flygplansmodeller som är i luften idag är samtliga för små för att användas inom kommersiell passagerartrafik med undantag av en till eldrift ombyggd DHC-2-beaver som har kapacitet att ta sex passagerare. I slutet av 2019 genomfördes en demonstrationsflygning och en certifieringsprocess för passagerartrafik som väntas ta upp till två år påbörjades därefter. Planets räckvidd uppgår till omkring 160 km.

En genomgång av alla de flygplansmodeller som är under utveckling visar att det till stor del handlar om plan där framdriften baseras på hybriddrift. Denna typ av plan anser vi dock inte - som redan ovan påpekats- ska ingå att studera inom ramen för utredningsuppdraget. Vidare kan vi konstatera att det pågår utveckling av riktigt små elflygplan med 2–4 säten. Dessa måste betraktas om helt ointressanta för kommersiell elflygtrafik.

Beträffande räckvidd är det i många fall oklart vad de uppgifter som publiceras beträffande olika elflygplansmodeller egentligen står för. Räckvidd kan nämligen ha två betydelser

- teoretisk räckvidd som redovisar hur långt i normal hastighet planen kan flyga till dess att motorerna stannar
- faktisk räckvidd som kan användas där hänsyn tas till att nödvändiga reserver finns för flygning till alternativ flygplats i händelse av till exempel dåligt väder.

Heart ES-19



Figur 2, Heart ES-19

Det svenska Heart Aerospace flygplan (Heart ES-19) ska kunna ta 19 passagerare med en räckvidd på upp till 400 km. Flygplanet konstrueras för att kunna landa på kortare landningsbanor på 750 m, vilket gör det möjligt att landa på det norska kortbanenätet och mindre flygplatser belägna nära tätbefolkade områden. Avsikten är att detta flygplan ska bli certifierat för serieproduktion och kunna tas i drift under 2026. Flygplanet har batterielektrisk framdrivningsteknik.

Eviation Alice

Israeliska Eviation Alice är ett helt batterielektriskt flygplan för nio passagerare och en besättning på två personer. Flygplanet uppges ha en räckvidd på 1 000 km (540 nautiska mil + 45 minuters reserv) Det finns en beställning från flygbolaget Cape Air på 92 flygplan som ska börja levereras under 2022 Kostnaden för flygplanet ligger i spannet 3,5 till 4 miljoner USD beroende på utförande. Eviation uppger att reducerade bränslekostnader och lägre underhållskostnader ger betydligt (60–75 %) lägre driftkostnader i relation till jämförbara turbopropplan. Målsättningen har varit att ha ett certifierat flygplan färdigt år 2022. Projektet har dock drabbats av bakslag i form av en brand som medförde stora skador på en prototyp, vilket säkerligen kan innebära kraftiga förseningar för projektet.

Zero Avia

ZeroAvia baserat i Silicon Valley uppger att de genomfört den första flygningen i Storbritannien med ett elflyg med en passagerarkapacitet som är tillräckligt stor för att användas i reguljär trafik. Flygplanet är en modifiering av en amerikansk flygplansmodell som har fått sin traditionella motor utbytt mot en elektrisk. Testflygningen är en del av projektet Hyflyer som delvis finansieras av brittiska statliga medel. Projektet syftar till att visa hur regionalflyget kan göras fossilfritt. ZeroAvia siktar på att ha ett fungerande flygplan för 19 passagerare där elen produceras av en bränslecell i stället för ett batteri redan 2023. Om det lyckas är fördelen att tunga batterier inte behövs och att

underhållskostnaderna minskar. Vidare finns förhoppningar om ett elflyg med plats för 50 till 100 personer runt 2030 och med plats för 200 personer 2040.

Wright 1

Amerikanska Wright electric samarbetar med Easy Jet för att utveckla ett elflygplan för 186 passagerare som inledningsvis har en räckvidd på drygt 500 km. Ett sådant flyg vore exempelvis möjligt att använda på sträckan London–Amsterdam, som är en av de största flyglinjerna i Europa. I det utförandet är målsättningen att den ska vara i trafik senast 2030, men på längre sikt är målet en räckvidd på 2 000 km.

MagniX DHC8-Q300

MagniX[2] har tillsammans med AeroTec installerat en elmotor i en Cessna 208B och genomfört testflygningar. Planet kan ta 14 passagerare med konventionell drift men som med eldrift ska kunna ta 4–5 passagerare. Magnix har också annonserat ett samarbete med Universal hydrogen med målsättningen att installera bränsleceller i ett plan av typen De Havilland Canada DHC8-Q300, ett plan med 40 säten. När detta ska kunna vara i luften finns det emellertid inga uppgifter om.

Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12. Gäller samtliga redovisade flygplanstyper ovan.

Lilium

Lilium är en flygplantillverkare i Tyskland med München som bas. Affärsiden är att utveckla ett elbaserat flygplan med s.k. VTOL (vertikal start och landning). Planeringen är att ha ett elflyg med 7 säten i kommersiell trafik 2024-2025. Dessa elflyg ska då användas för regionalt flyg med korta sträckor. Företaget har idag samarbetsavtal med flygplatserna i Köln/Bonn och Düsseldorf. Tanken är att regionen North Rhine-Westphalia (ca 18 miljoner innevånare) ska ha en regional flygtrafik med korta flygsträckor. Även flygplatserna i Munchen och Nurnberg är i samarbete med Lilium för regional flygtrafik i Baravia (Bayern) regionen. I Florida (USA) har Lilium också samarbete om utveckling av regional-flygtrafik. Det är en intressant utveckling som är värt att bevaka.

Källa: Liliums beskrivning på sin hemsida.

Men vi måste vara medvetna om att såväl utveckling som genomslag av ny teknik tar mycket lång tid på grund av långsam förnyelse av flygplansflottan och höga säkerhetskrav. Det tar 45–65 år från att en flygplansmodell börjar utvecklas till dess att det sista planet av modellen tas ur bruk. Därmed kommer flygplansflottan år 2030 till största delen bestå av flygplan som idag redan flyger eller är i produktion eller under planering. Flera av de flygplanstyper som nu är i produktion kommer också att vara det 2050.

Källa: Regionala flygplatser - En överblick av utmaningar och nyttor. Utredning SKR 2021.

[2] MagniX is an electric motor manufacturer for electric aircraft, wholly owned by Singapore investor Clermont Group. The company is headquartered in Redmond, Washington, United States, and has an engineering center in Queensland, Australia, where they were founded.

3.3 När kan vi ha tillgång till fossilfritt flygbränsle?

Det har vi redan idag, vår bränsleleverantör kan leverera fossilfritt flygbränsle om någon flygoperatör beställer det. Tyvärr kostar det fossilfria ungefär dubbelt så mycket så det är ingen större efterfrågan på det.

Källa: Citat ur SWEDAVIA" Framtidens flygresande behöver vara fossilfritt".

3.3.1 Elflygets för- och nackdelar – en jämförelse med konventionell, fossildriven flygtrafik

Det ska inledningsvis direkt slås fast att det endast är möjligt att göra kvalitativa jämförelser. Kvantifiering av effekterna är i de flesta fall helt omöjliga att göra – mycket beroende på att underlag för sådana beräkningar saknas.

Företagsekonomiska aspekter.

Enligt vad flygplanstilverkarana hävdar kommer både drift- och underhållskostnaderna att bli lägre för eldrivna flygplan. Sänkta kostnader för operatörerna tillsammans med att företagens resepolicy förändras i synen på flygresor borde innebära att dessa operatörers konkurrenskraft ökar och därmed motivet för etablering av helt nya flyglinjer.

Res- och transporttid

Effekten beror på alternativ men i huvudsak positiv i de fall nya sträckningar etableras jämfört med andra alternativ. Om exempelvis en linje till Köpenhamn skulle etableras i en framtid blir en sådan sträcka ett snabbare resalternativ med elflyg, medan andra resalternativ på andra sträckor redan i dagsläget eller i framtiden kan komma att vara snabbare när tid till och från flygplatser räknas in. Men om det i vissa fall inte blir nödvändigt med säkerhetskontroller minskar anslutningstiden och då kan elflyget även vara konkurrenskraftigt på sådana sträckor där bil/tåg idag är ett bättre alternativ.

Trängsel och förseningar

Effekten bedöms vara neutral. Elflyg bedöms inte ha någon större effekt totalt på trängsel och förseningar då luftrummet inte är så pass trafikerat på merparten av de linjer som kan komma att etableras.

Säkerhet och olyckskostnader

Neutral effekt. Det finns redan i dagsläget högt ställda krav på säkerhet. Vi bedömer det osannolikt att elflyg skulle komma att undantas från dessa krav på ett sådant sätt att olycksrisken därmed skulle förändras.

Buller

Neutral effekt. Elflyg har visserligen tystare motorer, men små plan flyger på lägre höjder och propellerljudet kommer att vara kvar. Elflyg ska inledningsvis inte jämföras med stora plan utan med de mindre turbopropplanen och bullerminskningar kan därför inte antas. Vissa uppgifter tyder dock på att elflyg skulle kunna ha en lägre bullernivå.

Luftföroreningar

Positiv effekt. Elflyg har inga direkta förbränningsutsläpp. Det kan förekomma vissa partikelutsläpp vid start och landning (slitage på landningsbana), men dessa bedöms vara av så liten omfattning att de kan man bortse från.

Klimatpåverkan

Positiv effekt. Elflyg har en direkt positiv effekt på arbetet med att minska klimatpåverkan om det ersätter fossilt drivet flyg eller bil- och bussresor som drivs med fossila bränslen.

Markanvändning

Neutral effekt för flygplan som drivs med batterier. Men eventuellt negativ för bränslecellsplan. En introduktion av elflyg bedöms inte leda till ett märkbart ökat behov av markanvändning. Eftersom vätgas kräver betydligt större tankar (både på marken och i flygplanen) kan markanvändningen komma att öka i viss utsträckning om sådana plan introduceras på marknaden. Elflyg klarar sig med kortare start- och landningsbanor. Men det är ett sannolikt antagande att inga nya flygplatser tillkommer. Och då påverkas inte markanvändningen.

Statsfinansiella effekter

Effekterna beror på behov av stöd och stödnivåer. Kan det exempelvis antas att staten av klimatskäl subventionerar start- och landningsavgifter för elflyg?

Som framgår av ovanstående redovisning är effekterna i de flesta fall neutrala förutom de som handlar om klimatpåverkan och luftföroreningar. *Men dessa positiva effekter genererar ju inga direkta intäkter för flygplatsekonomin*.

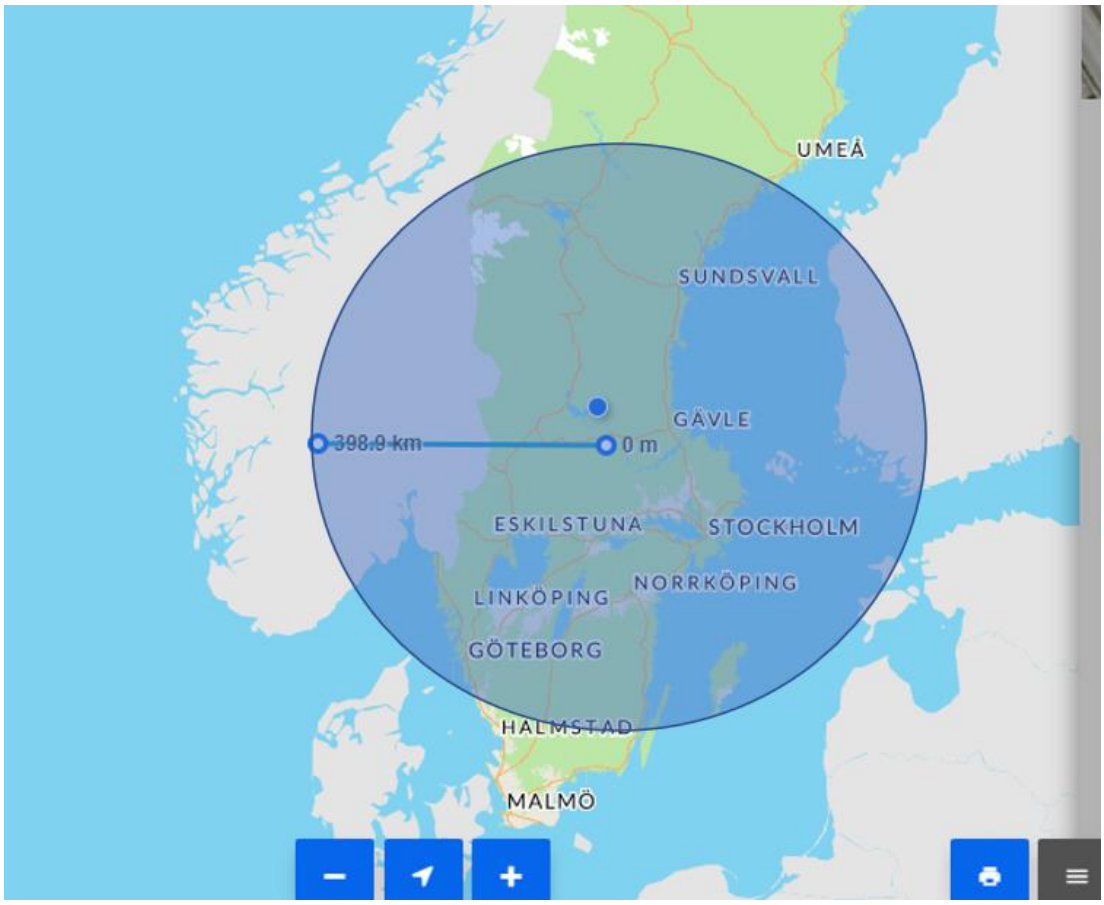
Källa: Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.

3.4 Hur kan dessa förändringar komma att förändra våra preferenser och resemönster?

Nedan redovisas ett par viktiga utvecklingsområden och som kan anses vara kritiska för ett framtida regionalt fossilfritt flyg.

Räckvidd

I de källor som vi har behandlat i litteraturstudien har det inte helt klart framgått hur olika intressenter har definierat räckvidden. Det är viktigt att skilja på teoretisk och praktisk räckvidd. Dagens flyg har stränga krav på tillräckligt flygbränsle för att kunna nå alternativ flygplats. Vissa källor t.ex. ”Heart aerospace” anger 400 km som en lämplig räckvidd. Nedanstående figur visar en radie på 400 km från ”Dala Airport”.



Figur 3, 400 km radie på räckvidd

Flygbränsle

”Tillgång till fossilfritt flygbränsle? Det har vi redan idag, vår bränsleleverantör kan leverera fossilfritt flygbränsle om någon flygoperatör beställer det. Tyvärr kostar det fossilfria ungefär dubbelt så mycket så det är ingen större efterfrågan på det. Men fossilfritt flyg är ingen avlägsen utopi, det är möjligt redan idag. Swedavia köper sedan 2016 årligen bioflygbränsle motsvarande förbrukningen vid bolagets egna tjänsteresor. Swedavia bjuder nu in andra organisationer till att gemensamt upphandla bioflygbränsle för att minska resandets klimatpåverkan och samtidigt bidra till flygets långsiktiga klimatomställning.”

Källa: Citat ur SWEDAVIA” Framtidens flygresande behöver vara fossilfritt”.

Dala Airports markbundna fordon (service) drivs med HVO (Fossilfri diesel) idag eller med el. 25 % av fordonen är eldrivna. När tekniken medger så övergår vi till el (t.ex. eldrivna brandbilar)

Storlek på flygplan/Antal passagerare

De källor vi har studerat nämner att 15-20 passagerars flygplan kan vara lämpliga, speciellt för regionala korta flygresor.

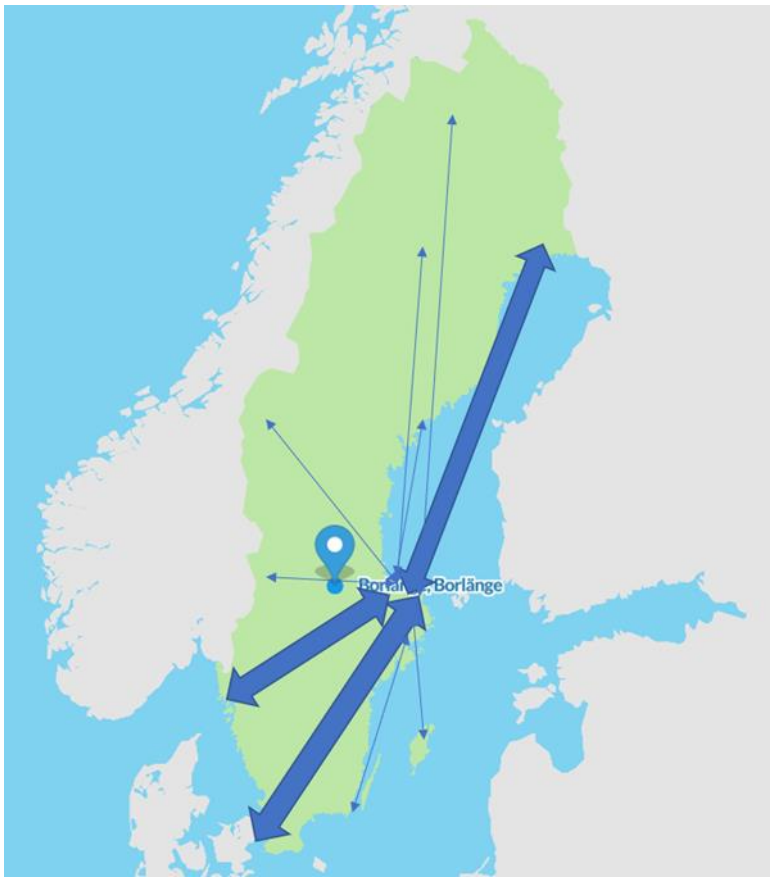
Utveckling av batteri för eldrift

Komponenter i dagens batterier för t.ex. industri, vägfordon etc. är en bristvara. Detta medför att framtida batterier måste baseras på någon annan typ av komponenter. Flera bilfabrikanter har fått stoppa produktionen av fordon då s.k. halvledare är en bristvara.

Ett känt problem är också den dåliga arbetsmiljö som ofta råder på de platser där råvaran till batterierna tas fram. Vi har emellertid i samband med vår litteratursökning inte funnit någon seriös livscykelanalys som behandlar de aktuella batterierna från brytning av råvara fram till skrotning. Det kan inte vara en rimlig uppgift att ta fram en sådan livscykelanalys inom ramen för detta delprojekt. Därtill erfordras en mycket ingående kunskap om till exempel koboltbrytning, ingående komponenter i batterierna och hur mycket de kan användas innan de skrotas eller återvinns.

Tänkbart scenario om regional flygtrafik

Idag sker all regional flygtrafik från Stockholm via Arlanda och Bromma.



Figur 4, Dagens flygnät ”alla ska till Arlanda”

I ett framtida regionalt flygtrafiknät kan man spekulera i ett nät enligt nedan.



Figur 5, Exempel Elflygnät

”Om Sverige verkligen vill ha ett så fossilfritt flygande som möjligt så kommer de längre inrikesflyglinjerna att behöva kortas ned till två sträckor, eftersom räckvidden är ca 400 km på elflyg. Då kommer nätet med flygningar se ut på ett annat sätt. Dessutom så har elflyget kortare start och landningsträcka samt är mycket mindre bullerpåverkande, vilket innebär att flygplatser i städer eller i nära anslutning till blir attraktiva igen med hänsyn till tidsvinsten. Bromma istället för Arlanda, Säve istället för Landvetter. Med elflyget kommer de större flygplatserna att få mindre betydelse och de mindre flygplatserna större betydelse för inrikesnätet”.

Källa: Uttalande från Dalaflyget.

4. Slutsatser

Eftersom denna delrapport behandlar ett område (elflyg) som kräver utveckling under en relativt lång tidsperiod bedöms det inte vara meningsfullt att göra en prognos på så kort sikt som fram t.o.m. utgången av 2023. Det är mer rimligt att försöka göra en bedömning av vad som kan bli implementerat och i praktisk användning under en kommande femårs- respektive tioårsperiod - d.v.s. under 2026 respektive 2031.

I denna delrapport har vi konstaterat att det i allt väsentligt kan identifieras fem olika alternativa sätt till konventionell framdrift av flyg med fossilt bränsle: batterielektrisk framdrift, bränsleceller (vätgas), solceller, hybrider och biodrivmedel. Av dessa har vi koncentrerat oss på att studera de två förstnämnda. Detta beroende på att vi tolkat uppdraget som att helt utesluta fossilbaserade drivmedel. (Biodrivmedel blandas för närvarande in i konventionellt flygbränsle).

Vi anser också att det inte är enbart en teknisk utveckling utan också hur samhällsutveckling ställer krav på hur transporter ska utföras. I ett avlångt land som Sverige är det viktigt att korta regionala transporter, där olika transportslag såsom järnväg, vägfordon, flygtrafik samt sjöfart kan samverka. En utveckling av ett fossilfritt flyg kan bidra till denna utveckling. I avsnitt 3.4 har vi därför fört ett resonemang om ett framtida regionalt flygnät.

4.1 Implementerat och i praktisk drift under 2026

- Litteraturstudien visar att utvecklingen av batterielektriska flygplan är i ett tidigt skede och att mot bakgrund av tillgänglig batterikapacitet kan endast mindre plan väntas bli elektrifierade på kort sikt. Flygindustrin är en av flera industrigrenar som drar nytta av utvecklingstrycket som sker från vägfordonsindustrin. Den förväntande ökningen av energitätheten i batterierna kommer i första skedet möjliggöra att räckvidden ökar för befintliga modeller av elflyg.

- Bränslecellsdrivna flygplan har förutsättningar att bli en viktig del av flera framdrivningstekniker som innebär mindre klimatpåverkan. Det återstår dock mycket forskning, utveckling och regelanpassning innan tekniken är på plats. Bränslecellsdrivna plan kan därför inte förväntas finnas utvecklade och i trafik under 2026.

- Det svenska Heart ES-19 ska kunna ta 19 passagerare med en räckvidd på upp till 400 km. Flygplanet konstrueras för att kunna landa på kortare landningsbanor på 750 m. Avsikten är att detta flygplan ska bli certifierat för serieproduktion och kunna tas i drift under 2026. Flygplanet har batterielektisk framdrivningsteknik.

- Israeliska Eviation Alice är ett helt batterielektriskt flygplan för nio passagerare och en besättning på två personer. Målsättningen har varit att ha ett certifierat flygplan färdigt 2022. Projektet har dock drabbats av bakslag i form av en brand som medförde stora skador på en prototyp, vilket säkerligen kan innebära kraftiga förseningar för

projektet. Men sannolikheten bedöms vara rimligt stor för att detta plan ska kunna vara i luften under 2026.

- ZeroAvia baserat i Silicon Valley uppger att de utvecklat ett elflyg med en passagerarkapacitet som är tillräckligt stor för att användas i reguljär trafik. Flygplanet är en modifiering av en amerikansk flygplansmodell som har fått sin traditionella motor utbytt mot en elektrisk. Testflygning har genomförts. Projektet ska visa hur regionalflyget kan göras fossilfritt. ZeroAvia siktar på att ha ett fungerande flygplan för 19 passagerare där elen produceras av en bränslecell i stället för ett batteri redan 2023. Om det lyckas är fördelen att tunga batterier inte behövs och att underhållskostnaderna minskar. Men generellt råder ju stor tveksamhet inom branschen när det gäller att klara av att så snabbt utveckla säker drift av elflyg med bränsleceller (se ovan).
- Lilium är en flygplanstillverkare i Tyskland med München som bas. Affärsiden är att utveckla ett eldrivet flygplan med s.k. VTOL (vertikal start och landning). Planeringen är att ha ett elflyg med sju säten i kommersiell trafik 2024 - 2025. Dessa elflyg ska användas för regionalt flyg på korta sträckor. Företaget har idag ett samarbetsavtal med flygplatserna i Köln/Bonn och Düsseldorf.

Det finns således åtminstone fyra tillverkare av elflygplan som enligt egna prognoser anser sig kunna presentera flygfärdiga plan i kommersiell trafik under 2026. Men det finns ganska stora riskmoment kopplade till denna utveckling. Även smärre störningar i tidsplanerna kan innebära stora förseningar - exemplet från den israeliska tillverkaren illustrerar detta faktum.

4.2 Implementerat och i praktisk drift under 2031

- En ökad energitäthet möjliggör att flygplanen kan öka i storlek, men det kräver utveckling och certifiering av nya flygplan vilket är en process som tar många år. En annan utmaning för det batterielektriska flyget är att öka flygplanens hastighet utan att ge avkall på räckvidden. Med de hastigheter som idag är inom räckhåll och givet de tidsvärden resenärerna har, är elflyget inte konkurrenskraftigt på längre avstånd.
- Bränslecellsdrivna flygplan har som ovan nämnts stor potential att skapa en flygtrafik utan egentlig klimatpåverkan. Men en bränslecell förmår inte att leverera tillräcklig effekt för flygets stigningsfas. Därför behöver en sådan lösning kompletteras med ett batteri. Den bedömning som görs är att bränslecellsdrivna 19-sätesplan kan vara i drift om cirka tio år.
- Amerikanska Wright electric arbetar med att utveckla ett elflygplan för 186 passagerare som inledningsvis har en räckvidd på drygt 500 km. Ett sådant flyg vore exempelvis möjligt att använda på sträckan London–Amsterdam, som är en av de största flyglinjerna i Europa. I det utförandet är målsättningen att den ska vara i trafik under 2030.

- MagniX (Singaporeägt) har ställt upp målsättningen att installera bränsleceller i ett flygplan av typen De Havilland Canada DHC8-Q300, ett flygplan med 40 säten. När detta ska kunna vara i luften finns det emellertid inga uppgifter om. Men sannolikt är målet att uppnå målsättningen under den kommande tioårsperioden.

Även när det gäller uppställda förväntningar på vad som kan ha implementerats och satts i drift inom en tioårsperiod (fram t.o.m. 2031) finns det naturligtvis samma typ av riskmoment som ovan beskrivits för den kommande femårsperioden fram t.o.m. 2026.

4.3 Elflygets för- och nackdelar – en jämförelse med konventionell, fossildriven flygtrafik

- Positiv effekt vad avser minskade luftföroreningar och klimatpåverkan. Elflyg har inga direkta förbränningsutsläpp. Det kan förekomma vissa partikelutsläpp vid start och landning (slitage på landningsbana), men dessa bedöms vara av så liten omfattning att de kan man bortse från. Elflyg har en direkt positiv effekt på arbetet med att minska klimatpåverkan om det ersätter fossilt drivet flyg eller bil- och bussresor som drivs med fossila bränslen. Därför är det viktigt att med denna utgångspunkt i första hand försöka spegla hur företagens framtida resepolicy kommer att utformas. Kommer en förändrad resepolicy att påtagligt förändra synen på flygresor och därmed behovet av nya flyglinjer bedrivna med elflyg?

- Säkerhet och olyckskostnader. Neutral effekt. Det finns redan i dagsläget högt ställda krav på säkerhet. Vi bedömer det osannolikt att elflyg skulle komma att undantas från dessa krav på ett sådant sätt att olycksrisken därmed skulle förändras.

- Buller. Neutral effekt. Elflyg har visserligen tystare motorer, men små plan flyger på lägre höjder och propellerljudet kommer att vara kvar. Elflyg ska inledningsvis inte jämföras med stora plan utan med de mindre turbopropplanen och bullerminskningar kan därför inte antas.

- Markanvändning. Neutral effekt för flygplan som drivs med batterier. Viss negativ för bränslecellsplan. Eftersom vätgas kräver betydligt större tankar (både på marken och i flygplanen) kan markanvändningen komma att öka i viss utsträckning om sådana flygplan introduceras på marknaden. Elflyg klarar sig med kortare start- och landningsbanor. Men det är ett sannolikt antagande att inga nya flygplatser tillkommer.

- Res- och transporttider. Effekten beror på alternativ men i huvudsak positiv i de fall nya sträckningar etableras jämfört med andra alternativ. Om exempelvis en linje till Köpenhamn skulle etableras i en framtid blir en sådan sträcka ett snabbare resalternativ med elflyg, medan andra resalternativ på andra sträckor redan i dagsläget eller i framtiden kan komma att vara snabbare när tid till och från flygplatser räknas in.

- Trängsel och förseningar. Effekten bedöms vara neutral. Elflyg bedöms inte ha någon större effekt totalt på trängsel och förseningar då luftrummet inte är så pass trafikerat på merparten av de linjer som kan komma att etableras.

- Statsfinansiella effekter. Effekterna beror på behov av stöd och stödnivåer. Kan det exempelvis antas att staten av klimatskäl subventionerar start- och landningsavgifter för elflyg?
- Företagsekonomiska aspekter. Enligt vad flygplanstilverkarana hävdar kommer både drift- och underhållskostnaderna att bli lägre för eldrivna flygplan. Sänkta kostnader för operatörerna tillsammans med att företagens resepolicy förändras i synen på flygresor borde innebära att dessa operatörers konkurrenskraft ökar och därmed motivet för etablering av helt nya flyglinjer.

Som framgår av ovanstående redovisning är effekterna i de flesta fall neutrala förutom de som handlar om klimatpåverkan och luftföroreningar. Men dessa positiva effekter genererar ju inga direkta intäkter för flygplatsekonomin.

Potentialen för att vid Dala Airport ersätta konventionellt bedrivna flygresor med fossilt bränsle med elflyg kan först bedömas när en prognos över flygtrafikens framtida omfattning gjorts i andra delrapporter av denna utredning. Troligen kommer potentialen i allt väsentligt finnas i nya reguljära flyglinjer om sådana kan etableras. Chartertrafik och den trafik som till exempel MSB m fl myndigheter kommer att bedriva kommer sannolikt inte att ersättas av eldrift under överskådlig tid. Exempelvis torde brandsläckning av skogsbränder - med krav på transport av stora mängder vatten - inte att kunna ske på ett rimligt och kostnadseffektivt sätt med den utveckling av elflygets transportförmåga som i dagsläget har aviserats.

5. Referenser

Arbetet med att utföra denna underlagsrapport har utförts genom litteratutstudier Som underlag till litteraturstudien har följande rapporter, tidningsartiklar samt företags hemsidor använts:

- **Trafikanalys. Elflyg – en början på en spännande resa**
  Redovisning av ett regeringsuppdrag 2020:12.
  Innehåller bra redovisningar av olika företags utveckling av elflyg samt möjliga fossilfria flygbränsle.
- **Tidningen ”Ny teknik”**
  Varierande artiklar.
- **Heart aerospace**
  Göteborsbaserat företag som arbetar med forskning och utveckling av elflyg. Deras hemsida ,www.heartaerospace.com, innehåller artiklar och fakta som inte enbart är företagsspecifika och reklam för egna företaget.
- **Lilium**
  Tysklandsbaserat företag som arbetar med forskning och utveckling av elflyg. Deras hemsida, www.lilium.com, innehåller fakta och beskrivningar som är relevanta för deras arbete med utveckling av regionalt elflyg med VTOL (vertikal start och landning).
- **Regionala flygplatser -** En överblick av utmaningar och nyttor. Utredning SKR 2021.
- **Information och uttalande från Dala Airport**.