



UMEÅ UNIVERSITET

# FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR FOSSILFRITT REGIONALT FLYG I NORRA SVERIGE

Jonas Westin, Lars Westin,  
Ida Kristoffersson, Chengxi Liu,  
Eyrún Aradóttir, Harald Bjurulf

TRUM-Rapport 2026:01

ISBN 978-91-6850-049-2  
ISSN 1403-6924

Rapporten har genomgått vetenskaplig granskning av Martin Eriksson vid Umeå universitet. Författarna ansvarar dock fullt ut för rapportens innehåll samt för de slutsatser och rekommendationer som framförs.



UMEÅ UNIVERSITET

# Sammanfattning

Den pågående industriella omställningen i norra Sverige ökar efterfrågan på arbetskraft, företagstjänster och offentlig service. Samtidigt kännetecknas regionen av långa avstånd, delvis gles befolkning och ett transportsystem med stora geografiska variationer i kapacitet och servicenivå. Mot denna bakgrund är en central utmaning att utveckla transportlösningar som möter den denna utveckling på ett kostnadseffektivt och hållbart sätt.

Denna rapport analyserar förutsättningarna för fossilfri regional luftfart i ett multimodalt transportsystem i norra Sverige. Studien kombinerar en analys av regelverk, styrning och upphandling med en nätverksbaserad optimeringsmodell för att beräkna hur regionala flygnätverk kan utformas under givna tekniska och ekonomiska förutsättningar. Analysen visar att flyget i Sverige i dag endast i begränsad utsträckning är integrerat i den regionala kollektivtrafikplaneringen. Ansvarsfördelningen mellan staten och de regionala kollektivtrafikmyndigheterna innebär att flygtrafiken hanteras separat från andra trafikslag vilket försvårar utvecklingen av sammanhängande transportlösningar. Samtidigt pekar en genomgång av EU:s regelverk att det inte finns några grundläggande hinder för att inkludera flyg i kollektivtrafiksystem utan att möjligheterna främst begränsas av regelverket för närvarande tillämpas i Sverige.

Den tekniska utvecklingen inom el- och hybridflygplan förväntas på längre sikt möjliggöra nya former av regional luftfart. Med lägre kapacitet och kortare räckvidd än reguljära flygplan lämpar de sig för kortare sträckor vilket möjliggör en mer finmaskig nätverksstruktur. Modellresultaten indikerar att sådana system, under vissa förutsättningar, kan förbättra tillgängligheten i regionen och skapa nya resmöjligheter, särskilt där restiderna med marktransporter är långa.

Samtidigt är räckvidd, laddinfrastruktur och ekonomisk bärkraft avgörande förutsättningar för utvecklingen av framtida regional luftfart inom ett multimodalt transportsystem. Analysen visar också att en övergång till fler direktförbindelser med flera regionala noder kan skapa fler resmöjligheter än det nuvarande hub-and-spoke-systemet (nav-och-eker-systemet) med Stockholm Arlanda som centrum. För att realisera denna potential krävs ökad samordning mellan trafikslag, inklusive integrering av tidtabeller, biljettsystem och fysisk infrastruktur.

Rapporten identifierar flera centrala institutionella hinder för en sådan utveckling. Dessa inkluderar begränsningar i de regionala kollektivtrafikmyndigheternas mandat att upphandla flygtrafik, otillräcklig användning av samhällsekonomiska analyser vid upphandling av flyglinjer samt en otydlig ansvarsfördelning mellan nationella och regionala aktörer. Som en följd är dagens planering i stor utsträckning trafikslagsspecifik snarare än baserad på ett övergripande tillgänglighetsperspektiv.

För att möjliggöra en mer sammanhållen transportplanering behöver både regelverk och styrningsstrukturer anpassas. Konkreta förslag omfattar ett stärkt regionalt inflytande över flygtrafiken, utvecklade metoder för samhällsekonomisk analys av flygets roll samt förbättrad samordning i planering och upphandling mellan trafikslagen.

Fossilfri regional luftfart kan fylla en viktig kompletterande funktion i det framtida transportsystemet i norra Sverige. Hur stort genomslag den får är dock avhängigt av i vilken utsträckning den integreras med övriga trafikslag inom en sammanhållen, multimodal planeringsram.

## Executive summary

The ongoing industrial transformation in northern Sweden is increasing demand for labour, business services, and public services. At the same time, the region is characterised by long distances, sparsely populated areas, and a transport system with considerable variations in capacity and service levels. A central challenge is to develop transport solutions that meet this development cost-effectively and sustainably.

This report analyses the conditions for fossil-free regional aviation within a multimodal transport system in northern Sweden. The study combines an analysis of regulations, governance and procurement with a network-based optimisation model to calculate how regional aviation networks can be designed under given technical and economic conditions. The analysis shows that aviation in Sweden today is only integrated to a limited extent in regional public transport planning. The division of responsibilities between the state and regional public transport authorities means that air traffic is managed separately from other modes of transport, hindering the development of integrated multimodal transport solutions. At the same time, a review of EU regulations suggests that there are no fundamental obstacles to including aviation in public transport systems, and that the limitations are primarily a result of how current regulations are applied in Sweden.

Technological developments in electric and hybrid aircraft are expected to enable new forms of regional aviation in the longer term. With lower capacity and shorter range than conventional aircraft, they are suited to shorter routes, allowing for a more fine-grained network structure. Model results indicate that such systems, under certain conditions, can improve accessibility in the region and create new travel opportunities, particularly where land travel times are long.

Range, charging infrastructure, and economic viability are also critical prerequisites for the development of future regional aviation within a multimodal transport system. The analysis shows that a transition to more direct connections between multiple regional nodes could create more travel opportunities than the current hub-and-spoke system centred on Stockholm Arlanda. Realising this potential requires greater coordination between modes of transport, including the integration of timetables, ticketing systems and physical infrastructure.

The report identifies several key institutional barriers to this development. These include limitations on the mandate of regional public transport authorities to procure air services, insufficient use of cost-benefit analysis in the procurement of air routes, and an unclear division of responsibilities between national and regional actors. As a result, current planning is largely mode-specific rather than grounded in an overarching intermodal accessibility perspective.

Enabling more integrated transport planning will require adapting both regulations and governance structures. Concrete proposals include strengthened regional influence over air traffic, improved methods for socioeconomic analysis of aviation's role, and enhanced coordination in planning and procurement across modes of transport.

Fossil-free regional aviation has the potential to play an important complementary role in the future transport system of northern Sweden. The extent of its impact, however, will depend on how well it is integrated with other modes of transport within a coherent, multimodal planning framework.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Executive summary .....	3
1 Inledning .....	7
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Syfte och projektmål .....	10
1.3 Projektets genomförande .....	11
2 Regionalt flyg i transportsystemet.....	13
2.1 Flygtransporter i norra Sverige .....	13
2.2 Teknisk utveckling av fossilfritt flyg .....	14
2.3 Regionalt flyg i ett multimodalt kollektivtrafiksystem .....	16
3 Interregional flygtrafik .....	18
3.1 Inrikesflygets stagnation .....	18
3.2 Upphandling av interregionalt flyg .....	19
3.3 Identifierade institutionella hinder .....	22
3.4 Förslag till förändringar i regelverk och organisation .....	24
4 Modellering av regionala flygnätverk.....	25
4.1 Optimeringsmodell för regionalt elflyg.....	26
4.2 Utformning av scenarier och flygnätverk .....	28
4.3 Resultat från modellkörningar.....	31
4.4 Diskussion .....	38
5 Policyimplikationer och slutsatser .....	39
5.1 En fossilfri interregional kollektivtrafik med flyg? .....	39
5.2 Planering av multimodala transportsystem.....	40
5.3 Rekommendationer för lagstiftning och styrning.....	41
5.4 Förslag på fortsatt forskning .....	42
Referenser .....	44



# 1 Inledning

Den ”gröna omställningen” i norra Sverige ökar behovet av att rekrytera och skapa möjlighet för pendling för arbetskraft och specialister samt att möjliggöra transporter från ett större geografiskt område. Detta ställer högre krav på utbudet av bostäder samt att effektiva och flexibla kommunikations- och transportlösningar kan erbjudas. Samtidigt präglas såväl bostadsbyggande som utvecklingen av transportsystemet av långa ledtider, där investeringar i till exempel järnvägen tar lång tid att planera och genomföra. Flyg kan däremot etableras snabbare och har en större flexibilitet samtidigt som infrastrukturen i form av flygplatser ofta finns på plats eller kan etableras på kortare tid. Ett fossilfritt flyg har mot den bakgrunden förutsättningar att skapa ett breddat transportutbud, ökad tillgänglighet och minska regionens klimatpåverkan. Det bör därmed även mer generellt bidra till att öka regionens attraktionskraft på nya företag såväl inom som vid sidan om den ”gröna omställningen”.

Utvecklingen av ett nytt fossilfritt regionalt flyg kan komma att ske samtidigt som det svenska flygsystemet i sin helhet, och speciellt inrikesflyget, befinner sig i en strukturell omställning där förändrade resebeteenden, konkurrens från andra trafikslag och skärpta klimatkrav avsevärt förändrar flygtrafikens förutsättningar. Sedan inrikesflygets toppår 1990 har antalet passagerare minskat kraftigt. Nu befinner sig inrikesflyget på en nivå som ligger på ungefär halva antalet passagerare under år 1990 (Transportstyrelsen, 2026).

Mot den bakgrunden lyfts ett fossilfritt flyg fram som en nödvändig förutsättning för att åter stärka inrikesflygets konkurrenskraft hos breda grupper av resenärer. Därtill kan nya flygplan, som har förutsättningar att bli mer kostnadseffektiva och som kan erbjuda kundnytta på andra relationer än flygets traditionella linjer, där idag järnvägen och vägtrafiken stärkt sin konkurrenskraft, blir intressanta. Det är i de sammanhangen elektriskt drivna flygplan kan komma att utvecklas till ett alternativ.

I denna rapport konstaterar vi att i Sverige hanteras flyg i ytterst begränsad utsträckning som en del av den samlade regionala kollektivtrafiken. Det till skillnad från i Norge där flyget på ett tydligare sätt ingår i det offentligt finansierade kollektiva transportsystemet. Norge har både andra transport-geografiska förutsättningar och institutionella ramverk än Sverige. Förutsättningar som gjort flyg till ett tydligt förstahandsalternativ i många relationer. Men även i Sverige finns relationer där flyg skulle kunna fylla en samhällsekonomiskt intressant roll. Det gäller även för några inomnordiska relationer. Sammantaget pekar detta på det faktum att det även kan finnas institutionella, regulatoriska samt branschspecifika och ekonomiska förklaringar till situationen i Sverige. Det ställer en fråga om ny teknik ges möjlighet att eller tillåts bidra till en utveckling av inrikesflyget? Regionala kollektivtrafikmyndigheter (RKM) saknar till exempel i dag mandat att upphandla flygtrafik på samma sätt som de upphandlar markbaserad

kollektivtrafik. I stället ansvarar staten genom Trafikverket för all upphandlad flygtrafik (Trafikverket, 2024a), vilket innebär att flyget hanteras separat från den regionala kollektivtrafikplanering inom vilken RKM har ansvar för såväl planering som koordinering. Denna ansvarsfördelning är dock efter två decennier under viss omprövning. År 2025 gav regeringen Trafikverket i uppdrag att ta fram förslag för ökat regionalt inflytande över flyglinjer med allmän trafikplikt. Trafikverkets förslag medger en viss förnyelse och skulle innebära att regionerna kan medfinansiera utökade krav på statliga linjer och själva upphandla vissa nya linjer. Frågan om finansieringens storlek och fördelning mellan stat och regioner är däremot fortsatt en relativt öppen fråga. Samtidigt betonas behovet av tydligare ansvar och bättre samordning mellan olika trafikslag (Trafikverket, 2025a).

Trots detta kvarstår betydande utmaningar innan flygtrafiken kan integreras i en sammanhållen regional transportplanering. Denna slutrapport kan ses som en del av en process för att identifiera sådana utmaningar. Slutrapporten är utarbetad inom forskningsprojektet *Energieffektivt fossilfritt flyg i regional kollektivtrafik för en grön omställning (NORRFLYG)*, som genomförts i ett samarbete mellan forskare från Umeå universitet och Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Projektet har finansierats av Energimyndigheten.

Forskningsprojektet Norrflygs syfte har varit att analysera förutsättningarna för ett hållbart regionalt flygsystem i norra Sverige. Arbetet har kombinerat analyser av institutionella förutsättningar med modellering av flygnätverk och resande. Analyser har gjorts av hur regionalt flyg kan organiseras, finansieras och integreras i kollektivtrafiken som en del av ett framtida hållbart transportsystem i norra Sverige.

## 1.1 Bakgrund

Den pågående ”gröna omställningen” i norra Sverige präglas av stora planer på ny industri och energiproduktion. Samtidigt innebär Rysslands fortsatta angrepp och krig med Ukraina och aggressiva handlingar mot länder runt Östersjön att behovet av ökade satsningar på försvar och säkerhet också påverkar regionens utveckling. Flera initiativ inom exempelvis grön stålproduktion och fossilfri energi innebär potentiellt omfattande förändringar i näringsliv och arbetsmarknad, även om genomförandet i många fall är förknippat med betydande osäkerhet och en successiv uppskalning av investeringsverksamheten. Utvecklingen ställer samtidigt ökade krav på kompetensförsörjning, pendling och affärsresande i en region som redan präglas av stora avstånd och en gles befolkning inom delar av regionen (FAIR 2, 2024; NEA, 2024).

Inom andra delar av norra Sverige, främst längs kustens mer tätbefolkade kommuner, är i stället kollektivtrafiken mer utvecklad. Det rör sig dock om en trafik som är koncentrerad till några begränsade stråk, främst den kustnära nord-sydliga transportkorridoren. I kombination med att bilen

dominerar som transportmedel och att kollektivtrafiken således har en begränsad täckning, särskilt för resor mellan orter innanför kuststråket, ställer det särskilda krav på transportsystemets kapacitet och utformning (Westin, Olsson och Åhag, 2024; FAIR 2, 2024). Samtidigt kännetecknas investeringar i traditionell infrastruktur, som järnvägsutbyggnad, av långa planerings- och genomförandetider, det är ofta svårt att snabbt och flexibelt möta transportbehov som uppstår på kort och medellång sikt.

Flyget har historiskt spelat en viktig roll såväl nationellt, internationellt samt för glesbefolkade regioner för att skapa ny och upprätthålla tillgänglighet. Flygets framväxt har varit mycket viktigt för sammanhållningen nationellt och för att nå internationella marknader från olika delar av landet. Idag i Sverige är flygnätet i hög grad organiserat kring Stockholm med Arlanda som nationell knutpunkt, medan antalet direkta regionala förbindelser mellan orter i norra Sverige och till närliggande länder är begränsat. Samtidigt finns studier som indikerar efterfrågan på relationer som Umeå-Luleå, Umeå-Sundsvall och Skellefteå-Luleå, trots att dessa i dagsläget inte betjänas av reguljärt flyg (FAIR 2, 2024). Flygtrafiken i regionen återhämtade sig långsamt efter covid-19-pandemin, med passagerarminskningar på omkring 45 procent vid de regionala flygplatserna under perioden 2019–2022 (FAIR 2, 2024). Utvecklingen är en del av en bredare nationell trend där inrikesflyget har haft en svag återhämtning efter pandemin och i vissa fall fortsatt att minska till följd av förändrade resebeteenden, minskat affärsresande och ökad konkurrens från andra transportslag (Skoglund, 2025).

Mot den bakgrunden pågår flera nordiska satsningar på elektriskt och hybridbaserat regionalflyg, för att om möjligt skapa lösningar på både tillgänglighets- och klimatutmaningarna. Luftfartssektorn står speciellt i Sverige idag under hårt tryck att minska sina utsläpp. En elektrifiering av framför allt kortare regionala rutter pekas ut som ett viktigt komplement till huvudspåret, att införa hållbara flygbränslen (SAF och eSAF), för att nå transportsektorns klimatmål (NEA, 2024). I en samhällsekonomisk analys av helelektriskt flyg i Sverige, visar i det sammanhanget Jussila Hammes och Johansson (2023) att elektriska flygplan, givet en förväntad teknisk utveckling, från omkring 2040 kan uppvisa ett högre producentöverskott än konventionella flygplan baserade på SAF. Analysen visar vidare att de samhällsekonomiska nyttorna av elektrifiering är relativt robusta i förhållande till variation i centrala antaganden, såsom elpriser, kapitalkostnader och underhållskostnader (Jussila Hammes & Johansson, 2023).

Ett exempel på den tekniska utvecklingen är det svenska företaget Heart Aerospace, som utvecklar ES-30, ett 30-sitsigt hybridflygplan med kapacitet för helelektriskt flyg upp till cirka 200 km. Parallellt pågår flera initiativ i Norden för att förbereda introduktionen av elektriskt regionalflyg, däribland Green Flyway och FAIR i Kvarkenregionen (NEA, 2024). FAIR 2, som drevs av Kvarkenrådet under perioden juni 2023 till november 2024, har fokuserat på att kartlägga efterfrågan på hållbart regionalflyg och identifiera potentiella rutter i norra Sverige och västra Finland (FAIR 2,

2024). Däremot pekar aktuella analyser på att tidsplanerna för kommersiell introduktion av nya fossilfria flygplanskoncept behöver revideras. Ett bredare genomslag för elektriska och hybrida flygplan sannolikt ligger längre fram i tiden än vad som tidigare antagits (Skoglund, 2025).

Frågan om hur elektriskt regionalflyg ska integreras i det befintliga transportsystemet är emellertid inte enbart teknisk eller ekonomisk. Den rymmer också institutionella och rättsliga dimensioner som hittills inte fått tillräcklig uppmärksamhet. I Sverige används systemet med allmän trafikplikt (PSO) i begränsad utsträckning jämfört med exempelvis Norge, som driver cirka 25 PSO-rutter med drygt 1,2 miljoner passagerare per år, motsvarande 8 procent av all inrikesflygtrafik (NEA, 2024).

På uppdrag av regeringen har Trafikverket utrett förutsättningarna för att inkludera krav på elektriska drivlinor i upphandlad flygtrafik. Utredningen pekar på betydande osäkerheter kring huruvida EUs nuvarande regelverk medger sådana krav (Trafikverket, 2025). Samtidigt framstår ansvarsfördelningen mellan statliga luftfartsmyndigheter och regionala kollektivtrafikmyndigheter som otydlig när det gäller regional luftfart som en del av det bredare kollektivtrafiksystemet (NEA, 2024). Dessa institutionella frågeställningar utgör centrala utgångspunkter för den analys som genomförs i detta projekt.

## 1.2 Syfte och projektmål

Syftet med projektet Norrflyg har varit att analysera förutsättningarna för att utveckla ett fossilfritt regionalflyg som en integrerad del av ett multimodalt kollektivtrafiksystem i norra Sverige. Studien har tagit utgångspunkt i de utmaningar regionen står inför, där ett växande transportbehov kopplat till industriell utveckling och energisatsningar sammanfaller med institutionella och tekniska begränsningar att införa hållbara flyglösningar. Trots ett aktivt forsknings- och innovationslandskap, med initiativ som Green Flyway, FAIR 2 och RETAS, kvarstår betydande kunskapsluckor kring hur regionala flygnätverk kan utformas, finansieras och integreras i det befintliga transportsystemet (NEA, 2024).

I Norrflyg har de institutionella och regulatoriska hinder som påverkar utvecklingen av ett hållbart regionalflyg, tillsammans med de ekonomiska förutsättningarna för att etablera konkurrenskraftiga flyglösningar analyserats. Ett återkommande tema i projektets dialoger med olika aktörer är det faktum att i Sverige hanteras flygtrafik och regional kollektivtrafik inom skilda ansvarsstrukturer och regelverk. Det försvårar utvecklingen av samordnade transportlösningar. Mot den bakgrunden har Norrflyg identifierat centrala institutionella och regulatoriska hinder, samtidigt som de ekonomiska villkoren för regionalt flyg analyseras, i syfte att belysa möjliga vägar mot ett mer integrerat och hållbart transportsystem.

Norrflyg har även analyserat hur regionala flygnätverk kan utformas och optimeras utifrån de tekniska och ekonomiska förutsättningarna elektriska

flygplan utvecklade för en regional marknad kan erbjuda och kommer att kunna erbjuda. Den begränsade räckvidden och behovet av laddning mellan flygningar innebär nya krav på planering av rutter, tidtabeller och passagerarflöden. Genom en optimeringsmodell som integrerar flygplansplanering med passagerarflöden i ett gemensamt ramverk har i projektet skapats ett analytiskt underlag för att bedöma hur olika nätverksstrukturer påverkar tillgänglighet, kostnader och energianvändning (Westin, Olsson & Åhag, 2024).

I Norrflyg har analyserna omsatts till konkreta och policyrelevanta rekommendationer. Därigenom bidrar Norrflyg med ett kunskapsunderlag som kan visa hur regionalt flyg kan integreras i transportsystemet på ett sätt som stärker tillgängligheten i norra Sverige, stödjer den pågående omställningen och är förenligt med nationella och europeiska klimatmål.

### 1.3 Projektets genomförande

Projektet har genomförts i samarbete mellan forskare vid Umeå universitet och Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) och bygger på en kombination av kvalitativ policyanalys och kvantitativ nätverksmodellering. De två metodspåren har utvecklats parallellt och integrerats i projektets slutsatser och rekommendationer. Projektet har finansierats av Energimyndigheten inom ramen för forsknings- och innovationsprogrammet Fossilfritt flyg.

Den kvalitativa delen av projektet syftar till att kartlägga de institutionella och regulatoriska förutsättningarna för regionalt flyg i Sverige. Analysen bygger på en systematisk genomgång av relevant lagstiftning, nationella styrdokument och tidigare studier, däribland Trafikverkets utredning om förutsättningar för elektriskt flyg i upphandlad flygtrafik (Trafikverket, 2025) samt den svenska färdplanen för fossilfritt flyg (NEA, 2024). Dokumentstudien har kompletterats med intervjuer och workshops med aktörer inom transportsektorn, vilket gjort det möjligt att identifiera centrala hinder och möjligheter i gränssnittet mellan statlig flygtrafikförvaltning och regional kollektivtrafikplanering.

Den kvantitativa analysen bygger på en optimeringsmodell för regionala flygnätverk som har utvecklats inom ramen för projektet med utgångspunkt i tidigare arbete av Westin, Olsson och Åhag (2024). Delar av modellutvecklingen och analysen har genomförts av en doktorand verksam vid VTI och en examensarbetare vid Umeå universitet. Modellen är formulerad som ett Mixed Integer Linear Programming-problem (MILP) och kombinerar två typer av optimeringsproblem i ett gemensamt ramverk: flygplanens rörelser modelleras som ett Vehicle Routing Problem (VRP), medan passagerarnas resvägar modelleras som ett Multi-Commodity Flow Problem (MCFP). Modellen har implementerats i Python för nätverksgenerering och problemformulering varefter optimeringsproblemet löses med Gurobi. Denna integrerade ansats möjliggör samtidig optimering av

rutter, tidtabeller och passagerarflöden, inklusive möjligheter till byten mellan flygningar (Aradóttir och Westin, 2025, 2026).

Som empiriskt underlag används en syntetisk efterfrågematris som bygger på efterfrågan för flygtrafik på befintliga flyglinjer i Trafikverkets persontransportmodell Sampers, med fokus på relationer i norra Sverige. Utifrån dessa data konstrueras ett antal transportrelationer med PSO-liknande egenskaper, vilka används för att representera ett grundläggande behov av tillgänglighet i regionen (Kristoffersson, Liu och Andersson, 2024). Efterfrågedata har kompletterats med resvaneanalyser och behovskartläggningar från FAIR 2-projektet (FAIR 2, 2024), vilket bidrar till att förankra den kvantitativa analysen i observerade och identifierade resmönster i regionen. Genom att Norrflyg därmed har kombinerat institutionell analys med kvantitativ modellering har ett sammanhållet underlag för att bedöma hur regionalt fossilfritt flyg kan bidra till ökad tillgänglighet i norra Sverige skapats.

## 2 Regionalt flyg i transportsystemet

Det svenska transportsystemet befinner sig i en period av förändring. Industriella satsningar i norra Sverige medför nya krav på rörlighet och tillgänglighet, samtidigt som en ifrågasatt flygsektor påbörjat en teknisk utveckling för att finna fossilfria lösningar. I detta kapitel behandlas de strukturella förutsättningarna för regionalt flyg i norra Sverige, den tekniska utvecklingen mot elektriska flygplan samt möjligheterna att integrera flyget i ett bredare multimodalt kollektivtrafiksystem. Tillsammans utgör dessa perspektiv den bakgrund som Norrflygs analyser tar sin utgångspunkt i.

### 2.1 Flygtransporter i norra Sverige

Norra Sverige är geografiskt omfattande och präglas till en del av stora geografiska avstånd mellan orter och en delvis gles befolkningsstruktur. Det innebär att tillgängligheten mellan orter kan vara mer begränsad än i tätare befolkningssammanhang. Bilen utgör den dominerande transportformen, medan kollektivtrafiken framför allt erbjuder högre frekvens och hastighet i det mer befolkningstäta stråket längs kusten. I många relationer i inlandet och mellan kusten och inlandet finns kollektivtrafik, men den kännetecknas ofta av en begränsad täckning och lägre frekvens, särskilt vid längre resor. I detta sammanhang kan flyg fylla en viktig funktion som komplement till markbaserade transportslag, särskilt på relationer där restiderna med bil är omfattande och där kostnaden för investeringar i markbaserade transporter kraftigt överstiger restidsvinsterna.

De största flygplatserna i norra Sverige, sett till passagerarvolym, är Luleå, Umeå och Skellefteå. Trafiken domineras av inrikes resor (FAIR 2, 2024). Samtidigt är flygplatsernas upptagningsområden relativt begränsade, resenärer rekryteras främst från närliggande kommuner (Trafikverket, 2024b). Detta påverkar underlaget för trafikens omfattning och möjligheterna att upprätthålla relationer till fler destinationer. Tidigare studier pekar även på att tillgängligheten till flygplatserna från större befolkningskoncentrationer i sig kan vara en begränsning, där långa anslutningsresor gör det svårt att genomföra effektiva affärsresor över en eller två dagar och att nå tidiga avgångar med tillräcklig marginal (FAIR 2, 2024).

Det svenska flygnätet är i stor utsträckning uppbyggt kring en hub-and-spoke-struktur med Stockholm Arlanda som central knutpunkt. Detta innebär att resor mellan orter i norra Sverige ofta sker via Arlanda i stället för genom direkta förbindelser, vilket leder till längre restider och minskad flexibilitet för inomregionala resor. Direkta flyglinjer mellan orter som Sundsvall, Skellefteå, Umeå och Luleå saknas i dag, trots att studier indikerar ett tydligt resandeunderlag för de längre avstånden mellan de destinationerna. I undersökningar lyfter affärsresenärer i regionen särskilt fram behovet av förbättrade nord-sydliga förbindelser (FAIR 2, 2024).

Idag befinner sig å andra sidan den svenska inrikesmarknaden i en period av osäkerhet och omställning. Trafikverkets flygprognos visar att inrikes-  
trafiken har haft en svag utveckling efter pandemin och att återhämtningen  
sker långsamt. År 2023 uppgick antalet inrikes passagerare till cirka 4,7  
miljoner, vilket är betydligt lägre än nivåerna före pandemin, då  
motsvarande siffra låg på omkring 7 miljoner passagerare. Prognosen  
indikerar att inrikesflyget endast når cirka 7,1 miljoner passagerare till år  
2045, vilket innebär en mycket begränsad tillväxt jämfört med 2019 års  
nivåer på ca 7 miljoner passagerare och lägre än toppen 1990 med 8,7  
miljoner passagerare (Trafikanalys, 2024). Den årliga tillväxttakten bedöms  
vara låg, omkring 0,08 procent fram till 2045 (Trafikverket, 2024b).

Den negativa utvecklingen inom inrikesflyget förklaras enligt Trafikverkets  
prognos av flera samverkande faktorer. Rapporten pekar på förändrade  
resebeteenden, där digitala möten i ökad utsträckning ersätter tjänsteresor,  
samt på styrmedel och klimatkrav som påverkar efterfrågan. Samtidigt lyfts  
strukturella utmaningar i marknaden, såsom minskad konkurrens på  
inrikeslinjer, kapacitetsbegränsningar kopplade till flygplans- och personal-  
brist samt ökade kostnader för bränsle och utsläppsrätter. Därtill har  
konkurrensen från järnvägen ökat på flera reserelationer, vilket ytterligare  
bidrar till att dämpa efterfrågan på inrikesflyg. Sammantaget innebär detta  
att inrikesflyget utvecklas svagt och förväntas ligga kvar på en relativt låg  
nivå under en längre period (Trafikverket, 2024b). Aktuella analyser  
bekräftar att marknaden har blivit mer koncentrerad, med färre aktörer och  
minskad konkurrens på flera inrikeslinjer, vilket ytterligare försvårar  
utvecklingen av ett finmaskigt regionalt linjenät (Skoglund, 2025).

Parallellt bedömer Trafikverket att luftfarten står inför en successiv teknisk  
omställning. Prognosen utgår från att nya flygplanstyper och fossilfria driv-  
medel etableras på marknaden, och från omkring 2045 förväntas en mer  
diversifierad flygplansflotta ha etablerats med inslag av elektriska och  
hybrida regionalflygplan (Trafikverket, 2024b). Detta kan förändra förut-  
sättningarna för kortare inrikeslinjer och skapa nya möjligheter för  
regionala flygförbindelser, särskilt i områden där alternativa transportslag  
har begränsad tillgänglighet.

Mot denna bakgrund pekar analysen på ett behov av att utveckla nya sätt  
att organisera och finansiera regional flygtrafik, i ett läge där efterfrågan är  
osäker samtidigt som kraven på tillgänglighet kvarstår.

## 2.2 Teknisk utveckling av fossilfritt flyg

Luftfartssektorn står under, och har sedan länge stått under, ett växande  
tryck att minska sina klimatutsläpp, både genom internationella åtaganden  
och genom nationella mål. Globalt har flyget satt upp mål om att nå netto-  
utsläpp nära noll till 2050, i linje med Parisavtalet (NEA, 2024). För att nå  
dit krävs en kombination av olika tekniska lösningar. Hållbart flygbränsle  
(SAF) bedöms spela en central roll på kort och medellång sikt, men analyser  
visar att det inte ensamt kan leverera hela utsläppsminskningen. Elektriska

och hybridbaserade flygplan lyfts därför fram som ett viktigt komplement, särskilt för regional trafik (NEA, 2024). Även Trafikverket utgår i sina prognoser från att en successiv introduktion av nya tekniker och fossilfria drivmedel kommer att förändra flygplansflottans sammansättning på längre sikt (Trafikverket, 2024b).

På kort sikt väntas SAF dominera omställningen, medan elektriska och hybrida flygplan främst bedöms få genomslag på kortare regionala rutter. Trafikverket pekar på att framtidens flygplansflotta sannolikt blir mer diversifierad, med mindre elektrifierade flygplan och hybridlösningar för inrikes och intraeuropeiska resor, samtidigt som större flygplan i högre grad drivs med biobränslen och vätgas (Trafikverket, 2024b). I Sverige finns samtidigt nationella mål om att inrikesflyget ska vara fossilfritt till 2030 och att allt flyg från svenska flygplatser ska vara fossilfritt till 2045 (NEA, 2024), vilket ställer krav på parallella investeringar i både bränsleomställning och ny teknik.

Den tekniska utvecklingen av elektriska och hybridbaserade regionalflygplan går snabbt inom vissa segment och långsamt inom andra. Exempelvis strävar Heart Aerospace efter att utveckla ett 30-sitsigt hybridflygplan med möjlighet till helelektrisk drift på kortare sträckor, och batteritekniken förbättras successivt med ökande energitäthet (NEA, 2024). Samtidigt betonar Trafikverket att utvecklingen är förenad med betydande osäkerheter, bland annat kopplat till teknisk mognad, kostnadsutveckling och tillgången till ny teknik (Trafikverket, 2024b). Nyare bedömningar pekar också på att flera projekt för el- och vätgasflyg har försenats eller avbrutits, och att osäkerheten kring certifiering, finansiering och kommersiell introduktion fortsatt är betydande (Skoglund, 2025).

De operativa begränsningarna är fortfarande betydande. De elektriska flygplan som utvecklas är i dagsläget främst lämpade för kortare distanser och kräver laddning mellan flygningar, vilket ställer krav på ny infrastruktur vid flygplatser. Även frågor kopplade till batteriernas vikt, räckvidd och påverkan på driftkostnader lyfts som centrala utmaningar i både forsknings- och planeringssammanhang (NEA, 2024). Trafikverkets prognos pekar på att införandet av ny teknik kommer att ske gradvis och i samspel med andra styrmedel och marknadsförutsättningar (Trafikverket, 2024b). Därtill är tillgången till SAF fortfarande begränsad, vilket medför att kostnaderna är betydligt högre än för konventionellt flygbränsle. För att reducera priset på SAF krävs ökade inköp eller subventioner. Det innebär att även bränsleomställningen är förknippad med betydande utmaningar (Skoglund, 2025). Sammantaget innebär det att elektriskt regionalflyg har potential att bidra till både minskade utsläpp och förbättrad tillgänglighet, men att en kommersialisering måste ske stegvis och under fortsatt osäkerhet kring de tekniska, politiska och ekonomiska förutsättningarna.

## 2.3 Regionalt flyg i ett multimodalt kollektivtrafiksystem

Flygtrafiken i Sverige och Norden präglas i hög grad av en hub-and-spoke-struktur, där större knutpunkter i huvudstäderna, som Stockholm Arlanda, samlar upp trafik från regionala flygplatser och fördelar resenärerna vidare till nationella och internationella destinationer. Denna struktur är effektiv för flygbolagen när det gäller att hantera stora passagerarvolym, men innebär samtidigt att resor mellan mindre orter ofta kräver omvägar via de centrala noderna. För regionala arbetsmarknader och verksamheter utanför storstadsregionerna kan detta begränsa tillgängligheten och öka restiderna (NEA, 2024). Trafikverket beskriver också hur det nuvarande systemet är starkt koncentrerat till ett fåtal större flygplatser varav flera i norra Sverige och att den dämpade utvecklingen av inrikestrafiken och färre kommersiella aktörer ytterligare förstärker denna struktur (Trafikverket, 2024b).

Utvecklingen av ett elektriskt regionalflyg kan skapa förutsättningar för att förändra denna nätverkslogik. Lägre driftkostnader och mindre flygplan kan göra det möjligt att trafikera rutter med svagare efterfrågan, vilket öppnar för mer direkttrafik mellan regionala orter. Trafikverket pekar samtidigt på att framtidens flygplansflotta sannolikt blir mer diversifierad, med mindre elektrifierade och hybrida flygplan som lämpar sig för kortare sträckor (Trafikverket, 2024b). Detta ligger i linje med resultat från optimeringsstudier, där Westin, Olsson och Åhag (2024) visar att förbättrad laddinfrastruktur kan bidra till en övergång från ett centraliserat hub-and-spoke-system till mer distribuerade nätverk med fler direkta förbindelser. Analyser av den nordiska marknaden pekar också på att rutter i intervallet 50–300 km utgör ett centralt segment för elektrisk luftfart under de kommande decennierna (NEA, 2024), och studier visar att det finns resandeströmmar inom detta avståndsspann som i dag inte betjänas av reguljärt flyg (FAIR 2, 2024).

Frågan om hur regionalt flyg kan upprätthållas i områden med svag kommersiell efterfrågan har länge hanterats genom system för upphandling och allmän trafikplikt (PSO). Erfarenheter från Norge visar att sådana system kan bidra till att säkerställa regional tillgänglighet, men också att utformningen av upphandlingar och servicenivåer är avgörande för utfallet (Bråthen och Eriksen, 2018). Studier visar även att integrerade modeller för nätverksdesign och flottplanering kan användas för att optimera flygtrafik utifrån välfärds- och transportpolitiska mål snarare än enbart kommersiell lönsamhet (Pita, Adler och Antunes, 2014). I ett svenskt sammanhang aktualiseras och kompliceras dessa frågor ytterligare av att Trafikverket ansvarar för upphandling av flygtrafik, samtidigt som regional kollektivtrafik planeras i andra institutionella strukturer (Trafikverket, 2024b).

Integrationen av flyget i ett bredare multimodalt transportsystem lyfts fram som en central fråga i nordisk transportpolitik. Ambitionen är att olika trafikslag ska komplettera varandra i sömlösa transportkedjor (NEA, 2024). Trafikverket betonar också betydelsen av ett trafikslagsövergripande perspektiv i den långsiktiga planeringen, där flyget utgör en del av det samlade transportsystemet (Trafikverket, 2024b). Utvecklingen mot Mobility as a Service (MaaS) förstärker dessa möjligheter genom att underlätta kombinationen av flera transportslag inom en och samma resa (NEA, 2024). Samtidigt visar analyser att samspelet mellan flyg och järnväg är komplext: förbättrade tågförbindelser kan på sikt ersätta flyg på vissa relationer, medan flyget kan spela en viktig roll i att upprätthålla tillgänglighet under en övergångsperiod (FAIR 2, 2024). Internationella exempel visar också att samarbete mellan flygbolag och tågoperatörer kan skapa mer integrerade resekedjor genom gemensamma bokningslösningar och samordnade byten, vilket stärker möjligheterna till intermodala transporter (Air France, 2026).

Med motivet att reducera bullerpåverkan på boende blev tidigare även flygplatserna ofta lokaliserade en bit utanför kommunernas centrala tätorter. Det innebär att de inte är enkelt kopplade till annan kollektivtrafik för att skapa sömlösa övergångar mellan transportslag. Restiderna dörr till dörr blir därtill längre. Järnvägsstationer är däremot oftast lokaliserade centralt i städer och tätorter. I takt med att järnvägen kan erbjuda snabbare restider försvagas därmed flygets relativa konkurrensfördel.

Säkerhetskontroller, koncentrationen av bagagehanteringen och ökad satsning på restauranger och shopping för utrikesresenärer har dessutom förlängt genomgångstiden på många flygplatser för de inrikes resenärerna. Även det försvagar flygets relativa konkurrensfördel. Det pekar dels på att inrikesflygets framtida roll i högre grad måste förstås som en del av sammanhängande nationella och regionala mobilitetssystem snarare än som fristående trafiklösningar (Skoglund, 2025), men att utvecklingen inom flyget under en längre tid inte gått i den riktningen. Hur flygets roll och uppdrag ska definieras i relation till övriga transportslag är därmed en central fråga, både ur planerings- och policyperspektiv.

## 3 Interregional flygtrafik

### 3.1 Inrikesflygets stagnation

Inrikesflyget i Sverige avreglerades år 1992. Det skedde efter en period av snabb tillväxt från 1960-talet. Under regleringen av det svenska inrikesflyget erhöll de dominerande aktörerna SAS och Linjeflyg (LIN) drifttillstånd där de åtog sig att även trafikera linjer i norra Sveriges inland. Trafiken på ”det inre norrlandsflyget” var ett exempel på en sådan lösning. Därtill flög mindre flygbolag på linjer i södra Sverige till Bromma/Arlanda. Inför avregleringen fanns stora förhoppningar på att inrikesflyget skulle fortsätta att växa i enlighet med den snabba utveckling som skett dessförinnan (SOU 1990:58). Flera nya flygbolag startades och linjer mellan nya relationer provades. Från statens sida valde man inledningsvis en återhållen inställning för att först se vad den nya kommersiella flygmarknaden som förväntades växa fram skulle erbjuda, innan man övervägde att upphandla flyglinjer.

I stället för en fortsatt snabb utveckling innebar perioden efter 1990 och fram till pandemin 2020, en period av övergripande stagnation med konjunkturella svängningar i passagerarvolymerna för inrikesflyget. Flera faktorer förklarar som vi berört den långa stagnationen. Lågkonjunkturen under 1990-talet medförde inledningsvis betydande problem för de nystartade flygbolagen. Det gav järnvägen tid för en nödvändig omställning. Från att ha varit på tillbakagång under hela efterkrigstiden inledde järnvägssektorn en nysatsning på tågset, ökad intern konkurrens och nya järnvägar samtidigt som olönsamma spår avvecklades. Lönsamheten i järnvägssektorn förbättrades. Finansieringen av den omställningen behöver däremot studeras ytterligare. Mycket av investerings- och underhållsverksamheten gick över statsbudgeten. Jämförelser med finansieringen av flygets infrastruktur kan här eventuellt visa på asymmetrier.

Flyget mötte därmed ny konkurrens på avstånd upp till 400 kilometer från det tre större stadsregionerna. Det skedde under perioden även en tydlig inflyttning till de större arbetsmarknaderna. Den interna tågtrafiken inom och mellan dessa blev en växande del av det samlade transportarbetet i Sverige, och bidrog till operatörernas lönsamhet. Till det kom de allt hårdare säkerhetskraven som internationella terrordåd skapade för luftfarten. Allt som allt innebar det tillsammans med andra krav, till exempel tryckkabiner även på kortare linjer, högre kostnader och avgifter på flygplatser och för drift och underhåll av flygplan. De nya flygbolagen kom att avvecklas ett efter ett.

De mindre, de glesa och tunna, flyglinjerna var givetvis de linjer som fick svårast att överleva. Konsekvensen blev att det interregionala flyget av betydelse för mindre och mellanstora orters tillgänglighet försämrades. Med bildandet av Rikstrafiken och senare med myndighetens införlivande i Trafikverket fick den upphandling av regional flygtrafik som inleddes under

1990-talets senare del en allt fastare institutionell struktur. Rikstrafiken bildades 1999 för att hantera all upphandling av samhällsviktiga transporter inom kollektivtrafiken (Regeringen 1998, SOU 1998:148, SOU 1999:57). Myndigheten fördes in i Trafikverket 2011 och året därpå inrättades de regionala kollektivtrafikmyndigheterna (RKM). RKM ersatte de Länstrafik- och Trafikhuvudmän som tidigare ansvarat för den regionala kollektivtrafiken. Den nya institutionella strukturen var en konsekvens av Lag 2010:1065 Om kollektivtrafik (Regeringen, 2010), som reglerade regionernas ansvar. I den lagen slås fast att RKM endast ska upphandla trafikavtal med markbundna transporter. Därmed fick Rikstrafiken/Trafikverket ensamt ansvaret för upphandling av interregionala flyglinjer. Vad som är en interregional flyglinje och inte en regional linje var däremot något oklart. Slutsatsen blev att eftersom RKM endast skulle hantera regional trafik på marken, finns sedan dess ingen aktör som har ansvar för upphandling av ”inomregionala” flyglinjer. I stället har Trafikverket självt identifierat andra snävare gränser för ”regioner” än de RKM använder. Det finns således relationer i delar av geografien som för RKM är inomregionala medan Trafikverket ser de som interregionala relationer. Givetvis finns relationer där flyg absolut inte kan konkurrera med markbundna transporter, men det kan finnas relationer i glesare områden där flygtransporter skulle kunna vara samhällsekonomiskt effektiva. Elektriska flygplan med korta start och landningssträckor, luftfarkoster av en typ som skulle motsvara en helikopter (vilka idag används inom sjukvården) eller en eVTOL skulle kunna fylla en sådan inomregional efterfrågan.

### 3.2 Upphandling av interregionalt flyg

I och med Sverige medlemskap i EU regleras upphandling av flygtrafik inom ramen för EUs förordningar. Kollektivtrafik ”definieras” av EU som persontransporter av ”allmänt ekonomiskt intresse” som erbjuds allmänheten fortlöpande och utan diskriminering. Definitionen finns i EU:s kollektivtrafikförordning 1370/2007 artikel 2 a. I den svenska kollektivtrafiklagen (2010:1065) hänvisas till den definitionen. EU har därför i förordning (1370/2007) direktiv för upphandling av markbundna transporter. Den förordningen har sina rötter från 1969 och dåvarande europeiska ekonomiska gemenskapen (EEG). EEG föregick mellan åren 1958 och 1993 vad som då blev EU. På den tiden var luftfarten i Europa nationellt reglerad. ”Samhällsviktigt flyg”, till exempel flyg som skulle stärka avlägsna regioners tillgänglighet till större flygplatser eller maktcentra, hanterades som nämnts vanligen via de nationella ”monopolens” drifttillstånd eller motsvarande avtal i stället för med upphandling på en marknad med konkurrens.

För att en resa ska klassificeras som en del av kollektivtrafiken ska den enligt kollektivtrafikförordningen inte vara en privat transport. Det innebär till exempel att pris och tidtabell ska vara offentligt kända i förväg. I vissa sammanhang, till exempel där marknaden är mycket svag, kan även beställningstaxi räknas som en del av kollektivtrafiken. Det kan till exempel

gälla matartransport till buss- eller tågstationer, men skulle även kunna inbegripa resor till flygplatser.

Ett inslag i debatten om inrikesflyget är, bland annat på grund av att EU förordningen om kollektivtrafik endast omfattar marktransporter, att framhålla att EU inte anser luftfart vara ”kollektivtrafik”. Trafikverkets upphandling av flyg i Sverige skulle i det avseendet inte vara jämförbart med den upphandling RKM och Trafikverket självt gör av markbundna transporter eller färjeförbindelser. Endast de markbundna transporterna skulle vara ”kollektivtrafik”.

Det finns som så ofta historiska förklaringar till den begreppsapparat EU använder i förhållande till transportsystemet. I brittisk engelska anses ”public transport” av tradition endast omfatta markbundna transporter. EUs förordning (1370/2007) omfattar därför endast de markbundna transporterna för kollektivtrafik. Samtidigt har EU en annan förordning (1008/2008) för upphandling av ”lufttrafik” med ett motsvarande innehåll. EUs förordning för upphandling av luftfart har i stället sina rötter i EEG förordningar som infördes från 1992, när avregleringen av den europeiska luftfarten inleddes. Förordningen för luftfart har således ett motsvarande innehåll som för de markbundna transportslagen men de två förordningarna är (ännu?) inte integrerade i en gemensam förordning för upphandling av kollektivtrafik inom hela transportsystemet.

Till förordning (1008/2008) hör även Europeisk Kommissionens ”Interpretative guidelines on Regulation (EC) No 1008/2008 of the European Parliament and of the Council – Public Service Obligation (PSO)” med beteckning 2017/C 194/01. Här diskuteras mer i detalj hur offentlig upphandling av flygtrafik ska gå till och när det är lämpligt att genomföra en sådan upphandling. Det är främst den förordningen Trafikverket har att förhålla sig till i sin upphandling av interregionalt flyg.

Att hävda att flyg inte kan vara kollektivtrafik är således fel. En läsning av EUs förordningar leder inte till slutsatsen att ”buss i luften” och ”buss på marken” till sina funktioner skulle skilja sig åt, så att endast buss på marken a priori kan ingå i ett nät av kollektivtrafik. Norge har till exempel utvecklat ett huvudsakligen upphandlat flygnät som uppfyller de kriterier som för ett landbaserat transportslag skulle innebära att det benämndes för kollektivtrafik. På marken kan som nämnts beställningstaxi även ingå i kollektivtrafiken. Där är inte EUs politik för luftfarten ännu. Möjligen kommer introduktionen av drönare och eVTOL för persontrafik att ändra på det.

Det har dock sedan flygets avreglering funnits en bredare politisk tveksamhet till offentlig upphandling av flyg som kollektivtrafik. Till en del är det förstaeligt. Dels var de nationellt ägda flygbolagen i Europa länge en del av varje nations stolthet. Centralt i den stoltheten var att det nationella flygbolaget förmedlade en exklusiv resa för en nationell elit, till exempel affärsresenärer och politiker, med flygplan vars design framhöll nationens kultur. De nationella flygbolagen har därför på olika sätt stöttas finansiellt

eller med hjälp av restriktioner riktade emot andra länders flygbolag. För EU och unionens ambition att öppna för konkurrens inom unionen har det därmed funnits ett intresse att bevaka att nationella flygbolag som agerar på den internationella marknaden inte indirekt får offentligt stöd via riktad offentlig upphandling av inrikes flyglinjer. Flera flygbolag har dessutom haft generiskt svårt att upprätthålla lönsamhet när de inte skyddats. Man har då vanligen på olika sätt sökt efter offentlig finansiering.

Men, som de många exempel på upphandlad inrikestrafik som genomförts i Europa visar, innebär vaksamheten mot indirekt offentligt stöd inte ett hinder mot att flyglinjer upphandlas som en del av en luftburen kollektivtrafik. Det är snarare som vid en upphandling av markbunden trafik, en fråga om att visa att upphandlingen kan motiveras med en saklig analys, att den sker öppet och genomförs i konkurrens med inbjudan till samtliga flygbolag inom EU.

Den andra förklaringen till att flyg inte har setts som kollektivtrafik, i bemärkelsen en trafik för vardagsresenärer, pendlare med flera, är just att flyget inledningsvis, i Sverige fram till "folkflygets" genombrott på inrikesmarknaden 1978, men betydligt längre på de utrikes linjerna, haft en image av exklusivitet och lyx. En image som det traditionella flyget ofta självt värnat om. I Europa har konceptet utmanats på internationella linjer av lågprisflygbolag som Ryanair. Lågprisbolagen har ifrågasatt de traditionella bolagens priser och framför allt deras personalkostnader. Luftfarten har därmed tagit flera steg i riktning mot en differentiering där det exklusiva privata flyget återfinns i ena änden och ett mer lågprisbetonat flyg som är en del av ett system av kollektivtrafik återfinns i den andra änden. En differentiering som även återfinns inom de övriga transportslagen.

Trafikverket ska idag upphandla *interregional kollektivtrafik*. Den *inomregionala trafiken*, trafik inom länsgränserna ska upphandlas av varje regions RKM. Upphandlingen av interregional trafik berör inte enbart flygtrafiken som endast upphandlas av Trafikverket, utan även järnvägs- buss- och båttrafik där avgränsningen mot den inomregionala trafiken inte alltid blir tydlig. Detta innebär att förhandlingar måste föras mellan Trafikverket och varje RKM. Det kräver bland annat att principer utvecklas för att bestämma vad som är en interregional resa och vad som är en inomregional resa. RKM:s domäner ges av länsgränserna. För RKM är all trafik som sker mellan destinationer inom länen en inomregional resa. För Trafikverket blir det inte lika "enkelt". Trafikverket ska i förhandlingarna med RKM även stärka de lokala arbetsmarknaderna som SCB definierar eller de *funktionella arbetsmarknadsregioner* som Tillväxtverket definierar. Två olika definitioner av grupper av kommuner som har betydande arbetspendling inom sig.<sup>1</sup> Sådana arbetsmarknader kan överskrida läns- och regiongränser. De kan dessutom komma att vidgas ytterligare över

<sup>1</sup> Som vi återkommer till använder lagtexten begreppet "funktionell arbetsmarknadsregion", dvs Tillväxtverkets indelning. De kan vara större än en lokalarbetsmarknad enligt SCB definition och ska vara stabilare geografiska ytor baserade på framtida förväntade pendlingsrörelser medan SCBs lokala arbetsmarknader förändras i takt med transportsystemets utveckling runt de kommuner och städer som utgör arbetsmarknadens centrum.

länsgränser när trafik tillkommer genom upphandling av interregional trafik som börjar användas av pendlare. Det innebär att det skapar svåra men enligt förordningarna viktiga avgränsningar mellan Trafikverkets uppdrag och de uppdrag RKM har. Län och länsgränser har historiska rötter för statens kontroll av landet. De är på intet sätt idag ideala som avgränsningar för människors mobilitet. Men Trafikverket även tagit på sig att upphandla *interregional trafik inom de ytmässigt stora norrländska länen*, dvs där RKM samtidigt ser all trafik som inomregional. Om det är ett försök att ta hänsyn till ”arbetsmarknadernas utbredning” eller något annat motiv som legat bakom det är oklart. Det är däremot upplagt för otydligheter och gränsdragningsproblem.

Mot bakgrund av ovanstående finns således flera giltiga motiv för att inledningsvis Rikstrafiken och numera Trafikverket utarbetat en metod för att avgöra om ett *Trafikavtal* för interregional trafik, så kallad *allmän trafikplikt*, är möjligt att teckna med ett trafikföretag. På motsvarande sätt har enskilda RKM utvecklat olika rutiner, ibland kanske metoder, inte alltid så tydliga att identifiera för utomstående, för att fatta beslut om på vilka linjer trafikavtal för inomregional trafik ska tecknas. Däremot är så vitt bekant beslut av RKM, oavsett trafikslag, inte baserade på rudimentära samhällsekonomiska analyser, explicita välfärdsmått, mått på tillgänglighet i nätverken och analyser av tillgänglighetens nivå som konsekvens av alternativa strukturer på de upphandlade nätverken. Trafikverket har utvecklat metoder för samhällsekonomisk analys inom väg- och järnvägssektorerna, men gör det inte inom luftfart. Trots att det krävs enligt transportpolitikens portalparagraf. För upphandling av flyglinjer har Trafikverket istället utvecklat en ”tillgänglighetsmodell” som endast tar hänsyn till restider. En metod som inte tillämpas inom Trafikverkets övriga åtgärdsplanering.

Det finns därmed upphandlad trafik där både Trafikverket och en enskild, men även en grupp av, RKM tillsammans efter en förhandling, eller ett informationsutbyte, finansierar trafik. För närvarande är det däremot RKM som direkt eller indirekt upphandlar den markbundna trafiken, medan Trafikverket upphandlar operatörer i luften och ofta där sjöfart krävs.

### 3.3 Identifierade institutionella hinder

Det är således svårt att hävda att det är på EU-nivån som de institutionella hindren mot en inter- eller inomregional upphandlad kollektivtrafik inom luftfarten primärt återfinns. Det finns exempel på innovationsupphandling av elektriska färjor för teknikutveckling i Norge. Det vill säga att upphandlingen inte är teknikneutral utan kräver en elektrisk drivlina. När en sådan färja finns och fungerar kan fler aktörer bjudas in för att skapa en konkurrenssituation. Teknikdriven upphandling är ett område där det kan behövas studeras om ytterligare modifieringar i EU förordningarna kan behövas. Det har dock varit utanför ramen för Norrflyg.

På internationell nivå kan det samtidig behövas modifieringar av regelverket för certifiering av nya elektriska flygplan för att introduktionen av sådana ska kunna ske på ett snabbt sätt. Till det kommer även behovet att på nationell nivå se över möjligheten att medge kreditgivning vid introduktion av ny fossilfri teknik inom luftfarten. På vägsidan och under lång tid inom järnvägen, har staten via olika investeringar och subventioner stöttat introduktionen av ny teknik och design.

De institutionella hindren för en utveckling av kollektivtrafiken med hjälp av luftfart återfinns i stället primärt inom den svenska luftfarten självt. Till en del är det främst arbetsmetoder och förhållningssätt vid upphandlingen av flyglinjer som över tid har utvecklats inom Trafikverket. Här behöver en översyn göras. Avgörande är att den budgetrestriktion som är ålagd Trafikverket för upphandling av kollektivtrafik generellt blir hanterad explicit i en politisk process i Riksdagen där dess dimensionering ställs i relation till välfärds mål, krav på samhällsekonomisk effektivitet och andra transportpolitiskt motiverade åtgärder inom transportsystemet.

Därtill måste Trafikverket övergå till att arbeta med samhällsekonomisk analys av föreslagna åtgärder, som Riksdagen och den nationella transportpolitiken kräver, innan man ska genomföra beslut. Det är en uppenbar och flagrant anomali i svenskt transportbeslutande att detta inte redan görs för samtliga transportslag.

Till det ska läggas att RKM måste få en lagstadgad rätt att upphandla kollektivtrafik med luftfart och inte endast markbunden trafik. Efter att det är genomfört kan en utvidgad diskussion ta vid om var gränsen ska gå mellan regional och interregional trafik, om en sådan över huvud taget är nödvändig, och vilken roll Trafikverket ska fylla inom upphandling och drift av kollektivtrafik. Ett alternativ är givetvis att resurser förs över från Trafikverket till RKM för upphandling av kollektivtrafik. Det innebär att RKM skulle upphandla flyglinjer av intresse för regionen, som givetvis uppfyller EUs förordningar, varav några är inomregionala medan andra går till viktiga destinationer utanför de regioner ett RKM har ansvar för. I norra Sverige samverkar redan de fyra nordliga länen i upphandling av markbundna transporter. De fyra nordligaste RKM skulle därför kunna slås samman i ett RKM och därmed få bättre resurser för att skapa en stark inomregional och en stark interregional kollektivtrafik med samtliga transportslag. I samverkan med aktörer i gränsande nordiska länder skulle RKM även kunna etablera linjer inom ett system för nordisk kollektivtrafik i luften samt på marken och över vatten. Det skulle kunna stärka de nordiska ekonomierna och deras bidrag till Europas ekonomi.

### 3.4 Förslag till förändringar i regelverk och organisation

Givet vårt resonemang tidigare bör lagstiftningen ändras så att RKM får möjlighet att överväga att upphandla flygtrafik där så anses vara till nytta för regionen och sker inom ramen för regionernas budget. Här bör de principer som vägleder upphandlingen av markbaserad trafik även tillämpas för luftfarten.

Eftersom de principer enskilda RKM använder för upphandling av markbaserad kollektivtrafik ofta saknar tydliga kriterier av samhällsekonomisk natur kommer en sådan ordning även innebära att dessa behöver utvecklas för att klara en granskning av EU, Trafikverket, Regionerna och Riksdagen samt motsvara de samhällsekonomiska kalkyler som idag genomförts inför åtgärder inom väg- och järnvägstransporter. Det innebär att Trafikverkets monopol på upphandling av luftburen interregional kollektivtrafik upphävs.

Flera RKM samverkar idag om interregional markbunden kollektivtrafik. En sammanslagning av de fyra nordligaste RKM till en RKM skulle ge en starkare institutionell struktur för kollektivtrafiken i norra Sverige. Med en statlig resursförstärkning skulle en sådan nordlig RKM kunna ta över de upphandlingar Trafikverket idag gör inom regionen för samtliga transportslag. Den svårhanterliga frågan om vad som är interregional och vad som är regional kollektivtrafik skulle därmed förenklas. En sådan RKM skulle även upphandla luftfart till Arlanda, Bromma och andra flygplatser i Norden där så anses vara samhällsekonomiskt motiverat, anses vara ”av allmänt ekonomiskt intresse” samt anses som nödvändigt för att stärka den nordliga delen av den europeiska regionens ekonomi.

## 4 Modellering av regionala flygnätverk

Detta kapitel beskriver den optimeringsmodell som utvecklats för att analysera hur regionala flygnätverk för elektrisk luftfart kan utformas i norra Skandinavien. Kapitlet inleds med en genomgång av forskningsbakgrunden och den valda modellansatsen, följt av en beskrivning av analysram, datakällor och modellens tekniska struktur. Avslutningsvis presenteras de scenarier som ligger till grund för analyserna.

Planering av flygnätverk, tidtabeller och flygplansallokering utgör centrala optimeringsproblem inom transportforskning och operationsanalys. Forskningen har under lång tid utvecklat integrerade modeller för schemaläggning, flygplanstilldelning och ruttplanering, där målet typiskt är att optimera flygbolagens resursanvändning och ekonomiska resultat. Tidiga studier kombinerade efterfrågemodeller med nätverksoptimering för att maximera lönsamhet och marknadsandelar (Clarke et al., 1997; Lohatepanont och Barnhart, 2004) medan senare arbeten har utvidgat ansatserna till att hantera mer komplexa problem såsom robusthet, störningar och konkurrens (Ahmed et al., 2022; Xu et al., 2024).

Parallellt har en forskningsinriktning vuxit fram som fokuserar på socialt orienterad flygtrafikplanering, där målet är att säkerställa tillgänglighet i regioner med svag efterfrågan snarare än att maximera kommersiell lönsamhet. Exempelvis visar Pita, Adler och Antunes (2014) hur integrerade modeller för nätverksdesign och flottilldelning kan användas för att uppnå transportpolitiska mål inom ramen för det norska PSO-systemet. Bråthen och Eriksen (2018) analyserar hur utformningen av sådana system påverkar servicenivå och samhällsekonomisk effektivitet, medan senare studier, såsom Leandro, Andrade och Kalakou (2021), visar hur nätverksdesign under allmän trafikplikt skiljer sig från kommersiell flygplanering.

Utvecklingen av elektrisk luftfart har samtidigt introducerat nya planeringsförutsättningar. Elektriska flygplan har begränsad räckvidd och passagerarkapacitet samt kräver ofta laddning mellan flygningar, vilket innebär att traditionella modeller behöver anpassas. Forskning har därför börjat integrera energirelaterade aspekter i planeringen, där exempelvis Justin et al. (2020) analyserar laddnings- och batteristrategier och deras betydelse för operativ effektivitet, medan andra studier belyser kostnadsstrukturer för elektriska flygplan på regionala rutter. Studier har även analyserat hur laddinfrastruktur för ett elektriskt drivet flyg kan dimensioneras och lokaliseras för att stödja regionala linjenät (Kinene et al., 2023), samt hur flottor av elektrifierade flygplan kan tilldelas och schemaläggas på ett effektivt sätt (Justin et al., 2022). Dessa frågor är nära kopplade till klassiska optimeringsproblem inom flygplanering, såsom flygplansrotation och resursallokering (Clarke et al., 1997).

I Norrflyg har en optimeringsmodell använts som bygger vidare på den ansats som utvecklats av Westin, Olsson och Åhag (2024) för regional elektrisk luftfart i norra Skandinavien. Modellen formuleras som ett Mixed Integer Linear Programming-problem (MILP) och kombinerar två sammankopplade problem i ett gemensamt ramverk: flygplanens rörelser modelleras som ett Vehicle Routing Problem (VRP), medan passagerarnas resvägar modelleras som ett Multi-Commodity Flow Problem (MCFP). Till skillnad från många tidigare studier, där passagerarnas resvägar är fördefinierade, möjliggör modellen en mer flexibel representation av passagerarflöden i nätverket. Detta gör det möjligt att analysera mer komplexa nätverksstrukturer där resenärer kan kombinera olika flygningar och transfermöjligheter utan att resenärernas resvägar specificeras i förväg.

Modellens egenskaper har vidare analyserats av Aradóttir och Westin (2026), som visar att den kan hantera relativt stora nätverk med upp till ett sextiotal rutter, även om beräkningstiderna ökar och ytterligare metodutveckling krävs för större tillämpningar.

Genom att integrera flygplansrutter, rotationer, passagerarflöden, tidsfönster och tekniska begränsningar kopplade till elektriska flygplan, såsom räckvidd och laddning, möjliggör modellen en samlad analys av regionala flygnätverk. Detta skapar förutsättningar att jämföra olika nätverkslösningar utifrån kostnader, tillgänglighet och operativa villkor.

## 4.1 Optimeringsmodell för regionalt elflyg

För att analysera hur ett regionalt flygnätverk kan utformas och drivas under PSO-liknande förutsättningar används en optimeringsmodell som integrerar två typer av beslut: planering av flygplansrutter och rotationer samt passagerarnas resvägar genom nätverket. Modellen är uppbyggd i två sammankopplade lager, ett flyglager där flygplanens rörelser mellan flygplatser modelleras och ett servicelager där passagerarflöden genom nätverket representeras (Westin, Olsson och Åhag, 2024).

Flygplansrörelserna formuleras som ett Vehicle Routing Problem (VRP) med tidsfönster, heterogen flotta och möjlighet till lastuppdelning. Varje flygplanstyp modelleras med ett eget flygplansnätverk vilket gör det möjligt för modellen att hantera flera typer samtidigt med skilda egenskaper såsom räckvidd, hastighet, laddningstid, kapacitet och driftskostnader. En flygplanstyp med begränsad räckvidd ger upphov till ett nätverk med färre möjliga rutter jämfört med en typ som kan flyga längre sträckor. Valet av flygplanstyp bestäms endogent i modellen som en del av den samlade nätverkslösningen där optimeringen avgör vilken flygplanstyp som ska trafikera varje rutt utifrån faktorer som efterfrågan, avstånd och operativa begränsningar. Genom att variera den tillgängliga flottan i olika körningar kan modellen användas för scenarioanalyser där nätverkslösningar baserade på exempelvis enbart elflyg kan jämföras med alternativ som även inkluderar hybridflygplan eller konventionella flygplan med hållbara bränslen.

Passagerarflödena modelleras samtidigt som ett Multi-Commodity Flow Problem (MCFP), där olika efterfrågegrupper kan transporteras genom nätverket, inklusive möjligheter till transfer och uppdelning av resor över flera flygningar. De två lagren kopplas samman i ett tidsutvidgat nätverk där varje flygning representerar både en operativ flygrörelse och en transportmöjlighet för passagerare. Till skillnad från ansatser med fördefinierade resvägar möjliggör modellen en flexibel representation av passagerarflöden, vilket gör det möjligt att analysera mer komplexa och integrerade nätverksstrukturer.

Den valda modellstrukturen gör det möjligt att samtidigt beakta flera centrala operativa aspekter för regional elflygtrafik, såsom begränsningar i räckvidd, laddningstid mellan flygningar, variationer i flygplanstyper samt passagerares tidsfönster och transfermöjligheter. Genom att integrera flygplansplanering och efterfrågan i ett gemensamt ramverk kan modellen användas för att analysera hur olika nätverkslösningar påverkar både kostnader och tillgänglighet.

Modellen har formulerats som ett Mixed Integer Linear Programming-problem (MILP) med målet att minimera de totala kostnaderna för flygtrafiken, inklusive fasta flottkostnader, operativa kostnader per flygning samt kostnader för flygplan på marken mellan rotationer. Restriktionerna säkerställer konsistenta flygplansrotationer, att efterfrågan tillgodoses inom givna tidsfönster, att kapacitetsbegränsningar vid flygplatser respekteras samt att passagerarvolymerna inte överskrider flygplanens sittkapacitet.

Implementeringen sker i två steg där både nätverksgenerering och problemformulering genomförs i Python, varefter optimeringsproblemet löses med hjälp av Gurobi. Denna uppdelning möjliggör en flexibel hantering av indata och scenarier, samtidigt som kraftfulla optimeringsalgoritmer kan utnyttjas i lösningssteget.

Modellens beräkningsprestanda analyseras systematiskt genom att följa flera centrala indikatorer, däribland tid till första genomförbara lösning, utvecklingen av målfunktionsvärdet över tid, optimalitetsgap samt storleken på branch-and-bound-trädet (Aradóttir och Westin, 2025). Genom att stegvis öka nätverkets omfattning, i termer av antal flygplatser och rutter, kan modellens skalbarhet och hur problemets komplexitet växer analyseras. Resultaten visar att modellen kan hantera nätverk med upp till cirka 60 rutter inom rimliga beräkningstider, men att komplexiteten ökar snabbt när nätverket expanderar ytterligare. Detta pekar på behovet av fortsatt metodutveckling för att möjliggöra analyser av större och mer realistiska nätverk.

Konvergensanalyser visar samtidigt att modellen relativt snabbt hittar lösningar med låg kostnad, även för större problem. Däremot tar det betydligt längre tid att verifiera lösningarnas optimalitet. En förklaring är att problemet innehåller många alternativa lösningar med likartade eller identiska kostnader, vilket gör att optimeringsalgoritmen behöver utforska

ett stort antal grenar i lösningsträdet innan optimalitetsgapet kan reduceras till noll. Detta innebär att praktiskt användbara lösningar ofta kan erhållas tidigt i beräkningsprocessen, även om den exakta optimumverifieringen är betydligt mer tidskrävande.

## 4.2 Utformning av scenarier och flygnätverk

För att analysera hur regionalt flyg i norra Sverige kan utformas utifrån olika förutsättningar studerades i Norrflyg ett referensscenario baserat på transportrelationer och resmönster i Trafikverkets persontransportmodell Sampers (Kristoffersson, et al., 2024; Kristoffersson, et al., 2025). Analysen har möjliggjort jämförelser mellan dagens flygsystem och alternativa nätverkslösningar där regionalt flyg i större utsträckning integreras i kollektivtrafiksystemet.

Scenarioanalysen baseras på tre centrala datakomponenter: ett efterfråge- och PSO-underlag, en databas över flygplanstyper samt ett nätverk av flygplatser. Efterfrågedata beskriver transportrelationer mellan flygplatser, inklusive volymer, tidsfönster och restidsvärderingar. Flygplansdatabasen innehåller olika teknologier med varierande kapacitet, räckvidd och kostnader, vilket möjliggör jämförelser mellan konventionella och fossilfria alternativ. Flygplatsdatabasen definierar nätverkets noder och inkluderar information om lokalisering och operativa parametrar som påverkar kostnader och restider.

För att representera transportpolitiska mål införs minimikrav som modelleras som PSO-liknande restriktioner. Dessa omfattar bland annat krav på turtäthet, tillgänglighet mellan centrala orter och begränsningar av restider, vilket säkerställer att de genererade nätverken inte enbart är kostnadseffektiva utan även uppfyller grundläggande krav på regional tillgänglighet. PSO-villkoren specificerar ett minimikrav på tillgänglighet mellan utvalda flygplatser och uttrycks som att ett visst antal passagerare ska kunna resa mellan en start- och destinationsflygplats inom ett givet tidsfönster under en dag. Kraven baseras på beräknad efterfrågan i Trafikverkets Sampersmodell och syftar till att upprätthålla en grundläggande regional tillgänglighet i flygnätverket.

I modellen implementeras PSO-villkoren som riktade flöden mellan flygplatser, där både riktning och tidsfönster beaktas. Detta innebär att efterfrågan kan skilja sig mellan ut- och returreSOR, vilket reflekterar observerade resmönster. Tabell 1 visar ett urval av PSO-linjer i nätverket och tillhörande passagerarkrav.

Tabell 1: Exempel på PSO-villkor i modellen med passagerarkrav mellan flygplatser inom angivet tidsfönster baserat på Sampersberäknad efterfrågan.

Start-flygplats	Mål-flygplats	Första starttid	Sista måltid	Antal passagerare
ARN	VHM	6	22	17
ARN	SQO	6	22	17
ARN	HMV	6	22	17
HMV	ARN	6	22	25
SQO	ARN	6	22	25
VHM	ARN	6	22	25

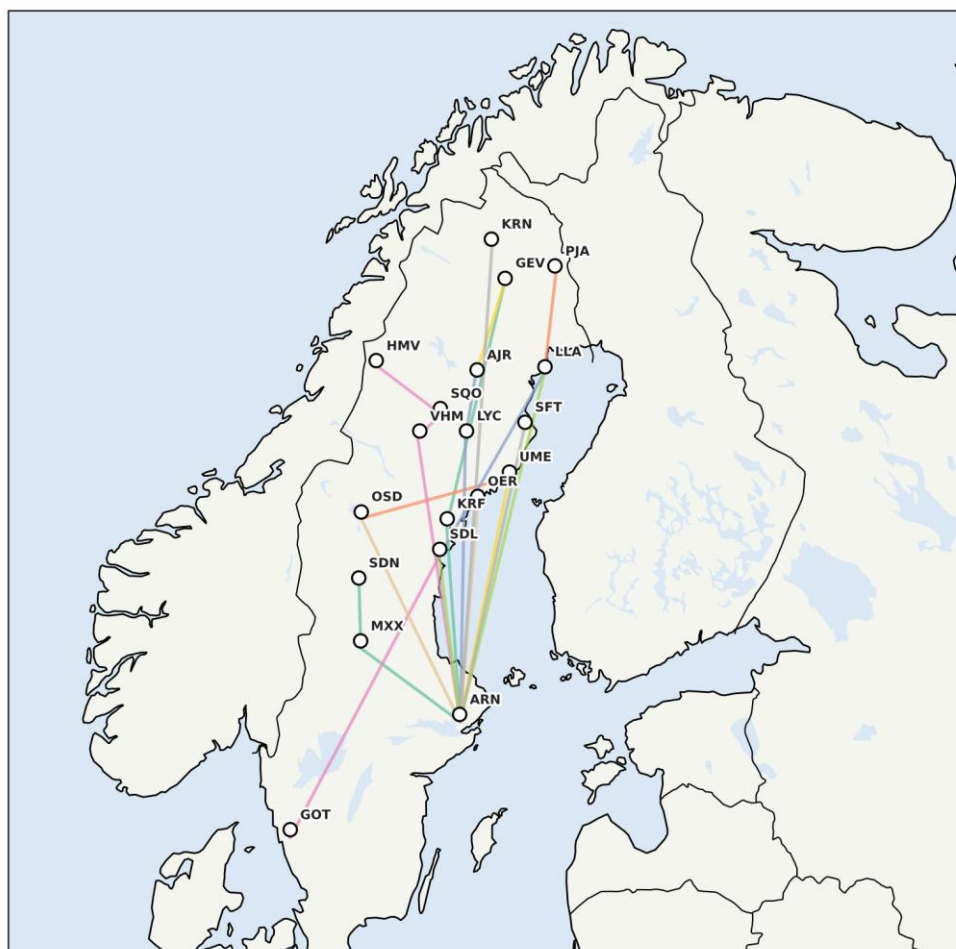
De flygplan som ingår i analysen omfattar både framtida och konventionella alternativ. Dataunderlag till analysen är hämtade från Espinosa-Juárez (2024) och Shahwan (2021). De framtida flygplanskoncepten har utvecklats inom forskningsprojektet RETAS (TRV 2023/33078) och utgörs av två helelektriska flygplan, baserade på Eviation Alice och EL19, samt ett hybridelektriskt flygplan baserat på Dornier 328. De helelektriska flygplanen är främst anpassade för kortare regionala rutter och erbjuder låga utsläpp under drift, men har begränsad räckvidd. Det hybridelektriska konceptet ger större flexibilitet och längre räckvidd, men med kvarvarande utsläpp. Som referens används två etablerade turbopropflygplan: ATR 72-600 som representerar större regional trafik och DHC-6 Twin Otter, som används på mindre linjer och i glesbefolkade områden. Tillsammans möjliggör dessa flygplan en jämförelse mellan dagens flygsystem och möjliga framtida lösningar (Espinosa-Juárez et al., 2025). En sammanfattning av de flygplan som ingår i analysen visas i Tabell 2.

Tabell 2: Beskrivning av analyserade flygplan och uppskattade egenskaper för 2030 (Källa: Espinosa, 2024).

Flygplan	Passagerare	Räckvidd <sup>2</sup>	Drivlina
Eviation Alice	9	Upp till ca 400–500 km	Batterielektrisk
EL19	19	Upp till ca 400–500 km	Batterielektrisk
Dornier 328 (hybrid)	32	>1000 km	Hybrid (el + bränsle)
ATR 72-600	72	~1500 km	Fossilt bränsle (turboprop)
DHC-6 Twin Otter	19	~1400 km	Fossilt bränsle (turboprop)

<sup>2</sup> Räckvidderna för elflyg avser uppskattade nivåer 2030 och är starkt beroende av batteriutveckling.

Analysen bygger på ett referensscenario baserat på dagens flyglinjer i norra Sverige med efterfrågan baserad på flygresor i Sampers basscenario. Scenariot beskriver den nuvarande trafikstrukturen och används både för att kalibrera modellen och som jämförelse mot alternativa nätverkslösningar. Nätverket präglas av en hub-and-spoke-struktur med kopplingar mellan regionala flygplatser och nationella knutpunkter. Flygrutterna i referensscenarioet visas i Figur 1.



Figur 1: Flygrutter i norra Sverige enligt referensscenarioet.

Referensscenarioet visar flygtrafik i regionen som är koncentrerad till ett begränsat antal linjer med koppling till nationella knutpunkter, medan direkta förbindelser mellan orter i norra Sverige i stor utsträckning saknas. Nätverket präglas därmed av en hög grad av centralisering, vilket medför längre restider och begränsad tillgänglighet för resor inom regionen. En sammanställning av flyglinjerna i scenariot presenteras i Tabell 3.

Tabell 3: Sammanfattning av referensscenario baserat på flyglinjer och efterfrågan i Sampers basscenario.

Mått	Värde
Antal flygplatser	19
Antal flyglinjer	72
Totalt antal passagerare (per dag)	8700
Genomsnittlig efterfrågan per linje	120
Andel flyglinjer till/från Arlanda (%)	89%

Referensscenariot ligger till grund för de PSO-villkor som beskriver vilken efterfrågan flygnätet ska kunna tillgodose. Utifrån dessa villkor används optimeringsmodellen för att identifiera det nätverk som uppfyller dessa villkor till lägsta möjliga systemkostnad.

Modellen genererar ett flygnät genom att bestämma vilka linjer som ska trafikeras, tilldela lämpliga flygplan, fastställa frekvenser och avgångstider samt möjliggöra byten mellan flygningar. Samtidigt optimeras passagerarflöden för att uppfylla efterfrågan enligt PSO-villkoren på ett kostnads-effektivt sätt, vilket möjliggör analys av både direkta resor och resor med byten.

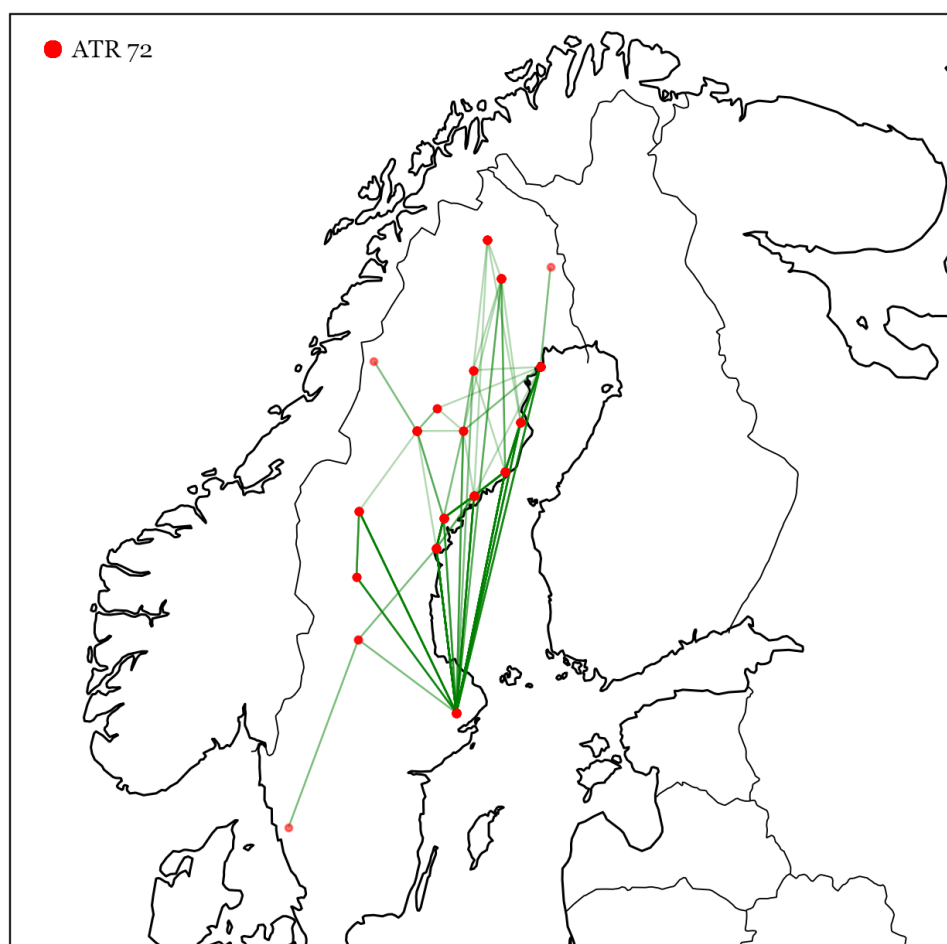
Genom att tillåta byten kan modellen identifiera mer decentraliserade strukturer än vad som är möjligt i dagens hub-and-spoke-nätverk. Direkta förbindelser mellan regionala orter kan då uppstå vilket innebär en förskjutning mot ett mer distribuerat nätverk med inslag av point-to-point-trafik. Detta gör det möjligt att analysera hur flyget kan fungera som ett regionalt transportsystem, snarare än enbart som en anslutning till nationella knutpunkter.

Resultaten jämförs med ett basnätverk bestående av linjerna i Sampers referensnätverk i Figur 1. Genom denna ansats kan olika nätverksstrukturer jämföras systematiskt med avseende på tillgänglighet, kostnader och resmönster, vilket ger underlag för att bedöma hur regionalt flyg kan bidra till ett mer tillgängligt och hållbart transportsystem i norra Sverige.

### 4.3 Resultat från modellkörningar

I detta avsnitt presenteras resultat från modellkörningarna. I analysen undersöks två scenarier som representerar olika sätt att organisera det regionala flygnätverket. Det första scenariot bygger på ett optimerat nätverk där både direkta förbindelser och byten tillåts, vilket ger modellen möjlighet att fritt utforma trafiken utifrån efterfrågan och kostnader. Det andra scenariot utgår från en mer restriktiv struktur där enbart befintliga direktlinjer tillåts, vilket motsvarar dagens flygnät och begränsar möjligheten till samordning och flexibilitet.

Figur 2 visar det optimerade flygnätverket utan restriktioner. Linjerna skiljer sig från referensscenariot genom en mer distribuerad struktur. I stället för ett starkt centraliserat hub-and-spoke-system uppstår ett nätverk med fler direkta förbindelser mellan regionala orter med större möjligheter till byten. Detta gör det möjligt att samla efterfrågan över flera relationer och därigenom utnyttja flygplanskapaciteten mer effektivt.

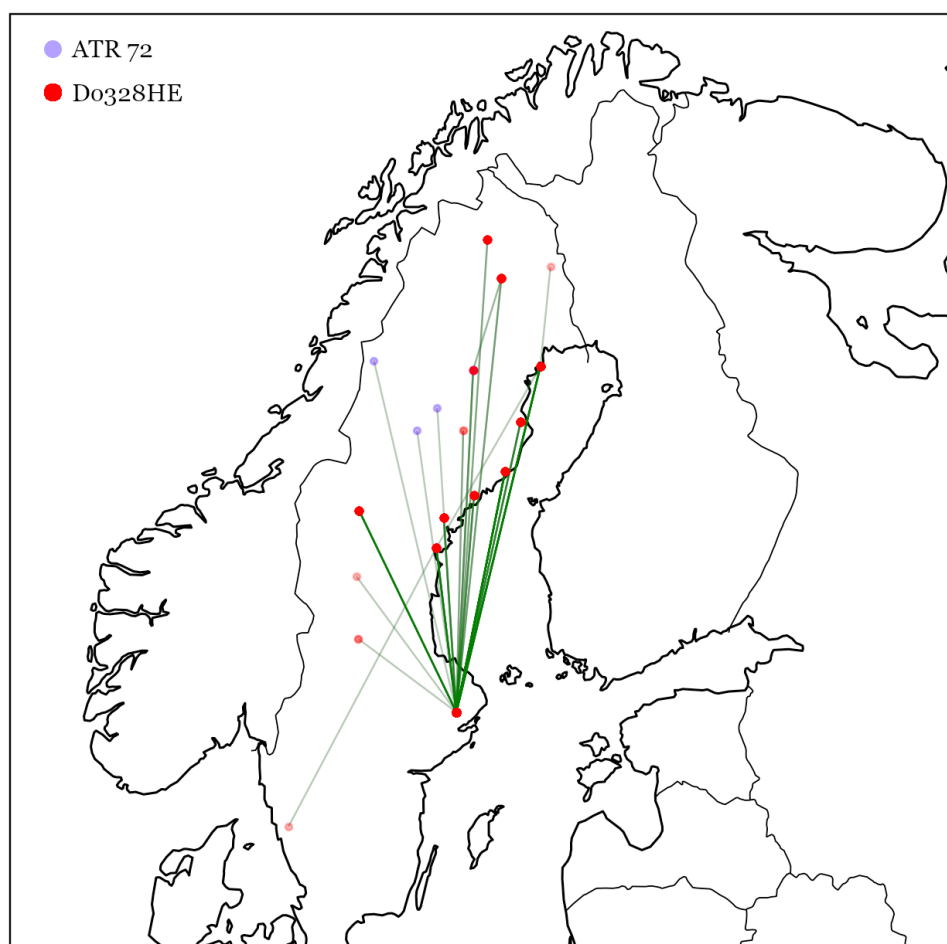


*Figur 2: Flygnätverk för regionalflyg som optimerats för att uppfylla PSO-villkoren till lägsta möjliga systemkostnad utan restriktioner på linjer och bytespunkter.*

Figur 3 visar flygnätverket i det andra scenariot, där endast befintliga linjer och bytespunkter tillåts. I detta fall framträder en tydlig hub-and-spoke-struktur, där trafiken i högre grad koncentreras till ett centralt nav. Detta begränsar flexibiliteten i nätverket och minskar möjligheterna att samordna passagerarflöden över flera noder.

I jämförelse har det optimerade nätverket i Figur 2 en mer distribuerad struktur där trafiken samordnas via flera nav och flygplanens rotationer kan utnyttjas för flera destinationspar. Detta möjliggör att flera relationer kan betjänas genom samma linjer. Skillnaderna återspeglas även i fordons-

användningen: det optimerade nätverket använder en homogen flotta av 30 ATR 72, medan direktlinjenätet kräver en kombination av 27 ATR 72 och 4 Do328HE. Detta indikerar att direktlinjestrukturen i högre grad behöver anpassas till varierande efterfrågan.



*Figur 3: Linjenätverk för regionalflyg som optimerats för att uppfylla PSO-villkoren till lägsta möjliga systemkostnad med enbart direktlinjer som ingår i Sampers referensnätverk.*

Genom att jämföra de scenarier som kan skapas med hjälp av den modell som utvecklats inom Norrflyg kan effekter på tillgänglighet, restider och resursutnyttjande analyseras. En tydligare hub-and-spoke-struktur knyter effektivt många orter till en central nod men innebär samtidigt att tvärförbindelser får längre restider och behöver ta omvägar.

Jämfört med nätverket i Figur 2 innebär begränsningarna i Figur 3 minskad flexibilitet och sämre möjligheter att samordna trafik och passagerarflöden för resor mellan fler destinationspar.

Tabell 4 och Tabell 5 redovisar den beräknade tillgängligheten i de två analyserade nätverken i form av minsta möjliga restid mellan flygplatser,

inklusive eventuella byten. Tabell 4 avser det optimerade regionalflygnätet, medan Tabell 5 visar motsvarande restider i nätverket med enbart direktlinjer. Tillsammans utgör tabellerna ett underlag för att jämföra hur olika nätverksstrukturer påverkar restider och tillgänglighet mellan orter.

Tabell 6 visar den genomsnittliga förändringen i restider mellan scenarierna. Resultatet visar att restiderna mellan samtliga parvisa flygplatser i genomsnitt minskar, även om variationen är stor mellan olika relationer. För flera orter i norra Sverige uppstår tydliga förbättringar genom effektiva byten via regionala noder, vilket indikerar att en sammanhängande nätverksstruktur kan vara mer avgörande för tillgängligheten än enbart direkta förbindelser till huvudstaden. Samtidigt finns relationer där restiderna ökar, särskilt när hub-and-spoke-strukturen innebär omvägar eller fler byten, vilket främst påverkar vissa perifera ortspar.

Resultaten visar också att förändringarna i restider till och från Stockholm Arlanda (ARN) generellt är små. Detta tyder på att tillgängligheten till den nationella knutpunkten i stort sett kan upprätthållas även i det optimerade nätverket och att Arlanda behåller sin centrala roll för vidare nationella och internationella resor. Vissa relationer förbättras marginellt genom bättre samordnade byten, medan andra försämras något när direktlinjer ersätts av resor med mellanlandning. Detta resultat förutsätter dock att tidtabellerna är tillförlitliga och att bytestider kan hållas korta, vilket i praktiken är beroende av punktlighet och robusthet i systemet. Nätverk med fler byten blir generellt mer känsliga för förseningar, eftersom störningar kan spridas genom systemet och påverka hela resekedjan. Å andra sidan kan en mer sammanlänkad struktur med fler möjliga resvägar också öka robustheten, eftersom passagerare i vissa fall kan ombokas via alternativa rutter. Detta innebär att det finns en avvägning mellan effektivitet och tillförlitlighet och robusthet i utformningen av regionala flygnätverk.

Sammantaget visar resultaten att en kombination av direkta linjer och transferpunkter är avgörande för ett effektivt regionalt flygnätverk, där en mer flexibel struktur kan förbättra både tillgänglighet och resursutnyttjande, särskilt i regioner med spridd efterfrågan och långa avstånd.

Tabell 4: Beräknad tillgänglighet optimerat regionalflygnät. Minsta möjliga restid i timmar mellan flygplatser inklusive bytestid.

	AJR	ARN	GEV	GOT	HMV	KRF	KRN	LLA	LYC	MXX	OER	OSD	PJA	SDL	SDN	SFT	SQO	UME	VHM	Genomsnitt
AJR		2,5	3,5	17	17	5,5	12	1,5	10,5	5	4,5	11	6	5	9,5	3	21	1,5	12,5	8,3
ARN	3,5		3	5	7	2	4	2,5	2	1,5	2	2	6,5	1,5	2	2,5	11,5	2	3	3,5
GEV	1,5	3		18,5	7	3	15,5	6	1,5	4,5	5	11	9,5	4,5	9	4,5	13	2	4,5	6,9
GOT	9,5	5	9		24	7,5	9,5	9,5	8	2	7	8,5	27,5	3,5	23	7,5	18,5	7	10	10,9
HMV	9,5	7	21	24		4,5	21	9,5	5	22	18,5	9,5	27,5	6	23	18,5	6	9	2,5	13,6
KRF	4,5	2	5,5	7	4		7	4,5	3	5	1	4,5	10,5	1	4,5	3,5	10	2	1,5	4,5
KRN	1,5	4	1	19	19	6,5		9	14	5,5	6	12	10,5	5,5	10	7,5	25	6	15	9,8
LLA	4,5	2,5	4	19	7	4,5	4		3	5,5	1,5	4,5	1,5	4	6	1,5	1,5	1,5	3,5	4,4
LYC	1,5	2	13	19	5,5	1,5	13	1,5		3,5	4	4,5	7,5	3,5	8	4,5	10,5	4	3	6,1
MXX	7,5	1,5	7	2	22	4,5	7,5	7,5	6		5	6,5	25,5	1,5	4,5	5,5	16,5	5	8	8,0
OER	3	2	6	16,5	16,5	1	2	4	1,5	3,5		5,5	8,5	1,5	5,5	2,5	13,5	1	7	5,6
OSD	12	2	11,5	7	15,5	4,5	12	4,5	10,5	3,5	4		8,5	3,5	1,5	4,5	13,5	4	1,5	6,9
PJA	18	4	5,5	20,5	20,5	6	6	1,5	15	18,5	15	6		5,5	19,5	3	15	15	16,5	11,7
SDL	3	1,5	4,5	3,5	5,5	1	6	3	1,5	1,5	1,5	3,5	9,5		3,5	4	11,5	2,5	1,5	3,8
SDN	6,5	2	6	20,5	20,5	4,5	6,5	6	5	18,5	4	1,5	24	3,5		4,5	15	4	6,5	8,8
SFT	7,5	2,5	1,5	17,5	16,5	3,5	2	1,5	6	4	2,5	4,5	3	4	6		15	1,5	8	5,9
SQO	2,5	12,5	14	29,5	5,5	10	14	2,5	1	15,5	11,5	14,5	20,5	11,5	16	11,5		11,5	2	11,4
UME	6	2	2	7	17	2	6,5	3	4,5	3,5	1	4,5	4,5	3	6	1,5	13,5		6,5	5,2
VHM	5,5	4,5	17	21	2,5	1,5	17	5,5	2,5	18,5	14,5	6,5	23,5	3	19	14,5	2	6,5		10,3
Genomsnitt	6,0	3,5	7,5	15,2	12,9	4,1	9,2	4,6	5,6	7,9	6,0	6,7	13,0	4,0	9,8	5,8	12,9	4,8	6,3	

Tabell 5: Tillgänglighet flygnät med direktlinjer. Minsta möjliga restid mellan flygplatser i timmar inklusive bytestid.

	AJR	ARN	GEV	GOT	HMV	KRF	KRN	LLA	LYC	MXX	OER	OSD	PJA	SDL	SDN	SFT	SQO	UME	VHM	Genomsnitt
AJR		4,5	1,5	19	17,5	14	16,5	7,5	14	10,5	14	11	16,5	13,5	7,5	7,5	8,5	8	9	11,1
ARN	2,5		3	4,5	4,5	2	3	2,5	2	1,5	2	2	4	1,5	2	2,5	4	2	4	2,8
GEV	9,5	3		19	8,5	14	15	6	12,5	9	12,5	9,5	7,5	5,5	6	6	7	6,5	7,5	9,1
GOT	8	4,5	9,5		25,5	9,5	9,5	9,5	7	27,5	7	9,5	24,5	2,5	24,5	9,5	25,5	7	26	13,7
HMV	18	4,5	8	22,5		8	8	8	17,5	26	8,5	8	23	7,5	23	8	24	7,5	24,5	14,1
KRF	9,5	2	15	7	7		15	4,5	12,5	9	4,5	4,5	6	4	6	4,5	7	4	7,5	7,2
KRN	11	3	16,5	19	8,5	14		6	14	10,5	14	11	7,5	5,5	7,5	7,5	8,5	8	9	10,1
LLA	7	2,5	8,5	7	8,5	4,5	8,5		6	10,5	4,5	4,5	1,5	2	7,5	7,5	8,5	4,5	9	6,3
LYC	9	2	14,5	17	6,5	12	14,5	5,5		8,5	12	9	17,5	3,5	5,5	5,5	6,5	6	7	9,0
MXX	4	1,5	5,5	20	21,5	5,5	5,5	5,5	15		6	5,5	20,5	5	20,5	5,5	21,5	5	22	10,9
OER	8,5	2	14	17	8	4,5	14	4,5	11,5	8		4,5	17,5	4	5	4,5	6	4	6,5	8,0
OSD	6,5	2	12	7	8,5	4	12	4,5	9,5	6	4,5		7,5	4	7,5	4,5	8,5	4	9	6,8
PJA	19	7	21	23,5	25	9	21	1,5	18,5	27	19	9		6,5	24	21	25	18,5	25,5	17,8
SDL	5	1,5	4,5	2,5	6,5	4	4,5	2	4	3	4	3,5	5,5		5,5	4,5	6,5	4	7	4,3
SDN	7,5	2	9	23,5	25	9	9	4,5	6,5	27	6,5	9	24	6		9	25	4,5	25,5	12,9
SFT	8	2,5	9,5	7	8,5	4,5	9,5	5	7	10,5	4,5	4,5	7,5	4	7,5		8,5	5	9	6,8
SQO	6,5	4	8	22,5	24	8	8	8	17,5	26	8,5	8	23	7,5	23	8		7,5	24,5	13,5
UME	7	2	8,5	7	6,5	4	8,5	4,5	6	6,5	4,5	4,5	7,5	3,5	5,5	4,5	6,5		7	5,8
VHM	17,5	4	7,5	22	23,5	7,5	7,5	7,5	17	25,5	8	7,5	22,5	7	22,5	7,5	23,5	7		13,6
Genomsnitt	9,1	3,0	9,8	14,8	13,5	7,7	10,5	5,4	11,0	14,0	8,0	6,9	13,5	5,2	11,7	7,1	12,8	6,3	13,3	

Tabell 6: Jämförelse av tillgänglighet i optimerat regionalflygnät och flygnät med direktlinjer. Skillnad i minsta möjliga restid mellan flygplatser i timmar inklusive bytestid.

	AJR	ARN	GEV	GOT	HMV	KRF	KRN	LLA	LYC	MXX	OER	OSD	PJA	SDL	SDN	SFT	SQO	UME	VHM	Genomsnitt
AJR		-2	2	-2	-0,5	-8,5	-4,5	-6	-3,5	-5,5	-9,5	0	-10,5	-8,5	2	-4,5	12,5	-6,5	3,5	-2,9
ARN	1		0	0,5	2,5	0	1	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	7,5	0	-1	0,8
GEV	-8	0		-0,5	-1,5	-11	0,5	0	-11	-4,5	-7,5	1,5	2	-1	3	-1,5	6	-4,5	-3	-2,3
GOT	1,5	0,5	-0,5		-1,5	-2	0	0	1	-25,5	0	-1	3	1	-1,5	-2	-7	0	-16	-2,8
HMV	-8,5	2,5	13	1,5		-3,5	13	1,5	-12,5	-4	10	1,5	4,5	-1,5	0	10,5	-18	1,5	-22	-0,6
KRF	-5	0	-9,5	0	-3		-8	0	-9,5	-4	-3,5	0	4,5	-3	-1,5	-1	3	-2	-6	-2,7
KRN	-9,5	1	-15,5	0	10,5	-7,5		3	0	-5	-8	1	3	0	2,5	0	16,5	-2	6	-0,2
LLA	-2,5	0	-4,5	12	-1,5	0	-4,5		-3	-5	-3	0	0	2	-1,5	-6	-7	-3	-5,5	-1,8
LYC	-7,5	0	-1,5	2	-1	-10,5	-1,5	-4		-5	-8	-4,5	-10	0	2,5	-1	4	-2	-4	-2,9
MXX	3,5	0	1,5	-18	0,5	-1	2	2	-9		-1	1	5	-3,5	-16	0	-5	0	-14	-2,9
OER	-5,5	0	-8	-0,5	8,5	-3,5	-12	-0,5	-10	-4,5		1	-9	-2,5	0,5	-2	7,5	-3	0,5	-2,4
OSD	5,5	0	-0,5	0	7	0,5	0	0	1	-2,5	-0,5		1	-0,5	-6	0	5	0	-7,5	0,1
PJA	-1	-3	-15,5	-3	-4,5	-3	-15	0	-3,5	-8,5	-4	-3		-1	-4,5	-18	-10	-3,5	-9	-6,1
SDL	-2	0	0	1	-1	-3	1,5	1	-2,5	-1,5	-2,5	0	4		-2	-0,5	5	-1,5	-5,5	-0,5
SDN	-1	0	-3	-3	-4,5	-4,5	-2,5	1,5	-1,5	-8,5	-2,5	-7,5	0	-2,5		-4,5	-10	-0,5	-19	-4,1
SFT	-0,5	0	-8	10,5	8	-1	-7,5	-3,5	-1	-6,5	-2	0	-4,5	0	-1,5		6,5	-3,5	-1	-0,9
SQO	-4	8,5	6	7	-18,5	2	6	-5,5	-16,5	-10,5	3	6,5	-2,5	4	-7	3,5		4	-22,5	-2,0
UME	-1	0	-6,5	0	10,5	-2	-2	-1,5	-1,5	-3	-3,5	0	-3	-0,5	0,5	-3	7		-0,5	-0,6
VHM	-12	0,5	9,5	-1	-21	-6	9,5	-2	-14,5	-7	6,5	-1	1	-4	-3,5	7	-21,5	-0,5		-3,3
Genomsnitt	-3,1	0,4	-2,3	0,4	-0,6	-3,6	-1,3	-0,8	-5,4	-6,2	-2,0	-0,3	-0,5	-1,2	-1,9	-1,3	0,1	-1,5	-7,0	

## 4.4 Diskussion

Analysen visar att regionala flygnätverk kan ha en central funktion i områden där stora avstånd och gles befolkning begränsar tillgången till alternativa transportslag. Genom att organisera flyget som ett sammanhängande nätverk med regionala noder för byten och samordnade tidtabeller kan efterfrågan koncentreras och hanteras mer effektivt än i ett system baserat enbart på direktlinjer. Detta möjliggör ett bättre utnyttjande av flygplanskapaciteten och skapar förutsättningar att koppla samman fler orter utan att varje relation behöver trafikeras separat.

Samtidigt innebär planering under PSO-liknande villkor en avvägning mellan kostnader, tillgänglighet och nätverksstrukturens utformning. Optimerade nätverk kan ge ett mer effektivt utnyttjande av flygplanens rotationer, men medför också en ökad systemkomplexitet. Detta gör både planering och beräkningar mer resurskrävande och kan påverka modellens precision.

Resultat från modellkörningarna visar att nätverksbaserade lösningar kan förbättra tillgängligheten och skapa fler resealternativ, särskilt för mindre orter. Samtidigt kan fler byten innebära längre restider för vissa resor, vilket speglar en avvägning mellan enkelhet och effektivitet. Mer sammanlänkade nätverk riskerar också att bli mer känsliga för störningar eftersom beroenden mellan flygningar och byten ökar. Detta kan till del kompenseras genom att alternativa rutter kan öka systemets robusthet.

Slutligen visar analysen att elektriska regionalflygplan kan integreras i nätverket, men deras idag begränsade räckvidd och behov av laddning ställer krav på planeringen och gör dem tills vidare främst lämpliga för kortare rutter.

## 5 Policyimplikationer och slutsatser

### 5.1 En fossilfri interregional kollektivtrafik med flyg?

Vid sidan om de nationella institutionella begränsningar som kännetecknar det svenska inrikesflyget som sådant och i förhållande till andra transportslag har inrikesflyg som produkt hämmats av ett antal andra faktorer. En avgörande faktor är den särbehandling inom transportpolitiken som skett av inrikesflyget i förhållandet till den markbundna trafiken och den markbundna kollektivtrafiken. Detta trots att såväl transportpolitiken som många politiska ställningstaganden pekat på att så inte ska vara fallet.

De svenska flygplatserna har alltmer fokuserat på den mer lönsamma utrikestrafiken. Flygplatsterminaler har designats för internationella resenärer som vill shoppa till fördelaktiga priser i samband med resan. Tiden på en flygplats vid en utrikes resa är vanligen en mer begränsad andel av totala restiden i förhållande till den tid en inrikes resenär är villig att spendera på flygplatsen. Den så avgörande "dörr till dörr" resetiden blir därmed för den inrikes resenären på ett besvärande sätt förlängd av tiden det tar att förflytta sig inom flygplatsernas terminaler, från gate till externa anslutningar inom kollektivtrafiken eller med egen bil, hyrbil med mera.

Inrikesflygets konkurrenskraft i förhållande till konkurrerande färdmedel har i det avseendet inte förbättrats sedan 1990-talet inledning. Tvärtom, oförmågan att utveckla snabba flöden genom säkerhetskontrollerna har snarare ytterligare bidragit till att förlänga inrikesflygets "dörr till dörr"-restider. Den förlängda restiden har även inneburit att flyget fått mycket svårt att klara av konkurrensen med digitala möten som alternativ till fysiska resor. Den motsatta kraften är givetvis att de digitala mötena och de betydliga bättre möjligheterna att digitalt planera fysiska träffar även har en positiv effekt på resande och det fysiska mötet. Hittills har den rese-reducerande kraften däremot dominerat över den resegenererande effekten av det digitala mötet. Möjligen kommer en utveckling där resemarknaden bättre lär sig när digitala möten har fördelar och när det fysiska mötets olika taktiska aspekter blir tydliggjorda och åter får en positiv effekt på det inrikes flygresandet.

I takt med att den inrikes tågtrafiken utvecklas och erbjuder allt hårdare konkurrens på flera flyglinjer kommer däremot inrikesflygets hittillsvarande svårigheter att förkorta den samlade restiden att verka till flygets nackdel. Därtill kommer den senfärdighet med vilken flyget hanterat sitt fossila beroende. Längre verkade den globala luftfarten anse att deras eget bidrag till de fossila utsläppen var så marginella att luftfarten i princip inte behövde agera snabbt. Argumentet från flygets aktörer verkar ha varit att de flesta verksamheter borde bli fossilfria, men flygplan som kräver mycket

kraftfulla energikällor för att lyfta, i stället skulle utveckla, eller köpa in sig i, koldioxidfällor för att därigenom kompensera sina utsläpp. Givetvis har man hittills som svar på höjda priser eller förväntningar om framtida höjda priser på flygbränslen utvecklat flygplan och metoder att flyga som reducerat åtgången av fossila bränslen. Men utvecklingen av helt elektriska flygplan eller metoder och affärsmodeller för att producera SAF (Sustainable Aviation Fuel) till konkurrenskraftiga priser har som berörts varit senkommen.

I stället för att visa förståelse för denna av luftfarten egenformulerade position och dess ovilja att tydligt signalera en aktiv strategi för att bli ett fossilfritt resandeanternativ har i stället betydande grupper av resenärer tydligt signalerat vad de tycker. Oavsett om begrepp som "flygskam" och flygfientliga "resepolicys" framhålls som orsaker till inrikesflygets stagnation så kvarstår det faktum att flyget "inte ställt om" och att en del tidigare flygresenärer istället valt att utforska och lärt sig använda bil- och järnvägsalternativen för fysiska resor, samt fortsatt att lära sig använda det digitala mötet som en central del i vardagens olika åtaganden.

Syfte är inte här att diskutera det fossilfria flygets introduktion. Men det är uppenbart att ett inrikes flyg som vill fylla en uppgift inom kollektivtrafiken kräver ett passagerarunderlag. Vad vi framhåller här är att inrikesflyget i det avseendet inte lyckats motsvara stora resenärgruppers krav på hur ett sådant inrikesflyg ska vara utformat.

Det europeiska flyget är en del av EUs system för utsläppshandel. Det är givetvis ett av de bästa och mest samhällsekonomiskt effektiva sätten att hantera omställningen till ett fossilfritt Europa. Det innebär att nationella flygskatter är ineffektiva styrmedel. Frågan är hur konsumenten/resenären upplever den samhällsekonomiskt riktiga signalen att flyget ingår i utsläppshandeln? Integrerar konsumenten det faktumet i sin efterfrågefunktion? En hypotes kan vara att konsumenten trots utsläppshandelns samhällsekonomiska effektivitet låter de faktiska utsläppen påverka sin efterfrågan. Man tillämpar "konsumentmakt" och konsumerar inte en vara som man, rätt eller fel, upplever som en "bad commodity" eller "a discommodity", en vara som bidrar till ett varmare klimat. Därför väljer man bort varan även om valet av ett alternativ innebär en uppoffring i termer av tid och andra resurser.

## 5.2 Planering av multimodala transportsystem

Transportsystemet i norra Sverige kännetecknas av stora avstånd, få resenärer och stora skillnader i tillgänglighet mellan olika relationer. Det gör att ett enskilt trafikslag har svårt att möta transportbehoven på ett effektivt sätt. Planeringen behöver därför i större utsträckning utgå från ett multimodalt perspektiv, där olika trafikslag samverkar i ett sammanhängande system.

Det innebär att flyg, järnväg och vägtransporter används där de fungerar bäst. Regionalt flyg kan vara ett viktigt komplement på sträckor med långa restider och få alternativ, medan markbaserade trafikslag utgör grunden i mer tätbefolkade områden. En utveckling av regionalflyg med fler punkt-till-punktförbindelser och regionala knutpunkter kan också skapa fler resmöjligheter än dagens hub-and-spoke-struktur med fokus på Stockholm Arlanda. För att detta ska fungera krävs bättre samordning av infrastruktur, tidtabeller och biljettsystem, så att resor mellan olika trafikslag blir enkla och effektiva.

Samtidigt visar analysen att dagens organisation försvårar en sådan utveckling. Ansvarsfördelningen mellan statliga och regionala aktörer, liksom uppdelningen mellan olika trafikslag i lagstiftning och upphandling, begränsar möjligheterna till samordnad planering. För att förbättra systemet behöver planeringen i högre grad utgå från tillgänglighet och samhällsekonomisk effektivitet, snarare än från enskilda trafikslag.

### 5.3 Rekommendationer för lagstiftning och styrning

Projektet Norrflyg har haft fokus på det interregionala flyget och möjligheten att ett fossilfritt flyg kan komma att fylla en mer aktiv roll inom den inomregionala och interregionala (som framgått är gränserna mellan det som av olika aktörer betecknas som regional, inomregional eller interregional trafik inte alltid uppenbar) kollektivtrafiken. Det visade sig tidigt att det var oundvikligt att inte beröra utvecklingen av inrikesflyget som helhet, eller för den delen det begränsade gränsöverskridande nordiska flyget på regional nivå, för att förstå hur dagens upphandlade flygtrafik etablerats och vad som krävs för en vidareutveckling mot ett fossilfritt interregionalt flyg.

Analysen av luftfartens roll i det svenska transportsystemet och inom den svenska transportpolitiken visade att luftfarten särbehandlas i förhållande till markbundna transportslag. Detta trots att transportpolitiken kräver att åtgärder inom varje transportslag ska föregås av en samhällsekonomisk effektbedömning. *Trafikverket tillämpar inte samhällsekonomisk analys inom luftfarten. Landsbygds- och infrastrukturdepartementet bör snarast åtgärda denna asymmetri inom transportplaneringen i Sverige.*

Det är uppenbart att gränsdragningen inomregional och interregional kollektivtrafik är svår att göra på ett entydigt sätt. Trafikverket har hittills inte kunnat visa att man förmått integrera upphandlad flygtrafik i den övriga kollektivtrafiken samt länkat den till den kommersiella kollektivtrafiken eller privatbilismen. I stället har man skapat ett affärsflyg till Arlanda. I princip kan redan idag Trafikverket upphandla regional luftburen kollektivtrafik, dvs flyg inom regioner, eftersom RKM inte får upphandla sådan trafik. Men Trafikverket gör det i praktiken inte.

*Lagstiftningen bör därför ändras så att RKM får möjlighet att överväga att upphandla flygtrafik där så anses vara till nytta för regionen. Här bör de principer som vägleder val av linjer för upphandlingen av markbaserad trafik utvecklas mot ökad transparens och beskrivning av välfärdseffekter samt även tillämpas för luftfarten. De principer RKM använder för upphandling av markbaserad kollektivtrafik saknar ofta tydliga kriterier av samhällsekonomisk natur. Det innebär att de behöver utvecklas för att klara en granskning av EU, Trafikverket och Riksdag och Regioner.*

Trafikverkets monopol på upphandling av luftburen interregional kollektivtrafik bör upphävas. Alla kollektivtrafik har budgetrestriktioner. Det har Trafikverket för upphandling av interregional trafik och regionerna för upphandling av inomregional trafik. *Den nationella budgeten för interregional trafik behöver motiveras tydligt till sin storlek och ställas i relation till sina välfärdseffekter.* Subsidiaritetsprincipen innebär att en del av det resursutrymmet därefter distribueras till de regioner som har förmåga att fatta effektiva beslut om en välfärdshöjande kollektivtrafik.

Det gränsöverskridande flyget inom Norden är kraftigt eftersatt. Det är fullt möjligt att det reducerar effektiviteten i det samlade nordiska produktionssystemet och den europeiska ekonomin. Flyg har uppenbara fördelar att överbrygga hinder för kommunikation som vatten och berg. *En diskussion bör initieras inom Norden för hur ett nätverk av inomnordisk kollektivtrafik med flyg kan utvecklas.* Det är högst troligt att ett sådant linjenät inledningsvis kräver upphandling för att kunna etableras.

Ofta hävdas att det är Förordningar inom EU som hämmar utvecklingen av en svensk och nordisk kollektivtrafik med flyg som är integrerad med övrigt offentligt finansierad och privat kollektivtrafik samt andra privata transporter. *Inom projektet Norrflyg har vi inte funnit att det är på den europeiska nivån som de huvudsakliga hindren för att utveckla en luftburen interregional kollektivtrafik återfinns.*

## 5.4 Förslag på fortsatt forskning

I sommar, år 2026, kommer förhoppningsvis ett mindre eldrivet flygplan att passera från Umeå över Kvarken till Vasa. Det skulle innebära att den första flygtur som gjordes 6 mars 1918 på samma sträcka med ett mindre fossilt flygplan nu följs av en första flygning mellan städerna och de två länderna i ett plan som drivs fossilfritt. Flygturen 1918 skedde endast femton år efter det att bröderna Wright initierat flygets historia i North Carolina. Förhoppningsvis kan om femton år, år 2040, en reguljär nordisk nationsgränsöverskridande kollektivtrafik över Kvarken med ett fossilfritt flyg inledas.

Det kräver givetvis ytterligare teknisk forskning och utveckling av batterier, drivlinor, flygplan, och flygplatser. Till en del kommer flyget här få hjälp av vägtrafikindustrin som ligger betydligt före luftfarten. Flyget är samtidigt mycket beroende av en utveckling av biobaserade bränslen. Här måste

flyget självt ta ledningen och tydligt signalera till konsumenterna och internationella politiker att man vill och att man tänker ställa om. Möjligen behöver processer för innovationsupphandling även utvecklas eller förfinas.

Uppenbarligen behövs här ny forskning eller överföring av erfarenheter från andra teknikskiften om hur ökad produktion för att nå skalfördelar och sänkta priser kan genomföras. Men det behövs även forskning om hur konsumenter och resenärer uppfattar flyget idag och hur det kan komma att ses som ett intressant alternativ inom ramen för en hållbar livsstil. Här behövs studier av hur konsumenter ser på både det fossila och det fossilfria flyget och hur resenärernas efterfrågefunktioner ser ut. Vi har föreslagit att Trafikverket samt RKM utvecklar samhällsekonomiska kalkyler för att bedöma välfärdseffekterna av åtgärder inom luftfarten som motsvarar de man gör för de markbaserade trafikslagen. Här finns ett forsknings- och utvecklingsbehov av modeller och metoder.

Vi har konstaterat att inrikesflyget idag balanserar på en smal tråd där efterfrågan på dagens fossila flyg behövs för att få ett momentum i omställningen till ett fossilfritt flyg, samtidigt som konkurrensen från digitala möten, järnvägen och elektrifierade vägtransporter ökar. Forskningsprojektet DORIS (TRV 2025/101727) inleds i slutet av 2026 och kommer undersöka inrikesflygets roll under omställningsperioden. Projektet kommer ta sig an frågan om hur lämpliga beslutsunderlag för upphandling av regional flygtrafik kan utformas. Upphandlingar som belyser avvägningen mellan tillgänglighet, kostnad och efterfrågan. Det arbetet är direkt relaterat till det forskningsbehov vi identifierat ovan om utveckling av modeller för samhällsekonomisk kalkyl för luftfart.

Vi har även föreslagit en ny institutionell struktur för upphandling av luftburen kollektivtrafik. RKM bör få rätt att upphandla luftburen trafik. Vi föreslår även att ett enda RKM för de fyra nordliga länen sammantagna skulle skapa en starkare institutionell struktur för upphandling av alla former av kollektivtrafik, undantaget kommunal trafik när kommuner anser det vara mer effektivt att sköta den självt, inom den större regionen. Det skulle innebära att Trafikverkets roll måste förändras. Exakt hur en sådan rollfördelning ska se ut och hur resurser ska kanaliseras kan kräva ytterligare studier.

## Referenser

Air France (2026) Train+Air. <https://wwws.airfrance.se/information/prepare/voyages-combines-avion-train/train-plus-air-france>

Ahmed, M. B., Hryhoryeva, M., Hvattum, L. M. & Haouari, M. (2022). A matheuristic for the robust integrated airline fleet assignment, aircraft routing, and crew pairing problem. *Computers & Operations Research*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105551>

Andersson, B. (2022). *Upphandling av flygtrafik från oktober 2023 : utredning om beslut om allmän trafikplikt*. TRV 2022:009. Trafikverket. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5282>

Andersson, B. (2019). *Flygutredning 2019-2023 : utredning inför beslut om allmän trafikplikt*. TRV 2019:117. Trafikverket. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-2899>

Andersson, B. (2019). *Nationell behovsanalys*, TRV 2019:123. Trafikverket. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-2905>

Andersson, B. (2019). *Flygutredning 2015-2019*. TRV 2019:118. Trafikverket. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-2900>

Aradóttir, E., & Westin, J. (2025). Network design optimization for regional electricaviation in northern Scandinavia: model expansion and convergence. In *Swedish Transport Research Conference 2025 (STRC2025), Linköping, Sweden, October 22-23, 2025*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-247209>

Aradóttir, E., & Westin, J. (2026). Network design optimization for regional electric aviation in Northern Scandinavia : model expansion and convergence. In *Sammanställning av referat från Transportforum 2026*, 678–679. Linköping, VTI. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-22514>

Baumol, W. J., Panzar, J. C., & Willig, R. D. (1983). Contestable Markets: An Uprising in the Theory of Industry Structure: Reply. *The American Economic Review*, 73(3), 491–496. <http://www.jstor.org/stable/1808145>

Bergman, M. (1996). *Avregleringen av inrikesflyget*. Konkurrensverkets rapportserie 1996:1, Stockholm.

Bergman, M. (2001). En utmanares uppgång och fall – åtta år med en avreglerad inrikes flygmarknad. *Ekonomisk debatt*, 29(1), 41-54. [https://www.nationalekonomi.se/old/public\\_html/sites/default/files/legacy/29-1-mb.pdf](https://www.nationalekonomi.se/old/public_html/sites/default/files/legacy/29-1-mb.pdf)

Brandt, B.F. (2019). *Flygplatser i fokus*. Trafikanalys PM 2019:6.  
[https://www.trafa.se/globalassets/pm/2019/pm-2019\\_6-flygplatser-i-fokus.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2019/pm-2019_6-flygplatser-i-fokus.pdf)

Bråthen, S. (2011). *Air Transport Services in Remote Regions*.  
 International Transport Forum Discussion Paper, 2011.13.  
<https://www.econstor.eu/handle/10419/68819>

Bråthen, S. & M. Givoni (2017). The wider impacts from transport: What do we know, what do we still need to know and what does it mean?. *Research in Transportation Economics*, 63, pp.1-4.  
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.09.005>

Bråthen, S. K. Sandberg Eriksen, H. M. Hjelle & M. Killi (2000) Economic appraisal in Norwegian aviation. *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 153-166. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(00\)00008-9](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(00)00008-9)

Bråthen, S. & Eriksen, K. S. (2018). Regional aviation and the PSO system – Level of service and social efficiency. *Journal of Air Transport Management*, 69, 248–256.  
<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.10.002>

Civil Aviation Authority (2009) *Summary of the meaning och commercial air transport, public transport and aerial work*.

Clarke, L., Johnson, E., Nemhauser, G. & Zhu, Z. (1997). The aircraft rotation problem. *Annals of Operations Research*, 69, 33–46.  
<https://doi.org/10.1023/A:1018945415148>

European Commission (2017). *Commission Notice – Interpretative guidelines on Regulation (EC) No 1008/2008 of the European Parliament and of the Council – Public Service Obligations (PSO)*. Bryssel: European Commission.

Europaparlamentet och rådet (2007). *Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1370/2007 av den 23 oktober 2007 om kollektivtrafik på järnväg och väg och om upphävande av rådets förordning (EEG) nr 1191/69 och (EEG) nr 1107/70*. EU:s officiella tidning, L 315.  
<http://data.europa.eu/eli/reg/2007/1370/oj>

Europaparlamentet och rådet (2008). *Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1008/2008 av den 24 september 2008 om gemensamma regler för tillhandahållande av lufttrafik i gemenskapen (omarbetning) (Text av betydelse för EES)*. EU:s officiella tidning, L 293.  
<http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1008/oj>

Espinosa-Juárez, E. (2024). *A Model-Based Systems Engineering Exploration of Three Sustainable Regional Aircraft Concepts*.

Examensarbete, Linköpings universitet.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-21961>

Espinosa-Juárez, E., Jouannet, C. och Amadori, K. (2025). An economical viability exploration of three sustainable regional aircraft concepts in Sweden. In *AIAA SciTech 2025 Forum*, Orlando, USA, 6-7 January.

<https://doi.org/10.2514/6.2025-2171>

FAIR 2 (2024). *FAIR 2 Demand Study – Final Report*. Kvarken Council.

<https://www.kvarken.org/en/project/fair-2-demand-study-final-report/>

Fridstrøm, L., Hjelde, F., Lange, H., Murray, E., Norkela, A., Pedersen, T.T., Rytter, N., Talén, C.S., Skoven, M. and Solhaug, L. (2004). Towards a more vigorous competition policy in relation to the aviation market. *Journal of Air Transport Management*, 10(1), 71-79.

<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2003.10.013>

Gillen, D. & Hazledine, T. (2015). The economics and geography of regional airline services in six countries. *Journal of Transport Geography*, 46, 129-136.

<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.06.009>

Jussila Hammes, J. & Johansson, M. (2023). *A cost-benefit analysis of all-electric flight: How to do a CBA for a non-existing technology?* VTI Working Paper 2023:3. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-16294>

Justin, C. Y., Payan, A. P., Briceno, S. I., German, B. J., & Mavris, D. N. (2020). Power optimized battery swap and recharge strategies for electric aircraft operations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 115, 102605.

<https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.02.027>

Justin, C. Y., Payan, A. P. & Mavris, D. N. (2022). Integrated fleet assignment and scheduling for environmentally friendly electrified regional air mobility. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*,

138, 103567. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103567>

Kinene, A., Birolini, S., Cattaneo, M. & Granberg, T. A. (2023). Electric aircraft charging network design for regional routes: A novel mathematical formulation and kernel search heuristic. *European Journal of Operational Research*, 309(3), 1300-1315. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.02.006>

Kristoffersson, I., Liu, C. & Andersson, A. (2024). *Förbättrad genereringsmodell för långväga inrikesresor*. VTI Rapport 2024:3. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-21193>

Kvarkenrådet (1992). *Nordisk tvärflyg*. Kvarkenkonferensen 1992.

Leandro, F., Andrade, A. R. & Kalakou, S. (2021). Designing aviation networks under Public Service Obligations (PSO): A case study in Greece. *Journal of Air Transport Management*, 93, 102042. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102042>

Lohatepanont, M. & Barnhart, C. (2004). Airline schedule planning: Integrated models and algorithms for schedule design and fleet assignment. *Transportation science*, 38(1), 19-32. <https://doi.org/10.1287/trsc.1030.0026>

Lufftartsverket (1992). *Avregleringen av inrikesflyget 1992*. Rapport 1992:01/P.

Morrison, S. & C. Winston (1986). *The Economic Effects of Airborne Deregulation*. Washington DC, The Brookings Institution.

Norman, P. (2023). *Statens ansvar för det svenska flygplatsystemet*, Ds 2023:3. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/departementsserien-och-promemorior/2023/02/ds-20233/>

Norman, V. D., & Strandenes, S. (1994). Deregulation of Scandinavian Airlines: a case study of the Oslo-Stockholm route. In *Empirical studies of strategic trade policy* (pp. 85-100). University of Chicago Press. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c8677/c8677.pdf>

NEA (2024). *Reinventing aviation in the Nordics. The state of electric aviation and the case for enhanced industry-government collaboration*. Project report from the Nordic Network for Electric Aviation (NEA) project 2.0 (2023–2025). Nordic Innovation. <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1912532/FULLTEXT02.pdf>

Pita, J. P., Adler, N., & Antunes, A. P. (2014). Socially-oriented flight scheduling and fleet assignment model with an application to Norway. *Transportation Research Part B: Methodological*, 61, 17-32. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2013.12.006>

Strandenes, S. P. (2024). Economic regulation of domestic air transport in Sweden. In *Internationalization, Market Power and Consumer Welfare* (pp. 274-296). Routledge.

Pettersson T. (1995). Regionalpolitik och Regional utveckling – med fallstudie för Arvidsjaur flygplats. Working papers in transport and communication history, 1995:2. Ekonomisk-historiska institutionen, Uppsala. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-2344>

Randøy, T., & Strandenes, S. P. (1997). The effect of public ownership and deregulation in the Scandinavian airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 3(4), 211-215. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(97\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(97)00028-8)

Regeringen (1998). *Transportpolitik för en hållbar utveckling*. Prop 1997/98:56.

Regeringen (2009). *Mål för framtidens resor och transporter*. Prop. 2008/09:93.

Regeringen (2010). *Ny kollektivtrafiklag*. Prop. 2009/10:200.

Regeringen (2024). *Uppdrag att öka det regionala inflytandet avseende flyglinjer med allmän trafikplikt*. LI 2024/00920.

Salomonsson, J. & J. Jussila Hammes (2020). *Det kommersiella elflyget – verklighet eller dröm?* VTI Rapport 1039. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-15171>

Shahwan, K. (2021). *Operating Cost Analysis of Electric Aircraft on Regional Routes*. B.S. thesis, Linköping University. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-182531>

Skogh, G. (1990). *Konkurrens i inrikesflyget – ett slag i luften?* Ekonomisk Debatt 7/90. <https://www.nationalekonomi.se/wp-content/uploads/2000/01/18-7-gs.pdf>

Skoglund, J.-M. (2000). *Svensk luftfartspolitik för vem – i allmänhetens eller i särintressens tjänst?* Licentiat avhandling. Åbo Akademi.

Skoglund, J.-M. (2025). *Underlag till flygplatsutredningen*. PM.

Smedberg, A., Norberg, I., & Oja, S. (2021). *Electric Aviation 2021 Technology overview FAIR*. Kvarkenrådet. [https://www.kvarken.org/wp-content/uploads/2021/06/Electric\\_aviation\\_2021\\_technology\\_overview.pdf](https://www.kvarken.org/wp-content/uploads/2021/06/Electric_aviation_2021_technology_overview.pdf)

Snickars, F. (1990). *Flygplatsernas betydelse för regional utveckling*. Svenska Kommunförbundet. Programberedning för regionalpolitik. Rapport nr 6.

SOU 1990:58. *Konkurrens i inrikesflyget*. Delbetänkande av konkurrenskommittén.

SOU 1998:148. *Rikstrafiken – vissa principfrågor*.

SOU 1999:57. *Rikstrafiken – en ny myndighet*.

SOU 2009:39. *En ny kollektivtrafiklag.*

Spence, M. (1983). Reviewing Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. *Journal of Economic Literature*, 21(3), 981-990.  
<https://www.jstor.org/stable/2724913>

Trafikanalys (2024). Luftfart 2024.  
<https://www.trafa.se/globalassets/statistik/luftfart/2024/luftfart-2024.pdf>

Trafikverket (2020). *Upphandling av fossilfritt flyg: En förstudie om möjligheten att avtala om fossilfri flygtrafik under allmän trafikplikt.* Trafikverkets publikationer 2020:255.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-4458>

Trafikverket (2024a). *Upphandling av flygtrafik från 2027.* Trafikverket.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-22021>

Trafikverket (2024b). *Flygprognos 2045/2065.* Trafikverket.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-15976>

Trafikverket (2025a). *Ökat regionalt inflytande avseende flyglinjer med allmän trafikplikt. Redovisning av regeringsuppdrag.* Trafikverkets publikationer 2025:005.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-18059>

Transportstyrelsen (2026). Turbulens eller perfekt storm? En analys av inrikesflygets utveckling 2016-2025. TSL 2025-6642.  
<https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer-och-rapporter/rapporter/myndighetsovergripande/inrikesflyget-turbulens-eller-en-perfekt-storm.pdf>

Umeå kommun (2022). *Fossilfritt flyg i norra Sverige.*  
<https://www.umea.se/download/18.266ce28c1872be9d88f8eb9c/1681808016570/Slutrapport%20Fossilfritt%20flyg%20uppdaterad%2013%20april.pdf>

Westin, J., Olsson, L., & Åhag, P. (2024, December). Network Design Optimization for Regional Electric Aviation in Northern Scandinavia. In *2024 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 400-404). IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/IEEM62345.2024.10856984>

Westin, L. (2020). *Arvidsjaur, flygplatsen och tillväxten.* CERUM Report Nr 62/2020. Umeå universitet.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-169303>

Westin, L. & J. Westin (2026). Det svenska inrikesflyget och kollektivtrafiken. TRUM rapport.

Trafikanalys (2025). Svensk luftfarts konkurrenssituation 2025. Rapport 2025:6. Stockholm.

<https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2025/rapport-2025-6-svensk-luftfarts-konkurrenssituation.pdf>

Xu, Y., Adler, N., Wandelt, S., & Sun, X. (2024). Competitive integrated airline schedule design and fleet assignment. *European Journal of Operational Research*, 314(1), 32-50.

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.09.029>