

RAPPORT

Luftfart Gotland – en scenarioanalys

Luftfartens framtida utmaningar och möjligheter



Trafikverket

Postadress: 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig [Konfidentialitetsnivå]

Dokumenttitel: Luftfart Gotland – en scenarioanalys Luftfartens framtida utmaningar och möjligheter

Författare: Skoglund Jean-Marie, PLnps

Dokumentdatum: 2024-10-16

Ärendenummer: [Ärendenummer] (I förekommande fall, annars tas raden bort)

Kontaktperson: Gustav Andersson PLnps & Jean-Marie Skoglund PLnps

Publikationsnummer: (I förekommande fall, annars tas raden bort)

ISBN (I förekommande fall, annars tas raden bort)

Foto: Swedavia

Innehåll

Sammanfattning	6
1 Inledning	7
1.1 Syfte	8
1.2 Mål	8
2 Utveckling av luftfarten	9
2.1 Utvecklingen av den svenska luftfarten.....	9
2.1.1 Pandemins effekter	10
2.1.2 Inrikesmarknaden	10
2.2 Utvecklingen av Visby flygplats.....	11
2.2.1 Flygtrafiken på Visby under pandemin	13
2.2.2 Flygmarknaden på Visby flygplats	13
3 Utbud av flygtrafik och kapacitet	15
3.1 Destinationsutveckling	15
3.2 Reseströmmar från Visby	15
3.2.1 Stockholmstrafiken	16
3.2.2 Andra direktlinjer.....	19
3.2.3 Bokningar via ”hub” från Visby	19
3.3 Utbudet av kapacitet.....	20
3.3.1 Frekvenser på linjen Visby-Stockholm	20
3.3.2 Utbudna säten på Stockholm	21
3.3.3 Nya förutsättningar för flygtrafiken på Visby flygplats 2024/2025	21
4 Tillgänglighet och åtkomlighet.....	22
4.1 Tillgänglighet och åtkomlighet för Sverige - inrikes 2023	22
4.2 Tillgänglighet och åtkomlighet för Sverige till Europa.....	23
4.3 Åtkomlighet och tillgänglighet för Visby – inrikes.....	24
5 Trender inom luftfarten	26
5.1 Omställningen till fossilfritt	26

5.2 Nya och fler farkoster rör sig i luftrummet och i städerna	26
5.3 Infrastrukturen vid flygplatser förändras – fysiskt och digitalt	27
5.4 Flygplatserna får en ny roll som energinav	27
5.5 Förändringar i regelverk och utformningen av luftrummet	28
5.6 Ny luftfartsmobilitet – nya res- och affärsmönster	28
5.7 Resiliens (motståndskraft) i framtida luftfart	29
5.8 Digitalisering/automatisering, hållbarhetssträvan och social acceptans	29
5.9 Utmaningar	30
6 Nya flygplanskoncept och drivmedel i sikte	31
6.1 Elflygplan med 100 procent batteridrift.....	32
6.1.1 Elflygplan under 10 säten	32
6.1.2 Elflygplan med 10–20 säten.....	34
6.1.3 Elflygplan med över 20 säten.....	35
6.1.4 Utmaningar för elflyg med batteriteknik.....	36
6.2 Hybridelektriska flygplan.....	37
6.2.1 Heart Aerospace.....	37
6.2.2 Mavea.....	38
6.2.3 Aura Aero	38
6.2.4 Embraer.....	39
6.2.5 Voltaero	39
6.2.6 Utmaningar för hybridelektriska flygplan	40
6.3 Vätgas och bränsleceller	40
6.3.1 ZeroAvia	41
6.3.2 Airbus	42
6.3.3 Utmaningar för vätgasflyg	43
6.4 Biojet-drivmedel (SAF-bränsle).....	44
6.4.1 Utmaningar med SAF-bränsle.....	46
7 Luftfartens trender för Visby flygplats och flygtrafiken till/från Gotland.....	47
7.1 Omställningen till fossilfritt flyg.....	47
7.2 Nya flygplanstyper som skulle kunna trafikera Gotland.....	48
7.2.1 Effektivare logistik och godstransport.....	50
7.2.2 Ökad tillgänglighet för turism	50
7.2.3 Hållbar utveckling och miljömål.....	50
7.3 Infrastruktur i förändring.....	50

7.4 Flygplatsen som energinav	50
7.5 Investeringar och omställningskostnader	51
Referenser	53

Sammanfattning

Visby flygplats har sedan mitten av 1930-talet spelat en central roll i Gotlands transportinfrastruktur. Från Visby går det flygtrafik till Stockholm, både till Bromma och Arlanda, och under vissa perioder även till andra destinationer på fastlandet. Staten garanterade fram till början av 1990-talet flygtrafiken genom olika ersättningsystem för att exempelvis hålla nere av biljettpriserna, vilket upphörde i samband med avregleringen av den svenska inrikesmarknaden 1992.

Rapporten belyser utvecklingen och förändringarna i flygtrafiken mellan Gotland och fastlandet. Flygtrafiken till Stockholm består till största del av lokaltrafik, det vill säga resenärer som enbart ska till Stockholm (inte ska resa vidare). Visby flygplats har den största andelen lokaltrafik till Stockholm i Sverige, vilket indikerar att Brommalinjen frekvent används för arbetspendling till Stockholm. Den aviserade förändringen att flytta Brommalinjen till Arlanda, på grund av samarbetet mellan SAS och BRA, kan få konsekvenser för arbetspendlingen. Dessutom kommer konkurrensen på Stockholmstrafiken att minska när BRA upphör med kommersiell flygtrafik från Bromma, vilket kan leda till högre biljettpriser.

En av de stora utmaningarna för Gotland är att skapa tillgänglighet till fastlandet till rimliga priser. En väl fungerande konkurrenssituation är avgörande. Det gotländska näringslivet har tidigare visat engagemang och investeringsvilja i att skapa lokala flygbolag när en monopolsituation har uppstått, vilket har resulterat i stigande biljettpriser. Staten bör dock ta ett långsiktigt ansvar och garantera att säkerställa och upprätthålla lufttransporter utifrån ett tillgänglighetsperspektiv.

Rapporten belyser även aktuella trender inom luftfarten, såsom utvecklingen av nya flygplansteknologier och fossilfria drivmedel (elektriska, hybridelektriska och vätgasflygplan samt utveckling mot SAF-bränsle). Utvecklingen kommer att kräva investeringar på omkring 250 till 300 miljoner kronor i infrastrukturen för att ställa om Visby flygplats.



1 Inledning

Trafikverket ser ett behov av att utveckla en samhällsekonomiskt effektiv, kostnadseffektiv och långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland för medborgare och näringsliv. Vi behöver skapa en bild över nuläget och riktningen för den framtida tillgängligheten till och från Gotland för att kunna tydliggöra en långsiktig inriktning för utvecklingen.

Visby flygplats har spelat en central roll i att förbättra tillgängligheten till och från Gotland sedan dess invigning 1942. Gotlands läge gör flygtrafiken till en nyckelfråga. Flygförbindelserna med omvärlden är av central vikt för öns utveckling. Flygets betydelse för Gotland gör att Visby flygplats har en strategisk roll. Under åren har flygplatsen genomgått flera uppgraderingar och moderniseringar för att möta de förändrade behoven hos både inrikes och utrikes passagerare.

Denna rapport syftar till att ge en djupgående analys av hur olika scenarier för framtida utveckling inom luftfarten kan påverka tillgängligheten till och från Gotland. Genom att undersöka historiska data, aktuella trender och framtida teknologier, strävar rapporten efter att ge en omfattande bild av potentiella utmaningar och möjligheter för Visby flygplats samt för luftfarten till och från Gotland.



1.1 Syfte

Syftet är att studera framtida scenarion och trender för luftfarten för att tydliggöra planeringsförutsättningarna, önskade funktioner och krav för en långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland från år 2035 och framåt. Rapporten kommer att:

- analysera den historiska utvecklingen av Visby flygplats och dess påverkan på Gotlands tillgänglighet
- identifiera och analysera aktuella och framtida trender inom luftfarten, inklusive omställningen till fossilfria flygplan och nya teknologier som el- och hybridelektriska flygplan bedöma hur dessa framtida scenarier kan påverka flygtrafiken till och från Gotland och vilka åtgärder som kan vidtas för att säkerställa fortsatt god tillgänglighet.

1.2 Mål

Målet är att analysen ska ge

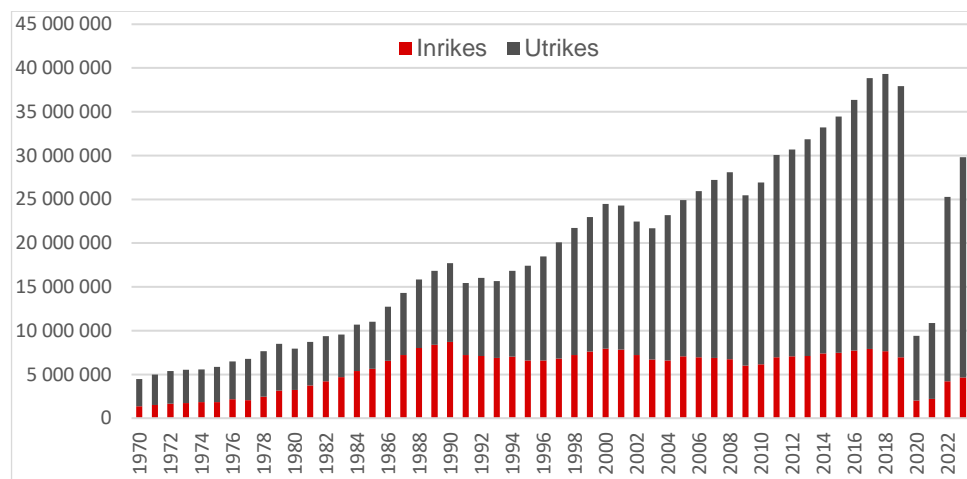
- kunskap om tänkbara scenarier som kan påverka tillgänglighet till och från Gotland
- kunskap om trender, utveckling och framtida utmaningar
- åtgärder och strategier för att hantera framtida scenarier
- underlag till nya planer
- input till nästa upphandlingsprocess 2035/2037 för färjetrafiken till och från Gotland.



2 Utveckling av luftfarten

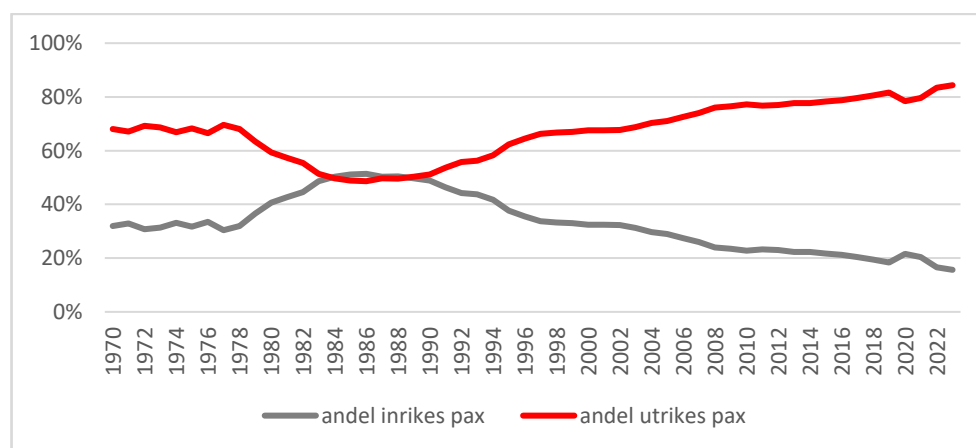
2.1 Utvecklingen av den svenska luftfarten

Under en längre tid har flygtrafiken stadigt ökat, särskilt utrikestrafiken, som sedan början av 1990-talet har utgjort den största andelen av passagerarvolymen, se Figur 2. Före pandemin uppgick antalet passagerare till totalt 37,9 miljoner, vilket är den näst högsta siffran i svensk luftfartshistoria vad gäller antal passagerare.¹



Figur 1. Passagerarutvecklingen från 1970 till 2023. Källa: Transportstyrelsen.

Mellan 1983 och 1990 var inrikes- och utrikestrafiken relativt jämbördiga. Efter 1990 började dock utrikestrafiken dominera, och under det senaste decenniet har inrikestrafikens andel legat på ungefär 20 procent av den totala passagerarvolymen.



Figur 2. Passagerarfördelning av inrikes kontra utrikes från 1970 till 2023. Källa: Transportstyrelsen.

¹ Den högsta noteringen i svensk luftfart var 2018 med 39,3 miljoner passagerare.

2.1.1 Pandemins effekter

Som Figur 1 visar ledde covid-19-pandemin under 2020–2022 till en aldrig tidigare skådad minskning av passagerartrafiken. Sedan 2000 har flera händelser påverkat luftfarten, inklusive terrorattackerna i New York 2001, finanskrisen 2008–2009, och covid-19-pandemin. Trots att flygtrafiken snabbt återhämtar sig efter varje global kris, är det fortfarande osäkert hur pandemin långsiktigt har påverkat flygbeteendet jämfört med tidigare kriser. Antalet passagerare år 2020 uppgick till 1,8 miljarder, en minskning med 60 procent från 2019. År 2022 var antalet passagerare 3,7 miljarder, vilket fortfarande var 22 procent lägre jämfört med 2019. Innan pandemin låg den årliga procentuella tillväxten mellan 4 och 9 procent. Pandemin ledde till flera åtgärder inom luftfarten:

- Många stater erbjöd ekonomiska garantier, i vissa fall med miljökrav eller restriktioner för korta inrikesflygningar, som i Frankrike. Tyskland krävde till exempel en plats i Lufthansas styrelse.
- Staten ökade sitt ägande, vilket i vissa fall ledde till en viss nationalisering av flygbolagen. Detta är en ändring från trenden sedan mitten av 1980-talet då många stater minskade sitt ägande i sina nationella flygbolag.
- Andra aktörer inom luftfartsindustrin, såsom flygplatser och flygtrafiktjänster, fick också statligt stöd i form av ekonomiska garantier eller direkt finansiering.
- Kompetensbrist har uppstått på grund av nedskärningar och varsel.
- Ett förändrat resmönster bland affärsresenärer har börjat märkas.

2.1.2 Inrikesmarknaden

Den svenska inrikesflygmarknaden har fram till avregleringen i början av 1990-talet varit präglad av politisk styrning snarare än av marknadens egna drivkrafter. Sedan 1970-talet kan den svenska flygmarknaden indelas i fyra faser:

Första fasen (1960–1990): En starkt politiskt styrd marknad, där SAS och Linjeflyg delade upp inrikes- och utrikesflygmarknaderna mellan sig. Denna uppdelning baserades på en statsstyrd uppfattning om att flyget borde regleras för att stödja regionalpolitiska mål.

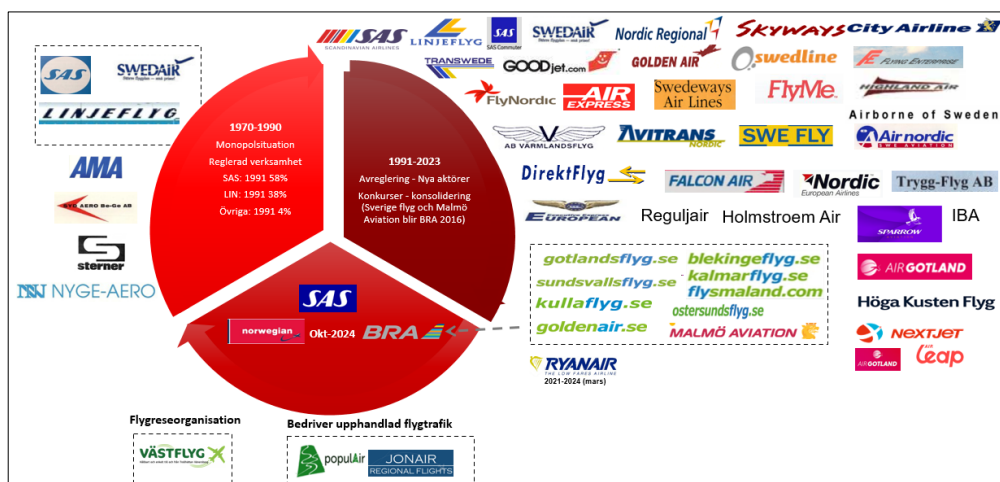
Andra fasen (efter 1990): Avregleringen av flygmarknaden ledde till en ökning av nya flygbolag. Under denna period såg vi även framväxten av regionala flygresearrangörer såsom Gotlandsflyg, Kullaflyg och Kalmarflyg, se Figur 3.

Tredje fasen (1991–2018): Denna period kännetecknas av en konsolidering av marknaden med färre aktörer. Flera stora inrikes flygbolag, såsom Skyways och Nextjet, gick i konkurs. En betydande förändring var sammanslagningen av Sverigeflyg och Malmö Aviation, vilket 2018 ledde till skapandet av BRA.

Fjärde fasen (från 2019): Denna fas började med tre dominanta aktörer: SAS, BRA och Norwegian. Pandemin i mars 2020 medförde betydande förändringar.

BRA pausade all inrikestrafik i april 2020 på grund av rekonstruktion och återupptog trafiken i maj 2021. Norwegian drog sig ur inrikestrafiken i april 2020 men återvände i maj 2022. SAS fortsatte att bedriva inrikestrafik under pandemin men med reducerat utbud och färre avgångar. En viktig händelse under 2022 var Ryanairs start av inrikestrafik från Arlanda till flera svenska städer.

För närvarande finns det färre bolag på den svenska inrikesmarknaden jämfört med för tio år sedan, se Figur 3. De fyra bolag som idag dominerar är SAS (55 procent), BRA (22 procent), Norwegian (12 procent) och Ryanair (6 procent), samt övriga flygbolag (5 procent). Ryanair avslutade sin svenska inrikes verksamhet i mars 2023, inklusive linjen Arlanda–Visby.



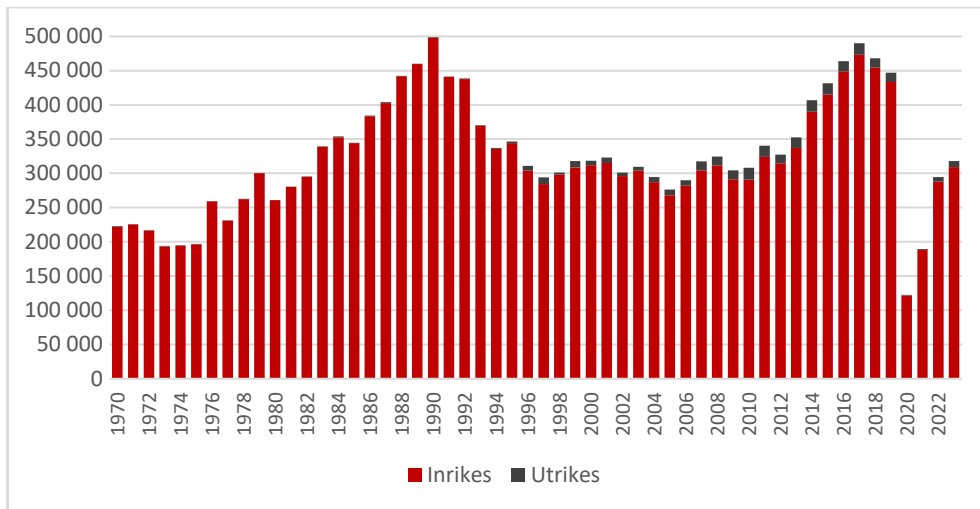
Figur 3. Den svenska flygmarknaden i förändring 1970–2024.

2.2 Utvecklingen av Visby flygplats

Visby flygplats invigdes 1942 och kort därefter startade flygtrafiken till Stockholm. Initialt bestod start- och landningsbanan av ett gräsfält, som fortfarande används främst av allmänflyget. År 1956 färdigställdes en bana av asfalt och 1958 stod en ny terminalbyggnad klar. Nuvarande terminalbyggnad invigdes 1987. Swedavia bildades år 2010 och övertog driften av Visby flygplats från LfV.

Passagerartrafiken vid Visby flygplats har nått upp till cirka 0,5 miljoner passagerare årligen, vilket noterades både 1990 och 2017. Under perioden 1990–1997 skedde en minskning av passagerarantalet, vilket sammanföll med den ekonomiska nedgången i början av 1990-talet. Från 1998 till 2017 ökade antalet passagerare igen, en trend som påminner om utvecklingen under 1980-talet fram till 1990. Åren före pandemin upplevde flygplatsen en minskning av passagerarvolymen med 8,8 procent mellan 2017 och 2019.

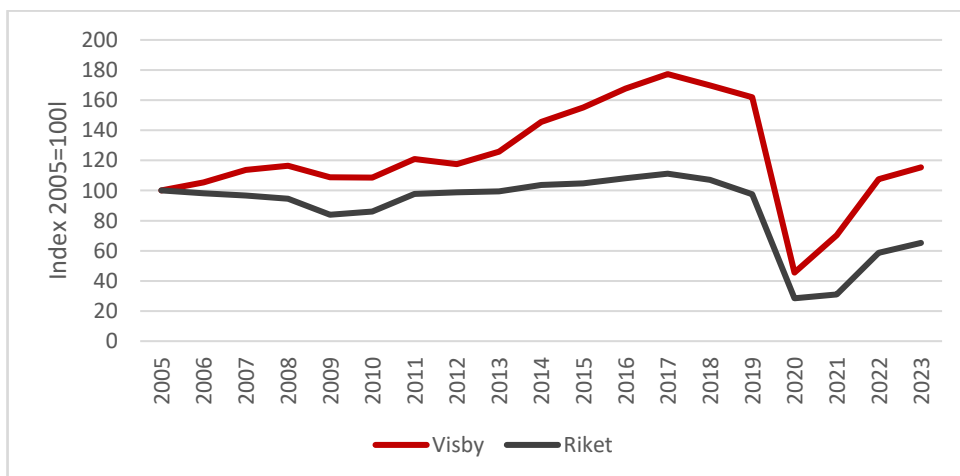
Under 2023 reste totalt 318 000 passagerare via flygplatsen, varav 8 900 var utrikesresor. Jämfört med 2019 nådde flygtrafiken under 2023 endast 70 procent av passagerarnivåerna från 2019.



Figur 4. Passagerarutveckling på Visby flygplats från 1970 till 2023. Källa: Transportstyrelsen.

Sedan 2005 har passagerarutvecklingen för inrikesflyg vid Visby flygplats legat över det nationella genomsnittet, se Figur 5. Under perioden 1980 till 2000 var dock situationen den motsatta, där Visby uppvisade en betydligt sämre utveckling. Medan antalet inrikespassagerare för hela riket ökade med 130 procent under denna period, ökade Visby endast med 20 procent. Efter år 2000 ökade antalet passagerare till Visby, mycket tack vare den ökade konkurrensen på rutten till Stockholm. Detta berodde främst på att Gotlandsflyget började operera till Bromma år 2001.

Gotlandsflyget bildades som ett marknadsinitiativ av näringslivet på Gotland som en reaktion mot de höga biljettpriserna till fastlandet. Detta flygbolag utmanade främst Skyways, som då var de enda som trafikerade Bromma. Konceptet bakom Gotlandsflyget utvidgades senare till andra destinationer i Sverige och blev en del av Sverigeflyg. År 2016 övertogs Sverigeflyg av Malmö Aviation, som bytte namn till BRA.



Figur 5. Jämförelse av passagerarutvecklingen inrikes Visby-Riket 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

2.2.1 Flygtrafiken på Visby under pandemin

Under pandemiperioden 2020–2022 påverkades flygplatsen avsevärt då SAS, BRA och Norwegian tillfälligt upphörde med sin flygtrafik till och från Gotland. År 2020 minskade antalet passagerare med 72,5 procent jämfört med 2019, och under 2022 uppgick minskningen till 34 procent jämfört med 2019. Under pandemin inledde Air Gotland trafik till Bromma, som sedermera övertogs av Air Leap.

2.2.2 Flygmarknaden på Visby flygplats

1933 inledde Aktiebolaget Aerotransport (ABA) reguljära flygningar mellan Stockholm och Visby. Flygsträckan över Östersjön visade sig snart få stor betydelse för Gotlands utveckling. Från att endast ha varit hänvisad till båttransporter fanns ett nytt transportalternativ som visserligen var dyrare, men betydligt snabbare än båten. Tillgänglighetsnackdelen att vara en ö utjämnades betydligt genom passagerarflygets möjligheter. Gotlands förhållande till flyget har därför haft en särställning inom svensk luftfart.

Redan i 1954 års ö-utredning (SOU 1958:18) påtalades flygtrafikens betydelse för Gotland, speciellt utifrån snabbhet och ökad tillgänglighet. Flyglinjen var under 1940-talet föremål för ett särskilt rabattsystem med lägre biljettpriser än vad en företagsekonomisk prissättning skulle motivera. År 1958 slopades rabattsystemet, men ersattes snart av en indirekt rabatt genom Luftfartsverkets styrning av biljettprissättningen på Gotlandstrafiken.

1973 fastslog riksdagen en särskild ersättning till dåvarande flygbolaget Linjeflyg (LIN) som bedrev flygtrafik och hade företrädesrätt på reguljär flygtrafik mellan Gotland och fastlandet.² Ersättningen till LIN uppgick initialt till 2,4 miljoner kronor och baserades på antalet tur- och returpassagerare, senare kom riksdagen att införa en ändring av stödet som skulle baseras på rimligt trafikutbud utifrån tillgänglighetsaspekt.³

Året innan avregleringen av inrikesflyget 1992 upphörde det statliga flygstödet till Gotland. Avregleringen innebar fri prissättning och tillträde till marknaden, vilket innebar rätten att fritt träda ut och in på den svenska inrikesmarknaden. Detta innebar att flygbolag med kort varsel kunde inleda men också överge en flyglinje. Avregleringen innebar dels att flygtrafiken skulle bäras av rent företagsekonomiska principer utan statlig inblandning, dels att flygbolag med kort varsel kunde överge en flyglinje, vilket blev uppenbart för flygtrafiken till Gotland.

Under perioden 1957 till 1992 hade LIN en monopolställning på flygtrafiken till Gotland, man flög också under vissa perioden sträckan Visby–Norrköping och

² Inrikesmarknaden generellt var reglerad fram till 1992 då marknaden öppnades med fler flygbolag som hade möjlighet att bedriva inrikestrafik.

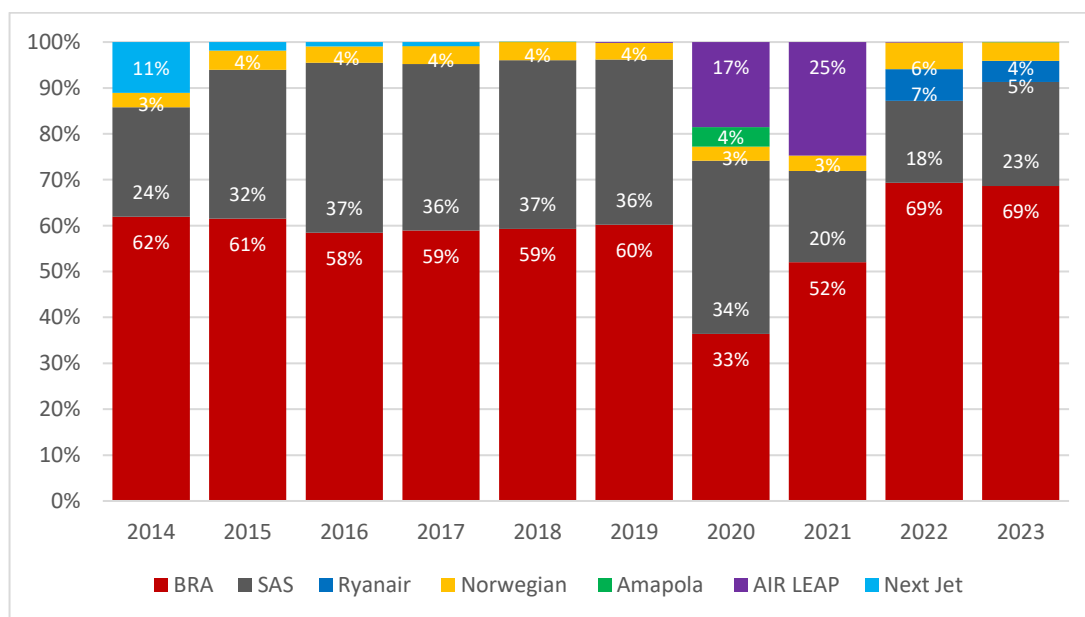
³ Riksdagens budgetproposition 1980/81:100

Visby–Kalmar–Ronneby–Malmö. Från 1982 kom LIN att flyga på Arlanda. När avregleringen inleddes införlivades LIN med SAS. 1994 inledde Malmö Aviation, numera BRA, jetflygtrafik på Bromma. 1995 lämnade SAS Gotland och Skyways tog över flygtrafiken till Bromma och Norrköping.

2001 bildades Gotlandsflyget, Sveriges första flygreseorganisatör, vars verksamhet består i att organisera flygtrafik genom att sluta ACMI-avtal⁴ med flygbolag som genomför flygtransporter för egen räkning. Gotlandsflyget startade för att utmana Skyways på linjen Visby–Bromma.

Under perioden 2010 till 2019 har flygtrafiken bedrivits av SAS, BRA, Norwegian och även Ryanair som under 2023 fram till mars 2024 bedrev trafik till Arlanda från Visby. Idag är det BRA och SAS som bedriver flygtrafik året om till Stockholm (Arlanda och Bromma). Under sommarperioden bedrivs omfattande ”turistlinjer” till ön från destinationer i Sverige och kringliggande Östersjöländer.

Flygbolaget BRA är marknadsdominerande på Visby flygplats, vilket bolaget har varit sedan 2014 med undantag för 2020 då pandemin gjorde att flygbolaget stoppade all flygtrafik på grund av rekonstruktion av flygbolaget, se Figur 6



Figur 6. Marknadsandelar på Visby flygplats 2014–2023. Källa: Transportstyrelsen.

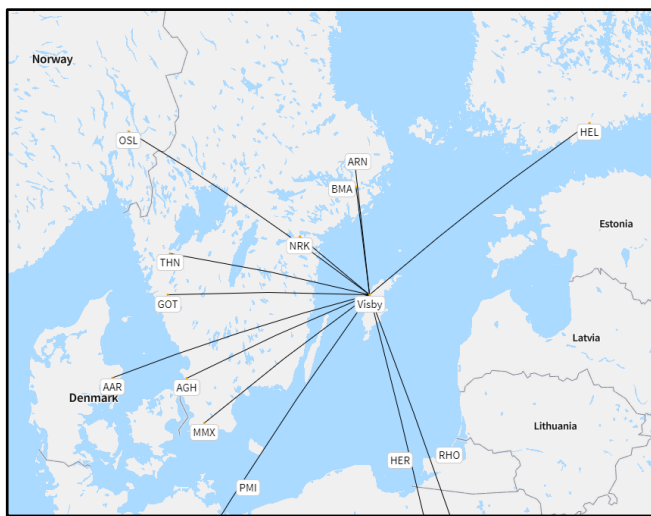
⁴ ACMI=aircraft, crew, maintenance and insurance. Flygbolag som hyr ut kapacitet (flygplan och besättning) till andra flygbolag.

3 Utbud av flygtrafik och kapacitet

I följande kapitel presenteras trafikutbudet där destinationer, reseströmmar från Visby och kapacitet redovisas.

3.1 Destinationsutveckling

Antalet destinationer från Visby varierar efter säsong. Under 2023 fanns endast två destinationer med åretruntrafik, Bromma och Arlanda. Övrig trafik är säsongbetonad. Trafiken till Arlanda 2023 bedrev av SAS och Ryanair, medan Norwegian bedriver flygtrafik till Visby under sommarsäsongen.



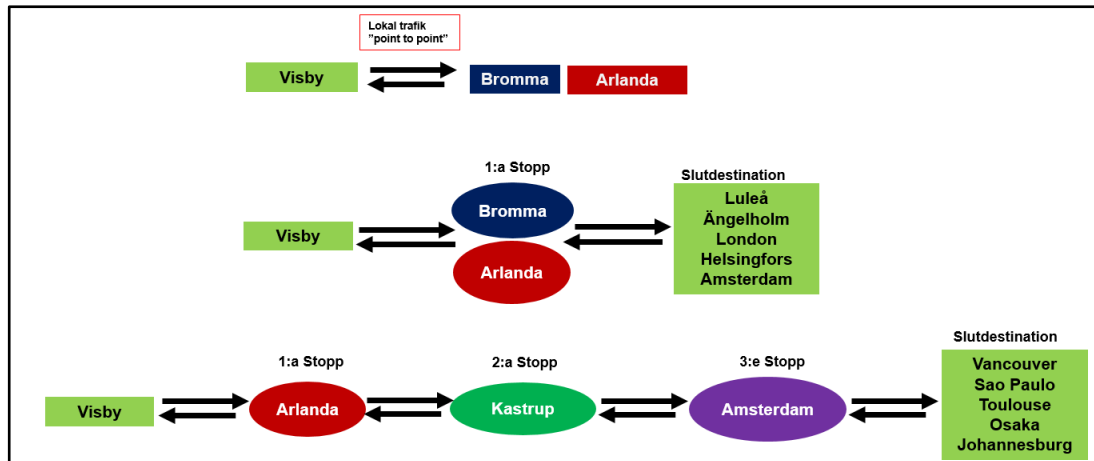
Figur 7. Destinationer från Visby under 2023/24. Källa: OAG

3.2 Reseströmmar från Visby

Det finns tre huvudtyper av reseströmmar vid bokning av flygresor, se Figur 8. Först finns lokaltrafik, det vill säga flygbiljetter bokade mellan två destinationer, till exempel Visby–Bromma eller Visby–Arlanda. Denna typ kallas även för ”point-to-point”-trafik.

Den andra typen innebär att man bokar en flygbiljett via en ”hub” med en mellanlandning, till exempel Bromma eller Arlanda, och sedan flyger vidare till slutdestinationen.

Den tredje och sista typen är när man flyger via flera ”hubbar” för att nå slutdestinationen.

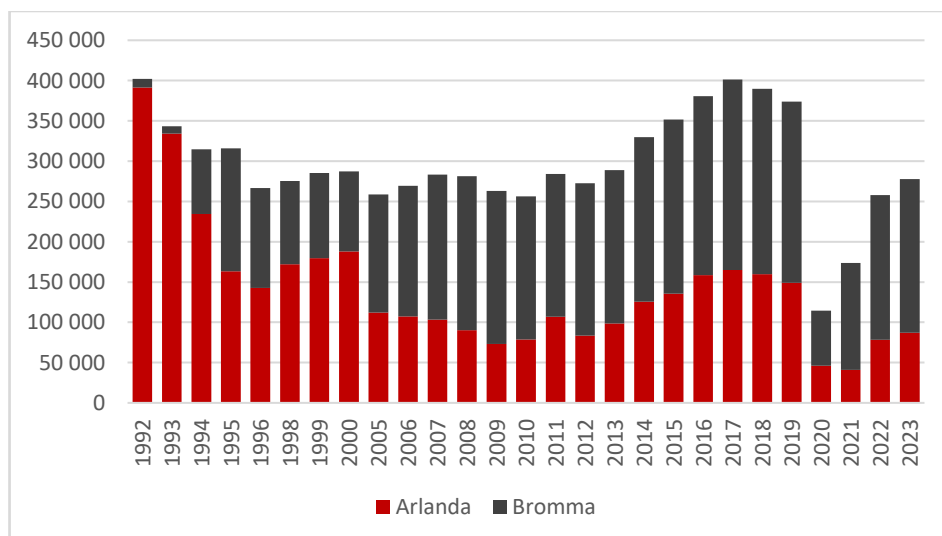


Figur 8. Typer av reseströmmar.

3.2.1 Stockholmstrafiken

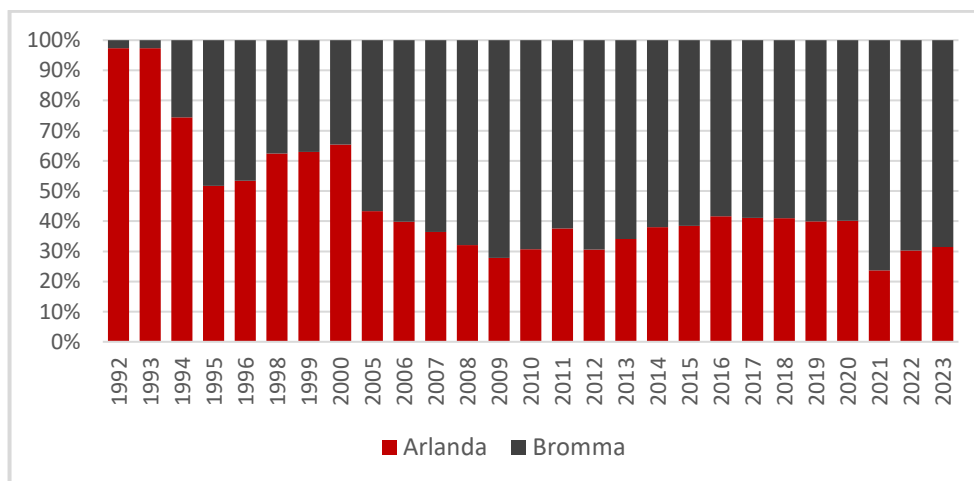
När inrikesflyget avreglerades 1992 blev det återigen möjligt att bedriva linjetrafik på Bromma. Samma år startade flygtrafiken mellan Visby och Bromma, även om det initialt bara handlade om relativt små volymer, cirka 2,5 procent av den totala trafiken. Men redan 1995 var trafikfördelningen mellan de två Stockholmsflygplatserna jämn.

Under 1990-talet dominerades trafiken till Bromma huvudsakligen av Malmö Aviation (nu BRA), medan SAS och Skyways huvudsakligen skötte trafiken till Arlanda. 1996 drog sig SAS ur Visbytrafiken, vilken övertogs av Skyways. Detta medförde att Gotlandsresenärer endast kunde flyga med propellerplan till Arlanda. Malmö Aviation fortsatte att flyga till Visby ett år till, men 1997 hade även de upphört med sina flygningar därifrån. Därefter var Skyways ensam om flygtrafiken till och från Stockholm under slutet av 1990-talet.



Figur 9. Antal ankommande och avresande passagerare på linjen Visby-Stockholm 1992–2000 och 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

Fram till år 2000 var Arlanda den dominerande flygplatsen för resenärer från Gotland. Från och med 2001 skedde dock en markant förskjutning mot en allt mer dominerande trafik till Bromma. Denna förändring är tätt sammankopplad med etableringen av Gotlandsflyg och det faktum att BRA traditionellt erbjudit fler avgångar till Bromma jämfört med till Arlanda. Under 2023 var fördelningen 70 procent till Bromma och 30 procent till Arlanda, se Figur 10.



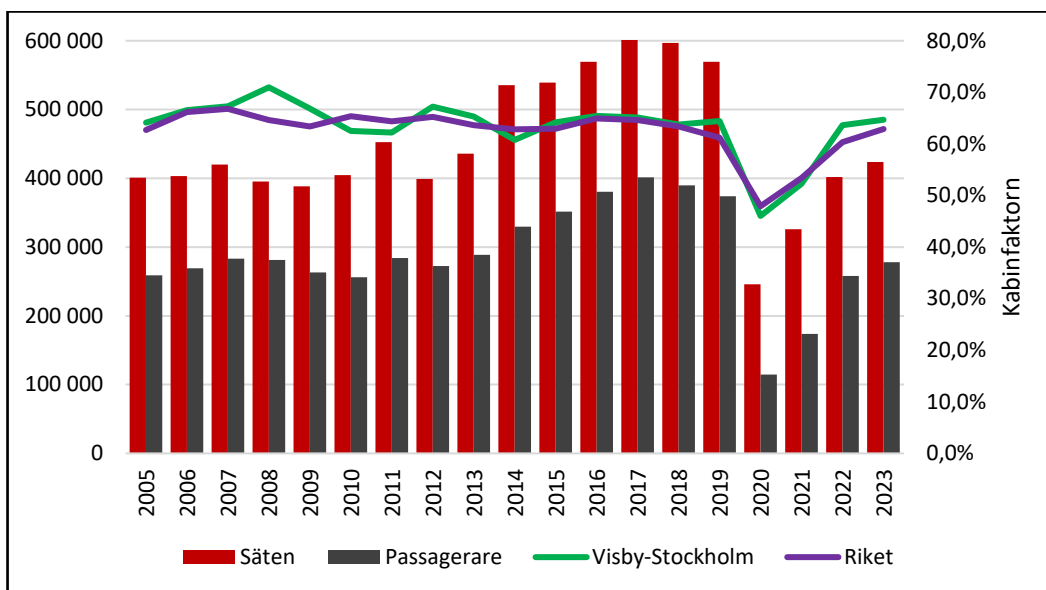
Figur 10. Marknadsandelar mellan Arlanda och Bromma på linjen Visby-Stockholm 1992–2000 och 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

Förhållandet mellan efterfrågan och utbud är avgörande inom flygbranschen.

Figur 11 visar både antalet utbudna säten och faktiska passagerare, samt kabinfaktorn⁵ för linjen Visby–Stockholm jämfört med resten av riket. Under perioden 2005–2023 ökade utbudet av säten med 5,7 procent, medan antalet passagerare ökade med 7,4 procent. Kabinfaktorn har varit stabil över tiden med ett genomsnitt på 63,3 procent, jämfört med rikets genomsnitt på 62,5 procent.

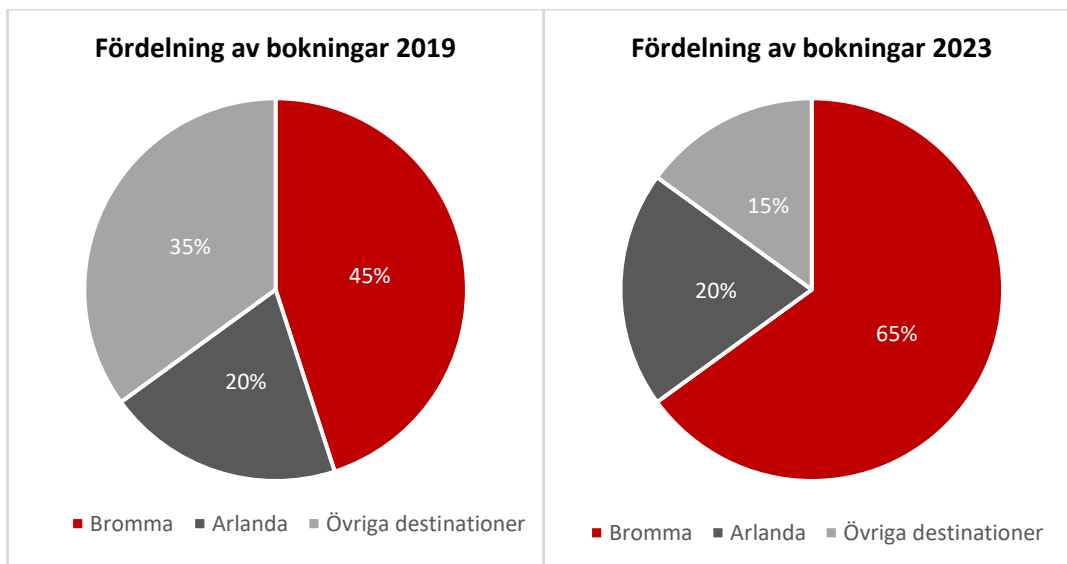


⁵ Kabinfaktorn inom flyget, även kallad belägningsgrad eller load factor på engelska, är ett mått på hur väl ett flygbolag fyller sina flygplan. Den representerar förhållandet mellan det faktiska antalet passagerare som reser på en viss flygning och det totala antalet tillgängliga passagerarplatser på samma flygning.



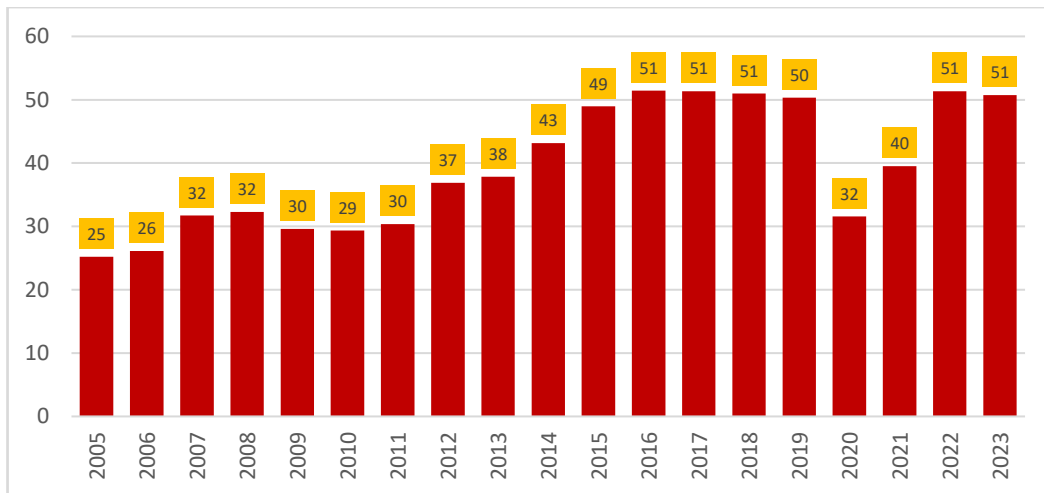
Figur 11. Förhållandet mellan efterfrågan och utbudet av antalet säten linjen Visby-Stockholm 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

Brommas dominans återspeglas också i hur gotlänningarna bokar sina flygresor. Största delen av flygtrafiken från Gotland är bokningar till och från Bromma. Under 2023 utgjorde dessa 56,3 procent, vilket är en ökning med över tio procentenheter jämfört med 2019. Antalet resor till Arlanda har däremot minskat under 2023 jämfört med 2019.



Figur 12. Fördelning av resor från Visby 2019 vs 2023. Källa: IATA IS.

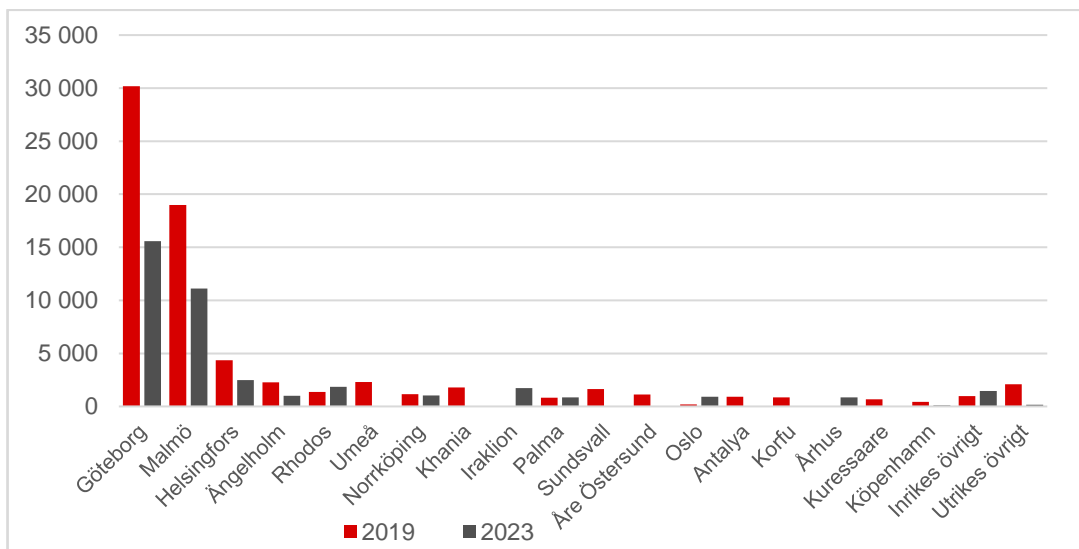
I Figur 13 presenteras genomsnittliga antalet passagerare på linjen Visby–Stockholm (Bromma+Arlanda) utifrån landning.



Figur 13. Antal passagerare per landning, inrikes trafik 2005–2023 på Visby-Stockholm. Källa: Transportstyrelsen.

3.2.2 Andra direktlinjer

Vid sidan av flygtrafiken till Stockholm finns flera andra direktlinjer från Visby, vilka ofta är säsongsbetonade. Göteborg är den största destinationen, med cirka 16 000 passagerare under 2023, vilket innebär en minskning med över 40 procent jämfört med 2019. Under 2023 minskade eller försvann alla andra direktdestinationer, men Oslo tillkom som en ny destination, som inte fanns 2019.

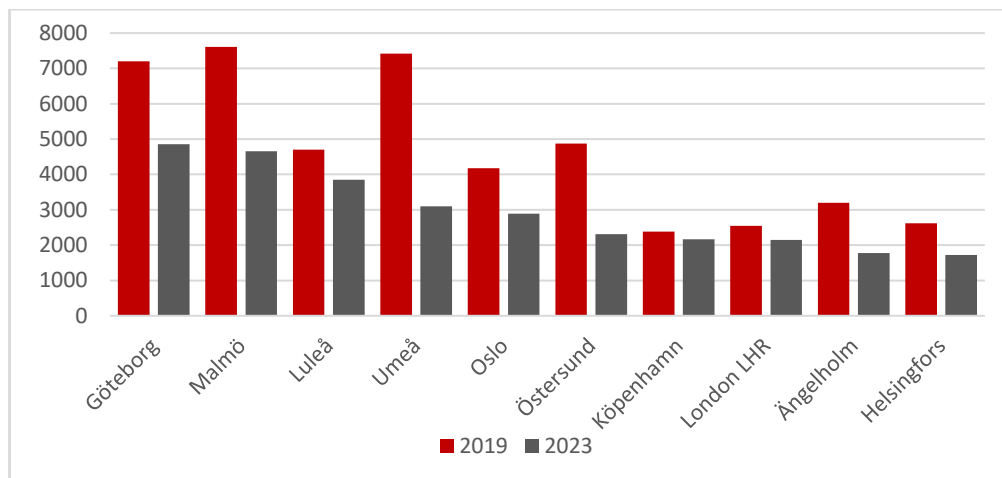


Figur 14. Antalet passagerare på övriga direktlinjer från Visby flygplats 2019 vs 2023.

3.2.3 Bokningar via "hub" från Visby

Stockholm fungerar som den dominerande hubben för vidare slutdestinationer för gotlänningar. Via Arlanda och Bromma är Göteborg den största transferdestinationen, följt av Malmö och Oslo. Göteborg och Malmö har båda sett en ökning under 2023, vilket delvis kan förklaras av en minskning av direktlinjer till

dessa destinationer, se Figur 15. Bland de tio största destinationerna är det Oslo som har ökat mest under 2023 jämfört med 2019.



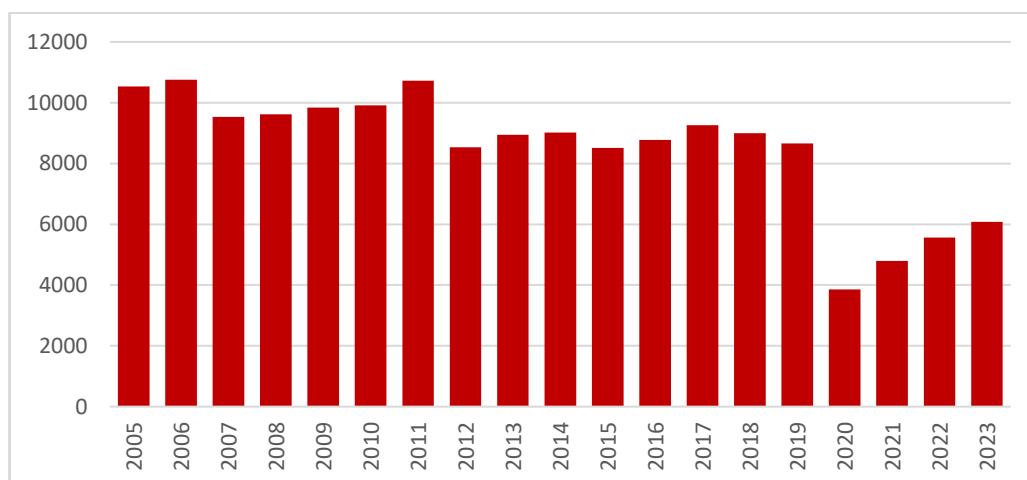
Figur 15. Topp 10 destinationer från Visby flygplats 2019 och 2023 via ARN/BMA. Källa IATA IS.

3.3 Utbudet av kapacitet

Utbudet av destinationer på en flygplats kan mätas och beskrivas på flera olika sätt. Vanligast är antal flygrörelser eller utbudna flygstolar under olika tidsenheter, vanligen år.

3.3.1 Frekvenser på linjen Visby-Stockholm

I Figur 16 visas antal frekvenser (tur och retur) mellan Stockholm och Visby mellan åren 2005 och 2023. Under 2023 var antalet frekvenser strax över 6 000, en nedgång med nästan 30 procent jämfört med 2019.

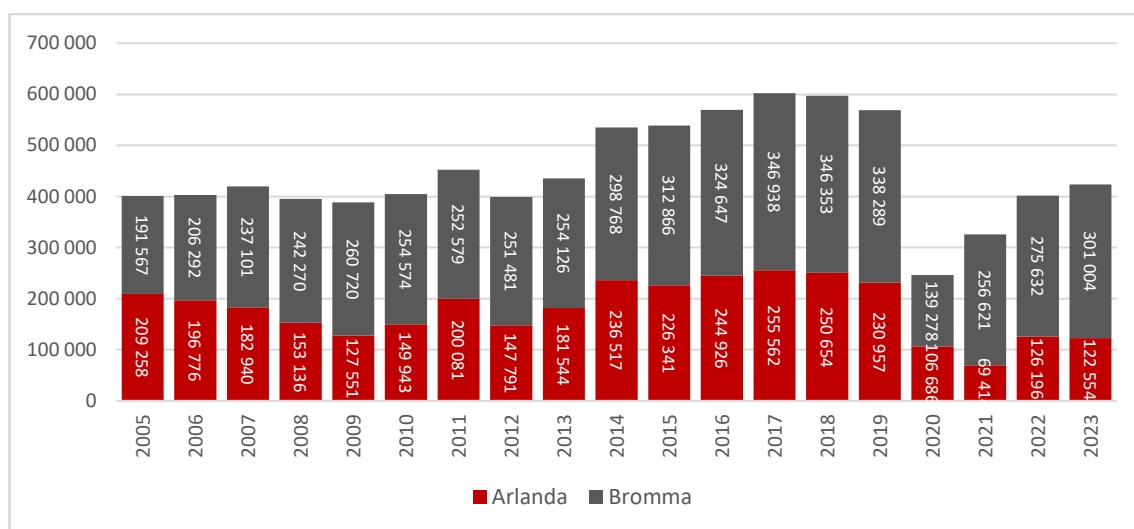


Figur 16. Antalet frekvenser på Stockholmstrafiken till/från Visby flygplats 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

3.3.2 Utbudna säten på Stockholm

Antalet säten som erbjöds på flygningar från Stockholm 1992 uppgick till strax över 700 000. En kraftig minskning följde de närmaste åren efter att SAS avslutade linjen Arlanda–Visby 1993. Mellan 1993 och 2000 låg genomsnittet på 478 000 säten per år, vilket kan jämföras med ett genomsnitt på 474 000 säten per år mellan 2005 och 2019.

Efter covid-19-pandemin har antalet utbudna säten ökat, och för 2023 hade återhämtningen nått strax över 74 procent av nivån 2019. Den största minskningen har skett på flygningar till Arlanda, där utbudet minskade med 47 procent, medan minskningen för Bromma låg på 11 procent jämfört med 2019.



Figur 17. Antalet utbudna säten 2005–2023. Källa: Transportstyrelsen.

3.3.3 Nya förutsättningar för flygtrafiken på Visby flygplats 2024/2025

Under hösten tillkännagav SAS och BRA ett samarbete på den svenska inrikesmarknaden. Samarbetet innebär följande:

- Från och med januari 2025 kommer flygbolaget BRA att fungera som underleverantör (wet-lease) till SAS, och kommer därmed att upphöra med sin egen kommersiella inrikestrafik.
- Bolaget lämnar i och med detta Bromma flygplats, där de varit verksamma sedan 1993, då Malmö Aviation 1998 införlivades i Braathens.
- Flygtrafiken till och från Visby förflyttas därmed till Arlanda.

Till skillnad från många andra flygplatser har Visby flygplats en stor andel passagerare som har Stockholm som slutdestination, omkring 85 procent. Flygtrafiken till Bromma är viktig för många arbetspendlare, som värdesätter flygplatsens närhet till Stockholm City och minimala ledtider på Bromma flygplats för sitt resande.

4 Tillgänglighet och åtkomlighet

En central del av de transportpolitiska målen är att transportsystemet ska bidra till geografisk tillgänglighet. Tillgänglighet definieras som hur enkelt det är att fysiskt nå olika servicepunkter och aktiviteter, vanligtvis mätt i avstånd, transportmedel och restid.⁶

Transportstyrelsen utför årligen en tillgänglighetsanalys för svenska flygplatser baserat på tidtabellsuppgifter.⁷

Analysen syftar till att beräkna möjlig vistelsetid på destinationsorten under ett dagsbesök, från landning till avresa av det sista flyget samma dag. Kriteriet är att man ska kunna återvända till hemmaflygplatsen senast vid midnatt. Endast vistelsetider på minst fyra timmar inkluderas, eftersom kortare tider anses otillräckliga för att genomföra meningsfulla aktiviteter.⁸ För alla svenska flygplatser med linjetrafik har sådana vistelsetider beräknats.⁹

Exempelvis har det beräknats att en person som reser från Visby till Göteborg med första flighten och återvänder med sista flighten skulle kunna tillbringa totalt sju timmar i Göteborg. Detta benämns som Visbys åtkomlighet till Göteborg. Omvänt, om resan startar i Göteborg för ett dagsbesök i Visby, är den möjliga vistelsetiden fyra timmar.

4.1 Tillgänglighet och åtkomlighet för Sverige - inrikes 2023

För Sverige som helhet försämrades möjligheten att resa med flyg till och från olika platser inom landet jämfört med 2022. Den genomsnittliga vistelsetiden minskade från 1,71 timmar under 2022 till 1,47 timmar 2023. Möjligheten att nå andra flygplatser, eller åtkomligheten, ökade dock på 16 av de 37 flygplatsregionerna. Samtidigt ökade tillgängligheten, vilket är möjligheten att nås från andra flygplatser, i 8 regioner. Stockholm var den plats det var enklast att resa till eller från, som visas i Figur 18. 11 flygplatser var inte möjliga att nå från någon annan

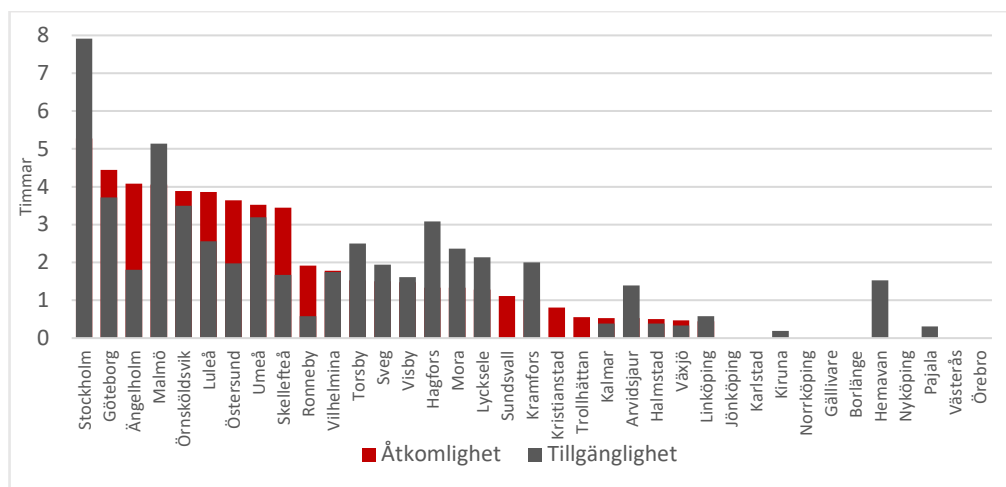
⁶ TRAFKA "Metoder för geografiska tillgänglighetsanalyser i transportsystemet" PM 2013:2.

⁷ Tidtabellsdatabasen OAG (Official Airline Guide)

⁸ Genomsnittet av alla vistelsetider används som ett mått på respektive flygplats tillgänglighet och åtkomlighet. Det är viktigt att notera att tillgänglighetsmodellen endast mäter en begränsad aspekt av tillgänglighet. Att en ort enligt modellen saknar flygtillgänglighet innebär inte att det är omöjligt att besöka orten för en endagsförrättning. Det kan finnas flyglinjer som inte inkluderas i Transportstyrelsens modell på grund av exempelvis säsongsvariationer. Dessutom existerar även trafik som inte möjliggör en endagsförrättning men som ändå erbjuder möjligheter att resa till orten för längre vistelser

⁹ I den mån det finns flera flygplatser i en region som t ex Stockholm med både Arlanda och Bromma väljs det alternativ som ger längst vistelsetid. För Malmö räknas, vid sidan av Sturup, även Kastrup som "hemmaflygplats".

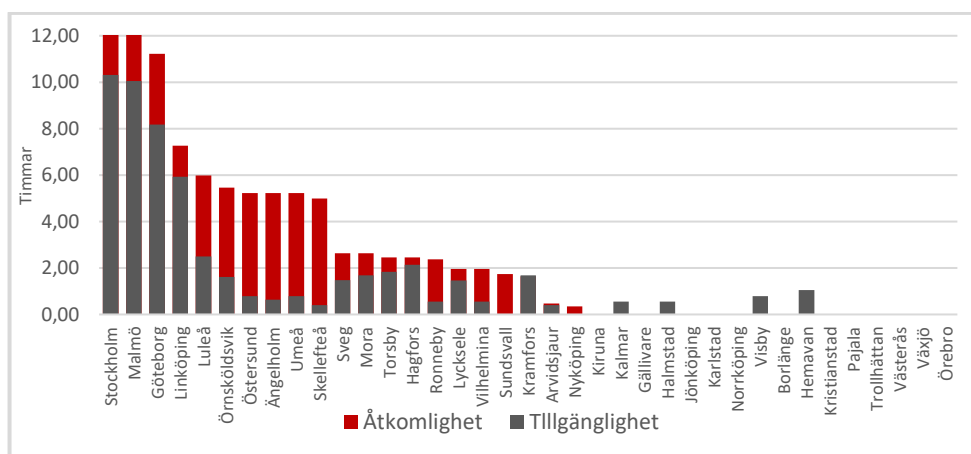
flygplats, och lika många hade ingen möjlighet att erbjuda resor till någon annan flygplats för en endagsförrättning



Figur 18. Genomsnittliga vistelsetider för inrikestrafiken 2023. Källa: OAG och Transportstyrelsen.

4.2 Tillgänglighet och åtkomlighet för Sverige till Europa

För att bedöma tillgängligheten och åtkomligheten till Europa, analyseras möjligheten att genomföra dagresor till och från huvudstäderna¹⁰ i de 15 länder med vilka Sverige har mest omfattande utrikeshandel. Länderna rangordnas baserat på deras andel av Sveriges totala utrikeshandel, vilket betyder att förbindelserna med exempelvis Tyskland prioriteras högre än med Österrike. Dessa viktade genomsnittliga vistelsetider används som mått på svenska flygplatsregioners tillgänglighet och åtkomlighet i Europa, som illustreras i Figur 19. Under 2023 minskade både åtkomligheten och tillgängligheten till dessa destinationer med cirka 8 procent jämfört med 2022.



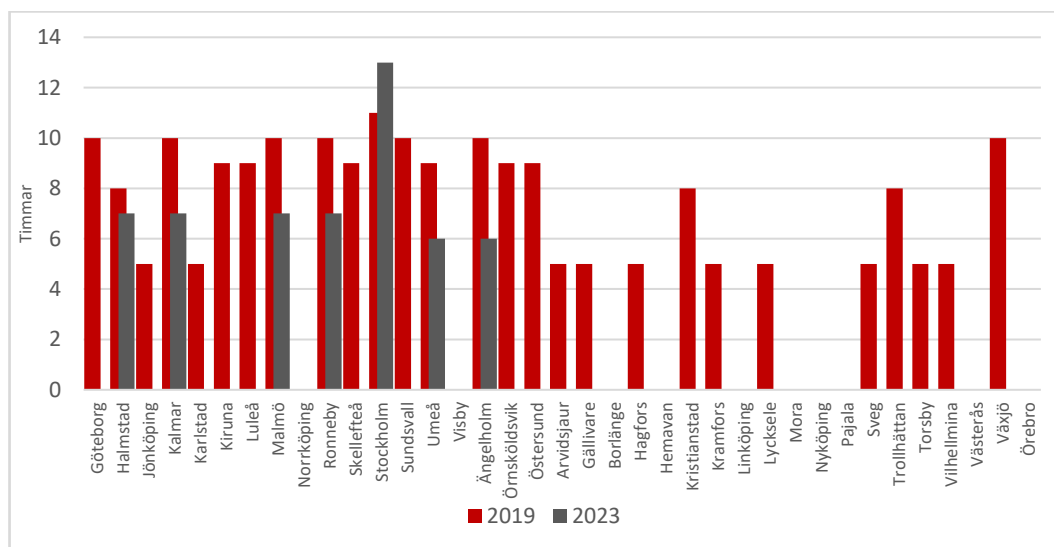
Figur 19. Genomsnittliga vistelsetider för utrikestrafiken 2023. Källa: OAG och Transportstyrelsen.

¹⁰ För Tyskland och Schweiz används Frankfurt respektive Zürich som målpunkter.

Generellt är åtkomligheten bättre än tillgängligheten, vilket innebär att det är lättare att resa ut från Sverige än att komma hit för en endagsvistelse. Detta återspeglas i högre vistelsetider. Enligt Figur 19 var det fler svenska flygplatser som kunde nås från utlandet än vad som kunde nås andra europeiska destinationer för en endagsresa. Stockholm, Malmö¹¹ och Göteborg hade överlägset bäst tillgänglighet och åtkomlighet under 2023.

4.3 Åtkomlighet och tillgänglighet för Visby – inrikes

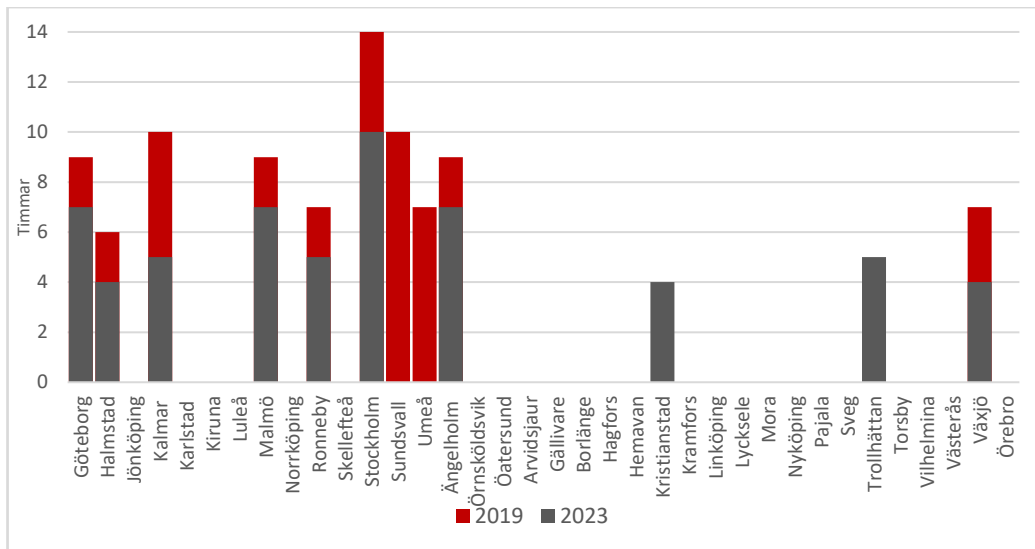
Som visas i Figur 20 har åtkomligheten till inrikes destinationer från Visby försämrats jämfört med 2019. Under 2023 hade resenärer som ville göra en endagsförrättning till exempelvis Halmstad mindre tid att tillbringa där än de hade under 2019. Den genomsnittliga vistelsetiden 2019 var 5,81 timmar, vilket möjliggjorde en dagsutflykt till någon av Sveriges flygplatser och retur till Visby före midnatt. Denna tid hade 2023 minskat till endast 1,47 timmar. Dessutom kunde resenärer 2019 nå 27 inrikes destinationer med en vistelsetid på minst fyra timmar, men 2023 var detta antal reducerat till endast sju destinationer: Halmstad, Kalmar, Malmö, Ronneby, Stockholm, och Ängelholm.



Figur 20. Förändring av åtkomlighet inrikes för Visby 2019 vs 2023. Källa: OAG och Transportstyrelsen.

Gällande tillgängligheten, det vill säga möjligheten för resenärer att från andra destinationer i landet genomföra endagsresor till Visby, låg den genomsnittliga vistelsetiden på 2,44 timmar 2019. Denna tid minskade till 1,61 timmar 2023. Antalet destinationer som möjliggjorde en vistelsetid på minst fyra timmar på Gotland, med möjlighet att återvända hem före midnatt, var tio både 2019 och 2023.

¹¹ Vid sidan av Sturup räknas även Kastrup som "hemmaflygplats" för Malmöregionen.



Figur 21. Förändring av tillgängligheten inrikes för Visby 2019 vs 2023. Källa: OAG och Transportstyrelsen.



5 Trender inom luftfarten

Luftfarten genomgår en omställning till fossilfri verksamhet, vilket medför betydande förändringar inom flera områden. Denna utveckling innefattar nya flygplansmodeller som drivs med el eller vätgas, samt innovativa luftfarkoster som elektriskt startande och landande luftfartyg (eVTOL) och drönare. Dessutom pågår utveckling av effektivare konventionella motorer och förbättringar av befintliga luftfartygsmodeller. Även operationer och flygledning effektiviseras.

Flera trender som kommer att påverka luftfarten under det kommande decenniet har identifierats, se Figur 22.



Figur 22. Viktiga utvecklingstrender inom luftfarten.

5.1 Omställningen till fossilfritt

Omställningen till fossilfritt flyg, där minskad klimatpåverkan och ökat hållbarhetsarbete är avgörande drivkrafter, omfattar flera områden inom luftfarten. På kort till medellång sikt finns stor potential i att ersätta traditionella jetbränslen med hållbara alternativ. Nya drivmedel såsom el, biojet-och elektrobränsle (SAF), och vätgas är under utveckling. Denna omställning inkluderar även klimatanpassning för infrastrukturen, såsom:

- Effektivare luftrum och flygtrafiktjänst.¹²
- Drift och underhåll av flygplats.

5.2 Nya och fler farkoster rör sig i luftrummet och i städerna

Ökat användande av drönare och eVTOL innebär att nya och fler farkoster rör sig i luftrummet och i städerna. Användningen av dessa nya farkoster i större skala, från godstransporter till samhällsnödvändiga funktioner, kan bidra till att förändra och

¹² LfV menar att cirka 6 % av flygets utsläpp är påverkbart av utformningen av luftrummet, dvs ATM-systemet.

utveckla transportlandskapet. I framtiden kan även passagerartransporter med eVTOL bli en del av en ny mobilitet och påverka tillgängligheten och servicen i områden där befintliga transportmedel är begränsade.

Figur 24 presenterar flygplanskoncept baserade på fossilfria energikällor. Enligt flygplanstillverkarna kan dessa flygplan börja introduceras på marknaden mellan 2028 och 2030. Dock råder det stor osäkerhet om när dessa flygplan faktiskt kan finnas tillgängliga på marknaden, vilket också beror på certifieringen av nya drivmedel. Mer sannolikhet mellan 2030 och 2035.

Utvecklingen mot 100 procent inblandning av SAF-bränsle kan ske tidigare eftersom tekniken redan finns tillgänglig. Certifieringsprocessen för att möjliggöra detta behöver dock godkännas, vilket skulle kunna vara klart mellan 2026 och 2030.

5.3 Infrastrukturen vid flygplatser förändras – fysiskt och digitalt

I takt med utvecklingen av nya farkoster och fossilfria drivmedel sker en tydlig omställning av infrastrukturen kring flygplatser, både fysiskt och digitalt. Nya bränsletyper såsom el och vätgas kräver förändringar för att kunna levereras till flygplatser på ett säkert och effektivt sätt. Dessutom påbörjas planering för mindre flygplatser, så kallade vertiports, för att möjliggöra framtidens transporter med drönare och eVTOL. Bland de åtgärder som vidtas vid flygplatser finns

- utbyggnaden av elinfrastruktur (laddstationer) för att möjliggöra laddningen av framtida el och hybridfarkoster
- vätgasinfrastrukturen på flygplatser
- elektrifieringen av flygplatsdrift
- integration av eVTOL vid flygplatser.

Förutom den fysiska infrastrukturen förändras även flygplatsernas digitala infrastruktur. Syftet är att möjliggöra och integrera olika system för att effektivisera och automatisera verksamheten på flygplatsen. Det handlar också om att skapa smidigare lösningar för både passagerare och gods.

5.4 Flygplatserna får en ny roll som energinav

Utvecklingen av nya typer av drivmedel kan innebära att flygplatser får en ny roll som energiknutpunkter för hantering och distribution av fossilfria drivmedel. Denna utveckling syns där flygplatser börjar upprätta faciliteter såsom solcellsparkar och batterilager. På flygplatser kan även produktion av vätgas genom elektrolys bli aktuellt, och flera flygplatser undersöker redan möjligheterna för detta. Framtida flygplatser kan därmed vara självförsörjande på energi och även fungera som leverantörer av energi till andra sektorer, som transportsektorn.

I Borlänge och Örnsköldsvik planeras inrättning av batterilager i närheten av flygplatserna, och solcellsanläggningar är under planering på många andra flygplatser. Det är dock avgörande att denna utveckling genomförs utan att vitala tekniska utrustningar slås ut vid flygplatsen.

5.5 Förändringar i regelverk och utformningen av luftrummet

Med allt fler aktiviteter och en mer komplex trafikbild i luftrummet uppstår ett behov av förändringar i regelverken samt i utformningen av luftrummet. När nya farkoster, särskilt de mer autonoma, integreras i luftrummet krävs det mer omfattande regelverk för att säkerställa en smidig samexistens med befintlig trafik. Dessa förändringar är nödvändiga för att hantera såväl nya farkoster som den totala ökningen av flygtrafiken effektivt.

Inom ramen för U-space¹³ introduceras nya tjänster för att stödja autonoma flygningar och effektiv datadelning, vilket representerar stora steg mot ett nytt ekosystem inom luftfarten.

5.6 Ny luftfartsmobilitet – nya res- och affärsmönster

Den nya mobiliteten med drönare, eVTOL och elflygplan är på väg att omforma våra resvanor och affärsmodeller för person- och godstransporter. I Nordamerika, Asien och Mellanöstern har traditionella flygbolag redan börjat samarbeta med eVTOL-operatörer. De arbetar tillsammans för att skapa matartrafiknätverk, som transporterar passagerare från stadskärnorna direkt till flygplatserna. Fraktbolag som DHL och UPS utforskar också möjligheterna med drönare och eVTOL för att effektivisera sina leveranser.

För länder med stora geografiska avstånd, glesbefolkade och avlägsna områden öppnar denna nya form av luftfartsmobilitet upp för helt nya typer av anslutningar. Det innebär nya möjligheter, exempelvis:

- **Inom en kommun** (Samhällsservice; vård, bibliotek, apotek, posttjänster, dagligvaror)

¹³ U-space är ett koncept och en samling av tjänster och specifikationer som syftar till att möjliggöra säker, effektiv och integrerad hantering av drönartrafik (Unmanned Aircraft Systems, UAS) i europeiskt luftrum, särskilt i låghöjdsområden där drönare förväntas operera. Huvudmål med U-space

- **Säkerhet:** Säkerställa att drönare kan flyga säkert tillsammans med bemannade luftfarkoster och bland sig själva, samtidigt som de inte utgör risker för människor eller egendom på marken.
- **Effektivitet:** Skapa ett effektivt system för drönaroperationer, så att flera drönare kan flyga samtidigt i tätbebyggda och mindre befolkade områden utan att orsaka störningar.
- **Integration:** Underlätta integrationen av drönare i det befintliga luftrummet på ett sätt som är förenligt med flygledningens standarder och flygsäkerhetskrav.

- **Landsbygd och stad.** (Intressanta mötesplatser/noder/ utlämningsställen för e-handel)
- **Mellan kommuner.**
- **Avlägsna områden där vatten, berg utgör en barriär.**
- **Mellan trafikslag** – hela resan-perspektivet

En ytterligare affärsmöjlighet som vuxit de senaste åren är integrationen av bokningssystem mellan flygbolag och tågoperatörer. I Europa har flygbolagen påbörjat samarbeten med tågoperatörer för att erbjuda intermodala reselösningar. Dessa samarbeten gör det möjligt för resenärer att enkelt boka biljetter för hela sin resa.

- Air Europa och Iryo, en privat tågoperatör som bedriver höghastighetståg i Spanien
- Iberia och den offentliga tågoperatören Renfe erbjuder kombinerade flyg- och tågresor.
- Under 2021 lanserade Delta Air Lines ett nytt Air Rail program i samarbete med Thalys. KLM och Thahlys på sträckan Amsterdam/Schiphol-Bryssel.
- SWISS erbjuder "Air Rail" biljetter med omfattande tidtabeller och garanterade anslutningar till flygbolagets nav Zürich flygplats från Basel, Genève, Lugano och München
- Det italienska flygbolaget ITA Airways har ett samförståndsavtal med Ferrovie dello Stato, landets statliga järnvägsholdingbolag, för att främja biljettsamarbete mellan flyg och tåg.
- Samarbete med tyska Deutsche Bahn (DB) & Lufthansa. DB partner i Star Alliance.

5.7 Resiliens (motståndskraft) i framtida luftfart

En tydlig trend som påverkar luftfarten är förekomsten av störningar som direkt eller indirekt påverkar systemet, såsom cyberattacker, terrorhot, naturkatastrofer och pandemier. Utvecklingen av resiliens, det vill säga förmågan att motstå yttre störningar, blir allt viktigare och prioriteras framöver. I takt med ökad digitalisering och automatisering av flygplatser, flygtrafiktjänst och flygoperativa processer, blir det avgörande att skapa robusta system som kan hantera och stå emot olika typer av hot och förändringar

5.8 Digitalisering/automatisering, hållbarhetssträvan och social acceptans

Vid sidan av de nämnda trenderna finns det utvecklingstrender (megatrender) som går igenom samtliga områden, nämligen digitalisering/automatisering, hållbarhetssträvan och social acceptans.

5.9 Utmaningar

I de trender som presenteras i föregående avsnitt finns några av de största osäkerheterna.

- Kommer tekniken att leverera vad den lovar och kommer människorna anamma och lita på tekniken?
- Kommer luftfarten lyckas med en omställning där den uppfattas som hållbar eller kommer kostnad och tillgänglighet av alternativa drivmedel bromsa omställningen?

Den största osäkerheten för framtiden finns inom teknik- och hållbarhetsutvecklingen, och då främst hur snabbt ny teknik kan implementeras. Det är relativt säkert att tekniktrender som till exempel autonomi inom flygledning kommer att hålla i sig. Däremot finns det osäkerheter såsom:

- automatisering av farkoster
- omställningen mot fossilfritt flyg, där många förutsättningar finns för att minska flygets klimatpåverkan, men det är idag oklart hur snabbt produktionen och användningen av nya bränsletyper kan skalas upp för att möta uppsatta klimatmål
- kostnaden för omställningen och hur den ska finansieras
- certifieringsprocessen.

Finansiering är en betydande osäkerhetsfaktor som kan påverka luftfartssektorn avsevärt. Det råder oklarhet kring hur framtida utvecklingar, såsom infrastruktur och tjänster inom luftrummet, ska finansieras. Investeringsviljan inom flygbranschen är för närvarande låg, påverkad av de ekonomiska konsekvenserna från covid-19-pandemin och en allmän nedgång av flygtrafiken sedan 2018. Dessutom är det osäkert om aktörer inom flygbranschen, såsom flygbolag, är villiga att finansiera infrastruktur för nya typer av farkoster som inte är en del av deras befintliga affärsmodeller. En viktig framtida fråga är var finansieringen ska komma ifrån och hur samverkan för dessa utvecklingar ska organiseras.



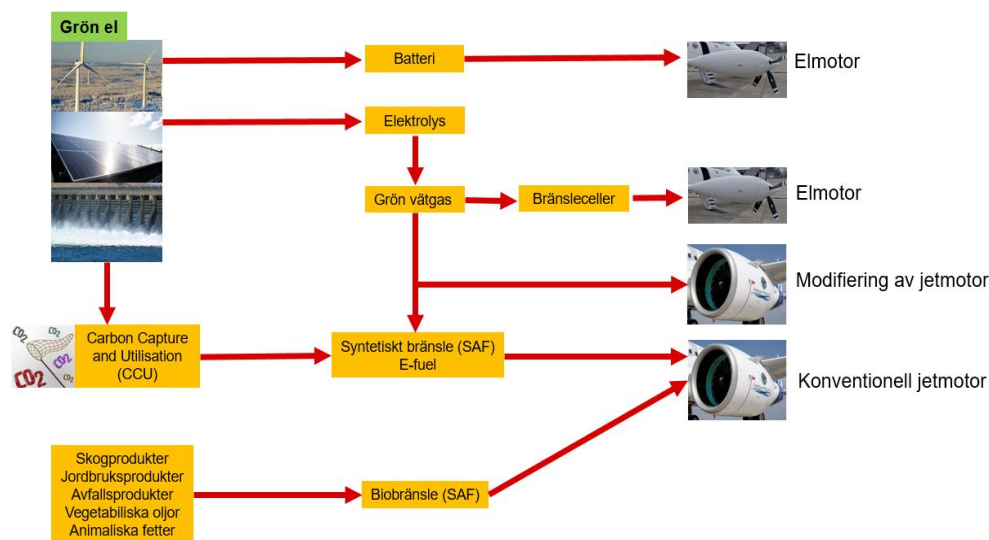
6 Nya flygplanskoncept och drivmedel i sikte

Luftfartens klimatpåverkan har varit i fokus under en längre tid, vilket har ökat trycket på omställningen mot hållbart resande och strävan efter nollutsläpp av koldioxid. Denna omställning har successivt lett till innovationer inom bränslen, flygplansdesign och materialval.

Det finns flera tekniska alternativ för att uppnå fossilfritt flyg, se Figur 23. Gemensamt för dessa alternativ är att de kräver el i omvandlingsprocessen till drivmedel, och för att kallas fossilfritt bör denna el vara grön. Exempel på några av metoderna:

1. Användning av batterier för att driva en elmotor.
2. Produktion av grön vätgas genom elektrolys som sedan, via bränsleceller, kan driva en elmotor eller användas direkt i en modifierad vätgasmotor.
3. Framställning av syntetiskt SAF-bränsle genom kombinationen av koldioxidinfångning (CCU) och grön el, vilket möjliggör användning av konventionella jetmotorer.
4. Omvandling av olika råvaror (som jordbruksprodukter, skogsavfall och andra avfallsprodukter) till biobränsle (SAF) med hjälp av grön el, som kan blandas med traditionellt flygbränsle eller i framtiden användas 100 procent.

Dessa metoder bidrar till en gradvis övergång till helt fossilfria flygbränslen.



Figur 23. Olika metoder för omställning till fossilfritt flyg.

Utifrån typ av drivmedel finns det idag fyra alternativ i utvecklingen av flygplan för att minska luftfartens koldioxidutsläpp:

- elflygplan med batteri
- hybrid av el och vätgas, SAF-bränsle med mera
- bränsleceller
- biojet-drivmedel (SAF-bränsle).
-



Figur 24. Olika typer av utvecklingsprojekt kopplat till drivmedel.

Vid sidan av utvecklingen av fossilfria drivmedel kan även skönjas förbättringen av flygplansdesign, nya materialval i flygplanen, effektivare motorer och helt nya farkoster (eVTOL) med mera.¹⁴

6.1 Elflygplan med 100 procent batteridrift

Det finns flera elflygsprojekt med sikte att utveckla framtidens elflygplan, dessa kan indelas i tre kategorier.

- Första kategorin är flygplan med färre än 10 säten.
- Den andra kategorin är elflygplan med 10–20 säten.
- Den tredje kategorin är projekt med elflygplan med fler än 20 säten

6.1.1 Elflygplan under 10 säten

Den första kategorin består av elflygplan med 100 procent batteridrift, så kallade eVTOL, det vill säga flygplan som kan starta och landa vertikalt. Detta innebär att behovet av banor inte är lika stort som för konventionella flygplan. Den tyska flygplanstillverkaren Lilium har presenterat en ny modell av sitt eVTOL-flygplan,

¹⁴ Utvecklingen av ett flygplan är en omfattande process som tar nästan tio år från planering till leverans av det första flygplanet. Denna utveckling kostar flera miljarder dollar, och det kan ta många år att återhämta de investerade medlen. Efter utvecklingen fortsätter flygplanet vanligtvis att produceras i flera decennier, inklusive utveckling av varianter baserade på originaldesignen. Efter att ett flygplan levererats kan det vara i drift under en lång tid, antingen under en kortare livscykel på ett decennium eller under en längre cykel på över 40 år. På grund av dessa faktorer betraktas flygindustrin som en sektor med hög affärsrisk.

som blir den första modellen avsedd för kommersiellt bruk. Flygplanet rymmer sex passagerare plus en pilot och är avsett att flyga på en höjd av cirka 3 000 meter. Maxhastigheten är 280 km/h och räckvidden uppgår till cirka 250 kilometer.¹⁵

Utöver eVTOL finns det också elflygplan som kräver en start- och landningsbana. Flera modeller inom denna kategori är under utveckling, se nedan.

- Den amerikanska flygplanstillverkaren Bye Aerospace har utvecklat ett eldrivet flygplan, eFlyer 800, med plats för 6–7 passagerare. Detta flygplan är avsett för användning inom flygtaxi, flygfrakt, regional- och charterflygmarknader. eFlyer 800 förväntas ha en räckvidd på 926 kilometer (inklusive 45 minuters bränslereserv) och en topphastighet på 518 km/h. Företaget uppskattar att de operativa kostnaderna per timme för eFlyer 800 kommer att ligga på 23 USD, vilket är betydligt lägre jämfört med de 110 USD per timme som är typiska för det konventionella flygplanet Cessna 172.¹⁶
- Den amerikanska flygplanstillverkaren Eviation utvecklar ett helt elektriskt flygplan benämnt Alice, avsett för nio passagerare. Alice genomförde sin första demonstrationsflygning under hösten 2022 och är designat för att klara av sträckor på 460 kilometer (inklusive en bränslereserv på 30 minuter). Flygplanet är primärt utformat för kortdistansflygningar, exempelvis pendeltrafik mellan perifera och större flygplatser.¹⁷ Sedan den första flygningen har inga ytterligare tester genomförts, och det är därför osäkert när flygplanet kommer att vara tillgängligt på marknaden
- Væridion, ett tyskt företag grundat 2021, utvecklar ett helt elektriskt flygplan kallat Microliner, avsett för nio passagerare. Flygplanet är storleksmässigt jämförbart med Beechcraft 200, som idag används på många upphandlade trafiklinjer. En unik designlösning hos Væridion är att batterierna är placerade i vingarna, vilket enligt företaget inte bara motverkar problem med isbildning utan också bidrar till bättre strukturell viktbalans och säkerhet. Microliner är tänkt att ha en räckvidd på 400 km, plus nödvändiga reserver för kommersiell flygning. Bagagekapaciteten är begränsad till 8–11 kg per passagerare, motsvarande ungefär en kabinväska, men vid färre passagerare kan tyngre resväskor upp till 23 kg tas med. Kabinen rymmer vanligtvis fyra incheckade bagage samt fem handbagage. Flygplanet kräver en laddningskapacitet på 600–800 kW. Væridion planerar att flygplanet ska genomgå flygtester 2027 och seriestarten förväntas 2030.

Norden betraktas som en viktig marknad för Væridion. Företaget har gjort beräkningar av restider och laddtider för svenska upphandlade linjer. Till

¹⁵ <https://feber.se/fordon/lilium-presenterar-nytt-elflygplan/423244/>

¹⁶ <https://byeaerospace.com/electric-airplane/>

¹⁷ [Aircraft – Eviation](#)

exempel skulle en resa från Pajala till Luleå med Microliner ta 49 minuter, jämfört med dagens 42 minuter med en Beechcraft. Tiden för att ladda flygplanet beräknas till 37 minuter.



Figur 25. Vaeridions flygplan Microliner. Källa: <https://vaeridion.com>.

6.1.2 Elflygplan med 10–20 säten

Den andra kategorin: Flera projekt inom denna kategori har under de senaste åren antingen upphört eller modifierats. Ett exempel är det svenska flygplanstillverkande företaget Heart Aerospace, som tidigare utvecklade det 19-sitsiga flygplanet ES-19, drivet med 100 procent batteri-el. Under hösten 2022 beslutades det dock att projektet skulle ändras till ett större flygplan med 30 säten och hybridteknik som drivmedel.

I Norge utvecklar startup-bolaget Elfly Group ett helt elektriskt sjöflygplan, kallat Noemi (som står för "no emissions", alltså "inga utsläpp"), som enligt företaget kommer att vara redo att påbörja kommersiell passagerarverksamhet år 2030, med en lastversion klar till 2028. I juni 2023 meddelade företaget att flygplanet kommer att ha mellan 6 och 13 sittplatser och kunna flyga upp till cirka 200 kilometer. Flygplanet kommer att certifieras enligt EASA CS23-nivå 4-regler för att möjliggöra en uppskalning av designen. Då kan planet rymma upp till 19 passagerare och elmotorer med en sammanlagd effekt på cirka en megawatt.



Figur 26. Elfly Noemi. Källa: Elfly

Enligt Elfly kommer prototypen av Noemi att vara redo för flygning 2025. Företaget avser att vara det första som opererar flygplanet, och planerar att ansöka om ett flygoperatörs-certifikat för att börja trafikera västkusten i Norge. Flottan blir inledningsvis 15 sjöflygplan som flyger mellan fjordar.

Det finns också andra konkurrenter inom detta område. Det amerikanska bolaget Jekta arbetar med projektet PHA-ZE 100 (Passenger Hydro Aircraft Zero Emission), som initialt kommer att ha ett batteri-elektriskt drivsystem, med möjlighet att byta till bränsleceller med väte vid ett senare tillfälle. Man räknar med att kunna flyga upp till cirka 150 kilometer och nå hastigheter på upp till 250 km/h. Designen har tio vingmonterade propellrar, var och en med sin egen 180-kilowatts elmotor monterad på en 30 meter lång vinge.

Även det amerikanska startup-företaget Regent utvecklar ett sjöflygplan, kallat Viceroy, med plats för 12 passagerare. Företaget förväntar sig att flygplanet kommer att ha en räckvidd på 290 km.¹⁸



Figur 27. Bilden till vänster Jekta's PHA-ZE 100 och bilden till höger Regents sjöflygplan Viceroy. Källa Jekta och Regent.

6.1.3 Elflygplan med över 20 säten

Den tredje kategorin omfattar elflygplan med fler än 20 säten. Den amerikanska elmotortillverkaren Wright Electric fortsätter sitt arbete med Wright Spirit, som är tänkt att ha plats för 100 passagerare. Projektet bygger på konvertering av ett traditionellt flygplan (BA-146) till elmotordrift. Företaget riktar sig mot marknaden för de mest trafikerade kortrutterna som kan avverkas inom en timme, exempelvis Stockholm-Köpenhamn, Stockholm-Oslo och Stockholm-Helsingfors. Första flygningen är planerad till 2026, men det är ännu osäkert när flygplanet kommer att vara tillgängligt på marknaden.

¹⁸ <https://www.ainonline.com/news-article/2023-06-13/norways-elfly-unveils-prototype-noemi-all-electric-seaplane>



Figur 28. Wright Spirit flygplan. Källa: <https://www.weflywright.com/aircraft>

6.1.4 Utmaningar för elflyg med batteriteknik

Utvecklingen av helt eldrivna flygplan är i ett tidigt skede. För närvarande är det tvåsitsiga skolflygplanet Pipistrel det enda certifierade elflygplanet på marknaden.

Det finns dock betydande utmaningar med batteritekniken. Den största begränsningen är batteriernas vikt jämfört med energiinnehållet, vilket påverkar både passagerarkapacitet och räckvidd. Nutida batterier är både tunga och dyra¹⁹, och energidensiteten är otillräcklig för större flygplan. Bilindustrins batteriutveckling har gått fort, men utvecklingen för kommersiellt flyg anses vara för långsam för att accelerera luftfartens omställning.²⁰

Forskare i FAIR-projektet²¹ bedömer att andra typer av batterier än vad som finns idag kommer behövas i framtiden. Det pågår exempelvis utveckling av litiumsulfatbatterier och litiumluftbatterier. Båda dessa har teoretiskt stor potential och bedöms få låg tillverkningskostnad utan påverkan på miljö och klimat. Med en utveckling av bättre batterier med högre energiintensitet bedömde forskarna år 2021 att det i teorin år 2030 ska gå att flyga ett 50-sättes plan på enbart el i minst 300 km.²² En kritisk faktor är tillgången på råmaterial som kobolt, nickel och litium, och att de ofta utvinns i konflikt- eller korruptionsdrabbade länder.

Många initiativ till större elflygplan har skrotats på grund av dessa tekniska begränsningar. Exempelvis lade Airbus ner sitt projekt E-fan, och det italienska företaget Tecnam avbröt sitt samarbete med Rolls Royce och Widerøe om ett elflygplan planerat till 2026. Svenska Heart Aerospace och holländska Mavee har

¹⁹ ["Electric Aviation Outlook in the Nordics " \(nordregio.org\)](https://nordregio.org/)

²⁰ [VTI rapport 1039 \(diva-portal.org\)](https://diva-portal.org/)

²¹ FAIR (Finding innovations to Accelerate the Implementation of electric Regional aviation) är ett första steg mot en snabb implementering av hållbart flyg i Kvarken-Nordland-regionen. Projektet höjer kunskapen om elflyg, utreder möjligheterna och kartlägger både behov och de tekniska investeringarna som behövs.

²² [Electric aviation 2021 technology overview.pdf \(kvarken.org\)](https://kvarken.org/)

övergått till att utveckla hybridteknik istället. Eviations projekt Alice står inför osäkerhet.

Trots dessa utmaningar erbjuder batterielektriska flygplan fördelar såsom låga drifts- och underhållskostnader, lämplighet för kortdistansflygningar med färre passagerare, och inte minst har de mycket låga eller inga utsläpp och orsakar mindre buller.

6.2 Hybridelektriska flygplan

Hybridelektriska flygplan kombinerar batteridrift med andra drivmedel. Dessa flygplan är utrustade med både en elektrisk motor och en förbränningsmotor. Förbränningsmotorn kan drivas med såväl konventionellt bränsle som med hållbart flygbränsle (SAF).

6.2.1 Heart Aerospace²³

Heart Aerospace (nedan 'Heart') är ett svenskt bolag som grundades år 2018. Deras ursprungliga prototyp var en heleelektrisk modell för 19 passagerare. Idag har företaget ändrat inriktning och utvecklar istället en hybridmodell med 30 säten, ES-30, som kan tankas med både konventionellt flygbränsle och SAF. Denna hybridmotor är dessutom planerad att certifieras för 100 procent SAF-användning. Heart siktar på att genomföra testflygningar med ES-30 mellan 2026 och 2027 och påbörja kommersiell drift mot slutet av årtiondet.

ES-30 kommer att kunna flyga helt elektriskt upp till 200 km. Med 30 passagerare och fullt bagage (25 kg per person) når flygplanet en total räckvidd på 400 km, som kan öka med färre passagerare.²⁴ Heart förutspår att flygplanet kommer kunna köra 400 km med endast elmotorn under senare delen av 2030-talet. .

Trots elflygplanens högre inköpskostnad, förväntas de vara mer kostnadseffektiva under sin livscykel. Det beror främst på betydligt lägre underhållskostnader och lägre drivmedelskostnader. Underhållskostnaderna varierar dock beroende på flyglängd; hybridflygning leder till högre kostnader jämfört med helt elektrisk flygning.

Heart har för närvarande 250 beställningar och 120 optioner på sin hybridmodell. 191 aktörer har undertecknat avsiktsförklaringar med Heart.

Laddning av Hearts flygplan sker via MCS, som också används för lastbilar och bussar. I genomsnitt behöver flygplanet 2 MW under laddning, men upp till 3 MW kan krävas vid anslutning om batterinivån är låg. Även om snabbaddning kan

²³ Möte med representanter för Heart Aerospace 13 februari 2024

²⁴ 800 km el+hybrid med 25 pax.

genomförs på 30 minuter, är det ekonomiskt fördelaktigare att ladda långsammare om tiden tillåter.



Figur 29. Heart Aerospace ES-30 flygplan.

Källa: <https://heartaerospace.com/es-30/>

6.2.2 Mavea

Även det holländska företaget Mavea har övergivit idén om 100 procent eldrift och satsar nu på hybridteknologi. Deras flygplan, Mavea 80, kommer att ha plats för 84 passagerare, en räckvidd på 1 480 km och en topphastighet på 780 km/h.

Flygplanet beräknas vara i kommersiell drift år 2031.²⁵



Figur 30. Mavea 80 Källa: <https://maeve.aero/>

6.2.3 Aura Aero

Aura Aero, en fransk flygplanstillverkare som grundades 2018, utvecklar ett hybridflygplan med 19 säten benämnt ERA.²⁶ Flygplanet har en räckvidd på cirka 1 500 km, varav ungefär 300 km kan avverkas enbart på batteridrift. Enligt företagets hemsida planeras flygplanet vara redo för kommersiell drift år 2028.²⁷



²⁵ <https://aviationweek.com/aerospace/aircraft-propulsion/mavea-unveils-plans-80-seat-hybrid-regional-airliner>.

²⁶ Möte med Aura Aero 12 februari 2024

²⁷ [ERA - Aura Aero \(aura-aero.com\)](https://aura-aero.com) 14 mars 2024

Figur 31. Auro Aeros flygplan ERA. Källa: [ERA - Aura Aero \(aura-aero.com\)](http://ERA - Aura Aero (aura-aero.com))

6.2.4 Embraer

Embraer, ett brasilianskt företag som har tillverkat flygplan sedan 1969, driver för närvarande projektet Energia, där de utvecklar fyra flygplanskoncept med planerad första leverans efter 2030. De förutspår att kunna utveckla ett helt elektriskt flygplan omkring åren 2035–2040. Embraer uttrycker dock vissa reservationer gällande helelektriska flygplan, särskilt på grund av nuvarande begränsningar i batterikapaciteten, och är mer optimistiska till potentialen i hybrid- och vätgastekniker.²⁸



Figur 32. Embraers projektet Energia. Källa: <https://embraercommercialaviationsustainability.com/concepts/>

6.2.5 Voltaero

Voltaero, ett franskt start-up-företag, anser att hybriddrift kommer att vara avgörande för framtiden eftersom helt elektriska lösningar inte är realistiska på grund av den betydande vikten som kraftigt begränsar räckvidden. En annan stor nackdel är den ökade brandrisken, vilket kräver att flygplanet ackumulerar många flygtimmar innan slutsatser kan dras om dess säkerhet i förhållande till bränder. Företaget argumenterar för att dubbla drivsystem ökar säkerheten avsevärt.

Voltaero satsar på Cassio 600, ett flygplan med plats för 12 passagerare. De menar att det är mer ekonomiskt fördelaktigt att genomföra fyra flygningar med ett 12-sättesplan än en enda med ett 50-sättesplan. Cassio 600 förväntas ha en elektrisk räckvidd på 150 km, som kompletteras med upp till 1 200 km med hybridmotorn. Målet är att ha ett 12-sättes hybridflygplan färdigutvecklat till 2027, vilket skulle minska koldioxidutsläppen med 80 procent jämfört med konventionella flygplan av motsvarande storlek.²⁹

²⁸ Föredrag av Embraer på ZERAC-konferens i Oslo 20 september 2023

²⁹ Föredrag av Voltaero på ZERAC-konferensen i Oslo 20 september 2023



Figur 33. Voltaero Cassio 600. Källa: <https://www.voltaero.aero/the-vision/>

6.2.6 Utmaningar för hybridelektriska flygplan

Under senare tid har flera flygplansutvecklare övergivit ren batteriteknik till förmån för hybridteknik. Ren batteridrift begränsar i dagsläget flygplanets kapacitet och räckvidd, vilket kan vara en förklaring till denna trend. Hybridlösningar ger också möjligheten att ladda batteriet under flygningen genom att utnyttja andra drivmedel. Dock innebär hybridteknik ökade kostnader på grund av större teknisk komplexitet och ökad vikt. Dubbla drivlinor ökar flygplanens vikt, vilket leder till högre energianvändning och underhållskostnader.³⁰

6.3 Vätgas och bränsleceller

En studie från Chalmers tekniska högskola, publicerad i International Journal of Hydrogen Energy, visar att vätgasflygplan potentiellt skulle kunna täcka 97 procent av alla inomnordiska flygsträckor och 58 procent av den totala passagerarvolymen år 2045. Forskarna har analyserat flera faktorer som påverkar möjligheterna för bränslecellsdrivna vätgasflygplan att ingå i framtida kommersiell flygtrafik i Norden. Studien baseras på en existerande mindre flygplanstyp, som för närvarande drivs av fossila bränslen, med en kapacitet på ungefär 50 passagerare och en räckvidd på 1 200 km.³¹

³⁰ [Rapport 2020:12 Elflyg början på en spännande resa \(trafa.se\)](#)

³¹ Christian Svensson, Amir A.M. Oliveira, Tomas Grönstedt, "Hydrogen fuel cell aircraft for the Nordic market" International Journal of Hydrogen Energy Volume 61, 3 april 2024, Pages 650–663

Vätgas³² har identifierats som ett potentiellt framtida drivmedel inom flygindustrin. Flera aktörer, inklusive Airbus, ZeroAvia och Universal Hydrogen, utforskar olika användningsområden för vätgas som drivmedel.³³

Det finns huvudsakligen två metoder för att utnyttja vätgas som drivmedel: den kan antingen användas för att generera elektricitet i bränsleceller eller förbrännas direkt i jetmotorer. Bränsleceller omvandlar vätgasens kemiska energi till elektricitet, som driver elmotorer. Under denna process, där syre från luften används, är den enda restprodukten rent vatten.

Ett alternativ till bränsleceller är direkt förbränning av vätgas i jetmotorer, vilket kräver att vätgasen konverteras till flytande form genom kompression och nedkyllning. Denna metod kräver färre designförändringar på flygplanen, vilket kan innebära lägre omvandlingskostnader. En hybridlösning där både elektricitet och vätgas används är även möjlig. Elektrobränslen är ett samlingsnamn för syntetiska bränslen som framställs från el och vatten genom elektrolys till vätgas och syrgas.³⁴

Dessutom kan fossilfritt producerad vätgas användas tillsammans med en icke-fossil kolkälla för att framställa syntetiska, fossilfria jetbränslen, även kända som elektrobränslen eller Power-to-Liquid (PtL). Elektrobränslen är syntetiska bränslen som produceras från el och vatten genom elektrolys, vilket resulterar i vätgas och syrgas.

Inom ramen för hybridflygplan (utifrån bränsleceller) finns ZeroAvia.

6.3.1 ZeroAvia

ZeroAvia, ett brittiskt företag, specialiserar sig på utvecklingen av vätgasdrivna flygplan där elektricitet produceras av bränsleceller. Denna energi lagras i ett batteri

³² Vätgas är den minsta och lättaste molekylen i universum vilket innebär att den är svår att stänga in och lätt löser sig i luft. Vätgasen finns naturligt på vissa ställen i jordskorpan och i bergsformationer men den vätgas som används i industrin är främst framställd på konstgjord väg. Vätgasen kan framställas på olika sätt varav en del sätt är oönskade eftersom det skapas en stor mängd koldioxid. Genom elektrolys kan man dock framställa vätgas utan fossila källor eller utsläpp av koldioxid. Elektriciteten som krävs för framställningen måste då komma från förnybara källor (vind, vatten, sol etc.). Vätgas ses som en energibärare och inte som en primär energikälla då den framställs genom processer som kräver energi. Det går alltså att lagra energi i vätgas för att använda vid ett senare tillfälle, likt ett batteri. För att frigöra energin krävs en bränslecell eller en förbränningsprocess. En bränslecell drivs av vätgas och producerar elektricitet och den enda biprodukten är vatten och värme. Vätgasdrivna fordon är inte lika energieffektiva som batteridrivna då man förlorar energi vid omvandlingen från vätgas till el men fördelen med vätgas är att det ger längre räckvidd och det krävs inte stillastående för laddning.

³³ Världens första vätgasflygning genomfördes 1988 i Sovjetunionen med en ombyggd Tupolev TU-155.

³⁴ Transportstyrelsen, "Vätgas och Luftfart – Är vätgas svaret på flygets klimatpåverkan" TSL 2021–3811.

som driver flygplanets elmotor och propeller. Systemet möjliggör en lägre totalvikt och reducerade underhållskostnader för flygplanen, enligt företaget.

I september 2020 genomförde ZeroAvia den första flygningen med ett modifierat konventionellt flygplan, en Piper Malibu propellerdriven maskin, där bränsleceller användes som drivmedel. I januari 2023 utförde företaget sin första flygning med ett delvis vätgaselektriskt drivet regionalflygplan, en Dornier 228 med 19 säten, även känd som ZA600. På sin hemsida uppger företaget att det första vätgasdrivna flygplanet avsett för kommersiellt bruk, med en kapacitet på 9–19 säten, planeras vara klart år 2025.

ZeroAvia utvecklar även ett turbopropflygplan för 40–80 passagerare som är tänkt att börja användas år 2027 (ZA2000), samt ett jetflygplan för år 2029 (ZA2000RJ). Företaget förutspår även utvecklingen av större flygplan med kapaciteter på 100–200 säten år 2032 och ett med 200 säten år 2040.³⁵



Figur 34. Typer av hybridflygplan från ZeroAvia. Källa: <https://www.voltaero.aero/the-vision/>

6.3.2 Airbus

Flygplanstillverkaren Airbus planerar att år 2026 genomföra tester med en vätgasdriven jetmotor som ett steg mot sitt mål att bygga ett flygplan med nollutsläpp till år 2035. För dessa tester ska en befintlig A380 jetmaskin modifieras för att inkludera en vätgasmotor samtidigt som den behåller sina fyra traditionella jetturbiner.³⁶

Airbus har presenterat tre konceptflygplan baserade på vätgasteknik.

- Det första konceptet är ett turbopropflygplan som beräknas kunna flyga över 1 850 kilometer med 100 passagerare, utrustat med kryogena³⁷ tankar för flytande väte.

³⁵ <https://www.zeroavia.com/>

³⁶Föredrag av Airbus på ZERAC-konferens i Oslo 20 september 2023

³⁷ Kryogen teknik innebär att en gas förvaras i vätskeform genom att kylas ner till extremt låga temperaturer.

- Det andra konceptet innefattar ett flygplan med turbofläktmotorer, även dessa drivna av flytande vätgas, designat för att transportera mellan 120 och 200 passagerare över minst 3 700 kilometer.

Det tredje konceptet kännetecknas av en så kallad blended wing body-design (BWB) – en flygande vinge – och planeras kunna bära 200 passagerare och flyga sträckor på cirka 3 700 kilometer.

Under 2025 planerar Airbus att fatta beslut om vilken av dessa tre flygplanstyper som kommer att utvecklas vidare för kommersiell produktion, med målsättningen att ha flygplanen tillgängliga på marknaden runt år 2035.³⁸



Figur 35. Airbus tre konceptflygplan som alla bygger på vätgasteknik. Källa: <https://www.airbus.com/en/innovation/low-carbon-aviation/hydrogen/zeroe>

6.3.3 Utmaningar för vätgasflyg

Airbus uppskattar att det är osannolikt att jetplan drivna med vätgas kommer att användas i stor skala före år 2050, på grund av flera utmaningar. Dessa inkluderar problematiken med att lagra flytande väte, som kräver extremt låga temperaturer, samt den höga temperaturen som krävs för att vätgas ska brinna.³⁹ Dessutom måste dagens flygplan modifieras för att få plats med större bränsletankar om de ska drivas med vätgas. Detta innebär att kapaciteten, det vill säga antalet säten, måste reduceras. En vätgastank behöver vara ungefär 7,5 gånger större än en konventionell bränsletank för att innehålla motsvarande mängd energi, vilket betyder att utrymmet för passagerare minskar.

Det brittiska lågkostnadsflygbolaget Easyjet fokuserar på att utveckla vätgasflygplan för att uppnå nollutsläpp. Dock påpekar bolaget att det finns många tekniska utmaningar som måste övervinnas innan vätgasflygplanen kan komma ut på marknaden:

- Vätgas är betydligt mer volymkrävande än flygfotogen, vilket innebär att den kräver mer lagringsutrymme och därmed reducerar plats för passagerare.
- För att hållas flytande måste vätgas lagras vid temperaturer under minus 253 grader Celsius innan den omvandlas till gasform vid förbränning.

³⁸ <https://prod.trafa.se/luftfart/airbus-presenterar-koncept-for-vatgasflygplan-11940/>

³⁹ [Airbus satsar på vätgasjetmotor i jakten på nollutslappsflyg \(trafa.se\)](https://trafa.se/airbus-satsar-pa-vatgasjetmotor-i-jakten-pa-nollutslappsflyg) 4 mars 2024

- Flygplan som använder vätgas måste också designas för att tåla de högre temperaturerna som uppstår vid förbränning av vätgas, vilket är högre än för flygfotogen.
- Det krävs ny infrastruktur för tankning och lagring av vätgas på flygplatser.
- Det är ännu osäkert om det är möjligt att tanka vätgasflygplan medan passagerare är ombord.⁴⁰

Att producera vätgas kräver betydande energimängder, vilket skapar osäkerhet kring framtida kostnader. Dessutom råder det stor osäkerhet både när det gäller produktion av grön vätgas och dess tillgänglighet på flygplatser.⁴¹

6.4 Biojet-drivmedel (SAF-bränsle)

Hållbart flygbränsle (Sustainable Aviation Fuel, SAF) eller biojetdrivmedel är ett renare alternativ till konventionellt flygbränsle och anses vara en av de mest effektiva metoderna för att minska flygindustrins miljöpåverkan. Med samma egenskaper som traditionellt flygbränslefotogen kan SAF-bränsle blandas med traditionell fotogen.

Som Figur 23 illustrerar finns det två huvudsakliga produktionsmetoder för SAF: biobränsle och syntetiskt bränsle (E-fuel). Biobränsle-SAF framställs från olika typer av biomassa (till exempel från jordbruket, skogsavfall, restaurangavfall etc.) genom omvandlingsprocesser som använder grön el. Syntetiskt SAF framställs genom att kombinera koldioxidinfångning (CCU) och grön el, och kan användas i befintliga konventionella jetmotorer.

Redan idag kan SAF blandas med konventionellt flygbränsle upp till 50 procent. Målet är att nå 100 procent inblandning i perioden 2026–2030, efter en omfattande certifieringsprocess.

Inom EU finns det ett starkt politiskt stöd för att öka användningen av hållbara bränslen i flygsektorn, inom ramen för ”fit for 55”-initiativet.⁴² Våren 2023 nådde Europaparlamentet och Europeiska unionens råd (ministerrådet) en politisk överenskommelse om obligatoriska kvoter för flygbränsle inom EU. Uppgårelsen innebär följande:

- Flygbränsleleverantörer ska tillhandahålla en minimiandel hållbara flygbränslen vid EU:s flygplatser: 2 procent av det totala bränslet senast 2025

⁴⁰ [Flygbolag satsar på vätgas för att minska klimatpåverkan \(trafa.se\)](https://trafa.se) 4 mars 2024

⁴¹ Ibid.

⁴² 55 %-paketet syftar på EU:s mål att minska nettoutsläppen av växthusgaser med minst 55 procent senast 2030 jämfört med år 1990. Syftet med det föreslagna paketet är att anpassa EU:s lagstiftning till målet för år 2030.

och 70 procent senast 2050,⁴³ se Tabell 1. Den nya blandningen av flygbränsle i EU måste också innehålla en minimiandel av de modernaste och miljövänligaste syntetiska bränslena, och denna andel måste öka med tiden. Inblandningskravet omfattar biodrivmedel, återvunna kolbaserade bränslen och syntetiska flygbränslen (e-bränslen) i linje med direktivet om förnybar energi.⁴⁴

- Flygbolag som avgår från flygplatser i EU får endast tanka med det bränslemängd som krävs för själva flygningen, för att undvika utsläpp på grund av överskottsvikt eller koldioxidläckage till följd av ekonomitankning (avsiktlig tankning av extra bränsle för att undvika tankning med hållbara flygbränslen).
- Flygplatser ska se till att deras bränsleinfrastruktur är tillgänglig och anpassad för distribution (leverans, lagring och tankning) av hållbara flygbränslen.⁴⁵
- Från 2025 ska det finnas en EU-märkning för flygningars miljöprestanda, vilket ska göra det möjligt för passagerare att jämföra miljöpåverkan av flygningar som utförs av olika flygbolag på samma rutt.⁴⁶

År	SAF (procent)	Varav "syntetisk SAF" (procent)
2025	2	
2030		0,7%
2032	6	1,2
2034		2
2035	20	5
2040	34	10
2045	42	15
2050	70	35

Tabell 1. Inblandning av SAF-bränsle i enlighet med RefuelEU Aviation. Källa: European Commission Mobility and Transport.

I takt med att regelverk och styrmedel skärps för att åstadkomma en större inblandning av SAF-bränsle, väntas efterfrågan på detta bränsle öka. Det kan möjliggöra storskalig produktion och därmed sänka priset på SAF-bränsle. Samtidigt kommer det att ställas högre krav på olika typer av SAF-bränsle. En avgörande faktor för användningen av SAF är certifieringen av dess inblandningsgrad. Motortillverkaren CFM samarbetar med Airbus för att säkerställa att alla Airbus-modeller kan använda en inblandning av 50 procent SAF-bränsle. Målet är att uppnå en certifiering för 100 procent inblandning på samtliga Airbus-modeller senast år 2030.

⁴³ Nuvarande certifierade SAF kan ta maximal inblandning av 50 % fossilbaserat flygbränsle beroende på vilket alternativ som övervägs. Det pågår arbete inom EASA och EU för att i framtiden uppnå certifiering för 100 procent SAF år 2030.

⁴⁴ Men inte bränslen från livsmedels- och fodergrödor, vilket stöder hållbarhetsmålen.

⁴⁵ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/ip_23_2389

⁴⁶ <https://www.trafa.se/luftfart/overenskommelse-om-kvotplikt-for-flygbransle-inom-eu-13960/>

6.4.1 Utmaningar med SAF-bränsle

Priset på och tillgången till SAF-bränsle är avgörande faktorer för luftfartens omställning. Priset är svårt att förutspå långsiktigt och påverkas av flera faktorer inklusive råvarutillgång för produktion, efterfrågan från flygbolag, storskalig produktion och tillgänglighet, samt eventuella politiska och ekonomiska styrmedel. Traditionellt fossilt flygbränsle kostar cirka 600 euro per ton, medan framtida priser på SAF-bränsle kan vara två till sex gånger högre. Det stora intervallet beror på flera faktorer, såsom kostnaderna för olika typer av SAF, tillgången på råvaror och konkurrensen med andra sektorer för utfasning av fossila bränslen.

Det finns studier som pekar på möjliga åtgärder för att sänka produktionskostnaderna för biodrivmedel, inklusive tekniska innovationer samt politiska och ekonomiska åtgärder för att göra SAF-priserna konkurrenskraftiga med fossilbränslen. Internationella energiorganet (IEA) framhåller konkurrensrisken om råvaror från andra sektorer, som kan leda till prisökningar på biodrivmedel. Dock förutspår IEA att tillverkningsprocessen på sikt kommer att effektiviseras, vilket förbättrar utvinningen och därmed sänker priset på biodrivmedel. Dessutom kommer stordriftsfördelar och standardisering av metoder att resultera i lägre pris.

Ytterligare faktorer som kan minska prisgapet mellan fossila och SAF-bränslen är ekonomiska fördelar från marknadsbaserade åtgärder, såsom EU:s utsläppshandelssystem och potentiella skattelättnader. Politiska och ekonomiska styrmedel i både Europa och USA, såsom mandatsystem i EU och frivilligt deltagande i USA Renewable Fuel Standard, bidrar också till att stimulera SAF-användning.

I USA har Biden-administrationen satt upp mål om att producera över 11,3 miljarder liter SAF per år senast 2030. De senaste och framtida regelverken i både EU och USA kommer att påverka både priset och utvecklingen av storskalig SAF-produktion, vilket blir centralt för främjandet av SAF.



7 Luftfartens trender för Visby flygplats och flygtrafiken till/från Gotland

I detta kapitel redovisas hur de trender som presenteras i kapitel 6 kan påverka Gotlandstrafiken och flygplatsen i Visby.

7.1 Omställningen till fossilfritt flyg

Region Gotland är en av de första regionerna som aktivt arbetar med att utveckla en färdplan för luftfartens omställning. I juni 2024 presenterade Science Park Gotland en förstudie⁴⁷ som syftar till att kartlägga och beskriva flygets ekosystem samt hur alla aktörer kan samarbeta för att nå gemensamma mål. Målsättningen är att Gotland ska inta en stark position och leda utvecklingen, särskilt inom elflyg. Regionen har som mål att minst en operatör ska flyga kommersiellt elflyg till och från Gotland år 2027. Målet är i linje med bredare ambitioner att minska växthusgasutsläppen och öka regionens attraktionskraft.

Swedavias⁴⁸ arbete för omställning till fossilfri flygplatsverksamhet har resulterat i att Visby flygplats är fossilfri sedan år 2018, och därmed blev en av de första flygplatserna i världen att ACA-certifieras av ACI.⁴⁹ Det innebär att energi och bränslen för drift och underhåll av flygplatsen är helt fossilfria, såsom elförsörjning, uppvärmning, kyla, snöröjnings-, fält- och insatsfordon. Fossilfri energi, el eller fordonsbränsle erbjuds även hyresgäster och andra verksamhetsutövare på flygplatsen, såsom hyrbilar, flygbränsleleverantör och taxi. Utifrån målsättningen har man på flygplatsen förstärkt kraftförsörjningen från 2 till 10 MW, för att kunna hantera framtida el- och hybridflygplan.

När det gäller SAF-bränsle som drivmedel arbetar man för att säkerställa att det ska det finnas SAF-bränsle vid Visby flygplats för inrikesflygets behov senast 2030. Målet är 100 procent fossilfritt flygbränsle, vilket bland annat innebär successivt ökad inblandning av SAF.

I nuläget finns ingen satsning på att lokalt ta fram syntetiska flygbränslen på ön. På Gotland finns en av världens största cementtillverkare med stora koldioxidutsläpp som följd. Istället för att samla in och transportera bort koldioxiden för lagring under Atlanten, borde koldioxiden kunna utgöra en bas för

⁴⁷ Förstudien är delvis finansierad av Region Gotland.

⁴⁸ År 2010 bildades Swedavia som övertog driften av 10 flygplatser i Sverige, inklusive Visby flygplats.

⁴⁹ Airports Council International är en internationell organisation med medlemmar som äger och driver flygplatser. Den grundades 1991, och har sitt huvudkontor i Montréal i Kanada. Organisationen har 573 medlemmar, som äger 1751 flygplatser i 174 länder.

tillverkning av syntetiska bränslen till fördel för såväl sjö- och luftfart som vägtransporter på ön. För att så ska kunna ske måste klassificering av koldioxidöverskott från cementtillverkning ändras så att grön bränsletillverkning tillåts.

Vad beträffar vind- och solenergi har Region Gotland tagit fram en översiktsplan kring utveckling av dessa energikällor. Om utvecklingen av vind- och solkraft på ön sker i enlighet med regionens plan kommer det finnas en överkapacitet av energi på ön, som med fördel skulle kunna användas för att tillverka syntetiska bränslen och minska riskfyllda bränsletransporter på Östersjön, se Figur 23.

Visby flygplats är en civil flygplats med militär infrastruktur. Det görs allt fler anspråk på luftrummet, vilket kan påverka tillgängligheten till Gotland. Detta kan exempelvis omfatta etablering av vindkraftsparker eller militära verksamheter. Minskad tillgänglighet i luftrummet begränsar möjligheterna att effektivisera flygtrafiken, såsom att genomföra gröna inflygningar eller sträva efter kortare flygvägar. Med god planering och framsynighet kan dock tillgängligheten bibehållas.

7.2 Nya flygplanstyper som skulle kunna trafikera Gotland

Region Gotland har satt upp målet att minst en flygoperatör ska bedriva kommersiell elflyg verksamhet till och från ön senast 2027. Detta mål är en del av en större satsning för att minska växthusgasutsläpp och öka regionens attraktivitet. Visby flygplats har en andel ”övrig trafik” utöver linjetrafiken, se Tabell 2.

I övrig trafik ingår dels samhällsviktiga transporter: ambulansflyg, -helikopter, flygfrakt, havsövervakning och brandflyg med mera, dels allmänflyg: privat-, sport- och rekreationsflyg, affärs- bruks- och skolflyg. Det är mestadels mindre flygplanstyper som potentiellt skulle kunna ställa om till fossilfria bränslen eller ersättas av nya flygplanstyper, förutsatt att dialog inleds med berörda aktörer och fossilfria bränslen/elladdning erbjuds av flygplatsen.

År	2023	2022	2021	2020	2019
Civila rörelser	12 361	12 199	11 917	10 333	16 336
varav linjefart/charter	6 783	6 246	5 377		
varav övrig trafik	5 578	5 953	6 540		

Tabell 2. Civila flygrörelser år 2019–2023 Visby Airport, se Miljörapport Miljö | Visby Airport (swedavia.se).

Godstrafiken med flyg till och från Gotland utgör, viktmässigt, en liten del i jämförelse med gods som transporteras med sjöfart. Men ur ett samhällsperspektiv är flygtransporter för post, övervakning, samt leveranser av läkemedel, organ,

utrustning, blodprover och andra prov för analys av människa, djur, mark, luft och vatten, helt oumbärliga och avgörande för att ge en adekvat service.

Visby flygplats och luftrummet kommer snart behöva anpassas för att hantera en mångfald av nya flygfarkoster, Figur 24. Olika typer av utvecklingsprojekt kopplat till drivmedel. En av de största utmaningarna för att utveckla godstrafik med dessa farkoster är att flygsäkerhetsregelverken inte utvecklas i samma takt som tekniken. Flygplatsen har potential att bli en ledande flygplats där ny teknik och regelverk kan utvecklas parallellt för att möta framtidens behov.

Ny luftfartsmobilitet – scenarier

I takt med teknologiska framsteg som elflyg och eVTOL (elektriska vertikala start- och landningsfarkoster) kan flygtrafiken till och från Gotland genomgå en betydande utveckling, vilket skulle öppna upp nya möjligheter för resor, transport och logistik både på Gotland och till fastlandet. Denna utveckling kan ta sig uttryck på flera sätt.

Regionala och kortdistansflyg med elflyg

Med introduktionen av elflyg kan flygplatsen bli en viktig knutpunkt för kortare inrikesflyg, och öppna upp trafik till helt nya regioner. Elflygplan är tystare, mer energieffektiva och har betydligt lägre utsläpp än dagens bränsle drivna flygplan, vilket gör dem ideala för kortare rutter där avstånden är mindre än 400 km.

Eftersom dessa plan *förhoppningsvis* kommer att ha lägre driftskostnader, kan det även leda till en ökad flygfrekvens, något som främjar Gotlands turism och affärsresande. Här finns dock en stor osäkerhet kring driftskostnaderna med elflyg.

Lokal och flexibel transport med eVTOL

Elektriska vertikala start- och landningsfarkoster (eVTOL) har potential att revolutionera lokala transporter på Gotland och i dess omgivning. Dessa farkoster kan användas för att transportera personer och gods mellan flygplatsen och mindre orter (samhällen) eller populära turistmål som annars kan vara svåråtkomliga med bil eller traditionella flygmedel. Tack vare deras förmåga att starta och landa vertikalt krävs inga stora landningsbanor, vilket ger möjlighet att etablera nya transporthubbar på platser med begränsad infrastruktur. eVTOL erbjuder därmed snabbare och mer hållbara alternativ för kortare resor, till exempel pendling mellan Visby och Fårö eller andra avlägsna delar av ön. Det finns dock fortfarande osäkerhet kring driftskostnaderna för eVTOL, även om de inledningsvis kan vara särskilt användbara för godstransporter.

7.2.1 Effektivare logistik och godstransport

Med både elflyg och eVTOL kan Visby Airport också utveckla sin kapacitet för logistik och godstransporter. Elflygplan kan transportera lättare gods på korta avstånd snabbt och effektivt, vilket skulle gynna Gotlands näringsliv och möjliggöra snabba leveranser mellan Gotland och fastlandet. eVTOL-farkoster, med sin smidiga hantering och flexibilitet, kan användas för snabba punkt-till-punkt-leveranser över hela ön, speciellt för brådskande gods som mediciner eller reservdelar.

7.2.2 Ökad tillgänglighet för turism

Gotland är en populär turistdestination som kan dra stor nytta av den ökade tillgängligheten som elflyg och eVTOL erbjuder. Fler direktlinjer och utsläppsfria flygresor kan locka fler besökare under hela året, inte bara under högsäsong. Elflygplan kan också förbättra direktförbindelser till andra regioner i Sverige och potentiellt även till angränsande länder i Östersjöområdet, vilket öppnar nya marknader för turism.

7.2.3 Hållbar utveckling och miljömål

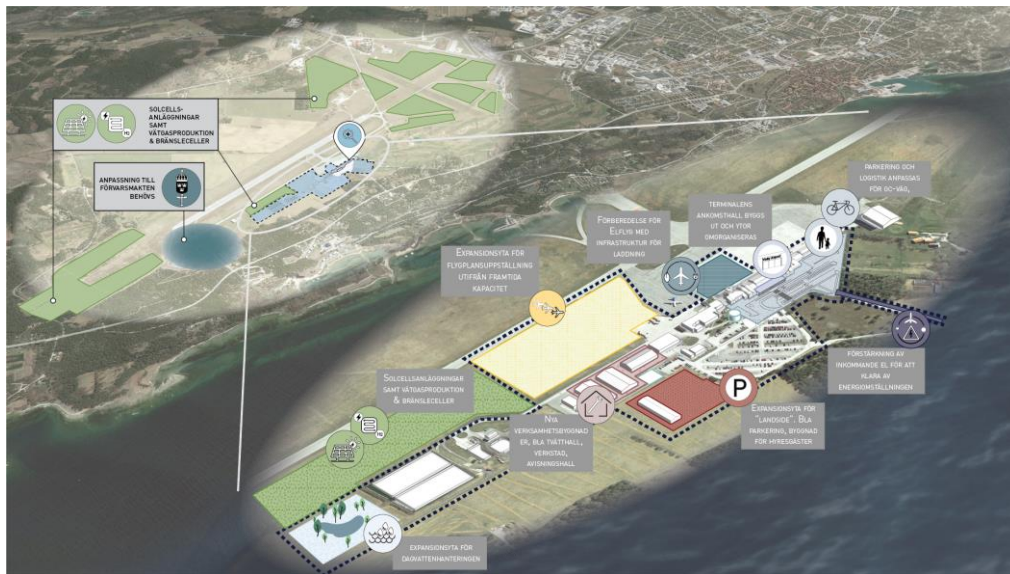
Framtida flygplanskoncept som elflyg, eVTOL, vätgasdrivna flygplan och SAF-bränslen (hållbara flygbränslen) är centrala för den gröna omställningen inom transportsektorn. Att införa dessa teknologier skulle stärka flygplatsens roll som en hållbar kommunikationshubb. Detta är särskilt relevant för Gotland, som profilerar sig som en plats för innovation inom förnybar energi och miljövänlig utveckling. Genom att minska både utsläpp och bullernivåer kan flygplatsen expandera utan att påverka den omgivande miljön eller lokalbefolkningen negativt. På längre sikt kan flygplatsen bli en förebild för hållbar utveckling, särskilt för små och medelstora flygplatser världen över.

7.3 Infrastruktur i förändring

I arbetet med att skapa ett fossilfritt flyg har Region Gotland upprättat avsiktsförklaringar med Heart Aerospace och Elfly Group för att undersöka de operativa förutsättningarna, de tekniska kraven för markinfrastruktur och underhåll av operativa flygplan, samt potentiella affärsmodeller som är lämpliga för användning av elflygplan.

7.4 Flygplatsen som energinav

För Swedavia, som äger Visby flygplats, är satsningen på elflyg en central del i arbetet för att främja fossilfritt inrikesflyg till 2030 och fullständigt fossilfritt till 2045. Swedavias elflygsstrategi innebär att koncernen aktivt förbereder och utvecklar flygplatsinfrastrukturen för att kunna ta emot elflyg när de blir kommersiellt tillgängliga.



Figur 36. Vision för Visby flygplats. Källa: Swedavia.

7.5 Investeringar och omställningskostnader

Scenarierna för Visby flygplats är förknippade med omfattande omställningskostnader för att möjliggöra fossilfritt resande och omvandla flygplatsen till en energihub för regionen. Denna utveckling kräver betydande investeringar i infrastruktur. Här är en översikt över de viktigaste kostnadsposterna och vad som behövs för att genomföra dessa initiativ.

Infrastruktur för elflyg

För att Visby flygplats ska kunna hantera elflyg krävs specifika laddningslösningar, som är en av de största investeringsposterna:

- **Laddningsinfrastruktur:** En enskild laddstation för elflyg kostar ungefär 30 miljoner kronor. Med behov av två sådana stationer, blir totala investeringen 60 miljoner kronor.
- **Mobil laddlösning med batterilager:** Ett alternativt eller kompletterande system består av en mobil laddningsenhet med ett batterilager och ett tillhörande garage. Denna lösning kostar mellan 50 och 60 miljoner kronor, beroende på batterilagrets storlek och specifika tekniska krav.

Sammanlagt kräver laddningsinfrastrukturen en investering på mellan 110 och 120 miljoner kronor för att tillgodose behoven för elflyg på Visby flygplats.

Investeringar i förnybar energi

För att Visby flygplats ska kunna bli en energihubb som kan stödja såväl flygplatsens som regionens energibehov krävs betydande investeringar i förnybar energi, främst solenergi och vätgasproduktion.

- **Solcellsanläggning:** Ett första steg är att investera i en omfattande solcellsanläggning för att säkerställa lokal och hållbar elproduktion. Investeringens storlek beror på anläggningens kapacitet. Erfarenheter från liknande projekt indikerar att det kan handla om investeringar på över 50 miljoner kronor för att möta flygplatsens behov och även leverera överskott till elnätet.
- **Vätgasproduktion:** För att stärka flygplatsens roll som energihubb kan installation av en vätgasproduktionsanläggning övervägas. Denna anläggning skulle kunna lagra överskottsenergi från solcellsanläggningen och använda den som drivmedel för till exempel flygplan eller båtar. Investeringen för en sådan anläggning uppskattas också till flera miljoner kronor, beroende på dess kapacitet. Kostnaden för en effektiv och skalbar vätgaslösning kan rimligtvis börja på minst 100 miljoner kronor.

Sammanfattning av kostnader och investeringar

De totala kostnaderna för att omvandla Visby flygplats till en anpassad anläggning för elflyg, och som kan fungera som en energihubb, uppskattas till följande belopp:

- **Laddinfrastruktur för elflyg:** 110–120 miljoner SEK
- **Solcellsanläggning:** över 50 miljoner SEK
- **Vätgasanläggning:** över 100 miljoner SEK

Det totala investeringsbehovet för att ställa om flygplatsen och möta framtida behov av fossilfria flygplan beräknas ligga på ungefär 250–300 miljoner SEK.



Referenser

Aviationweek, Internationell flygtidskrift.

Gotlandsflygets utveckling efter avregleringen – En behovsanalys. Rapporten är framtagen i samarbete mellan Luftfartsverket, Glesbygdsverket, Länsstyrelsen i Gotlands län och Gotlands kommun. 2001.

IATA, "Passenger Traffic & Sales Data"

Hammes Johanna Jussila, Salomonsson Johan, "Det kommersiella elflyget – verklighet eller dröm? En litteraturstudie över elflygets utsikter. VTI Rapport 1039 2020.

Kvarkenrådet, [Electric_aviation_2021_technology_overview.pdf](#). 2022.

Nordregio, "Electric Aviation Outlook in the Nordics"

OAG "Official Airline Guide" Tidtabellsdatabas

TRAFKA "Metoder för geografiska tillgänglighetsanalyser i transportsystemet" PM 2013:2.

TRAFKA, "Elflyg - början på en spännande resa – redovisning av ett regeringsuppdrag". Rapport 2020:12.

Trafikverket, "Reseströmmar från svenska flygplatser" 2024

Trafikverket, "Förutsättningar för elflyg i upphandlad flygtrafik" 2024

Trafikverket, "Trafikverkets flygprognos 2045/2065: Nationell prognos för antalet flygresenärer och spaning på den svenska kommersiella civil-luftfarten" 2024.

Transportstyrelsen, "Flygplatsstatistik"

Transportstyrelsen, "Geografisk tillgänglighet med flyg – En jämförelse mellan 2022 och 2023"

Transportstyrelsen, "Vätgas och Luftfart – Är vätgas svaret på flygets klimatpåverkan" TSL 2021–3811.

Detta är baksidan på rapporten.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)