

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Skapa förutsättningar för hållbara flygtransporter	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Enabling conditions for sustainable aviation	
Universitet/högskola/företag Rise Research Institutes of Sweden AB	Avdelning/institution RISE Samhällsbyggnad - Systemomställning och Tjänsteinnovation
Adress Box 857, 501 15 Borås	
Namn på projektledare Magnus Eriksson	
Namn på ev övriga projektdeltagare SAS och Swedavia	
Nyckelord: 5-7 st Flyg, Biobränsle, Bioflygbränsle, Fossilfritt, Transporter, Innovation, Transporter	

Förord

Projektet möjliggjordes genom finansiering från Energimyndigheten i samverkan med RISE genom 50-procentig medfinansiering. Utöver detta har ett flertal aktörer bidragit finansiellt och med naturinsatser i projektets aktiviteter.

I projektet deltog intressenter från hela ekosystemet¹ av aktörer för fossilfritt flyg – från skog till vinge – vilket gjorde det möjligt att samla olika perspektiv och identifiera möjligheter och hinder för utvecklingen såväl inom som mellan branscher. Detta var ett tydligt och viktigt mål för att projektet skulle ha möjlighet att hitta vägar till en snabb och positiv förflyttning i relation till klimatpolitiska och transportpolitiska mål samt den svenska flygbranschens egna mål och åtagande om fossilfritt inrikes- och utrikesflyg.

Projektet tillsatte vid uppstart en styrgrupp² bestående av:

- Lars Andersen Resare (SAS),
- Lena Wennberg (Swedavia),
- Sandra Eriksson (RISE), och
- Markus Norström (RISE).

Utöver detta tillsattes en rådgivande grupp bestående av:

¹ I rapporten används ekosystem istället för värdekedjor då de värdekedjor vi känner till idag i stor utsträckning kommer att utvecklas och nya kommer tillkomma under utvecklingen till 2045.

² Utöver dessa har Johanna Mossberg och Niklas Johannson från RISE också deltagit i styrgruppen. Sandra Eriksson och Niklas Johannson har agerat ordförande i styrgruppen.

- Maria Wetterstrand (Miltton Group),
- Prof. Pål Börjesson (Lunds universitet),
- Dr. Gunnar Olofsson (styrelseordförande SEKAB)
- Jana Moldanová (IVL Svenska miljöinstitutet), och
- Jonas Lindmark (Energimyndigheten).

Projektet har genomförts i nära samverkan med *Fossilfria flygtransporter 2045* (EM-projektnr: 47456-1).

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Summary	3
Inledning	3
Genomförande	4
Resultat	5
Teknikscreening	5
Framtidsanalys	7
Trendanalys	8
Scenarioanalys	9
Färdplan	13
Diskussion	19
Publikationslista	21
Referenser, källor	21
Bilagor	22

Sammanfattning

I takt med klimatomställningen i samhället har flygbranschen etablerat mål om fossilfritt inrikesflyg från 2030 och från 2045 även fossilfrihet för tankning av internationella flygningar som startar från svenska flygplatser. Målen är ambitiösa med tanke på dagens situation och den låga inblandning av bioflygbränsle som sker idag. Samtidigt utvecklas nya teknologier för bioflygbränsle såväl som elektrobränslen, hybridflyg, elflyg och vätgasflyg. Dessa kommer på olika sätt att stödja utvecklingen mot målen och förhoppningsvis göra att målen uppfylls. Det är däremot oklart när och hur olika lösningar kan komma att bidra. Mot denna bakgrund genomfördes projektet med syfte att utveckla en färdplan som kan nå målen men även att titta på alternativa scenarier där målen inte nås. På så sätt har olika omvärldsfaktorer kunnat belysas för att identifiera möjligheter och hinder. I detta arbete lyfts en stabil politisk agenda som reformeras för att ge starkt stöd till fossilfrihet såväl som samverkan inom ekosystemet av aktörer inom flygbranschen upp som främsta möjliggörare. Detta för att ge stöd till forskning och utveckling samt för att innovationer ska få en spridning och större effekt.

Summary

As part of the societal climate transition, the aviation sector has established the goals of fossil free domestic flights from 2030 and from 2045 also fossil free fuelling of international flights taking off from Swedish airports. These goals are ambitious given the present situation and the low rate of bio jetfuels currently included in jetfuels. At the same time, new technologies for bio jetfuels as well as electrofuels, hybrid, electric and hydrogen solutions are being developed. These will, in different ways, support the development towards the goals and hopefully contribute to reaching them. It is however unclear when and how such solutions will be viable and thus implemented. Against this background, the project was carried out with the purpose of developing a roadmap that can reach the goals, while also looking at scenarios where the goals are not met. This allowed different framework conditions to be studied to identify various possibilities and barriers. The results point to a stable political agenda that is reformed to provide strong support to a fossil free transition as well as collaboration within the ecosystem of stakeholders as the key supporting factors. This is based on the needed support it would provide for research and development as well as a broader dissemination and thus effect of innovations.

Inledning

Dagens klimatutmaning behöver mötas internationellt och inom samtliga samhällssektorer och branscher. Detta inkluderar flyget som idag (2019) står för 2-3 % av de internationella koldioxidutsläppen (IATA, 2021). I Sverige står inrikesflyget (2019) för ca. 1 % av den nationella koldioxidutsläppen och om internationella flygtransporter inkluderas är andelen ca. 6 % (SCB, 2021).³ Som ett resultat har den svenska flygbranschen etablerat målen att inrikesflyget ska vara fossilfritt till 2030 och att samma mål ska gälla tankning av allt flyg som startar från svenska flygplatser år 2045. Detta preciseras bland annat i den färdplan som tagits fram genom branschföreningen Svenskt Flyg inom Fossilfritt Sverige (Föreningen Svenskt Flyg och Fossilfritt Sverige, 2020).

Dessa mål kan endast nås genom ytterligare effektiviseringar och att dagens primärt fossila flygbränslen ersätts med fossilfria bränslen, inklusive bioflygbränslen, eller elektrifiering där det senare kan nås genom batteridrift eller vätgas. Av dessa är bioflygbränslen den mest mogna teknologin. Det finns idag flera exempel på hur bland annat upphandling och andra affärsmodeller⁴ skapat drivkrafter för forskning och utveckling såväl som produktion av bioflygbränslen. Även elflyg genomgår idag en stark utveckling där bland annat aktörer i Norge har planer för elflyg för inrikesflyg i närtid. Av de fyra möjligheterna är

³ Utsläppen för inrikesflyg beräknat på totala nationella utsläpp inkl. internationella transporter och exkl. LULUCF. Utsläppen som inkluderar internationellt flyg beräknat på totala nationella utsläpp inkl. internationella transporter och exkl. LULUCF. Notera att siffrorna inte inkluderar effekter av höghöjdsutsläpp.

⁴ T.ex. Fly Green Fund, <https://flygreenfund.se/>.

vätgasflyg den teknologi som är längst från marknaden, men som har en stor potential framåt.

Ett potentiellt problem för att nå målen – särskilt målet om fossilfritt inrikesflyg till 2030 – är att det idag inte finns tillräcklig inhemsk produktion av bioflygbränsle.⁵ Detta då bioflygbränsle med stor säkerhet kommer att vara den teknologi som kan nå mål inom en 10-årshorisont. Det saknas även en mogen marknad där affärsmodeller, värdekedjor och samverkan tillsammans ger tillräckliga incitament och förutsättningar för den snabba uppskalning av den produktion som behövs.

Med detta som bakgrund utvecklades tanken om en omvärldsanalys och färdplansarbete inom fossilfria flygtransporter för att skapa den dialog och samverkan som identifierades som central.

Huvudman för projektet har varit RISE Research Institutes of Sweden AB och projektet pågick 2018-11-01 – 2021-01-31.

Genomförande

Projektet genomfördes i nära samverkan med projektet som utvecklade och drev innovationsklustret Fossilfria flygtransporter 2045 (FFT-2045, EM-projektnr: 47456-1). Projekten samverkade genom att detta projekt skapade djupare kunskap kring möjliga vägar och behov för att nå målet om fossilfrihet och där klustret fungerade som en plattform för att engagera intressenter samt att sprida kunskapen.

Syftet med projektet var att processleda och samordna hela ekosystemet av aktörer – från skogen till vingen – för att nå politiska mål och flygbranschens mål om klimat och fossilfrihet. Detta innebar att projektets specifika mål var att skapa en nationell färdplan för fossilfrihet till 2045, vilket inkluderar fossilfria inrikesflyg samt fossilfrihet vid tankning av utrikesflyg som lämnar svenska flygplatser. Målen inkluderade även att i färdplanen peka ut vägar för att skapa en globalt ledande bioflygbränslerregion som främjar sysselsättning, industriell utveckling och ekonomisk tillväxt.

För att möta dessa projektmål genomfördes en framtidsanalys för att tillsammans med värdekedjan identifiera möjligheter och hinder längs med den utveckling som pekas ut i färdplanen. Detta inkluderade studier kring kommersialisering av bioflygbränsle genom att samla kunskap om råvarubehov, produktionspotential, kostnader och hållbarhetsaspekter.

⁵ Däremot kan anses att den globala produktionen i nuläget är tillräcklig för den inblandning som nu sker.

Resultat

Teknikscreening

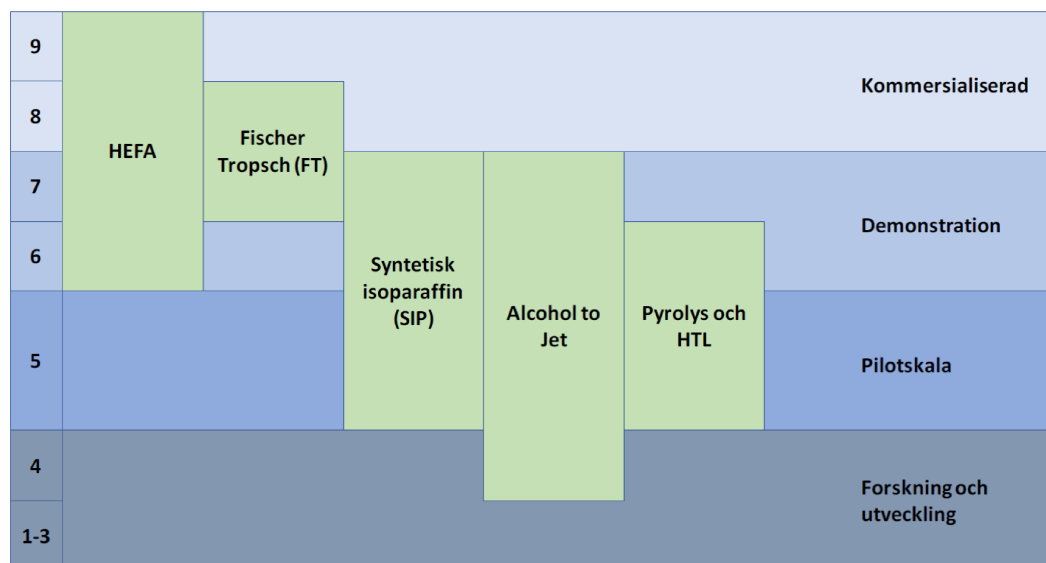
En förutsättning i utvecklingen av en färdplan är en förståelse av vilka teknologier som kan komma att bidra till utvecklingen, när de kan göra det och på vilket sätt. Inom projektet genomfördes därför en teknoekonomisk analys av bioflygbränsleproduktion. Denna innehöll en uppskattning av råvarubehovet, vilket är relevant givet det stora antal aktörer och branscher som idag har målsättningar att hantera klimatfrågan genom en övergång till förnybara råvaror. Analysen inkluderade också en syntes av hur mogna olika teknologier är i relation till kommersialisering och certifiering.

Mängden tillgänglig bioråvara för produktion av bioflygbränsle är relevant givet att råvaran behöver uppfylla hållbarhetskriterier samt att det finns andra branscher som behöver hållbar bioråvara för att nå sina mål om förnybarhet och klimatåtaganden. En analys av konkurrensen kring råvaran har inte ingått i projektet men andra studier har indikerat att jungfruligt uttag av bioråvara samt råvara från restflöden av biomassa kanske inte är tillräcklig för att samtliga aktörer i Sverige ska kunna nå sina mål (Lundmark, 2020). Samtidigt finns parallellt med klimatfrågan en stark utveckling inom resurseffektivitet och cirkulär ekonomi som kan komma att hjälpa denna situation. Samverkan mellan dessa områden är däremot en mycket komplex systemfråga som behöver belysas ytterligare inom forskning.

Vid en ökad elektrifiering av fordonsflottan kan tänkas att en del av produktionen av biodiesel kan flyttas över till produktion av bioflygbränsle. En sådan strategi, om den skulle tillämpas, behöver däremot säkerställa att inga negativa fördelningseffekter och brister i tillgänglighet uppstår för bägge användningsområden. Framöver är det sammanfattningsvis viktigt att behovet av bioråvara för flyget ingår i de analyser som görs kring konkurrensen kring denna resurs, vilket bör ske i dialog med Energimyndigheten, Skogsstyrelsen, Skogsindustrin, Drivkraft Sverige (tidigare SPBI), Fossilfritt Sverige, akademien och andra relevanta aktörer.

Förutom tillgång på hållbar råvara är möjligheten att producera bioflygbränsle i Sverige för att täcka behovet framåt beroende av att produktionskapaciteten utökas. Detta är tydligt, inte minst, då bioflygbränsle idag representerar <1 % av totala bränsleanvändningen (SOU 2019:11). På grund av den internationella konkurrensen om dessa bränslen och Sveriges nationella klimatåtaganden samt svenska flygbranschens mål bör efterfrågan till största utsträckning kunna tillgodoses genom inhemsk produktion. Denna utveckling utgår från en situation där det idag inte sker någon kommersiell produktion i Sverige utan importeras främst från USA och Finland. Därmed behövs en tydlig färdplan för hur detta ska ske och hur det samverkar med andra teknologier.

Figur 1 – Kommersialiseringsgrad av teknologier för bioflygbränsleproduktion baserat på FRL (SOU 2019:11)



Det finns också flera teknologier för produktion av bioflygbränsle, vilka har olika Fuel Readiness Levels (FRL)⁶. Utöver detta krävs att produktionsprocess och bränsle innefattas av en godkänd certifiering (FRL7) för att kunna användas, vilket idag sker som inblandning. Inblandningen som är idag är certifierad sträcker sig från ca. 10–50 % inblandning och där uppfattningen inom klustret är att Sverige kan nå 50 % inblandning på relativt kort sikt. Däremot står det klart att målet om fossilfria flygtransporter (dvs. 100 % inblandning) inte kan nås med dagens certifieringar eller utan elektrifiering av flygtransporterna. En viktig del i teknikutvecklingen är därmed att utveckla bioflygbränslen som kan certifieras och ensamt användas som flygbränsle. Parallellt med detta behöver tekniska förutsättningar för användandet av ett sådant certifierat bränsle hanteras. Det finns idag olika förutsättningar för flygmotorer att hantera den sortens bränsle. I stor utsträckning handlar det om att hantera olika nivåer av aromater i bränslet, där en avsaknad av aromater kan vara problematiskt för motorerna.

Därmed finns stora skillnader i förutsättningar för de olika teknologierna att bidra till uppsatta mål. För svensk bioflygbränsleproduktion från svenska källor finns flera teknologier som kan anses som relevanta teknikspår. Detta då de tillåter produktion från jungfrulig skogsråvara, annan återvunnen bioråvara eller tillgängliga restströmmar av lämplig råvara. Det senare kan inkludera biprodukter från skogsindustrin som sågspån, bark och GROT⁷. Produktion från sådana restströmmar kan och bör positioneras inom ramen för industriell symbios för att diskuteras som en möjlig strategi relativt andra möjligheter.

⁶ Fuel Readiness Level beskriver status för forskning, demonstration, certifiering och kommersiell tillverkning av alternativa flygbränslen. <http://www.caafi.org/information/fuelreadinesstools.html>

⁷ Grenar och toppar, dvs. hyggesrester.

De teknologier som i den teknoekonomiska analysen anses mest intressanta för svensk del inkluderar förgasning, hydrotermiska processer samt en sockerplattform. Däremot är det svårt att peka ut vilken eller vilka teknologier som är mest lovande ur ett nationellt perspektiv. Orsaken är att det finns ett flertal aspekter som avgör deras ekonomiska och tekniska tillämpbarhet. Exempel på sådana aspekter är placering av anläggningen relativt tillgänglig råvara och leveranser av bränsle, existerande infrastruktur och möjligheter till utbyggd infrastruktur, vilken avsättning som är möjlig av restprodukter i produktionen och tillgänglighet på olika typer av bioråvara. Det är med andra ord inte endast FRL som avgör tillämpligheten utan även andra aspekter, vilket gör att Figur 1 inte kan ses som en självklar bild av kommersialisering (FRL9).

Frågan om vilka teknologier som med störst sannolikhet kommer att spela mest central roll i utvecklingen behöver därmed utvärderas kontinuerligt inom klustret FFT-2045 med hänsyn till olika faktorer. Konkurrensen om olika typer av råvaror kommer att ändras. Detta beror bland annat på omställning och utveckling inom skogsindustrin där dagens tillgängliga resurser kan komma att ändras på grund av nya processer och möjligheter för skogsindustrin att leverera restflöden till olika sektorer med olika betalningsvilja. Genombrott kan även ske inom de olika teknologierna för biobränsleproduktion då det görs betydande satsningar inom området globalt.

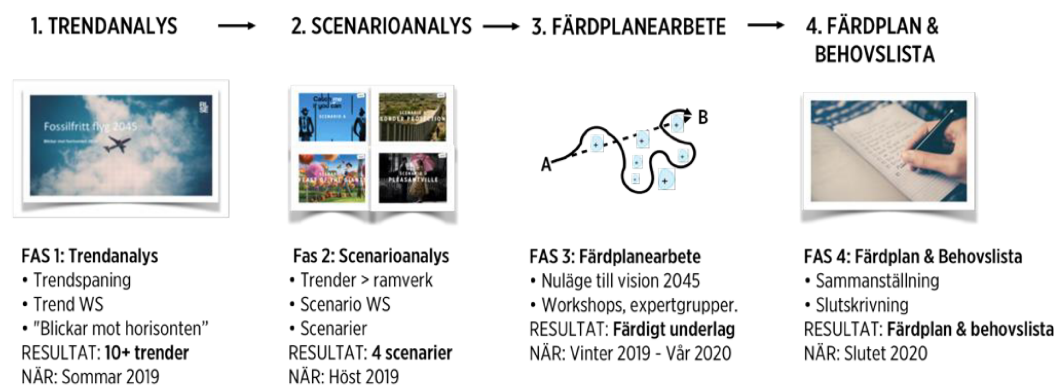
Framtidsanalys

Arbetet med att ta fram en färdplan skedde huvudsakligen genom en strukturerad process med flera delmoment som planerades och leddes av experter inom scenariobaserad strategiutveckling. I processen deltog representanter från en bred grupp av organisationer i och kring flygets värdekedja, från skogsindustrin, som representerar hållbar råvara från skogen till besöksnäringen, som representerar slutkunden.⁸ Genom detta skapades parallellt med färdplansutvecklingen en tydlig förankring av densamma.

Framtidsanalysen delades upp i fem delmoment som genomfördes efter varandra (Figur 2):

- trendanalys,
- scenarioanalys,
- färdplanarbete,
- behovsanalys, och
- fastställande av färdplan.

⁸ Förhoppningen var att fler organisationer skulle delta, men detta begränsades av pandemin.

Figur 2 – Metodik för framtidsanalysen


Trendanalys

Trendanalysen startade genom en workshop med fokus på ”historisk scanning”, vilket gav underlag för en trendspaning genom att titta på hur branschen och bioflygbränsle utvecklats historiskt. Detta följdes upp med en litteraturstudie och inspel från ca. 50 experter som genomförde en scanning av omvärldstrender. Resultatet var ett 80-tal trender som tillsammans pekade på möjliga utvecklingar inom bl.a. teknologikutveckling, marknadsfrågor och transportmönster.

Detta låg till underlag för en workshop kring trender där deltagarna innan fått uppgiften att läsa och förbereda synpunkter kring de trender som identifierats. Vid workshopen samlades trenderna i ca. 10 stycken trendkluster och diskuterades i relation till om de kan anses mer eller mindre säkra eller osäkra.

De trender som ansågs viktigast och mest *säkra* var:

- Ökat stöd för styrmedel på politisk nivå.
- Ökande konsumenttryck mot hållbart resande.
- Globalt resande fortsätter öka.
- Ökande teknikutveckling mot elektrifiering.
- Ökande konkurrens om råvara.

De trender som ansågs viktigast men mest *osäkra* var:

- Oljans fortsatta påverkan inom energisystemet.
- Ökande investeringsvilja i hållbart.
- Ökande inslag av disruptiv teknik.
- Ökande politisk polarisering.
- Ökande småskalighet och decentralisering.

Resultatet presenterades i trendrapporten ”Fossilfritt Flyg 2045 – Blickar mot horisonten 2019” som togs fram inför Almedalen 2019. Detta material sammanställdes, fördjupades och kompletterades till en presentation av de sju trender som deltagarna ansåg vara starkast. Presentationen utvecklades för att vara grafiskt tilltalande för att åhörare och andra ska kunna använda den i sina egna organisationer för att ta dialogen vidare både internt och med sina intressenter. Vid Almedalen genomfördes också 8 stycken filmade intervjuer med aktörer kring ”Fossilfritt Flyg 2045 - Blickar mot horisonten 2019” som publicerades på YouTube och spreds via klustrets webbplats och sociala kanaler.

Scenarioanalys

Scenarioanalysen och de framtagna scenarierna syftar till att stödja strategiskt arbete och diskussioner genom att presentera rimliga och konsekventa bilder av hur framtiden kan komma att se ut.⁹ Detta utifrån hur omvärldsfaktorer kan komma att utvecklas fram emot 2045, vilka har stor relevans för fossilfritt flyg men som aktörerna i ekosystemet inte kan påverka.

Scenarioanalysen genomfördes i flera steg. Först utgick analysen från utfallet av trendanalysen och inkluderade en faktorsanalys där de viktigaste faktorerna att fånga i scenariorättelserna identifierades och beskrevs. En tydlighet kring detta är viktigt då scenarierna kan ses som berättelser som innehåller beskrivningar av olika samhällssektorer ser ut i framtiden. Därmed beskriver de även vad som kan behöva göras inom dessa sektorer. Dessa sektorer var:

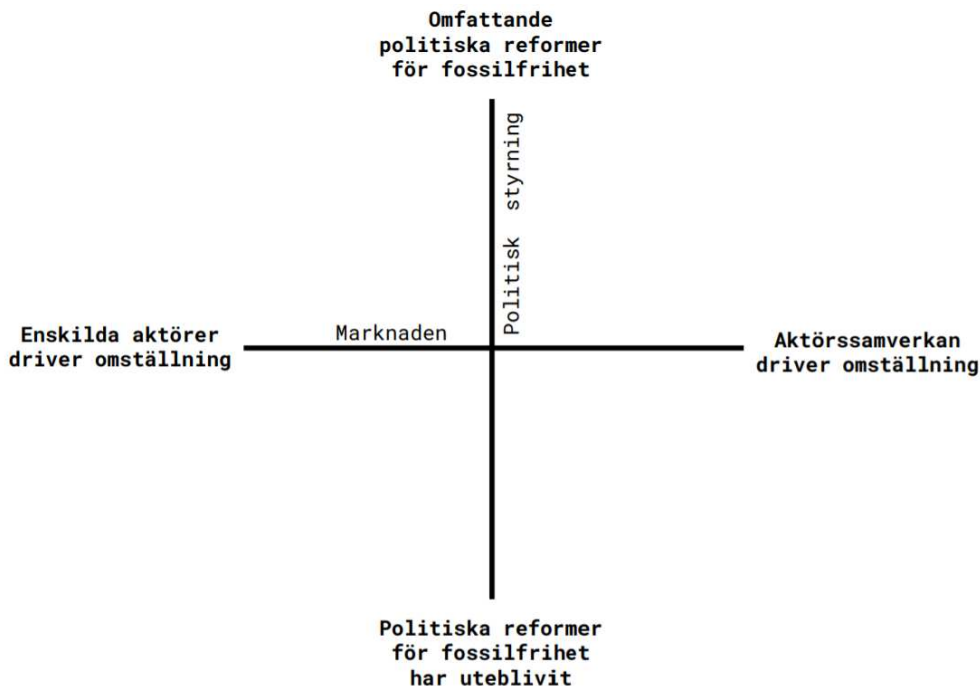
- näringslivet,
- politiken,
- samhället,
- infrastruktur, samt
- finanssektorn.

Utifrån detta beskrevs följande faktorer:

- utveckling av globalt resande.
- konsumenttryck mot hållbart resande,
- råvarukonkurrens,
- utveckling av oljeindustrin.
- investeringsvilja inom hållbar utveckling,
- utveckling av elektrifiering,

⁹ Det bör understrykas att scenarier inte är prognoser eller förutsägelser. Scenarier beskriver olika rimliga och konsekventa framtida världar, där vissa ramverkesfrågor är desamma. Med stor sannolikhet är det inte ett specifikt scenario som spelar ut framåt, utan framtiden visar ofta en kombination av dem.

- decentralisering,
- disruptiv teknik, och
- affärsmodeller.

Figur 3 – Scenariokors


Därefter definierades axlar som ramar in scenarieberättelserna, vilka representerar kombinationen av två avgörande osäkerheter inom framtiden för fossilfritt flyg. De faktorer som kom att utgöra dessa axlar var:

- Politisk styrning med fokus på hur starkt det politiska ramverket utvecklas för att styra mot fossilfrihet.
- Marknad med fokus på om det är enskilda aktörer eller samverkan mellan aktörer som präglar omställningen i relation till utbud och efterfrågan.

I en workshop tillsammans med aktörer och intressenter i ekosystemet målade deltagarna sedan själva ut scenarioberättelserna genom att beskriva hur de olika faktorerna spelar ut i varje scenario. På denna deltog 23 aktörer från ekosystemet. Berättelserna kompletterades sedan och strukturerades för att inkludera och beskriva hur samhället, politiken, näringslivet, infrastruktur samt finanssektorn ser ut i varje scenario. Genom denna process utvecklades fyra scenarier, vilka motsvarar en och var av de fyra kvadranterna i Figur 3.

Scenario 1: Kapplöpning mot skyn

Det första scenariot beskriver en utveckling till 2045 som innehåller omfattande politiska reformer för fossilfrihet och en marknadsutveckling som främst drivs av enskilda aktörer. Fossilfrihet till 2045 nås inte helt med detta scenario men branschen har kommit en lång väg mot målet.

I detta scenario har en rad radikala politiska initiativ skapat tydliga incitament för hela ekosystemet att röra sig mot fossilfrihet. Ett resultat av bland annat detta är att konsumenter allt mer accepterar och förväntar sig att klimatåtgärder leder till vissa restriktioner. Flygresevanorna och hela resemarknadsstrukturen har därmed ändrats med färre globala turistresor. I de fall resorna görs stannar resenärerna längre på resmålet. Affärsresor ökar däremot som en del i den fortsatta globaliseringen. De politiska initiativen inkluderar stöd till forskning och utveckling och där högre risker tas vad gäller koncept med högre risk. De som driver utvecklingen inom näringslivet är framsynta företag, enskilda innovatörer och nya spelare. Därmed spelar riskkapital en stor roll för att finansiera utvecklingen. Resultatet blir att disruptiva teknologier succesivt når marknaden men däremot sprids de inte optimalt. Dessa teknologier inkluderar ett fokus, likt övriga samhället, på elektrifiering. En trend som även stöts av en allt högre konkurrens om bioråvara som uppstår, bland annat, genom en kvotplikt. Däremot får flygbranschen på 30-talet under en period nästan exklusiv rätt att använda bioråvara för energiändamål men mot 2040 sker en omställning från bioflygbränsle.

Scenario 2: Gynnsamma vindar

Det andra scenariot innehåller i likhet med det första omfattande politiska reformer. Däremot sker en betydande samverkan mellan flygbranschens ekosystem av aktörer. Situationen 2045 är därför att flygbranschen nått sina mål om fossilfrihet.

I detta scenario har en konsekvent politisk agenda, oberoende av mandatperioder, gett marknaden trygghet i att investera forskning och utveckling samt omställning av affärsmodeller för fossilfria flygtransporter. Utvecklingen har också inkluderat allt mer miljömedvetna konsumenter, vilket gjort hållbarhet till en förutsättning både politiskt och inom näringslivet. Resandet har i denna framtidsbild inte ändrats på samma sätt vad gäller mängden flygresor. Däremot sker en kraftig förflyttning mot mer hållbara lösningar under de sista tjugo åren. Detta bland annat genom intermodala lösningar och transportmönster som gör det lätt att planera och genomföra resor med olika transportslag. Hållbarheten i det nya transportsystemet avgörs genom ett systemperspektiv – från råvara till konsumtion – snarare än 20-talets stuprörbaserade planering. Genom detta är Sverige och Norden en globalt ledande region för hållbart resande. Inte minst som ett resultat av att Sverige var en pådrivande kraft i införandet av en global kvotplikt för biobränsle som gynnat svensk produktion och exportförmåga. Utvecklingen inom näringslivet hade däremot inte kunnat ske utan den samverkan som skedde inom ekosystemet av aktörer som redan från 20-talet präglades av samarbete inom kluster och innovationer. För att klara de allt strängare

hållbarhetskraven politiskt och från konsumenter blev själva värdekedjorna mer lokaliserade, och företag från flera branscher gick samman i industriella symbiosnätverk, som även omfattar utbyte av el.

Scenario 3: I spinn

Det tredje scenariot är motpolen till scenario 2 och är en framtid där både politiska reformer för fossilfrihet och samverkan mellan ekosystemet av aktörer delvis uteblivit. Med denna utveckling är flygbranschen längst ifrån sitt mål om fossilfrihet vid 2045 jämfört med övriga scenarier.

Samtidigt som frågorna kring klimat och annan hållbarhet alltjämt har en stark roll i samhället så sker i detta scenario en lägre nationell och internationell samverkan inom politiska utvecklingen såväl som utvecklingen inom näringslivet. Situationen präglar även utvecklingen av transportsystemet och med introduktionen av bioflygbränsle konkurrerar flyg- och tågbranschen under 20 och 30-talet om vilket transportslag som är mest hållbart. Som ett resultat blir den politiska agendan mindre robust och ändringar i det politiska ramverket gör att incitamenten för forskning och utveckling blir lägre. Därmed skickas mindre tydliga signaler till den finansiella sektorn och det finns lägre tillgång på kapital för större omställningar och radikala innovationer. Klimatomställningen sker därför olika snabbt inom olika branscher. Innovationstakten blir låg och innovationer som utvecklas får låg spridning. Fokus hamnar på inkrementell innovation med lägre innovationshöjd och därmed lägre risker. Transportsystemet påverkas av detta och elektrifieringen av fordonsflottan sker långsammare vilket under 20 och 30-talet ökar konkurrensen på bioråvaran. I frånvaro av en tydlig politisk riktning är det marknadskrafter och inte hållbarhetsaspekter som styr vem får störst tillgång till biobränslet.

Scenario 4: Hög turbulens

Det fjärde scenariot inkluderar en låg reformtakt för fossilfrihet men trots detta en hög samverkansgrad. Genom detta nås inte målet om fossilfrihet till 2045 och även om utvecklingen går framåt så nås inte samma nivå av omställning som för scenario 1.

Trots fortsatta klimatförändringar så uteblir en tydlig och stark politisk reformtakt för fossilfrihet. De politiska initiativ som tas syftar främst till att främja samverkan och hållbarhet. Däremot införs inte starka ekonomiska styrmedel för innovationsfrämjande och offentlig finansiering. För att säkra finansieringen samlas företag därför i kluster och andra samverkansformer. Därmed skapas nya värdekedjor och affärsmodeller. Situationen leder till att det i många fall är konsumenterna som skickar viktiga signaler och skapa incitament för näringslivets omställning. Resultatet blir att ambitionsnivån och omställningstakten blir låg. Resandet fortsätter växa i volym och för företag ses mer hållbara transportalternativ som en hygienfaktor. En snabb elektrifiering under 20-talet gjorde en stor del av fordonsflottan eldriven. Minskad konkurrens om bioråvaran har därför gjort att majoritetens av det biobränsle som produceras går till flygsektorn.

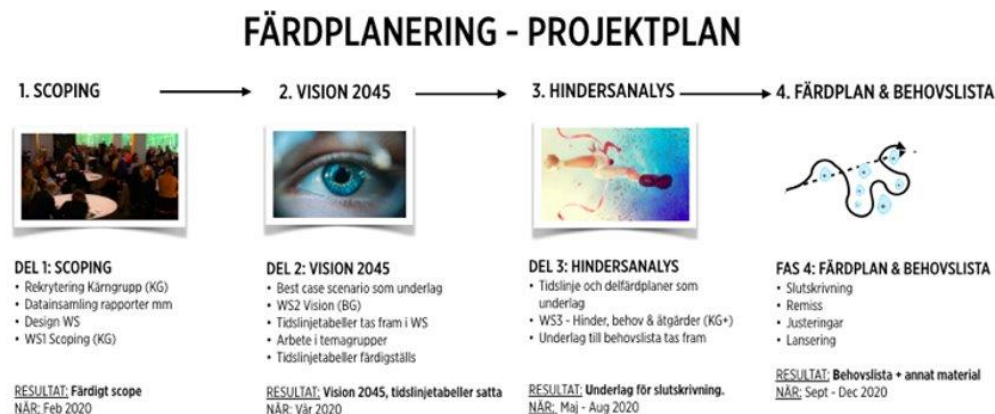
Övningsdel för ekosystemet

Rapporten inkluderar även övningsdel med syfte att organisationer ska kunna arbeta vidare utifrån scenarierna genom att bidra med information och en struktur till strategiska samtal och konversationer kring olika möjliga framtider för fossilfritt flyg. Därmed förlängdes livslängden på rapporten genom att kunna användas för nya och mer aktörsspecifika analyser.

Färdplan

Utvecklingen av färdplanen utgick från trendanalysen och scenarierna och delades upp i tre faser – scoping, vision och hindersanalys – vilka genomfördes som workshopar. Detta mynnade ut i en färdplan med behovsanalys för att kunna lista behoven för att nyttja möjligheter och överkomma barriärer i den önskade utvecklingen.

Figur 4 – Färdplaneprocessen



Vid workshoparna deltog en kärngrupp av aktörer parallellt med andra inbjudna. Denna kärngrupp bestod av:

- Lena Wennberg, Koncernmiljöchef, Swedavia
- Lars Andersen Resare, Head of Environment and CSR, SAS
- Maria Fiskerud, Klusterledare FFT-2045, RISE
- (resterande i alfabetisk ordning)
- Stina Algotson, VD, Besöksnäringens Forsknings- och Utvecklingsfond (BFUF)
- Mauritz Andersson, forskare, Inst. För elektroteknik, Uppsala universitet
- Ylwa Alwarsdotter, Executive Vice President Business Development, SEKAB

- Carina Bergqvist, Brand Manager and PR, KLM
- Henrik Brodin, Strategic Business Development Manager, Södra
- Anton Fagerström, Project Manager, IVL Svenska miljöinstitutet
- David Hild, VD, Fly Green Fund
- Christian Janssen, Director Business Development, ST1
- Massoud Javaheri, Head of Renewable Aviation, Neste
- Per-Arne Karlsson, Director Renewable Energy, ST1
- Henrik Littorin, rådgivare, Heart Areospace
- Jannike Ludvigsson, Miljöstrateg, Swedavia
- Jonas Matthing, Senior forskare, RISE
- Gustav Melin, VD, Svebio
- Nils Paul, Näringspolitisk expert, Transportföretagen
- Anna Soltorp, fd Hållbarhetschef, BRA
- Mari Torstensson, Projektledare, Svenska Regionala Flygplatser

Scoping

Första workshopen – scoping – tjänade ett antal syften för att skapa en bra grund för färdplaneringen. Genom att avgränsa vad som skulle ingå i färdplaneringen, och vad som inte skulle ingå, kunde komplexiteten i arbetet hanteras genom att etablera ett hanterbart scope. I detta låg att ta fram tre tematiska huvudområden som skulle prioriteras högt i färdplaneringen. Dessa områden definierades som:

- Marknadsutveckling mot slutkunder, t.ex. nya affärsmodeller och kunderbjudanden samt konsumentbeteende.
- Marknadsutveckling för flytande bränsle, t.ex. tillgång på hållbar och lokalt bioflygbränsle, teknologier för bränsleproduktion, finansieringsfrågor för forskning, utveckling och produktion samt utveckling av elektroflygbränsle.
- Utveckling av alternativa teknologier, t.ex. teknologier, affärsmodeller, och infrastruktur för elflyg, hybridflyg samt vätgasflyg.

Inom scopingens preciserades också hur komplexa frågor skulle hanteras. Dessa frågor var geografiska avgränsningar, klimatkompensation, höghöjdseffekter, förhållande till konkurrerande tekniska lösningar för bränsleutveckling samt policyfrågor. Utöver detta diskuterades hur arbetet skulle förhålla sig till den kunskap som finns och den som utvecklats inom projektet. Slutligen etablerade scopingens även ett ”bibliotek” över material för användning i det fortsatta arbetet.

Vision 2045

Andra workshopen syftade till att utveckla en gemensam målbild av vad slutmålet är till 2045 samt att etablera delfärdplaner om vad som ska åstadkommas längs vägen för att nå slutmålet. Dessa delfärdplaner delades upp i 2020-2025, 2025-2035 och 2035-2045. Processen genomfördes som backcasting där första uppgiften var att utveckla målbilden för 2045 för att sedan definiera utvecklingen 2035-2045 och efter detta tidigare tidsperioderna. Delfärdplanerna diskuterades utifrån de tre huvudområdena från scoping (se ovan) och för fyra delfrågor:

- Vilken infrastruktur och teknik som finns på plats och vilken grad av fossilfrihet som uppnåtts.
- Vilka investeringar och vilken affärsomställning som behövs under perioden.
- Framsteg inom forskning och utveckling i jämförelse med tidigare period.
- Andra kritiska förutsättningar som policy och acceptans samt frågor som möjliggör tillämpning av de nödvändiga teknologierna.

Figur 5 - Visionen 2045

”Året 2045 är allt flyg som startar vid svenska flygplatser fossilfritt, medan inrikesflyg har varit fossilfritt sedan 2030. Framgången byggdes på branschöverskridande innovation och stöddes av långsiktig och konsekvent politisk styrning. Omställningen kännetecknades av flygbranschens tidiga och starka fokus på kontinuerliga effektiviserings- och driftoptimeringsinsatser, tillgång till hållbart lokalt producerat bio- och elektrobränsle, nya teknologiska lösningar i form av elflyg och vätgasflyg samt innovativa kunderbudanden. Förändringar på marknaden, verksamhetsutveckling och introduktion av nya policys och infrastruktur har alla bidragit till att nå visionen.

Året 2045 drivs efterfrågan för både inrikes- och utrikesflyget av fortsatt globalisering och kundernas ökade fokus på hållbarhet, tillgänglighet och bekvämlighet. Dagens konsumenter är klimat- och miljömedvetna och uppkopplade, vilket har lett till strukturella förändringar på resemaknaden, med skiften i vistelselängd, dominerande resekatgorier och priskänslighet, och det övergripande fokuset på alla dimensioner av hållbarhet bidrar till att skapa självklara nischer för olika teknologier. För att tillgodose kundbehoven har nya marknadserbudanden tagits fram, inklusive nya prissättningsmodeller, nya destinationer och ökad möjlighet för kunder att bidra till samskapandet av hållbara lösningar. Informationen om hållbara resor är lättillgänglig och hållbarhet är inbyggd i resesystemet för att underlätta konsumentval.

Flygplatsinfrastrukturen, t.ex. elförsörjning, ellagring, tankning och bränsleförvaring är anpassad för den ökade komplexiteten och flygets

integration i resesystemet. Sveriges och Nordens produktionsanläggningar för biobränsle och elektrobränsle tillgodoser behoven av flytande hållbart bränsle till mer än 100 procent, resten går till export. Den förstärkta infrastrukturen och lokal produktion har säkerställt flygets tillgänglighet och tillväxt på landsbygden och på det sättet skapat mängder med jobb runt om i landet. Elflyg och vätgasflyg försörjer de kortare sträckorna, någonting som möjliggjorts av snabb utveckling och lokal produktion av batterier med ökad återvinningsgrad, samt kraftigt ökad tillgång till förnybar energi och grön vätgas.

Skapandet av ett integrerat transportsystem där resans syfte, tidsåtgång och klimat- och miljöpåverkan vägs in i valet av trafikslag och där policy sträcker sig hela vägen från råvaror till konsumtion har blivit den röda tråden i den svenska politiken. Transportsystemet är trafikslagsövergripande där varje trafikslag används så effektivt som möjligt. Tidigt och tydligt fokus på klimatreduktion och omfattande revidering av regler för offentlig upphandling under 20-talet följdes av införandet av en reduktionsplikt som främjar inhemsk produktion och introduktion av hållbarhetsdrivna riktlinjer för användning av skogsrester. Tillsammans med andra nordiska länder var Sverige en pådrivande kraft i införandet av en global kvotplikt för biobränsle, vilken har gynnat svensk produktion och exportförmåga. Gröna obligationer för omställning, omfattande skatteväxling och stöd i krissituationer har bidragit till att skapa den nödvändiga långsiktigheten i styrning. Snabba och smidiga certifieringsprocesser och FoU-stöd har också accelererat marknadsintroduktion av nya tekniker.

Året 2045 märkte slutdestinationen i Sveriges resa mot fossilfrihet. Sverige blev världens första fossilfria välfärdsnation och flygets omställning var en viktig pusselbit på vägen mot målet.”

För att uppnå visionen för fossilfritt flyg krävs både affärsförändringar, teknikutveckling och forskning om flytande bränsle, alternativa tekniker och kunderbudanden. Att genomföra detta effektivt och med minimerade resursförluster krävs även ett tydligt accelererat arbete med energieffektivisering. Utvecklingen behöver också ses ur ett systemperspektiv där alla åtgärder har en viktig roll att spela och där insatserna ska ses som kompletterande snarare än konkurrerande.

Arbetet lyfter därför den omfattande komplexitet som berör en storskalig förändring inom ekosystemet av aktörer och i relation till andra sektorer. Det innebär bland annat att vissa aktiviteter behöver starta i närtid för att möjliggöra andra insatser längre fram. En accelerering av utvecklingen generellt har stor effekt och en tidig utveckling av kortare flygdistanser skapar drivkrafter även för en snabbare utveckling av mellanlånga och längre distanser.

För att i första hand möjliggöra ett fossilfritt inrikesflyg 2030, krävs investeringar i pilotanläggningar för nya tekniker för fossilfria flytande bränslen. Detta inkluderar etanol till jet, elektrobränsle och förgasning. För att dela på risker och möjligheter med dessa måste offentliga/privata projektfinansieringsmodeller och sektoröverskridande affärsmodeller implementeras mellan bland andra skogsindustri, drivmedelsproducenter och energibolagen.

På medellång sikt behöver investeringar i produktionsanläggningar för nya tekniker fortsätta. För detta identifieras ett behov av bland annat offentligt-privata joint-ventures, för att på längre sikt kunna övergå till en fungerande marknad med fullskaliga anläggningar och produktion utan offentligt stöd. För att möjliggöra utvecklingen av elektrobränsle behövs även investeringar i elproduktion och distribution för grön vätgas under alla perioder.

Förutom affärsförändringar och investeringar har aktörer även beskrivit ett trefasigt forsknings- och utvecklingsprogram som syftar till att möjliggöra uppskalning och målet om fossilfrihet. Fas I i programmet bör fokusera på att utveckla dedikerade processer på labb-, pilot- och demoskala och nya katalysatorer, samt energieffektivisering av motorer och flygplanstyper och forskning kring grön vätgas. Dessutom kommer insatser krävas för integrering av anläggningar och nya bränsletyper i befintliga system, genom omställning av petroleumraffinaderier, modellering av integrering i energisystemet och processintegrering av anläggningar för fossilfria flygbränslen i befintlig infrastruktur för biodrivmedel och energi. Med avstamp i redan etablerade forskningsprojekt kommer kartläggning och utveckling av kunskap kring höghöjdseffekterna som uppstår vid användning av olika typer av bioflybränsle genomföras. Under Fas II skiftar fokuset i arbetet till utveckling av dedikerade processer för industriell skala och robust produktion av multipla bränslen i samma process. Under Fas III fortsätter arbetet från tidigare faser med ökat fokus på processoptimeringar, så att en fullständig fossilfrihet ska kunna uppnås.

När gäller alternativa teknologier utgick aktörer från målet att maximera den långsiktiga potentialen av framdrivningsteknik baserat på andra energikällor än flytande jetbränsle, samt lagringen av nödvändig energi ombord på flygplanen att bidra till fossilfrihet. Ett antal industriella satsningar pågår runt om i världen med koppling till vätgas- och batteridrivet flyg, och planerade agerande siktar delvis på att skapa förutsättningar för att kunna ta del av utvecklingen, och delvis på att säkerställa att svensk industri och svensk innovation mångdubblar sin storlek inom området. Båda typer av åtgärder anses viktiga för att säkerställa att Sverige når målet med fossilfritt flyg 2045, med reservation för att mycket av den nödvändiga teknikutvecklingen kommer ske utanför aktörskonstellationen.

För att utvecklingen ska kunna ta fart i en konkurrensutsatt marknad krävs på kort sikt en demonstration av affärsmässighet för kommersiella rutter. För att möjliggöra teknikutveckling måste även internationella samarbetsprojekt och gemensamma forskningssatsningar etableras, inom ekosystemet och i samarbete med offentliga aktörer och andra branscher. Exempelvis krävs utvärderingsinsatser för nya flygplatskonstruktioner, forskning och utveckling kopplat till batteriutveckling och koncepttest för vätgasdrift.

På medellång sikt måste en tydlig marknadsfördelning etableras mellan olika tekniska lösningar baserat på hållbarhetskriterier. Flygplatsinfrastrukturen måste anpassas för att förbereda för en bred introduktion av nya tekniker på lång sikt. Forskningen behöver fokuseras på att utveckla större passagerarflygplan med ny framdrivning samt etablering av distributionssystem för vätgas. Även processförändringar i säkerhetskontrollsrutiner och ledtider behöver genomföras.

På lång sikt måste ersättning av mindre turbindrivna farkoster och inköp av nya typer av farkoster ske, samt investeringar i el- och laddinfrastruktur för storskalighet.

När det gäller marknadsutveckling mot slutkund har industrinära forskning kring kundbeteenden och affärsförändringar på flygplatser, med syfte att skapa en mer diversifierad verksamhet, samt samverka med andra transportslag lyfts som viktiga åtgärder.

Tidig marknadsutveckling bygger på kundernas aktiva deltagande i omställningsarbetet, genom exempelvis möjlighet till köp/tillval av bibränsle vid reseköp. För att möjliggöra detta genomförs en rad kommunikationsinsatser. Forskning under perioden fokuserar på hållbar besöksnäring, betalningsvilja för hållbart flyg och nudging för hållbara transportval.

Affärsförändringar på medellång sikt syftar till att bredda kunderbudanden och förenkla rätt val, exempelvis genom att säkerställa tillgång till harmoniserad information om flygets klimatpåverkan. Gemensamma digitala plattformar utvecklas nationellt, och större flygplatser börjar erbjuda flera tjänster för resenärer. Forskning i den här perioden fokuserar huvudsakligen på kombinerad mobilitet och integration mellan olika transportslag.

På lång sikt fokuserar agerandet på att bygga in hållbarhet i resesystem och infrastruktur, med syfte att kunder inte ska behöva välja, samt att implementera integrerade transportlösningar i enlighet med forskningsresultat från föregående period. Gemensamma digitala plattformar för flera transportslag implementeras och integrerade kunderbudanden som omfattar flera tjänster skapas.

Hinder och behov

Den sista workshopen fokuserade på hinder och behov utifrån det tidigare genomföra arbetet och den utpekade utvecklingen. Detta utgick från att sammanfatta de viktigaste slutsatserna från färdplanen med delfärdplaner och därifrån identifiera vilka behov som uppstår, största hinder för agerande samt rekommendationer för andra mottagare (t.ex. politiker och andra branscher).

Hindren handlar sammanfattningsvis i stor utsträckning om bristande förutsättningar inom finansiering, politik, infrastruktur, samarbete, kommunikation och forskning. Ekosystemet av aktörer identifierade ett behov av en proaktiv och stabil politisk agenda för att minska risker med ofta stora investeringar i teknologiska lösningar som ibland sträcker sig över 40 år. I många fall berör detta att det politiska ramverket – med mål och olika styrmedel – harmoniseras så att synergier skapas och konflikter undviks mellan nationella och

internationella ramverken. Sverige rekommenderas ta en aktiv roll i ett EU-gemensamt policyarbete och vara drivande i att EU inför gemensamma styrmedel som gynnar svenska producenter och branschen. Utöver detta bör en agenda tas fram för att se hur EU-finansiering kan säkras samt samarbete inom EU kan realiserars. Samtidigt bör nordiskt samarbete uppmärksammas och erfarenheter från andra nordiska länder nyttjas i framtagandet av nationella styrmedel. Ekosystemet efterfrågar inom detta fler och mer omfattande ekonomiska styrmedel, inklusive statliga lånegarantier och innovationsstöd. Detta för att skapa den trygghet som krävs för att aktörer ska kunna göra de investeringar inom forskning och utveckling samt tillämpning som krävs för att klara omställningen genom storskaliga anläggningar.

Även plattformar för samarbete och dialog med andra branscher behövs för att skapa effektiva och intermodala transportsystem. Bland annat med fordons- och sjöfartbranscherna, energisektorn och drivmedelsproducenter. Utan detta finns risk för onödig konkurrens och att flygbranschen får sämre förutsättningar att klara omställningen.

Diskussion

Följande sammanfattar de generella slutsatser och konkreta behov som framkommit i arbetet, vilket speglar aktörsgruppens sammantagna bild av behov, förutsättningar, uppfattningar och ståndpunkter i relation till de uppsatta målen.

Generella slutsatser

- 1 I och med att inblandade aktörer verkar på en konkurrensutsatt marknad bygger både omställningsförmåga och framgång på möjligheter för tillväxt, långsiktig lönsamhet och konkurrenskraft. Det långsiktiga arbetet för att nå fossilfrihet är därför fullständigt beroende av snabba, riktade och entydiga politiska beslut som stödjer flyget och dess kringindustrier i att motverka de allvarliga och långtgående effekterna av Coronakrisen.
- 2 En tidig och lyckad omställning av flyget gynnar Sveriges möjligheter att gå före och visa vägen som världens första fossilfria välfärdsnation. Ett antal unika förutsättningar i Sverige, såsom tillgång till grön el och hållbara bioråvaror, samt ett relativt sett tomt luftrum skapar möjligheter för att testa, utvärdera och genomföra hållbarare flyglösningar. Starkt, långsiktigt och konsekvent politiskt stöd till omställning av flyget behövs för att uppnå detta.
- 3 Strikta och tydliga hållbarhetskriterier och helhetsperspektiv ska guida den tekniska utvecklingen. Detta kräver samsyn kring sätt att mäta hållbarhet, ständig höjning av ambitionsnivåer enligt teknologiska och ekonomiska förutsättningar inom varje tidsperiod, samt förankring på den högsta politiska nivån.
- 4 För att uppnå fossilfrihet krävs olika typer av tekniska lösningar samt forskning- och utvecklingsstöd som är i linje med teknologiernas olika mognadsgrader, utvecklingstidslinjer och långsiktiga potential.

- 5 Kraftigt accelererad takt i arbete med energieffektivisering är en nödvändig förutsättning för optimalt genomförande av alla andra åtgärder.
- 6 Fossilfrihet innebär olika grad av infrastrukturförändringar på flygplatser beroende av tekniklösning och kräver bättre integration med övriga trafikslag. En förutsättning för detta är att flyget betraktas som en nödvändig infrastruktur i politiken, samhället och näringslivet.
- 7 För att uppnå målen krävs affärsförändringar av olika slag, exempelvis nya affärsförbindelser inom branschen, tät koordinering av åtgärder med andra branscher och inslag av nya aktörer.

Konkreta behov och rekommendationer

För att möjliggöra det agerande som krävs för att nå de uppsatta målen identifierar aktörerna följande konkreta behov och rekommendationer till beslutsfattare inom politiken och andra aktörer.

- 1 Utforska möjligheter för införandet av nationella subkvoter för inhemska råvaror med hög grad av hållbarhet i enlighet med punkt 6.
- 2 Införandet av en gemensam reduktionsplikt i Norden samt deltagandet i förberedelsearbete på EU-nivå, exempelvis inom ramarna för RED II, detta efter att incitament för kommersialisering har skapats.
- 3 Ett mer proaktivt agerande i EU-gemensamt policyarbete, program för medfinansiering av EU-projekt och stödbrev för ansökningar (från exempelvis Energimyndigheten) för att kunna erhålla en större del av EU-finansiering och skapa bättre förutsättningar för svenska aktörer.
- 4 Mekanismer för att underlätta finansiering av anläggningskostnader och skydda mot volatila priser, såsom statliga lånegarantier för offtakeavtal och contracts for difference (CfD).
- 5 Neutralitet i offentlig upphandling och resepolities vad gäller trafikslag, med utgångspunkt i brett accepterade hållbarhetskriterier.
- 6 Internationell harmonisering, erkännande och acceptans av hållbarhetskriterier och emissionsfaktorer.
- 7 Offentliga infrastruktursatsningar på flygplatser, exempelvis genom att inkludera luftfarten i kommande infrastrukturproposition och främja trafikslagsövergripande lösningar i den nya nationella transportplanen för transportsystemet.
- 8 Tydliga strategier för el- och vätgasflyg samt säkerställande av operationella regelverk och processer för nya typer av farkoster.
- 9 Stöd i certifieringen av olika tekniska spår för att påskynda marknadsintroduktion av tekniker med hög potential att bidra till fossilfrihet, exempelvis genom att Energimyndigheten etablerar ett program kring certifiering och initierar närmare samarbete med ASTM.

- 10 Vidareutveckling av Fossilfritt Flyg 2045, en långsiktig, oberoende samverkansplattform som samlar aktörer från hela ekosystemet kring fossilfritt flyg, med fokus på att skapa enklare dialog och utbyte med politiker och andra branscher.
- 11 Utforskande och främjande av betalningsvilja för hållbara reslösningar genom kommunikations- och forskningsinsatser, till exempel genom att strategiska forskningsprogram och innovationsprogram även sätter större fokus på kunskapsutveckling om beteende och behov hos transportmarknadens slutkunder.

Det finns därmed ett större antal frågor som behöver beaktas och hanteras i den politiska utvecklingen, myndigheternas arbete, näringslivsutveckling samt forskning och utveckling inom näringsliv och akademi. Dessa insatser behöver göras i samverkan för att skapa synergier och undvika konflikter mellan fossilfritt flyg och andra samhällssektorer såväl som mellan olika frågor inom flygets omställning.

Publikationslista

- Fossilfritt Flyg 2045 – Blickar mot horisonten 2019.
- Blickar mot framtida världar – Omvärldsscenarier för fossilfritt flyg 2045.
 - Svenska:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1464676/FULLTEXT01.pdf>
 - Engelska:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1464514/FULLTEXT01.pdf>
- Vägen till fossilfritt flyg 2045 – Agerande, hinder och behov.
 - Svenska:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1523448/FULLTEXT01.pdf>
 - Engelska:
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1523447/FULLTEXT01.pdf>

Referenser, källor

IATA, 2021. Aviation & Climate Change: Factsheet. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet--climate-change/> (2021-01-15)

Lundmark, T., 2020. Skogen räcker inte – hur ska vi prioritera? Future Forests Rapportserie 2020:4. Statens lantbruksuniversitet.

SCB, 2021. Utsläpp och upptag av växthusgaser. <https://www.scb.se/mi0107/> (2021-01-15)

SOU 2019:11. Biojet för flyget. Statens offentliga utredningar.

Bilagor

- Administrativ bilaga