



Rapport Morgondagens flyg



Innehåll

Begrepp och förkortningar	3
Inledning	4
Sammanfattning	5
1. Framtidsbilden – Vision 2045	7
2. Bakgrund – utgångsläge och förutsättningar	9
Postpandemisk transformation	10
EU: s Gröna Giv är en möjlig hävstång mot det fossilfria luftburna samhället	10
Klimatomställningens två ansikten: fossilfri ekonomi och klimatanpassning	10
Transportslagens miljöpåverkan och kostnader	11
Flyget är snabbare och billigare att klimatanpassa än andra transportslag.....	11
Utveckling inom flygindustrin	13
Hela bränslekedjan måste vara grönt.....	15
3. Ett paradigmskifte för konventionell flygtrafik	16
Den digitala transformationen	17
Klimatkrisen och pandemin påverkar flyget.....	17
Elektriskt och vätgasdrivet flyg är billigare i underhåll och behöver inte köras via hubbar	17
Infrastruktur för flyg	18
Incitament för elflyg	18
Projekt inom elflyg	19
Regelverk för elflyg behöver uppdateras	19
Utmaningar: misstro mot flygbranschens intentioner och en okunskap om att det fossilfria flyget är nära förstående	20
4. Drönare och Advanced Air Mobility (AAM)	22
Användningsområde för drönare	23
Drönare för person- och godstrafik AAM	23
Advanced Air Mobility (AAM) - Ett disruptivt element	24
5. Transportplanering och fysisk planering	25
AAM finns inte med i dagens transportplanering	26
Regelverk och myndighetssamordning	26
Luftfartsverket har en oklar roll	26
Kommunerna och Plan- och bygglagen (PBL)	27
Infrastruktur för AAM	28
Digitala verktyg	28

Innehåll

6. Kommersiellt scenario- marknadens potential	29
AAM en starkt växande marknad	30
Ett urval av de mest välkända producenterna med stark finansiell uppbackning...	31
7. Intervjuer om framtidens flyg 2035 - 2045	32
Vägen framåt enligt våra respondenter.....	33
Flygplatsdebatten	35
8. Agendan för vägen till morgondagens flyg	38
Transportplanering och infrastruktur.....	39
Kommunernas roll	39
Regelverk och myndighetssamverkan.....	39
Digitala verktyg och planeringsprocesser	40
Kunskapsuppbyggnad	40
Teknikutveckling - forskning och utveckling	40
Översyn av finansieringsmöjligheter och exportstöd	41
Fossilfritt bränsle - minska driftkostnader för fossilfritt flygande	41
9. Referenser	42

Begrepp och förkortningar

Flygtaxi

Ett litet kommersiellt flygplan eller drönare som gör korta flygningar på beställning.

AAM

Advanced Air Mobility - införande av elektriska och hybriddrönare för stads-, förorts- och landsbygdsverksamhet.

Bränslecell

En elektrokemisk cell som omvandlar kemisk energi, ofta vätgas, till elektrisk energi.

Climate adaptation

Samlingsnamn för åtgärder för att anpassa samhället efter de förändringar i klimatet som uppstår på grund av global uppvärmning.

Climate mitigation

Samlingsnamn för åtgärder för att minska utsläpp i syfte att minimera global uppvärmning.

Digital tvilling

En digital modell av exempelvis en kommun som kan användas för att simulera förändringar i trafikflöden.

EU:s gröna giv

En EU-policy som ska se till att EU blir klimatneutrala till 2050. (Eng. European Green Deal)

eVTOL

Electric Vertical TakeOff and Landing, ett eldrivet luftfordon som startar och landar vertikalt likt en helikopter.

Disruptiv

Omvälvande.

Drönare

Obemannat motordrivet luftfartyg som flyger autonomt eller fjärrstyrs.

FBL

Fastighetsbildningslag en(1970:988). Lag med bestämmelser om bildning av fastigheter och servitut.

Flygplan

Luftfarkost som bärs upp av vingar.

Luftkorridor

En luftväg som kopplar samman två punkter.

Paradigmskifte

Genomgripande förändring av grundläggande antaganden och tankemönster på något vetenskapligt område.

Parisavtalet

Ett internationellt fördrag för att hålla nere temperaturökningen till följd av den globala uppvärmningen.

PBL

Plan -och bygglag (2010:900). Lag med bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande.

RUS

Regional utveckling och samverkan i miljömålssystemet. En organisation som stödjer, vägleder och samordnar länsstyrelsernas och Skogsstyrelsens arbete och det regionala och lokala arbetet i miljömålssystemet.

SAF

Sustainable Aviation Fuel (SAF) är en ren ersättning för fossila jetbränslen. I stället för att förädlas från petroleum produceras SAF av hållbara resurser som spilloljor med biologiskt ursprung, jordbruksrester eller icke-fossil CO². En typ av biobränsle.

Socio-ekonomisk

Som har att göra med sociala och ekonomiska förhållanden.

Socio-teknisk

Studiet av relationer och inbördes samband mellan de sociala och tekniska delarna av ett system.

Testbädd

En fysisk eller virtuell miljö där olika parter kan samverka vid utveckling, test och införande av nya produkter.

Turboprop

En typ av motor där en propeller drivs av en gasturbin. Har funktion likt en jetmotor men fördelar vid lägre hastigheter.

UAM

Urban Air Mobility - nästa generations infrastruktur som baseras på drönartrafik i det nedre luftrummet.

Vertiport

En start och landningsplats för nästa generations drönartrafik.

Inledning

Denna rapport är framtagen av IBG på uppdrag av Transportföretagen. Rapporten har tagits fram med stöd från ett antal internationella experter inom olika områden, bland annat har intervjuer gjorts med nyckelspelare i den internationella förändringsprocessen, till exempel representanter för EUROCONTROL, NASA, Linköpings universitet, Europeiska Kommissionen samt flyg- och drönarexpert. Rapporten "Morgondagens flyg" beskriver flygsektorn idag och imorgon och handlar om hur flyget, flygplatser och tillkommande drönartrafik utvecklas och kan påskynda omställningen till den fossilfria transportekonomin i Sverige, så att vi kan nå klimatmålen, enligt Parisavtalet. Rapporten identifierar också potentiella utmaningar som kan vara hämmande för en snabb och nödvändig utveckling av flygtaxi och frakt med drönare i och med utvecklingens "disruptiva" natur där markinfrastrukturen och luftfarten möts och skapar helt nya, omvälvande transportslag och transportvägar.

Rapporten innefattar följande huvuddelar:

- **En framtidsbild.** Hur kommer luftfarten se ut imorgon? Vilken roll har den konventionella luftfarten när drönartrafiken etablerats? Hur ser vår infrastruktur ut? Vilka roller har kommuner och andra myndigheter imorgon och hur kan svenskt näringsliv utvecklas inom den fossilfria flyg och drönarsektorn? Visionen för år 2045 är ett multimodalt fossilfritt transportsystem som inbegriper flyget. Flygbolagens flygplansflottor kommer till största delen drivas av el och vätgas, det vill säga helt fossilfritt, och användningen av Sustainable Aviation Fuels (SAF) är på tillbaka gång. Detta kompletteras med ett nationellt transportsystem i det undre luftrummet med el- och vätgasdrivna drönare, som då till stor del ersatt det konventionella kortdistans- och regionalflyget och en stor del av den markbundna vägtrafiken.
- **Den konventionella luftfartens omställning.** Idag sker en rad initiativ inom den konventionella luftfarten för att nå klimatmålen. El- och vätgasdrivet flyg utvecklas och certifieras i rask takt, samtidigt som andelen Sustainable Aviation Fuels genom reglering växer och därmed minskar miljöavtrycket hos dagens flygplansflottor. Samtidigt anpassas och digitaliseras flygplatser, vars tillväxtpotentialer idag ofta är begränsade, för att bli mer effektiva med mindre påverkan på miljön. I den här rapporten summeras de initiativ som sker bland de huvudsakliga aktörerna (flygledningsorganisationer, flygplatser och flygindustrin) inom den civila trafiken.



- **Drönartransporter – beskrivning av en disruptiv utveckling ur mötet mellan flyg- och bilindustrin.** Industrigrenen Advanced Air Mobility (AAM) med drönarflyget är på stark tillväxt. Denna industri är en ny och disruptiv utveckling från mötet mellan bil- och flygindustri. Disruptiv inom både gods- och personbärande flygtrafik. Med drönartaxi kan man inom 5 – 10 år flyga från stadsdel till stadsdel i stället för, från flygplats till flygplats. Vertiports (start- och landningsplatser för drönare) kommer att möjliggöra detta resande. En vätgasdriven drönartaxi förväntas kunna flyga distanser på mellan 600-800km. Idag växer en industri fram där drönare används för övervakning och andra viktiga samhällstjänster. Dessa två utvecklingar av drönartjänster skapar ett behov av tillgång till det undre luftrummet samt behovet av en återaktivering av Sveriges ca 200 (av totalt ca 250) nedlagda eller lågt nyttjade flygfält och flygplatser som naturliga platser för drift- och underhåll m.m relaterat till drönartrafiken.
- **Vägen till framtidsbilden 2045 (när klimat-, tillgänglighets- och funktionsmålen skall ha nåtts);** Vilka åtgärder behöver vidtas för att framtidsbilden ska kunna förverkligas? Transportpolitiken och transportplaneringen måste inrymma även det undre luftrummet för att omställningen till en fossilfri transportsektor ska kunna klaras av snabbare och till en rimlig kostnad. Den fysiska planeringen är en viktig del i etableringen av den infrastruktur och de avgränsningar av luftrummet som behövs för att framtidens effektiva fossilfria transportsystem ska kunna realiseras, och där har kommunerna en avgörande roll. Kommunala översiktsplaner och detaljplaner måste omgående börja ta in det undre luftrummet som nytt planområde. Lagar, regelverk och tillståndsförfaranden måste ses över, klarläggas och utvecklas, liksom samverkans- och ansvarsförhållanden mellan en rad olika myndigheter som på olika sätt är involverade i transportsystemens planering, drift, förvaltning och utveckling. Tekniken finns redan på plats och utvecklas snabbt. Därför är det angeläget att samhällsplaneringen och regelverken kommer på plats snarast möjligt, om vi ska klara klimatomställningen och bibehålla Sveriges konkurrenskraft.

Sammanfattning

Visionen är att Sverige senast år 2045 har ett rikstäckande multimodalt och fossilfritt transportnätverk där såväl mark som luftrum utnyttjas och den konventionella flygplansflottan på biobränsle kompletterats och till del har ersatts av el- och vätgasdrivet flyg. Fossilfria drönartransporter sker nationellt, i ett säkert och effektivt undre luftrum med stödjande markinfrastruktur. Sverige har en stark forskning och utveckling samt arbetskraft med världsledande kunnskap inom mobilitet. Detta kunnskap exporteras också för att underlätta/understödja omvärldens omställning till fossilfria flyg- och drönartransporter.

För att uppnå Parisavtalet krävs en mycket stor samhällsomvandling. Vi står inför ett fundamentalt paradigmskifte där ett 150-årigt kolberoende ska brytas; något som kommer att påverka vår livsstil de kommande årtiondena. Arbetet för att uppnå Parisavtalet till 2050 kommer att genomföras bland annat genom European Green Deal (EU:s gröna giv) genom vilken EU ska ställa om till en modern, resurseffektiv och konkurrenskraftig ekonomi där:

- 1) det inte finns några nettoutsläpp av växthusgaser år 2050;
- 2) den ekonomiska tillväxten har frikopplats från resursförbrukningen; och
- 3) inga människor eller platser lämnas utanför.

Klimatomställningen för flyget har tre utmaningar. Den första utmaningen handlar främst om utfasning av fossil energi och effektiviseringar inom resursanvändning. Den andra om att bygga resiliens som handlar om att genomföra anpassningar för att hantera de redan ostoppbara effekter som vi får leva med som en följd av den globala uppvärmningen. Den tredje utmaningen, som kan fördröja omställningen till en fossilfri transportekonomi, är att varken myndigheter, kommuner eller luftfartsindustrin har hunnit bygga kunskap, resurser eller processer för att möta kommuners och regioners kommande behov av implementering av det undre luftrummet som ny transportväg. Idag sker en tydlig omställning inom det konventionella flyget till ett fossilfritt flyg med biobränsle. IATA¹ har redan identifierat att utveckling och kommersialisering av hållbara flygbränslen under det kommande decenniet är

avgörande för att tillhandahålla en snabb lösning på att minska utsläppen av växthusgaser vid flygning.

En annan lösning som på kort sikt kan ge snabba resultat är att vi även optimerar både luftrum och nyttjandet av den befintliga flygplatsinfrastrukturen som finns i Sverige. Bullerproblemen från dagens moderna flygplan har minskat men trots det har vi fortfarande en betydande ineffektivitet när det gäller utnyttjandet av luftrummet kring våra flygplatser, vilket medför fortsatta stora utsläpp. I klartext skulle vi idag kunna göra mer direkta inflygningar till våra flygplatser i stället för att flyga omvägar för att inte störa boende. Dessa onödiga omvägar ger också ökade utsläpp. Till skillnad från övriga transportslag, som exempelvis väg och järnväg, har flygets infrastruktur väldigt liten miljöpåverkan då själva transportvägarna (i luften) inte kräver något byggmaterial. Genom att optimera och bibehålla den flygplatsinfrastruktur som finns idag kan man undvika stora markinfrastrukturförändringar och samtidigt låta Sverige bli väl rustat för ett framtida fossilfritt flygande.

Även internationellt kan Sverige redan idag bidra med dessa åtgärder. Dock är möjligheterna till exportstöd från EKN² och SEK³ för optimering av luftrum och andra miljömässiga initiativ på marken i andra länder är idag hämmat. Detta beror primärt på hur EKN tolkar det regleringsbrev som styr deras verksamhet. EKN och SEK gör inte själva miljöbedömningar utan anlitar idag oberoende miljökonsulter för support av klassificering av projekt. Något som ofta leder till fördjupade och långdragna utredningar där sökande svenska bolag får stå för höga kostnader till en oberoende tredjepartskonsult, utan att det finns tydliga bedömningsgrunder för vad som är acceptabelt eller inte.

Ny teknik och luftrumsdesign för optimering och kapacitetshöjande åtgärder på existerande taxibanor, rullbanor eller i ett luftrum kan idag, som ett resultat av nuvarande tolkning av EKN:s regleringsbrev, uppfattas av oberoende miljöexperter som att de skulle möjliggöra ett ökat fossil flygande. Detta kan resultera i att EKN/SEK gör bedömningen att deras uppdrag att stödja internationella affärer inte ska omfatta optimeringsåtgärder i luftrum eller på infrastrukturen på marken. Här krävs förändringar och en större tydlighet för att vårt kunnskap och vår export inom flygsektorn skall kunna påverka omvärlden i en positiv riktning som gynnar uppsatta klimatmål.

¹ International Air Transport Association (IATA) är en internationell organisation med medlemmar i form av flygbolag.

² Exportkreditnämnden (EKN) försäkrar svenska exportföretag och banker mot risken att inte få betalt, så att de kan genomföra fler säkra exportaffärer.

³ Svensk Exportkredit är ett statligt bolag som finansierar svenska exportföretag, deras underleverantörer och utländska kunder.

Om biobränsle och optimering är melodin för dagens flygplansflottor och de flygplan som redan finns i flygplansoperatörernas orderböcker, så är el- och vätgasdrivet flyg det som verkligen kommer att kunna påverka morgondagens utsläpp. Dessa tekniker eliminerar de operationella utsläppen totalt och kommer successivt att fasa ut det fossila flyget. Enligt Konsumentverkets hemsida (www.hallakonsument.se)⁴ så räcker inte åtgärder som biobränslen och bränslesnålare flygplan för att motverka effekterna på utsläppen av vårt ökande flygande. Däremot ser vi att el- och vätgasdrivet flyg i kombination med biobränsle kommer att göra det. Inte minst när drönartrafiken helt eller delvis ersätter kortdistansflyget och delar av den markbundna trafiken.

För att förverkliga visionen krävs en rad åtgärder inom flera olika områden. I flera avseenden handlar det om en utveckling där befintliga och gängse etablerade tankemönster och handlingsätt radikalt måste omprövas och förändras. Detta är vad vi menar med disruptivt.

Kunskapsuppbyggnad och utvecklingsinsatser måste ske koordinerat inom flera olika områden och på olika nivåer. Det handlar om transport- och infrastrukturplaneringen som ur klimatsynpunkt måste inbegripa det undre luftrummet, en översyn och harmonisering av lagar och regelverk samt utvecklad myndighetssamverkan. Digitala verktyg och planeringsprocesser behöver vidareutvecklas. En kunskapsuppbyggnad och ökad insikt behövs om den nya drönarteknologin, dess innebörd och möjligheter. Fortsatt forskning och utveckling krävs kring de olika delar som sammantaget ingår som viktiga komponenter i ett framtida fossilfritt transportsystem.

Ett luftrum som byggs eller anpassas skall godkännas av Transportstyrelsen. Det övre luftrummet (konventionella) är idag etablerat samt kräver få förändringar. De åtgärder i svenskt luftrum som behövs genomförs exempelvis aktörer som Luftfartsverket som bedriver flygledning (LFV) eller flygplatsoperatörer exempelvis Swedavia. I detta fall är antalet ärenden för Transportstyrelsen få.

Drönartrafiken i det undre luftrummet däremot, kommer att kräva luftleder över stad och landsbygd. Kommuner och regioner som kommer att vara drivande och kräva rådighet över denna infrastruktur.

Svensk och internationell tillsyns- och myndighetsverksamhet måste därför rustas för den mängd nya luftrumsförändringar som kommer att genomdrivas av ett stort antal nya intressenter, d.v.s. kommunerna och regionerna.

En gemensam utmaning för bio- och elektrobränslen (vätgas- och batteridrivet flyg) är att tillgången till infrastruktur och miljövänlig produktionskapacitet måste öka i rask takt. Samtidigt kommer investeringar att krävas för infrastruktur på flygplatser och i samhället i stort, för att kunna leverera el, vätgas och biobränsle till flygindustrin. Styrmedel genom regler och avgifter för att påskynda en omställning är viktigt men om man inte uppmuntrar utveckling och användandet av fossilfria bränslen för flyget i harmoni med övriga Europa riskerar man att hämma omställningen genom obalans på flygmarknaden internationellt. Finansieringen av omställningen av vår transportinfrastruktur till en fossilfri sådan genom olika program måste utvecklas. Idag är det svårt att få finansiering och tillstånd för nödvändiga tester, utveckling och byggande av den infrastruktur som krävs för drönartransporter. Detta eftersom de flesta innovationsmedel är bundna till finansiella stuprör med snäva avgränsningar. I huvudsak är det innovationer inom marktransporter eller flygforskning som finansieras. Detta är inget som hjälper en utveckling av transportinfrastruktur för drönartransporter i det undre luftrummet.

Förutsättningar måste skapas för den fysiska planeringen, huvudsakligen på kommunal nivå, för att den infrastruktur som krävs för att kunna nyttja det undre luftrummet ska kunna etableras på ett demokratiskt, optimalt och säkert sätt för framtidens fossilfria effektiva transportsystem. Kommunerna bör etablera ett nytt planområde genom en vertikal avgränsning av luften ovan hustaken enligt plan- och bygglagen och fastighetsbildningslagen och på så sätt visualisera och dokumentera infrastrukturen i det undre luftrummet där drönartransporterna ska ske.



⁴ Konsumentverket <https://www.hallakonsument.se/miljo-och-hallbarhet/sa-paverkar-olika-trafikslag-klimatet/>

1

Framtidsbilden 2045



Framtidsbilden 2045

Det är år 2045 och Sverige har sedan 10 år ett rikstäckande fossilfritt transportnätverk för gods och människor. Vi reser snabbt, bekvämt och kostnadseffektivt. Regionalt reser vi med el- och vätgasflyg, liksom med el- och vätgasdrivna drönare för kollektivtrafik i det undre luftrummet. Godsdrönare tar laster på upp till ett ton. Mer hjälp av drönartaxi kan vi ta oss mellan olika stadsdelar likväl som mellan olika städer.

Sverige har ett intermodalt transportnätverk där de olika transportslagens fördelar kombineras och nyttjas till fullo. Alla regionala flygplatser är baser och centra för det fossilfria regional- och lokalflyget.

Alla flygplatser och flygfält används som serviceplatser för landets operatörer av drönarfarkoster motsvarande tågets vagnhallar och bussarnas bussdepåer. Investeringarna i infrastrukturen är multimodala.

Behovet av omfattande och kostsamma investeringar i väg- och järnvägsnätet är inte längre så uttalat. Fokus här är mer på ett hållbart vidmakthållande av det nät som finns etablerat. De luftburna transporterna är ett oundgängligt komplement till det mark- och sjöbaserade. Detta inte bara för att få bort flaskhalsar utan också för att möta framtidens växande transportbehov. Etableringen av drönartrafiken har inneburit en avgörande och omvälvande utveckling i många avseenden: tekniskt, innovativt, ekonomiskt, affärsmässigt, socialt och naturligtvis miljömässigt.

Vi är stolta över att kunna färdas fossilfritt och dessutom snabbt, enkelt och bekvämt. Transportpolitikens övergripande mål, att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet, är genomfört. Funktionsmålet, som innebär att transportsystemets utformning, funktion och användning ska medverka till att ge alla en grundläggande tillgänglighet med god kvalitet och användbarhet samt bidra till utvecklingskraft i hela landet, är även det uppnått. Transportsystemet svarar likvärdigt mot kvinnors respektive mäns transportbehov och bygger resiliens genom att inte utelämna de platser som tidigare fanns i områden med svag infrastruktur.

Genom den framsynta offensiv som inleddes i Sverige redan 2022, som etablerade en agenda för "morgondagens flyg", och som realiserats på alla nivåer från regering och riksdag ned till den kommunala nivån, har Sverige positionerat sig som ett föregångsland i etableringen av ett effektivt fossilfritt transportnätverk. De svenska kommunerna tog tidigt tillsig frågan om hur man skulle skapa de rätta förutsättningarna för framtidens infrastruktur genom den kommunala fysiska planeringen. Något som kan ses som en avgörande framgångsfaktor och som möjliggjordes genom ett aktivt stöd från SKR, som tidigt anlätande expertis inom området till stöd för kommunernas arbete.

TACKVARE den ledande position som Sverige intog redan 2022 ser vi nu att det också inneburit att en rad stora företag inom flyg- och drönarindustrin etablerat verksamhet i Sverige i stor skala. Dessa industrier kan sägas ha ersatt och t o m överträffat vad bil- och fordonsindustrin tidigare betydde för Sverige. Vi har en industri som tillverkar elflygplan samt el- och vätgasdrönare för en internationell marknad. Svenskt kunnande inom planering och etablering av morgondagens flyg har också det blivit en exportprodukt då våra finansiella instrument från SEK och EKN stöder genomförandet av affärer. Svensk Exportkredit (SEK) som finansierar svensk exportnäring och Exportkreditnämnden (EKN), som försäkrar företag och banker mot risken att inte få betalt utgör tillsammans det svenska exportfinansieringssystemet. Ett aktivt exportstöd och finansiellt stöd från SEK och EKN har således skapat en enorm potential för svensk export att sänka klimatutsläppen globalt och, driva den hållbara utvecklingen framåt, samtidigt som den svenska exportnäringen stärks. Därför var den ändrade utformningen av EKN:s regleringsbrev av största vikt för fortsatt exportstöd inom sektorn. SEK:s bedömningar har synkats med EKN:s och det är deras sammanvägda bedömning som sätter ramarna för det stöd som ges.



An aerial photograph of a dirt road winding through a dense forest. The road is dark brown and shows tire tracks. The trees are mostly green, with some lighter green areas. A large, bold yellow number '2' is overlaid on the left side of the image.

2

Bakgrund – utgångsläge och förutsättningar

Postpandemisk transformation

För att uppnå Parisavtalet krävs en mycket stor samhällsomvandling. Vi står inför ett fundamentalt paradigmskifte som kommer att påverka vår livsstil de kommande årtiondena, då ett 150-årigt kolberoende ska brytas.

Covid-19- pandemin har påverkat flygbranschen dramatiskt. Det för tankarna till Joseph Schumpeters nästan 100 år gamla idé om kreativ förstörelse från 1942 som innebär att ekonomisk innovation följer när teknologiska landvinningar slår ut existerande branscher. Klimatkrisen och återhämtningen efter pandemin kan utgöra sådana paradigmskiften som öppnar för fossilfria transporter i det undre luftrummet.

EU:s gröna giv är en möjlig hävstång mot det fossilfria luftburna samhället

EU vill bli världens första klimatneutrala union senast 2050. European Green Deal (EU:s gröna giv) innebär ett paket på en tredjedel av investeringarna på 1,8 miljarder Euro tas från återhämtningsplanen Next Generation EU. EU:s gröna giv handlar om att anpassa EU:s klimat-, energi-, transport- och skattepolitik. Målet att minska nettoutsläppen av växthusgaser med minst 55 procent till 2030 jämfört med 1990 års nivåer. EU:s gröna giv är stödstrukturen för att ställa om till en modern, resurseffektiv och konkurrenskraftig ekonomi där:

- 1) Det inte finns några nettoutsläpp av växthusgaser år 2050
- 2) Den ekonomiska tillväxten har frikopplats från resursförbrukningen
- 3) Inga människor eller platser lämnas utanför

Sverige har fortfarande chanser att klara av att nå målet att bli en fossilfri välfärdsnation redan 2045. Detta kräver dock att omställningstakten accelereras framöver. Sverige har numera en klimatlag och ett klimatpolitiskt råd.

Klimatpolitiska rådet är tydliga i sin senaste rapport: Sveriges nuvarande omställningstakt är inte i närheten av att leverera enligt Parisavtalet.

Klimatomställningens två ansikten: fossilfri ekonomi och klimatanpassning

EU:s gröna giv tydliggör att klimatkrisen inte bara handlar om att nå Parisavtalets mål. I den gröna givens ingår även en ny satsning på klimatanpassning:

“The new strategy sets out how the European Union can adapt to the unavoidable impacts of climate change and become climate resilient by 2050.”

Klimatomställningen har alltså två stora utmaningar. Den ena utmaningen handlar främst om att begränsa klimatförändringarna (genom till exempel utfasning av fossil energi och effektiviseringar inom resursanvändning), den andra om att bygga resiliens. Resiliens handlar i det här fallet om att vi måste anpassa samhället till de redan ostopparbara effekter som vi får leva med som en följd av den globala uppvärmningen. På engelska kallas de strategier som relaterar till den första utmaningen för *climate mitigation* och strategier som relaterar till den andra för *climate adaptation*. Arbetet behöver växlas upp rörande klimatomställningens båda utmaningar. Till dessa kan ytterligare en tredje betydande utmaning läggas. Den tredje utmaningen, som kan fördröja omställningen till en fossilfri transportekonomi, är att varken myndigheter, kommuner eller luftfartsindustri har hunnit bygga kunskap, resurser eller processer för att möta kommuners och regioners kommande behov av implementering av det undre luftrummet som ny transportväg.



Transportslagens miljöpåverkan och kostnader

Tåg har en låg operativ miljöbelastning jämfört med andra transportslag, då de är energisnåla och till stor del drivs av förnybar energi, men det finns ett antal aspekter där järnvägstrafik har inverkan på miljön och människors hälsa, så som buller, barriäreffekter som påverkar den biologiska mångfalden samt att själva byggandet av järnvägen är fossilintensiva projekt eftersom byggmaterialet utgörs av cement och stål i mycket stora mängder. Fossilskulden totalt blir dock lägre pga. långa tekniska livslängder och att det går att tillvarata mycket av materialet när järnvägen tas ur bruk.

Vägtrafiken har motsvarande negativa miljöpåverkan vad gäller den miljöpåverkan som själva byggandet av vägen medför. Utsläppsmässigt svarar vägtrafiken fortfarande för en betydande del av emissionerna av växthusgaser samt luftföroreningar i form av partiklar och giftiga ämnen. Den internationella sjöfartsflottan är idag fossilberoende och utgör en av de största källorna till nedfall av kväveoxider och svavel över Sverige, – utsläpp som påverkar människors hälsa samt bidrar till försurning och övergödning av både land och vatten. Olika utsläpp till vattenmiljön har också möjlighet att färdas långväga med strömmar och vågor och slutligen påverka andra havs- eller kustområden än där utsläppet inträffade.

När det gäller kostnaderna innebär det en investering på ca 70 miljoner SEK per kilometer att bygga järnväg. Motsvarande siffra för motorväg är ca 50 miljoner SEK. I jämförelse bedöms anläggande av en start- och landningsplats för drönare (Vertiport) kosta 5 – 25 miljoner kr beroende på storlek och utformning.

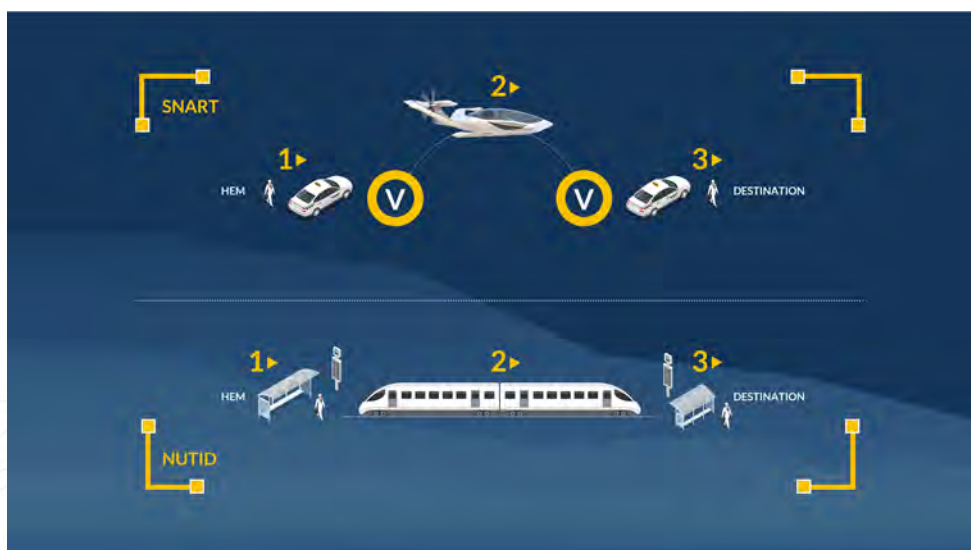
Flyget är snabbare och billigare att klimatanpassa än andra transportslag

Det sker idag en klimatomställning inom det konventionella flyget till fossilfria flygbränslen. Till detta kan adderas ett utbyggt transportsystem med fossilfria drönare för både gods- och persontrafik i det undre luftrummet. Det skulle bidra till en fossilfri framtid på mycket kort tid relativt konkurrerande trafikslag.

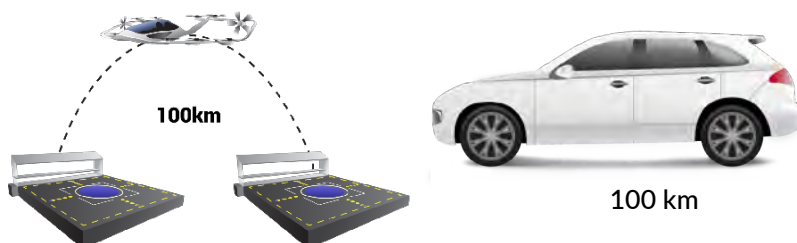
Flyget har inte samma påverkan som andra transportslag då ett luftrum som transportväg inte kräver något byggmaterial.

Självklart har den markbundna infrastrukturen för flyget och drönare (d.v.s flygplatser och start – och landningsplatser för drönare s.k Vertiports) en viss påverkan men den är förhållandevis låg i jämförelse med vad som krävs för järnvägen och vägarna.

Järnvägen betraktas idag allmänt som det mest klimatvänliga transportalternativet. Allt fler uppmanas att ta tåget framför flyget. "När vi reser i Sverige, reser vi med tåg" står det t ex i Skatteverkets nyligen antagna policy för tjänsteresor. Kapaciteten i järnvägssystemet är dock redan idag ytterst hårt ansträngd. Det behövs fler spår. Investeringar i nya stambanor efterlyses. Sådana investeringar kräver dock planeringsprocesser som tar mycket lång tid och kostar mycket pengar. Trafikverkets beräkningar pekar på att de nya stambanorna kostar över 300 miljarder kronor varav ostlänken är den som färdigställs tidigast 2035 och de andra är planerad byggstart ca. 2027. I det perspektivet, och med hänsyn till hur angeläget det är att snabbt uppnå en klimatomställning, framstår det fossilfria flyget som ett än mer intressant och angeläget alternativ.



En jämförelse mellan trafik- och miljöprestanda mellan "bil på väg" respektive "bil i luften" d v s persontransport med drönartaxi.



Investering i infrastruktur	10 – 50 miljoner kr = 2 Vertiports (5-25 mkr/st.)	500 miljoner kr ca 50 mkr/km
Hastighet	200 km/h – 300 km/h	100 km/h – 120 km/h
Färdtid	20 – 30 min	60 min
Co2-utsläpp	0 el/vätgas	0 el/vätgas 950 gram – bensin (EU krav max 95 gram/km)
Partiklar, övrig luftförorening	0	Ja
Buller	Mindre betydande	Ja
Barriäreffekt	Nej	Ja - betydande

Utveckling inom flygindustrin

Morgondagens flyg är mycket närmare än man tror. I Sverige leder Heart Aerospace utvecklingen av elflyg och de räknar med att ha certifierat sitt elflygplan (ES-19) för kommersiell användning redan 2026. ES-19 är ett exempel på ett flygplan designat för kortare distanser med plats för 19 passagerare.

Idag står flyget för ca 2 % av alla utsläpp globalt och av dessa är ca 40 % utsläpp från korta sträckor, det vill säga flygresor på under tre timmar. Därmed adresserar Heart med sina flygplan designade för regionaltrafik, stora delar av den globala marknaden.

Redan 2020 avslöjade flygplanstillverkaren Airbus tre koncept för världens första utsläppsfria kommersiella vätgasdrivna flygplan som kan tas i bruk 2035. Fördelen med vätgas är att distanserna väntas bli längre och även om introduktionen av de större flygplanen dröjer så finns det flera mindre aktörer som redan inom kommande år lanserar mindre vätgasdrivna flygplan.

Ett exempel är ZeroAvia som planerar släppa ett 19-sitsigt vätgasdrivet flygplan redan 2022. När nu flyget och drönatrafiken elektrifieras inom den närmsta 10–15 års perioden kommer även de, likt tåg och elbilar, att drivas fossilfritt givet att elproduktionen är fossilfri. Gemensamt för alla dessa transportmetoder är att det krävs infrastruktur samt robusta och fossilfria energisystem för att tillhandahålla det fossilfria el och bränsle.

Biobränsle möjliggör skiftet till fossilfritt flygande med den befintliga flygplansflottan

Även om nya fossilfria flygplansflottor (batteri och vätgas) i rask takt kommer att fylla orderböckerna hos flygplanstillverkare de närmsta två decennierna, finns det en befintlig flygplansflotta samt redan lagda beställningar på nya flygplan som drivs på fossilt bränsle.

Eftersom flygbolagens orderböcker i brist på färdiga fossilfria alternativ, idag framför allt består av flygplan (om än mer energieffektiva) som drivs av fossila drivmedel.

Enligt IATA avvecklades år 2018 ca 700 flygplan och detta är en stadigt växande siffra. Där kan man se en positiv trend genom att äldre mindre energieffektiva flygplan fhasas ut från marknaden och ersätts av mer energieffektiva flyg. En turboprop har ca 22–23 års livslängd i snitt och passagerarjet ca 25–26 års livslängd enligt uppgifter från Statista.

Med tanke på detta måste vi förvänta oss att flygplan som drivs på fossila bränslen kommer att vara med oss en överskådlig tid framöver. En övergång till hållbara flygbränslen (biobränslen) utgör därför en viktig "bro" på kort sikt för nuvarande flygplansflottor som sedermera successivt kommer att ersättas med hybridelektriska och helelektriska flygplan.

Biobränslen eller så kallade Sustainable Aviation Fuels (SAF) erbjuder betydande minskning av koldioxidutsläppen under ett fossildrivet flygplans livscykel (upp till 70%) och ger också en renare förbränning, med upp till 90% minskning av partiklar. SAF som i dagsläget kan blandas upp till 50% med konventionellt jetbränsle är tillverkat av hållbara råvaror. Tester med 100 % SAF pågår nu.



**Biobränsle kommer dock med växande
Butmaningar. Framför allt kommer biobränslena
snabbt att bli dyrare på grund av växande
råvarubrist blir när t.ex skogens naturresurser ses
som klimatsmarta alternativ inom många
branscher samtidigt.**

Antagandet att bioenergi är klimat- eller koldioxidneutralt ifrågasätts även allt mer. Produktionen av vissa typer av biobränsle är inte idag helt fossilfri och har en indirekt negativ klimatpåverkan, vilket kan skapa en betydande koldioxidsskuld vid produktionsfasen. Återbetalningstiden för koldioxidsskuden som uppstår kan därmed vara lång beroende på vart biobränslet kommer ifrån.

Svenska naturskyddsforeningen rekommenderade i ett yttrande 2019 att definitionen för rest- och biprodukter samt hållbara råvaror bör ses över nationellt till exempel talloljan bör definieras som en biprodukt för att främja resurseffektivet och minskad total klimatpåverkan. Effekter inom LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) bör beaktas och skogsråvaror med stora indirekta utsläpp bör inte främjas.⁵

Men om produktionen av biobränsle till flyget i stället bygger på restprodukter som skogsindustrin inte tar vara på, kan detta bli ett sätt att klimatkompensera för en del av skogsbrukets redan skapade koldioxidsskuld. EU:s gröna giv intar positionen att skogen gör mest klimatnytta som kolsänka och som reservat för biologisk mångfald, och efterfrågar därmed ett 'mildare' skogsbruk med inriktning på att det minskade råvarutaget ska användas främst där man kan "låsa in" koldioxid långsiktigt, t.ex. som byggnadsmaterial.

Från statligt och kommunalt håll bör man bidra till ökad efterfrågan och nyttjandet av t.ex biobränsle genom styrmedel såsom exempelvis regler och skattereduktioner samt direktiv till eget resande.



Et exempel är biobränslesatsningen på Kalmars flygplats där såväl Kalmar kommun, som flygplatsen och flera av kommunbolagen tagit beslut om att allt eget tjänsteresande som utgår med flyg från Kalmar, skall ske med biobränsle. Ett annat exempel är Nederländerna som introducerat krav på biobränsle för samtliga flyg. Den 3:e mars 2020, deklarerade den nederländska ministern för infrastruktur och vatten, i ett brev till parlamentet, att den nederländska regeringen skall introducera krav på inblandning av Sustainable Aviation Fuels (SAF) i det flygbränsle som används i landet från och med 2023.

Produktionen av biobränsle ökar stadigt och E4Techs studie "Sustainable Aviation Fuels – Fueling the Future" uppskattar att upp till 13 miljoner ton hållbart biobränsle finns tillgängligt för att användas av luftfart till 2030 – vilket motsvarar besparingar på 35 miljoner ton koldioxid.

Oavsett om flygtrafiken drivs av biobränsle, vätgas eller el, måste produktionen av de drivmedlen öka i rask takt likaså infrastrukturen för ladd- och tankstationer. Infrastrukturinveseringar kommer att krävas både på själva flygplatserna och i samhället i stort för att kunna leverera el, vätgas och biobränsle till flygindustrin. Om man inte uppmuntrar fossilfritt flyg med styrmedel riskerar man att hämma omställningen. Man behöver ge flyget samma chans till omställning som man gett tåget och bilen.



⁵ <https://www.regeringen.se/4ad5e3/contentassets/592cc4396bff4dad3834662d3015dcf/svenska-naturskyddsforeningen.pdf>

Hela bränslekedjan måste vara grön

Tillverkningen av biobränsle måste också vara fossilfri. Annars faller tanken med fossilfritt bränsle.

Tyvärr räcker det inte att ställa om flyget till att drivas av fossilfria bränslen som biobränsle, el och vätgas. Man måste även räkna in var energin ursprungligen kommer ifrån, – hela kedjan från produktion till nyttjandet av bränslet måste vara grön.

Om elen och vätgas är producerad med fossila bränslen som exempelvis olja, naturgas och kolkraft sker koldioxidutsläpp som byggs upp till en koldioxidskuld redan vid produktionen av bränslet. Det är därför av yttersta vikt att elen som produceras kommer från förnybara källor. Idag finns ingen som certifierar att den el (eller vätgas), som nyttjas av flyget kommer från förnybara källor, vilket riskerar leda till att konsumenterna missleds. Detta gäller även produktionen av biobränsle.

Det är därför av yttersta vikt att man utvecklar produktionsmetoder och certifierar att hela värdekedjan, från produktion till drift, är klimatpositiv, så att drivmedel som vätgas, el och biobränsle dokumenterat bidrar till klimatmålen. För konsumenterna bör det finnas en trygghet i att de energikällor som använts också producerats på ett hållbart sätt. Där kan regelverk, miljömärkning och certifiering vara bra verktyg för att reglera industrin.



En gemensam utmaning för de drivmedel (biobränslen, vätgas och el) som ska driva morgondagens flyg är att infrastruktur och produktionskapacitet måste byggas ut i rask takt. Om man inte uppmuntrar det fossilfria flyget med styrmedel riskerar man att hämma omställningen. Infrastrukturinvesteringar kommer att krävas på flygplatser och i samhället i stort för att man ska kunna producera och distribuera el, vätgas och biobränsle till flygindustrin till ett konkurrenskraftigt pris jämfört med konventionellt jetbränsle.



3

Ett paradigmskifte för
konventionell flygtrafik



Den digitala transformationen

General Motors toppade magasinet Fortune's lista över de 2000 största företagen i USA år 2000, top 10 inkluderade även Ford Motor och Boeing. 20 år senare, 2020, har dessa företag försvunnit från top 10 listan och blivit ersatta av företag som Amazon och Apple.

Det är ett faktum att vi idag genomgår en teknologisk revolution med digitala tjänster som bas. Detta skifte sker just nu och har direkt påverkan på människors liv. Vi kan se hur ett nytt landskap av tjänster utformas, och handel och distribution är exempel på områden där nya erbjudanden dramatiskt förändrar spelfältet.

Enligt Sveriges officiella statistik (Statistiska Centralbyrån, 2020), bidrar inrikes transporter med en tredjedel av Sveriges totala CO² utsläpp. Av det står vägtrafiken står för över 90 procent av utsläppen. Inrikesflyget står för <1 procent av Sveriges totala utsläpp och för < 3 procent av utsläppen från inrikestransporter. Dessa andelar har varit stabila över tid. Några tekniska experter som intervjuades inför denna rapport argumenterade för att flyget även totalt sett bidrar med en mindre andel utsläpp relativt andra transporter. Detta på grund av det minimala behovet av markinfrastruktur. Att skapa infrastruktur för flyget "kostar" helt enkelt väldigt lite energi i jämförelse vad som går till anläggning och underhåll av de vägnät och järnvägsnätverk som behövs för konventionell transportinfrastruktur.

Klimatkrisen och pandemin påverkar flyget

Vi befinner oss i två större kriser som påverkar flygindustrin idag; klimatkrisen och pandemin. Idag är vi bundna till våra klimatmål satta av den svenska regeringen 2017. Utsläppen från transportsektorn ska reduceras med 70 procent till 2030, jämfört med 2010 års nivåer. Den reducerade klimateffekten från transportsektorn ska i huvudsak uppnås genom reducerade CO² utsläpp.

Den stora frågan är nu hur vi ska uppnå detta. Många inom industrin såväl som offentliga myndigheter anser att det är orealistiskt att tro att folk ska sluta flyga. Det finns en större globaliseringstrend som vi redan befinner oss i. Globaliseringen, är mycket viktig för ekonomisk utveckling och demokrati, inte minst gäller detta södra halvklotet.

Men om vi vill realisera Parisavtalet så måste världen ändå förändras.

Ett samhälle behöver transporter av gods och människor.

Hur vi vill att morgondagen ska se ut?

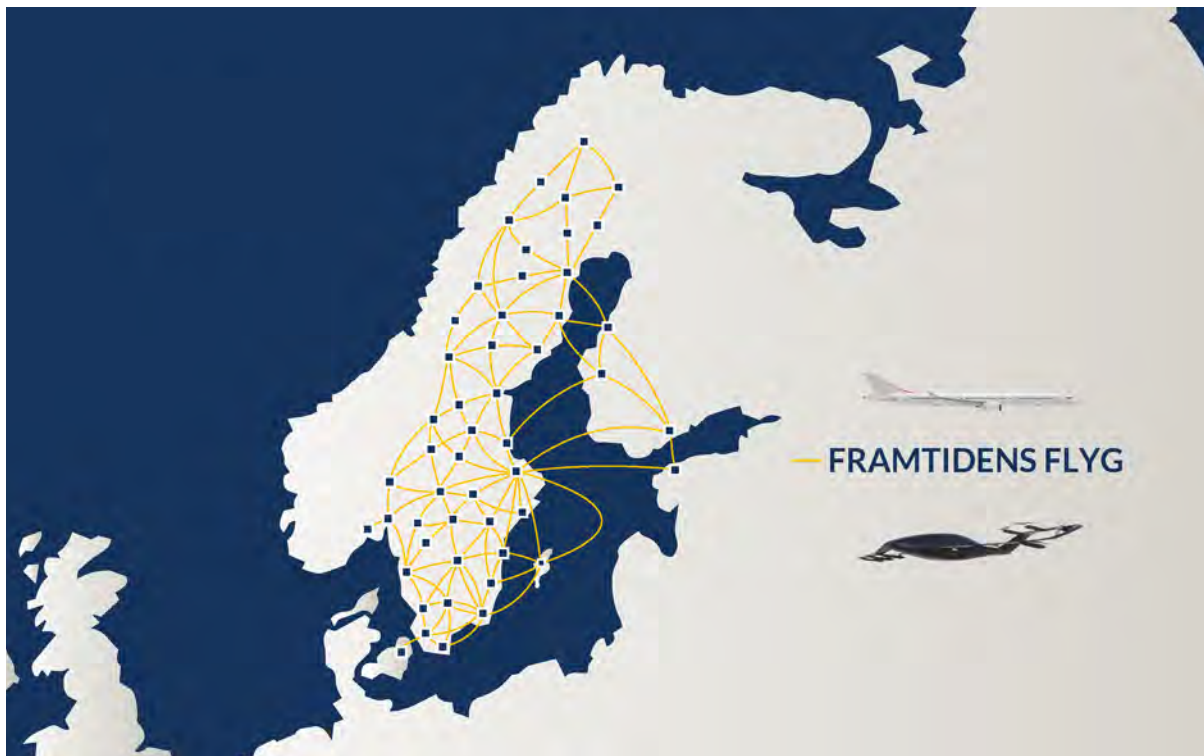
Är det realistiskt att tro att folk ska sluta använda flyget som transportslag?

Elektriskt och vätgasdrivet flyg är billigare i underhåll och behöver inte köras via hubbar

Kortdistansflyget har minskat de senaste 20 åren på grund av dålig lönsamhet hos de gamla turboprop-flygplanen. En turbopropmotor åldras inte på grund av hur långt ett flygplan flyger utan på grund av hur många starter och landningar som görs. Det leder till mycket underhåll på dessa flygplan, relativt hur långt de flyger, underhållskostnaderna per kilometer blir alltså höga. Elektriska flygplan åldras inte på samma sätt på grund av starter och landningar, vilket innebär lägre underhållskostnader per kilometer.

För att flyga från Östersund till Umeå så måste man idag flyga via Stockholm för att fylla på bränsle. En 300 km lång resa blir tre till fyra gånger längre än den behöver vara. I framtiden kan man se att flygindustrin fungerar mer som andra regionala transportmedel som går direkt till resmålet snarare än via stora hubbar. Hubbsystemet eller den centraliserade luftfarten kan reduceras och ersättas med ett nätverk för direktresor mellan olika mål. Detta kommer troligtvis att leda till en större marknad för kortare flygresor och även internordiska resor exempelvis över Bottenviken.





Infrastruktur för flyg

Det finns god täckning i Sverige, från Kiruna i norr till Malmö i söder, när det gäller flygplatser. Enligt Transportanalys, kan 95 procent av Sveriges befolkning nå en flygplats inom en timme (och i stort sett hela den svenska befolkningen bor inom två timmars resa från en flygplats med kommersiell trafik). Totalt finns det nästan 250 flygplatser och flygfält i Sverige, av vilka 39 flygplatser används för någon form av kommersiell trafik. Dessa 39 flygplatser är godkända av Transportstyrelsen och har trafikledning och belagda markytor, ljus och teknisk utrustning för att driva kommersiell trafik. 83 flygplatser har belagd start- och landningsbana med en längd på minst 800 meter. Sådana flygplatser kan potentiellt ta emot flyg som drivs av elektrobränslen (batteri eller vätgas). De kan även användas som nödflygplatser eller för mellanlandningar. Dessa 83 flygplatser skulle därmed kunna fungera som komplement till dagens flygnätverk för framtidens elflyg.

Med flygtaxi kommer på sikt också möjligheter för mindre närliggande flygplatser att samverka med varandra och erbjuda transittjänster mellan flygplatserna. De kan då gemensamt konkurrera med större flygplatser som exempelvis Arlanda med ett bra destinationsutbud och många flyglinjer.

Tar vi en titt på trafikflygets infrastruktur i luften och mer specifikt inflygningsruterna till våra flygplatser så har vi kvar en del omständliga inflygningar d v s där planen är tvungna att flyga runt i omvägar till flygplatsen.

De inflygningsruterna är en rest från att tidigare flygplanstyper har skapat buller och därmed varit tvungna att flyga runt samhällen för att inte störa. Detta ger onödigt ökade utsläpp som följd. Elflyget kommer istället att vara beroende av en effektiv infrastruktur i luften för att inte i onödan konsumera batterikraft - det finns inga anledningar till att flyga omvägar med elflyg.

Incitament för elflyg

Enligt Heart Aerospace förväntas elflyg leda till en reducerad driftkostnad och nå ett bättre pris per enhet jämfört med konventionellt flyg. Elflyg som bara klarar kortare sträckor kommer att leda till en utveckling av ett nytt sätt att transporteras kortare avstånd. Med mindre belastning på miljön och därmed leda till flera nya flygrutter som är mer direkta med färre stopp. Framför allt är detta konkurrenskraftigt där det idag finns en svag infrastruktur för marktransporter för mobilitet. Det har en positiv effekt på både tillgänglighet och företags konkurrenskraft i många av Sveriges regioner.

Utöver detta finns det redan instrument som ger incitament att investera i elflyg och andra alternativa teknologier som reducerar koldioxidutsläpp. Till exempel i Norge har regeringen ett avancerat program med incitament som innehåller konkreta mål för framgång i forskning och innovation, riskreduktion, introduktionen av eldrivna flygplan på marknaden och nödvändigt stöd för drift.

Exempel på projekt/koncept inom elflyg

- Det EU-finansierade projektet **ELICA** omfattar hybridflygplan med en passagerarkapacitet på 19 personer. Ett färdigt koncept ska vara utvecklat 2022, därefter kan certifieringen av konceptet påbörjas. ELICA leds av Rolls-Royce, men Siemens är också involverat, liksom ett antal andra företag och universitet.
- **Zunum Aero** konceptet är ett 12-sitsigt hybridelflygplan med en räckvidd på cirka 1,100 km. Amerikanska Zunum Aero backas av Boeing men har haft finansiella problem.
- **Eviation Alice** utvecklar ett flygplan för nio passagerare med en räckvidd på 1,000 km. Amerikanska flygbolaget Cape Air har beställt nästan 100 plan som ska levereras under 2022.
- **Ampaire** konverterar ett 6-sitsigt Cessnaplan där ena av flygplanets två motorer drivs av ett batteripaket. Ampaire som är baserade i USA, hoppas att en modell ska bli certifierad under 2022. Det finns 50 beställningar på planet.
- **ZeroAvia** modifierar den amerikanska flygmodellen Piper M-klass där motorn ersätts av en elektrisk. Storbritannien finansierar en del av projektet. Målet är att ha ett flygplan med plats för 19 passagerare där elektriciteten produceras av en bränslecell i stället för ett batteri till 2023. Nästa steg är ett flygplan med 50-100 passagerare till 2030 och ett plan med 200 passagerare till 2040.
- **Svenska Heart Aerospace** (HEART ES-19) finansieras av, bland annat, United Airlines och Bill Gates klimatfond Breakthrough Energy Venture. Tanken är att deras flygplan med 19 passagerarplatser ska kunna driftsättas till 2025. United Airlines och Mesa Air Group har redan lagt beställningar på 200 flygplan med en option på ytterligare 100.
- **Electric Aviation Group (EAG)** från Storbritannien har planer för ett plan med plats för 70 passagerare och en räckvidd på 240 km till 2028.
- Airbus projektet **E-fan X** med plats för 100 passagerare med planerad drift-start 2030 har stoppats, Airbus har planer att fortsätta utvecklingen av elflyg men det är i dagsläget oklart i vilka projekt detta kommer ske.
- Boeing arbetar på **Sugar Volt** projektet för 135 passagerare, tidsplanen är oklar men kommer vara klart någon gång efter 2030.

Regelverken för flyg behöver uppdateras

Det finns idag särskilda regler för certifiering och underhåll av flygplan och flygplatserna måste tillämpa existerande regelverk. Men vad gäller riskerna med batterier och laddning under boarding finns inga tydliga regelverk. Dessa risker behöver införas i ett gemensamt regelverk.

För att få i gång trafik på en flygplats finns det regelverk på olika nivåer. Etablering och drift av svenska flygplatser skall godkännas av Transportstyrelsen. Regelverk existerar inom 13 olika områden. En flygplats behöver godkännande för kommersiell trafik enligt Transportstyrelsens regelverk (TSFS 2019:18) eller Europeiska Kommissionens regelverk (EU) 139/2014 för krav och administrativa rutiner för flygplatser. För att driva kommersiellt flyg måste en flygplats ha tillräckliga resurser för transport av personer och gods, detta innebär att det måste finnas vissa faciliteter som räddningstjänst och flygtrafikledning.

Ett flygbolag behöver också ha ett godkännande av organisationer och personal som arbetar med luftvärdighet för flygplan och andra luftfartyg i enlighet med Europeiska Kommissionens regelverk (EU) 1321/2014. Utöver detta måste flygbolagen följa de tekniska kraven och administrativa förförandena i samband med flygdrift enligt Europeiska Kommissionens regelverk (EU) 965/2012. En licens för drift i enlighet med förordningen (EC) 1008/2008 från Europaparlamentet krävs också. Detta ger flygbolagen rätten att driva och ta betalt för flygtrafik inom EU. För gods och/eller transport av människor med drönare finns det i nuläget inga specifika regelverk.

Tillstånden som krävs för att flygbolag ska kunna driva kommersiell trafik kan delas upp i tillstånd för drift och flygtrafik, tillstånd från luftvärdighetsorganisationer, driftlicenser för kommersiell flygtrafik inom EU samt säkerhetsgodkännande. Inte för något av dessa tillståndsförändringen finns det någon direkt koppling till elflyg. Det finns i dagsläget heller inga regelverk för hur kommersiell trafik med drönare ska bedrivas. Om flyglinjen ska transportera passagerare och/eller gods med flygplan eller helikopter krävs ett drifttillstånd, AOC (Air Operator Certificate) i enlighet med Europeiska Kommissionens regelverk (EU) 965/2012 om tekniska krav och administrativa förföranden i samband med flygdrift (vanligtvis refererad till som EASA-OPS).

Utöver detta måste flygplanen som används vara godkända av EASA. Standarden som certifierar ett flygplan beror på flygplanets maximala startvikt och antal passagerare. Det finns ännu inte några specifika krav för elflyg eller drönare. Certifiering av elflyg baseras på existerande krav för konventionellt flyg enligt CS23 och CS25 men också andra krav för elektriska system. Brandsäkerhet är en viktig aspekt. Det finns en stor efterfrågan på nya kriterier för certifiering och regelverk. Avsaknad av sådana regelverk riskerar att försena implementering av elflyg och drönare och/eller att implementeringen blir dyrare än nödvändigt.

Utmaningar: misstro mot flygbranschens intentioner och en okunskap om att det fossilfria flyget är nära förestående

Den traditionella flygindustrin behöver förändras för att möta de nya klimatmålen. Eldrivna drönare och de som drivs av vätgas har potentialen att bli det första luftburna transportmedlen som redan på ritbordet är designade för att vara fossilfria. Det är en ny industri som utvecklas där tillverkarna inom såväl batteriindustrin som bil- och flygindustrin samarbetar.

Det finns vissa utmaningar för att klara denna omställning. Det finns idag en misstro i samhället mot att flygindustrin skulle bli miljövänlig som tar sig uttryck i termer som t.ex. 'flygskam'. Industrin behöver klart tydligt och transparent möta denna misstro.

SEK och EKN har en viktig roll för att möjliggöra export av kunskande som bidrar till miljövänligare flygverksamhet, speciellt om vi med hjälp av svenska exportaffärer vill minska den globala flygsektorns miljöpåverkan. Flygsektorn är ett mycket kunskapsintensivt område och det krävs ett industrikunskande för att avgöra hur miljöpåverkan kan bedömas därför ser vi att det behövs en kunskapshöjning hos de bedömare som används för att bedöma vilka exportaffärer som ska få stöd.

Det uppdrag som EKN har idag verkar hämma stödet för export av miljöförbättrande optimeringsinitiativ inom flyget. Eftersom dessa optimeringsinitiativ enligt bedömningar inte bidrar till effektivisering utan snarare leder till kapacitetsökningar som bedöms vara negativa för miljön. Detta trots att det i själva verket minskar miljöpåverkan per flygplan, eller gör att en ny flygplats kan undvika eller fördröja en planerad utbyggnad av markinfrastruktur.

Förbättrad effektivitet på flygplatser är inte likställt med ett ökat flygande (flygandet drivs av en globaliserad efterfrågan) utan är snarare till för att möjliggöra ett effektivare nyttjande av vår befintliga infrastruktur och

därmed en minskad miljöpåverkan per flygplan genom kortare flyg- och taxningstider. Optimering leder till ökad kapacitet endast under rusningstrafik och det resulterar då i minskade flygtider och därmed även utsläpp under rusningstrafik snarare än ökat flygande. Ett ökat flygande styrs av en flygplats deklarerade kapacitet⁶ och inte av luftrum eller en rullbanas kapacitet.

Man kan göra en jämförelse mellan ena sidan optimering av flygplatser och luftrum och å andra sidan av en expansion av vägnätet genom att lägga till nya filer vars syfte är att minska köer in och ut från städer under rusningstrafik. En extra fil syftar oftast till att man vill att bilarna ska rulla framåt i stället för att stå stilla med motorn i gång. D.v.s att man så snabbt som möjligt ska komma fram till målet och därefter stänga av motorn.

En optimerad flygplats bidrar med exakt samma sak, eftersom ett flygplan vid start eller landning kan minska sin flygtid genom att undvika köer vid banan och väntetider vid landning.



Nya mer effektiva processer (d v s A-CDM) och nya flödessystem som installerades på Münchens flygplats redan 2011, sparade det första året det var i operativ drift in 5400 ton flygbränsle, vilket kraftigt reducerade CO₂-utsläppen både på marken och i luften kring flygplatsen. Genom dessa effektiviseringar kunde man i München utnyttja latent kapacitet som bidrog till att minska trafikstockningen på flygplatsen. Att man nyttjar latent kapacitet behöver inte betyda att man ökar den totala trafikmängden, det kan också innebära att man möjliggör för den befintliga trafiken att flyga mer effektivt, utan trafikstockningar och därmed mer miljövänligt. Regleringsbrevet i kombination med otydliga tolkningar av detta leder till att EKN:s förmåga att stödja svensk innovativ teknologi och processoptimering inom sektorn motverkas. Vissa tolkningar av regleringsbrevet kan därmed motverka de miljömål man är satt att uppnå.

⁶Deklarerad kapacitet (eng. Declared Capacity) används för att ange en gräns för antalet förflyttningar som kan schemaläggas på en flygplats. Den tar hänsyn till kapaciteteten på rullbanor, taxibanor, stand/gate, terminaler mm.

Förbifart Stockholm är ett annat bra exempel att jämföra med. Kommer antalet bilar att öka i Sverige p g a att man bygger förbifart Stockholm? Svaret är nej. Däremot skapar man en miljö där bilarna kan åka från A till B utan att stå i köer. Med förbifart Stockholm får man ett flöde (utan stopp) - vilket minskar CO²-utsläppen. Detsamma gäller för en utbyggnad av antalet flygplatser eller luftvägarna till/från en flygplats. Antalet flygplan i luften kommer inte att öka därför att vi hjälper en flygplats att bli effektiv. Antalet flygplan ökar oavsett vad vi gör. Däremot kommer ett optimeringsprogram att tillåta att flygplanen flyger kortast möjliga väg till och från flygplatsen och att vi minimerar deras framfart på marken till ett minimum från landning till gate eller från gate till start vilket bidrar kraftigt till minskade CO²-utsläpp både i luften och på marken.

Argumenten för att exportstöd ges till diesalbussar är att man genom dessa ersätter redan idag "smutsigare" fordon. EKN verkar, antagligen pga. regelverken som styr deras bedömningsprocesser, att ha svårt att hålla en konsekvent linje mellan transportslagen. EKN måste i sina bedömningar ta hänsyn till att luftrum och flygplatser som byggs eller planeras idag kommer vara tillgängliga som en resurs för ett helt fossilfritt flyg under större delen sin livscykel (en flygplats lever ofta i 50+ år)

Det krävs ett ökat kunnande, en förståelse från samhället och eliminering av laddade termer såsom "flygskam" som inte tar hänsyn till det växande fossilfria flygandet. Den infrastruktur som planeras eller byggs idag är inte enbart till för att hantera dagens fossila flyg utan kommer under större delen av sin livscykel finnas till för morgondagens fossilfria flyg. Men samband med exempelvis flygplatsprojekt tar man idag ingen hänsyn till den stora omställningen som just nu sker eftersom det antagligen är för svårt för en lekman att föreställa sig att en sådan utveckling kan ske så snabbt. Som paradox till detta synsätt har man ett helt annat långsiktigt tänkande när det gäller järnvägen som ersättare till dagens flyg trots att planeringshorisonten för en sådan utbyggnad av järnvägen är så pass lång att en stor del av flyget kommer att ha hunnit ställa om fossilfritt långt innan järnvägen väl är utbyggd.

Om alla ser ett ökat flygande som ett problem är det lätt att tänka linjärt: fler stora flygplan ->, fler starter och landningar ->, fler landningsbanor, -> fler flygplatser. För dem som inte är insatta i flygindustrin är det svårt att lämna detta linjära tänkande eftersom det än så länge inte finns något etablerat el- och vätgasdrivet reguljärflyg att uppleva. De flesta som är insatta i flygindustrin vet dock att detta kommer inom det närmaste decenniet.

Grundproblemet är alltså att i kalkylerna få ta med något som inte finns i bruk ännu. SEK och EKN har svårt att bedöma scenarier över miljöpåverkan som ligger 25-50 år framåt i tiden, och detta är direkt hämmande för exporten av både kunnande och teknik, för att optimera flygandet eller för att expandera infrastrukturen för morgondagens flyg.

EKN:s regleringsbrev kan behöva uppdateras för att ta in den nya verkligheten med nära förestående fossilfritt flyg

Det bör utredas hur man kan ändra på regleringsbrevet för att möjliggöra att alternativa framtidsscenarier där också fossilfritt flyg kan ligga till grund för bedömningarna av en flyginfrastrukturens påverkan på miljön. Vid en sådan utredning bör man ta hänsyn till följande frågeställningar:

- 1. Om man genom av optimering och anpassning av luftrum, taxibanor samt rullbanor kan undvika byggandet av en 4:e bana på Arlanda vars byggprocess i sig har en stor miljöpåverkan är det då till gagn för miljön?**
- 2. Om ett expansionsprojekt inom flyget färdigställs och tas i drift under en tid då det fossilfria flyget utgör en större del av det totala flygandet än det fossila – bör detta då inte vara till gagn för miljön över tid, på samma sätt som man exempelvis räknar på den långsiktiga påverkan över tid när det gäller utbyggnad av järnvägen?**

Detta är högst relevanta frågor som bör kunna ställas i förhållande till de direktiv och regleringsbrev som EKN i framtiden ska följa. Detta är en viktig förutsättning för att vi snabbt skall kunna ställa om till morgondagens flyg och påverka omvärlden med vårt kunnande och våra exportprodukter.

På samma sätt som exportnäringen behöver finansiellt stöd för att påverka omvärlden med sitt kunnande och teknik behövs även innovationsstöd från statens sida för att möjliggöra snabbare teknologiska innovationer och pilotprojekt. Flygbranschen behöver stöd genom infrastruktur, regelverk och finansiella stöd. Omställningen är bara möjlig om transformationen mot fossilfritt flyg och drönarflyg placeras högt på regeringens agenda samtidigt som kommuner och regioner måste stärka sin kompetens inom detta område. Statliga aktörer behöver involvera industrin vid utvecklandet av regelverk för att göra omställningen kostnadseffektiv. Industrin och staten behöver ge medel till oberoende och transparent forskning kring hur det fossilfria flyget bör se ut, och vilka välfärdsvinster, klimatvinster och samhällsekonomiska vinster som kan göras.

4

Drönare och Advanced Air Mobility (AAM)



Användningsområden för drönare

Inspektionstjänster har i många år varit en lågt hängande frukt för användandet av drönare eftersom det inte krävs någon infrastruktur eller något permanent tillstånd för denna typ av tjänster. Idag använder ca 50 kommuner egna drönare och flyger med dem som del av sin verksamhet. Inspektions- och övervakningstjänsterna kommer utvecklas, särskilt när det gäller insamling och bearbetning av data. Dessa tjänster kommer att bli alltmer avancerade i takt med den tekniska utvecklingen.

Andra områden där användning av drönare testas är vissa lättare transporter som leveranser av blodprover mellan vårdcentraler, sjukhus och laboratorier.

Drönare är snabba och kan också användas för nödsituationer, till exempel för leverans av första-hjälpen-kit till platser där helikoptrar kan ha svårt att få på plats, nå i tid eller då det inte finns någon helikopter tillgänglig.

Det finns ett intresse att se drönare i framtiden som en normal företeelse vid nödlägen och som hjälpmedel för att analysera situationer. Det lokala sjukhuset kan ha en räddningsdrönare på plats som är redo att användas samt en drönarlandningsplats. Drönare kan skickas ut för att analysera en brand, en miljökris eller vid smittspridning. Man kan använda drönare för att observera om något ovanligt händer på en plats eller för att insamla topografiska data och att skapa en digital tvilling. Miljöövervakning och insamling av data för planering såväl som drift och skötsel av olika faciliteter är andra exempel. Ett annat användningsområde för drönare är att polisen i många länder i allt större utsträckning använder dem för bevakning av trafik och i övervakning av stora event. Dessa olika användningsområden kommer att växa i omfattning och behöver kunna samexistera i luftrummet med ett ökande antal luftburna transporter av olika slag som också är på frammarsch.

Sverige är idag beroende av fossilintensiva transportmetoder för leveranser. Fossilfri drönartransport kan vara ett komplement till existerande transportsätt, som en del i ett effektivt multimodalt transportsystem, med speciellt utvecklad leveranslogistik. Potentialen för drönare vid leverans den första eller sista kilometern måste ses som speciellt intressant. Sverige har stora områden som är mycket svåra att nå under vintern, på grund av snön, och även i skärgården på grund av vattnet som inte riktigt fryser till. Det finns ett uppenbart problem att delar av den svenska landsbygden blir mer isolerad vad gäller samhällstjänster, och mer bilberoende. Bussinfrastrukturen i glesbygden är minimal och obekvä.

Eldrivna drönare kan vara ett sätt att vända trenden för Sveriges glesbygd. De kan användas för att återsocialisera och sammankoppla små byar och avlägsna områden i skog, berg, skärgård eller i norra Sveriges inland. Därmed kan eldrivna drönartaxi i kollektivtrafik, speciellt på landsbygden, anses vara av samhällsintresse för hela Sverige.

Drönarna har ännu fler användningsområden än det elektriska flyget. Möjligheten att starta och landa vertikalt innebär en större flexibilitet när det gäller start- och landningsplatser. Flera länder i Europa har stora ambitioner inom drönarområdet.

Dessa länder har valt något olika men snarlika vägar att leda den nationella utvecklingen, ofta har man tillsatt ett nationellt råd för civila drönare. Dessa råd hanterar områden som teknologi och säkerhet, regler för flygning, industriutveckling och utbildning. Länder med sådana råd är Italien, Belgien, Tyskland, Frankrike och Polen. En nyligen framtagen rapport från McKinsey på uppdrag av EASA visade att 83 % av den europeiska befolkningen var positiva till implementering av drönare i stadsområden. Online magasinet Airsight publicerade en artikel där man beräknade att ca 160 000 kommersiella drönare kommer att vara i operativ drift globalt år 2050. Att jämföra med dagens ca 25 000 flygplan globalt.

Drönare för person- och godstrafik - AAM

Om den konventionella flygindustrin står inför stora förändringar så innebär drönarnas intåg in i samhället en verkligt omvälvande utveckling som kan leda till en sådan "kreativ förstörelse" som uppstår när nya teknologiska landvinningar slår ut existerande branscher. Drönarnas intåg kommer att påverka såväl den markbundna som den luftbundna infrastrukturen. Idén med flygtaxi/drönartaxi lanserades först med begreppet Urban Air Mobility (UAM) som handlade om att i världens storstäder kunna erbjuda en lösning för att snabbt ta sig förbi de ändlösa köerna i biltrafiken. Genom åren har förståelsen för hur och vad man kan använda drönare till utvecklats och breddats.

Nu använder vi begreppet Advanced Air Mobility (AAM)

som inbegriper framväxten av en hel industri bestående av tillverkare av drönare, operatörer av drönare och även operatörer av start- och landningsplatser. AAM inbegriper också nödvändig mark- och luftinfrastruktur såväl som serviceinfrastruktur och lösningar för betalning, etc. Drönartaxi utmärks av att de transporterar mellan två till sju personer upp till 10–15 mil på el och estimerat över 60–80 mil på vätgas. Med räckvidder på 60–80 mil kommer drönartaxi att konkurrera med både busslinjer, inrikes- och regional flyg samt busslinjer.

Drönartrafiken behöver inte följa schemalagda trafikrutter utan kan snarare kan utvecklas till en "on-demand service", d.v.s. resande och transporter eller frakt styrs av det äger rum vid det tillfälle då kunden önskar nyttja tjänsten.

Synergier mellan luftburen övervakning och framväxten av industrigrenen AAM kan innebära effektiviseringar inom miljöövervakning samt övervakning av teknisk infrastruktur och kraftledningar som idag utförs med helikopter. Här finns möjligheter till simultana analyser för att ta reda på hur framtidens 'motorvägar' i det undre luftrummet kan utvecklas.

Forskning om vilken roll AAM kan ha när det gäller transformationen av fossilfri infrastruktur, tex till vätgassystem är också intressant. För att få till ett paradigmskifte mot AAM behövs en bättre förståelse för konkreta åtgärder som sammanhänger med en sådan utveckling. Koncepten AAM, drönartransporter samt nyttjandet och utvecklandet av det undre luftrummet som en del av ett framtida effektivt, hållbart och fossilfritt transportsystem har hittills uppmärksammats i tillräcklig utsträckning. Med tanke på den vinst som kan göras i planeringsstrukturer, processer och verktyg för den fysiska planeringen.

Advanced Air Mobility (AAM) – ett disruptivt element

Disruptivt är ett relativt nytt ord i det svenska språket. Ordet kommer från det engelska ordet disruptive, som betyder att sönderslitande, omvälvande, omstörtande. Innebörden är att helt nya sätt att tänka, ofta kring teknik, omkullkastar eller åtminstone rubbar de gängse normerna för hur olika branscher bedrivits tidigare.

Här är några exempel på hur ordet används:

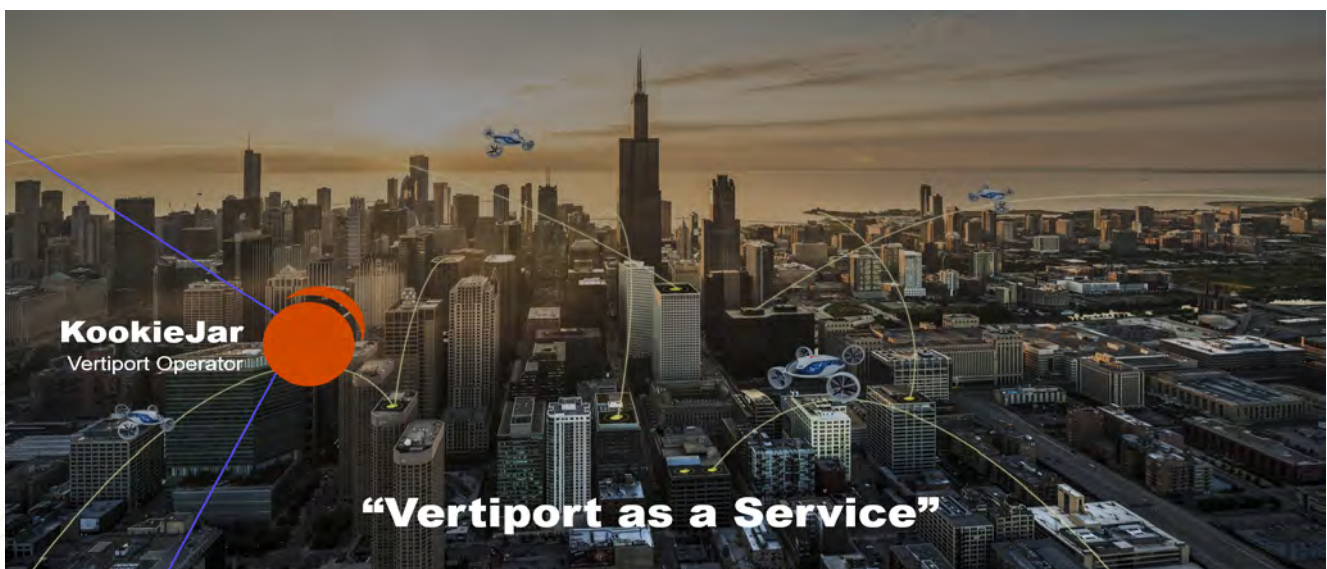
Disruptiv innovation – en innovation som skapar en ny marknad som tränger undan etablerade marknadsledare och marknadsallianser eller konstellationer.

Disruptiv teknologi – en teknologi som har en transformativ effekt eller som löser ett problem på ett så pass mycket fördelaktigare sätt så det tränger undan existerande teknologi.

Disruptiv affärsmodell – en affärsmodell som har en prisbild eller ett kund och leverantörsförhållande som anses vara så mycket mer fördelaktigt att den kan ersätta den existerande traditionella affärsmodellen.

Den pågående utvecklingen av industrigrenen Advanced Air Mobility (AAM) är ett exempel på en disruptiv utveckling på flera olika sätt. Den kan betraktas som disruptiv som innovation såväl som teknologi och affärsmodell. Transporter med drönare i det lägre luftrummet kan sägas bryta ny mark i förhållande till dagens transportsystem som är antingen mark eller vattenbaserade eller tar plats högt över oss i luftrummet för trafikflyget.

Den teknik för drönare som redan finns på plats och som också konstant utvecklas mot större, snabbare, säkrare, fossilfria och självgående fordon löser allt fler olika transportbehov och utmaningar. Alla drönartillverkare har lösningar som bygger på vätgas och/eller el. Detta är disruptivt i jämförelse med existerande transportteknologier i och med att farkosterna redan från start designats för fossilfri drift. Den utveckling som beskrivs ovan kommer sannolikt att bidra till fortsatt disruptiva utveckling i form av nya affärsmodeller.



5

Transportplanering och fysisk planering

AAM finns inte med i dagens transportplanering

AAM, drönartransporter, nyttjandet och utvecklandet av det undre luftrummet som en del av ett framtida effektivt, hållbart och fossilfritt transportsystem är hittills inte tillräckligt uppmärksammat i transportplaneringen och den fysiska planeringen av våra samhällen i form av översikts- och detaljplaner samt områdesbestämmelser.

Vi har tittat på planer från övergripande nationell nivå (nationella infrastrukturplanen 2018–2029) till den regionala nivån och kommunala nivån som innefattar regionala utvecklingsstrategier (RUS), länstransportplaner, Länsstyrelsernas energi- och klimatsamordningsuppdrag (LEKS) samt kommunala översiktsplaner. Fokus i dessa planer ligger idag huvudsakligen på markbundna transporter och markbunden infrastruktur framför sjöfarten och flyget.

En slutsats som kan dras från denna rapport är att det är hög tid att inrymma det undre luftrummet i transportplaneringen, d v s i regionala utvecklingsstrategier och planer, länstransportplaner, kommunala översiktsplaner och slutligen även i detaljplaner och planbestämmelser. Genom att inkludera det undre luftrummet i transportplaneringen inkluderar man AAM i samhällsplaneringen. Vi ser framför oss en utveckling ur flera perspektiv; teknologiskt, innovativt och strukturellt.

Drönare kan effektivisera arbetsmetoder, logistik och transporter. Samtidigt finns det utmaningar med drönare. En av utmaningarna är att det råder osäkerhet kring vilka regelverk som gäller, och vilka som behöver skapas (skr.se). Luftrummet behöver inkluderas i planeringsarbetet för kommuner precis som planering av hur marken ska användas. UAM initiative Cities Community (UIC2) publicerade i december 2021 vägledningmaterial för hur man kan integrera UAM (Urban Air Mobility) ur ett kommunperspektiv. Norrköping blev som första kommun i Sverige medlem i UIC2 tätt följt av Stockholm stad. Det rekommenderas att fler kommuner tar del av detta, blir medlemmar och gärna under ledning av Sveriges kommuner och regioner (SKR).



⁷ https://airspace.canso.org/issue_48/we-are-all-one

Infrastrukturen i det undre luftrummet behöver regleras och det innefattar bland annat, start- och landningsplatser, transportnoder, distributionsnoder, transitpunkter, laddningsstationer, bränsledepåer, telekommunikationsnätverk (digital infrastruktur), och luftkorridorer (luftrumsdesign). Det är ett omfattande arbete och innebär i praktiken ett nytt kommunalt planeringsområde. Det finns en risk att kommunerna saknar resurser och kompetens inom dessa nya områden. Utöver detta kan Transportstyrelsen behöva mer resurser, för att reglera och godkänna alla nödvändiga förändringar i det undre luftrummet, samt för att utveckla nya processer och ny kompetens.

Regelverk och myndighetssamordning

Ytterst handlar det om att skapa förutsättningar i den fysiska planeringen, huvudsakligen på kommunal nivå, för att kunna etablera den infrastruktur som krävs för att det undre luftrummet ska kunna nyttjas på ett optimalt och säkert sätt för framtidens fossilfria, effektiva transportsystem med drönare för gods och människor, d. v. s. AAM. Det är angeläget att analysera hur regelverket för etablering av transporter i det undre luftrummet bör se ut för att ta till vara de möjligheter som AAM öppnar för framtiden. Det handlar också om att klarlägga olika myndigheters roller och ansvar. Ett antal aktörer berörs: Transportstyrelsen, Trafikverket, Boverket, Lantmäteri, Länsstyrelserna, regionerna samt inte minst kommunerna som har ett avgörande ansvar för den fysiska planeringen genom sitt planmonopol. Planerings- och tillståndprocesser tar tid.

Luftfartsverket har en oklar roll

Även Luftfartsverkets (LFVs) roll inom drönarsektorn måste slutgiltigt klargöras. I Sverige har LFV fått regeringsdirektiv inför 2022 att "etablera system och tjänster för obemannad luftfart (så kallad UTM) på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt och enligt regelverket för U-Space där det är tillämpligt". Det innebär att LFV sannolikt kommer att få rollen som Common Information Service-provider (CIS) i Sverige för det så kallade undre luftrummet. Men enligt EASA:s tidigare High-level regulatory framework for the U-space, Opinion 01/2020, fick de inte som CIS samtidigt vara U-Space Service Provider (USSP) d v s den som övervakar drönartrafiken i det undre luftrummet, eftersom det enligt EASA kunde leda till en intressekonflikt, marknadsfördelar och därmed vara konkurrenshämmande för andra USSP's.

EASA's tidigare hållning från har dock sedermera ändrats efter påtryckningar från intresseorganisationen CANSO (Civil Air Navigation Services Organisation)⁷. Den nya hållningen tillåter LFV även om de är CIS att vara USSP förutsatt att informationen sprids till alla USSP's inom samma luftrum med samma kvalitet och latens. Denna svängning visar på att flera regler inom de närmsta åren kan ta en vändning baserat på ökat kunnande och inlagor från intresseorganisationer som exempelvis CANSO.



EASA skriver i sitt utlåtande 2020 att:

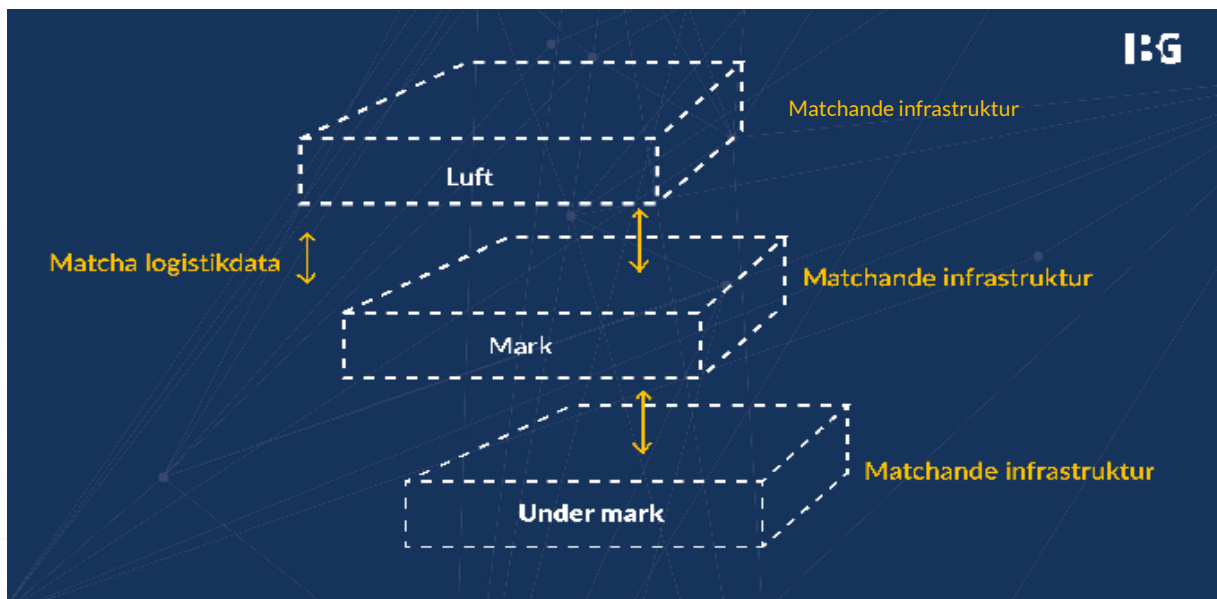
- "The fact that the Member States designate a common information service (CIS) provider does not mean that there is only one CIS provider per Member State; it means that there is only one provider per U-space airspace. There could be as many CIS providers as there are designated U-space airspaces. The reason for having one CIS provider per U-space airspace is to ensure that there is one single point of contact, one single point of truth that consolidates all the information necessary for the functioning of the U-space airspace."
- "The CIS is at the heart of the U-space system. The information will be managed by the CIS provider. This provider ensures that all the information can be exchanged between the various organisations to fulfil their obligations...The CIS works on the basis that the exchange of information is being ensured by application of (open) communication protocols allowing USSPs and ANSPs to exchange information through the appropriate interface. The USSPs shall use the information provided by the CIS provider to provide U-space services to UAS operators. This article also specifies that the CIS provider cannot be a USSP itself. This is necessary to ensure that there is no conflict of interest when the common information is made available to the different USSPs and that there is fair competition in the U-space services market. This provision is not derived necessarily from a safety point of view but more from a competition and market perspective."

Kommunerna och Plan-och bygglagen (PBL)

Ett område där utveckling och etablering av AAM behöver införlivas är i den fysiska planeringen som styrs av plan- och bygglagen (PBL), och där har kommunerna huvudansvaret. Här kan vi tala om en disruptiv utveckling som förflyttar etablerade och traditionella synsätt. Nu måste det också tas hänsyn till AAM:s användning av det undre luftrummet när byggnader och infrastruktur planeras. Ett antal frågor uppstår gällande vilka regelverk som gäller, hur de överlappar och vilka tveksamheter som finns gällande hur nuvarande regelverk hanterar tredimensionell planering, samt vilket behov det finns av nya regelverk. Befintliga kunskaper och erfarenheter behöver tillämpas och ny kunskap och nya verktyg behöver utvecklas. PBL möjliggör för vertikala avgränsningar i detaljplanerna, givet att de kan visualiseras. Digitala tvillingar av det fysiska rummet och visualiseringsteknologi öppnar nya möjligheter för detta.

Digitala tvillingar av kommuner och modern simulerings- och visualiseringsteknologi öppnar upp för nya möjligheter.

Kommunerna har monopol över den fysiska planeringen i form av övergripande planer, detaljplaner, områdesbegränsningar och bygglov. Detta gäller även planeringen av det undre luftrummet i framtiden, och det gäller att detta används för att skapa en effektiv och miljövänlig luftburen transportinfrastruktur.



Undre luftrummet - kommunens nya planområde

Infrastruktur för AAM

Samhällsplaneringen måste inkludera såväl hur luftrummet ska användas som en markbaserad infrastruktur med välplacerade start- och landningsplatser som utgör en del av transportnätverket, liksom andra stödfunktioner för kommunikation, bränslepåfyllning, service och underhåll etc. Även miljö- och riskanalyser är en naturlig del av detta.

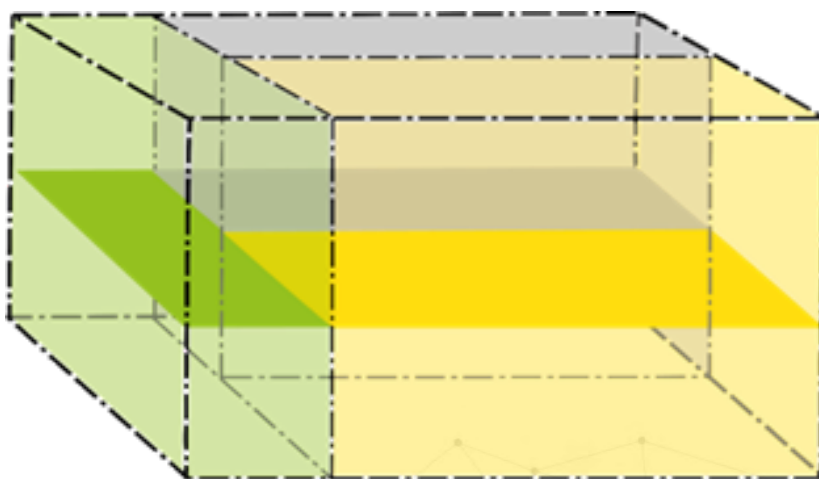
Det framtida scenario med frakt- och passagerardrönare vi ser framför oss är inte den klassiska bilden av ad-hoc leveranser av pizzor utan ett expanderat transportnätverk med start och landningsplatser av olika storlek. Nätverket visualiseras som transportkorridorer med både lätt gods, tyngre gods och persontransporter inom det undre luftrummet, där trafiken är reglerad, kontrollerad och övervakad. Drönare som kan ta laster på upp till ett ton finns snart. Drönartaxis som kan flyga mellan olika noder i olika delar av en stad och mellan olika städer finns redan nu.

AAM innebär en infrastruktur och ett nätverk för fossilfri, snabb, miljövänlig och kostnadseffektiv transport av både gods och människor på regelbunden basis i stor skala, som inkluderar både städer och landsbygd. Inte minst för avlägsna områden med bristfälligt vägnätverk kan AAM innebära en helt ny utvecklingsmöjlighet. Närhetskartan i Sverige blir dramatiskt omritad.

Digitala verktyg

Det kan noteras att i de kommunala detaljplanerna enligt PBL, finns det möjlighet även till vertikala avgränsningar och regleringar i luftrummet. Om ingen avgränsning görs vertikalt gäller en planbestämmelse i princip obegränsat både uppåt och nedåt. Genom fastighetsbildningslagen (FBL) gäller också en tredimensionell fastighetsindelning. Vertikala avgränsningar och bestämmelser om nyttjande av luftrummet styrs enligt gällande regelverk på detaljplanenivå. Kravet är att dessa avgränsningar ska kunna åskådliggöras tydligt. Det finns digitala verktyg finns som underlättar planeringen och visualiseringen av det undre luftrummet och som ger möjligheter att redovisa de avgränsningar som behöver göras och de bestämmelser som reglerar detta. Naturligtvis innebär detta dock en enorm utmaning för samhällsplaneringen.

Ett sätt är att anta en 'Learning-by Doing' -strategi i planeringsarbetet rörande denna omställning genom att etablera pilotprojekt där förutsättningarna att realisera AAM i större skala klarläggs och testas i såväl simulerad miljö som i verkligheten. Detta med hänsyn till såväl befintliga som kommande regelverk och till fysiska, sociala och ekologiska förutsättningar.



Planområde som är avgränsat vertikalt både uppåt och nedåt.
Illustration: Jenny Lilja /Boverket



6

Kommersiellt Scenario
– marknadens potential

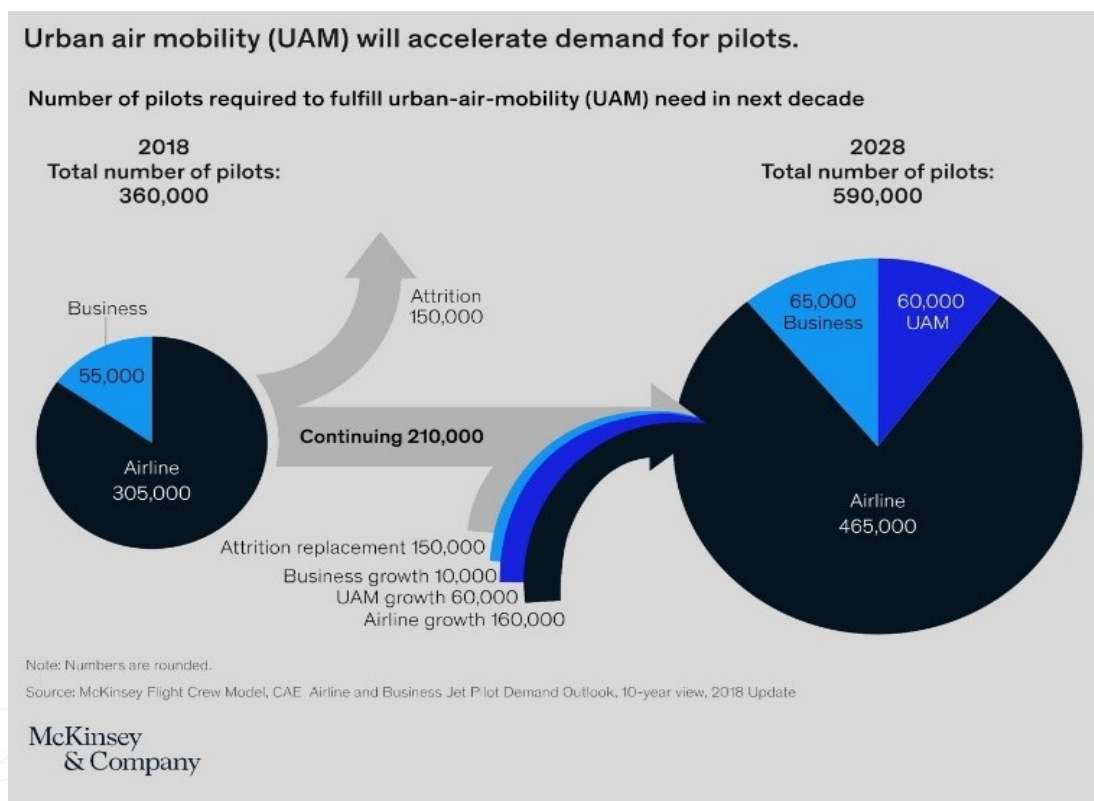
AAM en starkt växande marknad

Advanced Air Mobility (AAM) kommer vara nästa storskaliga disruptiva utveckling inom mobilitetsområdet. Marknaden förväntas växa med från 3,10 miljarder USD under 2023 till 15,54 miljarder USD 2030 enligt konsultföretaget McKinsey.

Det uppskattas att cirka 300 olika företag försöker att bygga den nya "flygande bilen", ett elektriskt VTOL- flygplan (Vertical Take Off and Landing) för den kommande revolutionen på mobilitetsmarknaden, och det finns nästa lika många olika designfilosofier. De flesta satsar på hybriddesigner med rotor för vertikal start och landning men vanliga fasta vingar för horisontell flygning. Det finns en god anledning till det, - flygning med fasta vingar är mycket effektivare än drönare utan vingar. För eldrivna flygfarkoster är batterivikten viktig för effektiviteten. Nuvarande eVTOL-fordon (elektriska fordon med vertikal start och landning), så kallade Air taxis (svenska: flygtaxi), har typiskt sett 2-4 säten, med en hastighet på mellan 300 och 400 km/h. Vissa tillverkare fokuserar på vätgasdrivna flygtaxis medan de marknadsaktörer som är närmast certifiering (före 2025) huvudsakligen tillverkar batteridrivna flygtaxis med avsevärt kortare räckvidd på 150 km och 30 minuters flygtid. Med vätgasceller kommer räckvidden att kunna utökas till mellan 600 km och 800 km med en flygtid på upp till 2 timmar och därmed kommer dessa fordon att kunna eliminera stora delar av det konventionella inrikesflyget som finns idag.

Det är rimligt att anta att den initiala marknaden kommer fokusera på urbana transporter i megastäder där tidsbesparingen jämfört med konventionell marktransport (t.ex. buss, taxi, tåg eller tunnelbana) är mer märkbar. Intercityresor kommer introduceras när det vätgasbaserade långflyget kommer till marknaden.

Dock är det lika rimligt att anta att kortare intercityresor på ca 10 mil kan etableras snabbare eftersom transportbehoven för denna typ av resor beräknas öka med ca 20 - 30% till 2030 och eftersom de stora industriella investeringarna i norra Norrland kommer att kräva en effektiv regional kollektivtrafik för de troligtvis servicevana personer som rekryteras och som i någon mån vill fortsätta leva i ett 15- minuters samhälle. Det är sannolikt att korta resor som idag sker med affärsjet, helikopter och schemalagda inrikesflyg delvis kommer att ersättas av "on-demand punkt till punkt" flygtaxiresor (Air taxi). Flygtaxi kommer också sannolikt att bli en del av ett multimodalt transportsystem där en resa kan innehålla en kombination av mark- och lufttransport för passagerare. Sannolika aktörer för denna typ av erbjudanden är Uber, Bolt, Grab, LYFT etc.



Konsultfirman McKinsey & Company förutsäger att till 2028 kan den framväxande AAM industrin kräva upp till 60 000 piloter, detta motsvarar 17 procent av de kommersiella piloterna som var aktiva under 2018. Detta bekräftar att en snabb tillväxt förväntas inom denna industri.

Joby

(www.Jobyaviation.com)

Joby Aviation, Inc. (JOBY) som är listad på New Yorkbörsen (NYSE) är ett av de ledande företagen i branschen sett till mängden insamlat kapital. Joby är ett Kalifornien baserat företag som utvecklar elflyg för kommersiell flygtaxi. Joby planerar att utveckla hela värdekedjan inklusive vertiports och flygtaxitjänster för deras eVTOL.

Archer

(www.archer.com)

I februari 2021 presenterade den Kalifornienbaserade eVTOL- utvecklaren planer på att bli börsnoterade via en sammanslagning med företaget Atlas Crest Investment Corp i en affär som värderade Archer till 2,7 miljarder USD. Den 29 juli, annonserade Archer och Atlas Crest en strategisk reset av deras termer och nedjusterade värdet på Archer till 1,7 miljarder USD. United Airlines och Archer annonserade ett partnerskap 2021 och flygplansbeställning värd 1 miljard USD.

Lilium

(www.lilium.com)

Atomico som ägs av Skypes grundare Niclas Zennström investerade i tyskbaserade Lilium och företaget är nu listat på NASDAQ. Lilium har växt från 14 anställda 2016, när Atomico först investerade i bolaget, till dagens över 700 anställda varav cirka 400 är flygingenjörer.

Ferrovial och Lilium utvecklar ett Vertiport- nätverk i USA, de har signerat ett ramavtal för att utveckla ett nätverk med minst 10 vertiports.

Tavistock investerar 25 miljoner USD för att utveckla Lake Nona vertiport tillsammans med Lilium.

Bartini

(www.bartini.aero)

Bartini är en självnavigerande eVTOL, en "quadcopter" för två eller fyra personer med en fastvingeskonstruktion. DetStorleken är som en bil och detta är eVTOLs motsvarighet till en sportbil. Företaget är ett av de första som använder vätagasceller. Detta ger Bartini en överlägsen räckvidd som passar för intercityresor. Bartini rankades av Berkley University som en av de tillverkare som har den mest lovande designen.

Volocopter

(www.volocopter.com)

Volocopter, en av pionjärerna inom UAM, annonserade finansieringsrundan för sin Series D den 3 mars 2021 och samlade ihop 200 miljoner EUR i kapital. Totalt har Volocopter samlat in 322 miljoner EUR. Pengarna kommer att användas för att befästa Volocopters ledande position på UAM marknaden genom att föra deras Volo-City, en batteridrivna flygtaxi för städer, till certifiering samt genom att accelerera lanseringen av deras första kommersiella rutter.

Volocopter har annonserat ett partnerskap med Vertiport tillverkare för att skapa den första mobila "Volo-Port" för flygtaxis.

Vertical Aerospace

(www.vertical-aerospace.com)

Vertical Aerospace har annonserat planer på att bli börsnoterade genom en sammanslagning med Broadstone Aquisition Corp i en deal som ger den Storbritannienbaserade drönartillverkaren ett värde på 2,2 miljarder USD.

Kretsen i den anslutande privata investeringar på 89 miljoner USD i det offentligt kapitalet (PIPE) inkluderar American Airlines, flygplansleasingbolaget Avolon och flygunderleverantörerna Honeywell och Rolls-Royce.

Detta bekräftar det faktum att marknadsaktörer ser behovet av markinfrastruktur för lufttaxitjänster. I nuläget liknas situationen vid en bilindustri utan vägar, dvs en flygtaxiindustri utan luftkorridorer eller destinationer. I Europa förväntas ramverket för Vertiports att vara färdigställt vid 2024 och i dagsläget är de flesta Vertiports designade för att möta kraven för helikopterplattor. I Sverige planeras en första prototyp av en Vertiport i Norrköping helt anpassad för drönartrafik. Det är ett samarbete mellan Norrköpings flygplats och ett lokalt bolag som heter Kookiejar.

7

Intervjuer om framtidens
flyg 2035-2045

Nedanstående kapitel är baserat på intervjuer med experter inom ett antal berörda organisationer rörande omställningen till AAM. Summeringen av synpunkterna under intervjuerna var att AAM kommer att utgöra ett komplement till existerande konventionella flygmetoder. Men disruptiv innovation och teknologi kan förändra spelplanen. När denna rapport skrivs har ett amerikanskt företag visat ett koncept på ett vätgasdrivet flygplan som kan flyga halvvägs runt jorden utan att tanka.

Det finns ett behov att behålla existerande flyginfrastruktur i Sverige för att den ska kunna användas vid etableringen av AAM. Å andra sidan kan, ekonomiska förluster på befintliga flygplatser betyda att det finns ett behov av nya affärsmodeller. Dessa affärsmodeller måste inkludera förnybara, energieffektiva och bekväma transportsätt, såväl inrikes som för kortare internationella resor. Drönare och elflyg visar redan sin potential inom dessa områden enligt några av de intervjuade experterna.

Vägen framåt enligt våra respondenter

Utvecklingen mot etableringen av ett nytt transportsystem för frakt och passagerartrafik i det undre luftrummet är enligt våra respondenter en oundviklig verklighet inom nischade användningsområden. De ser att utvecklingen går framåt med stormsteg internationellt. Inom EU håller drönastrategin 2.0 på att utvecklas. Det kritiska är hur vi i Sverige närmar oss detta utvecklingsscenario på bästa sätt. Den transportplanering och fysiska planering som genomförts i Sverige har hittills inte tagit hänsyn till det undre luftrummet förutom i vissa marginella fall. Problemen med tillämpliga lagar samt reglering, planering och tillståndsprocesser såväl som beslutsfattande och ansvarsfördelning mellan olika myndigheter och aktörer måste lösas snarast. Nuvarande och hittills tillämpade planeringsprocesser och procedurer, såväl som verktyg som stödjer dessa, måste också granskas och vidareutvecklas för att kunna hantera de nya frågor som AAM medför.

Kommuner har och skall fortfarande ha det slutliga inflytandet över den fysiska planeringen i framtiden. Framtida översiktsplaner och, detaljplaner måste utökas för att även ta hänsyn till designen och användningsrätten av det undre luftrummet.

För att etablera drönartransporter på en större skala, krävs en uppbyggnad av kunskap kring vad drönarteknologi är och hur det kan tillämpas vid transporter och andra aktiviteter.

Planeringsprocesser och utveckling av transportplaner såväl som översikts- och detaljplaner måste inkludera hur det undre luftrummet kan avgränsas och användas för drönare. Luftkorridorer måste avgränsas och illustreras. Detta inkluderar risk- och konsekvensanalyser. Här behöver olika kompetenser mötas och samarbeta. Flyg- och drönarkunskap måste inkluderas i planeringsarbetet. Nya typer av infrastruktur behöver etableras, till exempel start- och landningsplatser (Vertiports). Utöver detta behövs det även digital kommunikationsinfrastruktur för att kontrollera och övervaka rörelser i luftrummet. Transportsystemet med drönare behöver också anslutas till och integreras med andra transportsystem och noder.

Planeringsprocesser och digitala verktyg för simulering och visualisering av luftrummet måste utvecklas. Frågor rörande de juridiska förhållandena och möjligheterna att reglera användandet av luftrummet uppstår också.

Globalt görs redan idag multimiljardinvesteringar i drönarteknologi och detta kommer att ge oss olika typer av drönare för olika behov. Redan idag går det också att bygga den tekniska kommunikationsinfrastrukturen. Men för att detta ska bli verklighet ställs nya krav på kommunernas planering. Planeringsansvaret är oklart och samarbete mellan olika aktörer krävs. Vem tar ansvar för att utrusta kommunerna och sedan regionerna så att de kan driva utvecklingen själva? I vilket fall så måste det undre luftrummet inkorporeras och regleras i översikts- och detaljplaner i den nära framtiden. Fördelarna med framtidens infrastruktur ligger inte bara i att den kommer vara fossilfri, den kommer också att innebära att vi även digitaliserar samhällsbyggnadsprocessen. Samtidigt är en optimal utveckling av infrastrukturen beroende av att vi ökar takten i digitaliseringen av samhällsbyggnadsprocessen. Utöver detta krävs, och sker också, ett arbete kring hållbar regional utveckling och affärsmöjligheter för förbättrad effektivitet inom transport och nya affärsmodeller som öppnar nya möjligheter för framtiden.

Framtiden är snart här och samhällsbyggandet och etableringen av infrastruktur tar tid att planera och implementera. Det är dags att börja undersöka och planera nu. Ett förslag är att börja med några specifika definierade projekt genom vilka olika problem kan konkretiseras och där lösningar kan utvecklas genom en process av 'Learning-by-doing'.

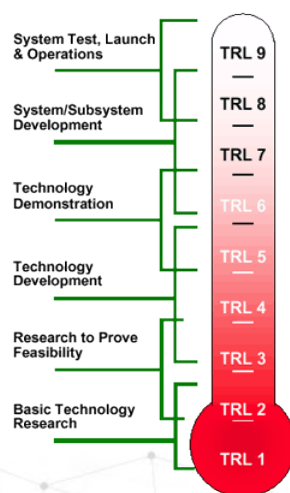
Mot bakgrund av den snabba utveckling som sker på området, kommer morgondagens flyg att vara mycket mer hållbart än idag. Dock kommer existerande flygplanstyper att fortsätta att vara i drift de närmaste 20–30 åren, och det kommer ta lång tid att ersätta alla dem med fossilfria flygplanmodeller. Därför behöver det ske en övergång till biobränslen. Samtidigt måste biobränslets indirekta påverkan på klimatet tas hänsyn till då vissa typer av biobränslen har stor påverkan. Det finns också ett behov av att flyga på lägre höjder för att undvika höghöjdsutsläpp. Under denna övergångstid måste vi reducera användningen av flyget, genom att använda policyinstrument såsom prishöjningar eller skatter.

Experterna framhåller att det är utsläppen som måste beskattas och inte flyget i sig. Ett sådant upplägg skulle innebära att allteftersom det fossilfria flyget fortsätter att ta över marknadsandelar, kommer vätgasdrivna och elektriska flygplan så småningom att kunna ta över och erbjuda ett flyg med mindre skattepålägg och därmed lägre priser för konsumenterna. Fossilfritt flyg är ett smart sätt att transportera folk på. Initialt kommer kortare inrikesrutten i Sverige, till exempel mellan Östersund och Umeå eller från Stockholm till Visby att nyttja dessa flygplanstyper eftersom räckvidden idag är ganska kort på elflyg.

En annan viktig faktor är att garantera utvecklingen i riktning mot tillgängliga lufttransportlösningar. Vi ser idag (2021) att de bästa lösningarna från exempelvis bilindustrin är för dyra för en stor del av befolkningen. Här finns ett tydligt rättviseperspektiv som kan påverka om en skattefinansierad investering mot AAM ska upplevas som legitim hos befolkningen. En rättvis klimatomställning kräver lösningar som är tillgängliga för en stor del av befolkningen och detta behöver prioriteras inom den eldrivna flygindustrin. Det kommer inte att räcka att de är fossilfria, energieffektiva, tidseffektiva och långsiktigt hållbara. Tjänsterna måste vara tillgängliga till ett överkomligt pris. Detta kräver ett samarbete mellan industri, regering, civilsamhälle och akademi för att utveckla lösningar som levererar bästa möjliga värde.

När vi går vidare för att utnyttja potentialen för fossilfri flygteknik är forskning och utveckling inom olika områden, till exempel följande, viktigt:

- 1. Batteriernas utformning behöver förbättras för att stödja en hållbar transformation.**
- 2. Även om utvecklingen av vätgasdrivna fordon har påbörjats så behövs det mer stöd för forskning kring produktion av vätgas.**
- 3. Bränsleceller behöver vidareutvecklas så att vi inte blir beroende av platina som huvudkatalys. Eftersom platina är ett kritiskt material kan det ta slut.**
- 4. Drönarna behöver vidareutvecklas för att kunna bära större laster.**
- 5. Hela systemet med säkerhet, lufttrafikledning, certifiering av nya designer, riskanalyser och dylikt behöver beforskas.**
- 6. Bästa användningsätt av drönare måste studeras för att stödja behoven.**
- 7. Den nya tekniken behöver demonstreras oftare så att allmänheten får en chans att se tekniken själva och bilda opinion kring hur de känner för den.**
- 8. Energiproduktionsmetoder, lagringslösningar och infrastrukturutveckling på flygplatser och regioner.**
- 9. Testbäddar, pilotprojekt och demonstrationer behövs omedelbart.**



Det finns ett behov att utforska potentialen hos teknologierna som formar morgondagens flyg. Allteftersom experimenten fortgår kommer tekniken att kunna överkomma sina utmaningar steg för steg. Om det uppmuntras, tillsammans med klimatmålen, kommer detta också leda till nya affärsmodeller för flygplatser. Att låta företag tjäna pengar kommer att leda till mer bekväma transportsätt. Vi kan se ett antal olika lösningar i framtiden, uppenbarligen behöver industri och myndigheter samarbeta för att:

- 1. Stärka forskning- och utveckling**
- 2. Arbeta för etableringen av internationellt attraktiva testbäddar**
- 3. Främja användandet av drönare inom offentlig sektor**
- 4. Utbildning för utveckling och användning av drönare**
- 5. Stärka deltagandet i internationellt standardiseringsarbete**
- 6. Främja internationaliseringen av forskning och industri**

Elflyg och drönare kräver elektrifierade flygplatser. Detta betyder att grön elektricitet inte bara behöver produceras utan också att man måste kunna lagra den på flygplatsen. Denna utveckling behöver påbörjas så att flygplatserna är redo att användas när elflyg implementeras. Inom bilindustrin har man sedan många år forskat på att använda vätgas för att ersätta fossila bränslen. Samma teknik används i drönarindustrin, vilket gör det möjligt att nå längre avstånd med tyngre vikt. Att ta passagerare i en drönare mellan Stockholm och Visby är inom räckhåll.

Flygplatsdebatten

Chefer för mindre regionala flygplatser har stora utmaningar, där två tydliga åsikter framkommer. Det ena är att stänga ner flygplatser. En svarande sade:

- "Det är extremt svårt, många flygplatser har fortfarande ingen trafik och kommer inte ha det i framtiden heller. Pandemin var dåliga nyheter för dem men betänk de hade ingen regelbunden trafik före pandemin."

- "Vi har sett exempel i Sverige redan att det är flera flygplatser som stänger och fler kommer stänga om ingenting händer de närmaste 18 månaderna. Jag tycker att flygplatserna som inte hade någon bra trafik före pandemin skulle stänga. Kommunen eller staden kan använda marken till något bättre."

Men dock hade samma intervju en positivare syn för de flygplatser som hade lönsamhet före pandemin. eftersom det fanns en stark tilltro att de skulle ha det efter pandemin också.

- "Vi kommer ha tre flyg per dag till våren igen, om inget händer med pandemin förstås, men vi är väldigt fokuserade på att arbeta med affärsresor. Då affärsresor inte reser så har vi semesterresenärerna, så det tror vi kommer fungera mycket bra. De tre sträckor vi har, är väldigt framgångsrika."

En annan mer hoppfull flygplatschefs åsikt om de regionala flygplatsernas framtid där de kan bereda väg för ny fossilfri teknologi. Samma flygplatschef lyfter också samhällsvärdet och att det måste få kosta pengar:

- "Jag tycker att alla flygplatserna har ett jättestort värde på olika sätt och att alla flygplatserna är viktiga. Framför allt pandemin har visat hur viktiga flygplatserna är när det gäller flygambulans bland annat. Klimatet ändras och det är varmare, skogsbränder uppstår och flygplatserna är viktiga i den här frågan. Vi har ett näringsliv som behöver kunna transportera sig på ett snabbt sätt. Tittar vi på Sverige är vi i ytterkanten av Europa, femte största landet till ytan i Europa."

- "Vi behöver flyg och det innebär att vi behöver flygplatser och den här nya tekniken som kommer, kommer sannoligen kräva fler flygplatser. Om än, kanske inte lika stora men det kommer att krävas flygplatser. För någonstans måste även drönare kunna underhållas och servas. De kan inte ju inte flyga hur långt som helst heller. Så flygplatserna har en jätteviktig roll och det är synd att staten inte har anammat det utan att det är kommunerna som får ta ansvar för de 32 flygplatser som drivs av SRF eller som av kommuner/regioner och jag tycker att det är jättesynd. Det är ju något som vi driver också, d v s att vi tycker att staten ska ta ett större ansvar för alla flygplatser. Militären har också ett större behov för reservflygplatser så ja, vi måste vända den här debatten tycker jag."

Miljörörelsen har uppenbarligen pekat på och hjälpt till att skapa en gemensam uppfattning om att affärsresor för att flyga till ett fyratimmarsmöte och regelbundna semesterresor till exempel till Thailand är absurt och oansvarigt med tanke på dagens utsläpp. Det är ett välkänt faktum att på grund av sådana ekonomiska och miljömässiga skäl så vill vissa politiska partier stänga ner inrikesflygplatser. Regeringen fortsätter dock att bygga infrastruktur för andra former av konventionella transporter, vilket representanter från Naturvårdsverket bekräftar, exempelvis järnvägsinfrastruktur. De som arbetar på Naturvårdsverket indikerar att om flyg är som det är idag kan det inte fortsätta på grund av de stora koldioxidutsläppen och höghöjdsutsläppen som uppstår. Problemet är antalet långa internationella resor från Sverige, och att priserna på flygbiljetter är för låga.

"Det enda sättet att göra det här är att skära ner på flyg och att stänga ner flygplatser"

Tycker en respondent från Naturvårdsverket.

De som arbetar nära med flyget på Naturvårdsverket är mer positiva för dess potential. De har noterat de uppkommande utvecklingarna inom flygindustrin, med elflyg och drönare som är mer energieffektiva och att de på 20–40 års sikt kan förändra sättet konventionellt flyg har fungerat.

En expert från Naturvårdsverket säger:

- *"Vi har inte råd att öka vårt flygande på grund av klimatsituationen. Dock borde vissa länder i Asien och dylikt tillåtas att fortsätta som vi har gjort i årtionden. När de fortsätter måste vi skära ner på vårt flygande så länge som flyget är beroende av fossila bränslen."*

Gällande debatten kring inrikesflygplatser säger personen:

- *"Från mitt personliga perspektiv, om du gör en övergripande analys, så är utsläppen från de små inrikesflygplatserna en väldigt liten del. Säg att du behöver en flygplats i norra Sverige. Det är viktigt att minska flyget, men du behöver fortfarande möjligheten och förmågan att komma dit snabbt. Jag tror inte att vi ska stänga de mindre flygplatserna eftersom de antagligen kommer behövas om ett par årtionden när vi har elflyg."*

Det är ett väldigt komplicerat problem, ska vi spendera pengarna på höghastighetsräls? Kanske. Å andra sidan, hur kommer vi transporteras de närmaste 20–30 åren? En viktig sak är att byggandet av nya järnvägslinjer kostar mycket pengar och koldioxidutsläpp, vilket inte är fallet för flygplatser. Det behövs inte mycket infrastruktur när du flyger. Detta är inte ett ämne som diskuteras i miljörörelsen. Vi måste göra en komplett analys eftersom det finns för många dimensioner. Om 20 år kanske vi kan vi teleporternas vilket kanske är enormt energieffektivt. Ingen vet än. Men om du spenderar miljarder på järnvägsinfrastruktur så kan det vara en gammal teknologi om några årtionden. Vi vet inte det. Det är viktigt att diskutera de här frågorna. Om det görs rätt kommer flyg om ett par årtionden vara ett viktigt och miljövänligt transportsätt. Vi borde reducera våra transporter oavsett, vi borde inte flyga från Göteborg till Stockholm varje dag, vi borde försöka hålla behovet av transporter lågt."

Olika åsikter om flyget uttrycks av olika svarande från Naturvårdsverket.

En senior forskare från Teknikmarknad, KTH, påpekar att:

- "Sverige är inte speciellt tätbefolkat, det kan vara väldigt ekonomiskt ineffektivt att behöva bygga tågräls uppe i norr, som de gör i Belgien, till exempel. Höghastighetstågsinfrastruktur som diskuteras är väldigt koldioxidintensivt under anläggningsfasen. Enligt beräkningarna vi har, kommer det ta ungefär 100 år att kompensera för koldioxidavtrycket bara för byggandet av infrastrukturen för tåget. Eftersom höghastighetståget behöver en väldigt rak räls, eftersom kurvor saktar ner tåget, behövs det många raka linjer."

Senior forskaren fortsätter

- "Det betyder att man måste bygga tunnlar och broar genom existerande topografi. Det är därför flygtransport kommer bli återupptäckt av vetenskapen som ett väldigt klimatvänligt transportsätt. Teknologin kommer redan, vi kommer ha mindre flygplan och drönare, som är elektriska, och vätgasdrivna som skapar ett nytt ansikte för flyget. Det är dumt att stänga ner en flygplats, speciellt om du ska omvandla den till bostadsområden eftersom du måste ta hand om jorden under flygplatsen som ofta är kontaminerad av årtionden av utsläpp. Och för att bygga ett bostadsområde måste du ta hand om all denna förorenade jord, vilket för en flygplats kommer kosta ungefär 2 miljarder kronor. Så de här diskussionerna är inte speciellt välinformerade eftersom de baseras på ideologi och inte matematik. Först måste du spendera 2 miljarder på att städa upp stället. Vem kommer betala för det? De stänger ner flygplatserna för att spara pengar, men sedan upptäcker de att de måste spendera pengar för att stänga flygplatserna. Det är det som hände i Västerås, det var en ideologi som tvingade dem att ta det första beslutet att stänga ner flygplatsen, det var inte matematik.

Det här är det vi har arbetat med tillsammans med forskare från Linköpings Universitet och KTH när det kommer till energijämförelse mellan transportsektorer och de håller med om att de är ovista att stänga ner flygplatser. Det är något du skulle spara till framtiden för att drönare med vingar kommer vara en del av framtiden. Så varför stänga ner flygplatser? Från hur jag kan se det är det sett skifte i politikernas position i Sverige idag. Det är högst sannolikt att de kommer ändra beslutet, till slut, när de upptäcker att de har en hög kostnad för att ta hand om den förorenade jorden, det kommer komma i kapp dem till slut."

Morgondagens flyg förändras snabbt med möjligheter som kan förändra transportens ansikte och ge hopp till klimatet, samhället och ekonomin.

Ska vi riva ner existerande infrastruktur och bana väg för konventionella lösningar eller hålla kvar existerande infrastruktur för att bana väg för en ny disruptiv AAM utveckling full av möjligheter?

Från intervjuerna kan vi se att expertåsikterna lutade mot att ideologierna bakom att stänga ner flygplatserna snart kommer blekna bort och att vi snabbt kommer inse att detta inte är rätt väg att gå. Inom en nära framtid finns möjligheten att mer effektivt använda vår existerande flygplatsinfrastruktur med kommande eldriven flygteknologi, som kommer att konkurrera ut det konventionella fossildrivna flyget.

- "Höghastighetstågsinfrastruktur som diskuteras är väldigt koldioxidintensivt under anläggningsfasen. Enligt beräkningarna vi har, kommer det ta ungefär 100 år för att kompensera för koldioxidavtrycket bara för byggandet av infrastrukturen för tåget."

- Senior forskare, KTH



8

Agendan för vägen till morgondagens flyg

Vägen till framtiden

Nedan listas de åtgärder som krävs för att realisera framtidsbilden relaterat till olika sak- och verksamhetsområden. I flera avseenden handlar det om en utveckling där befintliga och gängse etablerade tankemönster och handlingssätt radikalt måste omprövas och förändras. Mellan de olika sak- och verksamhetsområdena finns också tydliga samband och kopplingar. Kunskapsuppbyggnad och utvecklingsinsatser måste ske koordinerat och parallellt inom flera olika områden och på flera olika nivåer.

Transportplanering och infrastruktur

Dagens transportplanering är på samtliga nivåer – nationellt, regionalt och lokalt, – så gott som uteslutande fokuserad på de traditionella, befintliga transportslagen. Investeringsplanerna vad gäller infrastrukturen handlar till helt övervägande del om väg och järnväg, till viss del om sjöfart och endast marginellt om flyg. Detta är ohållbart om vi ska kunna få en tillräckligt snabb omställning till en fossilfri transportekonomi och till en rimlig kostnad.

Visionen och målbilden för framtidens transporter måste också inrymma morgondagens flyg i form av fossilfria farkoster inklusive drönare för såväl gods- som persontrafik. Detta måste också återspeglas i den långsiktiga planeringen, i framtagnandet av t. ex nationella och regionala transport- och utvecklingsplaner, länstransportplaner och i kommunernas översiktsplaner.

Kommunernas roll

Kommunerna har genom sitt planmonopol en avgörande nyckelroll i att skapa förutsättningar för att det undre luftrummet ska kunna nyttjas optimalt för säkra och effektiva transporter med drönare. Den markbundna infrastrukturen skapar förutsättningar för, och måste samspela med hur luftrummet avgränsas, utformas och kan nyttjas. Det undre luftrummet måste lyftas in som ett naturligt element i den kommunala fysiska planeringen som sker enligt plan- och bygglagen (PBL) genom översiktsplaner, detaljplaner samt områdesbestämmelser och som realiseras via bygglov och fastighetsbildning.

En förutsättning för att detta ska kunna ske är att kunskapen och insikten om vad morgondagens flyg kan innebära höjs hos de berörda aktörerna och att verktyg och processer för planeringen utvecklas.

Regelverk och myndighetssamverkan

Sammantaget finns det ett omfattande och komplext system av lagar och regelverk som styr och skapar ramverket för planering, etablering och drift av de transportsystem vi har och den infrastruktur som behövs för våra olika transportslag. Med införandet av drönartransporter som ligger i gränslandet mellan de traditionella mark- och sjöbaserade transportslagen och det traditionella höghöjdsbaserade flyget - behöver en översyn göras av existerande regelverk för att klargöra eventuella överlappningar, hinder, motstridigheter och konflikter m.m, som behöver hanteras för att skapa förutsättningar för morgondagens flyg.

En rad myndigheter och instanser är involverade i olika roller och med olika ansvar som kommer in i helheten på olika sätt. Vi har Luftfartsverket, Transportstyrelsen, Trafikverket, Boverket, regionerna, länsstyrelserna samt inte minst kommunerna genom sitt ansvar för den fysiska planeringen. Även andra myndigheter finns med i bilden så som t ex Naturvårdsverket då vi talar om miljöaspekter och Lantmäteriet då vi talar om fastighetsbildning och rättigheter till mark och vatten men nu också luften. De olika aktörernas roller och ansvar behöver klargöras i perspektivet av det ovan anförda och uppdragen behöver tydliggöras för alla organisationsled.

Det behöver klargöras hur ett framtida optimalt system och huvudmannaskap/ansvar för tillståndsgivning, lufttrafikledning- och övervakning etc. lämpligen bör vara utformat. Bland annat handlar det om hur gränssnittet där det kommunala planmonopolet möter Transportstyrelsens godkännandeprocess ska utformas. Ett konkret förslag är att tillsätta en kommission med ledande aktörer från myndigheter samt statligt och privat näringsliv för att adressera detta.



Digitala verktyg och planeringsprocesser

Lantmäteriet ansvarar för att geodata ska kunna utbytas och tillgängliggöras nationellt och utvecklar tekniska lösningar för en smartare digital samhällsbyggnadsprocess. Lantmäteriet samarbetar också med Boverket kring digitalisering och tillgängliggörande av information i samhällsbyggnadsprocessen. Detta arbete behöver breddas för att också inrymma det undre luftrummet. Vertikala gränsdragningar är möjliga att göra i detaljplan enligt PBL, vilket öppnar för planering av det undre luftrummet.

Det finns redan i dag digitala verktyg på plats för simulering och riskanalyser av flygtransporter i luftrummet, men dessa behöver vidareutvecklas och anpassas till den behovsbild vi ser framför oss bl. a för att kunna tillämpas i den kommunala översiktsplaneringen.

Förutom utvecklade digitala verktyg till stöd för kommunernas arbete behöver expertis från flyg- och drönarbranschen finnas tillgänglig för kommunerna vid behov. Fortbildning behöver också ske av kommunala samhällsplanerare. Eventuellt kan nya yrkes- eller specialistroller komma att behöva utvecklas.

Kunskapsuppbyggnad

Kunskapen och insikterna om den nya drönar tekniken, dess möjligheter och roll som ett givet element i ett framtida transportsystem behöver breddas och höjas hos beslutsfattare inom planering och genomförande av åtgärder som har betydelse för etableringen av framtidens transportinfrastruktur.

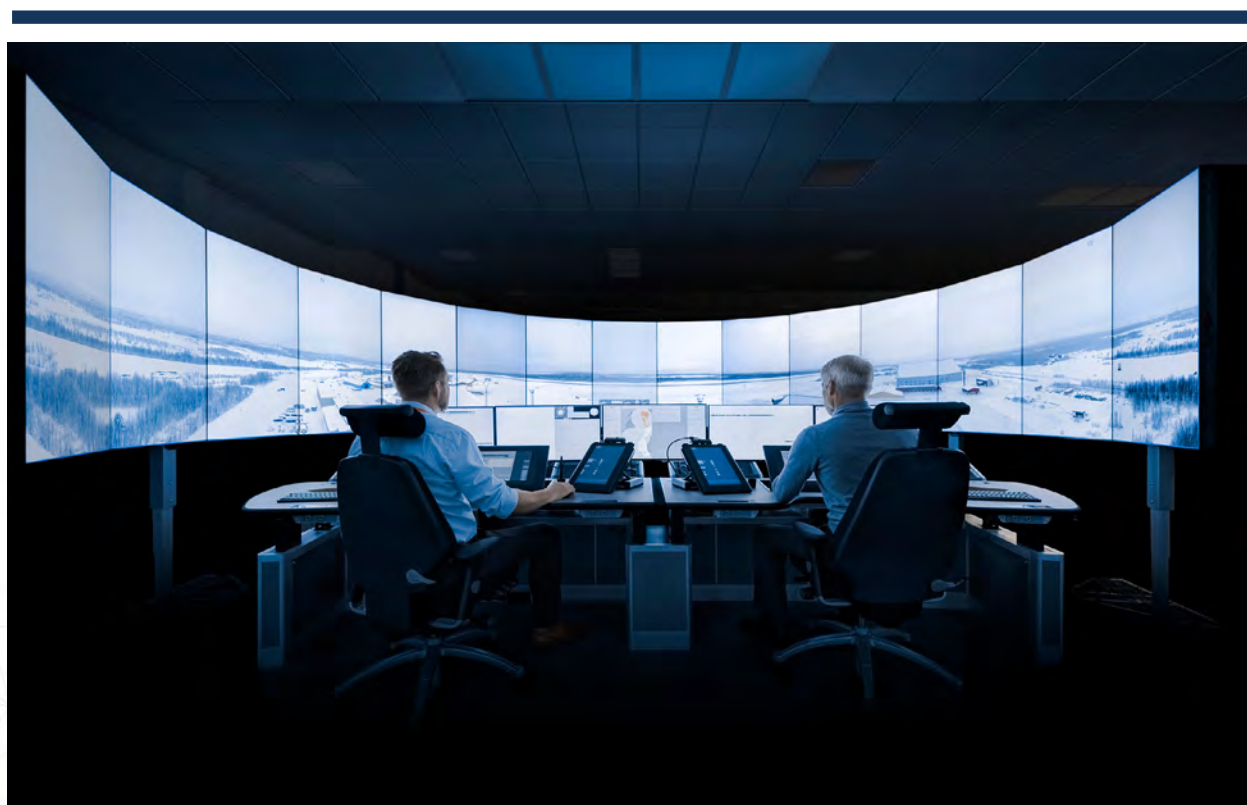
Ett "kunskapslyft" behöver därför tas fram som kan anpassas för olika kategorier av aktörer. SKR kan stimulera delaktighet i UIC2 och det kunskapslyft som tas fram för kommuner och regioner.

Ett sätt är att anta en 'Learning-by Doing' -strategi rörande behovet av omställning och kunskapsuppbyggnad i samhällsplaneringen. Det kan göras genom att man etablerar pilotprojekt där förutsättningarna att realisera AAM i större skala bör klarläggas och testas i såväl simulerad miljö som i verkligheten. På så sätt kan man få verklighetsbaserade underlag för hur såväl befintliga som kommande regelverk bör utformas och få tillfälle att pröva de fysiska, sociala och ekologiska förutsättningar.

Teknikutveckling – forskning och utveckling

Utvecklingen av drönarfarkoster för såväl gods- som persontrafik pågår på många håll i världen, i stor omfattning och snabbt. Fortsatta insatser i form av forskning och utveckling, pilotprojekt och testbäddar som stödjer såväl utveckling av själva farkosterna som framtagande av bättre batteriteknik, bränsleceller, effektivare och ökad produktion av fossilfria drivmedel; el, biobränslen och vätgas behövs för att ytterligare kunna påskynda och realisera en angelägen omställning till ett klimatsmart transportsystem.

En ökad satsning på forskning och utveckling inom detta område i Sverige kan också attrahera företag inom flygindustrin och angränsande branscher att etablera sig i Sverige. Sveriges världsledande roll i utvecklingen av digitala flygledartorn är en vägvisare för hur innovation kan bli en världsprodukt där marknadsandelen är vunnen av den industri som utvecklat den. Sverige var först i världen med att ta ett digitalt torn i drift kunde bedriva flygledningen på Örnsköldsvik flygplats kunde bedrivas från Sundsvall.



Översyn av finansieringsmöjligheter och exportstöd

Sveriges flyg står för en mycket liten del av det globala flygandet. Däremot är vår exportindustri och kunskap något som kan påverka hela industrin globalt.

Vi måste se över hur det svenska exportstödet inom flygsektorn är utformat så att optimering, effektivisering och även kapacitetshöjande åtgärder kan bedömas som en miljömässig vinst som minskar flygtiderna snarare än en belastning som möjliggör ett ökat flygande. Det är viktigt att man vid medelstillelningen kan ta hänsyn till morgondagens fossilfria flyg och hur projekt som söker finansiering bidrar till att påskynda en omställning.

Det är viktigt att SEK och EKN genom utbildning stärker sitt kunnande om Advanced Air Mobility, samt om nya flygplats-, luftlednings-, flygfarkostinitiativ och deras påverkan på miljön generellt, så att deras klassificering av projekt kan hanteras in-house innan man involverar oberoende konsulter. Det är viktigt att klassificeringen av projekten är skild från den kommande oberoende utredning för att undvika oberoende konsulter egenintresse påverkar klassificeringen.

Det bör utredas om EKN kan få uppdaterat ett regleringsbrev som möjliggör att man tar hänsyn till morgondagens flyg och framtida fossilfria trafikslag vid sina egna och de oberoende konsulter bedömningar. Denna översyn kan exempelvis utföras av Team Sweden under ledning av Business Sweden. Team Sweden är ett paraply av myndigheter, verk och bolag som alla jobbar för att hjälpa svenska företag att göra internationella affärer.

Fossilt bränsle – minska driftkostnaderna för fossilfritt flygande

För att skapa förutsättningar för en omställning till ett fossilfritt transportsystem behövs generellt en ökad kapacitet för produktion av grön el, vätgas samt biobränslen. Det bör finnas en certifiering för hur dessa bränslen producerats. Effekter som LULUCF bör beaktas och produktion som genererar stora utsläpp bör inte främjas. Sverige bör harmonisera sina egna regler efter europeiska samt vara en drivande påverkande kraft för åtstramning av dessa.

Efterfrågan driver produktionstakten och en sådan utveckling kan stödjas bl. a genom att det i offentliga fordon- och transportupphandlingar ställs krav på fossilfrihet.

Man bör utreda om flygskatter är relevant för ett fossilfritt flyg eller om det kan vara ett incitament att påskynda omställningen om man tar bort eller minskar flygskatten för konventionellt flyg och drönare som drivs av el, vätgas och SAF (biobränsle).



9

Referenser



Parisavtalet: <https://www.naturvardsverket.se/parisavtalet>
EU's Gröna Giv: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sv
Nationell plan 2018-2029: [nationell_plan_for_transportsystemet2018-2029_sammanstallning_la-sanvisning.pdf](https://www.trafikverket.se/nationell_plan_for_transportsystemet2018-2029_sammanstallning_la-sanvisning.pdf) (trafikverket.se)
Nationell plan 2021- 2033: [Nationell plan i korthet](https://diva.portal.org/nationell_plan_i_korthet) (diva-portal.org)
Ekonomi 2018-2029 : [2015_181_ekonomi.pdf](https://www.ineko.se/2015_181_ekonomi.pdf) (ineko.se)
EASA Opinion [EASA Opinion No 01/2020](https://www.easa.europa.eu/easa-opinion-no-01-2020) (europa.eu)
CANSO: https://airspace.canso.org/issue_48/we-are-all-one
UIC2 <https://www.amsterdamdroneweek.com/manifesto/>
UIC2 vägledningsmaterial <https://www.urbanairmobilitynews.com/emerging-regulations/uic2-publishes-important-guide-to-integrating-uam-within-sustainable-urban-mobility-planning/>

Färdplanen:
<https://fossilfrittverige.se/roadmap/flygbranschen/>
(inklusive uppföljningsrapporten från i höstas)

Rapporten från Fossilfritt Flyg 2045 (FFT2045) finner ni längst ner på denna sida:
<https://flygreenfund.se/rapport-om-vagen-till-ett-fossilfritt-flyg-2045/>

Bild försättsblad
Heart Aerospace ES-19 Copyright <https://heartaerospace.com/newsroom/>
Saab digitala torn: <https://www.saab.com/newsroom/press-releases/2020/saab-digital-tower-demonstrator-ordered-by-royal-air-force>
Katla Aero: This picture is copyright protected <https://www.katla.aero>.

Bild kap. 1 Framtidsbilden
Joby Aviation: Copyright Joby Aviation <https://www.jobyaviation.com/news/>
Bild s.4,6 Bartini Aero : Copyright Bartini <https://bartini.aero/>
Bild s.6 Kookiejar of Sweden <https://kookiejar.com>
Bild s. 8 Katla Aero: This picture is copyright protected <https://www.katla.aero>
Bild s.9 Stockbild Elements Envato
Bild s. 10 Katla Aero: This picture is copyright protected <https://www.katla.aero>

Bild s. 11 Independent Business Group Copyright
Bild s. 12 Independent Business Group Copyright

Illustration omställning till grönt flyg bild s.13
Volocopter: @Volocopter

This image is copyright protected. All rights are reserved including copying, distribution and other use. Volocopter GmbH
<https://mediahub-volocopter.pixxio.media/start/detail/1604#downloadarea>
Katla Aero: This picture is copyright protected <https://www.katla.aero>.
Joby Aviation: Copyright Joby Aviation <https://www.jobyaviation.com/news/>
Bartini Aero: Copyright Bartini <https://bartini.aero/>
Heart Aerospace: Copyright <https://heartaerospace.com/newsroom/>
Airbus: Copyright <https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission>
Zeroavia: Copyright <https://www.zeroavia.com/>

Bild s. 12 Independent Business Group
Bild s. 13 Stockbild Elements Envato
Bild s. 14 Stockbild
Bild s.15 Heart Aerospace <https://heartaerospace.com/newsroom/>
Bild s.15 Independent Business Group
Bild s.16 Kapitelbild 3 Stockbild Elements Envato
Bild s.17 Independent Business Group
Bild s.18 Independent Business Group
Bild s. 22 Katla Aero: This picture is copyright protected <https://www.katla.aero>
Bild s.24 Kookiejar of Sweden <https://kookiejar.com>
Bild s.27 Norrköpings kommun www.norrkoping.se/
Bild s.27 UIC2 <http://persberichten.deperslijst.com/173713/cities-and-regions-of-the-eus-uam-initiative-present-the-manifesto-on-the-multilevel-governance-of-the-urban-sky.html>
Bild s.27 Independent Business Group
Bild s. 27 Illustration vertikal planering Jenny Lilja, Boverket
Bild s.28 Bartini Aero: Copyright Bartini <https://bartini.aero/>
Bild s.29 Konsultfirma Mckinsey & Company
Bild s.31 Stockbild Elements Envato
Bild s.34 TRL- nivåer https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/NASA_TRL_Meter.png
Bild s.37 Bartini Aero: Copyright Bartini <https://bartini.aero/>
Bild s. 37 Stockbild Elements Envato
Bild s.39 LfV <https://www.lfv.se/press/bilder2>
Bild s. 40 Stockbild Elements Envato
Bild s. 41 Stockbild Elements Envato

Referenser Begrepp och förklaringar

- PBL https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900
- Turboprop <https://www.britannica.com/technology/turboprop>
- Bränslecell <https://vatgas.se/faktabank/bransleceller/>
- Luftkorridor <https://svenska.se/saol/?sok=luftkorridorer&pz=6>
- UAM- Urban Air Mobility <https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/urban-air-mobility>
- eVTOL <https://www.inverse.com/innovation/flying-cars-are-already-here>
- Airtaxi <https://www.vattenfall.se/fokus/trender-och-innovation/flygande-taxibilar/>
- Digital Tvilling <https://se.ramboll.com/press/artiklar/vad-ar-en-digital-tvilling>
- Testbädd <https://www.vinnova.se/m/testbadd-sverige/>
- Socio-tekniska <https://www.igi-global.com/dictionary/socio-technical-communities/27574>
- Socio-ekonomiska <https://svenska.se/saol/?sok=Socio-ekonomiska&pz=1>
- Paradigmskiften <https://svenska.se/saol/?id=2205737&pz=3>
- European Green Deal https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sv
- NextGenerationEU https://europa.eu/next-generation-eu/index_sv
- Parisavtalet <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/parisavtalet/>
- Climate mitigation <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>
- Climate adaptation <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>
- IPCC <https://www.ipcc.ch/>
- Scenario SSP1-2,6 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/mean-temperature-oc-cmip6-ssp1-2.6>
- SAF Sustainable Aviation Fuel <https://www.bp.com/en/global/air-bp/news-and-views/views/what-is-sustainable-aviation-fuel-saf-and-why-is-it-important.html>
- Advanced Air Mobility AAM <https://skybrary.aero/articles/advanced-air-mobility-aam>
- LEKS <https://www.leks.se/>
- RUS Regional utveckling och samverkan <https://www.rus.se/>
- FBL <https://lagen.nu/1970:988>
- Vertiport/ droneport <https://dronelife.com/2021/03/28/what-is-a-vertiport-nu-air-brings-industry-players-together-to-develop-advanced-air-mobility-strategies/>

[com/2021/03/28/what-is-a-vertiport-nu-air-brings-industry-players-together-to-develop-advanced-air-mobility-strategies/](https://dronelife.com/2021/03/28/what-is-a-vertiport-nu-air-brings-industry-players-together-to-develop-advanced-air-mobility-strategies/)