

TSG
2018-2620

Omvärldsanalys

2040-2070

© Transportstyrelsen
Sjö- och luftfartsavdelningen
Sektionen för marknad

Rapporten finns tillgänglig på Transportstyrelsens webbplats www.transportstyrelsen.se

Dnr/Beteckning TSG 2018-2620

Författare hesa02
Månad År juni 2018

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Förord

Transportstyrelsen har fått uppdraget att förse Arlandarådets kansli med en omvärldsanalys. Fokus ska vara kommande förändringar i samhället, transportsystemet och luftfarten och analysen ska ta sikte på perioden 2040-2070.

Analysen har tagits fram vid Transportstyrelsens Sjö- och luftfartsavdelning. Analyser av frågor som är kopplade till marktransporter har tagits fram med bistånd av Väg- och järnvägsavdelningen. Jean-Marie Skoglund, Malin Ekeström och Henrik Sandén har varit sammanhållande för rapporten.

Norrköping den 11 juni 2018

Simon Posluk

Chef för Enheten för marknad, miljö och analys

Innehåll

1	INLEDNING	7
1.1	Transportstyrelsens ansvar	7
1.2	Uppdraget	8
1.3	Disposition	8
2	FRAMTIDENS SAMHÄLLE	9
2.1	En ny världsordning?	9
2.1.1	Fortsättning på historien	9
2.1.2	Protektionismen växer sig starkare	10
2.1.3	EU-bygget polariseras	12
2.1.4	Terrorism och politisk oro får fortsatt ökad betydelse	12
2.2	Levnadsvillkoren i världen förbättras	13
2.2.1	Vi blir långsamt fler och äldre	13
2.2.2	Urbaniseringen fortsätter och medelklassen växer	15
2.3	Digitaliseringen accelererar	16
2.3.1	Nya sätt att arbeta, producera och konsumera	16
2.3.2	Allt kopplas upp	17
2.3.3	Nya möjligheter med "stora data"	18
2.4	Klimatet förändras	18
3	FRAMTIDENS MARKTRANSPORTER	21
3.1	Anslutande trafik	21
3.1.1	Arlandabanans framtid	21
3.1.2	Självkörande fordon står inför ett genombrott	21
3.1.3	Mobilitetslösningar för de första och sista kilometrarna	23
3.1.4	Elbilar blir norm	24
3.1.5	eVTOL skapar flexibilitet i storstäderna	25
3.2	Möjliga komplement till flyget	26
3.2.1	Kan höghastighetstågen ta trafik?	26
3.2.2	Blir hyperloop verklighet?	27
4	FRAMTIDENS LUFTFART	30
4.1	Nya företagsformer utvecklas	30
4.2	Ett förändrat klimat påverkar luftfarten	32
4.3	Ett mer miljövänligt flyg	32
4.3.1	Hållbara alternativa bränslen	33
4.3.2	Bränsleeffektiva flygningar	33
4.3.3	Utvecklingen av flygmotorer	34
4.4	SESAR ska möta tillväxten	34
4.5	Ökad användning av satellitnavigering	35
4.5.1	GNSS ersätter marksensorer	35

4.5.2	GBAS istället för ILS	36
4.6	Utveckling av flygplatsens infrastruktur	36
4.6.1	Snabb teknikutveckling inom fjärrstyrd flygtrafiktjänst.....	37
4.6.2	Utrymme på och kring flygplatsen	37
4.7	Utveckling av nya flygplan	38
4.7.1	Nya material skapar lättare flygplan	38
4.7.2	Eldrivna flygplan leder till ett mer hållbart flygande	38
4.7.3	Förstärkt seende ökar tillgängligheten	39
4.7.4	Överljudsflygplan får en renässans	40
4.7.5	Obemannad luftfart får sitt stora genombrott	40
5	SLUTORD.....	42
	BILAGA: KOMMANDE REGELFÖRÄNDRINGAR INOM LUFTFARTEN	44
	KÄLLFÖRTECKNING	46

1 Inledning

Regeringens flygstrategi lanserades i januari 2017. En av de prioriteringar som ska vara vägledande för regeringens arbete och insatser för flyget de kommande åren innehåller satsningen att stärka Arlanda flygplats som nav och storflygplats. För detta ändamål inrättades därför Arlandarådet, vars syfte är att bidra till regeringens arbete med att långsiktigt utveckla Arlanda flygplats.

Arlandarådet ska vara ett rådgivande organ för utbyte av erfarenheter mellan regeringen och företrädare för myndigheter, statligt ägda bolag och offentlig sektor, näringslivet, intresseorganisationer, forskning och akademi m.fl. Arlandarådet ska ge viktiga bidrag till regeringen i arbetet med att ta fram en färdplan för Arlanda. Syftet är att utveckla flygplatsen utifrån ett helhetsperspektiv som omfattar flygplatsen, luftrummet samt anslutande transporter och infrastruktur på marken men också tillgången till andra flygplatser i Stockholmsregionen.¹

Som ett led i sitt arbete att ta fram en färdplan har Arlandarådets kansli vänt sig till Transportstyrelsen med en begäran om att få myndighetens bild av relevanta trender och kommande förändringar för perioden 2040-2070.

Alla trender kan i någon mån sägas vara föränderliga. Oförutsägbara händelser kan omkullkasta även den bästa prognos och leda historien i en annan riktning. Den här typen av framåtblickande omvärldsanalys innehåller således en betydande grad av osäkerhet, inte minst eftersom den hanterar förhållanden som ligger så långt fram i tiden som 20-50 år. Med det sagt kan en sådan analys vara värdefull som ett stöd i planeringen för framtidens utmaningar. Den kan också hjälpa oss att lättare se och förstå den utveckling som pågår här och nu.

1.1 Transportstyrelsens ansvar

Transportstyrelsens huvuduppgift och ansvar är enligt myndighetens instruktion regelgivning, tillståndsprovning, tillsyn och registerhållning inom transportområdet.

Transportstyrelsen ska tillsammans med andra aktörer i samhället verka för att de transportpolitiska målen uppnås. Det framgår av myndighetens instruktion att verksamheten särskilt ska inriktas på att bidra till ett internationellt konkurrenskraftigt, miljöanpassat och säkert transportsystem.

¹ Näringsdepartementet, En svensk flygstrategi - för flygets roll i framtidens transportsystem, N2017.2.

1.2 Uppdraget

Uppdraget som riktats till Transportstyrelsen är att, med hänsyn till myndighetens kunskap och engagemang i olika processer på såväl nationell som internationell nivå, lämna en redogörelse för hur Transportstyrelsen ser på kommande förändringar i samhället, transportsystemet och inom luftfarten. Det kan handla om skeenden avseende teknikutveckling, regelverk, marknadsförändringar etc. Arlandarådets kansli efterfrågar Transportstyrelsens bedömning av vilka trender som kan komma att bli de mest väsentliga och som rådet bör ha i åtanke för perioden 2040 och om möjligt år 2070 samt vilka förändringar som kan skönjas i EU:s transportpolitik och regelutveckling (eller annan regelutveckling på internationell nivå).

Dessutom ska myndigheten lämna en mer detaljerad redogörelse för vad som pågår inom regelutvecklingen på europeisk och internationell nivå.

1.3 Disposition

Rapporten är indelad i tre delar som har för avsikt att fånga de olika dimensioner som uppdraget anger, det vill säga kommande förändringar i samhället, transportsystemet och inom luftfarten.

Kapitel 2 har således fokus på framtidens samhälle och behandlar därmed den övergripande utvecklingen, både i Sverige och globalt.

Kapitel 3 behandlar framtidens marktransporter med fokus på relevans för Arlanda flygplats: anslutningstrafik och möjliga komplement till luftfarten.

Kapitel 4 behandlar framtidens luftfart och lyfter upp den utveckling som pågår inom luftfarten och som bör kunna vara relevant under perioden 2040-2070.

I rapportens bilaga återfinns en mer detaljerad redogörelse för vad som pågår inom regelutvecklingen på europeisk och internationell nivå.

2 Framtidens samhälle

Hur kommer Sverige och världen att utvecklas de kommande 20-50 åren? Detta är naturligtvis en fråga som är omöjlig att besvara med någon större säkerhet. Det räcker med att blicka tillbaka på hur samhället såg ut omkring 1970 för att förstå att utvecklingen kan gå fort och på många sätt oberäkneligt.

Här presenteras emellertid några avgörande trender som på olika sätt kan komma att påverka samhället på olika plan i decennier framöver. Dessa trender innebär förändringar på ett övergripande samhällsplan. De är således både långsiktiga och globala till sin karaktär.

2.1 En ny världsordning?

Globaliseringen är i sin mest bokstavliga mening processen att omvandla lokala eller regionala saker eller företeelser till globala. Denna process innebär en kombination av ekonomiska, tekniska, sociokulturella och politiska krafter. Idén om globalisering används emellertid också ofta i den snävare betydelsen av ekonomisk globalisering som inbegriper integration av nationella ekonomier genom handel, utländska direktinvesteringar, kapitalflöden, migration och spridning av teknik. Utvecklingen möjliggörs genom stadigt minskade kostnader för kommunikation och transaktioner mellan länder och regioner. Allt fler länder deltar numera i den globala ekonomin. Efter kalla krigets slut har den internationella handeln vuxit starkt, driven av snabb globalisering. Samtidigt har demokrati som politiskt system vunnit mark. 1992 deklarerade statsvetaren Francis Fukuyama slutet på historien, med liberala demokratiska institutioner och marknadsekonomi som det sista stadiet i mänsklighetens utveckling. Globaliseringen har ofta pekats ut som en megatrend, som medför att gränserna mellan olika kulturer suddas ut mer och mer. Trenden pekar på att nationella, europeiska och multilaterala lagar och regeringar blir alltmer koordinerade i den globala konkurrensen. Men hur står sig trenden under kommande decennier?

2.1.1 Fortsättning på historien

Det finns många tecken på att globaliseringen de närmaste decennierna inte kommer att utvecklas på samma sätt som under efterkrigstiden. Kinas marknadsekonomiska reformer, som lett till en rekordsnabb ekonomisk utveckling, väckte förhoppningar om en politisk utveckling i demokratisk riktning. Dessa förhoppningar har grusats i takt med att Kommunistpartiets kontroll över samhället och militären stärkts och förtrycket har ökat. I Ryssland strävar regeringen efter att främja konservativa värden, den rysk-ortodoxa tron, bevarande av rysk kultur och patriotism. Samtidigt vill man begränsa vad som av statsmakten anses vara skadligt västligt och ”liberalt”

inflytande. Ryssland hävdar rätten att slå vakt om sina nationella intressen, särskilt i närområdet, och har därför annekterat Krim.

Nationalismens expansion och separatistiska strömningar är stark i flera länder, inte minst inom EU. Storbritannien är på väg att lämna EU och i flera regioner i Europa uttrycks krav på ökat självstyre eller total självständighet. De mest omtalade i Europa är Skottland, Baskien, Katalonien, Korsika, Sardinien, norra Italien och Flandern. Populistiska och antiliberala regeringar finns i Ungern och Polen, medan denna trend även är stark i länder som Slovakien och Österrike. EU:s liberala hållning vad gäller inre rörlighet ifrågasätts allt mer. Schengenavtalet, som avskaffade pass och andra gränskontroller inom medlemsländerna, har kommit att undergrävas när medlemsstater infört gränskontroller i ett försök att hantera vågor av migranter.

Även i äldre demokratier, såsom i USA och Storbritannien, syns tecken på polarisering och vittring. Den amerikanska dominansen efter det kalla kriget luckras upp och möjligen också den internationella rättsordningen. I USA och Västeuropa har medborgare blivit markant mindre nöjda med sitt styrelseskick och öppnar istället för icke-demokratiska alternativ. Inte minst är det medborgare i yngre åldersgrupper som ifrågasätter liberala, demokratiska värderingar². Utvecklingen skulle på sikt kunna rubba grunden för det demokratiska samhället.

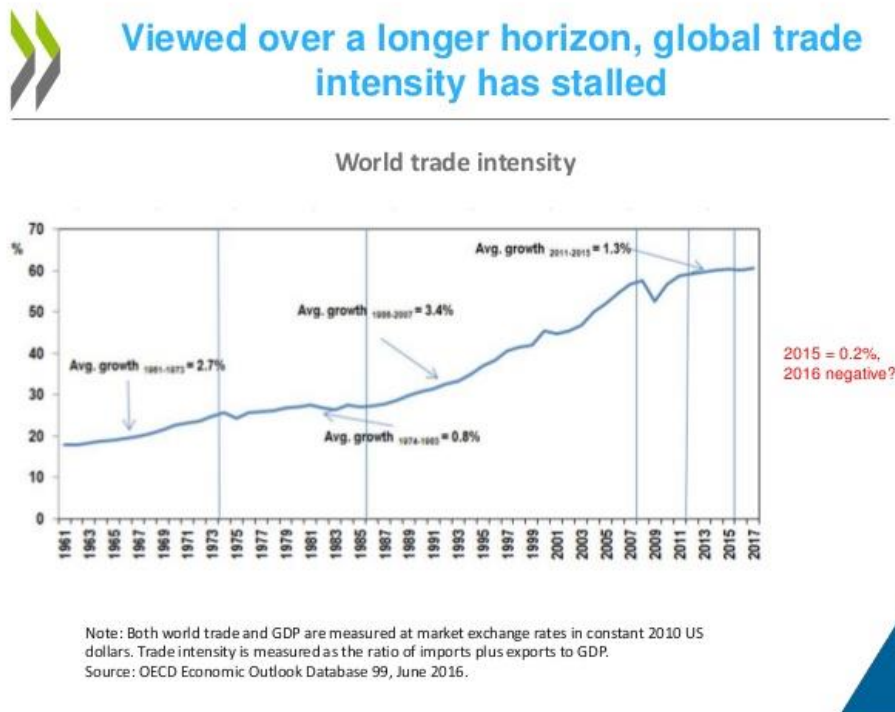
2.1.2 Protektionismen växer sig starkare

Den globala världshandeln har utvecklats starkt under hela efterkrigstiden och har bidragit till en allt större integration och internationalisering av världens marknader. De senaste decenniernas ekonomiska integration möts emellertid av allt större motstånd och alltfler politiker och rörelser, både från höger- och vänsterkanten, vänder sig mot frihandel och öppna arbetsmarknader. G20-ekonomier har infört nya handelshinder i snabb takt och retoriken har förändrats. USA:s president har förklarat sig villig att introducera höga tullar mot vissa länder och vid G20-toppmötet 2017 utelämnades för första gången det tydliga avståndstagandet från protektionism i den gemensamma kommunikén³. TTIP, det stora frihandelsavtalet mellan EU och USA, har lagts på is. Världshandeln har de senaste åren stagnerat (se figur 1).

²Journal of Democracy The Danger of Deconsolidation: The Democratic Disconnect, Roberto Stefan Foa and Yascha Mounk Ronald F. Inglehart. July 2016, Volume 27, Number 3.

³ Financial Times, G20 drops vow to resist all forms of protectionism, 18 mars 2017.

Figur 1. Världshandelns utveckling 1961-2017.⁴



Världshandelns förväntas förskjutas allt mer österut och omkring 2030 kommer Kina att vara en ekonomiskt världsledande stormakt⁵. Världshandelns sjunkande tillväxttakt kan samtidigt mycket väl vara en bestående snarare än en övergående trend. En ökad protektionism i världen skulle dämpa tillväxten globalt och slå hårt mot svensk industri och export. Länder som USA och Japan har tillgång till stora hemmamarknader vilket gör att en stor andel av dessa länders handel sker inom landet. Den svenska hemmamarknaden är dock liten i förhållande till storleken på landets råvarutillgångar, såsom skog och järnmalm. Svensk konsumtion och produktion använder sig dessutom i stor utsträckning av importerade varor och tjänster. Sverige är därför mycket känsligt för ökad protektionism.

Kanske kan den sjunkande tillväxttakten även förklaras av att globaliseringen och den internationella integrationen börjar närma sig en mognadsfas. Globala frihandelsavtal och låga transportkostnader kan ha medfört att de lågt hängande frukterna redan har plockats. I den mån den

⁴ OECD, Cardiac Arrest or Dizzy Spell Why is World Trade So Weak and What can Policy Do About It? Sept 2016.

⁵ ESPAS, Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? mars 2015, s 23.

globala integrationen kommer att fortsätta kan takten antas vara långsammare än tidigare.

2.1.3 EU-bygget polariseras

Hur utvecklas EU de närmaste decennierna? Det finns många tecken på stora interna spänningar inom EU-bygget. Tillsammans hotar dessa gemenskapens fundament, vilket också har lyfts fram av Europeiska kommissionen:

”Europeiska unionen står inför utmaningar som är utan motstycke, såväl globalt som internt: regionala konflikter, terrorism, växande migrationstryck, protektionism och sociala och ekonomiska skillnader.”⁶

Den ojämna tillväxten inom EU tillsammans med statsskuldproblematik i Grekland, Spanien och Italien skapar spänningar som kan utmana hela unionsbygget. I Spanien, Frankrike, Tyskland, Italien och Österrike finns framträdande partier som är mer eller mindre EU-fientliga. Storbritannien som nu lämnar unionen har inom ramen för EU-samarbetet varit en pålitlig partner till Sverige i arbetet för exempelvis marknadsliberalisering. Svenska institutet för europapolitiska studier, Sieps, bedömer att EU:s maktcentrum efter brexit kan komma att flyttas såväl söderut som österut och uppdelningen av medlemsstaterna i olika block inom EU – exempelvis mellan nord och syd, öst och väst, frihandelsländer mot mer protektionistiskt orienterade länder – kan förstärkas⁷. Inget av detta kommer att vara till Sveriges fördel. Sveriges relativa inflytande och roll i EU-samarbetet kommer att krympa framöver.

2.1.4 Terrorism och politisk oro får fortsatt ökad betydelse

Det råder en tilltagande politisk och säkerhetspolitisk oro i många delar av världen som i högsta grad påverkar omvärlden. Den amerikanska underrättelsetjänsten DNI spår att terrorismen de närmaste 20 åren kommer att formas efter hur två pågående förhållanden utvecklas. För det första kommer utvecklingen av inbördeskriget i Syrien, men också konflikterna i Afghanistan, Irak, Libyen, Somalia och Jemen att avgöra var och hur den framtida terrorn kommer att utspelas. Konflikterna skapar en miljö som främjar extremism. För det andra bedömer DNI att våldsverkare som återvänder till väst från dessa länder löper stor risk att rekryteras till

⁶ Europeiska kommissionen, Diskussionsunderlag hur vi bemöter globaliseringen, COM(2017) 240 av den 10 maj 2017.

⁷ Sieps, Brexit: konsekvenser för EU och Sverige, 2017:1op, s 6, s 52.

morgondagens terrorism.⁸ Man bedömer att konflikten mellan shia och sunni sannolikt inte kommer att minska före 2035.⁹

Ett samhälle som blir alltmer digitaliserat och uppkopplat blir sårbart för komplexa säkerhetshot. It-attacker, dataintrång och påverkansförsök utmanar samhällsfunktioner och hotar det öppna samhället. Cyberattacker som riktas mot styrningen av till exempel kärnkraftverk, flygledning eller trafikstyrssystem kan få mycket stora konsekvenser (se även avsnitt 2.3).

2.2 Levnadsvillkoren i världen förbättras

I föregående avsnitt är det lätt för läsaren att få en rakt igenom pessimistisk bild av framtiden. Men det finns också tydliga tecken på att levnadsvillkoren i världen kommer att fortsätta att utvecklas till det bättre.

2.2.1 Vi blir långsamt fler och äldre

Människor i världen kommer att fortsätta att leva ett längre och mer hälsosamt liv. Detta leder till en långsammare befolkningstillväxt och en ökande genomsnittsålder. Världens befolkning väntas nå 8,6 miljarder år 2030 för att sedan öka till 9,8 miljarder år 2050. Därefter förväntas ökningen plana ut eller till och med minska något. Fram till 2050 kommer hälften av världens befolkningstillväxt koncentreras till nio länder: Indien, Nigeria, Demokratiska republiken Kongo, Pakistan, Etiopien, Tanzania, USA, Uganda och Indonesien.¹⁰ Samtidigt förväntas befolkningen i Europa minska såvida det inte sker ett tillflöde av migranter.

SCB bedömer att den beräknade folkmängden i Sverige kommer att uppgå till knappt 13 miljoner år 2060. Antalet utrikes födda ökar och kommer att utgöra 22 procent eller nästan 3 miljoner. Sverige är ett av de länder i EU som kan förväntas få störst befolkningstillväxt under kommande årtionden. Från att i dag vara EU:s fjortonde folkrikaste land kommer Sverige år 2080 att vara EU:s nionde folkrikaste land. De länder som Sverige passerar är Belgien, Tjeckien, Grekland, Ungern och Portugal. Detta beror på att Sveriges folkmängd beräknas öka samtidigt som befolkningen minskar i många jämnstora länder, se figur 2.¹¹

⁸ <https://www.dni.gov/index.php/key-global-trends/terrorism>.

⁹ <https://www.dni.gov/index.php/global-trends/near-future>.

¹⁰ UN, World Population Prospects: The 2017 Revision, s 5.

¹¹ SCB, Valfärd 2017:2.

Figur 2. Procentuell förändring av befolkningens storlek mellan 2015 och 2080 i EU:s medlemsländer och Norge¹²



Ett av Sveriges viktigaste exportländer, Tyskland, förväntas under samma period minska sin befolkning med en femtedel, från 82 till 65 miljoner. Andelen pensionärer i Tyskland ökar samtidigt från 20 till 30 procent.

I dagens EU är 16 procent av befolkningen 65 år eller äldre. Denna siffra kommer att öka till 23 procent år 2030. Detta är förväntas EU ha högst medelålder i världen (44,7), vilket är mer än dubbelt jämfört med prognosen för Afrika (21,3).¹³ Var tionde svensk som föds i dag antas bli minst 100 år.¹⁴

¹² SCB, Valfärd 2017:2.

¹³ ESPAS, Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? mars 2015.

¹⁴ SCB, Sveriges framtida befolkning 2017–2060, BE 18 SM 1701.

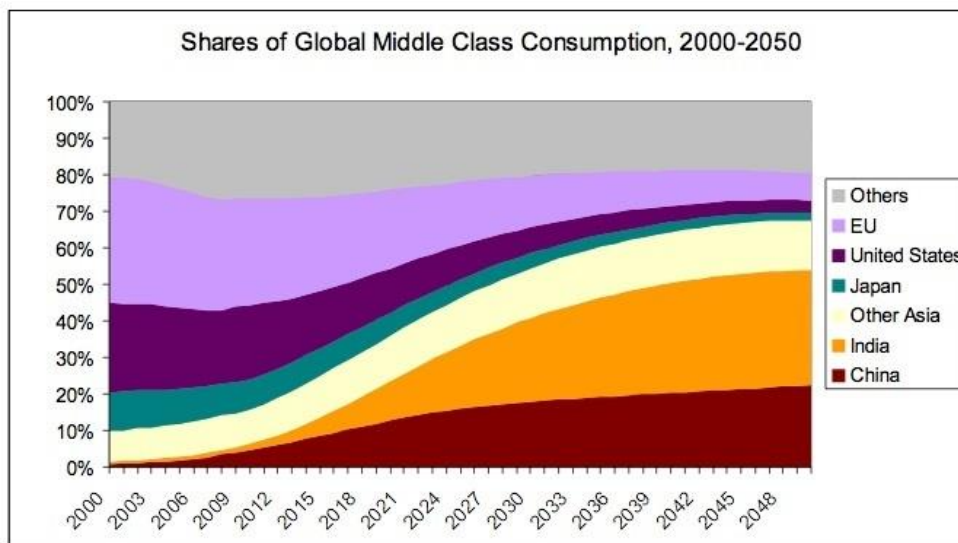
2.2.2 Urbaniseringen fortsätter och medelklassen växer

Urbanisering innebär en folkförflyttning från glesbefolkade, isolerade regioner in till tätbebyggda områden. Den har varit en stark historisk trend och sedan 2007 lever för första gången majoriteten av jordens befolkning i städer. På många håll kommer städer fortsätta att erbjuda bättre levnadsvillkor än landsbygden. År 2050 beräknas två tredjedelar i världen vara stadsbor.¹⁵ Denna urbaniseringstrend är starkast i Asien, framförallt i Kina och Indien, men även i Europa. Andelen stadsbor i Europa kommer att öka från dagens 73 procent till 80 procent år 2050¹⁶.

För 200 år sedan bodde 90 procent av Sveriges befolkning på landet. I dag är förhållandet det omvända och 85 procent av svenskarna bor i tätorter. Den största befolkningstillväxten sker i de tre storstads länen.

I städerna växer sig medelklassen starkare och får en större förmåga att efterfråga och konsumera. År 2030 beräknas världens medelklass spendera 64 000 miljarder dollar, vilket är en ökning med drygt 80 procent från dagens nivå¹⁷. Geoeconomiskt sker en tyngdpunktsförskjutning mot Asien, se figur 3.

Figur 3. Andel av medelklassens konsumtion i världen 2000-2050¹⁸



Redan 2025 beräknas hälften av alla hushåll som reser internationellt härröra från tillväxtmarknader.¹⁹ Notera särskilt utvecklingen av medelklassens konsumtion i Indien i figuren ovan. Inom 15 år beräknas den

¹⁵ <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>.

¹⁶ ESPAS, Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? mars 2015.

¹⁷ Kharas, Homi. 2017. The unprecedented expansion of the global middle class: An update s 2.

¹⁸ OECD Development Centre Working Paper 285.

¹⁹ UN, World Population Prospects: The 2017 Revision.

indiska medelklassen vara störst i världen. Indien är i dag en av världens tio största ekonomier och bedöms år 2030 ha möjlighet att bli världens tredje största ekonomi efter Kina och USA²⁰. Mycket talar även för att Indien kommer att vara världens folkrikaste land år 2040²¹.

Samtidigt stagnerar ökningen av medelklassen i Nordamerika och Europa. I dessa regioner växer medelklassen långsammare än den totala befolkningstillväxten, vilket innebär att vissa hushåll faller ur medelklassen, medan andra lyckas ta sig till en mer förmögen position.²² Enligt vissa studier finns det tecken på att medelklassen i Europa minskar²³. Utvecklingen innebär således omfördelningseffekter, såväl mellan som inom länder. Ojämligheten inom länder minskar inte utan klyftorna ökar, inte minst i de länder som annars gynnats av globaliseringen och fattigdomsutvecklingen.

2.3 Digitaliseringen accelererar

Digitaliseringen har kallats den mest samhällsomvälvande processen sedan industrialiseringen. Begreppet har breddats från att avse omvandlingen från analog till digital representation av information till att omfatta de genomgripande förändringar av samhället som den digitala tekniken medför. År 2030 förväntas 75 procent av världens befolkning vara mobilt uppkopplade medan 60 procent har tillgång till bredband²⁴.

2.3.1 Nya sätt att arbeta, producera och konsumera

Digitaliseringen innebär en snabb strukturomvandling som påverkar hela samhället. Digitaliseringen påverkar vad vi gör och hur vi gör det. Med digitalisering följer även möjligheter till automatisering. En genomgående trend i samhället är att robotiserade system och artificiella intelligenser tar över uppgifter som tidigare endast har kunnat utföras manuellt. Detta kommer förändra arbetsmarknaden i grunden och mycket tyder på att vartannat jobb kommer att vara automatiserat inom 20 år.²⁵ Digitaliseringen är horisontell och arbetsmarknaden kommer därmed sannolikt att påverkas inom de flesta sektorer.²⁶ Samtidigt som automatiseringen tar över jobb så skapar den också nya, som att sköta de digitala processerna eller tillföra kreativitet och problemlösningsförmåga.²⁷ Detta kommer att ställa särskilda

²⁰ <https://www.business-sweden.se/Export/marknader/asien-och-oceanien/Indien/>.

²¹ <https://www.livepopulation.com/population-projections/india-2040.html>.

²² Kharas, Homi. 2017. The unprecedented expansion of the global middle class: An update, s 13.

²³ http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_536609.pdf.

²⁴ ESPAS, Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? mars 2015, s 34.

²⁵ *Vartannat jobb automatiseras inom 20 år – utmaningar för Sverige*, Stiftelsen för strategisk forskning, 2014.

²⁶ *Digitaliseringens effekter på individ och samhälle*, SOU 2016:85.

²⁷ <https://www.forbes.com/sites/johntamny/2015/03/01/why-robots-will-be-the-biggest-job-creators-in-history/#5174a4ce2d46>, 2018-03-07.

krav på universitet och högskolor att ta fram utbildningar som motsvarar de nya kompetenskraven.

Digital teknik gör att den fysiska närvaron av människor blir mindre viktig. Det handlar till exempel om ökade möjligheter att arbeta och ha möten på distans. Hittills har detta inte fått tydliga effekter på resandet. I takt med att uppkopplingen förbättras och tekniken utvecklas, till exempel möjligheten att använda virtual reality-system, bör tröskeln att använda distansarbete och distansmöten att sjunka. Samtidigt är det inte sannolikt att resandet kommer att minska eftersom det finns ett antal motverkande faktorer som gör att det samlade resandet ökar.²⁸

År 2030 kan 3D-skrivare vara en viktig del i det industriella produktionssystemet, vilket kommer att få inverkan på både kostnader, distributionssystem och lokalisering av produktionen.²⁹

Digitaliseringen har beskrivits som en möjliggörare för cirkulär ekonomi, vilket handlar om att övergå till ett mer hållbart sätt att producera och konsumera varor. Vår tids traditionella linjära ekonomi har inneburit att utvinna naturresurser, producera, konsumera och göra sig av med avfallet. En övergång till cirkulär ekonomi innebär att steg tas mot ett hållbart samhälle där resurser återvinns och bibehålls i samhällets kretslopp eller återförs till naturen. Digital teknik skapar möjligheter att följa, mäta och styra material i enskilda produkter eller materialcyklar i samhället, vilket kommer bli allt viktigare för att uppnå ett mer hållbart samhälle.³⁰

Med hjälp av digital teknik skapas också bättre förutsättningar för delningsekonomi, det vill säga att via digitala marknadsplatser hyra, dela eller låna saker istället för att själv äga dem. Digitala plattformar gör det lättare för köpare och säljare att hitta varandra och skapa system för kontroll, förtroende och betalning. På en digital plattform är det också lättare att se lediga resurser och genomföra bokningar.

Fenomenet skapar nya möjligheter men har även blottat brister i lagstiftningen. Till exempel är användare inom delningsekonomi inte skyddade av konsumenträttsliga regler och det kan uppstå frågetecken om eventuell skattskyldighet.³¹

2.3.2 Allt kopplas upp

Internet of things, IoT, är ett samlingsbegrepp för den utveckling som innebär att maskiner, fordon, gods, hushållsapparater, kläder och andra saker samt människor, förses med små inbyggda sensorer och processorer.

²⁸ *Arbete, studier och möten på distans – hur påverkas resandet?*, Peter Arnfalk, 2013.

²⁹ ESPAS, *Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?* mars 2015, s 34.

³⁰ *Från värdekedja till värdecykel*, SOU 2017:22.

³¹ *Delningsekonomi - på användarnas villkor*, SOU 2017:26.

Detta medför att dessa enheter kan uppfatta sin omvärld, kommunicera med den och på så sätt skapa ett situationsanpassat beteende och medverka till att skapa smarta, attraktiva och hjälpsamma miljöer, varor och tjänster.

Inom kort kommer fler saker än människor att använda internet. Analysföretaget Gartner spår att det år 2020 kommer att finnas minst 20 miljarder uppkopplade saker³². Den ökande digitaliseringen i kombination med ny uppkopplad teknik kommer att förändra sättet att göra affärer och arbeta. Många företag håller redan i dag på att ta steget från att vara produktbolag till att bli produkt- och tjänsteföretag eller enbart till att bli tjänsteföretag (se avsnitt 3.1.3).

2.3.3 Nya möjligheter med "stora data"

Digitaliseringen innebär en dramatisk ökning av mängden lagrad information. Individer, myndigheter, företag, organisationer och saker som är digitalt uppkopplade lämnar ifrån sig information om sin aktivitet och position. Dessutom är insamlings- och lagringskostnaderna låga. Det är inte bara mängden, utan även komplexiteten och variationen av data som ökar. Tillsammans med allt mer utvecklade analysverktyg skapar den stora mängden data möjligheter till analyser på en nivå som inte har varit möjlig tidigare. Data blir därför en allt viktigare resurs i ett uppkopplat samhälle. Genom att analysera data kan man utvinna olika sorters information, men också upptäcka mönster och trender. Kunddata, som visar kunders preferenser eller köpbeteende, kan vara ett företags viktigaste tillgång. Data ger fördjupad kunskap om kunders individuella behov och önskemål, vilket gör att varor och tjänster i större utsträckning kan anpassas efter individen³³.

Samtidigt ökar risken för nätattacker, brottslighet, cyberterrorism, personlig integritet och etik, vilket kommer att ställa nya krav på regelverk (se avsnitt 2.1.4).³⁴

2.4 Klimatet förändras

Klimatet håller på att förändras och den globala temperaturökningen går allt snabbare. Sedan 1970 har temperaturen i genomsnitt ökat med 0,17°C per decennium. Detta är mer än dubbelt så snabbt som temperaturökningen under perioden 1880 – 2015. Den snabba observerade uppvärmningen bedöms i dag främst bero på ökningen av mängden växthusgaser i

³² Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016, Egham, U.K., Press release, 7 februari, 2017.

³³ Bruk och missbruk av dessa data har nyligen aktualiserats med anledning av att dataanalysföretaget Cambridge Analytica kartlagt miljontals amerikaner via Facebook.

³⁴ *Digitaliseringens effekter på individ och samhälle*, SOU 2016:85.

atmosfären som beror på mänskliga aktiviteter och deras påverkan på jordens strålningsbalans.³⁵

Hur stor de framtida klimatförändringarna blir är avhängig den fortsatta mängden utsläpp av växthusgaser och hur dessa påverkar strålningsbalansen samt klimatsystemets respons.³⁶ Under rapportens tidshorisont, 2040-2070, kommer klimatet sannolikt vara förändrat, både globalt och nationellt. IPCC³⁷ förutspår att klimatet generellt kommer att bli varmare och blötare med flera och kraftigare inslag av extremväder. Det råder stor osäkerhet om hur stora effekterna kommer att bli då det bland annat beror på hur pass stora åtgärder som sätts in globalt för att minska utsläppen. Att detta får påtagliga konsekvenser för människor, djur och natur är dock otvivelaktigt.

Sedan 1970-talet har antalet översvämningar, stormar och värmeböljor femdubblats. Katastroferna får inte bara förödande följder i form av fysiska skador på samhällen, utan även i form av bland annat försämrad vattenkvalitet, och ökad spridning av sjukdomar.

Det är världens fattiga som drabbas hårdast av klimatförändringarnas konsekvenser. Fattiga människor är i större utsträckning beroende av miljön och har sämst resurser att anpassa sig till att bära de kostnader som naturkatastrofer medför. När temperaturen och nederbördsmonstret förändras leder det till att skördar blir sämre och oftare slås ut. I tropiska områden, där befolkningen ofta är helt beroende av fisk, försämras fiskebestånden när arter förflyttar sig för att överleva när temperaturen höjs.

Försämringar av levnadsförhållanden på grund av ett förändrat klimat driver människor på flykt. Konsekvenser av klimatförändringar, i form av brist på vatten, jordbruksmark och betesområden, kan tvinga människor att lämna sina hem. Bedömningarna av hur stora konsekvenser klimatförändringarna kan få i form av människor på flykt är mycket osäkra, men det finns en stor enighet bland forskare att antalet så kallade klimatflyktingar kommer att öka i framtiden.³⁸ Bristen på resurser skapar också risker för instabilitet och konflikter. Den ovanligt kraftiga och långvariga torkan som drabbade Syrien åren före 2011 anses ha varit en bidragande faktor till att kriget bröt ut.³⁹

Klimatförändringarna innebär även risker för vilda djur och växter. Många arter har svårt att klara sig och riskerar att utrotas helt. De ekosystem som är

³⁵ Barros et al., 2014, Stocker et al., 2013, IPCC, 2014.

³⁶ Stocker et al., 2013, Barros et al., 2014.

³⁷ FN-organet International Panel on Climate Change.

³⁸ <http://www.unhcr.org/news/latest/2016/11/581f52dc4/frequently-asked-questions-climate-change-disaster-displacement.html>

³⁹ <http://www.unhcr.org/news/latest/2016/11/581f52dc4/frequently-asked-questions-climate-change-disaster-displacement.html>

särskilt känsliga, som korallreven och Arktis, kommer antagligen inte att överleva om temperaturen stiger med två grader.

För att hålla jordens medeltemperatur väl under två grader, som är Parisavtalets målsättning, krävs omfattande globala insatser. Parisavtalet trädde ikraft den 4 november 2016. Kärnan i det globala klimatavtalet är att minska utsläppen av växthusgaser, samt att stödja de som drabbas av klimatförändringarnas effekter. Liksom Kyotoprotokollet är Parisavtalet kopplat till klimatkonventionen, UNFCCC, som är ett internationellt avtal under FN. Av de 197 länderna som är parter till konventionen har 194 skrivit under Parisavtalet. Fram till april 2017 hade 141 av dessa ratificerat avtalet och därmed blivit parter till det.⁴⁰

⁴⁰ www.naturvardsverket.se

3 Framtidens marktransporter

Det finns många föreställningar om det framtida transportsystemet, vissa mer visionära än andra. Ofta fordrar deras tillblivelse ett tekniskt genombrott, stora infrastrukturinvesteringar och/eller helt nya regelverk.

I föreliggande avsnitt diskuteras framtidens marktransporter med fokus på relevans för Arlanda flygplats. I dag föreligger det en ansträngd kapacitetssituation i relation till Arlanda, främst utmed E4:an och på ostkustbanan. På några års sikt förväntas kapacitetsproblemen att öka, inte minst om den tilltänkta expansionen av flygplatsen realiserar. Därför diskuteras möjliga förändringar vad gäller anslutningstrafik. Vidare diskuteras möjliga komplement till flyget. Hur kommer luftfarten att stå sig mot sådan trafik?

3.1 Anslutande trafik

3.1.1 Arlandabanans framtid

Arlandabanan ägs av svenska staten och förvaltas av Arlandabanans Infrastruktur AB som är ett statligt helägt bolag. Staten har ett avtal med tågoperatören Arlanda Express (A-Train) som ger bolaget ensamrätt på Arlandabanan till 2040 med möjlighet till förlängning till 2050. Därefter lämnas banan tillbaka till statens bolag Arlandabanans Infrastruktur AB.

För att underlätta ombordstigning vid Arlanda flygplats och vid Stockholms central byggde A-Train plattformar som är högre och även kortare än plattformarna vid de flesta andra järnvägsstationer i Sverige. Detta kan få konsekvenser för hur Arlandabanan kan utnyttjas efter avtalsperiodens slut. För att andra tågoperatörer efter avtalsperiodens slut ska kunna köra andra typer av tåg än de som nu används av A-Train kommer det att krävas investeringar för anpassning av plattformarna.

3.1.2 Självkörande fordon står inför ett genombrott

Transportsektorn blir precis som övriga samhället allt mer uppkopplad, digitaliserad och automatiserad (se avsnitt 2.3). Utvecklingen går mot fordon som klarar av att ta över en allt större del av förarens uppgifter. Självkörande fordon kommer sannolikt att öka andelen vägtransporter när kostnaden för en anställd förare försvinner. Inom andra trafikslag utgör förare betydligt mindre andel av transportkostnaden, vilket gör att fördelen inte blir lika stor. Självkörande fordon öppnar även upp för nya affärsidéer. Vägtransportsektorn står inför stora förändringar.

Det går snabbt uppför automatiseringstrappan

Graden av automatisering kan definieras genom en skala för självkörande bilar som har tagits fram av den amerikanska industriorganisationen SAE International. Skalan börjar vid 0 (ingen automatisering) och slutar vid 5 (full automatisering). Däremellan finns olika grader av automatisering som innebär att föraren får stöd eller där fordonet till begränsade delar själv kan hantera olika trafik- och nödsituationer. I nivå 5 är föraren inte alls involverad i körningen och är därmed att betrakta som en passagerare. Därför behöver en bil som kategoriseras till nivå 5 inte vara utrustad med ratt eller någon annan form av styrdon.

Automatiseringen av vägfordon startade för många år sedan med utvecklingen av avancerade system för förarstöd (ADAS)⁴¹. Systemen kan öka hastighetsefterlevnaden, minska antalet olyckor samt förbättra energi och tidseffektivitet genom ett mer sparsamt körsätt⁴². Under senare år har dock sensorteknologierna förbättrats och datorer blivit mer kraftfulla, vilket har möjliggjort utveckling av mer avancerade system. Detta kommer att stärka fördelarna med systemen, genom till exempel bättre tillgänglighet, minskad trängsel och bättre markutnyttjande⁴³.

Flera projekt för självkörande fordon har nu tagit steget ut från laboratoriet eller testbanan till verklig trafikmiljö. Internationellt pågår till exempel Ubers och Volvos projekt med självkörande fordon i Arizona och i Göteborg pågår Drive Me-projektet⁴⁴. Flera ledande fordonstillverkare anger att de kommer lansera ett fullt ut självkörande fordon på marknaden kring år 2020.

Självkörande fordon kommer att dominera trafikarbetet

De flesta bedömare är överens om att fullt ut självkörande fordon kommer att dominera inom en inte alltför avlägsen framtid. De mest konservativa prognoserna spår att dessa fordon kommer att stå för omkring hälften av trafikarbetet på väg till 2050.⁴⁵ Forskningscentret CAR (Center for Automotive Research) spår att försäljningen av självkörande fordon kommer att gå långsamt ett tag till och bara utgöra 4 procent av försäljningen i USA år 2030. Först 2040 kommer försäljningen av nivå 4-

⁴¹ Azra Habibovic, Mahdere D.W Amanuel, Johan Wedlin, RISE Viktoria 2017, OMVÄRLDSSTUDIE 2.0 Regelverk och teknologier för självkörande fordon

⁴² http://www.eurofot-ip.eu/en/library/deliverables/sp6_d64_final_results_impacts_on_traffic_safety.htm

⁴³ Trivector, 2014 Självkörande fordon - Sammanfattning av pågående utveckling och diskussion kring samhällskonsekvenser. Rapport: 2014:118. Workshop 2014. Medverkande: Trafikanalys, KTH, Trafikverket, Transportstyrelsen och Scania

⁴⁴ http://feber.se/bil/art/375124/tv_familjer_brjar_anvnda_volvo

⁴⁵ Litman T., "Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning", Victoria Transport Policy Institute, september 2017, sid 12-14, url: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>

och nivå 5-fordon att nå över 50 procent. Denna långsamma försäljningsökning motsvarar även den för batteri- och bränslecellsbilar.⁴⁶

Det finns dock flera möjliga hinder för etableringen av självkörande fordon. En lågkonjunktur kan medföra att företag i branschen drar ner på investeringarna. Ett annat potentiellt hinder är den allmänna acceptansen för de nya fordonen som kan påverkas negativt av olyckshändelser. Befintliga regelverk behöver anpassas efter den nya tekniken. En stor del av dagens nationella och internationella regelverk är framtagna då all körning skedde manuellt.

3.1.3 Mobilitetslösningar för de första och sista kilometrarna

Självkörande fordon erbjuder en driftsekonomi som tidigare varit ouppnåelig. Detta och kan vara den tekniska utveckling som krävs för att mobilitetslösningen Mobilitet som tjänst, MaaS (eng. Mobility as a Service), ska få ett genombrott. MaaS innebär att en resenär kan lösa sitt resbehov från dörr till dörr genom en sammanhållen tjänst. Själva resan kan omfatta olika trafikslag som tillhandahålls av olika leverantörer. Mobilitetstjänsten förutsätter en digital plattform som hanterar information, bokning, betalning osv, samt en tjänsteleverantör som säljer den samlade tjänsten till slutkunden. Tjänsten skulle kunna bidra till ett skifte från privat bilägande och erbjuda flexibilitet för det dagliga resandet. Optimister tror att utvecklingen kommer att gå fort och att MaaS-tjänster inom 10 år kommer utgöra en betydande del av det totala biltransportarbetet⁴⁷.

De senaste åren har en rad regionala kollektivtrafikmyndigheter⁴⁸ börjat arbeta med att utveckla MaaS-koncept som en integrerad del av det regionala kollektivtrafiksystemet. Samtidigt har flera aktörer i bilbranschen börjat definiera sig som mobilitetsleverantörer istället för fordons- eller tekniktillverkare. Ford och General Motors har investerat stort i mobilitetstjänster. Ford har utvecklat en öppen, molnbaserad mobilitetsplattform för smarta städer. Plattformen möjliggör för flera mobilitetstjänstleverantörer på samma ort att samarbeta och kan länka samman privatbilister, cykel- och bildelningstjänster, lokaltrafik, taxi med mera. Användarna kommer dessutom att kunna hantera betalningar i systemet.⁴⁹

Troligen kommer framtidens resor inom städer alltmer att vara multimodal och med ett stort utbud av mobilitetslösningar att välja ifrån. Traditionell kollektivtrafik med stor kapacitet i viktiga stråk kommer att vara fortsatt

⁴⁶ Michael Martinez: Electrification, autonomy won't gain widespread adoption for decades, CAR study says, Automotive News 2018-02-21

⁴⁷ Irem Kok et al., 2017. Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal Combustion Vehicle and Oil Industries

⁴⁸ Dessa myndigheter har det samlade ansvaret för kollektivtrafiken i respektive län.

⁴⁹ <https://techcrunch.com/2018/01/09/ford-and-autonomic-are-building-a-smart-city-cloud-platform/>

viktig för att hantera de stora trafikflödena, medan nya mobilitetstjänster i större utsträckning kommer att användas för de första och sista kilometrarna.⁵⁰ En förutsättning för att MaaS ska sprida sig och få acceptans är att delningsekonomi får ett ordentligt fotfäste i samhället (se avsnitt 2.3.1).

3.1.4 Elbilar blir norm

För Arlanda flygplats som på grund av miljökrav försöker minska koldioxidutsläppen från marktransporter till och från Arlanda blir frågan om framtidens fordonsdrivmedel viktig. Användningen av bensin och diesel som drivmedel för vägfordon är inte långsiktigt hållbart. Även om det finns flera tekniker och drivmedel som skulle kunna vara långsiktigt hållbara är det sannolikt elektrifierad mobilitet som kommer dominera under perioden 2040-2070. Det pågår omfattande satsningar kring elbilar, elhybrider, laddhybrider och fordon försörjda med el från elektrifierade motorvägar. Alla större fordonstillverkare är engagerade i utvecklingen och intresset för elbilar är globalt. Det väl utbyggda elnätet är en viktig drivkraft och tillgång för denna utveckling.

Det dyraste i en elbil är batterierna som står för ungefär halva kostnaden för en elbil i dag. Priserna på litiumjonbatterier har minskat med i snitt 14 procent per år sedan år 2000, och batterikostnaden förväntas sjunka med 67 procent fram till 2030. Redan 2024 kommer vissa elbilmodeller att kosta som en bil med förbränningsmotor för att därefter kosta mindre.⁵¹

Räckvidden för elbilar blir allt bättre och redan i dag täcker elbilarna på marknaden de flesta personers dagliga behov avseende körsträcka. År 2020 skulle 98 procent av alla körningar kunna utföras av elbilar, om teknikutvecklingen går i förväntad takt.⁵²

Intresseorganisationen Power Circle uppskattar att det år 2030 kommer finnas cirka en miljon elbilar i Sverige⁵³. Teknikkonsultföretaget Sweco bedömer att elhybrider, laddhybrider och rena elbilar tillsammans bör kunna ta en marknadsandel på över 50 procent till år 2030, medan bensin och diesel tillsammans kommer utgöra 40 procent.⁵⁴

Som mycket annat kommer framtidens fordonsdrivmedel vara avhängig den politiska styrning som följer av behovet av att minska klimatpåverkan. För

50 Omvärld i förändring, Trafikförvaltningens omvärldsanalys, 2016

51 https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-22/electric-cars-may-be-cheaper-than-gas-guzzlers-in-seven-years?utm_content=business&utm_medium=social&utm_source=facebook&utm_campaign=socialflow-organic&cmpid=socialflow-facebook-business

52 <http://news.mit.edu/2016/electric-vehicles-make-dent-climate-change-0815>

53 <https://www.sydsvenskan.se/2017-04-03/bara-bristande-vilja-begransar-overgangen-till-elbilar>

54 Trafikanalys, Prognoser för fordonsflottans utveckling i Sverige, Rapport 2017:8, s 59.

att utvecklingen med elbilar ska vara långsiktigt hållbar kommer det bli nödvändigt att hantera miljöbelastningen från batterierna.

3.1.5 eVTOL skapar flexibilitet i storstäderna

Flera företag, däribland Airbus, Boeing och Uber, har projekt för att utveckla små eldrivna luftfartyg för passagerare. Luftfartygen kan starta och landa vertikalt och brukar därför benämnas eVTOL (electric vertical take-off and landing). Eftersom en eVTOL kan lyfta och landa som en helikopter är den lämpad för användning i urbana miljöer, främst i storstäder med trängselproblematik. Kravet på infrastruktur är begränsad och betydligt billigare än traditionella markbundna alternativ. Inledningsvis kommer det att krävas piloter men på sikt kommer luftfartygen kunna vara helt autonoma.

Integrerad i kollektivtrafiksystemet kan eVTOL erbjuda en stor flexibilitet. Inledningsvis bör kostnaden för tjänsten vara hög och infrastrukturen sparsam. Det är troligt att företag som erbjuder eVTOL-tjänster inledningsvis kommer att vända sig till affärsresenärer i storstäder. Men företag som Uber bedömer att man tidigt kommer att kunna erbjuda flygtransporter för en bredare allmänhet. Liliium Jet menar att deras luftfartygs ekonomi och effektivitet möjliggör flygningar till en lägre kostnad än för en vanlig taxi.⁵⁵ Enligt företrädare för Uber kommer deras eVTOL kunna utföra 50-60 resor per dag och genom samåkning ha en produktivitet som motsvarar 20 bilar⁵⁶.

Uber planerar att redan från 2023 erbjuda kommersiella flygtjänster i Dallas och Los Angeles⁵⁷. Företrädare för Liliium Jet hävdar att deras eVTOL på en timmes laddning kunna flyga upp till 300 km/h, vilket innebär att sträckan Manhattan-JFK Airport (19 km) tar fem minuter⁵⁸. Omkring 2030 är det troligt att sådana flygtjänster erbjuds i flera av världens storstäder. För rapportens period 2040-2070 är det fullt möjligt att dessa tjänster kommer att erbjudas i svenska storstäder.

Det finns emellertid vissa utmaningar som måste hanteras för att eVTOL ska få en betydande roll för persontransporter i framtiden. För att tjänsten ska vara ekonomiskt och praktiskt möjlig fordras ett genombrott både vad gäller batteri- och elmotoreffektivitet. Luftrummet måste anpassas till en ökning av lågt flygande trafik (se avsnitt 4.7.5). Luftfartygen får inte medföra en signifikant ökning av buller och utsläpp under deras livscykel.

⁵⁵ Nathan, Patric 2018.

⁵⁶ The Future of Transportation, Executive briefing 2018, s 36

⁵⁷ <https://www.cnet.com/roadshow/news/uber-unveils-flying-taxi-concept-plans-uber-air-service-by-2023/>

⁵⁸ Nathan, Patric. Liliium Jet - the world's first fully electric vertical take off and landing jet, konferensprogram The Future of Transportation 2018 (<http://www.thefutureoftransportconference.com/en/stream-1.php>)

Sist men inte minst fordrar den nya tekniken att det tillskapas infrastruktur som gör det möjligt att landa och ladda luftfartygen.

3.2 Möjliga komplement till flyget

3.2.1 Kan höghastighetstågen ta trafik?

Flygets främsta fördel gentemot andra trafikslag är dess snabbhet. I takt med att tekniken går framåt och tågen blir allt snabbare ökar tågets möjligheter att utgöra ett komplement till flyget, åtminstone på medellånga sträckor. Det finns ett tydligt samband mellan restiden med tåg jämfört med flyg och tågets marknadsandel i förhållande till flyget⁵⁹. I Europa finns flera exempel på hur tåget har tagit över en stor del av flygets passagerare när höghastighetståg har introducerats. Det gäller särskilt trafik mellan stora städer, till exempel Madrid-Barcelona, Rom-Milano, Paris-Bryssel och London-Paris.⁶⁰ Det gör också att flygbolagen har börjat se över sina affärsmodeller, se avsnitt 4.1.

Byggandet av en höghastighetsjärnväg i Sverige skulle sannolikt minska efterfrågan på inrikesflyg till förmån för tåget. Nuvarande politiska inriktning pekar mot att Sverige i framtiden kommer att ha höghastighetsjärnväg på de sträckor som är mest trafikerade med inrikesflyg i dag, det vill säga Stockholm-Göteborg och Stockholm-Malmö⁶¹. I dagsläget är det dock oklart när en sådan bana skulle kunna vara färdigbyggd. Det beror bland annat på om banan byggs för tåg som kör i en hastighet av 250 km/h eller 320 km/h.⁶² Regeringen väntas under våren 2018 besluta om den nationella planen för transportsystemet 2018-2029, som bland annat berör utbyggnaden av höghastighetsjärnväg.⁶³

Trafikverkets analyser visar att utbyggnaden av en höghastighetsbana skulle leda till att flygets marknadsandel gentemot tåget på sträckan mellan Stockholm och Malmö skulle minska från 27 till 19 procent. Motsvarande minskning på sträckan mellan Stockholm och Göteborg skulle vara från 23 procent till 15 procent.⁶⁴ Samtidigt är det svårt att avgöra hur prissättningen kommer se ut för ett höghastighetståg och därmed dess marknadsandel gentemot såväl flyg som annan tågtrafik. Det är oklart hur många tågbolag

59 Copenhagen Economics (2012), Højhastighedstog i Norden – Effekter på lufttrafikken og miljøet.

60 Journal of transport geography (2014), Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe.

61 Regeringen (2016), Infrastruktur för framtiden - innovativa lösningar för stärkt konkurrenskraft och hållbar utveckling, Prop. 2016/17:21

62 Trafikverket och Sverigeförhandlingen har lagt förslag som skiljer sig i detta avseende. Se Slutrapport från Sverigeförhandlingen, SOU 2017:107, och Trafikverkets (2017) förslag till nationell plan för transportsystemet 2018-2029. (Sverigeförhandlingen är den kommitté som mellan 2014 och 2017 hade regeringens uppdrag att förhandla fram förutsättningar för höghastighetståg mellan de tre storstäderna.)

63 <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/nationell-infrastrukturplan/> (2018-04-04).

64 Trafikverket (2018), *Höghastighetsbanor – effekter av hastighet 250 km/h jämfört med 320 km/h*. Beräkningarna har gjorts utifrån antagandet att tåget når en maxhastighet på 320 km/h.

som kommer vara intresserade att köra på banan samt effekterna av eventuellt högre banavgifter.

I dag domineras trafiken mellan Skandinaviens huvudstäder av flygtrafik. En höghastighetsbana mellan de skandinaviska huvudstäderna har diskuterats, men ett sådant eventuellt projekt ligger långt in i framtiden. Bland annat på grund av att Norge har beslutat sig för att inte satsa på höghastighetståg åtminstone fram till 2029.⁶⁵ Om det skulle bli verklighet med höghastighetståg mellan städerna skulle det sannolikt få konsekvenser för flyget.⁶⁶ Det är dock viktigt att poängtera att en del flygpassagerare mellan huvudstäderna transfererar till andra slutdestinationer. För dessa är inte trafik på höghastighetsjärnvägen mellan de skandinaviska huvudstäderna ett utbytbart alternativ.

Avslutningsvis kan det vara värt att resonera kring järnvägen i relation till hur den skyddas mot kriminella och olagliga handlingar, såsom terrorism. Än så länge har sådana angrepp mot tåg och järnvägsstationer runt om i världen inte medfört krav på säkerhetskontroller som liknar dem inom luftfarten. Om sådana krav skulle införas i framtiden skulle det kunna påverka järnvägstrafiken i allmänhet och höghastighetstågen i synnerhet.

3.2.2 Blir hyperloop verklighet?

Hyperloop är ett idékoncept som funnits länge och bygger på att kapslar färdas i ett rörsystem med mycket lågt lufttryck så att luftmotståndet blir minimalt. Kapslarna ska kunna transporteras i uppåt 1200 kilometer i timmen och därigenom skulle det vara möjligt att färdas snabbare än med flyget. Om hyperloop blir verklighet kommer människors resande att revolutioneras.

På senare år har konceptet lämnat ritbordet och testbanor byggs eller planeras på flera håll i världen. Företaget Hyperloop One har byggt en 500 meters testbana i amerikanska Nevadaöknen och i Holland har Hardt utvecklat en 30 meters testbana.⁶⁷ En svensk-finländsk konsultgrupp, lett av Ramböll och åländska FS Links, arbetar med Hyperloop One i ett nordiskt utvecklingsprojekt.

Utvecklarna är entusiastiska och spår att prislappen skulle bli 60 miljarder lägre än för en höghastighetsbana vis samma sträckning. Trafikverkets kostnadskalkyl för höghastighetståget ligger på 230 miljarder. Tidsbesparingen gentemot flyg och inte minst höghastighetståg skulle kunna

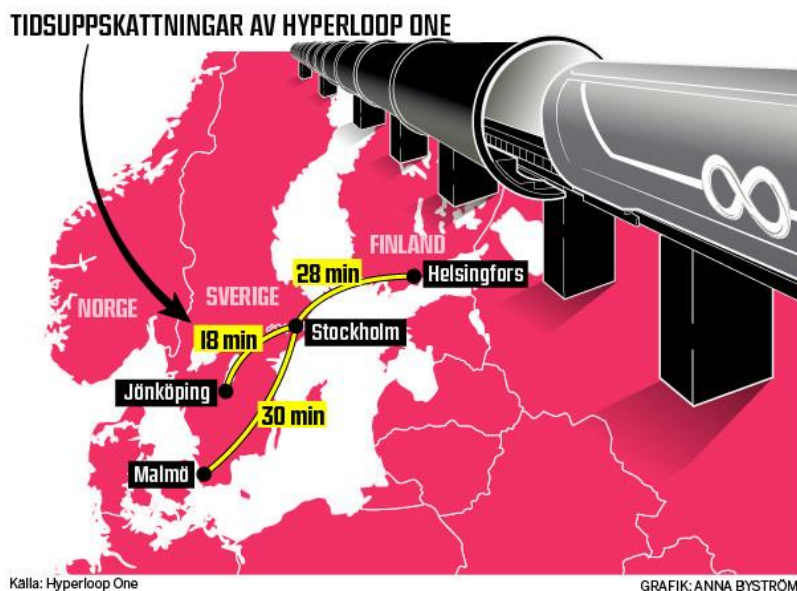
⁶⁵ <http://www.coinco-berlin.de/> (2018-04-04).

⁶⁶ För uppskattningar av potentiella effekter, se: Copenhagen Economics (2012), Højhastighedstog i Norden – Effekter på lufttrafikken og miljøet.

⁶⁷ Dagens industri, Finland kör om Sverige med hyperloop, måndag 10 juli 2017.

bli stora, se figur 4. Det är tydligt att utvecklandet av hyperloop skulle slå hårt mot flyget, men förmodligen ännu hårdare mot höghastighetståget.

Figur 4. Möjliga restider enligt Hyperloop One.



Källa: Dagens industri, Finland kör om Sverige med hyperloop, måndag 10 juli 2017

Gissningsvis kommer det uteslutande vara gods som transporteras under den första tiden men ett fungerande hyperloopsystem för passagerare skulle kunna vara klar år 2020⁶⁸. I Holland utvecklar Hardt Global Mobility en bana planeras att binda samman Amsterdam och Paris år 2021. Deras långsiktiga mål är att bygga Hyperloop-banor över hela Europa och visionen är att 2035 kunna länka samman Lissabon-Stockholm⁶⁹.

Det finns emellertid en rad hinder att övervinna innan systemet kan bli en verklig komplement till flyget och tåget. Kritiker är mycket tveksamma till att de beräknade kostnaderna håller, inte minst i det fall rören måste grävas ner. Systemet kan vara känsligt för seismisk aktivitet men också sårbart för terrorism. Vidare måste det gå att genomföra evakuering och räddningsoperationer vilket kan bli svårt, inte minst under mark.

Hyperloop är fortfarande en vision men utvecklingsarbete och tester pågår. Hyperloop One har exempelvis tagit in uppemot 100 miljoner dollar i kapital⁷⁰. Det är inte omöjligt att de tekniska utmaningarna går att hantera. Men frågetecken kvarstår vad gäller kostnaden; skeptiker bedömer att kostnaden troligen kommer att bli åtta gånger högre än optimisternas

⁶⁸ <https://digital.di.se/artikel/tva-amerikanska-bolag-i-kampen-om-hyperloop>.

⁶⁹ <https://www.nyteknik.se/forдон/hyperloop-banan-ska-vara-klar-om-fyra-ar-6854063>

⁷⁰ <https://digital.di.se/artikel/hyperloop-bolag-vill-utmana-sveriges-snabbtag>.

uppskattningar⁷¹. Det är heller inte självklart att systemet får acceptans bland resenärer. Slutligen måste det kunna klarläggas att systemet är robust, både mot oförutsedda händelser men också terrorangrepp.

⁷¹ <https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/har-ar-taget-som-ska-kora-om-flyget>

4 Framtidens luftfart

Luftfarten är en global industri. Som sådan svarar den även mot globaliseringens krav på ökad rörlighet av både varor och människor. Med en större befolkning och växande medelklass torde det vara oundvikligt att luftfarten har denna roll även i framtiden.

Under de senaste 30 åren har luftfarten genomgått dramatiska marknadsförändringar och händelser som fått stora konsekvenser. Avregleringar har medfört att de traditionella flygbolagen har fått se sig grundligt utmanade av lågkostnadsbolag med ett annat koncept. Terrorhandlingar har lett till att säkerheten skärpts ytterligare och vulkanutbrott har tvingat luftrum att stänga ner. I det här avsnittet diskuteras hur framtidens luftfart kan komma att se ut.

4.1 Nya företagsformer utvecklas

IATA bedömer att höghastighetståg i större utsträckning än idag kommer att konkurrera med flyget över kortare avstånd. Många flygbolag får därför anpassa sig genom att lägga fokus på internationella flygningar och andra långdistansflygningar. Samtidigt ser IATA en möjlighet att point-to-point-flyg blir vanligare. När hub-flygplatser står inför ökad trängsel kan sekundära flygplatser bli viktigare. Man ser också att Uber-liknande tjänster kommer att utvecklas som erbjuder resealternativ baserad på små flygplan som trafikerar mindre flygplatser med fjärrstyrd trafikledning.⁷²

Vi kan förvänta oss en fortsatt konsolidering inom flygbranschen och skapandet av stora flygbolagsgrupper där olika typer av affärsmodeller (segment) inryms. I Europa är flygmarknaden uppdelad i tre stora flygbolagsgrupper, Lufthansa Group, Air France-KLM och IAG, International Airlines Group. Lufthansa Group är störst med 130 miljoner passagerare, se

⁷² IATA, Future of the airline industry 2035.

Tabell 1.

Tabell 1. Flygbolagsgrupper i Europa med olika typer av affärsmodeller.

Flygbolagsgrupp Antalet passagerare	Nätverks- flygbolag	LCC-flygbolag Charter	Regionala flygbolag	Fraktflygbolag	Minoritetsägare
Lufthansa Group (Deutsche Lufthansa AG) 130 miljoner	Lufthansa Swiss Austrian Airlines Brussels Airlines	Eurowings Eurowings Europe Germanwings Edelweiss Air (charter) SunExpress	Lufthansa CityLine Air Dolomiti Luftfahrtgesellschaft Walter	Lufthansa Cargo AeroLogic	
Air France-KLM 83,9 miljoner	Air France KLM	Transavia Transavia France	HOP KLM Cityhoper Joon	Martinair	Alitalia (7%) Air Corsica (12%) Air Calédonie (2%) Air Mauritius (3%) Air Tahiti (7%) Kenya Airways (26%) Royal Air Maroc (3%) Chalair Aviation Virgin Atlantic (31%, subject to approval)
IAG, International Airlines Group 104,8 miljoner	British Airways Iberia Aer Lingus	Iberia Express Vueling Airlines LEVEL	Aer Lingus Regional Sun Air of Scandinavia (franchise, since Aug-1996) Iberia Regional (Air Nostrum) BA CityFlyer		Comair (South Africa) (18%, since 2000) Royal Air Maroc (1%) Air Mauritius (2.3%)
Ryanair 129 miljoner		Ryanair Ryanair Sun*			

* flygbolaget är i initialskede.

Vi kan även förvänta oss utveckling av lågkostnadsflyget, LCC. Idag står dessa flygbolag för 30 procent av säteskapaciteten, vilket ökar varje år. LCC-bolagen har alltmer börjat ge sig in på interkontinental trafiken, vilket tidigare sågs som mycket svårt. Norwegian, Eurowings, LEVEL, Primera och AirAsia X med flera har visat att det är möjligt och vi kommer att kunna förvänta oss fler LCC-bolag på interkontinental-marknaden. Utvecklingen kan också kopplas samman med utveckling av flygplanstyper som tidigare använts på kort-och medeldistans, men som nu har prestanda för interkontinental trafik, se avsnitt 5.3 i marknadsrapporten. Med dessa flygplanstyper blir det lättare att etablera långlinjer från mindre städer, exempelvis Billund, Aalborg, Göteborg, Malmö, Bergen, Stavanger och Trondheim. Redan nu flyger Norwegian linjen Bergen-New York med B737MAX.

Slutligen kommer flygbolagen inom allianser eller flygbolagsgrupper att i större utsträckning dela på kapacitet i form av code-sharing.⁷³

4.2 Ett förändrat klimat påverkar luftfarten

Som nämndes i avsnitt 2.4 kommer klimatet sannolikt att bli varmare och våtare med flera och kraftigare inslag av extremväder. Detta kommer att få konsekvenser för luftfarten. Hur omfattande dessa kommer att bli är dock svårt att säga eftersom det bland annat beror på hur stora åtgärder som genomförs för att stoppa den globala uppvärmningen och hur snabbt dessa kommer på plats.

En ökad temperatur kommer att bidra till att luften får sämre bärkraft, vilket innebär att det kan krävas längre rullbanor eller lättare flygplan för att de ska kunna lyfta.⁷⁴ Varmare luft leder också till ökad turbulens, vilket kan medföra skador både på personer som vistas ombord och på luftfartyget. Enligt studier kommer turbulensen på flyg mellan Europa och Nordamerika fördubblas till år 2050, och intensiteten öka med 10-40 procent.⁷⁵ På sikt kan stigande temperaturer även påverka växt- och djurlivet, vilket i sin tur kan påverka luftfarten. Om större fågelarter eller flockfåglar etablerar sig i närheten av en flygplats ökar risken för fågelkollisioner.

Nollgenomgångar, då temperaturen pendlar och ger både minus- och plusgrader på ett och samma dygn, ökar risken för tjälskador på rullbanor och uppställningsplattor. Det ökar också risken för halka och skapar svårare förhållanden för halkbekämpning.

Förändrade väderförhållanden, med ökade snöfall, skyfall och hagelstormar, gör att flygningar kan behövas ställas in på grund av översvämmade eller snötäckta rullbanor och uppställningsplattor. Framkomligheten till och från flygplatsen kan också påverkas. Ökad frekvens av åska är en säkerhetsrisk för luftfarten och kan leda till förseningar eller inställda flyg. Ett förändrat vindmönster kan bidra till ökad sidvind vid start och landning och i extrema fall kan banriktningen vid flygplatser behöva ses över. Havsnivåhöjning kan bidra till att kust- och vattennära flygplatser ställs under vatten.

4.3 Ett mer miljövänligt flyg

För att minska luftfartens klimatpåverkan, samtidigt som flygtrafiken förväntas öka, krävs anpassningar på flera olika håll. En viktig förutsättning är att flygplansflottan har modern energieffektiv teknik. Normalt sett byts flygplansflottan ut var tjugofemte år. Utvecklingen går framåt, men

⁷³ Man kan konstatera att flygbolagen på ett tidigt stadium började dela på kapacitet mellan sig. Långt innan delningsekonomin ens existerade.

⁷⁴ Sådana exempel finns redan i dag, till exempel när runt 50 flygningar från en flygplats i södra USA fick ställas in sommaren 2017 eftersom flygsäkerheten inte kunde garanteras på grund av för höga temperaturer.

⁷⁵ <http://www.na.se/resor/klimatforandringar-ger-mer-turbulens-1>

sannolikt kommer de nya tekniska lösningar som tas fram i dag inte ha fått fullt genomslag år 2040. År 2070 är det dock sannolikt att en mängd banbrytande tekniker har börjat tillämpas, vilket möjliggör en mer miljövänlig flygplansflotta och operativa förfaranden.

4.3.1 Hållbara alternativa bränslen

Ett sätt att minska flygets miljöpåverkan är att använda alternativa bränslen. Det är i dag möjligt att blanda in upp till 50 procent biodrivmedel i det fossilbaserade jetbränslet. I takt med att nya motorer och produktionsmetoder utvecklas kommer andelen sannolikt att bli högre.

Det pågår en mängd projekt som för denna utveckling framåt. Försvarsmakten genomförde nyligen de första lyckade demonstrationsflygningarna med ett provflygplan (JAS39D (39-800)) som till 100 procent drevs av biobaserat jetbränsle. Nyligen presenterade IVL Svenska Miljöinstitutet och Luleå Tekniska universitet en lösning som ger ett flygbränsle tillverkat av skogsrester.

Biodrivmedel kommer att bli allt viktigare och mer frekvent använt fram till 2040 och sannolikt i än högre grad 2070. År 2040 borde en stor del av det svenska inrikesflyget kunna drivas på hållbara alternativa bränslen. Det krävs dock en radikal produktionsökning av hållbara biodrivmedel, vilket kräver stora investeringar i produktionsanläggningar. En förutsättning är också att stora delar av vägtrafiken har elektrifierats och därmed frigjort alternativa bränslen till flyget.

4.3.2 Bränsleeffektiva flygningar

Ett sätt att minska luftfartens klimatpåverkan är att genomföra flygningar så effektivt som möjligt sett ur bränslesynpunkt. Det handlar främst om att tillåta flygplanen gå den rakaste eller på annat sätt mest effektiva⁷⁶ sträckan från en flygplats till en annan. Det kan också vara att skapa effektiva in- och utflygningsvägar till flygplatserna där piloterna tillåts att genomföra så bränsleeffektiva in- och utflygningar som möjligt. Med dagens teknik är detta dock inte alltid möjligt med hänsyn till flygsäkerheten. Ytterligare sätt att minska flygets klimatpåverkan är att ha en optimerad kapacitet och ett bra flöde på flygplatsen så att flygplanen slipper köa på marken. Arbete och forskning på området pågår och år 2040 bör man ha kommit ännu längre i att optimera de operativa förfarandena.

⁷⁶ Ibland är inte den rakaste vägen den mest bränsleeffektiva. Att flyga i medvind kan t ex göra att en längre flygsträcka ger mindre bränsleförbrukning.

4.3.3 Utvecklingen av flygmotorer

Vägen mot ett mer miljövänligt flyg går också via utvecklingen av mer bränsleeffektiva motorer. Utvecklingen fordrar emellertid en avvägning mellan utsläpp till luft och det buller som flygplanet ger. Av denna anledning har den så kallade "open rotor-motorn" inte slagit igenom på marknaden. Med en sådan motor kan koldioxidutsläppen minska med runt 25 procent men samtidigt ökar bullernivåerna kraftigt.

Det pågår en utveckling för att göra motorerna tystare för att därigenom minska maxbullernivåerna⁷⁷ kring flygplatserna. Med den prognostiserade ökningen av flygtrafiken ökar den ekvivalenta ljudnivån⁷⁸ kring flygplatserna jämfört med i dag. Människans känslighet för buller tenderar att öka, vilket gör att vi 2040 kan förvänta oss att upplevda bullerstörningar av luftfarten har ökat även om de faktiska ljudnivåerna skulle vara oförändrade⁷⁹. ICAO har prognosticerat att bullret från ett typiskt flygplan kommer att minska med cirka 1-3 dB per decennium. Denna minskning kan omintetgöras av fler flygplansrörelser.

4.4 SESAR ska möta tillväxten

SESAR står för Single European Sky ATM Research och är ett EU-projekt i syfte att utveckla tekniska och operativa förutsättningar för det gemensamma europeiska luftrummet (SES – Single European Sky). Ytterst handlar SESAR om att förbättra kapaciteten och säkerheten i det europeiska luftrummet, för att möta den kraftiga tillväxten i flygtrafiken, speciellt när den gemensamma luftfartsmarknaden genomfördes inom EU. Den ökade tillväxten blottade bristande effektivitet med omfattande förseningar. Arbetet med SESAR är indelat i tre faser:

1. Definitionsfasen 2004-2008; då en generalplan för flygledningstjänsten togs fram.
2. Utvecklingsfasen, 2009-2013.
3. Installationsfasen" (2014–2024) som ska genomföras under ledning av näringslivet och berörda aktörer och kommer att innebära produktion och genomförande i stor skala av den nya flygledningsinfrastrukturen.

⁷⁷ Maximal ljudnivå (L_{max}) är den högsta momentana ljudnivån under en viss tidsperiod t ex ett dygn. Vid buller från flygtrafik används även måttet flygbullernivå (FBN) som är en ekvivalentnivå som dessutom tar hänsyn till när under dygnet en bullerhändelse sker.

⁷⁸ Ekvivalent ljudnivå (L_{eq}) är ett mått på medelljudnivån under en tidsperiod, till exempel ett dygn.

⁷⁹ Bullerstörning är en subjektiv upplevelse av buller, till skillnad från bullerexponering som beskriver vilka bullernivåer man faktiskt utsätts för.

Den tekniska utvecklingen inom bland annat SESAR går mot är ett mer och mer automatiserat och digitaliserat flygtransportsystem. Inom SESAR 2020 som startades upp 2017 läggs fokus på utrustningen i luftfartygen samt på förbättring av den teknikinriktning som påbörjades i SESAR fas 1. Denna utveckling möjliggör lokala lösningar för att öka kapaciteten. ATM Masterplan kommer också att vara Europas inspel till Global Air Navigation Plan (GANP) som kommer att beslutas på ICAO Assembly oktober 2019.

I Sverige infördes 2011 Free Route Airspace (FRA). Det innebär att piloterna inte behöver följa specifika flygvägar, utan istället är fria att välja den kortaste eller mest effektiva flygvägen genom svenskt luftrum. Sedan 2012 tillämpas FRA i hela det dansk-svenska luftrummet och fyra år senare utökades möjligheten till att innefatta så kallad Seamless FRA mellan funktionella luftrumsblock (FAB). Det innebär att flygplanen tillåts röra sig utanför specifika in- och utpasseringspunkter vid passagen mellan olika FAB t.ex. mellan DK/SE FAB och NEFAB:s (North European FAB) – Estland, Lettland, Finland och Norges gemensamma luftrumsblock. År 2021 planeras en utökning av området för Seamless FRA till att även innefatta UK/Irland FAB och Islands luftrum.

Inom EU pågår arbete för att skapa möjligheter att fritt välja rutter (FRA) inom hela det europeiska luftrummet som en del av Single European Sky, vilket skulle kunna ge väsentliga utsläppsminskningar. En osäkerhetsfaktor är ländernas försvarsmakter som har rätt att avlysa luftrummet för militära övningar (dock inte i Sverige eftersom det är Transportstyrelsen som fattar dessa beslut).

4.5 Ökad användning av satellitnavigering

Teknikutvecklingen gör att navigering inom luftfarten sannolikt kommer att bli allt mindre beroende av infrastrukturen på marken för att istället förlita sig på satelliter.

4.5.1 GNSS ersätter marksensorer

Vid navigering på sträcka har flygplan tidigare varit beroende av att följa sensorer på marken. Dessa kommer successivt att fasas ut och ersättas med satellitnavigering (GNSS) och luftfartygens egen navigeringsutrustning.

Inflygning och landning baserat på GNSS förkommer i Sverige redan i dag baserat på ett krav i Transportstyrelsens föreskrifter att ersätta icke-precisionsinflygningar med så kallade APV-procedurer⁸⁰.

⁸⁰ En Approach procedure with vertical guidance (APV-procedur) är en instrumentinflygning med stöd av en virtuell glidbana som räknats fram av luftfartygets eget system med stöd av tryckhöjd (Baro-VNAV) eller satellitbaserad stödfunktion (SBAS) för GPS och Galileo. En instrumentflygplats ska ha en APV-procedur till varje banriktning med instrumentinflygning.

GNSS är det primära navigeringshjälpmedlet vid prestandabaserad navigering (PBN), som i mycket hög grad kommer användas vid flygning på sträcka, inflygning och landning. PBN medför rakare flygvägar och därmed mindre bränsleåtgång med miljömässiga fördelar.

4.5.2 GBAS istället för ILS

Det vanligaste navigationshjälpmedlet vid inflygning och landning som används på flygplatser i dag är Instrument Landing System (ILS). Den ökade tillgängligheten av avancerade satellitnavigationssystem har skapat förutsättningar för andra system, som har fördelar gentemot ILS. Dessa system – satellitbaserad stödfunktion (SBAS) och markbaserad stödfunktion (GBAS⁸¹) – är inte lika känsliga som ILS för störningar från luftfartyg och fordon på flygplatsen. GBAS möjliggör även icke-raka inflygningar och brantare glidebana, vilket minskar bullerexponering av tätorter.

I första hand kommer GBAS kunna användas vid precisionsinflygningar av kategori I. På lång sikt kommer dock systemet även kunna användas för att landa i mycket låga siktvärden (precisionsinflygning kategori II och III), vilket ökar tillgängligheten och har positiv effekt på flygsäkerhet, kapacitet och miljö. Arlanda och andra större flygplatser lär inom ett 20-tal år behöva investera i dessa system.

Användandet av satellitnavigering kan medföra risker eftersom signaler från satelliter av olika skäl kan störas ut, till exempel av solstormar. Det finns därför anledning att behålla en miniminivå av markbaserad infrastruktur.

4.5.3 Backup av GNSS

Det finns ett utkast framtaget för (EU) 2016/539 Performance Based Navigation(PBN). Enligt förslaget åläggs leverantörer av ATM/ANS att säkerställa att de kan leverera sin tjänst utan att vara beroende av PBN fram till 2030. Vidare hänvisas till att det är utrustning som DME, VOR och ILS som ska säkerställa deras förmåga att levererar sin tjänst. Leverantörer av ATM/ANS ska upprätta en övergångsplan för införandet av PBN samt att vidta åtgärder för avbrott i signaltillgång.

4.6 Utveckling av flygplatsens infrastruktur

Det pågår en omfattande utveckling av flygplatsernas infrastruktur som är kopplad både till flygtrafikens vanligt förekommande kapacitetsproblem i bansystem och terminal, och till automatisering och digitalisering.

⁸¹ Den flygplanburna funktionen benämns GBAS-landning system (GLS). GLS-systemet tar emot data i form av inflygningsprocedurer m.m. från GBAS-stationen och beräknar flygplanets flygväg både horisontellt och vertikalt.

4.6.1 Snabb teknikutveckling inom fjärrstyrd flygtrafiktjänst

En tydlig utveckling inom flygtrafikledning är fjärrstyrd flygtrafikledningstjänst, eller Remote Air Traffic Services (RATS). I Sverige har Luftfartsverket (LFV) tillsammans med Saab utvecklat ett system för flygledning på distans, vilket innebär att flygledarna utför sitt arbete från en central, som kan vara placerad på en annan plats än den aktuella flygplatsen. Flygledarna utövar flygtrafiktjänst på distans med hjälp av kameror på flygplatsen och annan infrastruktur. Transportstyrelsen är den tillsynsmyndighet som utfärdar tillstånd för en förändring som övergången till RATS. 2014 fick LFV driftgodkännande från Transportstyrelsen för att bedriva fjärrstyrd flygtrafikledningstjänst från sinkontrollcentral i Sundsvall.

I dagsläget bedrivs fjärrstyrd flygtrafikledning av flygplatserna i Örnsköldsvik, Sundsvall och Linköping. Swedavia planerar att inom en snar framtid skapa ytterligare en central på Arlanda för att bedriva flygtrafikledningstjänst vid flygplatserna i Kiruna, Umeå, Åre Östersund och Malmö. I Norge och Australien pågår motsvarande utveckling.

Den tekniska utvecklingen inom RATS är fortfarande under uppbyggnad och troligen kommer även automatisk väderobservationstjänst att förbättras så att den kan accepteras som enda observationsmetod inom 10 år. Uppföljningen av såväl väder, trafik och djur m.m. kommer troligt att ske med olika automatiska metoder och sensorer inom en inte alltför avlägsen framtid. Teknikutvecklingen på flygtrafiktjänstområdet kommer troligen att fortsätta att gå i snabb takt.

4.6.2 Utrymme på och kring flygplatsen

Flygplatser med en omfattande trafik står inför två utmaningar. Dels har man att hantera kapacitetsproblem, dels måste man beakta behovet av influensområden det vill säga hinder för flygplatsens funktion.

Flygplanstillverkaren Boeing håller på att utveckla ett flygplan som kan fälla upp vingpetsarna. Syftet är att minska flygplanens behov av säker infrastruktur när de taxar och är parkerade på flygplatsen. Stora flygplan skulle därmed kunna använda samma skyddande infrastruktur som mindre flygplan vilket är mer kostnadseffektivt. Enligt Boeings tidplan kan de första flygplanstyperna finnas på marknaden 2019–2020.⁸²

En viktig förutsättning för flygplatsens funktion är influensområde – hinder. Nya standarder och rekommendationer rörande de hinderbegränsade ytorna förväntas att träda i kraft 2022, med en övergångsperiod fram till 2026.⁸³ De föreslagna hinderbegränsande ytorna är markant reducerade lateralt och

⁸² <https://www.boeing.com/commercial/777x/>.

⁸³ ICAO, Aerodrome Design and Operations Panel (ADOP) och Instrument Flight Procedure Panel (IFPP).

omformade jämfört med dagens krav på utformning av hinderytor. Om förslaget om minskade hinderytor träder i kraft kommer det sannolikt att innebära att bebyggelse kan projekteras närmare flygplatserna. En sådan förändring skulle innebära ökade krav på bullerreducerande åtgärder.

4.7 Utveckling av nya flygplan

Produktion av civila flygplan har dominerats av tekniska lösningar och design som utformades i början av 1960-talet. Boeings mest sålda flygplan B737 togs i bruk 1967 och tillverkas fortfarande i utvecklad form under namnet B737MAX, se figur 5. Designen är således gammal men de senaste 15–20 åren har det kommit en rad nya innovationer, såsom nya material, alternativa flygbränslen, eldrivna flygplan och operationella lösningar för piloter.

Figur 5. En bild på B737-100 från 1967 och Boeings senaste tillskott i B737 MAX9.



4.7.1 Nya material skapar lättare flygplan

Forskningen kring alternativ material än aluminium såsom komposit är omfattande och flygplanstillverkare går över till att producera flygplan som innehåller kompositmaterial istället för aluminium. De nya materialen gör flygplanen lättare vilket medför att flygplanens bränsleförbrukning kan reduceras. I sammanfogning av olika delar används mycket starkt lim istället för nitar och skruvar. Flygindustrin utvecklar en ny generation flygplan, såsom B787, A350, och Bombardier CS-serien baserade på dessa nya innovationer.

4.7.2 Eldrivna flygplan leder till ett mer hållbart flygande

Utveckling av alternativa flygbränslen har berörts i avsnitt 4.3.1. I det fall tillgången kan garanteras är det sannolikt att luftfarten helt gått över till biobränslen under 2040.

En annan intressant möjlighet är utvecklingen av eldrivna flygplan. Airbus, Rolls-Royce och Siemens har tillsammans inlett ett samarbete kring ett sådant projekt, E-Fan X. Flygplanet är ett elhybridplan med 100 säten som beräknas kunna vara i drift 2030.⁸⁴

Figur 6. Elhybridplanet E-Fan X med 100 säten.



Källa: Airbus

Det pågår en omfattande forskning kring eldrivna flygplan. I Sverige har Chalmers, Luftfartsverket och forskningsinstitutet Rise Viktoria inlett ett forskningsprojekt för utveckling av elektriska flygplan i Sverige.⁸⁵

Mot bakgrund av den forskning och utveckling som sker på området är det sannolikt att eldrivna flygplan finns på marknaden år 2040. Det är dock osäkert hur stor marknaden för sådana flygplan kan bli, men inledningsvis bör eldrivna flygplan vara vanligast förekommande vid inrikes- och regional trafik. Norska Avinor har som vision att alla nationella flyg (flygningar på max 1,5 tim) ska vara eldrivna redan 2040.⁸⁶ Omkring 2070 är det således sannolikt att även luftfarten har dragit nytta av teknikutveckling och forskningsinitiativ som sker redan idag på eldriftsområdet för andra trafikslag.

4.7.3 Förstärkt seende ökar tillgängligheten

Flygplanen kommer i framtiden i högre grad att utrustas med olika system för förstärkt seende som ger en syntetisk presentation av inflygningsljus, bana och omgivande terräng.. Flygplan som är utrustade med s.k. ”Enhanced Flight Vision System” (EFVS) har en kamera med sensorer som kan se genom dimma. Vid inflygning med systemet skapas en bild i realtid

⁸⁴ <http://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/11/airbus--rolls-royce--and-siemens-team-up-for-electric-future-par.html>

⁸⁵ Projektet är ett samarbete med flygindustrin och andra aktörer, och det finansieras av Vinnova. Källa: <https://www.chalmers.se/sv/institutioner/ims/nyheter/Sidor/Elektriska-flygplan-ska-m%C3%B6ta-klimatutmaningen.aspx>.

⁸⁶ <https://www.nyteknik.se/fordon/da-ska-alla-flyg-inom-norge-vara-eldrivna-6894280>.

av inflygningsljus, bana och omgivande terräng vilket presenteras i pilotens siktlinje. EFVS-system gör det möjligt att flyga och landa säkert under sämre väderförhållanden men utan lika mycket utrustning på marken. Tekniken kan därmed gagna tillgängligheten till mindre flygplatser som saknar ekonomiska förutsättningar att installera ljusinfrastruktur m.m. för kategori II-inflygningar. Flygplanet behöver inte heller vara certifierat för kategori II-inflygningar om det är utrustat med för ändamålet godkända EFVS-system. Andra fördelar med EFVS-utrustning är att man vid taxning kan skapa snabbare flöden men också minska risken för runway incursions. Tekniken finns redan men är i dagsläget dyrt att installera. I takt med att tekniken blir billigare bedöms många nyproducerade flygplan vara utrustade med systemet år 2040.

4.7.4 Överljudsflygplan får en renässans

Femton år efter att Concorde-planen togs ur trafik har åter igen intresset för överljudsflygplan aktualiseras. Det pågår just nu projekt för att ta fram nya civila överljudsflygplan, framförallt för affärsflyget. Aerion, Spike och Boom är exempel på amerikanska företag/konsortier som har sådana tekniklösningar. I dagsläget är flygning av civila överljudsflygplan förbjuden över Europa och USA, men möjligen kommer EU:s regelverk i framtiden att tillåta dessa flygplan. Eventuellt kan det bli aktuellt att börja flyga i överljuds fart inom bara några år. Men det finns fortfarande utmaningar att hantera, framförallt buller. Transportstyrelsen bedömer därför att det kommer att dröja innan antalet flygningar med överljudsflygplan blir signifikant.

4.7.5 Obemannad luftfart får sitt stora genombrott

Digitaliseringen och automatiseringen (se avsnitt 2.3) i kombination med teknikutveckling har skapat förutsättningar för obemannad luftfart. Marknaden för mindre obemannad luftfartyg befinner sig i steget mellan uppbyggnads- och mognadsfas. Det finns idag en betydande variation av användningsområden och mängder av farkoster och system. Flygtid och tillförlitlighet ökar medan inköpskostnaderna minskar. Antalet operatörer växer kraftigt och marknaden utvecklas starkt såväl i Sverige som internationellt. Obemannade luftfartyg kan utföra uppgifter som bemannade system inte kan utföra, antingen av säkerhetsskäl eller av ekonomiska skäl. Samtidigt medför utvecklingen nya utmaningar på områden som rör säkerhet, skydd och upprätthållande av medborgarnas rättigheter.⁸⁷

⁸⁷ Den nya tekniken erbjuder miljövinster när mindre eldrivna obemannade luftfartyg ersätter fossila bemannade luftfartyg. Om inte tillverkningen, användningen och återvinningen av batterierna sker på ett kontrollerat och miljövänligt sätt så finns det risk att den positiva miljöeffekten omintetgörs av den negativa miljöpåverkan som det innebär att producera och tillhandahålla miljontals nya batterier.

En stor utmaning är att luftrummet sedan länge är organiserat för det bemannade flyget, inte för den stora mängd mycket små luftfartyg som nu utvecklas. Den europeiska kommissionen har därför tagit initiativ till ett arbete, U-space, för att underlätta för drönarnas intåg i luftrummet. Initiativet förväntas under 2019 leverera grundläggande funktionalitet som registrering, identifiering och ”geofencing”. År 2035 kommer det sista steget mot ett fullt utvecklat system att tas. Det innebär att obemannad luftfart kommer att garanteras tillgång till luftrummet. Även inom ICAO pågår regelarbete men främst med tyngre obemannade luftfartyg för internationell och kommersiell luftfart.

Medan mindre obemannade luftfartyg redan börjat operera på skilda områden så är tung obemannad luftfart ännu i sin linda. I Kina pågår civila provflygningar med ett fraktflyg som kan bära upp till ett ton och man räknar med att snart kunna kommersiellt lansera sitt luftfartyg (AT200)⁸⁸.

Tillverkningsorganisationen The Aerospace Industries Association of America (AIA) bedömer att obemannat flyg kommer införas succesivt under de kommande decennierna och pekar på att automation i cockpit redan är väl utvecklad. Man räknar emellertid med att det kommer vara vanligt att det vid passagerarflygningar medföljer en pilot som övervakar flygningen⁸⁹.

Om de obemannade luftfartygen i framtiden kommer att bli dominerande i luftfartssystemet kommer flygplatsernas infrastruktur med stor sannolikhet att se annorlunda ut. De visuella system som finns på flygplatserna är utformade för att ge vägledning och varningar för piloter i synliga delen av det elektromagnetiska spektrumet. De obemannade luftfartygen kommer förmodligen inte kräva detta.

⁸⁸ http://www.chinadaily.com.cn/china/2017-10/27/content_33774528.htm.

⁸⁹ AIA, Think bigger. Large Unmanned Systems and the Next Major Shift in Aviation, March 2018.

5 Slutord

Den globala integrationen utmanas framöver och trenden pekar istället i en fragmentiserande riktning. Världen kommer allt längre ifrån fredlig och frivillig överstatlighet och det internationella samarbetet kommer istället att vara problemcentrerat och ad hoc-artat. EU-tanken utmanas på ett sätt som aldrig tidigare och frågan är om samarbetet skulle tåla ifall ytterligare ett land lämnar unionen. På den nya europeiska arenan kommer Sverige att få svårare att få gehör för sina ståndpunkter. Krig, konflikter och rädsla för terrorism kan ha en omedelbar och långsiktig inverkan på människors förmåga och vilja att resa. Dessa hot tillsammans med risken för pandemier kan tvinga fram fler säkerhetsskapande insatser på alla geografiska nivåer. Kontroll och gränshinder torde bli fler och resande och varuhandeln kan påverkas.

Samtidigt är det rimligt att anta att staterna regionalt kommer att fortsätta att dra nytta av varandra. Länder i Afrika och Latinamerika ökar sin globala integration. Hittills har de populistiska strömningarna i Europa fått begränsat genomslag och en majoritet av EU:s invånare anser att globaliseringen och frihandel innebär en möjlighet till ekonomisk tillväxt.⁹⁰

Det ömsesidiga beroendet och utbytet drivs framåt av tekniska faktorer och innovation. Logistiken förbättras ständigt vilket skapar billigare och effektivare transporter. Medelklassen växer och kommer att vilja resa och konsumera. Denna utveckling, tillsammans med urbaniseringen, kommer att ställa ökade krav på digitala effektiva transportsystem.

Den successiva övergången till självkörande bilar kommer att ha en stor inverkan på resandet. Grupper i samhället som tidigare varit utan bil (såsom funktionshindrade, äldre och minderåriga) kan komma att efterfråga självkörande transporter⁹¹. Nya tjänster, exempelvis kombinerade mobilitetslösningar, kommer att uppstå.

I stora drag är det rimligt att tro att människor och gods kommer att fortsätta att transporteras på liknande sätt i framtiden som idag. Om beslut tas att bygga höghastighetsjärnväg kommer inrikesflyget troligen att påverkas, även om effekterna är svårbedömda. Om eVTOL får ett större genomslag, vilket inte är osannolikt med tanke på den utveckling som pågår, så innebär det en evolution inom luftfartstransporter i städer. Hyperloop får i detta sammanhang betraktas som ett ”wild card”.

Trots att globaliseringen bidragit till en ökad tillväxt av flygtrafiken, en ökning med 252 procent sedan 1990, har den också medverkat till en ökad

⁹⁰ Eurobarometer 86, hösten 2016.

⁹¹ Wadud et al., 2015. Help or hinderance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles

medvetenhet kring luftfartens miljö- och klimatpåverkan. Fram till början av 1990-talet var klimat och miljö en underordnad fråga bland såväl politiker som den breda allmänheten. Så var även fallet bland flygbolag och flygplanstillverkare.

Inställningen till flygets miljö- och klimatpåverkan bland aktörer inom luftfarten har sedan dess utvecklats från förnekande till en allmän diskussion kring i vilken omfattning som luftfarten påverkar, till att på allvar utveckla konkreta åtgärder. Sedan mitten av 2000-talet har flygindustrin intensifierat arbetet med att ta fram tekniska lösningar för att hantera flygets miljö- och klimatpåverkan. Det gäller bland annat effektiva flygvägar, alternativa flygbränslen, eldrivna flygplan och kompositmaterial till flygplan för att reducera utsläpp. Transportstyrelsen bedömer att det kommer att ske en acceleration av nya innovationer fram till 2040 och efter 2070 kan en helt ny generation av flygplan finnas på marknaden som avsevärt reducerar flygets miljö- och klimatpåverkan.

ICAO har sedan några år tillbaka initierat frågan om skapande av ett globalt multilateralt luftfartsavtal. Ett sådant avtal är nog i hamn 2040, men hur starkt ett sådant avtal blir är svårt att förutspå. Starka protektionistiska strömningar kan urvattna ett sådant förslag.

Bilaga: Kommande regelförändringar inom luftfarten

Regelutvecklingen inom flyget har en relativ kort framförhållning, i princip endast planering för en femårsperiod, som dessutom kan ändras väsentligt under planeringstiden. Inom ICAO kan framtagning av rekommendationer ta något längre tid beroende på lång process. EU omsätter de flesta ICAO rekommendationerna till EU förordningar eller till AMC/GM, vilket innebär att det numera är ett begränsat utrymme för att reglera nationellt. Detta innebär i sin tur att de flesta EU regelverk som är med i 5-årsplanen är justering av befintligt regelverk för att omhänderta förändringar eller tillägg i ICAO rekommendationerna. En listning av planerade regelprojekt skulle därför inte tillföra nytta för arbetet i Arlandarådet, istället listas de regelområden som mer eller mindre kommer att ha en påverkan på Arlandas verksamhet.

- Ett omtag av Singel European Sky regleringen kommer att ske enligt förslag från European Court of Audit (ECA), som lämnade sin rapport hösten 2017. Hur detta ska tas omhand har endast diskuterats i Europeiska rådet på en övergripande nivå, och nu är det upp till Europeiska kommissionen att ta fram faktiska åtgärder och aktiviteter. Det kommer förmodligen att bli en skärpning vad gäller kostnadsbesparing och ökad kapacitet även om det sistnämnda, än så länge, inte är något stort problem på Arlanda. Vi ser att detta kommer att innebära en revidering av befintliga EU förordningar, samt eventuellt nya regelverk vad gäller tekniska lösningar, som i sin tur kan innebära investeringar för både flygplatser, flygbolag och leverantörer av flygtrafiktjänst.
- Förordningen för ny en referensperiod (RP3) med start 1/1-2019 har inte än lagts fram för medlemsstaterna, dock beräknas beslut tas i oktober 2018. Beroende på förslaget i förordningens innehåll och vad medlemsstaterna kommer komma överens om, är det troligt att det blir krav som ska möta ECA rekommendationerna.
- Ett nytt område som kommer att regleras mer i detalj är drönare. Det utvärderas också som en möjlighet att införa ett så kallad U-Space för att klara den omfattande ökningen av antalet drönare i luftrummet, utan att detta får en för stor påverkan på den traditionella flygtrafiken. Båda dessa områden kommer att införlivas i den under 2018 reviderade ATM generalplan, samt att ingå i SESAR 2020 projekten för att forska fram tekniska lösningar. Hur

regelverken kommer att utformas och hur de kommer att påverka Arlanda är i nuläget svårt att avgöra.

- Ett område som kommer att regleras vidare inom både ICAO och EU är Cybersäkerhet. EU har tagit fram NIS direktivet, som ska omsättas i alla medlemsstater maj 2018, vilket kommer att påverka Arlanda, först och främst vad gäller rapportering av händelser. Utöver detta kommer EU genom EASA att ta fram specifikt regelverk för flyget, vilket flygindustrin kraftigt skyndar på. Detta regelverk kommer dock inte bli alltför detaljerat då medlemsstaterna är överens om att det är skyddet som är avgörande och inte hur man skyddar sig.

Även om de regelprojekt som dessa fyra områden genererar fokuserar på kostnader och kapacitet, kommer också säkerheten och miljöpåverkan att ha en stor roll i framtagande av förordningar och AMC/GM. Detta kan i sin tur ha påverkan på luftrummet i Arlanda kontrollzon samt det befintliga miljöbeslutet för Arlanda.

Källförteckning

AIA, Think bigger. Large Unmanned Systems and the Next Major Shift in Aviation, March 2018

Arnfolk, Peter Arbete, studier och möten på distans – hur påverkas resandet? 2013

Azra Habibovic, Mahdere D.W Amanuel, Johan Wedlin, RISE Viktoria 2017, OMVÄRLDSSTUDIE 2.0 Regelverk och teknologier för självkörande fordon

Barros et al., 2014, Stocker et al., 2013, IPCC, 2014

Copenhagen Economics (2012), Højhastighedstog i Norden – Effekter på lufttrafikken og miljøet

Dagens industri, Finland kör om Sverige med hyperloop, måndag 10 juli 2017

Egham, U.K., Press release, 7 Februari, 2017

ESPAS, Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? mars 2015

Eurobarometer 86, hösten 2016

Europeiska kommissionen, Diskussionsunderlag hur vi bemöter globaliseringen, COM(2017) 240 av den 10 maj 2017

Financial Times, G20 drops vow to resist all forms of protectionism, 18 mars 2017

Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016

Irem Kok et al., 2017. Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Col-lapse of the Internal Combustion Vehicle and Oil Industries

Journal of Democracy The Danger of Deconsolidation: The Democratic Disconnect, Roberto Stefan Foa and Yascha Mounk Ronald F. Inglehart. July 2016, Volume 27, Number 3

Journal of transport geography (2014), Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe

Kharas, Homi. 2017. The unprecedented expansion of the global middle class: An update

Litman T., "Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning", Victoria Transport Policy Institute, september 2017, sid 12-14, url: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>

Michael Martinez: Electrification, autonomy won't gain widespread adoption for decades, CAR study says, Automotive News 2018-02-21

Nathan, Patric. Lilium Jet - the world's first fully electric vertical take off and landing jet, konferensprogram The Future of Transportation 2018 (<http://www.thefutureoftransportconference.com/en/stream-1.php>)

Näringsdepartementet, En svensk flygstrategi - för flygets roll i framtidens transportsystem, N2017.2

OECD, Cardiac Arrest or Dizzy Spell Why is World Trade So Weak and What can Policy Do About It? Sept 2016

OECD Development Centre Working Paper 285

Regeringen (2016). Infrastruktur för framtiden - innovativa lösningar för stärkt konkurrenskraft och hållbar utveckling, Prop. 2016/17:21

SCB, Välfärd 2017:2

SCB, Sveriges framtida befolkning 2017–2060, BE 18 SM 1701

Sieps, Brexit: konsekvenser för EU och Sverige, 2017:1op

Statens offentliga utredningar, Digitaliseringens effekter på individ och samhälle, SOU 2016:85.

Statens offentliga utredningar, Delningsekonomi - på användarnas villkor, SOU 2017:26.

Statens offentliga utredningar, Från värdekedja till värdecykel, SOU 2017:22.

Stiftelsen för strategisk forskning, Vartannat jobb automatiseras inom 20 år – utmaningar för Sverige, 2014

Stocker et al., 2013, Barros et al., 2014

The Future of Transportation, Executive briefing 2018.

Trafikanalys, Prognoser för fordonsflottans utveckling i Sverige, Rapport 2017:8

Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting, Omvärld i förändring, Trafikförvaltningens omvärldsanalys, 2016

Trafikverket (2018), Höghastighetsbanor – effekter av hastighet 250 km/h jämfört med 320 km/h

Trivector, 2014 Självkörande fordon - Sammanfattning av pågående utveckling och diskussion kring samhällskonsekvenser. Rapport: 2014:118. Workshop 2014

UN, World Population Prospects: The 2017 Revision

Wadud et al., 2015. Help or hinderance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles

Digitala källor

<http://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/11/airbus--rolls-royce--and-siemens-team-up-for-electric-future-par.html>

https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-22/electric-cars-may-be-cheaper-than-gas-guzzlers-in-seven-years?utm_content=business&utm_medium=social&utm_source=facebook&utm_campaign=socialflow-organic&cmpid=socialflow-facebook-business

<https://www.boeing.com/commercial/777x/>

<https://www.business-sweden.se/Export/marknader/asien-och-oceanien/Indien/>

<https://www.chalmers.se/sv/institutioner/ims/nyheter/Sidor/Elektriska-flygplan-ska-m%C3%B6ta-klimatutmaningen.aspx>

http://www.chinadaily.com.cn/china/2017-10/27/content_33774528.htm

<https://www.cnet.com/roadshow/news/uber-unveils-flying-taxi-concept-plans-uber-air-service-by-2023/>

<http://www.coinco-berlin.de/> (2018-04-04)

<https://digital.di.se/artikel/tva-amerikanska-bolag-i-kampen-om-hyperloop>

<https://digital.di.se/artikel/hyperloop-bolag-vill-utmana-sveriges-snabbtag>

<https://www.dni.gov/index.php/key-global-trends/terrorism>

<https://www.dni.gov/index.php/global-trends/near-future>

<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>

http://www.eurofotoip.eu/en/library/deliverables/sp6_d64_final_results_impacts_on_traffic_safety.htm

http://feber.se/bil/art/375124/tv_familjer_brjar_anvnda_volvo

<https://www.forbes.com/sites/johntamny/2015/03/01/why-robots-will-be-the-biggest-job-creators-in-history/#5174a4ce2d46>, 2018-03-07

http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_536609.pdf

<https://www.livepopulation.com/population-projections/india-2040.html>

<http://www.na.se/resor/klimatforandringar-ger-mer-turbulens-1>

<http://news.mit.edu/2016/electric-vehicles-make-dent-climate-change-0815>

<https://www.nyteknik.se/fordon/da-ska-alla-flyg-inom-norge-vara-eldrivna-6894280>

<https://www.nyteknik.se/fordon/hyperloop-banan-ska-vara-klar-om-fyra-ar-6854063>

[http://www.regeringen.se/regeringens-politik/nationell-infrastrukturplan/\(2018-04-04\)](http://www.regeringen.se/regeringens-politik/nationell-infrastrukturplan/(2018-04-04))

<https://www.rethinkx.com/press-release/2017/5/3/new-report-due-to-major-transportation-disruption-95-of-us-car-miles-will-be-traveled-in-self-driving-electric-shared-vehicles-by-2030>

<https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/har-ar-taget-som-ska-kora-om-flyget>

<https://www.sydsvenskan.se/2017-04-03/bara-bristande-vilja-begransar-overgangen-till-elbilar>

<https://techcrunch.com/2018/01/09/ford-and-autonomic-are-building-a-smart-city-cloud-platform/>

<http://www.unhcr.org/news/latest/2016/11/581f52dc4/frequently-asked-questions-climate-change-disaster-displacement.html>

<http://www.unhcr.org/news/latest/2016/11/581f52dc4/frequently-asked-questions-climate-change-disaster-displacement.html>



**TRANSPORT
STYRELSEN**

transportstyrelsen.se
telefon 0771-503 503