

FÖRDJUPAD STUDIE AVSEENDE UTFORMNING
AV DET SVENSKA LUFTRUMMET

REGERINGSUPPDRAG: N2018/02937/SUBT
D-2019-161405

LFV
602 27 Norrköping
www.lfv.se
Telefon: 011-19 20 00

Dokumenttitel: Fördjupad studie avseende utformning av det svenska luftrummet
Dokumentnummer: LFV D-2019-161405
Handläggare: Niclas Wiklander, LFV

Framsida: Bilden visar drygt 900 000 luftrumsrörelser i svenskt luftrum under 2017.

SAMMANFATTNING

Luftfartsverket (LFV) erhöi i maj 2018 regeringens uppdrag att genomföra en fördjupad studie avseende utformning av det svenska luftrummet. Uppdraget innebär bland annat att LFV ska föreslå en luftrumsstrategi som kan utgöra underlag för uppdrag att genomföra en översyn av luftrummet. Luftrumets utformning och kapacitet är av stor betydelse för en säker, effektiv och miljöanpassad luftfart, och har positiva effekter såväl för ett lands ekonomi som för dess konkurrenskraft. Luftrumets utformning har också stor betydelse för vilka förutsättningar som skapas för Försvarsmakten att verka och för transporter vid kris och höjd beredskap. Prognoser visar att flygtrafiken i Europa fortsätter att öka, och flera länder vidtar åtgärder i luftrummet för att möta krav inom områdena kapacitet, miljö och kostnadseffektivitet, men också för att möta behoven hos den obemannade luftfarten.

Dagens luftrum i Sverige är omodernt och bygger i stort på de förutsättningar som gällde för 25 år sedan. Idag är både kraven och förutsättningarna annorlunda. Analyser av flygtrafiken i Sverige och kartläggning av nuvarande och kommande behov hos användarna av luftrummet visar att det finns brister som behöver åtgärdas. Det är tidskrävande att genomföra en genomgripande modernisering av luftrummet men LFV menar att det är av vikt att ett sådant arbete påbörjas omgående. LFV föreslår därför en luftrumsstrategi som innebär:

- En översyn av det undre luftrummet (under 2 900 meter) för att säkerställa att luftfartyg kan flyga miljöeffektivt in till landets kontrollerade flygplatser utan att piloter behöver begära att flyga i okontrollerat luftrum. Samtidigt ska tillgängligheten säkerställas för Försvarsmakten och andra användare av luftrummet på lägre höjder.
- Att system och tjänster för hantering av obemannad flygtrafik enligt konceptet U-space bör drifställas för att möta den förväntade utvecklingen och ökningen av denna typ av flygtrafik.
- En modernisering av luftrumsstrukturen för trafik till och från Stockholmsområdet för att kunna möta krav inom ett flertal prestandaområden som exempelvis en hög och robust kapacitet, minskad miljöpåverkan och en ökad kostnadseffektivitet.
- Att pågående utveckling av den översta delen av luftrummet bör fortsätta inom ramen för en europeisk luftrumsutveckling, bland annat inom SESAR.

Förstudien Luftrum 2040¹ pekade på att det övergripande ansvaret för utveckling av svenskt luftrum är otydligt och därmed också ansvaret för den föreslagna strategin enligt ovan. LFV föreslår därför, som en del av luftrumsstrategin, att regeringen utser en myndighet som ska ha ansvar för övergripande långsiktig utveckling av det svenska luftrummet. Denna myndighet ska ges i uppdrag att ta fram en luftrumsplan som ska innehålla långsiktiga mål som kan vägleda alla aktörer som är inblandade i luftrumsutveckling i Sverige. En luftrumsplan ska också identifiera och ta hand om sådana omvärldsförändringar som kan kräva förändringar av luftrumsstrukturen såsom till exempel framtidens elektrifierade flyg eller behov av att klimatanpassa luftrummet.

¹ "En Förstudie om Kapacitetsbehovet i Svenskt Luftrum", Rapport Luftrum 2040 (TRV 2016/29791).

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	1
1 BAKGRUND.....	4
1.1 Uppdragets syfte.....	4
1.2 Arbetsätt	5
1.3 Läsanvisning.....	5
2 ORGANISERING AV LUFTRUM.....	7
2.1 Användare av luftrummet - Luftrumsbrukare.....	8
2.2 Den kontrollerade och okontrollerade luften	10
2.3 Flygvägarna i luften.....	12
2.4 Luftrumssektorer	13
2.5 Begränsningar i luftrummet.....	14
3 LUFTRUMSUTVECKLING I SVERIGE OCH ANDRA LÄNDER	16
3.1 Luftrum 98	16
3.2 Luftrumsutveckling efter Luftrum 98.....	16
3.3 Luftrumsutveckling i Europa	17
3.4 IATAs nationella luftrumsstrategier för Bulgarien, Italien, Polen m.fl.	18
3.5 Luftrumsutveckling i Nederländerna	19
3.6 Luftrumsutveckling i Storbritannien	20
3.7 Luftrumsutveckling i Finland och Estland	20
3.8 Luftrumsutveckling i Norge.....	21
3.9 Luftrumsutveckling i Danmark.....	21
4 STYRANDE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTVECKLING AV SVENSKT LUFTRUM	22
4.1 Styrande regelverk och överenskommelser globalt och nationellt	22
4.2 Internationella samarbeten och åtaganden	24
4.3 Försvarsmaktens behov	26
4.4 Behov vid kris och höjd beredskap	27
4.5 Regeringens Flygstrategi.....	28
4.6 Miljökrav och hållbarhet.....	28
4.7 Civila luftrumsbrukares krav och förväntningar	30
5 PRESTANDAOMRÅDEN FÖR LUFTRUMSUTVECKLING	32
5.1 Mål och nyckeltal	32
5.2 Flygsäkerhet.....	33
5.3 Kapacitet	33
5.4 Kostnadseffektivitet.....	33
5.5 Miljöeffektivitet och hållbarhet	33
5.6 Förutsägbarhet, tillgänglighet och flexibilitet	34
5.7 Att sätta mål och prioritera mellan prestandaområden.....	35
5.8 Prioritering mellan luftrumsbrukare	36
6 FLYGTRAFIK I SVERIGE	38
6.1 LFVs analysunderlag.....	38
6.2 Flygplatsrörelser och luftrumsrörelser	38
6.3 Flygplatsrörelser i Sverige	39
6.4 Analys av luftrumsrörelser i Svenskt FIR	41
6.5 Intressekonflikter – olika luftrumsbrukare i samma del av luftrummet.....	46
7 LÅNGSIKTIG TRAFIKUTVECKLING	51
7.1 Långsiktiga prognoser för civilt kommersiellt flyg i Sverige	51
7.2 Prognoser allmänflyg	55

8	FÖRDJUPNING AV BEHOV OCH UTMANINGAR FÖR SVENSKT LUFTRUM	56
8.1	Luftrumsstrukturen i det undre luftrummet.....	56
8.2	Utmaningar med luftrumsstrukturen i det undre luftrummet	59
8.3	Luftrumsstruktur i det övre luftrummet – stig- och sjunkfasen.....	62
8.4	Modernisering av luftrumsstrukturen i Stockholmsområdet	65
8.5	SAARP – Stockholm Arlanda Airspace Redesign Program.....	66
8.6	Luftrumsstrukturen i det övre luftrummet – en route	68
8.7	LFV luftrumssektorer i det övre luftrummet.....	69
8.8	Framtida utveckling av det övre luftrummet – en route	71
8.9	Etablering av drönare i svenskt luftrum.....	73
8.10	Elflyg.....	78
8.11	Klimatanpassning	80
9	ANSVAR OCH FINANSIERING AV LUFTRUMSUTVECKLING I SVERIGE	81
10	STRATEGI FÖR UTVECKLING AV SVENSKT LUFTRUM	84
10.1	Myndighetsansvar för övergripande luftrumsutveckling.....	84
10.2	Etablera en luftrumsplan för långsiktig utveckling av svenskt luftrum.....	85
10.3	Uppdrag att se över och anpassa det undre luftrummet	86
10.4	Etablera ett nationellt system för UTM	87
10.5	Modernisering av luftrummet för trafikflöden till/från Stockholmsområdet.....	87
10.6	Fortsatt utveckling av det övre luftrummet – en route harmoniserad med det övre luftrummet i Europa	88
	BILAGA 1 - SAMMANFATTNING AV EXTERN SAMVERKAN	89
	BILAGA 2 - ORDLISTA	95

1 BAKGRUND

Bakgrunden till detta regeringsuppdrag är den förstudie som slutfördes 2017 och inrättandet av Arlandarådet som är en del av regeringens flygstrategi. LFVs regeringsuppdrag syftar till att fördjupa frågan om långsiktig utveckling av svenskt luftrum samt att bistå Arlandarådet i frågor gällande luftrummet.

Under våren 2016 inledde FMV, Försvarmakten, LFV, Swedavia AB och Trafikverket en gemensam förstudie – Luftrum 2040 – om det svenska luftrumets kapacitet i närtid och i ett längre tidsperspektiv. Förstudien belyste utmaningar som luftfartens aktörer behöver hantera de närmaste åren. Organisationerna bakom studien framhöll att initiativ behöver tas redan nu för att luftrummet ska kunna möta rådande krav och de förändringar som kommer under perioden fram till år 2040. Kostnaderna för en större förändring kan vara betydande och det bör ske en avvägning mellan olika användares behov.

Förstudien Luftrum 2040 pekade på trender som påverkar luftrummet, exempelvis hur situationen i närområdet gör det nödvändigt att förstärka Sveriges försvarsförmåga och vidareutveckla militära samarbeten. Vad gäller ansvar för utveckling av luftrummet som inbegriper många aktörer påpekas i studien att det inte är givet vem som har det övergripande ansvaret.

Regeringen beslutade i januari 2017 om en nationell flygstrategi. Som en del av flygstrategin inrättade regeringen i maj 2017 ett Arlandaråd. Arlandarådet var ett rådgivande organ som stödde regeringen i att långsiktigt utveckla Arlanda flygplats utifrån ett trafikslagsövergripande helhetsperspektiv. En del av detta regeringsuppdrag har varit att LFV skulle bistå Arlandarådet med fackkunskap inom luftrumsfrågor.

1.1 Uppdragets syfte

Regeringen har gett Luftfartsverket uppdraget att genomföra en fördjupad studie avseende utformning av det svenska luftrummet. Studien ska resultera i ett förslag på luftrumsstrategi som kan utgöra underlag för ett uppdrag att genomföra en översyn av luftrummet².

Rapporteringen av uppdraget ska innefatta en inriktning för luftrumets användning och styrande förutsättningar. LFV ska lämna förslag på vilka mål- och nyckeltalsområden som skulle kunna vara styrande vid en framtida utveckling av svenskt luftrum. Redovisningen ska omfatta åtminstone aspekter såsom flygsäkerhet, kapacitet, kostnadseffektivitet samt klimat- och miljöpåverkan. Redovisningen ska även omfatta en beskrivning av hur introduktionen av obemannade luftfartyg, så kallade drönare, påverkar luftrumskapaciteten i luftrummet. Luftfartsverket ska också redovisa avvägningen mellan olika intressen hos de som använder luftrummet.

I uppdraget ingår att Luftfartsverket ska samråda med berörda parter. Dialog ska föras med åtminstone Försvarets materielverk, Försvarmakten, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Transportstyrelsen, Trafikverket och Swedavia AB.

² ”Uppdrag att genomföra en fördjupad studie avseende utformning av det svenska luftrummet” 2018-05-09 (N2018/02937/SUBT)

Inom ramen för uppdraget ska Luftfartsverket bistå Arlandarådet med underlag avseende luftrummet.

1.2 Arbetsätt

För att kunna beskriva och fördjupa de olika områden som ingår i redovisningen har ett stort antal experter inom LFV bidragit med kunskap. Det är experter inom områdena nationellt och internationellt regelverk, europeisk forskning och utveckling, militär flygtrafik, flygvägar, luftrumssektorisering, luftrumskonstruktion, obemannad flygtrafik, miljöprestanda, flödeskontroll och utveckling av luftrummet i Stockholmsområdet.

LFV har på senare år utvecklat verktyg för att kunna analysera positionsdata för luftfartyg utifrån olika perspektiv som är relevanta för luftrumsfrågor. Inom ramen för uppdraget har LFV gjort omfattande kvantitativa analyser av flygtrafik i svenskt luftrum med hjälp av detta verktyg.

LFV valde att träffa ett flertal intressenter utöver de som omnämndes i uppdraget. Syftet var både att beskriva uppdraget och hur LFV ser på utmaningar i svenskt luftrum, men också att öka förståelsen, fånga upp synpunkter och förslag från olika typer av intressenter inom flygbranschen. LFV har också haft dialoger och möten med europeiska flygtrafiktjänster och andra intressenter för att öka kunskapen kring luftrumsutveckling i Europa, introduktion av obemannade luftfartyg (drönare) samt elektrifierat flyg.

I fråga om introduktion av drönare i luftrummet har LFV haft en fördjupad dialog med Transportstyrelsen, då myndigheten också har ett regeringsuppdrag kopplat till drönarfrågan³.

1.3 Läsanvisning

Redovisningen inleds med en fördjupad beskrivning av hur luftrummet är organiserat i Sverige och hur LFV i denna studie kategoriserar de som använder luftrummet – luftrumsbrukarna. Befintligt luftrum har sin grund i en större omläggning från 1998, Luftrum 98, men har sedan dess genomgått ett flertal justeringar. Avsnitt 3 ger en översikt av dessa förändringar från 1998 och framåt. Avsnittet innehåller också en utblick över vad som pågår i andra europeiska länder avseende modernisering av luftrum.

Utveckling av luftrum påverkas av många faktorer med allt från nationellt regelverk till brukarnas krav och förväntningar. I avsnitt 4 redogör LFV för styrande förutsättningar inom sju olika områden. Kapitel 5 innehåller en redovisning av mål- och nyckeltalsområden – prestandaområden – som LFV anser har relevans för formulering av mål och utvärdering av förändringar. Kapitel 2 till 5 kan betraktas som en teoretisk bakgrund som ska underlätta för läsaren att förstå komplexiteten i det svenska luftrummet.

Kapitel 6 redogör för omfattningen av flygtrafiken i Sverige med år 2017 som exempel, och kapitel 7 sammanfattar långsiktiga trafikprognoser från tre huvudaktörer.

³ ”Uppdrag att ta fram underlag om obemannade luftfartyg s.k.drönare” 2018-06-28 (N2018/03935/MRT, N2017/02238/MRT (delvis))

De inledande sju avsnitten utgör en bakgrund till därpå följande beskrivningar i kapitel 8 av de utmaningar som LFV har identifierat. Det rör sig om både strukturella utmaningar som behöver hanteras på kortare sikt och om framtida utveckling som behöver omhändertas inom exempelvis obemannat flyg.

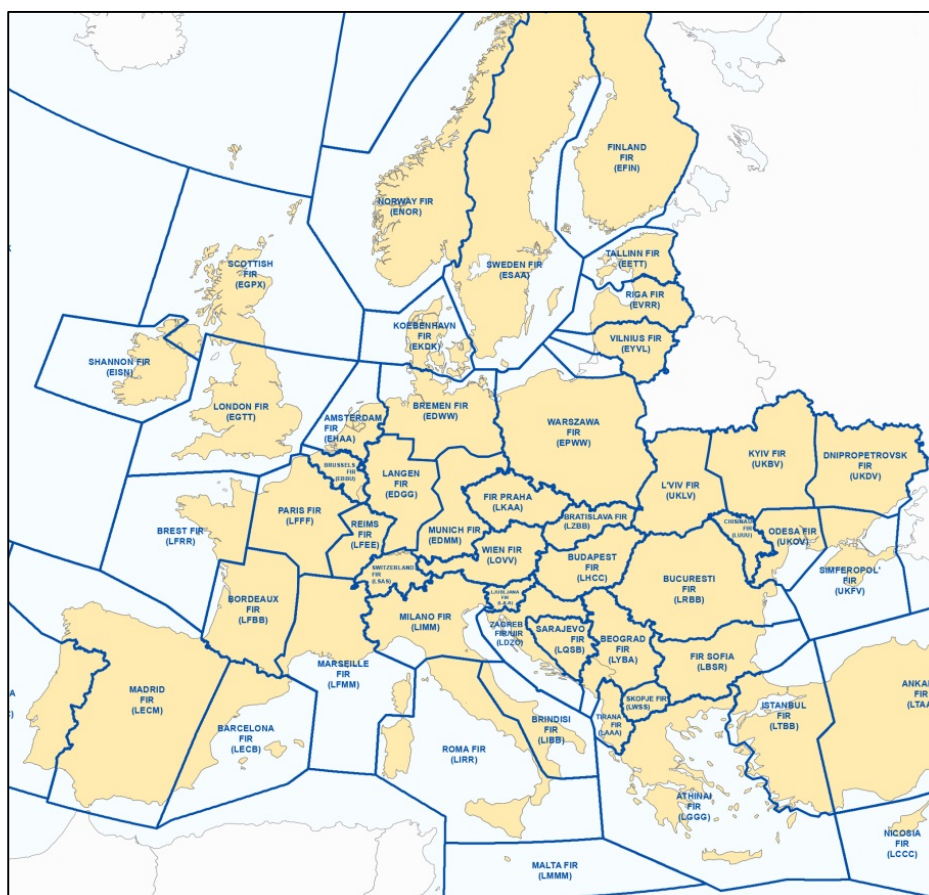
Kapitel 9 innehåller en redovisning av ansvar och finansiering vad gäller modernisering av luftrummet. Redovisningen avslutas med kapitel 10 som innehåller LFVs förslag på luftrumsstrategi för modernisering av svenskt luftrum. Strategin omfattar sex punkter som omhändertar både frågan om övergripande ansvar och de åtgärder som krävs för att luftrummet ska möta dagens och framtida krav.

Det ingår två bilagor i redovisningen; en sammanfattning från samverkan med externa intressenter samt en ordlista.

2 ORGANISERING AV LUFTRUM

I detta avsnitt beskrivs översiktligt hur det svenska luftrummet är organiserat men också vilka som använder luftrummet. Beskrivningen syftar till att ge en förståelse för kommande fördjupningar och analyser av flygtrafiken och luftrummet. Beskrivningen utgår från fyra huvudområden som tillsammans bygger upp det svenska luftrummet; den kontrollerade/okontrollerade luften, flygvägarna i luftrummet, luftrummet sektorer och områden med restriktioner.

Det internationella luftrummet är indelat i flyginformationsregioner (FIR). Den svenska flyginformationsregionen omfattar svenskt luftrum men även luftrum utanför territorialgränsen och delar av danskt luftrum⁴ (se figur 1). Sverige har genom ICAO⁵ ett åtagande att bistå med flyginformations- och alarmeringstjänster i hela detta luftrum. Oavsett var ett flygplan befinner sig i den svenska flyginformationsregionen kan piloten således få tillgång till dessa flygtrafiktjänster.



Figur 1: Luftrummet indelning i flyginformationsregioner – FIR. (Eurocontrol)

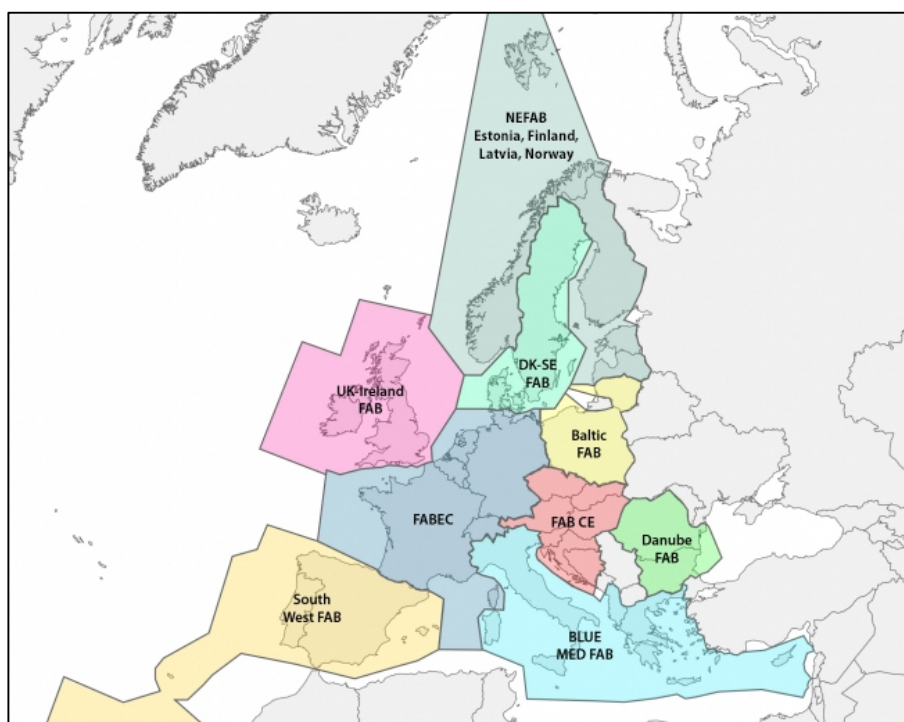
Flygtrafiktjänst i EU är i stort organiserat utifrån nationella gränser. I december 2009 slöt Sverige och Danmark ett avtal att göra det danska och svenska luftrummet till ett gemensamt funktionellt luftrumsblock, ett så kallat Functional Airspace Block (FAB).

⁴ Bornholm och Christiansö

⁵ International Civil Aviation Organisation, FN-organ för civil luftfart

Luftrumsblocket driftsattes 2012 och syftet var att skapa effektivitetsvinster i ett gemensamt luftrum.

Ett funktionellt luftrumsblock definieras som ett luftrumsområde där tillhandahållandet av flygtrafiktjänster och relaterade funktioner optimeras genom ökat samarbete mellan leverantörer av flygtrafiktjänster eller, vid behov, en integrerad leverantör⁶. En översikt över FAB i Europa visas nedan i figur 2.



Figur 2: Översikt av funktionella luftrumsblock (FAB) i Europa.
DK-SE FAB omfattar svenskt och danskt FIR. (LFV)

2.1 Användare av luftrummet - Luftrumsbrukare

Luftrummet finns till för de som använder luftrummet, det vill säga luftrumsbrukarna. Flygtrafikens omfattning i svenskt FIR beskrivs mer omfattande under avsnitt 6 men flyget är en mycket varierande verksamhet och de som flyger gör det av många olika skäl, exempelvis transportera människor och gods, öva försvar av Sverige, skolflygning och rekreation. Det finns olika sätt att gruppera luftrumsbrukare och i denna redovisning där fokus är luftrummet har LFV valt en kategorisering i tre grupper:

- IFR-trafik – flyg enligt IFR-flygregler
- VFR-trafik – flyg enligt VFR-flygregler
- militär flygtrafik (OAT⁷)

⁶ ”Regleringen om ett Gemensamt Europeiskt Luftrum”, EG nr 1070/2009 om ändring av förordning EG nr 549/2004

⁷ Operational Air Traffic är ett begrepp som omfattar alla de flygningar som inte framförs enligt ICAOs regler och procedurer. För att förenkla redovisningen i denna rapport räknas all militär flygtrafik som OAT oavsett om det är VFR eller IFR.

Denna uppdelning är ändamålsenlig i det här sammanhanget då det finns gemensamma behov och förutsättningar för flyg inom respektive kategori vad gäller luftrummet utformning. Regler för flygtrafiktjänsten skiljer sig också åt beroende på om det är en IFR- VFR- eller en militär OAT-flygning. Vilken kategori en flygning tillhör framgår av den färdplan som piloten lämnar in före flygning. LFV bedömer att flygtrafik utan färdplan eller med *förkortad färdplan*⁸ helt domineras av VFR⁹.

Även om de är mer ovanliga finns också flyg som är kombinationer av de två typerna vilka benämns Z eller Y, där ett flygplan börjar flyga enligt VFR-flygregler men går över till IFR-flygregler och vice versa.

Den vanligaste typen av luftrumsbrukare i svenskt FIR flyger IFR. En IFR-flygning innebär enkelt uttryckt att piloten använder sig av instrument för navigering. Denna grupp är relativt homogen och består till största delen av den civila kommersiella trafiken genom linje-, charter- och fraktflyg. Det är en kategori som domineras av jetflygplan och turboprop-flygplan och IFR-flyg befinner sig på alla höjder i luftrummet.

VFR-flygning innebär att piloten navigerar i luftrummet efter visuella referenser. Flygtrafik enligt VFR-flygregler består i huvudsak av allmänflyget. Begreppet allmänflyg kan definieras på olika sätt. Om det är fråga om allmänflyg beror på hur luftfartyget används vid respektive flygning där utgångspunkten är att transport av passagerare eller gods mot betalning inte definieras som allmänflyg. Allmänflyget är en mer heterogen grupp och inbegriper en mångfald av luftrumsbrukare.

Vissa delar av allmänflyget har klart samhällsnyttiga värden som utbildning av piloter, Frivilliga Flygkåren och KSAKs brandövervakning. Andra delar av allmänflyget består av privat-, sport- och rekreationsflyg. De vanligaste luftfartygen inom allmänflyget är mindre kolvmotordrivna flygplan och segelflyg men det förekommer också helikopter, skärmflyg, ballonger och hängflyg med mera. Annan typ av flygtrafik som vanligen flyger enligt VFR är bruksflyg såsom fotoflyg, flygräddningstjänst och jordbruksflyg. Även den så kallade blåljusverksamheten brukar flyga enligt VFR.

VFR-trafik flyger på lägre höjder i luftrummet och är vanligare på de mindre flygplatserna i Sverige. VFR-trafik är också vanligare under vår- och sommarperioden än övrig tid på året. Denna typ av flyg är till skillnad mot IFR beroende av relativt goda siktförhållanden.

Den obemannade flygtrafiken, drönare, är en ny typ av luftrumsbrukare. I princip förväntas de flyga enligt samma regler som bemannat flyg men det finns också specialregler för drönare som flyger på mycket låg höjd. Ämnet fördjupas i avsnitt 8.9.

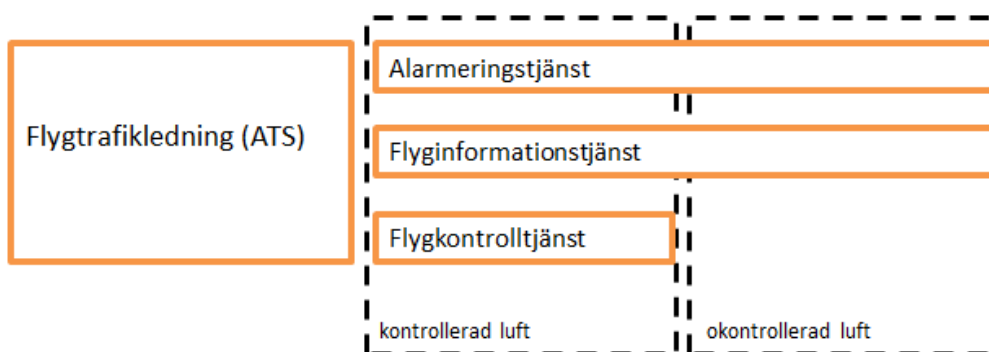
Den militära flygtrafiken (OAT) utgör en egen kategori då uppträdandet i luften och behov av luftrum skiljer så markant från annan IFR- och VFR-trafik. Flygtrafiktjänstens hantering av militär flygtrafik är också speciell då denna luftrumsbrukare inte sällan har högre prioritet än andra luftrumsbrukare.

⁸ Förkortad färdplan får lämnas in per radio till en ATS-enhet.

⁹ Regelverk tillåter att flyga IFR utan färdplan i vissa delar av luftrummet under den högsta av 1 500 meter över havet eller 1 000 meter över marken (AIP ENR 1.10-1).

2.2 Den kontrollerade och okontrollerade luften

I den svenska flyginformationsregionen är luftrummet indelat i kontrollerat respektive okontrollerat luftrum. Flygtrafikledningen tillhandahåller olika typer av tjänster till piloter beroende på om en flygning sker i kontrollerat eller okontrollerat luftrum. Det ställs också olika krav på piloter avhängigt typ av luftrum. Som nämnts ovan finns krav på att erbjuda alarmeringstjänst och flyginformationstjänst för all trafik inom svenskt FIR men sker flygningen i kontrollerad luft utövar flygtrafikledningen dessutom flygkontrolltjänst¹⁰. Figur 3 nedan sammanfattar flygtrafikledningens krav i kontrollerad och okontrollerad luftrum.



Figur 3: Tjänster som ingår i benämningen flygtrafikledning och som tillhandahålls inom svenskt FIR.

Alarmeringstjänst består i att meddela berörd myndighet när en pilot behöver räddningstjänst och att vid behov stödja räddningstjänsten. Flyginformationstjänst innebär att lämna råd och upplysningar till de som flyger av betydelse för säkerhet och effektivitet. Exempel på flyginformation är väderuppgifter, förhållanden på flygplatser och risk för kollision. Det finns även en tjänst som benämns *flyginformationstjänst för flygplats* (AFIS) vilket är en verksamhet i syfte att bedriva flyginformationstjänst inom ett avgränsat luftrum i anslutning till en okontrollerad flygplats.

Den tjänst som flygtrafikledningen endast utövar i kontrollerad luft och på kontrollerade flygplatser är flygkontrolltjänst. Syftet med denna tjänst är att *förebygga kollisioner* mellan luftfartyg samt mellan luftfartyg och hinder på marken. Tjänsten innebär också att påskynda och bibehålla ett välordnat flygtrafikflöde¹¹.

Det kontrollerade luftrummet är en förutsättning för att flygtrafikledningen ska kunna utföra flygkontrolltjänst, det vill säga (aktivt) förebygga kollisioner mellan flygplan. För flygning i kontrollerat luftrum krävs en så kallad klarering. Klarering är ett tillstånd som ger piloten rätt att under vissa förutsättningar flyga i kontrollerad luft. För att förebygga kollisioner upprättar flygtrafikledningen genom klareringar så kallade separationer mellan flygplan. Separation kan antingen ske i sidled, i höjded eller i tid.

Även om flygplan flyger i kontrollerad luft upprättar inte flygtrafikledningen separationer mellan alla flygplan. Det är i första hand IFR-trafik som separeras från annan trafik.

¹⁰ Flygtrafikledning (ATS) omfattar också flygrådgivningstjänst. Flygrådgivningstjänst utövas inte inom Svenskt FIR, utom när sådan tjänst tillkännagivits genom AIP SUP (AIP GEN 3.3-1 10).

¹¹ "Expediting and Maintaining an Orderly Flow of Air Traffic", ICAO Annex 11 Chapter 1.

VFR-trafik behöver klarering i kontrollerad luft men flygtrafikledningen upprättar inte nödvändigtvis separationer mellan VFR-trafik inbördes¹². På vilket sätt som flygtrafikledningen upprättar separation regleras av vilken luftrumsklass som luftfartygen befinner sig i, se tabell 1 nedan.

Organisering av luftrummet i kontrollerat och okontrollerat har sin grund i ICAOs regelverk Annex 11 som bland annat beskriver luftrumsklasser¹³. Det finns sju olika luftrumsklasser (A-G) inom ICAO och för varje klass gäller ett visst tjänsteutbud från flygtrafikledningen och särskilda krav på de som ska flyga i luftrummet. Klass A är mest restriktiv och G är den minst restriktiva. Klass A-E är olika former av kontrollerat luftrum och i svenskt FIR har den kontrollerade luften sedan 1998 luftrumsklass C och den okontrollerade luften utgörs av luftrumsklass G¹⁴. Tabell 1 sammanfattar tillhandahållna tjänster och flygkrav i klass C och G

Klass	Typ av flygning	Separation som tillhandahålls	Tjänst som tillhandahålls	Fartbegränsning	Krav på radioförbindelse	Krav på oavbruten dubbelriktad radioförbindelse mellan luftfartyg och mark	Krav på klarering
C	IFR	IFR från IFR IFR från VFR	Flygkontrolltjänst	Ej tillämpligt	Ja	Ja	Ja
	VFR	VFR från IFR	1) Flygkontrolltjänst för separation från IFR 2) Flygkontrolltjänst, VFR/VFR trafikinformation (och trafikrådgivning på begäran)	250 kt (IAS) under 10 000 ft AMSL	Ja	Ja	Ja
G	IFR	Ingen	Flyginformationstjänst på begäran	250 kt (IAS) under 10 000 ft AMSL	Ja	Nej	Nej
	VFR	Ingen	Flyginformationstjänst på begäran	250 kt (IAS) under 10 000 ft AMSL	Nej	Nej	Nej

Tabell 1: Tillhandahållna tjänster och flygkrav i klass C och G i Svenskt FIR (ur AIP ENR 1.4.2).

I det okontrollerade luftrummet krävs ingen klarering för att få flyga. Flygtrafikledningen får heller inte utöva flygkontrolltjänst för flygningar i okontrollerad luft utan bara flyginformationstjänst och alarmeringstjänst. Det får som praktisk konsekvens att flygtrafikledningen inte upprättar separation mellan flygplan i okontrollerad luft. Det är upp till piloterna att upptäcka och vid behov väja för annan flygtrafik. Detta gäller både för IFR- och för VFR-trafik i okontrollerad luft.

Det kontrollerade luftrummet sträcker sig över svenskt FIR från 2 900 meter upp till cirka 20 000 meter. Området benämns det yttäckande kontrollerade luftrummet (YKL) eller SUECIA CTA¹⁵. I denna del av luftrummet finns i huvudsak militär flygtrafik och den så kallade en route-trafiken. Det är IFR-trafik som antingen stiger till sin marschhöjd, befinner sig på marschhöjd (en route) eller har lämnat denna för att påbörja nedstigningen mot en flygplats. På höjder över 20 000 meter är luftrummet okontrollerat. Vissa flygplatser är omgivna av kontrollerad luft som då benämns kontrollzoner (CTR)

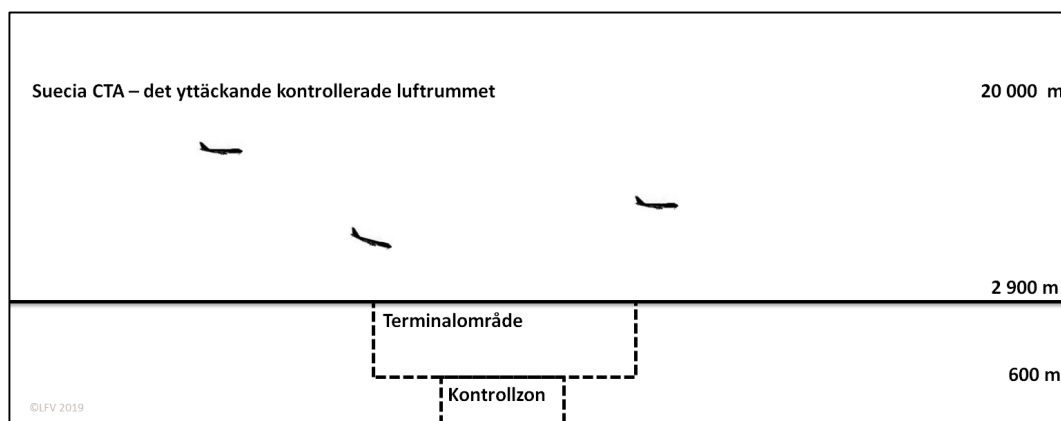
¹² I Sverige ska VFR-trafik separeras inbördes nattetid vilket är ett undantag från den så kallade SERA-förordningen (EU) nr 923/2012

¹³ ICAO Annex 11 Kapitel 2

¹⁴ Undantaget är Rönne terminalområde (Bornholm) som består av luftrumsklass D och E.

¹⁵ I nordvästra delen av Sverige är gränsen för det yttäckande kontrollerade luftrummet 3 800 meter (AIP ENR 2.1.1)

och terminalområden (TMA). Dessa flygplatser blir därigenom kontrollerade. Kontrollzoner omger flygplatser och sträcker sig från marken upp till cirka 600 meter. Terminalområdena ligger ovanpå kontrollzoner upp till 2 900 meter till det yttäckande okontrollerade luftrummet. Figur 4 visar en principskiss av det svenska luftrummet i profil.



Figur 4: Principskiss av det svenska luftrummet i profil (LFV).

2.3

Flygvägarna i luften

I den kontrollerade luften finns ett nät av flygvägar. Dessa är till för att styra IFR-flygtrafik geografiskt och underlättar planering för både piloter och flygtrafikledning. Flygvägssystemet består dels av *ATS-flygvägar* och dels av *SID/STAR*. Figur 5 visar exempel på ATS-flygvägar för trafikflöden i mitten av svenskt FIR. ATS-flygvägarna knyts samman med angränsande länders luftrum och kan betraktas som ett internationellt motorvägssystem. ATS-flygvägar är uppbyggda av navigeringspunkter och vägarna finns publicerade i svensk AIP¹⁶. Navigeringspunkterna baseras på tekniska hjälpmedel som står på marken, på satellitpositionering eller på en kombination av dessa. Beroende på en luftrumsbrukares val av höjd, vilken avgångs- eller ankomstflygplats man har i Sverige eller om svensk luft bara skall passeras finns olika kriterier hur en luftrumsbrukare ska använda ATS-flygvägarna i svenskt luftrum.

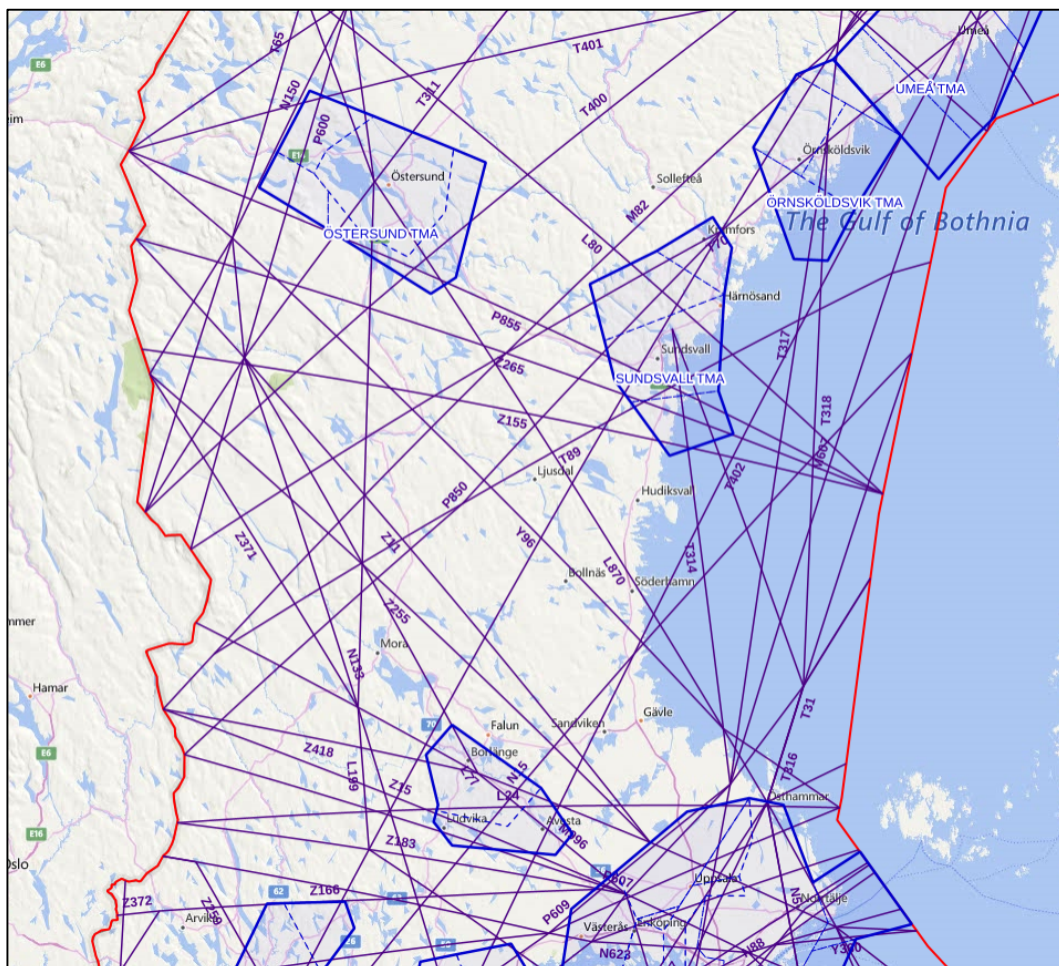
Som förbindelselänkar mellan ATS-flygvägarna och kontrollerade flygplatser upprättas en annan typ av flygvägar; SID och STAR. SID är flygvägar för avgående trafik och STAR för ankommande trafik. Som med alla procedurer i luftrummet ska SID och STAR godkännas av Transportstyrelsen men denna typ av flygvägar kan dessutom också kräva godkännande av miljömyndighet.

Det finns också en tredje typ av ”flygvägssystem” i Sverige – Free Route Airspace (FRA) eller enkelt uttryckt – fri flygning. Över 8 700 meter (28 500 fot) kan en pilot, under vissa förutsättningar, själv välja vilken väg hen ska flyga i Sverige. FRA är etablerat i hela Norden och området är på väg att utökas både söderut och västerut. FRA innebär exempelvis att en luftrumsbrukare kan flyga raka spåret från en inpasseringspunkt i västra Danmark genom svenskt FIR till en utpasseringspunkt i östra Finland¹⁷. Likaså kan en luftrumsbrukare som har för avsikt att landa i Sverige använda FRA fram till en viss

¹⁶ Aeronautical Information Publication, <https://www.aro.lfv.se/Editorial/View/IAIP>

¹⁷ Under militär flygövningstid har FRA vissa begränsningar som beskrivs i AIP.

navigeringspunkt där piloten ansluter till systemet med ATS-flygvägar och sedan SID/STAR-systemet. För en start är principen densamma, men i omvänd ordning.



Figur 5: ATS-flygvägar för trafikflöden i mitten av Sverige. Vissa av flygvägarna är anpassade för trafik till och från flygplatser i Sverige medan andra är anpassade för överflygande trafik (LFV).

Förändringar av flygvägar i svenskt luftrum, både med hänsyn till ATS-flygvägar och FRA kan påverka angränsande länders luftrum. Utveckling av den här strukturen måste därför ske i nära samarbete med de grannländer som påverkas.

Strukturen med ATS-flygvägar och SID/STAR kan skapa en bild av ett statistiskt system men i realiteten utgör vägarna mer en grundstruktur för planering, än vägar som trafiken verkligen följer i luftrummet. Det beror på flygtrafikledningen som taktiskt ofta kan leda trafiken i annan riktning. Vanliga orsaker till det är för att förkorta flygsträcka, av kapacitets- eller flygsäkerhetsskäl.

2.4

Luftrumssektorer

För att utföra flygtrafiktjänst säkert och effektivt är luftrummet uppdelat i sektorer, definierade av horisontala och vertikala gränssytor. Syftet med sektorerna är att tydliggöra ansvaret för de flygledare som utövar flygtrafiktjänsten, och för att kunna fördela arbetsbelastning mellan flygledare.

I Sverige finns det för närvarande 27 luftrumssektorer som övervakas från kontrollcentralerna i Stockholm och i Malmö. Till det kommer sektorer som övervakas från torn¹⁸ och de två mindre kontrollcentralerna TMC Göteborg och Östgöta TMC. En flygledare har det övergripande ansvaret för flygtrafiken i varje sektor. Sedan kan en sektor bemannas av en eller två flygledare beroende på sektorns geografiska placering, utsträckning samt trafikintensitet. En flygledare kan ha behörighet att arbeta i flera sektorer. Under perioder med lägre trafikintensitet är det vanligt att två eller flera sektorer slås samman och bildar ett kluster av sektorer.

Eurocontrol¹⁹ övervakar arbetsbelastningen i Europas alla luftrumssektorer, och ger om möjligt förslag till ändrad flygsträcka till de flygningar som på grund av en kapacitetsrestriktion inte kan flyga begärd sträcka. Alternativet är att försena flygningen så pass mycket att den ryms inom tillgänglig kapacitet. Nuvarande sektorisering i Sverige har sin grund i den större luftrumsomläggningen 1998 men ett flertal sektorer har justerats och det har tillkommit nya sektorer. Skälet har varit att anpassa utformningen till förändrade trafikflöden och för att öka kapacitet.

2.5 Begränsningar i luftrummet

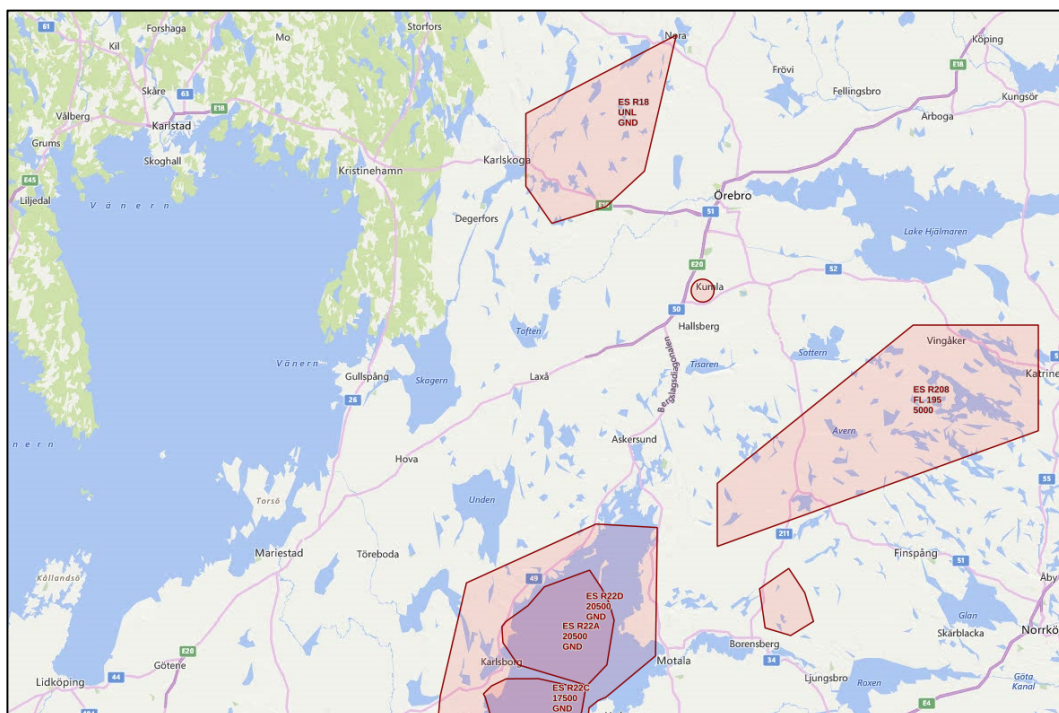
I Sverige finns både områden som permanent begränsar tillgänglighet för flyget och områden som tidvis kan skapa begränsningar. De olika typerna av områden kan alla påverka luftrumsbrukares möjligheter att planera sin flygning på ett optimalt sätt och kan ge konsekvenser för flygtrafikledningen i form av ökad belastning.

Två typer av permanent inrättade områden som tidvis begränsar tillgängligheten för flygtrafiken är beskrivna i svensk AIP och benämns restriktionsområde (R-område) och farligt område (D-område). Ett flertal av dessa områden är upprättade med hänsyn till Försvarsmaktens verksamhet men det finns också områden som är etablerade på grund av civil verksamhet. Vissa av områdena är alltid aktiverade och begränsar således alltid tillgänglighet medan andra områden aktiveras utifrån behov. Som exempel finns det R-områden runt kärnkraftverken i Sverige som permanent begränsar flyg medan arméns skjutområden aktiveras då de pågår verksamhet i området. För flygning i restriktionsområde krävs alltid tillstånd. För flera områden kan flygtrafikledningen ge sådant tillstånd med hänsyn till om verksamhet pågår eller inte. Figur 6 visar exempel på R-områden kring Örebro.

Farliga områden (D-områden) finns upprättade för att skydda luftfartyg från risker till följd av exempelvis skjutning från marken och från luften, bombfällning eller sprängning. Farliga områden innebär inget flygförbud men flygning i farligt område bör av flygsäkerhetsskäl undvikas, om inte befälhavaren har förvissat sig om att flygning inom området kan ske utan risk.

¹⁸ Sedan 2015 har flygtrafikledning från vissa konventionella torn ersatts av så kallad fjärrstyrd flygtrafikledning från en central vid Sundsvall Timrå Airport.

¹⁹ En europeisk mellanstatlig organisation som balanserar trafikflöden i luftrummet över delar av Europa och som verkar för att skapa ett effektivt luftrum. Eurocontrol är också leverantör av flygtrafiktjänst i delar av luftrummet i Västeuropa.



Figur 6: Exempel på restriktionsområden (rött) i området runt Örebro som permanent eller temporärt begränsar tillgängligheten till luftrummet (LFV).

Transportstyrelsen kan också ge tillstånd till temporära R- och D-områden. Det sker då efter en förfrågan från antingen civila eller militära intressenter. Innan Transportstyrelsen fattar beslut i ett sådant ärende sker en samverkan med den civila/militära funktionen Airspace management cell Sverige (AMC SWE)²⁰ som i sin tur för en dialog med berörd flygtrafikledningenshet hur ett sådant tillfälligt område påverkar möjligheter till att bedriva flygtrafiktjänst. AMC SWE lämnar sedan en samlad bedömning till Transportstyrelsen som därefter fattar beslut i frågan.

Försvaret kan även använda så kallade övningsområden för militär flygtrafik. Dessa finns av olika klasser beroende på om civil trafik kan tillåtas passera eller inte. Områdena benämns PCA – prior co-ordination airspace, TRA – temporary reserved area och TSA – temporary segregated area.

Sverige har ett mycket flexibelt användarkoncept där civila och militära brukare delar på det svenska luftrummet. Även när Försvarmakten belägger övningssektorer tillåts civil trafik, med olika grad av begränsningar, flyga igenom området. Detta koncept kallas Flexible Use of Airspace (FUA) och regleras i EU-förordningen 2150/2005.

²⁰ Gemensam civil/militär funktion som ansvarar för det löpande arbetet med luftrumsplanering och för vilken en eller flera medlemsstater har ansvaret.

3 LUFTRUMSUTVECKLING I SVERIGE OCH ANDRA LÄNDER

Detta avsnitt ger en översikt av utvecklingen inom det svenska luftrummet de senaste tjugo åren. Beskrivningen gör inte anspråk på att vara heltäckande men ger en bild av vilka områden och delar av luftrummet som förändrades vid den stora luftrumsomläggningen 1998 och vilka förändringar som skett sedan dess. Avsnittet innehåller också en utblick i hur luftrumsutveckling organiseras i andra jämförbara länder.

3.1 Luftrum 98

I början av 1998 infördes krav på en ny typ av navigeringsteknik²¹ för ATS-flygvägar i stora delar av Europa. Tekniken gav en högre navigeringsnoggrannhet jämfört med konventionell navigering efter markplacerade navigeringsfyrar och möjliggjorde ett effektivare utnyttjande av luftrummet.

Den 8 oktober 1998 genomfördes den första större förändringen av det svenska luftrummet sedan 70-talet. Omläggningen benämns Luftrum 98. Tiden för driftsättning sammanföll med öppnandet av Oslo Gardermoen flygplats. Luftrumsomläggningen innebar en anpassning till den nya navigeringstekniken men det fanns även andra motiv till förändringen som i grunden styrdes av krav på högre kapacitet i luftrummet.

Det yttäckande kontrollerade luftrummet (YKL) sänktes från 5 950 meter (19 500 fot) till 2 900 meter (9 500 fot) och samtliga ATS-flygvägar under 2 900 meter togs bort. Den kontrollerade luften över flygplatserna, terminalområdena (TMA), konstruerades om med effekten att det skapades fler olika undersidor på terminalområdena. Strävan var, att inte mer luftrum än nödvändigt skulle vara kontrollerat. Luftrum 98 innebar också att Sverige minskade antalet luftrumsklasser till C för kontrollerat och G för okontrollerad luft. Tidigare användes även A och E för den kontrollerade luften.

3.2 Luftrumsutveckling efter Luftrum 98

Sedan oktober 1998 har det skett många mindre justeringar av luftrummet men också en större strukturell förändring av det övre luftrummet genom införandet av Free Route Airspace.

Ett flertal flygplatser har förändrat flygvägar (SID/STAR) inom sina respektive terminalområden. Förändringarna av SID/STAR har framförallt bestått i en övergång till modernare navigeringsteknik och i vissa fall också förändrade geografiska dragningar av flygvägarna. Exempel på detta är Malmö Airport som driftsatte ett nytt flygvägssystem i terminalområdet 2017.

Den horisontella utsträckningen av terminalområdena i Sverige är i stort densamma som vid förändringen 1998, även om det har skett en hel del mindre justeringar. Till exempel fick Skellefteå ett större TMA 2014.

Vad gäller luftrummet runt Stockholm är strukturen i huvudsak densamma som vid omläggningen på 90-talet. Trafikflödena från söder har förändrats något genom en uppdelning av ankommande trafik till Bromma respektive Arlanda i två separata flöden.

²¹ B-RNAV (Basic Area Navigation) som idag har benämningen RNAV 5.

Under många år har stort fokus för Arlanda flygplats varit en domstolsprocess för att erhålla ett nytt miljötillstånd. Med anledning av detta har luftrumsfrågorna inriktats på inflygningar till Arlandas bana 3 söderifrån. Flygplatsen har genom miljövillkor från 2014 krav på att överflygning av en större tätort söder om flygplatsen ska undvikas när så är möjligt, samt att system för att möjliggöra detta ska utvecklas. Ett omfattande utvecklingsarbete har bland annat lett till introduktion av så kallade kurvade inflygningar till flygplatsen, vilka genomgick en större justering under 2018.

Sedan inledningen av 2010-talet har LFV varit involverade i olika typer av förstudier om modernisering av luftrummet kring Arlanda. Under 2017 påbörjades projektet SAARP²² som är ett implementeringsprojekt i syfte att förändra luftrumsstrukturen för trafik till och från Arlanda. Under avsnitt 8 sker en fördjupning kring SAARP och luftrummet i Stockholmsområdet.

Strukturen med ATS-flygvägar på högre höjd har genomgått kontinuerliga mindre justeringar för att anpassas till förändrade trafikflöden. I Norge genomfördes en större modernisering av luftrummet för Gardermoen 2011 som fick konsekvenser för luftrumsstrukturen i det område som gränsar mot sydöstra Norge.

Försvarsmakten har ändrat utformning på en del övningsområden. I norra Sverige infördes 2015 en ny typ av övningsområden som benämns TRA (Temporary Reserved Area). Dessa har som syfte att möjliggöra ett smidigt övningsutbyte mellan svenskt, norskt och finskt flygvapen. För utprovning av JAS Gripen C/D och E/F skapades under 2018²³ D-områden sydost om Stockholm. Dessa förbättrar tillgänglighet för flygutprovning utanför militär flygövningstid och vid så kallade högriskprov. Till skillnad mot ordinarie övningsområden tillåts inga genomflygningar av civil trafik i dessa D-områden. När områdena är aktiva dirigeras därför annan flygtrafik utanför området.

Flygtrafiktjänstens luftrumssektorer har genomgått ett flertal förändringar. Det är ett arbete som pågår kontinuerligt vid LFVs kontrollcentraler vid Malmö Sturup och Stockholm Arlanda. Ett flertal sektorer har justerats och det har tillkommit sektorer fram till idag. Skälet har bland annat varit att anpassa utformningen till förändrade trafikflöden i och utanför Sverige.

Den i särklass största strukturella förändringen som svenskt luftrum har gått igenom sedan 1998 är dock implementeringen av Free Route Airspace. Det var ett stort steg att låta flygbolag planera och flyga fritt i den övre delen av luftrummet och en viktig åtgärd för att möta europeiska krav på effektiviseringar. Detta skedde stegvis och var fullt implementerat i svenskt FIR över 8 700 meter år 2011. Efter 2011 har området med Free Route Airspace växt för att under 2018 omfatta stora delar av norra Europa.

3.3 Luftrumsutveckling i Europa

Single European Sky (SES) är ett gemensamt europeiskt luftrumsinitiativ från Europeiska kommissionen som formellt startade 2004 för att koordinera europeisk luftrumsutveckling

²² Stockholm Arlanda Airspace Redesign Program

²³ Tillståndet från Transportstyrelsen för D-områdena gäller till juli 2019 men LFV bedömer att tillståndet kommer att förlängas.

och för att möta framtidens krav inom områdena kapacitet och flygsäkerhet²⁴. SES innebar bland annat att det inrättades gemensamma regler för tillhandahållande av flygtrafiktjänster och luftrumsplanering. Europeiska revisionsrätten redogjorde i slutet av 2017 för sin revision²⁵ av SES. Revisionen menade att SES adresserar ett verkligt behov, men samtidigt kvarstår flera grundproblem såsom att europeiskt luftrum är fortsatt fragmenterat och att förseningar i allmänhet har överstigit fastställda mål. Revisionen menade således att SES som koncept ännu inte är förverkligat.

Utmaningarna kommer också fortsätta att vara stora för europeiskt luftrum och kapacitetsproblem kan förvärras betydligt jämfört med idag. Idag räknas sex kontrollcentraler som överbelastade. Prognoser för europeisk flygtrafik visar att detta förväntas stiga till 16 stycken år 2022, till 41 stycken år 2030 och till 45 kontrollcentraler år 2035²⁶. Prognosen är att förseningarna kommer att gå från dagens drygt en minut per flygning till över 8 minuter 2035²⁶. År 2035 kommer 30 % av alla flygningar att försenas 30 minuter eller mer.

Många länder och organisationer arbetar aktivt med modernisering av luftrum. Följande avsnitt syftar till att ge en översikt vad som pågår inom luftrumsutveckling i ett europeiskt perspektiv.

3.4 IATAs nationella luftrumsstrategier för Bulgarien, Italien, Polen m.fl.

International Air Transport Association (IATA) representerar cirka 280 av världens flygbolag som står för cirka 83 % av världens flygtrafik. IATA gav år 2016 SEO Amsterdam Economics i uppdrag att beräkna de ekonomiska fördelarna av ett moderniserat luftrum och utökad kapacitet på Europeiska flygplatser. Rapporten säger att det totala värdet av ett moderniserat europeiskt luftrum under perioden 2015-2035 kan vara 126 miljarder euro²⁷.

Oktober 2017 pekade IATA på att under perioden 2012-2014 missade europeiska flygtrafiktjänstleverantörer sina effektivitetsmål med hela 45 % och att under 2016 berodde mer än 1,3 miljoner förseningsminuter på strejker och systemfel. IATA menar att i grunden beror detta på Europas fragmenterade luftrum och att det saknas strategisk planering. Man menar att EU-kommissionen saknar verktygen för att tvinga fram en förändring men pekar också på den mycket stora ekonomiska potential som finns om problemen kan åtgärdas.

IATA har påbörjat samarbeten med olika stater och deras ANS-leverantörer i fråga om nationella moderniseringsstrategier av luftrummet. IATA ser arbete på nationell nivå som en framkomlig väg att åstadkomma förändring. I sitt arbete fokuserar man på de länder där man ser att kapacitetsbristen kan ge störst negativ effekt.

²⁴ "Fact sheet on the European Union."

<http://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/133/air-transport-single-european-sky>

²⁵ "Single European Sky: a Changed Culture but not a Single Sky", European Court of Auditors, Special Report nr. 18/2017.

²⁶ SES/SESAR Airspace Architecture Study Workshop (2018);

https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/events/AAS_Workshop_day1.pdf

²⁷ "Economic benefits of European airspace modernization", SEO report nr. 2015-83, commissioned by IATA, 2016.

Ett flertal länder har inlett ett samarbete med IATA. Polen började arbeta med en luftrumsstrategi 2008 och tillkännagav i oktober 2017 att polsk flygtrafiktjänst ska samarbeta med IATA och representanter för industrin för att utveckla en nationell luftrumsstrategi för Polen. En första version publicerades i november 2018²⁸. Enligt IATA kommer efterfrågan för flyg i polskt luftrum att fördubblas de kommande tjugo åren till 1,5 miljoner flygningar årligen.

Italien tillkännagav i januari 2018 att italiensk flygtrafiktjänst (ENAV) ska samarbeta med IATA för att utveckla en nationell luftrumsstrategi som sedan presenterades i december 2018²⁹. En framgångsrik modernisering av luftrum och ATM beräknas kunna bidra med ytterligare 27 miljarder euro till Italiens BNP och 95 000 nya arbetstillfällen till 2035.

Bulgarien tillkännagav i februari 2018³⁰ att landets flygtrafiktjänst ska samarbeta med IATA för att utveckla och implementera en luftrumsstrategi som skall bidra till att förverkliga målen i SES. En lyckad modernisering av luftrummet förväntas bidra till att Bulgariens BNP ökar med 628 miljoner euro årligen och ger 11 300 nya jobb till 2035.

Spanien meddelade i mars 2018³¹, att den nationella flygtrafiktjänsten ENAIRE, IATA och ACETA (en grupp för de största spanska flygbolagen) kommer att arbeta tillsammans för att skapa en luftrumsstrategi för Spanien. Som näst största turistdestinationen i Europa är Spanien i behov av ett högeffektivt ATM-system för att säkerställa att kapaciteten kan möta efterfrågan med minimala förseningar. För närvarande bidrar flyget med 7 % av landets BNP och cirka 400 000 arbetstillfällen. Ett moderniserat luftrum kan ge ytterligare 1,4 % till BNP och 65 000 nya jobb de kommande 20 åren.

3.5 Luftrumsutveckling i Nederländerna

Nederländerna har ett relativt litet luftrum där trafiken till och från Amsterdam Schiphol flygplats dominerar. Luftrummet är uppdelat i en civil och en militär del men med viss flexibilitet som gör att det militära luftrummet tidvis kan överlätas till civilt utnyttjande.

Det nederländska transportdepartementet har koordinerat ett projekt för en ny design av det nederländska luftrummet. I projektet har departementen för infrastruktur och försvar deltagit, tillsammans med den nederländska ANS-leverantören (LVNL), Eurocontrol (som är ANS-leverantör i det övre nederländska luftrummet) samt Flygvapnet. Projektet har en forskningsfas 2018-2019, en prospekteringsfas 2019-2020 och planerad implementering 2023³².

²⁸“*First Airspace Strategy for Poland Published*”, IATA press release: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-11-13-02.aspx>

²⁹“*Italy Announces National Airspace Strategy*”, IATA press release: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-12-11-01.aspx>

³⁰“*BULATSA and IATA to Develop an Airspace Strategy for Bulgaria*”, IATA press release: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-02-27-01.aspx>

³¹“*IATA and ACETA to Strengthen Spanish Air Navigation Strategy with ENAIRE*”, IATA press release: <https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-03-07-02.aspx>

³²“*Enabling Selecting Growth – Capacity Development Mainport Schiphol*”, Report LVNL 2018.

3.6 Luftrumsutveckling i Storbritannien

Det nuvarande brittiska luftrummet bygger på en design från 60-talet. Det utnyttjas idag tidvis till sin maxkapacitet och måste därför moderniseras. Man förväntar sig en utveckling från 2,25 miljoner flygningar 2015 till 3,25 miljoner 2035 vilket är en ökning med 44 %. Utan förändringar ser man framför sig genomsnittliga förseningar på 26 minuter per flygning. Samtidigt ökar behovet av luftrum från andra användare såsom drönare, allmänflyg och militärt flyg.

I december 2018 publicerade den brittiska regeringen ett konsultationsdokument³³ som pekar på luftfartens betydelse men också på de problem som kan uppstå med bland annat ökad miljöpåverkan. Dokumentet beskriver behovet av att modernisera brittiskt luftrum, för att öka kapacitet och för att få positiva miljöeffekter. Särskilt pekas på behovet av snabba förändringar av luftrummet i södra Storbritannien, där många flygplatser är berörda och där en enskild flygplats skulle kunna fördröja utvecklingen. Man överväger därför en lagstiftning som skulle ge regeringen möjlighet att besluta att flygplatser och leverantörer av flygtrafiktjänst ska genomföra luftrumsförändringar.

Det brittiska transportdepartementet har gett UK CAA (Civil Aviation Authority - motsvarande svenska Transportstyrelsen) i uppdrag att ta fram en strategi och plan för användning och modernisering av brittiskt luftrum till 2040³⁴. Strategin (Airspace Modernisation Strategy) publicerades i december 2018, innehåller 15 initiativ och fokuserar initialt på perioden till slutet av 2024. Strategin innehåller till exempel; avskaffandet av ett fast route-system och ny design av alla terminalområden byggt på satellitnavigering. Strategin föreslår upprättandet av en masterplan för förändringsarbetet. Förändringsförslag för att möta planen kommer att genomgå en konsultationsprocess med berörda intressenter, inkluderande kommuner och luftrumsbrukare.

Transportdepartementet och flygsäkerhetsmyndigheten har gett NATS (brittisk *leverantör av flygtrafiktjänst) i uppdrag att samarbeta med olika intressenter för att ta fram en implementeringsplan och tidslinje för de luftrumsförändringar som krävs i södra Storbritannien.

3.7 Luftrumsutveckling i Finland och Estland

Leverantörerna av flygtrafiktjänst i Finland och Estland samarbetar i ett gränsöverskridande projekt kallat FINEST för det övre luftrummet. Dessa länder bildar tillsammans med Norge och Lettland ett funktionellt luftrumsblock (FAB). I FAB-överenskommelsen finns principer beskrivna för samarbete över nationsgränserna. Genom FINEST-projektet skapas en flexibel lösning för hantering av luftrum längs gränsen där efterfrågan och tillgänglig kapacitet kan balanseras dynamiskt. I projektet ingår såväl tekniska lösningar som gemensam design av luftrummet och harmonisering av regelverk och metoder.

³³ "Aviation 2050: The future of UK aviation - A consultation", HM Government 2018.

³⁴ Airspace Modernisation Strategy - <https://www.caa.co.uk/Commercial-industry/Airspace/Airspace-Modernisation-Strategy/About-the-strategy/>

3.8 Luftrumsutveckling i Norge

Mellan 2009-2011 etablerades ett nytt ATM-system för luftrummet kring Oslo³⁵. Syftet var att öka kapacitet för att kunna möta framtida efterfrågan. Man beslutade bland annat att införa en metod för att hantera ankommande trafik som kallas Point Merge. Metoden innebär utnyttjande av satellitnavigering för att integrera ankommande trafik i ett gemensamt flöde. Metoden möjliggör också optimerade flygprofiler för lägre bränsleförbrukning. Norge var först i världen med att implementera Point Merge.

År 2014 hade Norge implementerat ännu ett projekt³⁶ inriktat på luftrummet väster och norr om Oslo. Syftet var bland annat att öka kapaciteten för att kunna möta det förväntade behovet 2030 och man införde Point Merge på flygplatserna i Trondheim, Bergen och Stavanger. Det var då det största luftrumsprojektet i Europa. Vid jämförelser av de nyckeltal som finns för miljöprestanda och luftrum ligger Gardermoen i den absoluta toppen i Europa.

3.9 Luftrumsutveckling i Danmark

I Danmark planeras för att möjliggöra en kraftig expansion av kapaciteten på Kastrup flygplats. Arbetet drivs i samarbete mellan flygplatsen och ANS-leverantören men även flygbolagen SAS och Norwegian bidrar. Det handlar i huvudsak om ett nytt luftrums-koncept för ankommande trafik med system för att börja hantera och sortera trafiken längre ut från flygplatsen, att utnyttja ny teknik för navigering och att reducera avstånd mellan flygplan den avslutande delen av inflygningen. I konceptet ingår nya och uppgraderade tekniska system samt ny design av rutter för avgående och ankommande trafik som även får påverkan på omgivande luftrum. Utöver att öka kapacitet räknar man med positiva effekter på förutsägbarhet, bränsleförbrukning och flygsäkerhet. De olika delarna av projektet implementeras 2019-2023 och får även konsekvenser på utformningen av luftrummet i de sydvästra delarna av svenskt FIR.

LFV konstaterar sammanfattningsvis att europeiskt luftrum står inför stora utmaningar. Det pågår dock många initiativ hos länder i Europa som syftar till att modernisera luftrummen för att kunna möta de krav som gäller. Norge har genomfört omfattande luftrumsmoderniseringar både för deras största flygplats Gardermoen och för andra delar av luftrummet. I Danmark pågår luftrumsprojekt för att skapa ett effektivare luftrum för trafik till och från Kastrup vilket även ger effekter på utformningen av luftrummet i svenskt FIR.

³⁵ Oslo Advanced Sectorization and Automation Project

³⁶ Southern Norway Airspace Project

4 STYRANDE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR UTVECKLING AV SVENSKT LUFTRUM

Förändringar av luftrummet sker om det finns ett klart syfte. Det kan handla om att uppnå förbättringar gällande exempelvis kapacitet eller att höja flygsäkerheten. Förstudien Luftrum 2040 pekade på att det saknas långsiktiga specifika mål för luftrumets utformning i stort. För att kunna formulera långsiktiga mål för svenskt luftrum behövs förståelse för de styrande förutsättningar och de ramar som styr luftrumsutveckling. I följande avsnitt ges en översiktlig beskrivning av styrande förutsättningar som alla har påverkan på en modernisering av luftrummet. LFV har valt att dela upp dessa i sju områden.

- Styrande regelverk och överenskommelser globalt och nationellt
- Internationella samarbeten och åtaganden
- Försvarsmaktens behov
- Behov vid kris och höjd beredskap
- Regeringens flygstrategi
- Flygets miljöpåverkan och hållbarhet
- Civila luftrumsbrukares krav och förväntningar

4.1 Styrande regelverk och överenskommelser globalt och nationellt

De styrande förutsättningarna för flyget har sin utgångspunkt i Chicagokonventionen från 1944 som Sverige anslutit sig till och som innehåller regler om medlemsstaternas rättigheter och skyldigheter inom luftfartsområdet. Med stöd av Chicagokonventionen fastställer ICAO normer och rekommendationer som vägleder medlemsstaterna vid utformning av sina nationella regelverk. Syftet är att skapa en likformighet mellan nationella och internationella bestämmelser.

Genom medlemskap i ICAO och EU har Sverige åtagit sig att följa både ICAOs och den europeiska unionens regelverk. EUs regelverk i form av förordningar är direkt tillämpliga lagar i Sverige utan nationella tilläggsbestämmelser, medan ICAOs regelverk blir bindande först när dessa har införlivats antingen i EUs regelverk eller i den nationella lagstiftningen.

EU styr medlemsländernas flygtrafiktjänst inom prestandaområdena flygsäkerhet, kapacitet, miljö och kostnadseffektivitet genom den så kallade prestationsplanen. Inom Single european sky (SES) återfinns prestationsplanen som sätter mål inom prestandaområdena för en referensperiod genom antagande av prestationsmål för hela unionen och överensstämmande prestationsplaner för nationella eller funktionella luftrumsblock. Systemet är bindande för EUs medlemsstater. Den första referensperioden (RP1) pågick från 2012 till 2014. Den andra referensperioden (RP2) löper från 2015 till 2019 och den tredje perioden (RP3) omfattar 2020 till 2024.

I förstudien från 2017 redovisades de viktigaste av de förutsättningar som styr luftrumets utformning och användning i form av lagar och förordningar, såväl svenska som internationella. Dessa förutsättningar har inte ändrats i någon större omfattning sedan rapporten skrevs. Några förordningar med stor inverkan på luftrummet har dock tillkommit eller uppdaterats och redovisas övergripande här nedan. Denna redovisning

gör inte anspråk på att vara heltäckande utan de förordningar och föreskrifter anges som enligt LFV har mest påverkan på utformningen av luftrummet. Beskrivningen är utan inbördes ordning eller förhållande.

- ICAO Global Air Navigation Plan³⁷ (GANP) är en strategi för att uppnå en global harmonisering av luftfarten som täcker in alla faserna av en flygning för att möta överenskomna nivåer avseende säkerhet, ekonomiska kriterier samt miljö. GANP har utvecklats för att vara en global referens i arbetet med att stegvis omvandla flygnavigeringssystemet så att ingen stat eller luftrumsanvändare lämnas utanför.
- Förordning om krav för användning av luftrummet och operativa förfaranden avseende prestandabaserad navigation (PBN-förordningen), (EU) 2018/1048. Eftersom alla procedurer ska kunna flygas inom det kontrollerade luftrummet så innebär den så kallade PBN-förordningen indirekt en påverkan på luftrumets utformning. PBN innebär väldigt kortfattat ett satellitbaserat navigationssystem, att jämföras med markbaserade system. PBN hanteras även i ICAO GANP som nämndes ovan.
- EU-parlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1139 har uppdaterats och omfattar bland annat staternas ansvar gällande luftrum under deras jurisdiktion och utformningen av luftrummet inom området som omfattas av SES.
- Kommissionens Genomförandeförordning (EU) 2017/373³⁸. Denna förordning har stor inverkan på utövare av flygtrafiktjänst och innehåller bland annat nya certifieringskrav. Dessa certifieringskrav kan innebära en indirekt påverkan på luftrumets utformning och användning.
- Den svenska *Luftfartsförordningen 2010:770* håller på att uppdateras. Förslaget på ändring innehåller inga nya krav som direkt påverkar luftrumets utformning, däremot i någon grad användningen (till exempel straff om man flyger in i delar av luftrummet som är avgränsat, restriktionsområden).
- ”FUA förordningen” (Gemensamma regler för flexibel användning av luftrummet), (EU) 2150/2005. Förordningen reglerar användningen av det flexibla luftrummet. Här avses flexibiliteten mellan civil och militär luftfarts behov av tillgång till luftrummet. Själva förordningen har inte uppdaterats, det har däremot de nationella dokument som är kopplat till förordningen till exempel Airspace Charter.
- TSG 2014-1289³⁹ hanterar ASM (Airspace Management) inom Sverige. Enligt FUA-förordningen ska en så kallad HLPB (High Level Policy Body) finnas. I Sverige består denna HLBP av representanter från Transportstyrelsen och

³⁷ “2016-20130 Global Air Navigation Plan”, ICAO Doc 9750-AN/963, 2016.

³⁸ ”Kommissionens genomförandeförordning om gemensamma krav för leverantörer av flygtrafikledningstjänst/flygtrafiktjänster och övriga nätverksfunktioner för flygtrafikledningstjänst, om tillsyn över dessa leverantörer samt om upphävande av förordning”, (EG) nr 482/2008, genomförandeförordningarna (EU) nr 1034/2011, (EU) nr 1035/2011 och (EU) 2016/1377 och ändring av förordning (EU) nr 677/2011.

³⁹ “Airspace Charter Sweden for the formulation of the Swedish Airspace Policy”, TSG 2014-1289. Version 5.00, 22 January 2019.

Försvarsmakten. Uppgiften är att säkerställa en säker och effektiv användning av den nationella luftrumsstrukturen samt planera för olika avgränsade luftrumsvolymmer som exempelvis TRA och PCA.

- *TSL 2009-846*⁴⁰ kompletterar *TSG 2014-1289* liksom *TSFS 2018:98*⁴¹ om utformning och användning av luftrummet. De innehåller vad som gäller för exempelvis utformning av ATS-flygvägar, terminalområden, kontrollzoner, SID/STAR med mera.
- Genomförandebestämmelser för nätverksfunktioner för flygtrafikledningstjänst (ATM) – “NM implementing rule”. (EU) 2019/123. Här beskrivs uppgifter och ansvar för Network Manager. I en av bilagorna, ”Principer för luftrumets utformning” anges vad som gäller vid utformning av luftrum och sektorer.
- *ERNIP Part 1 – European Airspace Design Methodology* utgör ett svar på (EU) 677/2011. Detta dokument innehåller riktlinjer för luftrumsdesign i Europa och utgör en del av ”The European route network improvement plan” (ERNIP). Riktlinjerna i *ERNIP Part 1* har utvecklats för att stödja den europeiska luftrumsdesignprocessen så att övergripande prestanda förbättras och luftrumsstrukturer utvecklas på ett harmoniserat sätt. Förordningen (EU) 677/2011 kommer att ersättas av (EU) 2019/123 från den 1 januari 2020.

4.2 Internationella samarbeten och åtaganden

I förstudien Luftrum 2040 från 2017 redogjordes för aktuella internationella samarbeten och åtaganden som är bindande då dessa har reglerats i avtal. Dessa förhållanden har inte ändrats i någon större omfattning som påverkar denna fördjupade studie. Nedan nämns dock några av de samarbeten som LFV särskilt vill lyfta fram i detta sammanhang. Listan är inte heltäckande utan avser mer att ge en bild av komplexiteten i det internationella sammanhanget.

- **SESAR** (Single European Sky ATM Research); Ett ”paraply” med flera projekt som hålls samman av SJU (SESAR Joint Undertaking), ett konsortium som leds av EU-kommissionen. Projekten inom SESAR är till största delen teknikrelaterade. Avsikten är att med hjälp av teknik öka effektiviteten, minska kostnaderna, höja kapaciteten samt minska miljöpåverkan från flyget. Resultat från SESAR regleras i vissa fall genom så kallade genomförandebestämmelser, det vill säga lagstiftning, som blir direkt tvingande på medlemsstater.
- **SESAR Deployment Program** organiserar SESAR-projektens implementering i optimala sekvenser. SESAR Deployment Manager (SDM), är den funktion som har till uppgift att synkronisera och samordna implementeringen av det så kallade Pilotprojektet (EU) 716/2014 (benämns också PCP). Detta projekt föreskriver genomförandet av operativa och tekniska förändringar i det europeiska ATM-systemet. SDM har till uppgift att koordinera implementeringen av Pilotprojektet mot SESAR Deployment Program. SDM består av 19 medlemmar och definieras i artikel 9 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 409/2013.

⁴⁰ ”Luftrumets Utformning och Användning”, TSG 2009-846.

⁴¹ ”Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om användning och utformning av luftrum och flygprocedurer”, TSFS 2018:98.

- **ATM Generalplan** (Masterplan). Den europeiska generalplanen för flygtrafikledningstjänst (ATM) togs fram i sin första version under SESAR definitionsfas och är den plan som antagits för att föra ATM-forskning och utveckling in i införandefasen⁴². Planen beskriver de viktigaste operativa förändringar som krävs för att uppnå prestationsmålen för ett gemensamt europeiskt luftrum (SES). Generalplanen innehåller således allt det ECAC-staterna och övriga intressenter gemensamt åtar sig att genomföra för att visionen om SES ska uppnås. Denna plan är synkad med ICAO GANP och utgör ett viktigt underlag för LfVs långtidsplanering gällande ny funktionalitet i syfte att effektivisera genom att höja kapaciteten, sänka kostnaderna och minska flygets negativa påverkan på miljön. Många av de nya koncepten införs lagstiftningsvägen genom EU-förordningar vilket Sverige då har att förhålla sig till.
- På uppdrag av EU-parlamentet har en studie genomförts, **Airspace Architecture**, med fokus på det övre europeiska luftrumets utveckling till 2035. Studien pekar på fem problemområden⁴³:
 - Förmågan att anpassa kapacitet till efterfrågan är otillräcklig
 - Resurshanteringen har begränsad flexibilitet
 - Interoperabilitet för att kunna optimera flygbanor är begränsad
 - Ny teknologi implementeras för långsamt
 - Förmågan att hantera oväntade situationer (resiliens) är otillräcklig

Studien presenterades i mars 2019 och i den finns förslag på en progressiv övergångsstrategi i tre femårsperioder. Dessa beskrivs närmare under avsnitt 8.

- **BOREALIS**: 2012 skrevs ett avtal (Alliance Framework Agreement) mellan flygtrafiktjänstleverantörerna Avinor (Norge), EANS (Estland), Finavia (Finland), IAA (Irland), ISAVIA (Island), LGS (Lettland), NATS (UK), Naviair (Danmark) och LFV att bilda Borealis. Visionen är att vara den ledande sammanslutningen av flygtrafiktjänstleverantörer som ska leda till bättre prestanda genom affärssamverkan. Borealis har framförallt två mål, det första är att skapa ett värde genom affärssamverkan och det andra är att kunna bli mer inflytelserikt genom att uttrycka en gemensam position i olika frågor. Borealis verkar också för införande av Free Route Airspace inom hela norra Europa.
- **COOPANS** (Co-Operation between ANSP), är en allians mellan sex leverantörer av flygtrafiktjänst som använder Thales flygtrafikledningssystem. Dessa sex ANSP är IAA (Irland), LFV, Naviair, Austro Control (Österrike), Croatia Control (Kroatien) och NAV Portugal (Portugal). Det övergripande syftet med denna sammanslutning är att reducera kostnader och risker relaterade till investeringar och användning av flygtrafikledningssystemet Thales TopSky. Systemet använder gemensam mjukvara och gemensamma tekniska och operativa procedurer. Avsikten är också att gemensamt och på ett harmoniserat sätt ta hand om aktiviteter som kommer ut av SESAR-arbetet, inklusive strategisk planering.

⁴² Generalplanen definieras i (EU) 409/2013.

⁴³ SES/SESAR Airspace Architecture Study Workshop, 2018, https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/events/AAS_Workshop_day1.pdf

Den tekniska utvecklingen inom COOPANS kan exempelvis få effekter för utformning av luftrumssektorer.

- **CANSO.** Civil Air Navigation Services. Organisationen är en global intresseorganisation främst för leverantörer av flygtrafiktjänster, däribland LFV. CANSOs medlemmar hanterar tillsammans nästan 90 procent av världens flygtrafik och organisationen har till uppgift att arbeta med policyskapande och strategiska frågor.

4.3 Försvarsmaktens behov

Försvarsmakten har flygverksamhet i hela landet och flygflottiljer i Luleå, Såtenäs och Ronneby. Försvarsmakten och FMV har också flygverksamhet som utgår från bland annat Vidsel, Karlsborg, Linköping/Malmen, Uppsala, Halmstad och Visby.

Försvarsmakten har genom sin betydelse för Sverige en speciell ställning vad gäller utformning av luftrum. Försvarsmaktens betydelse avspeglas också i regelverk för flygtrafiktjänsten där militärt flyg ofta har en högre prioritet än civil flygtrafik. LFVs utgångspunkt är att inget som sker vid framtida utveckling av luftrummet ska försämra förutsättningarna för Försvarsmakten i svenskt FIR.

LFV har uppfattat att Försvarsmakten kommer att öva mer i framtiden än vad man har gjort de senaste 20-25 åren. Detta kan påverka trafikflöden, tillgänglighet för andra luftrumsbrukare, kapaciteten för den civila trafiken liksom utformningen av luftrummet, då Försvarsmakten kommer att ha ett större behov än på länge av tillgång till ostörda övningssektorer. Något som också påverkar luftrummet utformning är att moderna militära flygplanstyper och tekniska system kräver större utrymme, det vill säga mer luftrum än tidigare.

Försvarsmakten bedriver sin verksamhet i det integrerade luftrummet vilket betyder att civila och militära brukare delar på det svenska luftrummet. Sverige har, som nämnts, ett mycket flexibelt användarkoncept och ur ett europeiskt perspektiv är Sverige ledande inom det som beskrivs som Flexible Use of Airspace, FUA.

Sveriges geografiska läge gör att Försvarsmakten har ett särskilt stort behov av tillgång till luft över Östersjön för övning i sektorer söder och sydost om Stockholmsområdet. Mycket av Försvarsmaktens övriga flyg är också koncentrerat till sydöstra Sverige. Utbildningen av piloter utgår från Linköping/Malmen och de övar i luftrummet i anslutning till flygplatsen. FMV utgår också från Malmen med en stor del av deras flygverksamhet. Samma område är också det primära området för Saabs provflygningar.

All luft i landet är täckt av militära övningssektorer. Flygvapnet, FMV och Saabs verksamhet kan därigenom påverka kapaciteten i luftrummet inom de sektorer eller områden som beläggs. Som exempel använder Saab tre D-områden i Gotska Sjön för att utföra flygprov. De publicerade områdena har stor påverkan för den civila trafikens möjligheter att flyga till och från Stockholmsområdet och tvingar den trafiken att välja andra flygvägar. För att skapa smidiga förutsättningar för övningar mellan grannländer har det införts nya typer av militära övningsområden i norra Sverige (TRA).

Eftersom civil trafik som startar eller landar har prioritet inom civila terminalområden är inte Försvarsmakten positiva till förändringar som innebär att terminalområden blir större.

Det går att begära undantag från denna prioritetsregel men detta skulle bidra till att komplexiteten i luftrummet ökar. LFV uppfattar att Transportstyrelsen vill undvika detta och att myndigheten därför är återhållsam med att bevilja undantag.

Hur den militära flygverksamheten kommer att utvecklas på Uppsala är inte helt klarlagt i nuläget. Ur LFVs perspektiv skulle en utökad flygverksamhet vid Uppsala vara relativt okomplicerad om fokus för övningar är nordväst om Stockholms terminalområde. Däremot skapas betydande utmaningar om flygtrafik från Uppsala har fokus på att kunna verka över Östersjön då det innebär att trafiken måste flyga igenom de stora civila trafikflödena till och från flygplatser i Stockholmsområdet.

Försvarmakten har en god bild av hur ersättningen av skolflygplanet SK60 ska se ut och de har en tydlig specifikation av luftrumsbehovet för pilotutbildningen. Bland annat bör flygsträckan till övningssektorer inte överstiga ett visst avstånd från flygplatsen.

Omfattningen av den typ av övningar som Försvarmakten kommer att genomföra under 2019-2020 är det som kan förväntas även framöver; det vill säga stora geografiska områden som berörs, övningar som inkluderar flera försvarsgrenar och även utländska aktörer.

4.4 Behov vid kris och höjd beredskap

Svenskt luftrum ska kunna möta de krav som samhället ställer vid kris eller höjd beredskap. Det innebär att delar av luftrummet kan få en utformning som i första hand motiveras av andra behov än de som gäller för normala fredstida förhållanden. Inom detta område spelar Trafikverket en viktig roll.

I januari 2017 presenterade Regeringen en nationell säkerhetsstrategi för Sverige, som bland annat behandlar transportområdet. Regeringen lyfter fram att hot och risker som gäller transporter och dess infrastruktur kan orsaka störningar och bortfall som påverkar resenärer, näringsliv och allmänhet. I strategin anges vidare att ”Den övergripande samordningen och styrningen av verksamheter inom transportområdet är komplicerad utifrån ett beredskapsperspektiv, eftersom det utöver flera myndigheter finns många privata aktörer och statliga bolag som också har viktiga uppgifter”⁴⁴.

I slutet av juni 2017 beslutade Regeringen om en ändring i *förordningen (2010:185)* som innebar att Trafikverket fick i uppgift att ta ett samlat ansvar för den övergripande planeringen av krisberedskap inför och vid höjd beredskap för samhällsviktig verksamhet inom transportsektorn.⁴⁵ Detta innebar att ansvarsförhållanden tydliggjordes och att det skapades förutsättningar för en helhetssyn på krisberedskap och civilt försvar inom transportsystemet. För Trafikverket innebar det ett breddat uppdrag då myndigheten framöver dels får ett ansvar för övergripande planering inom transportsektorn, dels får ett ansvar på de områden där ingen statlig myndighet idag planerar för krisberedskap och höjd beredskap såsom hamnar och flygplatser.

Det globala säkerhetspolitiska läget har under den senaste tiden försämrats och nya hot i form av exempelvis sofistikerade cyberattacker visar på sårbarheten i det uppkopplade

⁴⁴ ”Nationell Säkerhetsstrategi”, Regeringskansliet, 2017.

⁴⁵ ”Särskild redovisning om krisberedskap och totalförsvaret, Underlagsrapport till Nationell plan för transportstyrelsen 2018-2029”, Trafikverket, 2017.

samhället. Samtidigt ställs ökade samhällskrav på infrastrukturens tillförlitlighet. Som en följd av detta pågår en upprustning av det svenska Totalförsvaret inom en mängd områden som bland annat inkluderar LFV. Under de kommande åren kommer ett antal åtgärder och aktiviteter att genomföras för att svara upp mot de förväntningar som regeringen har på LFVs totalförsvarsplanering. En aktivitet inom detta område är Robust Flygtrafiktjänst. Om och på vilket sätt det påverkar framtida luftrumsutformning är inte klarlagt än.

4.5 Regeringens Flygstrategi

I januari 2017 beslutade regeringen om en svensk flygstrategi som tydliggör regeringens samlade syn på flyget i bred mening. Flygstrategin utgör en vision för flygets roll i transportsystemet både på kort och på lång sikt. Utgångspunkten för flygstrategin är bland annat de transportpolitiska målen.

Flygstrategin innehåller delar med direkt koppling till luftrumsutveckling. I strategin anges att flyget ska bidra till att de nationella miljö kvalitetsmålen nås, samt att Sverige ska fortsätta att vara ledande i utvecklingen av effektiviseringen av luftrummet i samverkan med andra länder. Sverige ska fortsatt vara pådrivande i EU och i det internationella samarbetet när det gäller flygsäkerhet, vilket får anses ha en koppling till luftrumsutveckling. Vidare beskrivs den kraftigt ökande användningen av drönare.

Ett av regeringen sju fokusområden i flygstrategin är att ”stärka Arlanda flygplats som nav och storflygplats”. I flygstrategin beskriver regeringen att ett Arlandaråd skulle tillsättas för att i dialog och samverkan ta fram förslag, en ”färdplan Arlanda”, i syfte 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. Arlandarådet och en kanslifunktion till detta inrättades under 2017 för att bidra till regeringens arbete med att långsiktigt utveckla Arlanda flygplats ur ett helhetsperspektiv.

4.6 Miljökrav och hållbarhet

Utsläppen från flyget kommer att öka och enligt Eurocontrol kommer koldioxidutsläppen att öka med minst 21 % under perioden 2019-2040⁴⁶.

Eurocontrol pekar ut fyra centrala områden för att minska utsläpp från luftfarten,

- Teknikutveckling
- Alternativa hållbara bränslen
- Effektivare luftrum och flygtrafiktjänst
- Marknadsbaserade åtgärder

Det pågår väldigt mycket inom alla dessa områden men LFVs huvudfokus är i första hand effektiva luftrum och flygtrafiktjänst. Luftrumets utformning och flygtrafiktjänstens arbetsmetoder har en påverkan på hur mycket bränsle som förbrukas och därigenom flygets utsläpp. Ineffektiva lösningar bidrar till att de som flyger inte kan göra det på det mest bränsleoptimala sättet. Exakt hur stor denna påverkan blir är mycket svårt att beräkna. LFV utgår från bedömningar som säger att cirka 6 % av flygets utsläpp

⁴⁶ ”European Aviation Environmental Report”, EASA, EEA, Eurocontrol, 2019

är påverkbart av ATM-systemet⁴⁷. Den andelen kan aldrig bli noll. Flygsäkerhet har exempelvis alltid högsta prioritet och flygtrafiktjänstens separationer mellan flygplan innebär att flygplan inte alltid kan flyga den mest effektiva vägen utifrån ett miljöperspektiv.

Det sker en viss uppföljning av miljönyckeltal för europeiskt luftrum och de visar att Sverige presterar bra i jämförelse med andra länder i Europa⁴⁸. Det kan förklaras av det flexibla luftrummet i Sverige för civil och militär flygtrafik, etablering av FRA men också av det faktum att det inte är lika trångt i luftrummet som i framförallt centrala Europa.

LFV bedömer att det finns miljövinster att göra i svenskt luftrum. Dessa vinster går framförallt att finna i det undre luftrummet (under 2 900 meter/9 500 fot) men också för det övre luftrummet gällande stig/sjunk-faserna för trafikflödena till och från Stockholmsområdet. Vid jämförelser av miljöprestanda för trafikflöden vid andra större flygplatser i Europa ligger Arlanda bra till om än inte bäst. LFV har studerat vissa flöden till Arlanda på djupet och konstaterar exempelvis att Luftrum 98 är en struktur som från vissa riktningar högst sannolikt skapar onödigt långa flygsträckor. Det finns även miljövinster i en modernisering av strukturen för mindre flygplatser. LFV har på uppdrag av Swedavia AB genomfört två fördjupade studier av förutsättningar för flygtrafik till och från Östersund och Umeå Airport som båda visar på potentiella miljövinster med en modernare typ av inflygningsvägar.

Ett område inom flygets miljöpåverkan som har koppling till luftrumets utformning och teknikutveckling är höghöjdseffekter. Flygets höghöjdseffekt är det som inträffar när flygplanet når så högt att kondensstrimmor bildas. Utsläpp från en flygmotor innehåller vattenånga, kväveoxider men också sot och annat som påverkar klimatet negativt. När vattenångan i de varma avgaserna blandas med kall luft kan ispartiklar och kondensstrimmor bildas. Under speciella omständigheter när luften är fuktig kan kondensstrimmorna kvarstå och även växa och bidra till uppkomsten av höga cirrusmoln. Kondensstrimmorna påverkar värmestrålningen ut från jorden och solstrålningen åt andra hållet och därmed också klimatet.

Det är svårt att bedöma den genomsnittliga climateffekten av höghöjdseffekten. Den påverkas av meteorologiska förhållanden men också av om det är dag eller natt. Kondensstrimmor har en uppvärmningseffekt under nattetid och en avkylningseffekt under dagtid⁴⁹. De svenska forskarna Azar och Johansson⁵⁰ bedömer att 1,7 gånger effekten av enbart koldioxid är den bästa uppskattningen av den totala genomsnittliga climateffekten av det globala flygets utsläpp.

Det skulle potentiellt finnas olika sätt att minska effekten av flygets höghöjdseffekt. En idé är att flyga lägre än 8 000 m (26 000 ft) eller högre än 10 000 m (33 000 ft).

⁴⁷ "ATM Global Environment Efficiency Goals for 2050", CANSO, 2012.

⁴⁸ <https://ansperformance.eu/dashboard/performance-area/environment/>

⁴⁹ Tompkins A.M., Gierens K och Rädcl G. "Ice supersaturation in the ECMWF integrated forecast system", Journal of the Royal Meteorology Society, 2007.

⁵⁰ Azar, C. & Johansson, D., "Valuing the non-CO2 climate impacts of aviation", Climatic Change Vol. 111, 2012.

En studie av Fichter et al.⁵¹ har visat att en sänkning av flyghöjden med cirka 2 000 m (6 000 ft) skulle minska påverkan av höghöjdseffekten med nästan hälften. En sådan lösning är inte optimal, eftersom dagens flygmotorer och bränsleförbrukningen påverkas negativt av lägre höjd. Det skulle också få en negativ påverkan på kapacitet i luftrummet.

Områden där kondensstrimmor potentiellt kan kvarstå eller utvecklas till cirrusmoln är oftast mycket begränsade i storlek. En lösning skulle då vara att försöka undvika sådana områden genom att flyga på lägre höjd, bara när det behövs. Det är dock mycket svårt att i dagsläget förutse sådana meteorologiska förhållanden och det krävs forskning och teknikutveckling inom området innan det kan ske förändringar i luftrum och arbetsmetoder för flygtrafikledningen.

Flygplatsernas miljövillkor spelar stor roll för luftrumets utveckling på lägre höjder och möjligheten att flyga optimalt utifrån ett utsläppsperspektiv. Villkoren reglerar ofta både utformning och tillämpning av in- och utflygningsvägar (STAR/SID) och här görs många gånger en avvägning mellan bullerhänsyn och utsläppminskning. Nära flygplatsen finns ibland krav på att undvika överflygning av vissa tätorter, vilket kan minska möjligheten att exempelvis etablera korta inflygningsprocedurer.

Det är inte sällan en kostsam och tidskrävande process att göra förändringar för STAR och SID som, utöver godkännande från Transportstyrelsen, ofta kräver tillstånd från miljömyndighet. Det finns dessutom en otydlighet i hur avvägningen ska ske mellan bullerhänsyn och minskade utsläpp till luft. Det finns flera exempel på när mark- och miljödomstolen har tillämpat en striktare reglering än samhällets riktvärden för flygbuller när de har satt villkor för flygvägar.

4.7

Civila luftrumsbrukares krav och förväntningar

I avsnitt 6 nedan redovisas omfattningen av flygtrafik i svenskt FIR. Flygtrafiken är långt ifrån homogen, och olika luftrumsbrukare har förstås olika krav och önskemål på luftrummet. Den samverkan som genomförts med olika luftrumsbrukare i detta regeringsuppdrag, men också i andra samverkansforum visar att alla brukare värderar flygsäkerhet högt och förutsätter att luftrumets utformning ska bidra till flygsäkerheten. Detta innebär till exempel att trafik som flyger IFR vid de kontrollerade flygplatserna ska kunna flyga i kontrollerat luftrum där flygtrafikledningen kan säkerställa separation till annan flygtrafik. Det kan också innebära att luftrumets utformning bör ha en logisk och överskådlig struktur, och vara enkel att förstå för att undvika oavsiktligt flygande i kontrollerad luft.

Den kommersiella civila IFR-trafiken som flyger linjefart och charter, har också stort fokus på hög kapacitet i luftrummet, samt möjlighet att flyga så bränsleeffektivt som möjligt. Förseningar på grund av kapacitetsbrist i luftrummet skapar merarbete och merkostnader för flygbolagen. Bränslekostnaderna är också en av de största operativa kostnaderna för kommersiella flygbolag och de flesta bolag arbetar aktivt med *fuel management*⁵² för att minska bränsleförbrukningen. Flygbolagen önskar därför ett luftrum

⁵¹ Fichter C, Marquart S, Sausen R, Lee DS, "The Impact of Cruise Altitude on Contrails and Related Radiative Forcing", Meteorologische Zeitschrift, 14(4), 2005.

⁵² Begreppet Fuel Management innefattar en rad olika åtgärder i syfte att effektivisera bränsleförbrukningen – allt från att reducera vikt, förbättra aerodynamiken, färdplanera

med hög kapacitet där man kan färdplanera och flyga så rakt som möjligt, och där optimala stig- och sjunkprofiler möjliggörs. Effektiva stig- och sjunkprofiler kan också minska bullerexponeringen på marken.

Allmänflyget består av en rad olika aktörer med olika krav och önskemål på luftrummet. De flesta inom allmänflyget flyger enligt VFR och generellt önskar dessa aktörer en bättre tillgänglighet till luftrummet för sin verksamhet. Det kan innebära att kontrollerad luft om möjligt bör hållas till ett minimum där allmänflygverksamheten är omfattande. Man önskar också möjlighet att kunna upprätta särskilda luftrumssektorer i kontrollerad luft, till exempel för segelflygverksamhet, när den kommersiella och militära trafiken inte använder luftrummet.

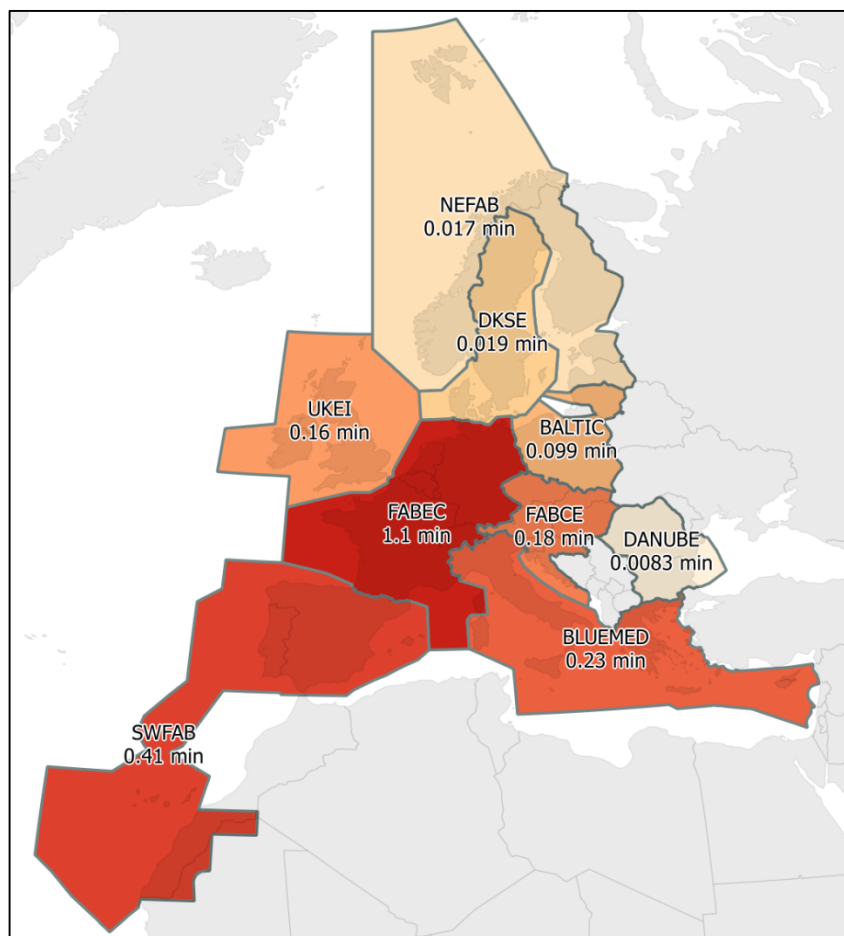
och flyga så rakt som möjligt, taxa med en motor när så är möjligt, sjunka med motorerna på tomgång osv.

5 PRESTANDAOMRÅDEN FÖR LUFTRUMSUTVECKLING

5.1 Mål och nyckeltal

Utveckling av luftrum ska matchas mot flera olika mål- och nyckeltalsområden vilka här benämns *prestandaområden*. Vissa prestandaområden är givna såsom flygsäkerhet, kapacitet, kostnadseffektivitet och miljöeffektivitet. Det av flera skäl. Förordning (2010:184) med instruktion för Luftfartsverket säger exempelvis att LFV ska leverera en säker, effektiv och miljöanpassad flygtrafiktjänst. EU styr också på de fyra prestandaområdena via prestationsplanen.

Detta regeringsuppdrag anger att LFV ska lämna förslag på vilka mål- och nyckeltalsområden som kan vara styrande vid en framtida utveckling av svenskt luftrum, och redovisningen ska omfatta åtminstone aspekterna flygsäkerhet, kapacitet, kostnadseffektivitet samt klimat- och miljöpåverkan. För dessa områden finns etablerade mätbara nyckeltal. Vissa av dessa ingår i uppföljningar på europeisk nivå medan andra används för uppföljning inom LFV. Figur 7 visar ett exempel på europisk uppföljning av kapacitet genom så kallad en-routeförsening.



Figur 7: Uppföljning av kapacitet genom en-routeförsening orsakad av ATM-systemet per FAB i Europa 2017. Siffrorna visar försening per flygning i minuter. Det svensk/danska luftrumets ATM-system orsakade således 0,04 minuters (2,4 sekunder) försening per flygning under 2017. Målet i prestationsplanen var max 0,11 minuter. (LFV/Eurocontrol Performance Review Unit).

5.2 Flygsäkerhet

Flygsäkerhet har högsta prioritet inom flygbranschen och prestandaområdet har en särskild status jämfört med andra områden. Alla förändringar måste flygsäkerhetsbevisas innan genomförande för att säkra att flygsäkerheten är på minst samma nivå efter förändringen som den var före. Flygsäkerhet som prestandaområde prioriteras inte i relation till andra områden då förbättringar inom andra prestandaområden aldrig kan uppnås genom att förändra luftrummet på ett sätt som inte är flygsäkert utifrån gällande regler.

5.3 Kapacitet

Luftrumskapacitet beskriver hur många flygplan som kan befinna sig i en given luftrumsvolym, en luftrumssektor, under en given tidsperiod. Om efterfrågan överstiger luftrumskapaciteten uppstår en begränsad tillgänglighet. Luftrummet i hela Europa övervakas kontinuerligt utifrån kapacitet för att det snabbt ska kunna vidtas åtgärder om det uppstår någon form av störning, planerad eller oplanerad. Kapaciteten följs bland annat upp genom att mäta hur stora förseningar som orsakas för luftrumsbrukarna i olika delar av luftrummet, se figur 7 under punkt 5.1.

För utveckling av luftrum finns två perspektiv på kapacitet. Det är givet att luftrummet ska organiseras så att det skapas en *hög luftrumskapacitet* men utvecklingen ska också drivas av att *minska sårbarheten* för kapacitetsstörningar. Exempel på att minska sårbarhet för störningar kan vara att skapa en mer ändamålsenlig struktur för mixen mellan civil kommersiell trafik och militärt flyg.

5.4 Kostnadseffektivitet

Inom området kostnadseffektivitet finns etablerade nyckeltal hos LFV som följs upp kontinuerligt. Eurocontrol genomför också en del uppföljning och jämförelser av kostnadseffektiviteten för olika flygtrafiktjänstleverantörer i Europa.

För luftrumsutveckling gäller det att utveckla en luftrumsstruktur med *mindre komplexitet* där varje flygning kräver en lägre arbetsinsats från flygtrafikledningen. Därigenom skulle samma antal flygledare kunna hantera fler flygplan och det skulle potentiellt behövas färre luftrumssektorer och arbetspositioner. Bättre tekniska systemstöd och automatisering av vissa arbetsuppgifter hos flygtrafikledningen kan också förbättra kostnadseffektiviteten.

Luftrumets komplexitet som ett nyckeltal inom prestandaområdet kostnadseffektivitet kan mätas på en rad olika sätt. Till exempel genom att mäta belastningen på radiofrekvenserna som flygtrafikledningen använder, antalet klareringar eller handgrepp som varje flygning kräver, eller antalet konfliktande flygbanor i luftrummet som kräver ingrepp från flygtrafikledningen.

5.5 Miljöeffektivitet och hållbarhet

De nyckeltal som används inom flygtrafiktjänsten för prestandaområdet miljö har fokus på minskad bränsleförbrukning och minskade utsläpp till luft. Det finns etablerade nyckeltal för att följa upp flygbanors miljöeffektivitet både ur ett horisontellt och vertikalt perspektiv, och dessa mäts både på europainivå och av LFV inom Sverige. LFV har också

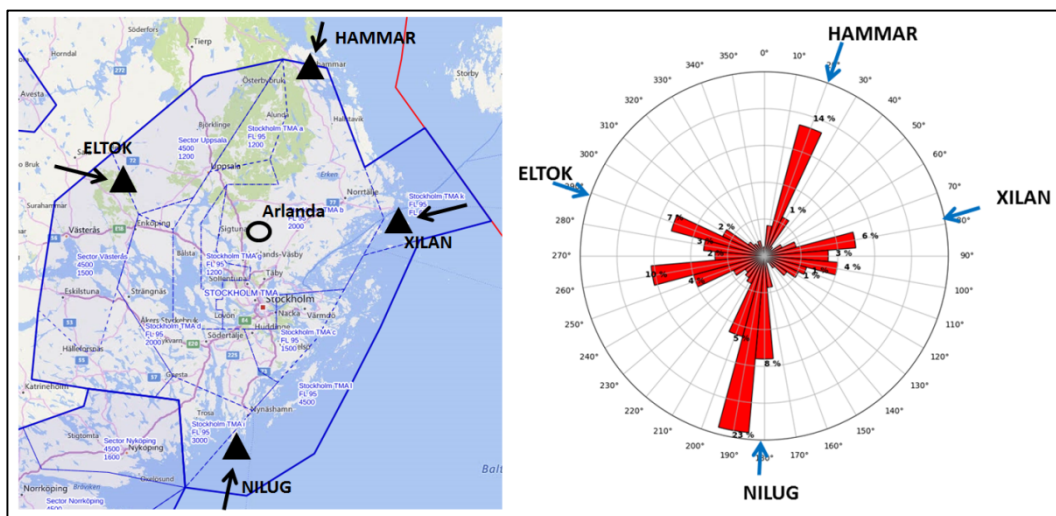
kartlagt vilka betydande miljöaspekter som kan kopplas till utformning av luftrum där exempel på detta är terminalområdenas utsträckning, hastighets- och höjdbegränsningar utmed flygvägarna, ATS-flygvägar i relation till militära övningsområden och flygvägarnas utformning nära flygplatser.

Nära flygplatser där flygplan är på lägre höjd innebär miljöpåverkan också buller. Det är inte alltid möjligt att både minimera buller och utsläpp till luft varför en utveckling av luftrum utifrån ett miljöperspektiv behöver tydliga avvägningar när buller ska prioriteras framför utsläpp till luft. Det finns samhälleliga riktvärden för buller i boendemiljö, men det är, som nämnts, inte tydligt hur dessa regler gäller vid utformning av flygvägar.

5.6 Förutsägbarhet, tillgänglighet och flexibilitet

Det kan behövas fler prestandaområden vid utveckling av luftrummet än de fyra grundläggande områden som nämns ovan. Områden som sätter fokus på andra behov och krav som finns hos olika luftrumsbrukare. LFV har inom projektet SAARP identifierat ytterligare tre områden som kan vara styrande för utveckling av luftrummet; flexibilitet, förutsägbarhet samt tillgänglighet för alla brukare. Dessa områden har identifierats med vägledning av ett antal regelverk och rekommendationer såsom *ICAO Doc 9883*, *CANSO Recommended KPI* och *European ATM Masterplan*.

En ökad förutsägbarhet innebär att flygoperatörer ska få en bättre möjlighet att förutse sitt flyguppdrag, både i tid, höjd och sträcka. En hög förutsägbarhet ger piloter bättre möjligheter att flyga på ett miljöoptimerat sätt. Förutsägbarhet är dock ett mycket komplicerat område där många faktorer samspelar såsom teknik ombord, teknik hos flygtrafiktjänsten, luftrumets utformning, tillgängliga flygvägar och den aktuella trafiksituationen. För luftrummet innebär förutsägbarhet att det finns en grundstruktur som piloter planerar efter som också liknar det verkliga utfallet i så stor utsträckning som möjligt. Analyser som LFV prestanda- och miljöenhet genomförde under hösten 2018 visar att det finns stora skillnader på flygvägsstruktur och verkligt utfall för trafik in till Arlanda, vilket pekar på en låg grad av förutsägbarhet för de som flyger, se figur 8 nedan. Till vänster i figuren visas strukturen med navigeringspunkter för den ankommande trafiken till Arlanda. Till höger illustreras hur flygplan till Arlanda verkligen flög in i terminalområdet under 2017. Av diagrammet går att utläsa att en relativt stor andel av trafiken i själva verket inte flyger via den tänkta strukturen, det vill säga via punkterna. Det beror på att flygtrafikledningen leder trafiken taktiskt utanför strukturen för att bland annat upprätthålla en hög kapacitet. För flygoperatörer är skillnaden mellan struktur och utfall ett mått på grad av förutsägbarhet.



Figur 8: LFVs mätningar av förutsägbarhet för ankommande trafik till Arlanda under 2017 (LFV).

Prestandaområdet **flexibilitet** handlar om att luftrummet ska vara anpassat till att förutsättningarna i luftrummet varierar, både över dygnet och över året, men också för kris och alla beredskapslägen. Ett luftrum ska helst kunna erbjuda optimerade förhållanden för piloter utifrån olika trafikintensitet och varierande begränsningar i luftrummet (till exempel beläggning av militära övningssektorer). Under dagtid och kvällstid uppstår peak (högrafik) till de större flygplatserna. Dessa trafiktoppar kräver att prestandaområdet kapacitet prioriteras högt. Övrig tid är trafikintensiteten lägre och kravet på hög kapacitet i luftrummet mindre. Då ska andra prestandaområden kunna prioriteras högre.

Prestandaområdet **tillgänglighet för alla luftrumsbrukare** tar sikte på att flyget i Sverige har väldigt olika typer av behov. Inom SAARP har prestandaområdet beskrivits som att hantering av flygtrafik till och från Arlanda inte ska använda mer luftrum än nödvändigt. Detta för att kunna frigöra så mycket luft som möjligt för andra luftrumsbrukare, till exempel allmänflyg/motorflyg och segelflyg eller drönare. Rent konkret kan det innebära att terminalområden kan få en annan utformning vad gäller både sidogränser men också terminalområdets undersidor.

5.7 Att sätta mål och prioritera mellan prestandaområden

LFV föreslår inga specifika mål i detta regeringsuppdrag för utvecklingen av svenskt luftrum inom ovanstående prestandaområden. Det finns en rad etablerade nyckeltal som kan användas, men en fördjupning i vilka nyckeltal och mål som ska styra svensk luftrumsutveckling bör ingå i den långsiktiga luftrumsplan som LFV föreslår (se avsnitt 10).

Vid utveckling av det svenska luftrummet kommer det även att behöva prioriteras mellan olika prestandaområden, nyckeltal och mål. Undantaget är flygsäkerhet som LFV menar snarare är ett ramverk då alla luftrumsförändringar alltid måste uppfylla gällande krav på flygsäkerhet. Övriga prestandaområden kan däremot hamna i konflikt med varandra och då krävs en prioritering. Ett exempel är tillgänglighet för alla luftrumsbrukare. Skulle målet vara att alla typer av brukare ska ha maximal tillgänglighet till luftrummet skulle det högst sannolikt få negativa konsekvenser för kapacitet och kostnadseffektivitet.

Det skulle dessutom få negativa konsekvenser för Försvarens förutsättningar att verka i luftrummet. Å andra sidan är det sannolikt heller inte eftersträvänsvärt att generellt minska tillgängligheten till luftrummet.

Flyget till och från Arlanda har en särställning genom att de avgående och ankommande trafikflödena från och till flygplatsen är de i absolut största i Sverige. Flygplatsen pekas också ut i regeringens flygstrategi som av särskild betydelse för svensk ekonomi. Vid en framtida utveckling av luftrummet bör sannolikt utgångspunkten därför vara att optimera trafikflödena för Arlanda i första hand, i relation till andra civila trafikflöden.

Det kan möjligen vara så att kapaciteten och miljöeffektiviteten in till större flygplatser i Sverige normalt ska ha högre prioritet än tillgängligheten till samma luftrum för exempelvis segelflygare. Med en ökad flexibilitet i luftrummet kan man dock tänka sig en ökad tillgänglighet för sådan verksamhet vid dessa flygplatser då trafikintensiteten är låg.

Ett annat exempel är att vi i Sverige idag har ett mycket flexibelt arbetssätt för civil och militär flygverksamhet att dela på luftrummet. I en framtid som indikerar både ökad civil flyg och en ökad flygverksamhet hos Försvarets FMV/Saab kan det möjligen finnas anledning att se över denna flexibla modell. En mer strikt uppdelning av visst luftrum för Försvarets bruk skulle kunna ge en sämre tillgänglighet och längre flygvägar för den civila trafiken. I gengäld blir förutsägbarheten för den civila trafiken högre, man vet oftare vilka förutsättningar som gäller, och Försvarets verksamhet kan genomföras med färre störningar för civil trafik som behöver passera genom övningsområden. Detta kan också minska den totala tid då de militära övningsområdena behöver användas.

Att väga prestandaområden och mål emot varandra kan vara mycket komplext, och bör vara en aktivitet som ingår den långsiktiga luftrumsplanen som är en del av LFs förslag på strategi. De metoder Trafikverket använder för att bedöma samhällsekonomiska konsekvenser kan vara ett verktyg att använda i dessa sammanhang.

5.8 Prioritering mellan luftrumsbrukare

De regler som idag finns för hur olika verksamhet i luftrummet ska prioriteras är ofullständiga. För flygtrafikledningstjänst finns prioriteringsregler som lyfter fram flygtrafik i nöd, på räddningsuppdrag och olika typer av militär flygverksamhet⁵³. För prioritering mellan kommersiell trafik (linje-, charter- och fraktrafik) och övriga civila luftrumsbrukare saknas dock tydliga prioriteringsregler. Generellt ska flygtrafikledningen påskynda och bibehålla ett välordnat trafikflöde, men hur detta ska tolkas i form av prioritering mellan civila luftrumsbrukare är inte tydligt.

Även i Transportstyrelsens arbete att hantera godkännanden av förändringar av luftrum eller flygprocedurer saknas tydlig vägledning om hur olika luftrumsbrukares behov ska prioriteras när de är i konflikt med varandra⁵⁴.

LFV kommer i detta regeringsuppdrag inte att föreslå några detaljerade prioriteringsregler mellan olika luftrumsbrukare. Detta bör istället ingå i arbetet med att ta fram en långsiktig luftrumsplan. Prioriteringen mellan olika luftrumsbrukare bör rimligen se olika ut för olika delar av luftrummet, och i olika situationer. Vid högre trafikintensiteter kanske

⁵³ TSFS 2016:34, kap 5, 6§

⁵⁴ "Allmänna råd om användning och utformning av luftrum", TSFS 2018:98

flygtrafik till och från större flygplatser ha företräde framför exempelvis kommersiell fotoflygning eller skolflygning i samma område. Men vid lägre trafikintensiteter kanske det är rimligare att annan flygverksamhet ökar i prioritet.

6 FLYGTRAFIK I SVERIGE

Det finns drygt en miljon luftrumsrörelser i svenskt FIR under ett år och dessa rörelser representerar en mängd olika typer av flyg. Detta avsnitt syftar till att ge en beskrivning av både flygtrafiken på svenska flygplatser och flygtrafiken i luftrummet. För att öka förståelsen för eventuella intressekonflikter har LFV skapat två analysmodeller som illustrerar vilka delar av luftrummet som flera olika luftrumsbrukare använder.

Eftersom fokus är utformning och utveckling av luftrummet har LFV valt den kategorisering som beskrevs under avsnitt 2.1 och som utgår från IFR-flyg, VFR-flyg och militärt flyg (OAT). Uppdelningen i dessa grupper är ändamålsenlig då varje grupp generellt representerar olika behov och krav vad gäller luftrum, både för de som flyger och för flygtrafiktjänsten.

Redovisningen har inledningsvis fokus på flygplatser och **flygplatsrörelser**. Därefter följer en fördjupning av **luftrumsrörelser** i luftrummet. Definitionen av dessa två begrepp beskrivs nedan.

6.1 LFVs analysunderlag

LFVs ambition har varit att så långt som möjligt fånga alla de luftfartyg som flyger i svenskt FIR. LFV har använt både officiell statistik men också genomfört omfattande analyser av radarspår och färdplaner. De resultat som redovisas representerar år 2017.

Det är i praktiken omöjligt att redovisa det totala antalet flygrörelser som finns i svenskt FIR. Det beror på att flygtrafik vid mindre flygfält inte hamnar i någon officiell statistik och om dessa flygningar sker utan transponder eller under täckningen för radarsignaler kan LFV inte heller detektera dem vid analyser av radarspår. I dagsläget saknas också statistik som omfattar obemannade luftfartyg (drönare).

6.2 Flygplatsrörelser och luftrumsrörelser

LFV redovisar antalet flygrörelser ur två olika perspektiv:

- **Flygplatsrörelser:** summan av alla starter och landningar vid flygplatser.
- **Luftrumsrörelser:** luftrumsrörelser i Svenskt FIR vilket inkluderar inrikes flygrörelser, där både start och landning sker vid en svensk flygplats, utrikes flygrörelser där antingen start eller landning sker vid en svensk flygplats, och överflygande trafik, där varken start eller landning sker vid en svensk flygplats.

En inrikes luftrumsrörelse ger således upphov till två flygplatsrörelser, en utrikes luftrumsrörelse ger upphov till en flygplatsrörelse (start eller landning) och en överflygning påverkar inte flygplatsrörelsestatistiken i och med att den varken landar eller startar vid en svensk flygplats.

Officiell flygplatsstatistik redovisar oftast enbart antal landningar. Detta för att skapa ett samband mellan antalet flygplats- och luftrumsrörelser. I följande redovisning väljer LFV att redovisa flygplatsrörelser istället för landningar. Det är dock enkelt att ta fram landningsstatistik utifrån flygplatsrörelsestatistik, genom att ta hälften av redovisade siffror.

6.3 Flygplatsrörelser i Sverige

LFVs analyser omfattar drygt en miljon flygplatsrörelser (1 032 119) i svenskt FIR under 2017 vilka var utspridda på 244 flygplatser⁵⁵. Utav 244 flygplatser är 35 stycken kontrollerade och omges således av kontrollerad luft. Av alla flygplatsrörelser var 57 % IFR-flyg, 38 % VFR-flyg och 5 % militär flygtrafik.

I tabell 2 nedan redovisas flygplatser i ett antal storleksgrupper baserat på det totala antalet flygplatsrörelser per år. Den största flygplatsen (Stockholm Arlanda) stod för cirka 250 000 flygplatsrörelser vilket utgör nästan 25 % av den totala andelen flygplatsrörelser i Sverige. Det är samma andel som de 225 flygplatser stod för som hade färre än 10 000 flygplatsrörelser per år.

Antal flygplatsrörelser per år	Antal flygplatser
Under 1 000	145
Mellan 1 000 och 10 000	80
Mellan 10 000 och 50 000	16
Mellan 50 000 och 100 000	2
Över 100 000	1

Tabell 2: Antal flygplatser, grupperade efter antalet flygplatsrörelser per år.

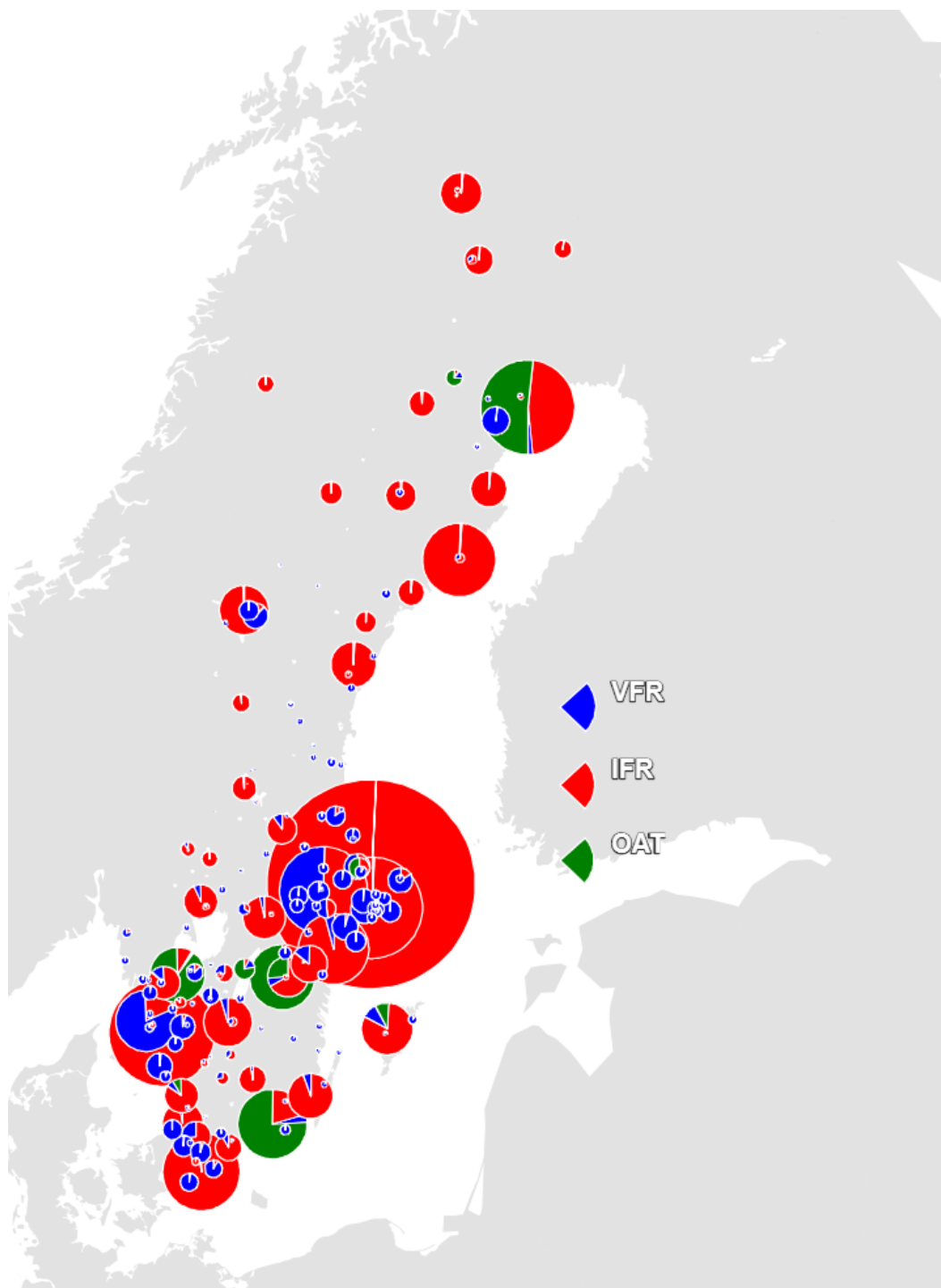
I figur 9 nedan visas trafiken på alla flygplatser uppdelat på IFR-, VFR- och militär flygtrafik (OAT). Arean på tårtdiagrammen bestäms av antalet rörelser per flygplats. Notera att den registrerade trafiken på vissa flygfält är så liten att flygplatsen endast ritas ut som en vit prick i bilden. Figuren visar att en mycket stor andel av flygplatsrörelser i Sverige är samlad till Stockholmsområdet. Men det finns också större trafikvolymerna på ett stort antal flygplatser i ett område som sträcker sig från Stockholm via Östergötland, Göteborg och ner mot Skåne.

Av figuren går det också att utläsa att de större flygplatserna domineras av IFR-trafik med undantag för Västerås och Säve flygplats som båda har en hög andel VFR-trafik. Militär flygtrafik är samlad till ett flertal flygplatser i södra Sverige samt Luleå och Vidsel i norr.

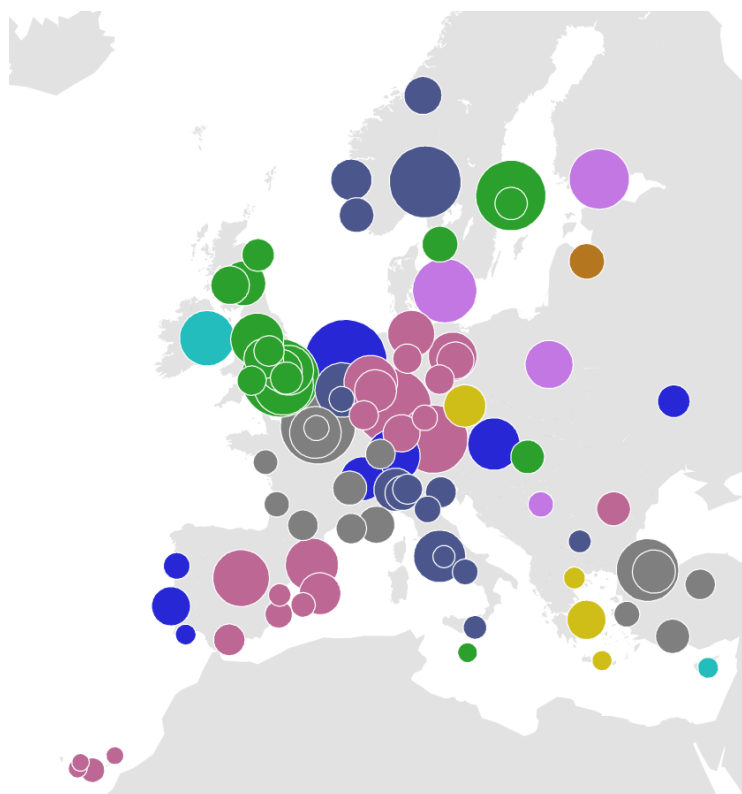
För att skapa en jämförelse med övriga Europa visas i figur 10 alla de 91 flygplatser i Europa med fler än 50 000 flygplatsrörelser per år enligt statistik från Eurocontrol⁵⁶. Under 2017 var Stockholm Arlanda den fjortonde största flygplatsen i Europa.

⁵⁵ Termen flygplatsen omfattar flygplatser, flygflottiljer, helikopterflygplatser och gräsfält.

⁵⁶ <https://ansperformance.eu/data/>, Eurocontrol



Figur 9: Flygplatsrörelser i Svenskt FIR uppdelat på VFR, IFR och OAT. Arean på tårtdiagrammen bestäms av antalet rörelser per flygplats. (LFV).



Figur 10: LFVs analys av flygplatsrörelser i Europa, baserad på Eurocontrol statistik⁵⁷
De olika färgerna syftar till att enklare hålla isär länder.

6.4 Analys av luftrumrörelser i Svenskt FIR

LFVs analyser visar att det fanns 962 200 luftrumrörelser i Svenskt FIR under 2017. Dessa luftrumrörelser fördelades mellan utrikes trafik, inrikes trafik och överflygningar enligt tabell 3. Luftrumrörelserna är ganska jämnt fördelade med en viss övervikt för inrikes luftrumrörelser.

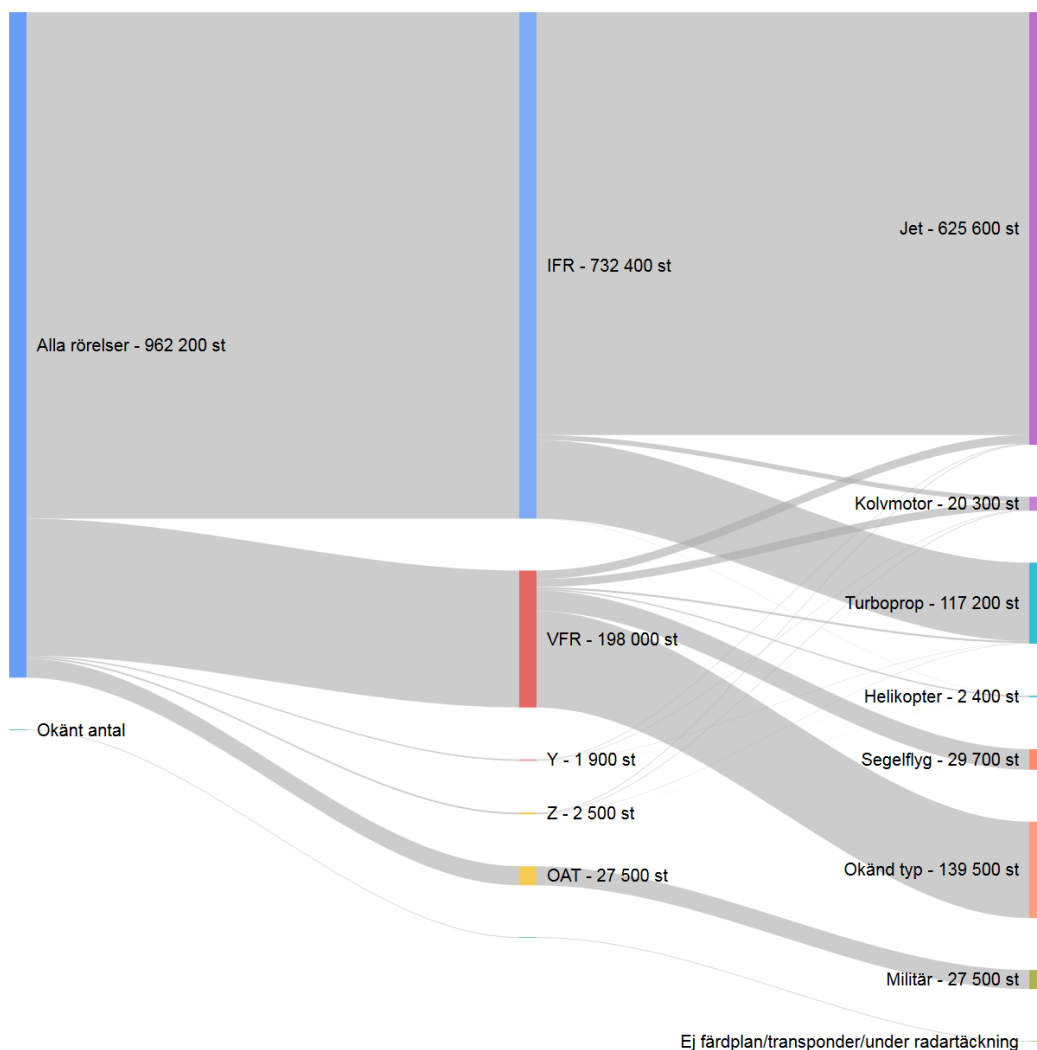
	ANTAL LUFTRUMSRÖRELSE	ANDEL
Överflygningar	315 000	33 %
Inrikes	367 000	38 %
Utrikes	280 000	29 %
Total	962 200	

Tabell 3: Fördelningen av luftrumrörelser i Svenskt FIR.

Trafikstatistiken nedan redovisar luftrumrörelser med utgångspunkt i de tre kategorierna IFR-flyg, VFR-flyg och militär flygtrafik (OAT). Men också hur dessa kategorier är uppdelade i motortyp. Bredden på banden i diagrammen motsvarar antal rörelser, tid eller flugen sträcka beroende på diagram.

⁵⁷ <https://ansperformance.eu/data/>, Eurocontrol

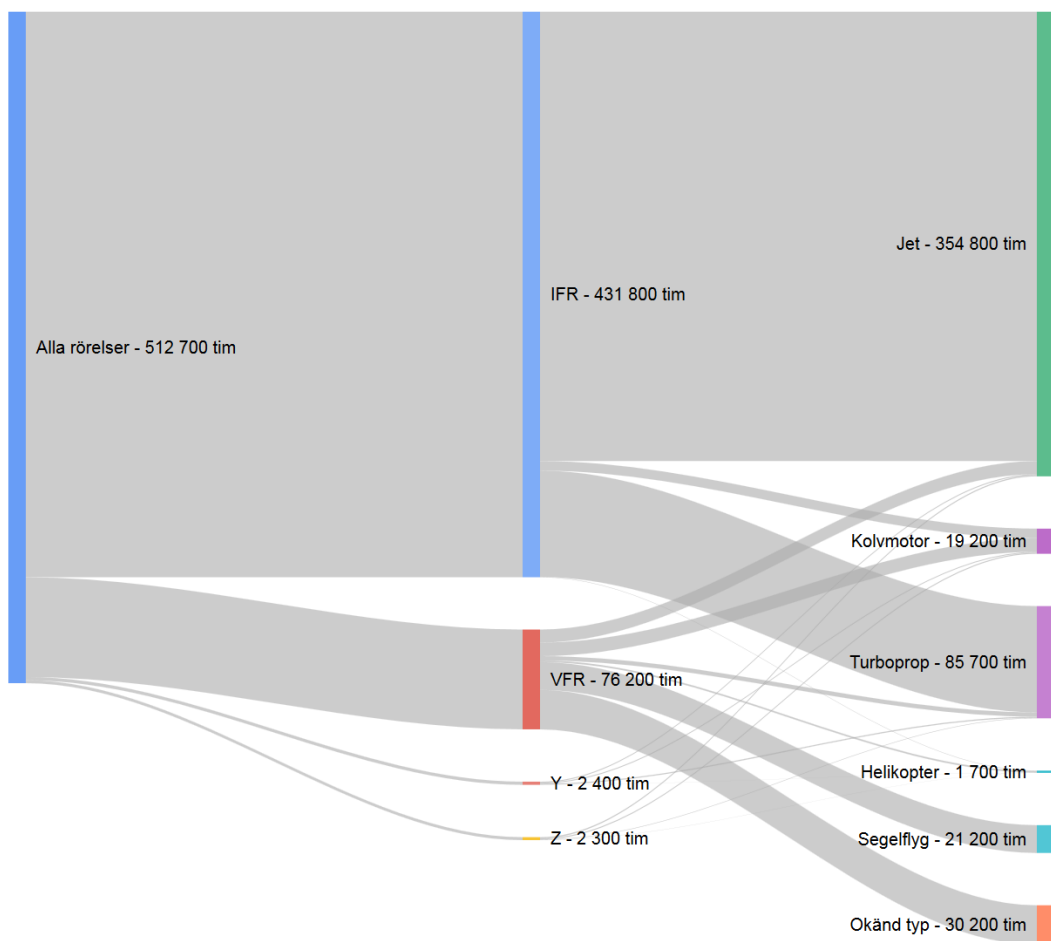
6.4.1 Redovisning av antal luftrumsrörelser under 2017.



Figur 11: Luftrumsrörelser i svenskt FIR. Bredden på banden representerar antalet luftrumsrörelser. (LFV Miljö & Prestanda).

Av figuren går att utläsa att IFR-trafik dominerar till antalet och står för drygt 75 % av alla luftrumsrörelser. Denna flygtrafik består i huvudsak av jet- och turboprop-flygplan. VFR-trafik utgör cirka 20 % där de flesta luftfartygen är av okänd typ. Detta är flygningar som har flugit utan färdplan på lägre höjder i luftrummet. LFV gör bedömningen att denna grupp i huvudsak består av kolvmotorflygplan och helikopter. Gruppen Y och Z är flyg som är en kombination av IFR och VFR. I figuren finns ett smalt band längst ner vilket representerar de flygrörelser som sker i svenskt FIR men som det saknas statistik för. Det kan som tidigare nämnts vara VFR-flyg utan färdplan som flyger där det är dålig radartäckning. Det kan också vara flyg utan transponder. Antal flygrörelser i denna kategori är okänd och illustreras här för att indikera att det statistiska underlaget inte är heltäckande.

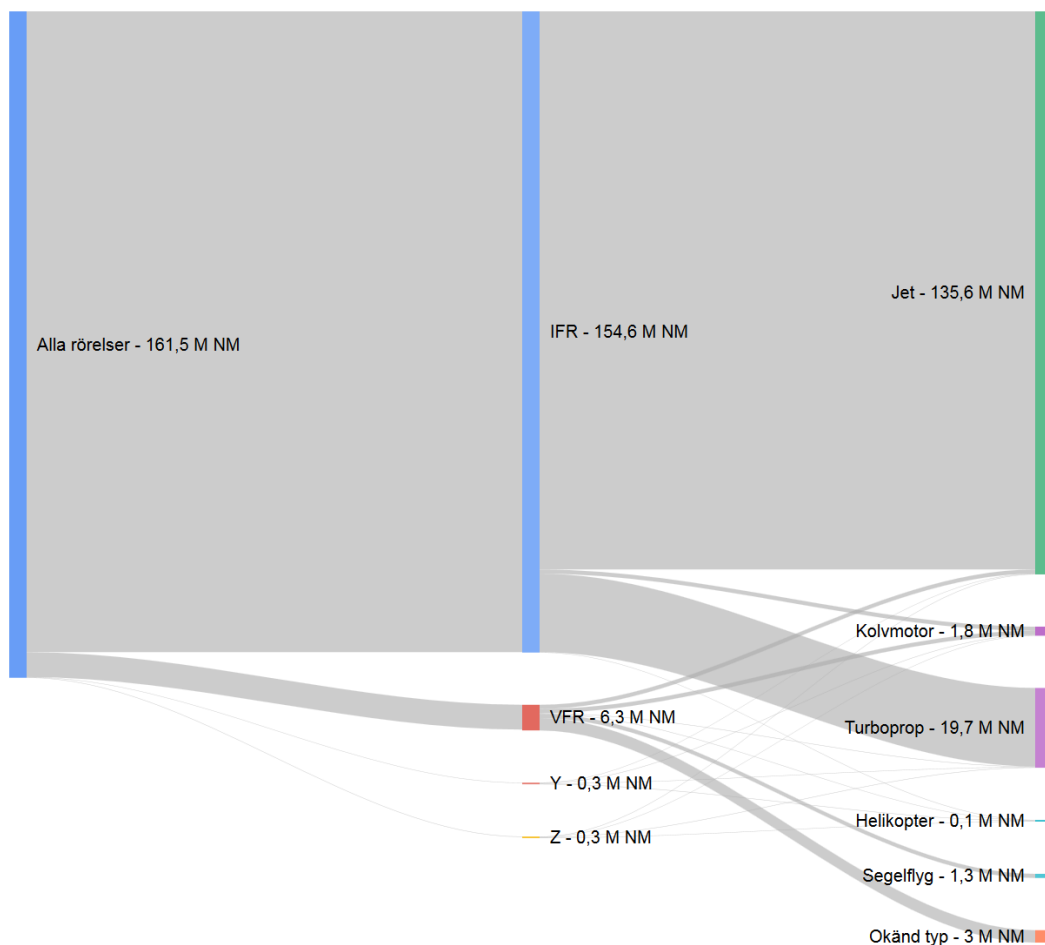
6.4.2 Redovisning av flygtid under 2017.



Figur 12: Flugten tid för alla luftrumsrörelser i svenskt FIR. Bredden på banden representerar flygtid i timmar (LFV).

I diagrammet för flygtid ingår civil flygtrafik. IFR-trafik står för de flesta flygtimmarna och jettrafik som flyger enligt IFR utgör cirka 70 % av all flygtid i svenskt FIR. Allmänflyget som vanligtvis flyger enligt VFR utgör 15 % av flygtiden i luftrummet.

6.4.3 Redovisning av flugen sträcka under 2017.



Figur 13: Flugen sträcka för alla luftrumsrörelser i svenskt FIR. Bredden på banden representerar flugen sträcka i nautiska mil. En nautisk mil = 1,852 km. (LFV Miljö & Prestanda).

Vad gäller flugen sträcka i svenskt FIR dominerar trafik som flyger IFR. Den gruppen står för nästan 96 % av all flugen sträcka. Jetflygplan står för 84 % av all flugen sträcka följt av turboprop, 12 %. Detta förklaras av att nästan alla turboprop-flygplan flyger kortare avstånd inrikes. Trots en relativt stor andel av alla luftrumsrörelser, 20 %, står VFR-flygningar för en liten andel av flugen sträcka jämfört med IFR-trafik.

6.4.4 Luftrumsrörelser - trafikflöden

Trafikflöden definieras som flygningar mellan två flygplatser, exempelvis Luleå och Arlanda eller London och Arlanda. Men det kan också vara en *lokal flygning* som startar och landar på samma flygplats.

I det svenska luftrummet finns ett mycket stort antal trafikflöden. En fullständig redovisning av flödena i svenskt luftrum är komplicerad att göra då det går att urskilja 12 700 olika trafikflöden i LFVs analys. Av alla dessa flöden var 1 700 inrikesflöden där både start- och landningsflygplats fanns i Sverige. Det var totalt 200 flöden som hade fler än 1 000 rörelser och de tio största trafikflödena visas i tabell 4 nedan.

Det största flödet är mellan Arlanda och Köpenhamn och omfattar drygt 13 000 luftrumsrörelser årligen. Därefter följer ett flöde med överflygande trafik mellan Köpenhamn och Oslo. Det största inrikesflödet är mellan Arlanda och Landvetter, och följs av trafik mellan Arlanda och Luleå.

Trafikflöden i Svenskt FIR mellan olika flygplatser	Antal luftrumsrörelser	Andel av luftrumsrörelser
Arlanda - Köpenhamn	13 370	1,4 %
Köpenhamn – Oslo	13 254	1,4 %
Arlanda – Oslo	12 608	1,3 %
Arlanda – Helsingfors	12 272	1,3 %
Arlanda – Landvetter	9 141	1,0 %
Arlanda – Luleå	8 990	0,9 %
Arlanda – London (Heathrow)	7 620	0,8 %
Arlanda – Malmö	7 204	0,7 %
Bromma – Malmö	7 077	0,7 %
Arlanda – Umeå	6 977	0,7 %

Tabell 4: De tio största flödena i Svenskt FIR (LFV).

I tabell 4 redovisas enbart flöden *mellan* två olika flygplatser men det finns flygplatser med stora trafikflöden som består av lokala flygningar, det vill säga flygningar som startar och landar på samma flygplats. Det är ofta VFR-flyg som antingen övar i trafikvarv eller genomför en flygning i flygplatsens närområde. Västerås, Säve, Ljungbyhed och Malmö Airport har betydande volymer lokala flygningar. I analysen har LFV exempelvis detekterat drygt 10 000 lokala luftrumsrörelser för Säve flygplats.

6.4.5

Luftrumsrörelser - flygplanstyper

Beteendet och prestanda för flygplan i svenskt FIR skiljer stort. Det är exempelvis stora skillnader i stig- och sjunkprofiler och vilka marschhöjder som används. Tabell 5 redovisar de tio vanligaste flygplanstyperna i svenskt FIR som har flugit med en färdplan. För rörelser utan färdplan saknas uppgifter om flygplanstyp i LFVs underlag varför sådana rörelser inte är med i tabellen. De tio flygplanstyperna nedan står för drygt 49 % av alla luftrumsrörelser i svenskt luftrum. Det totala antalet flygplanstyper var 468 stycken.

Modell	Motortyp	Antal luftrumsrörelser	Andel luftrumrörelser
Boeing 737-800	Jet	144 142	15,0 %
Airbus 320	Jet	91 137	9,5 %
Airbus 321	Jet	41 363	4,3 %
Bombardier CRJ900	Jet	34 399	3,6 %
Boeing 737-700	Jet	34 002	3,6 %
ATR 76	Turbopropeller	30 460	3,1 %
Boeing 777W	Jet	29 810	3,1 %
Boeing 737-600	Jet	25 707	2,7 %
Airbus 319	Jet	24 997	2,6 %
E190	Jet	18 257	1,9 %

Tabell 5: De tio vanligaste flygplanstyperna som flyger IFR i Svenskt FIR (LFV Miljö & Prestanda).

6.4.6 Luftrumrörelser - flygbolag

LFVs analyser visar att det var totalt 833 flygbolag som flög i svenskt luftrum under 2017 och tabell 6 visar de tio största bolagen. Tillsammans står dessa tio bolag för nästan 45 % av alla luftrumrörelser i svenskt FIR. Scandinavian Airlines är det dominerande flygbolaget i Svenskt FIR följt av Norwegian.

BOLAG	Antal luftrumrörelser	Andel luftrumrörelser
Scandinavian Airlines	152 177	15,8 %
Norwegian ⁵⁸	76 534	8,0 %
BRA ⁵⁹	44 022	4,6 %
Finnair	35 424	3,7 %
Ryanair	25 459	2,6 %
Wizzair	25 162	2,6 %
KLM Royal Dutch Airlines	19 198	2,0 %
Deutsche Lufthansa	17 052	1,8 %
Aeroflot	16 947	1,8 %
Next Jet	16 369	1,7 %

Tabell 6: De tio största flygbolagen som flyger IFR i Svenskt FIR (LFV Miljö & Prestanda).

6.5 Intressekonflikter – olika luftrumsbrukare i samma del av luftrummet

Flygtrafiken i Sverige varierar både över året och över dygnet. På grund av väder är segelflygsäsongen i första hand begränsad till sommarhalvåret och VFR-flygningar sker för det mesta under dagtid och det är nästan dubbelt så många flygningar en lördag jämfört med en vardag. För IFR-trafik är det flest antal luftrumrörelser under veckodagar och minst under lördagar. Trots skillnaderna är den övergripande strukturen likadan med mest trafik dagtid och mycket lite trafik nattetid. Även militära flygningar genomförs mestadels under samma tidsperiod.

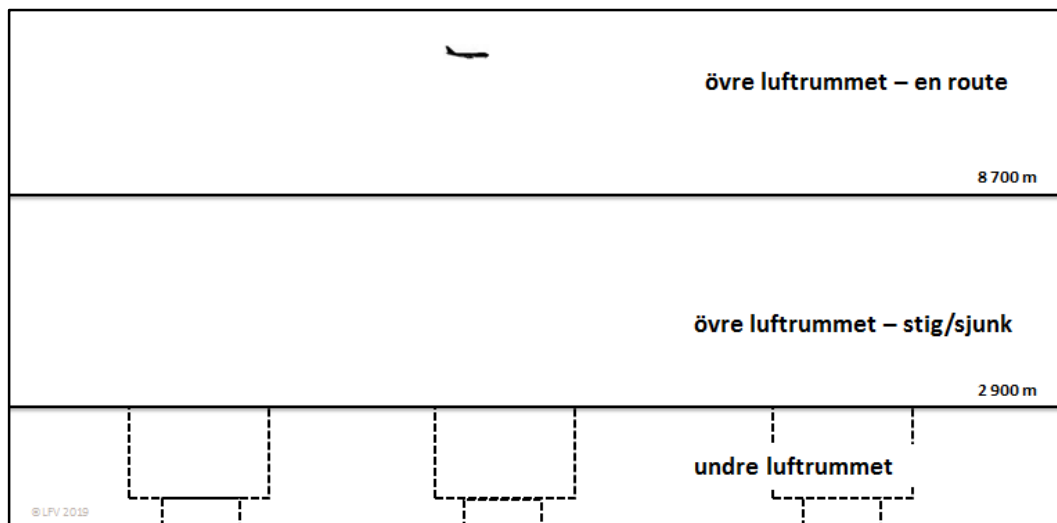
I de delar av luftrummet där det uppstår intressekonflikter kan det behöva ske en avvägning mellan intressen och behov. En intressekonflikt kännetecknas av att det finns mer än en kategori av luftrumsbrukare som vill använda samma del av luftrummet under samma tid. En skriftlig redovisning av intressekonflikter är utmanande då det är ett fyrdimensionellt problem (longitud, latitud, höjd och tid) som ska omvandlas till en tvådimensionell redogörelse. LFV har valt två olika modeller för att beskriva intressekonflikter i luftrummet; från ovan och från sidan. Modellerna tar inte hänsyn till tid utan allt flyg summeras oavsett när på året och på dygnet som de har befunnit sig i luftrummet.

⁵⁸ Norwegian Air Shuttle och Norwegian Air International

⁵⁹ Braathens Regional Aviation och Braathens Regional Airways

6.5.1 Intressekonflikter – luftrummet uppdelat i tre olika skikt

För denna redovisning grupperas flyg i de tre olika grupperna IFR-, VFR- och militärt flyg. Trafiken redovisas i tre olika höjdspann representerat i figur 14 nedan: från marken och upp till 2 900 meter, 2 900 meter till 8 700 meter och området ovanför 8 700 meter. Indelningen av luftrummet är detsamma som används i avsnitt 8 som innehåller en fördjupning av utmaningar för luftrummet.

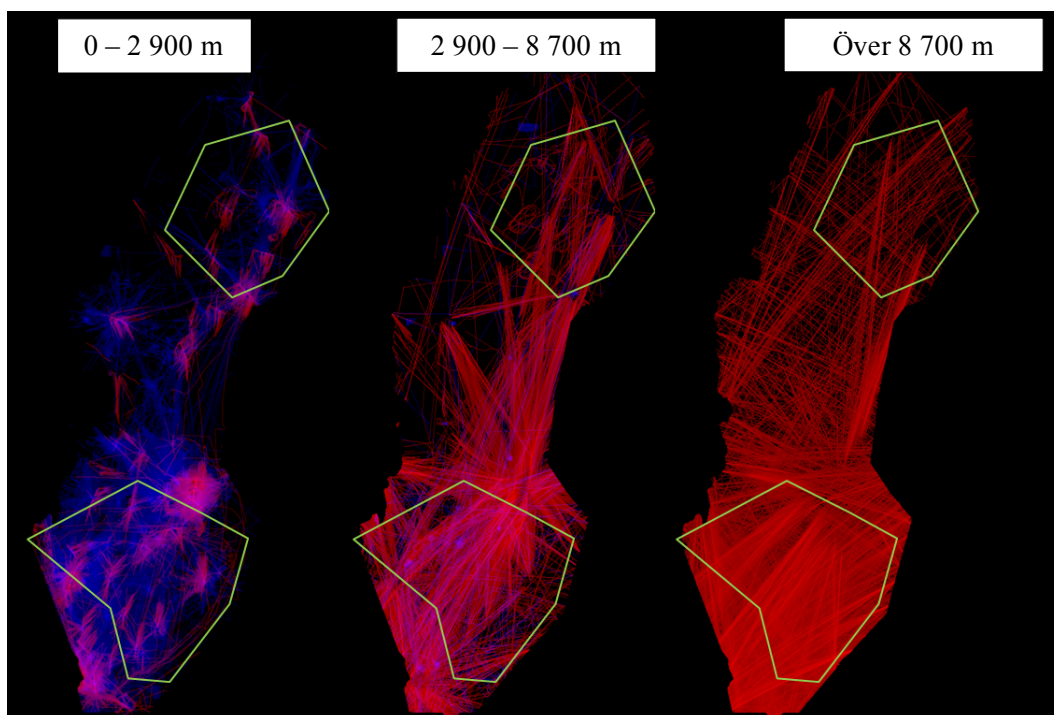


Figur 14: Principskiss av svenskt luftrum uppdelade i tre olika skikt (LFV).

LFV har valt att visualisera intressekonflikter genom att varje grupp får en egen färg. I de områden där färgerna blandas befinner sig två eller flera luftrumsbrukare i samma del av luftrummet, se Tabell 7 nedan. Resultatet av LFVs analys för år 2017 visas i figur 15.

RÖRELSER	FÄRG
VFR	Blå
IFR	Röd
Militärt flyg (OAT)	Innanför grön linje
Lika andelar VFR och IFR	Lila

Tabell 7: Färgkodning av rörelser för visualisering av intressekonflikter.



Figur 15: Svenskt FIR uppdelade i tre skikt, och luftrumsrörelser sorterade för IFR (röd), VFR (blå) och OAT inom gröna linjer (LFV).

I det undre luftrummet (0 till 2900 meter, figur 15 till vänster) återfinns nästan all VFR-trafik men också stig- och sjunkfaser för IFR-trafik och militär flygtrafik. Där VFR- och IFR-trafik blandas går färgen mot lila vilket kan utläsas i större områden runt bland annat Stockholm, Göteborg samt i Skåne. I Östgötaområdet utgår mycket militärt flyg och i detta område blandas denna trafik med de två övriga grupperna. Det är väldigt få områden som bara består av IFR-trafik (röd färg) i detta höjdsikt. Av figuren går också att utläsa att VFR-flyg kan verka relativt ostört i luftrummet utanför storstadsområdena. I norra Sverige är det stora områden med relativt lite trafik i det lägre luftlagret.

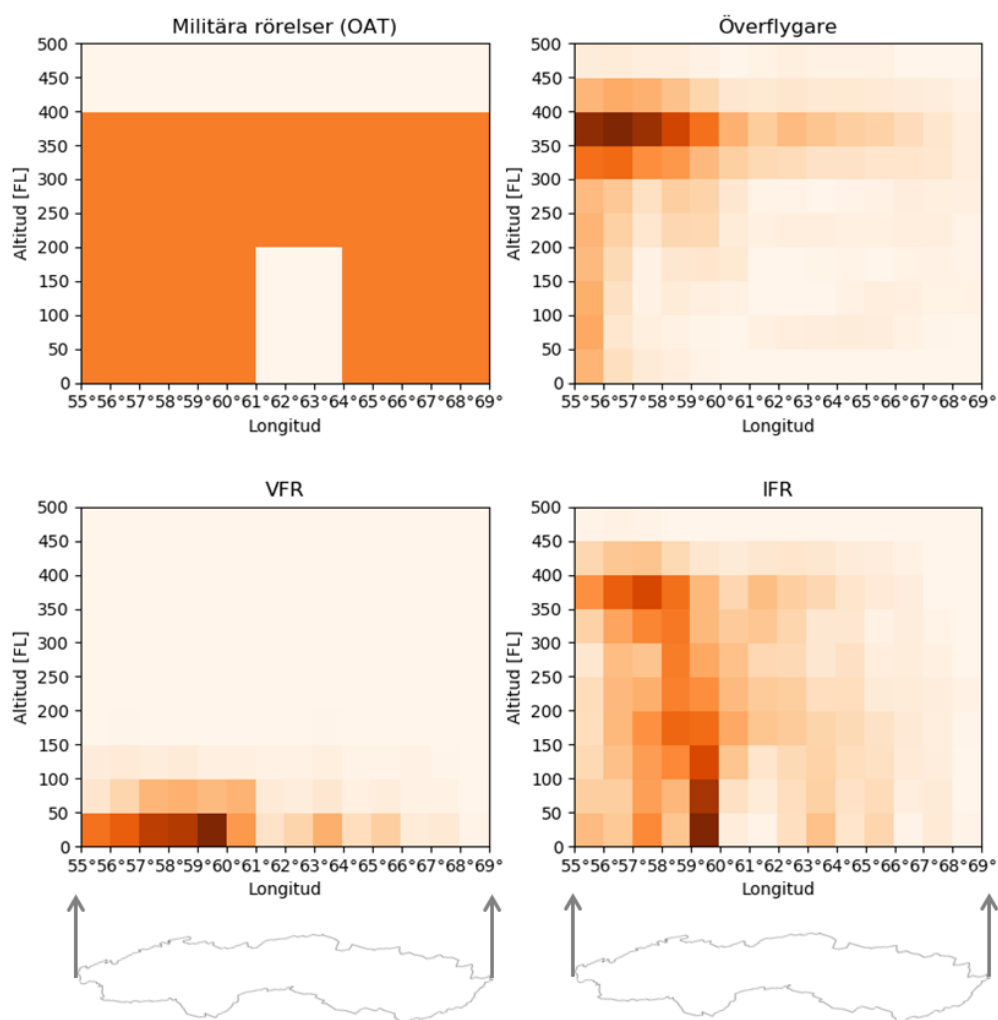
Figur 15 i mitten visar det övre luftrummet – stig/sjunk (2 900 till 8 700 meter). I detta segment flyger nästan bara militär trafik och IFR-flyg även om det finns några geografiskt avgränsade områden med VFR-trafik (i första hand fallskärmshoppning). I denna del av luftrummet finns intressekonflikter i de södra delarna av Sverige.

Över 8 700 meter, i det övre luftlagret – en route, figur 15 till höger, dominerar IFR-flyg och majoriteten av alla överflygare hittas i detta segment av luftrummet. Det finns områden i södra Sverige där militärt flyg befinner sig i samma område som stora volymer civilt IFR-flyg.

6.5.2 Intressekonflikter – luftrummet från sidan

Redovisningen ovan är ytmässigt mycket detaljerad men i och med att flygtrafiken endast delas in tre höjdspann kan en del av förståelsen för intressekonflikter bli något förenklad.

Som komplement kan svenskt FIR betraktas från sidan istället och en uppdelning sker då i nord/sydlig riktning (latitud) och i höjd. Figur 16 redovisar ett sådant perspektiv där man utgår från att svenskt luftrum betraktas från en punkt i Finland och man ser rakt igenom svenskt luftrum. Redovisningsmodellen tar då inte hänsyn till ett flygplans läge i öst/västlig riktning varför ett radareko över Arlanda summeras tillsammans med radarakon över exempelvis södra Värmland. Figur 16 ska därmed läsas tillsammans med redovisningen ovan för att det ska skapas en helhetsbild. Under de nedersta delbilderna i figuren visas även en bild av Sverige för att skapa en förståelse av var flygningarna sker.



Figur 16: Luftrumsrörelser grupperade på OAT, överflygning, VFR och IFR. Färgen i rutorna bestäms av antalet registrerade radarekon förutom för militär trafik där det område är markerat som militärt flyg är vanligare än i övrigt luftrum. Höjden visas i flygnivåer (FL) där 1 FL = 100 fot. Exempelvis FL 50 = 5 000 fot och FL100 = 10 000 fot. (1 fot = 0,3048 m). (LFV).

Militär trafik utgår mestadels från flygplatser mellan den 58:e och 59:e breddgraden (Linköping och Såtenäs) men det finns även en koncentration från den 65:e till den 66:e breddgraden (Luleå och Vidsel). Militär flygtrafik över FL 50/1 500 meter koncentreras till två områden, mellan Ronneby och Arlanda samt mellan Umeå och Gällivare. Försvarsmakten har stort behov av tillgång till höga höjder men majoriteten av flygningarna sker på höjder under FL 250/7 500 meter.

Överflygare, det vill säga IFR-flygtrafik som startar och landar utanför svenskt FIR är koncentrerade till södra Sverige på flygnivåer runt FL 350/10 500 meter till FL 400/12 000 meter. I figuren kan också utläsas stig- och sjunkfaser för trafik från och till Köpenhamns och Oslo flygplats.

VFR-trafik är koncentrerat till södra Sverige och majoriteten av luftfartygen återfinns i södra Sverige med högst koncentration i ett bälte som omfattar Stockholms-, Östgöta- och Göteborgsområdet. VFR-trafiken är också koncentrerad till lägre höjder, vanligen under FL 50/1 500 meter. Segelflygplan flyger VFR och återfinns mestadels under FL 100/3 000 meter men enstaka rörelser har förekommit över FL 150/4 500 meter.

IFR-trafik som startar eller landar i Sverige flyger till/från fem tydliga områden, Malmö, Landvetter, Bromma Arlanda, Umeå och Luleå. I figuren går det också att utläsa hur flygplanen stiger och sjunker in till de olika flygplatserna. Jetflygplanens använder normalt marschhöjder mellan FL 350/10 500 meter och FL 400/12 000 meter. Vanliga flyghöjder för turboprop är ungefär 20 000 fot (6 000 meter) lägre.

Sammanfattningsvis uppstår det intressekonflikter mellan olika typer av brukare i delar av svenskt FIR och inom vissa höjdsegment. Den största intressekonflikten hittas i södra Sverige på låga höjder, i det undre luftrummet, där alla olika luftrumsbrukare har intresse av att flyga. I det övre luftrummet - stig/sjunk uppstår intressekonflikter främst mellan IFR-trafik och militär trafik och då främst i luftrummet i höjd med Linköping/Såtenäs där det finns övningsområden som ofta används. I det övre luftrummet (en route) uppstår färre intressekonflikter men även i detta segment finns det militära övningsområden som påverkar den civila IFR-trafiken.

7 LÅNGSIKTIG TRAFIKUTVECKLING

Detta avsnitt beskriver prognoser för trafikutveckling på lång sikt i Sverige för den civila kommersiella trafiken (IFR-trafik). Det finns flera organisationer som tar fram prognoser och avsnittet innehåller en jämförelse mellan dessa prognoser. Både vad gäller prognosförutsättningar, prognosantaganden och organisationernas trafikprognoser. Avsnittet avslutas med en kort beskrivning av prognoser för allmänflyg.

7.1 Långsiktiga prognoser för civilt kommersiellt flyg i Sverige

De organisationer som tar fram prognoser för långsiktig trafikutveckling för svenskt luftrum med avseende på antalet flygrörelser är för närvarande Eurocontrol, Swedavia AB och Transportstyrelsen. Dessa prognoser har dock olika fokus, syften samt olika tidshorisonter.

Syftet med Eurocontrols långtidsprognoser är att förse medlemsländer med underlag för beslut om åtgärder av olika slag, exempelvis luftrumsförändringar för att kunna hantera ändrade trafikvolymmer. Syftet med Swedavias långsiktiga rörelseprognoser är att vara underlag för Swedavias långsiktiga planering inom ett stort antal områden, bland annat utbyggnad av infrastrukturen på flygplatserna och vid ansökningar om olika former av tillstånd. Den långsiktiga trafikprognosen utgör också ett viktigt underlag för myndigheter och andra externa aktörer i frågor kopplade till bland annat kapacitets-, stads- och infrastrukturplanering, som syftar till förändringar vid Swedavias flygplatser. Syftet med Transportstyrelsens prognos över passagerarantal och flygrörelser är att utgöra underlag för Transportstyrelsens avgiftssättning, men också för att ge omvärlden myndighetens bedömning av flygtrafikens utveckling på kort och medellång sikt.

Prognosmetodiken för Eurocontrol⁶⁰, Swedavia⁶¹ och Transportstyrelsen⁶² baseras på ekonometriskt skattad efterfrågemodell. Hur dessa modeller ser ut i detalj är inte publicerad information men de bygger delvis på ett historiskt samband mellan BNP-tillväxt och efterfrågan på flygresor. Metodiken tillämpas även av ICAO, branschorganisationer som IATA, ACI och stora flygplatser. Tabell 8 listar några identifierade förutsättningar för respektive organisations prognoser.

⁶⁰ "European Aviation in 2040 – Challenges of Growth", Eurocontrol Rapport 2018.

⁶¹ "Swedavias långsiktiga trafikprognos 2017-2050", Swedavia Rapport 2017.

⁶² "Höstprognos 2018-2024", TS Rapport 2018, Dnr TSL 2018-1943.

ORGANISATION	EXEMPEL PÅ PROGNOSFÖRUTSÄTTNINGAR ⁶³
Eurocontrol	<ul style="list-style-type: none"> • Marknadstrender beaktas, exempelvis lågkostnadsbolag, förändrade flygplansflottor, fler säten i befintliga flygplan • Ökad medelklass i Kina och andra asiatiska länder förväntas öka resandet • Tar hänsyn till att snabbtågsjärnväg kommer minska inrikestrafiken med 6,6 % på berörda linjer.
Swedavia	<ul style="list-style-type: none"> • Samma flygplatser drivs under hela perioden (inklusive Bromma) • Under period 2017-2020 nyttjas Swedavias affärsplaneprocess • Eventuella kapacitetsproblem i luftrummet beaktas ej • Folkmängd 12,5 miljoner i Sverige år 2050 • Långsiktigt ökade oljepris • Minskad och åldrande befolkning i Europa samt global ökningstakt minskar
Transportstyrelsen	Ej beskrivet i Transportstyrelsens prognoser

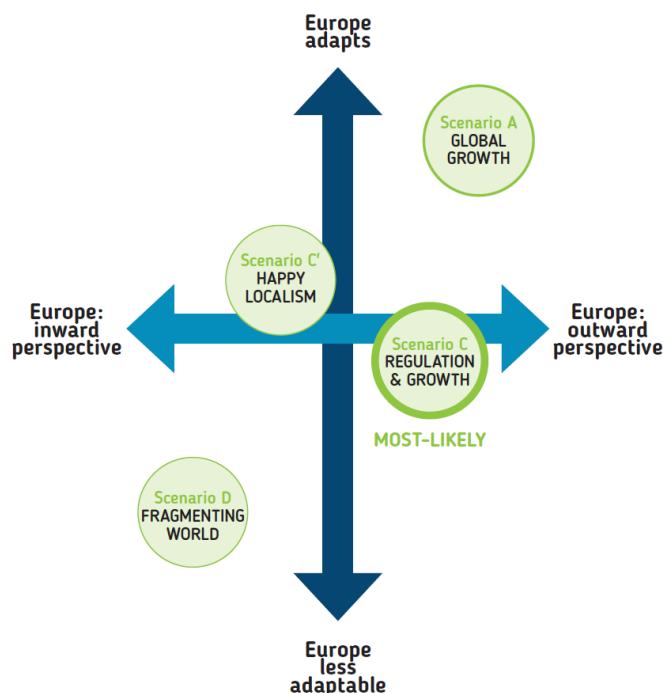
Tabell 8: Exempel på prognosförutsättningar.

Den storhet som har störst påverkan för utvecklingen av hur flygtrafiken utvecklas över tid är BNP-tillväxten. Tabell 9 listar de prognosantaganden som respektive organisations prognos baseras på. Detta är beskrivet på lite olika sätt i dem tre rapporterna,

Figur 17 presenterar Eurocontrols fyra olika scenarier som används i prognosen⁶⁴: De fyra olika scenarierna är Global Growth (GG), Regulation and Growth (R&G), vilken anses som mest troliga scenario, Happy Localism (HL) och Fragmenting world (FW).

⁶³ Parametrar som beaktats för prognosen

⁶⁴ "European Aviation in 2040 – Challenges of Growth", Eurocontrol Rapport 2018, Annex1 "Flight Forecast to 2040".



Figur 17: Eurocontrols fyra scenarier för ekonomisk utveckling.

Swedavia gör bland annat följande antaganden i sin prognos:

- Den genomsnittliga BNP-tillväxten antas vara 2,1 procent per år enligt prognoser från Konjunkturinstitutet och OECD.
- BNP-elasticiteten antas avta till följd av att flygmarknaden i Sverige blir allt mognare.
- Långtidsprognosen förutsätter att klimatomställningen fortsätter inom alla sektorer och att flyget under prognosperioden har genomfört merparten av omställningen till fossilfrihet.
- Generella kostnadsökningar leder till stigande flygpriser vilket delvis hämmar efterfrågeutvecklingen.
- Stora kapacitetstillskott i den globala och europeiska flygmarknaden innebär en utbudsökning som bidrar till fortsatt priskonkurrens.
- Ett aktivt linjeutvecklingsarbete och kostnadseffektivare flygplanstyper bidrar till ökad internationell tillgänglighet i form av nya direktförbindelser.
- Sveriges attraktivitet som turistland fortsätter att utvecklas positivt vilket medför en ökning av antalet inkommande resenärer.
- Konkurrensen från alternativa transportmedel är förhållandevis begränsad.

Transportstyrelsen gör bland annat följande antaganden i sin prognos:

- Den genomsnittliga BNP-tillväxten antas vara 2,1 procent per år enligt prognoser från Konjunkturinstitutet under perioden
- Antaganden om utvecklingen av flygplansstorlekar. Den bakomliggande trenden går mot genomsnittligt större flygplan (perioden 2010-2017 ökade genomsnittstorleken på flygplan med 23 % för inrikestrafiken och 13 % avseende utrikestrafiken).
- Antaganden om beläggingsgrader (kabinfaktorn förväntas öka marginellt avseende inrikestrafiken till 65 % och öka cirka 4 % på utrikestrafiken till 79 % till 2024).

	EUROCONTROL	SWEDAVIA	TRANSPORTSTYRELSEN
Prognosperiod	2018-2040	2016-2050	2018-2024
Datum för rapport	september 2018	juni 2017	september 2018
Låg prognos (genomsnittlig tillväxt per år mätt i rörelser)	1,3 % Sverige 1,5 % Europa "Happy Localism" 0,2 % Sverige 0,5 % Europa "Fragmenting World"	0,8 %	n/a
Medelprognos (genomsnittlig tillväxt per år mätt i rörelser)	1,5 % Sverige 1,9 % Europa "Regulation and Growth"	2,1 %	1,1 % Sverige Total ökning på 8 % under perioden.
Hög prognos (genomsnittlig tillväxt per år mätt i rörelser)	2,2 % Sverige (2,7 % Europa) "Global Growth" – GG	3,1 %	n/a
Kommentar	Total trafik, såväl överflygande som inrikes och utrikestrafik samt fraktrafik.	Trafik till/från Swedavias flygplatser (person och frakt) uppdelad per flygplats.	Antal flygrörelser prognosticeras i antal landningar. Med andra ord beaktas inte överflygande trafik i denna prognos.

Tabell 9: Jämförelser mellan prognoser från Eurocontrol, Swedavia och Transportstyrelsen.

LFV konstaterar sammanfattningsvis att de olika prognoserna har olika täckningsgrad, vilket gör att prognoserna inte kan ställas mot varandra. Den största skillnaden är att Eurocontrols prognos innefattar överflygande trafik, vilket de övriga två prognoserna inte täcker. Sett ur ett historiskt perspektiv, så ökar den överflygande trafiken mest, därefter utrikestrafik och på en mycket låg nivå förväntas inrikestrafiken öka, även om den i Sverige har minskat under 2018 enligt LfVs statistik. Merparten av utrikestrafiken är

koncentrerad till de större flygplatserna. Detta kan vara en förklaring till att Swedavias prognoser är något mer positiva än Transportstyrelsens prognoser. En annan förklaring till skillnaden är att det helt enkelt finns vissa skillnader i den prognosmetodik som används. Om utgångspunkten är medelprognos, som Eurocontrol benämner ”Regulation and Growth” vilket de bedömer som mest troliga scenario, är Swedavias prognos mer positiv än omvärldsprognosen (på Europainivå ligger medeltillväxten på 1,9 % per år).

Att redovisa specifika trafikflöden och hur dessa kan komma att utvecklas bedöms inte möjlig över en längre tidsperiod på grund av en mängd faktorer. Dessa beror på dels omvärldsfaktorer, exempelvis hur den svenska kostnaden för att flyga i luftrummet (unit rate) utvecklas relativt grannländer och dels hur resmönster ändras över tid (vilka destinationer som är aktuella).

Transportstyrelsens prognos är lägre än de andra. LFV bedömer att en av de bakomliggande orsakerna till detta är att transportstyrelsens prognos inte tar hänsyn till överflygande trafik, som står för cirka 33 % av totala antalet rörelser i svenskt FIR (detta är också den flygtrafik där trafik tillväxten är störst).

7.2 Prognoser allmänflyg

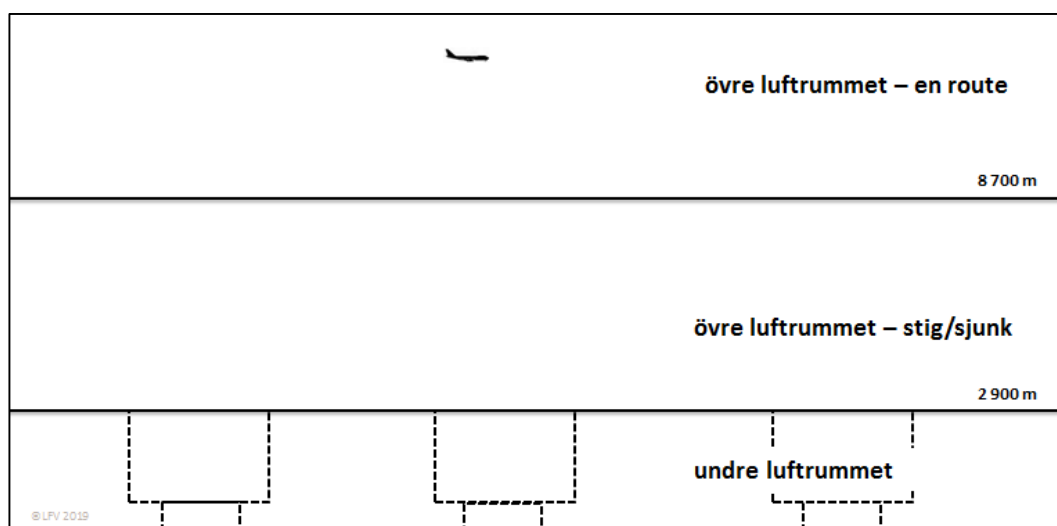
Allmänflyget utgör en betydande andel av flygtrafik i svenskt FIR men det finns inte motsvarande trafikprognoser som för den civila kommersiella trafiken. Det råder också brist på mer utförlig data om framtida tendenser för allmänflyget. LFV har haft kontakt med företrädare för allmänflyget och de beskriver att det har skett en minskning av antal privatflygcertifikat. Det är en trend som har funnits de senaste tio åren⁶⁵. Det finns sannolikt flera orsaker till detta. Allmänflyget är starkt reglerat och kostnaderna har ökat väsentligt både vad gäller underhåll och bränslekostnader. Tillgång till flygplatser i Stockholmsområdet har begränsats och tillgängligheten på lägre höjder i luftrummet har generellt försämrats genom många nya hinder (exempelvis vindkraftverk). Mycket tyder på att den svagt negativa tendensen kommer att fortsätta men ny teknik som exempelvis elektrifierat flyg kan komma att gynna allmänflyget. Under 2018 baserades det första serietillverkade elflygplanet på Säve flygplats.

⁶⁵ ”Förutsättningar för allmän flygplatser i Stockholmsregionen och dess närhet”, KSL, rapport mars 2014.

8 FÖRDJUPNING AV BEHOV OCH UTMANINGAR FÖR SVENSKT LUFTRUM

I det här avsnittet sker en fördjupning av de delar av luftrumsstrukturen som LFV bedömer är av särskilt intresse. Fördjupningen sker i två delar där den första delen beskriver utmaningar i den nuvarande luftrumsstrukturen. Den andra delen innehåller områden som LFV bedömer kan få en påverkan på hur luftrummet ska organiseras, både på kort och på längre sikt. Dessa områden är obemannat flyg, elektrifierat flyg och klimatanpassning.

I fördjupningen av luftrumsstrukturen utgår LFV från en uppdelning i tre delar se figur 18. Den tredelade uppdelningen anser LFV är logisk då de olika områdena skiljer sig åt från varandra utifrån flera olika perspektiv; luftrumsbrukare, flygplanstyper, antal utövare av flygtrafiktjänst och behov av utveckling.



Figur 18: Illustration av tredelad uppdelning av luftrummet i profil (LFV).

I redovisningen använder LFV begreppet det undre luftrummet för den del av luftrummet som är under 2 900 meter⁶⁶, det vill säga under det yttäckande kontrollerade luftrummet (YKL). Luftrummet på och över 2 900 meter benämns det övre luftrummet stig/sjunk och segmentet över 8 700 meter benämns det övre luftrummet – en route.

8.1 Luftrumsstrukturen i det undre luftrummet

Det undre luftrummet utgör den mest komplexa delen av luftrummet. Det består av ett flertal olika typer av luftrumsvolymmer där vissa delar är kontrollerat och andra delar okontrollerat.

I det lägre luftrummet finns ett stort antal flygplatser som ägs av olika typer av aktörer som exempelvis kommunala eller privata bolag, bolag som är samägda av flera kommuner och landsting, det statliga bolaget Swedavia och flygklubbar.

⁶⁶ Med undantaget i nordvästra Sverige där det yttäckande luftrummet sträcker sig från 3 800 meter.

Flygtrafiktjänsten i det undre luftrummet består av flera leverantörer. LFV ansvarar för flygtrafiktjänster vid statliga och militära flygplatser medan övrig flygtrafiktjänst är konkurrensutsatt.

Flygtrafiken består av IFR- och VFR-trafik genom den civila linje-, charter- och frakttrafiken, militär flygtrafik, samhällsnyttigt flyg och alla olika former av allmänflyg. I det undre luftrummet flyger också alla typer av luftfartyg från långsammare kolvmotorflygplan, segelflyg, helikopter till militär och civil jettrafik. Det är dessutom i det lägre luftrummet som drönare kommer att bli allt vanligare. Till att börja med på mycket låg höjd (under 150 meter) där bemannat flyg är mer sällsynt men efterhand även på lite högre höjder där drönare och bemannat flyg måste integreras med hjälp av nya system och tjänster (mer om drönare i avsnitt 8.9).

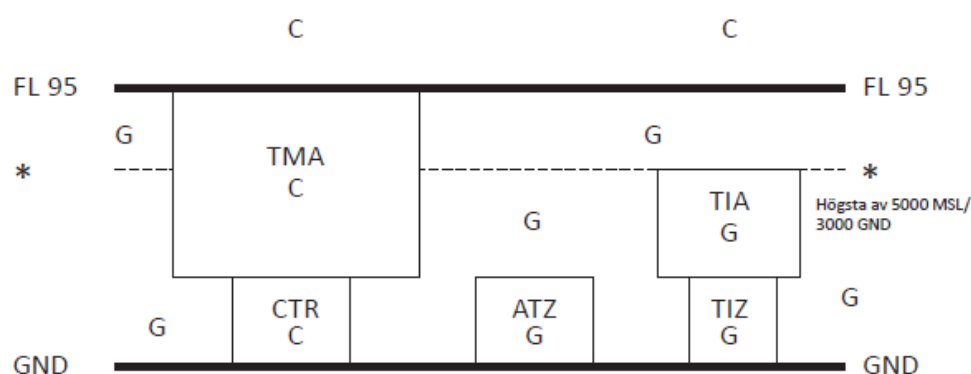
Utgångspunkten är att luften är okontrollerad och för piloter krävs det inget tillstånd att flyga i sådan luft. Ansvaret för att navigera och undvika kollision med andra luftfartyg vilar helt på piloten. De flesta flygningar i okontrollerad luft sker enligt visuellflygreglerna (VFR) och piloten har uppsikt och undviker kollision genom fastställda regler för väjning. I den okontrollerade luften kan flygtrafikledningen bistå med flyginformationstjänst och informera om bland annat annan känd flygtrafik för att underlätta för piloterna att undvika kollision.

Det finns ett stort antal flygplatser och flygfält i Sverige som omgärdas av okontrollerad luft. Luftfartsförordningen säger att det ska finnas kontrollerat luftrum vid flygplatser men Transportstyrelsen kan medge undantag från detta där trafiken är av mindre omfattning eller komplexitet⁶⁷. För vissa mindre flygplatser finns behov av att ändå styra upp flygtrafiken vilket kan göras genom att upprätta en trafikzon i flygplatsens närhet, ATZ. Vid en instrumentflygplats, som är en flygplats med instrumentflygprocedure till minst en banriktning, är det lägsta kravet på luftrum en trafikinformationszon (TIZ) och ett trafikinformationsområde (TIA)⁶⁸. Det finns också en särskild flyginformationstjänst (AFIS) för flygplatser och luftrum kring dessa okontrollerade flygplatser. Piloten har fortfarande ansvaret för att undvika kollision men får information om exempelvis annan trafik.

För vissa flygplatser krävs mer säkerhet, särskilt de som trafikeras av många luftfartyg som flyger enligt instrumentflygregler (IFR). Runt dessa *kontrollerade* flygplatser upprättas kontrollerat luftrum i form av kontrollzoner (CTR) och terminalområden (TMA). CTR och TMA har således som primärt syfte att skydda IFR-flygtrafik som sjunker in till och stiger ut från kontrollerade flygplatser. Genom att det krävs klarering för flygning i kontrollerad luft kan flygtrafiktjänsten säkerställa separation mellan luftfartyg. Figur 19 illustrerar de olika typerna av luftrum i det undre luftrummet.

⁶⁷ Luftfartsförordningen (2010:770) 11§

⁶⁸ TSFS 2018:98



Figur 19: Principskiss för undre luftrummet. G anger okontrollerad luft och C kontrollerad luft. 5 000 MSL/ 3 000 GND utläses 5 000 fot/ 1 500 meter över havets nivå alternativt 3 000 fot/900 meter över marken.

Av figuren ovan kan det skapas intryck av en relativt tydlig och enkel luftrumsstruktur i det lägre luftrummet, men verkligheten är ofta mer komplicerad. Terminalområden och kontrollzoner är bara upprättade de tider som flygplatser väljer att tillhandahålla flygkontrolltjänst. Det innebär att övrig tid är luftrummet runt flygplatsen okontrollerat men det kan ändå förekomma flygtrafik. Så är fallet för ett flertal flygplatser, exempelvis Västerås och Trollhättan. Inom ett och samma terminalområde kan det också finnas flera kontrollerade flygplatser och då benämns dessa samfälliga terminalområden. Exempel på sådana TMA är Göteborg, Stockholm och Östgöta TMA.

Undersidorna på terminalområdena har varierande höjd och blir högre ju längre bort från flygplatser som ett flygplan befinner sig. I vissa områden som Stockholmsområdet eller södra Sverige där det finns ett stort antal flygplatser/flygfält har terminalområdena en mer komplicerad struktur med mycket varierande höjder vad gäller terminalområdets undersida. Det ställer krav på de luftrumsbrukare som flyger i den okontrollerade luften, under terminalområdena, att ha koll på utformningen av luftrummet.

Utgångspunkten är att terminalområden ska vara så pass stora i sidled att sjunk- och stigprofiler ska inrymmas för flyg till och från en kontrollerad flygplats. För andra luftrumsbrukare kan den kontrollerade luften i terminalområdet inskränka tillgänglighet och möjligheten att flyga på önskvärt sätt. En klarering från flygtrafikledningen i kontrollerad luft som syftar till att förebygga kollision till annan trafik innebär ju samtidigt inskränkning i relation till det mer fria flygandet i den okontrollerade luften. Flygning i TMA ställer också speciella krav på de som flyger vad gäller exempelvis transponder och radioutrustning. De större allmänflygorganisationerna har också uttryckt kritik i samverkan mot vad de anser vara för stora terminalområden.

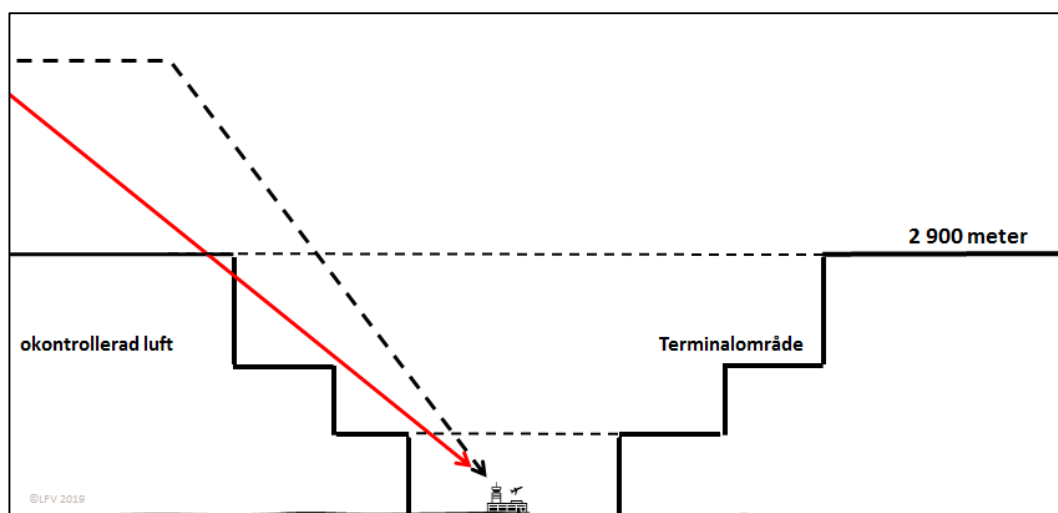
Inom segelflyget saknar många flygplan transponder. För att de ska kunna flyga inom terminalområden görs överenskommelser med flygtrafikledningen om upprättande av särskilda avlysta luftrumssektorer som kan aktiveras på begäran av segelflygklubbarna. Dessa sektorer ger segelflyget större frihet men samtidigt begränsar de tillgängligheten för IFR-trafik som inte får flyga i segelflygsektorer eftersom flygtrafikledningen inte

kan upprätthålla radarbaserad separation till luftfartyg som inte syns på flygtrafik-tjänstens radarskärmar⁶⁹.

Försvarmakten har som nämnts övningssektorer av olika typ i hela landet. Företrädesrätt mellan civil och militär trafik inom aktiva övningssektorer styrs av Transportstyrelsens föreskrifter. Om Försvarmakten belägger övningssektorer som ligger i ett terminalområde säger regelverk att civil trafik till/från flygplatser i terminalområdet har företräde framför det militära flyget. Utanför gäller det omvända⁷⁰. Det innebär således att Försvarmaktens tillgänglighet i det undre luftrummet påverkas av hur stora terminalområdena är.

8.2 Utmaningar med luftrumsstrukturen i det undre luftrummet

Det har skett ett flertal mindre justeringar av TMA-strukturen i Sverige men i grunden bygger utformningen på flygets och flygtrafik-tjänstens förutsättningar under mitten av 90-talet. Befintliga terminalområden har därför inte längre en ändamålsenlig utformning och möter inte dagens eller framtidens krav. Ett modernt flygplan som sjunker in till en svensk flygplats idag, möter ofta ett terminalområde som, enkelt uttryckt, är för litet vilket illustreras i figur 20.



Figur 20: Ett terminalområde i profil där streckad svart pil illustrerar en inflygning som inryms i kontrollerad luft. Den röda pilen visar en flackare sjunkprofil som gör att flygningen inte inryms i kontrollerad luft. En del av flygningen hamnar därför i okontrollerad luft (LFV).

Det finns flera orsaker till att strukturen med befintliga TMA har blivit omodern.

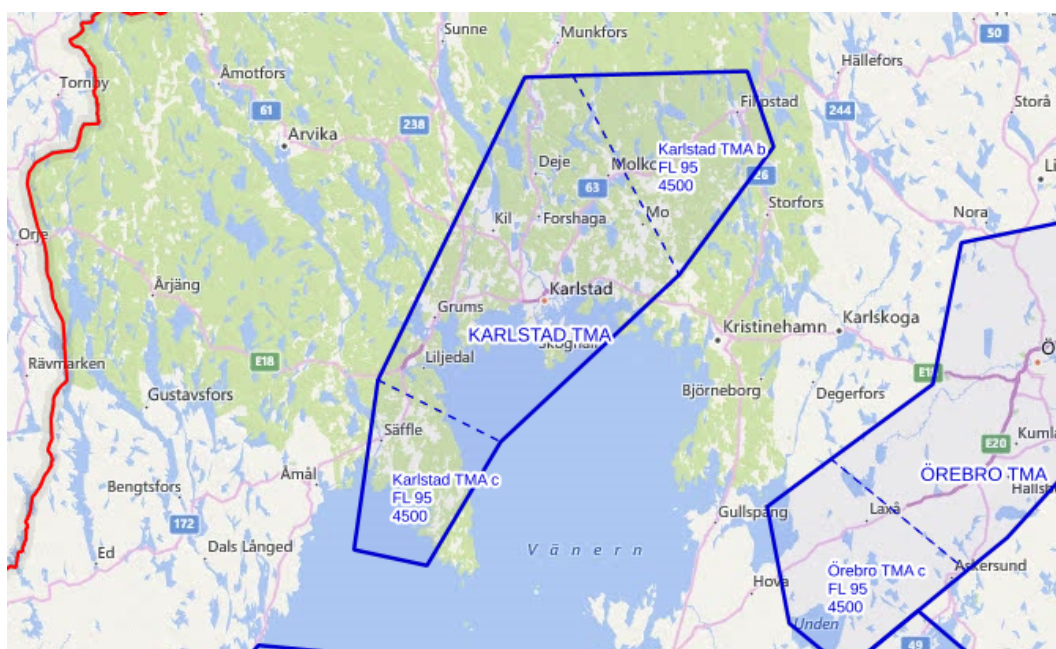
- Moderna flygplan har en annan aerodynamik jämfört med äldre flygplanstyper vilket bland annat leder till mer flacka sjunkprofiler. Det pågår studier vid Chalmers tekniska högskola som visar att framtidens flygplanstyper sannolikt kommer att ha ännu flackare profiler än dagens moderna flygplanstyper⁷¹.

⁶⁹ Flygtrafik-tjänsten har förfaranden för att upprätthålla separation vid radarbortfall men dessa skapar mycket stora begränsningar av kapacitet

⁷⁰ TSFS 2016:34.

⁷¹ "Luftrumsutformning och dess påverkan på framtida inflygningar" – 2018-2019, <http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/pages/ProjektVisaNy.aspx?ProjektId=4083>.

- Det är ett helt annat fokus på bränslebesparing hos flygbolag idag än under 90-talet. Det kan förklaras med högre bränslepriser men också en ökad miljömedvetenhet hos flygoperatörer. Ett mer bränslemedvetet flygande ger generellt flackare sjunkprofiler.
- Regelförändringar för flygtrafiktjänsten har ökat den buffertzonen som behövs för separation till okontrollerad luft. Terminalområdena har inte anpassats efter detta vilket ger mindre handlingsutrymme som flygtrafiktjänstens har för att hantera trafik i terminalområden.
- Det pågår en implementering av satellitbaserade inflygningsprocedurer till svenska flygplatser⁷². Dessa procedurer kan ha en utformning som kräver andra luftrumsvolymer med kontrollerad luft än tidigare. Ett exempel på detta är Västerås flygplats där det pågår en ansökanprocess för anpassning av luftrummet som bland annat motiveras av nya satellitprocedurer.
- För flera mindre flygplatser är terminalområdena utformade för linjetrafik till och från Stockholm och Köpenhamn. Idag har trafikflödena förändrats på många flygplatser och det kan finnas flyglinjer i andra riktningar istället. Figur 21 visar Karlstad TMA som exempel.



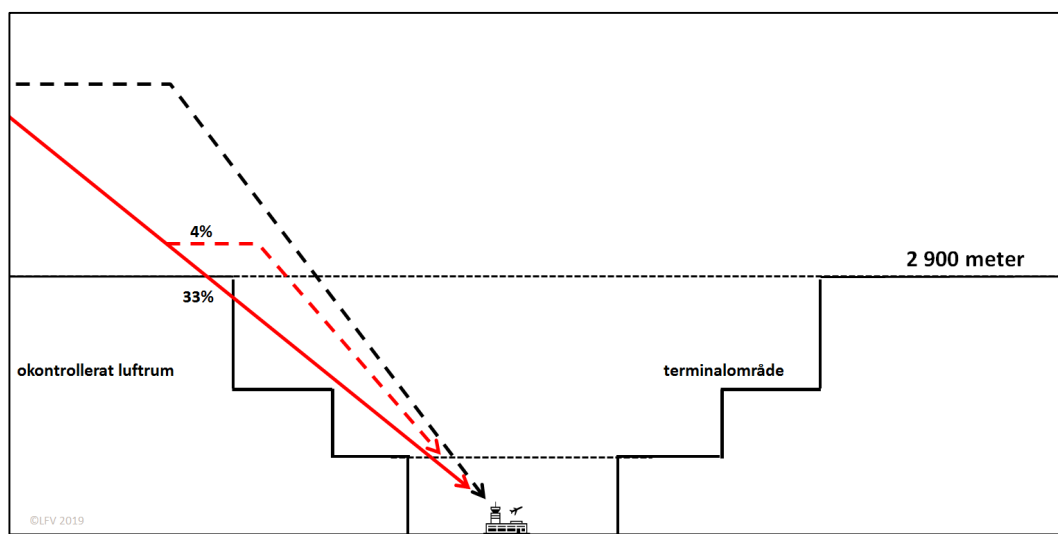
Figur 21: Karlstad TMA där utformningen med kontrollerad luft i riktning mot nordost och sydväst är anpassat för trafik till och från Stockholm och Köpenhamn. För flygtrafik från andra riktningar är utformningen bristfällig (LFV).

Det akuta problemet är att miljöeffektiva sjunkprofiler inte inryms i terminalområdet för ett stort antal flygplatser i Sverige. För att kunna sjunka in till dessa flygplatser på önskvärdt sätt krävs ofta att piloten måste begära att flyga utanför det kontrollerade luftrummet på det sätt som illustrerades ovan i figur 20. Under hösten 2018 genomförde LFV mätningar av sjunkprofiler till alla svenska flygplatser med terminalområden. Syftet

⁷² "Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om användning och utformning av luftrum och flygprocedurer", TSFS 2018:98.

var att undersöka hur stort problemet var med terminalområden som inte inrymmer önskvärda sjunkprofiler.

Mätningarna visade att ankommande civilt kommersiellt flyg till Arlanda, Landvetter och Bromma flygplats i stort möter ett ändamålsenligt TMA och en pilot kan, med vissa undantag, sjunka på det sätt som passar. Till övriga flygplatser ser det dock annorlunda ut. Cirka 33 % av ankommande civil jet- och turboproptrafik möter för små terminalområden och sjunker genom okontrollerad luft. Cirka 4 % av den ankommande trafiken hade inflygningsprofiler som innebär att flygplanet avbryter sjunkfasen för att stanna kvar i kontrollerad luft, se figur 22.



Figur 22: LFVs mätningar av sjunkprofiler under hösten 2018. 33 % av inflygningar till flygplatser med TMA (exklusive Arlanda, Bromma och Landvetter) flyger ett segment av inflygningen i okontrollerad luft – heldragen röd pil. 4 % av inflygningarna avbryter sjunkfasen för att bibehålla flygningen i kontrollerad luft – streckad röd pil. (LFV)

Som nämnts tidigare skiljer sig flygtrafiktjänsten om en flygning sker i kontrollerad respektive okontrollerad luft. I den okontrollerade luften krävs ingen klarering av flygtrafiktjänsten och det kan finnas flygplan som flyger utan transponder⁷³. Utan transponder kan inte flygtrafikledningen se flygplanet på sina radarskärmar. Därför har flygtrafikledningen bara en begränsad kunskap om vilka flygplan som befinner sig i det okontrollerade luftrummet.

Att det finns brister i strukturen med terminalområden har varit känt länge och flera aktörer har identifierat ett behov av att utöka TMA. I och med LFVs mätningar under hösten 2018 har storleken på problemet också kunnat kvantifieras. Den naturliga lösningen kan synas vara att utöka terminalområdenas sidogränser men det innebär intressekonflikter då det kan inskränka behovet hos andra luftrumsbrukare. Försvarsmaktens intressen påverkas av större TMA då det minskar tillgängligheten till deras övningssektorer. Försvarsmakten har därför motsatt sig större terminalområden i framförallt södra Sverige. Allmänflyget genom Svenska flygsportförbundet och KSAK har framhållit att deras verksamheter också påverkas negativt av att större luftrumsvolymen omvandlas till kontrollerad luft.

⁷³ Det kan även förekomma flygningar utan transponder i kontrollzon och terminalområde men det sker inom särskilt avgränsade områden.

Ansvarsförhållandena är otydliga vid denna typ av strukturella problem i luftrummet. Det är svårt för en ensam aktör som exempelvis en flygplats att försöka lösa ett problem som omfattar frågor om prioriteringar och tillgänglighet för olika typer av brukarkategorier inklusive Försvarsmaktens behov. Stora förändringar av luftrummet är också kostsamma och tar lång tid att genomföra eftersom det krävs omfattande analysarbete, säkerhetsgranskningar, simuleringar och samverkan med ett stort antal intressenter.

Ytterligare ett problem är den komplicerade strukturen med TMA i främst södra Sverige och i Stockholmsområdet med ett stort antal olika undersidor på terminalområdet. LFV bedömer att det finns en koppling mellan denna komplexitet och händelser under senare år med otillåtet flygande i kontrollerad luft utan tillstånd från flygtrafikledningen, så kallad "airspace infringement"⁷⁴.

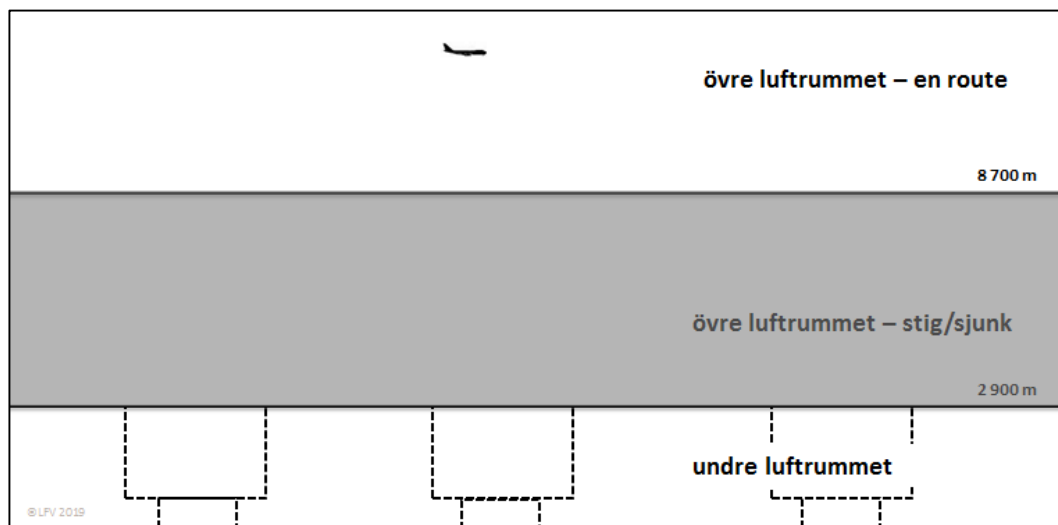
Introduktion av drönare kommer sannolikt också innebära att det behöver ske anpassningar av befintlig struktur i det undre luftrummet. Detta diskuteras vidare under avsnitt 8.9.

LFV anser att frågan om hur luftrummet ska organiseras i det undre luftrummet behöver genomlysas utifrån ett nationellt helhetsperspektiv. Civilt kommersiellt flyg kan idag inte erbjudas förutsättningar för att genomföra inflygningar som är miljöanpassade till ett stort antal svenska flygplatser, utan att piloten begär att flyga i okontrollerad luft. Problemet kommer dessutom att öka. Lösningen på problemet är långt ifrån given men i den strategi som LFV föreslår ingår ett förslag om ett konkret nästa steg i fråga om luftrumsorganisationen i det undre luftrummet i Sverige.

8.3 Luftrumsstruktur i det övre luftrummet – stig- och sjunkfasen

I redovisningen använder LFV begreppet *det övre luftrummet – stig/sjunk* (gråmarkerad i figur 23) för den del av luftrummet som omfattar det yttäckande kontrollerade luftrummet upp till 8700 meter vilket är den höjd där systemet för Free Route Airspace i Sverige tar vid.

⁷⁴ airspace infringement – då ett luftfartyg flyger in i kontrollerat luftrum utan föregående klarering från flygkontrollen, eller att ett luftfartyg flyger in i ett restriktionsområde utan tillstånd. Varje intrång i kontrollerat luftrum utan klarering innebär risk för konflikt med annan trafik och i värsta fall kollision.



Figur 23: Det övre luftrummet; stig/sjunk i grått.

Denna del av luftrummet är något mindre komplicerat än det undre luftrummet. All luft i det övre luftrummet är kontrollerat och de som flyger här är huvudsakligen civil kommersiell IFR-trafik och militär trafik. Luftrummet innehåller även en liten andel allmänflyg, såsom till exempel segelflyg och fallskärmschoppning. I detta segment befinner sig en stor andel av trafiken i en stig- eller sjunkfas. Trafiken har lämnat terminalområdenas SID/STAR-struktur och har övergått till att använda strukturen med ATS-flygvägar. Flygtrafiktjänsten i detta segment är inte konkurrensutsatt utan LFV är utnämnd av Transportstyrelsen att med ensamrätt bedriva flygtrafiktjänst.

För det övre luftrummet – stig/sjunk är nuvarande struktur i stora delar av landet ändamålsenlig, med undantag för trafikflödena till och från Stockholmsområdet i allmänhet och Arlanda i synnerhet. Det förklaras i första hand av de stora trafikvolymerna som stiger och sjunker i luftrummet runt flygplatsen, vilket skapar en komplexitet i sig. Cirka 44 % av all tyngre trafik i Sverige startar eller landar på Arlanda. I Stockholmsområdet finns också flera andra av de mest trafikerade flygplatserna i Sverige genom Bromma, Skavsta och Västerås flygplatser. Västerås flygplats är dessutom den flygplats, tillsammans med Säve, som har mest allmänflyg i landet.

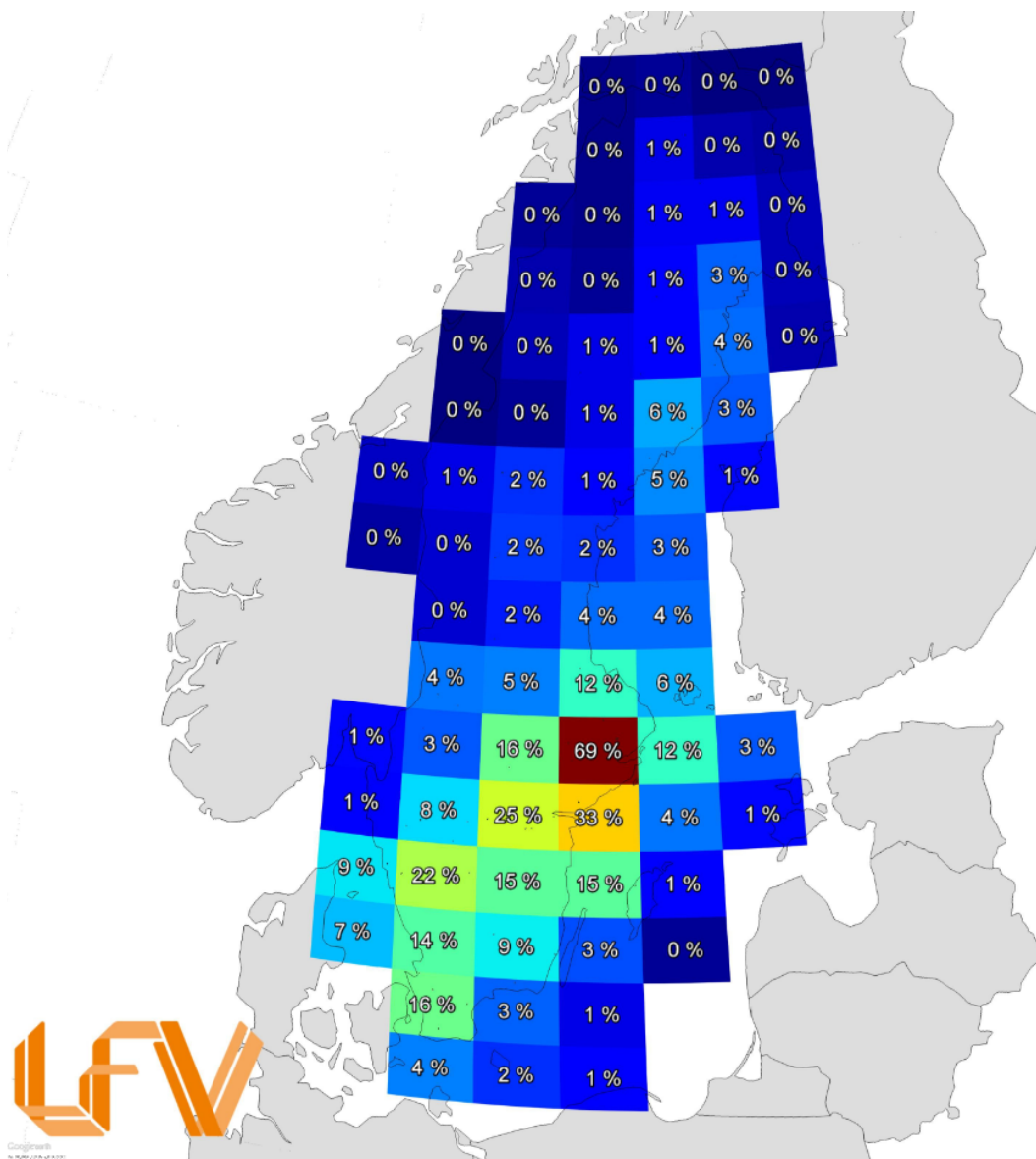
Figur 24 nedan visar var flygplan, med färdplan, som stiger från och sjunker till svenska flygplatser geografiskt befinner sig i svenskt luftrum. Av figuren framgår att denna trafik är koncentrerad till ett relativt litet område som utgår från Stockholmsområdet.

En stor andel av trafiken till och från Stockholmsområdet flyger under stig- och sjunkfasen i ett geografiskt område som också är av stor betydelse för Försvarmakten, FMV och utprovning av Saab Gripen. I Östergötland, östra Småland och över Östersjön har dessa intressenter ett flertal övningssektorer och restriktionsområden som påverkar hur effektivt trafiken kan hanteras till och från flygplatserna i Stockholmsområdet.

Förekomsten av stora civila flöden i kombination med militär trafik i samma område gör att LFV bedömer att luftrummet söder om Stockholm är det mest komplexa i svenskt luftrum, och sårbarheten är störst vad gäller påverkan på kapacitet och tillgänglighet för trafik till och från flygplatser i Stockholmsområdet.

Precis som många andra delar av det svenska luftrummet ser strukturen i Stockholmsområdet i stort sett ut som det gjorde efter driftsättningen av Luftrum -98. Sedan dess har såväl flygegenskaper som navigeringsteknik utvecklats hos den flygplansflotta som idag trafikerar luftrummet. Fokus på bränsleförbrukning och därigenom utsläpp av klimatgaser har också ökat. Det har skett en generell trafik tillväxt och därtill har linje- och chartertrafiken på Bromma fördubblats under denna period.

Sedan luftrumsimplementeringen 1998 har dock vissa förändringar i luftrummet skett. Den geografiska dragningen av SID och STAR i de västra delarna av Stockholm TMA har genomgått mindre justeringar ett antal gånger i syfte att hantera den komplexitet med korsande trafikflöden som råder i området. Däremot har inte terminalområdets in- och utpasseringspunkter förändrats, utan de har med ett undantag, samma lokalisering som 1998. En annan justering som har genomförts är införandet av separerade inpasseringspunkter söderifrån för att skapa bättre förutsättningar för trafikavvecklingen av ankomster till Arlanda och Bromma. Förändringen var nödvändig, men en negativ effekt av placeringen för den nya punkten är att den konfliktar med det mest påverkande militära restriktionsområdet i Stockholms luftrum – R71. Vidare har införandet av Free Route Airspace i det övre luftrummet – en route inneburit en förändring för hanteringen av trafik till Stockholm.



Figur 24: Koncentration av flygtrafik på färdplan som stiger och sjunker från och till svenska flygplatser. Av figuren går att utläsa att 69 % av denna trafik befinner sig någon gång i ett område runt Mälardalen som omfattar 3 % av Sveriges yta (LFV).

8.4 Modernisering av luftrumsstrukturen i Stockholmsområdet

LFV har ända sedan inledningen av 2010-talet genomfört flera projekt där tänkbara förändringar av luftrumsstrukturen för Stockholmsområdet har studerats. Dessa projekt har gett värdefull kunskap men inte lett till att några genomgripande förändringar kunnat implementeras. Anledningen till detta kan förklaras med oklara ansvarsroller och finansieringsformer kopplat till större strukturella förändringar, som det oundvikligen innebär att modernisera luftrummet i Stockholmsområdet.

Framtiden innebär sannolikt stora förändringar för Stockholmsområdet, inte minst genom trafikökningar. Swedavias prognoser pekar på en trafikutveckling för Arlanda

flygplats som omfattar cirka 375 000 rörelser år 2050⁷⁵, att jämföra med dagens cirka 240 000 flygrörelser.

Arlandas miljötillstånd ställer krav på utveckling av luftrummet. Ett särskilt villkor innebär i förlängningen att både luftrum och flygvägar behöver anpassas för att överflygning av en tätort söder om flygplatsen ska undvikas. Detta är en utmaning eftersom tätorten i fråga ligger direkt under den konventionella inflygningen till en av de banor som används för landning då trafikintensiteten är som högst. Swedavia har skapat ett utvecklingsprogram, Icke raka inflygningar till Stockholm Arlanda Airport (IRIS), som bedriver forskning, utveckling och verksamhetsutveckling för att kunna möta detta särskilda miljövillkor.

Luftrummet kan också komma att behöva anpassas till helt nya förutsättningar på marknaden. I förstudien Luftrum 2040 angavs ett antal tänkbara scenarier för utveckling av flygplatskapacitet i Stockholmsområdet, utöver att Bromma finns kvar och dagens luftrum består:

- Arlanda har tre rullbanor och Bromma flygplats avvecklas
- Arlanda får en fjärde rullbana och Bromma består
- Arlanda får en fjärde rullbana och Bromma avvecklas

LFV har inte uppfattat några konkreta planer men ökad militär flygtrafik vid Uppsala bör läggas till som ytterligare ett scenario som kan kräva anpassning av luftrummet. Under samverkan har Forsvarsmaktens, FMV och Saab klarlagt ett fortsatt stort behov av luftrummet söder om Stockholm.

EUs styrning av avgifter för flygtrafiktjänst genom prestationsplaner kommer fortsatt innebära höga krav inom områdena flygsäkerhet, kapacitet, kostnadseffektivitet och miljö. EU ställer också krav på utveckling av luftrummet genom exempelvis det så kallade Pilotprojektet, eller PCP-förordningen.

LFV menar sammantaget att dagens luftrumsstruktur för hantering av trafik till och från Stockholmsområdet behöver genomgå en större strukturell förändring för att kunna möta framtidens krav inom alla prestandaområden. Det är en tidskrävande process som LFV bedömer kan ge full effekt först om cirka 5-6 år.

8.5 SAARP – Stockholm Arlanda Airspace Redesign Program

EU-kommissionens förordning 716/2014 som också kallas PCP-förordningen identifierar sex funktionaliteter för flygledningstjänsten (ATM) som ska tillämpas på 25 flygplatser i Europa. Den enda flygplats i Sverige som omfattas av kraven är Stockholm Arlanda Airport.

Ett av kraven i förordningen som ska vara implementerat senast 1 januari 2024 kallas ”PBN i högbelastade terminalområden” och omfattar bland annat utveckling och implementering av mer bränsleeffektiva och miljövänliga in- och utflygningssvägar baserade på en viss navigeringsteknik⁷⁶.

⁷⁵ “Swedavias långsiktiga trafikprognos 2017-2050”, Swedavia 2017.

⁷⁶ Den navigeringsteknik som krävs kallas RNP 1 och vidare omfattar kravet användning av så kallad RF-sväng, en sväng som flygs med konstant radie över marken.

Swedavia som råder över SID, STAR och inflygningsprocedurer till sina flygplatser och som därmed ansvarar för att ovan beskrivna del av PCP-förordningen uppfylls, ansökte tillsammans med flygbolaget Novair om delfinansiering för ett implementeringsprojekt i syfte att uppfylla förordningen. Projektet beviljades via SESAR Deployment Manager delfinansiering från INEA⁷⁷. Projektet benämns SAARP som står för ”Stockholm Arlanda Airspace Redesign Program”. Eftersom möjligheten att skapa effektiva flygvägar till och från Arlanda i allra högsta grad är kopplade till luftrumets utformning och LFVs arbetsmetodik, har experter från LFV anlåtts av SAARP för att delta i analys- och utvecklingsarbetet.

LFV och Swedavia bedömde att vinningen med projektet skulle öka betydligt om projektet tog ett helhetsgrepp kring flygvägar och luftrum. Med det upplägg som har valts ges en möjlighet att kunna möta alla de ibland konfliktande krav som ställs på luftrummet. En avvägning mellan olika krav, exempelvis hög, robust kapacitet och minskad miljöpåverkan måste göras. Ambitionen är att SAARP ska utgöra en naturlig fortsättning på de projekt/förstudier som har drivits av LFV med koppling till utveckling av luftrummet i Stockholmsområdet.

Projektet inleddes i slutet av 2017. Under 2018 genomfördes den första fasen, planeringsfasen. Denna fas innehöll bland annat en nulägesbeskrivning, analys av tekniska frågor, och att definiera projektets omfattning. Under 2018 pågick även dialoger med flera berörda intressenter såsom Försvarsmakten och luftrumsbrukare.

Projektet ska ta fram förslag till hur dagens och framtidens trafikflöden till och från Stockholm TMA ska kunna effektiviseras utifrån fastställda nyckeltal. Luftrumsstrukturen både inom och utanför terminalområdet ska analyseras och vid behov justeras, samtidigt som flygplanflottans tekniska kapacitet tillvaratas.

SAARP-projektets tidsram och budget medger inte framtagande av lösningar och implementering i hela det luftrum som påverkas av en modernisering. Under 2020 planeras därför implementering ske inom ett avgränsat så kallat ”implementeringsblock” alternativt utvalda in- och utflygningsvägar för flygplatsen. Lämpligt implementeringsblock eller flygvägar kommer att identifieras inom ramen för projektet och utgå ifrån de krav på förbättringar inom olika prestandaområden som finns i på luftrummet, samt de resurser som kommer att behöva tas i anspråk för respektive implementeringsblock.

En implementeringsplan för resterande del av luftrum och procedurer kommer att tas fram inom projektet, men dessa kommer att kunna implementeras först efter projektets slut, det vill säga från 2021 och framåt. Implementeringen från 2021 går under arbetsnamnet SAARP+. Luftrumsförändringar av sådan här omfattande art är kostsamt. I dagsläget saknas både tydliga ansvarsroller och finansiering för SAARP+ vilket är en fråga som LFV återkommer till under avsnitt 9.

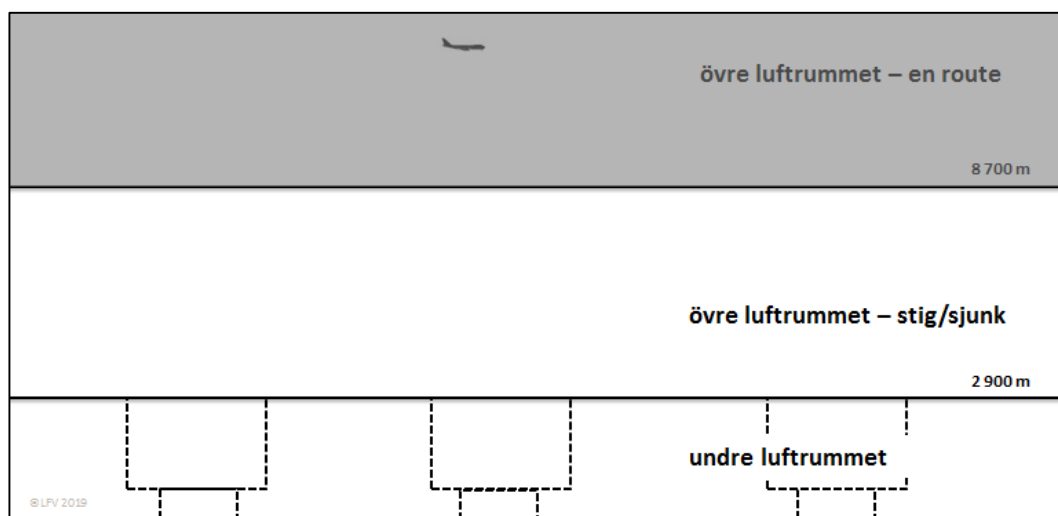
En modernisering av luftrummet för att möta framtidens krav är komplext. En förändring av strukturen kommer med all sannolikhet påverka många intressenter och luftrumsbrukare. Utöver Försvarsmakten, övriga luftrumsbrukare och närliggande flygplatser kan både den norska och finska flygtrafiktjänsten komma att beröras. Om en modernisering av den undre luftrumsstrukturen i Sverige påbörjas kommer en sådan process överlappa

⁷⁷ Innovation and Networks Executive Agency

utvecklingsarbetet inom SAARP vilket ställer stora krav på tydliga ansvarsroller och samordning.

8.6 Luftrumstrukturen i det övre luftrummet – en route

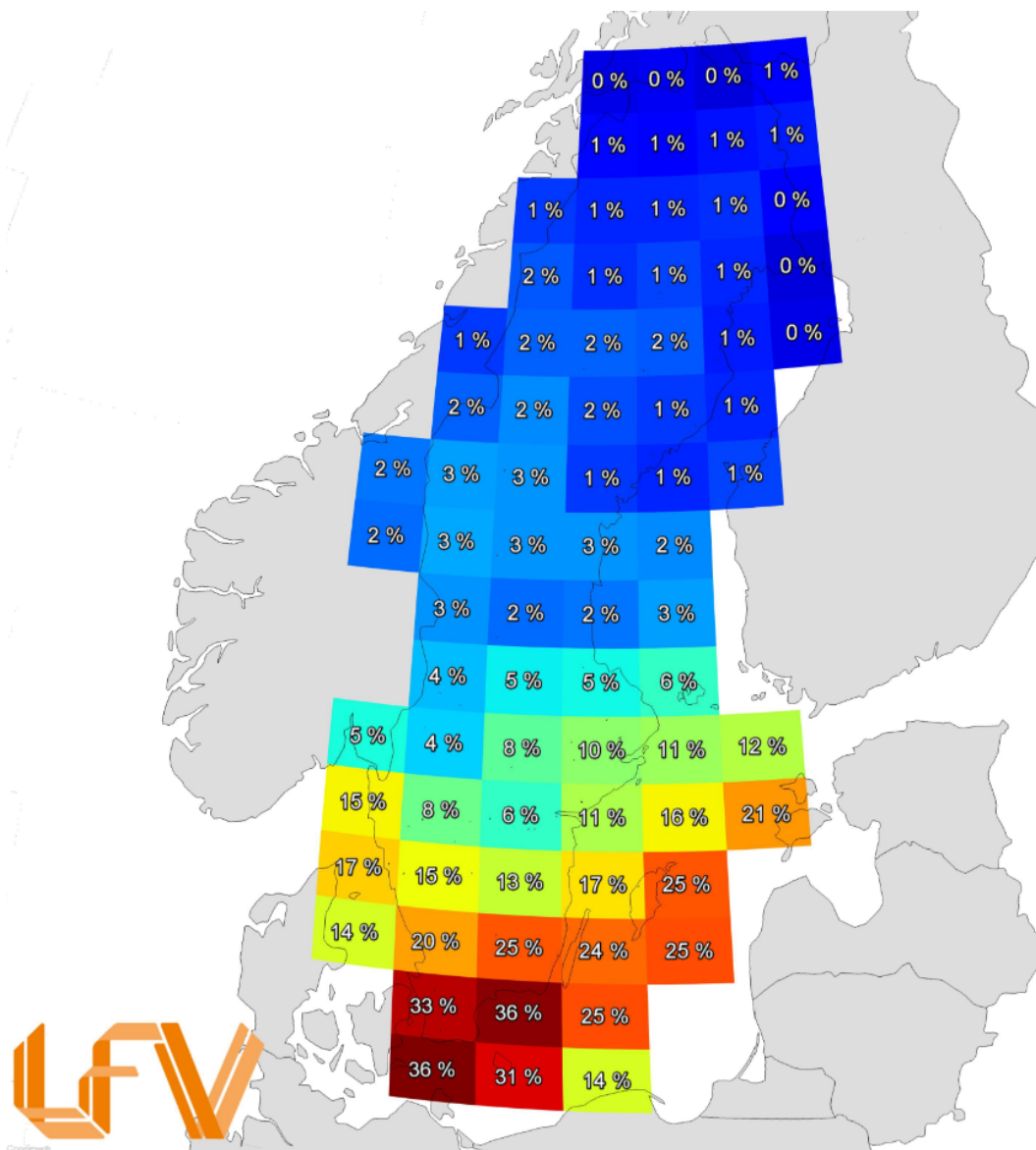
Detta avsnitt beskriver det översta segmentet av luftrummet, över 8 700 meter, och har fokus på luftrumssektorer och kapacitet. I redovisningen benämns området övre luftrummet – en route, se figur 25. LFV är utnämnd av Transportstyrelsen att med ensamrätt bedriva flygtrafikledningstjänst i detta luftrum. Denna tjänst levereras från två en route-centraler, en placerad vid Malmö-Sturup och den andra vid Arlanda flygplats.



Figur 25: Det övre luftrummet – en route i grått (LFV).

Luften i det övre luftrummet – en route är kontrollerat och trafiken är förhållandevis homogen. Den består i huvudsak av civil kommersiell IFR-trafik med jetmotorer. Trafiken kan vara på väg till eller från en svensk flygplats eller överflygande trafik. Även Försvarsmakten har viktiga intressen i detta luftrum men antal flygrörelser är inte lika omfattande som i de lägre segmenten.

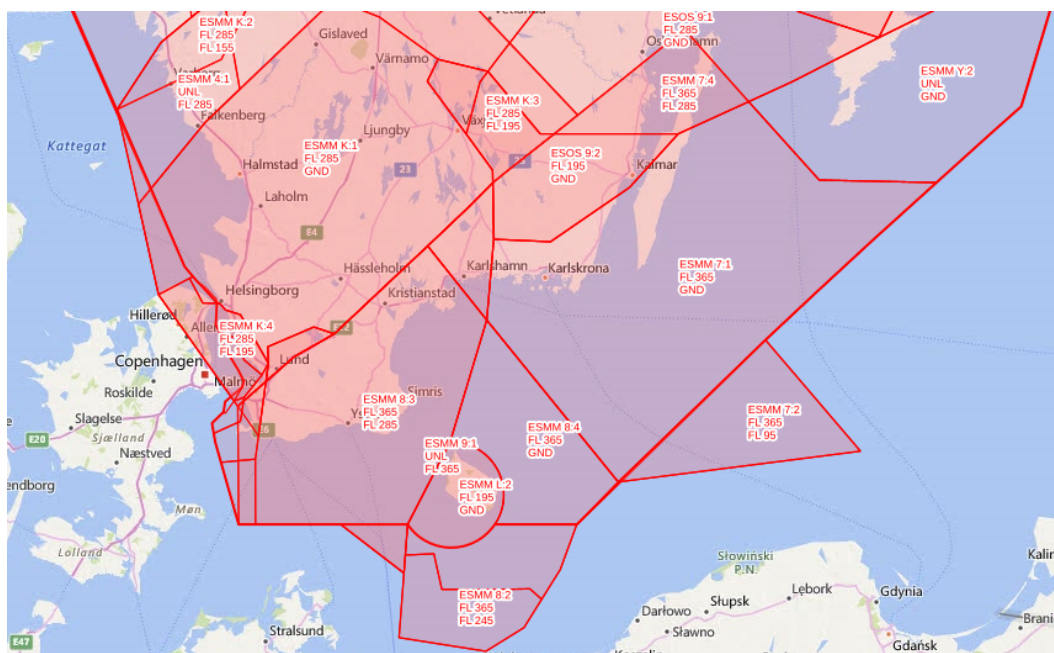
I föregående avsnitt redovisades hur trafik som startar och landar i Sverige är koncentrerad till Stockholmsområdet. Den överflygande trafiken har däremot sin tyngdpunkt i södra Sverige och redovisas nedan i figur 26.



Figur 26: Koncentration av flygtrafik på färdplan som genomflyger svenskt FIR. Figuren visar att en hög andel av den överflygande trafiken är koncentrerad till södra och sydöstra delen av svenskt FIR. Mer än en tredjedel av all överflygande trafik passerar över Skåne och Blekinge (LFV).

8.7 LfV luftrumssektorer i det övre luftrummet

Kapacitet i det övre luftrummet avgörs bland annat av hur mycket trafik varje flygledare kan hantera. Därför delas luftrummet upp i sektorer där varje sektor bemannas av en eller två flygledare. Dessa sektorer får en utformning som är anpassad efter trafikflöden och efter hur trafik planeras till och från flygplatserna. Det gör att förändringar i trafikflöden eller förändringar i flygvägssystemet runt flygplatser kan leda till behov av förändrad utformning av sektorer, även långt från flygplatser. Figur 27 visar luftrumssektorer i de södra delarna av svenskt FIR.



Figur 27: Exempel på luftrumssektorer i södra delen av svenskt FIR (LFV).

Kapaciteten i det övre luftrummet påverkas av faktorer såsom militär övningsverksamhet och väder men främst av trafikvolymen. Då trafiken ökar kan en sektor nå sin maximala kapacitet och för att undvika trafikrestriktioner kan en sektor då behöva förändras eller så behöver nya sektorer skapas, till exempel genom att en tidigare sektor delas upp i två nya. På kort- och mellanlång sikt är LFVs bedömning att det genom detta tillvägagångssätt är möjligt att öka kapacitet för att hantera förväntade trafikökningar.

De delar av det övre luftrummet – en route som är mest känsliga för kapacitetsproblem är:

- Luftrummet syd- och sydväst om Stockholm som används av flygtrafik till och från Arlanda/Bromma/Skavsta, den överflygande trafiken samt militär verksamhet.
- Luftrummet över Östersjön som främst används av överflygande trafik och för militär verksamhet. Det har varit stora trafikökningar i detta område. Under 2017 ökade den överflygande trafiken i Sverige med drygt 7 % och under 2018 var ökningen 8 %⁷⁸.

Det ställs dock europeiska krav på flygtrafiktjänsten att göra kontinuerliga effektiviseringar för minskade kostnader. Nya sektorer innebär nya arbetspositioner som kräver resurser och ger således ökade kostnader. Det handlar om resurser för att genomföra förändringen, nya radiofrekvenser och utrustning för bland annat kommunikation samt naturligtvis behov av fler flygledare för att bemanna de nya arbetspositionerna. Kraven på sänkta kostnader kan alltså utgöra ett hinder för möjligheten att öka kapacitet i samma takt som trafiken ökar.

Andra sätt att öka kapaciteten och samtidigt öka kostnadseffektivitet kan vara att utveckla det tekniska systemet med till exempel ökad automation och nya verktyg som gör det möjligt att hantera mer trafik i en sektor. Det kan också vara möjligt att öka kapacitet

⁷⁸ Statistics and Forecast Service - STATFOR

genom att styra trafikflöden på ett sätt som minskar arbetsbelastningen. Detta gäller särskilt flöden till och från de större flygplatserna, inkluderande närliggande utländska flygplatser.

För att hantera variationer i trafikvolym krävs flexibilitet. Den uppnås främst genom att, göra det möjligt att kombinera sektorer så att en arbetsposition hanterar flera luftrumssektorer samtidigt, då trafikvolymen sjunker. En ny metod för att öka flexibilitet och effektivitet kan fås om det går att skapa en mer flexibel utformning av sektorer. Detta har studerats av LFV och kan möjliggöra taktisk förändring av sektorer för att med kort framförhållning kunna anpassa dessa till aktuella trafikflöden.

De olika metoderna för att anpassa kapacitet – förändringar av sektorer, skapande av nya sektorer, utveckling av det tekniska systemet och öppning/stängning av sektorer – är väl etablerade och har utvecklats under flera år. Dessa metoder samt resurstillskott kommer att behövas för att anpassa luftrum och sektorisering så att den förväntade trafikökningen kan hanteras i det svenska övre luftrummet på längre sikt. Samtidigt måste detta balanseras mot kraven på sänkta kostnader och tekniska begränsningar.

8.8 Framtida utveckling av det övre luftrummet – en route

Utveckling av det svenska övre luftrummet - en route är mycket viktigt för att säkerställa tillgänglighet både för flygtrafik till och från Sverige men också den internationella överflygande trafiken. På grund av ökade förseningar och förväntade trafikökningar i det europeiska luftrummet, samt en långsammare implementering av SES än förväntat, initierade Europeiska Kommissionen en luftrumsstudie våren 2018 med fokus på trafiken i det övre luftrummet. I mars 2019 presenterade SJU (SESAR Joint Undertaking) slutrapporten av studien som heter Airspace Architecture Study (AAS)⁷⁹.

Som nämndes under avsnitt 4 föreslås i AAS en progressiv övergångsstrategi i tre femårsperioder med inriktning att uppnå ett ”Single European Airspace System”. Målet är att skapa ytterligare kapacitet progressivt för att kunna hantera en signifikant trafikökning med bibehållen flygsäkerhet, förbättrad effektivitet och minskad miljöpåverkan.

Till 2025 ska nya program för omkonfigurering av luftrum, operationell utveckling och nya föreskrifter möjliggöra snabba vinster. Här kan ingå implementering i hela ECAC⁸⁰ av:

- Cross-Border FRA – Free Route Airspace (FRA) möjliggör direktfärdplanering inom respektive FRA-område. Ytterligare effektivisering kan ske genom att möjliggöra detta över gränserna mellan FRA-områden (Cross-Border). Sverige ingår redan i FRA som inbegriper de flesta angränsande länder.
- A-FUA – Advanced Flexible Use of Airspace innebär att luftrumstilldelning för civil och militär användning sker flexibelt utifrån verkligt behov. Den avancerade tillämpningen innebär att nya verktyg ska ge ytterligare effektivisering. Sverige är sedan länge ledande i dessa tillämpningar.

⁷⁹ “A Proposal for the Future Architecture of the European Airspace“, SESAR Joint Undertaking, 2019.

⁸⁰ European Civil Aviation Conference. Europiska luftfartskonferensen. ECAC är ett samrådsorgan för europeiska luftfartsmyndigheter och har som målsättning att gynna utvecklingen av ett säkert, effektivt och uthålligt europeiskt flygtransportsystem.

- IOP (interoperabilitet) innebär utbyte av information om flygningar så att flera, helst alla flygtrafikledningsenheter (ATS) har en gemensam, ständigt uppdaterad bild av flygningars läge och fortsatta flygprofil.
- Datalänk – innebär bland annat att alltmer av kommunikation mellan flygplan och flygtrafikledning flyttas från radiokommunikation till delvis automatiserad kommunikation via datalänk vilket bland annat kan reducera arbetsbelastningen för flygledaren. Detta är implementerat i det svenska övre luftrummet.
- Operational Excellence - omkonfigurering av luftrummet med hjälp av ett program som lyfter fram de mest effektiva arbetssätten, baserat på de mest högpresterande ACC inom ECAC vad gäller kapacitet och kostnadseffektivitet.
- ADSP (ATM Data Provider) – leveransen av data (färdplaner, radar, kommunikation m.m.) sker idag i stor utsträckning internt av ANS-leverantören. Genom nytt regelverk för ADSP kan leveransen frikopplas så att ANS-leverantören får data levererad av fristående leverantör. Detta är tänkt att öka interoperabilitet och effektivitet.

Till 2030 ska implementering av nästa generation SESAR-teknologi slutföras med teknik för virtualisering och dynamisk luftrumsconfiguration som stöds av en gradvis allt högre nivå av automation. Ny arkitektur ska möjliggöra delning av data och andra resurser över ett nätverk som stödjer flexibel och sömlös civil/militär samordning för att tillåta skalbar och mer robust leverans av tjänster till alla luftrumsbrukare. Här kan ingå implementering i stor skala av:

- Virtual Centre – genom frikoppling av ADSP (dataleverans, se ovan) och ANS-leverantören skapas möjligheter att fördela ATS-uppgifter på ett mer flexibelt sätt. Flygtrafikledning av ett visst luftrum kan fördelas på olika ATS-enheter.
- DAC (Dynamic Airspace Configuration) – möjliggör större flexibilitet vad gäller konfigurering av luftrum för anpassning till förändringar i trafikflöden.
- Gradvis högre automation, genom bland annat SESAR-utveckling. Här arbetar LFV inom COOPANS för att öka automationen inom ATM.
- Efterfrågestyrd kapacitet genom bland annat bättre prognoser, på lång och kort sikt men också genom möjlighet att flytta trafikflöden till luftrum med tillgänglig kapacitet.

Till 2035 ska det Europeiska ATM-nätverket operera med optimal förmåga genom en utveckling från ett system som är baserat på punktlighet till ett system baserat på förutsägbarhet, tvärs över ett nätverk som säkert och effektivt kan hantera 16,2 miljoner flygningar (en ökning med 53 % jämfört med 2017⁸¹). Här kan ingå:

- Flight/flow centric operations – dagens uppdelning av enroute-luftrum med fokus på sektorer skulle ersättas av ett system där flygledaren tilldelas ett antal flygplan på längre sträckor där flera flygledare arbetar i samma luftrum. Avsikten är bland annat att kunna fördela trafik jämnare för ökad effektivitet. Det skulle också göra att ett flygplan hanteras av samma flygledare under längre tid. Det påverkar kommunikation mellan pilot och flygledare men också koordinering mellan flygledare. Detta kräver ny teknik och nya metoder.
- TBO (Trajectory Based Operations) – innebär att ATM, baserad på brett tillgänglig information, kan modifiera ett flygplans färdplanering och

⁸¹ "European Aviation in 2040 – Challenges of Growth", Eurocontrol Rapport 2018.

planerade flygbanor. Detta kräver full integrering av aktuell information för berörda flygningar.

LFV förutser en fortsatt ökning av överflygande trafik som framförallt kommer att påverka luftrum och sektorer i södra Sverige. En stor andel av all flygtrafik i Sverige är överflygande trafik och i det kortare perspektivet kommer LFV fortsätta att anpassa luftrumssektorer för att möta krav på hög kapacitet, vilket är utmanande i ljuset av europeiska krav på minskade kostnader. Om SAARP+ realiserar kommer det på mellanlång sikt också innebära att sektorer i det övre luftrummet – en route behöver anpassas för den luftrumstruktur som skapas för trafik till och från Stockholmsområdet.

Den europeiska utvecklingen av det övre luftrummet – en route kommer att påverka Sverige. För den långsiktiga utvecklingen är det av vikt att analysera konsekvenserna av till exempel gränsöverskridande lösningar och datadelning, med hänsyn till nationella perspektiv och behov.

Slutsatserna i AAS hanterar främst luftrums- och kapacitetsfrågor från ett pan-europeiskt perspektiv och de lösningar som föreslås har samma perspektiv vilket betyder att det som presenteras inte är självklart applicerbart på enskilda stater som Sverige. Dessa skillnader i perspektiv kan till exempel göra att lösningar som är ekonomiskt motiverade i delar av Europa inte har samma relevans för Sverige.

8.9 Etablering av drönare i svenskt luftrum

I LFVs regeringsuppdrag har ingått att beskriva eventuell påverkan på kapacitet i luftrummet som en konsekvens av obemannade luftfartyg, drönare. I juni 2018 erhöll Transportstyrelsen ett uppdrag som omfattade ett flertal andra frågeställningar kring drönare⁸². Bland annat omfattar Transportstyrelsens uppdrag frågor kring eventuella behov av ändringar i regelverket avseende den obemannade luftfarten.

I denna redovisning används ordet drönare som ett generellt begrepp för alla typer av luftfartyg som inte har en pilot ombord. Drönaren kan styras av en pilot på avstånd men den kan också operera autonomt. Drönare förekommer redan i samhället men prognoser pekar på en kraftig tillväxt under kommande år. Från att ha varit en leksak blir den ett arbetsredskap för allt fler yrkesgrupper. I Europa förutses en utveckling från dagens luftrum med tusentals dagliga bemannade flygplan till ett luftrum som även inkluderar hundratusentals automatiserade flygfarkoster. Denna nya europeiska marknad har värderats till 10 miljarder euro årligen 2035 och över 15 miljarder euro 2050 vilket bedöms resultera i 100 000 nya arbetstillfällen i Europa⁸³. Det förväntas finnas 85 miljoner obemannade flygningar i Europeiskt luftrum år 2050⁸⁴. Denna utveckling kommer naturligtvis påverka svenskt luftrum. Det kommer att krävas ny infrastruktur och nya tekniska system för att ge rätt förutsättningar för utvecklingen.

⁸² "Uppdrag att ta fram underlag om obemannade luftfartyg s.k. Drönare", Näringsdepartementet, N2018/03935/MRT

⁸³ "European ATM Master Plan: Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace", Eurocontrol, Summary Report 2017.

⁸⁴ SESAR presentation (2018);

https://business.esa.int/sites/default/files/SJU_DS%26B_presentation.pdf

I grunden är drönaren ett luftfartyg som kan komma att följa samma regelverk som andra luftfartyg. Det innebär till exempel att drönare förväntas flyga enligt VFR- eller IFR-regler. Det kommer att krävas anpassningar men i princip är det regelverk och de system som byggts upp för bemannat flyg även möjliga att tillämpa för drönare. De förväntade användningsområdena för drönare gör att de inledningsvis främst kommer att förekomma på mycket låga flyghöjder, där bemannat flyg inte är så vanligt (under 150 meter).

8.9.1 Drönaroperatörer

Det går att dela upp drönaroperationer i två kategorier, hobbyverksamhet och professionell verksamhet.

Hobbyverksamheten kännetecknas av att det ofta är spontana aktiviteter där piloten kan ha bristande kunskap om regelverk vilket innebär risk för oavsiktligt riskfyllda flygningar. Detta är samtidigt den största användargruppen och antalet växer stadigt. Redan 2020 beräknas det finnas sex miljoner hobbydrönare i Europa för att öka till sju miljoner 2050⁸⁵.

Professionell verksamhet omfattar kommersiella företag, blåljusverksamhet och militär verksamhet. Flygningarna är oftast väl förberedda och hos operatören finns det god kunskap om teknik och regelverk. Tillväxten här bedöms komma igång något senare jämfört med hobbyverksamheten. År 2020 beräknas 85 000 drönare flyga i Europa för kommersiella företag och för myndigheter men antalet förväntas öka till 400 000 år 2050⁸⁶.

8.9.2 Drönare och påverkan på luftrummet

Drönare kommer att användas som arbetsverktyg för ett växande antal yrkesgrupper. Från att vara mycket små i storlek kommer drönarna att bli större och tyngre. På sikt kommer det introduceras drönare som transporterar passagerare och tyngre gods. I takt med detta kommer det finnas behov av att utnyttja högre flyghöjder. Denna utveckling medför stora utmaningar för både flygtrafiktjänst och den befintliga luftrumsstrukturen.

Det finns givetvis en risk för kollisioner mellan drönare och bemannat flyg, dels på låg höjd i okontrollerad luft men också om de ska flyga i den kontrollerade luften. Drönaroperatörer måste idag begära ett speciellt tillstånd för att flyga i kontrollerat luftrum och restriktionsområden. Flyginformation och tillståndsgivning för detta hanteras idag till stor del av flygtrafikledningen med kapacitetskrävande manuella processer. Dessa metoder har inte kapacitet att hantera en utvecklad drönarverksamhet.

Drönare ger också upphov till buller och de kommer ofta att flyga nära människor och på låg höjd. Det kan sannolikt finnas behov av att i framtiden kunna begränsa drönare i vissa områden. Nedan följer en översiktlig beskrivning av hur olika delar av luftrummet kommer att påverkas av drönare.

⁸⁵ "European Drones Outlook Study; Unlocking the value for Europe", SESAR Joint Undertaking 2016.

⁸⁶ "European ATM Master Plan: Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace", Eurocontrol, Summary Report 2017.

8.9.3 Drönare i okontrollerad luft på mycket låg höjd – under 150 meter

Den mesta drönaraktiviteten förväntas ske på mycket låg höjd – under 150 meter. Med vissa undantag förekommer inte bemannat flyg under 150 m i okontrollerad luft. Dessa undantag är start och landning, militärt flyg, helikoptrar och flyg med särskilda tillstånd. Flygning här sker enligt visuelflygreglerna (VFR), vilket innebär att piloter undviker kollision genom visuell upptäckt och undanmanöver. Detta kan underlättas om flygtrafikledningen kan ge information om annan flygverksamhet. LFV har ansvar för flyginformationstjänst i okontrollerat luftrum⁸⁷ även om detta ansvar i vissa fall delegeras till annan leverantör av flygtrafiktjänst.

Eftersom drönare är små är det en utmaning för de bemannade flyget att se drönare. Flygtrafikledningens möjlighet att ge information är också mycket begränsad eftersom infrastruktur för kommunikation och övervakning av luftrum inte är dimensionerat för drönarverksamhet.

Med hänsyn till förväntat stora trafikvolymerna behövs någon form av automatiserade informationssystem. Ett sätt att minska riskerna för kollision är tekniska system som gör att drönare själva kan upptäcka andra luftfartyg och göra undanmanövrar.

För okontrollerade flygplatser finns inget som begränsar närvaron av drönare. Brukare av dessa flygplatser kan dock komma att uppleva att drönare ökar risken för deras flygningar och att detta begränsar deras möjligheter att flyga.

8.9.4 Drönare nära kontrollerade flygplatser och i restriktionsområden

Transportstyrelsens regler begränsar flygning med drönare i närheten av kontrollerade flygplatser samt vid vissa helikopterflygplatser. Det innebär också att det främst är här det kommer att krävas avvägningar mellan behovet av luftrum för drönare och bemannat flyg. Möjligheten att få tillgång till kontrollerad luft nära flygplatser kommer sannolikt fortsätta att vara begränsad under överskådlig tid vilket minskar tillgängligheten för drönaroperatörer.

Drönare kan också behöva få tillgång till kontrollerade flygplatser för start och landning. I princip förväntas drönare följa samma regler som bemannat flyg. En utmaning är då att det krävs möjlighet för drönare att följa visuella märkningar, belysning och skyltar. Det kan också behövas nya ytor för start och landning med hänsyn till olika drönares behov, till exempel startramper och landning med kabel eller fallskärm.

För restriktionsområden (till exempel kring fängelser, kärnkraftverk, naturområden och militära områden) krävs tillstånd för flygning. Tillstånd kan ibland ges av flygtrafikledningen men förmågan att hantera tillståndsgivning är idag bara anpassad till det behov som finns för bemannat flyg.

8.9.5 Drönare i det kontrollerade luftrummet

Med undantag för kontrollerad luft nära flygplatser bedöms inte drönare ge någon större påverkan på kapaciteten i det kontrollerade luftrummet. Drönare förväntas kunna flyga enligt instrumentflygregler (IFR) och kan därigenom hanteras av flygtrafiktjänsten på ett sätt som liknar bemannat flyg. Drönare som flyger IFR i kontrollerat luftrum förekommer

⁸⁷ Beslut om utnämning av LFV för tillhandahållande av ATS i särskilt luftrumsblock i Sweden FIR (Transportstyrelsen 2018)

redan idag även om det handlar om enstaka flygningar per dag för hela Europa. Prognoserna för det kontrollerade luftrummet säger att visst bemannat flyg kommer att ersättas med obemannat flyg och att tillväxten kan handla om cirka 100 ytterligare europeiska flygningar per dag 2040. Det som kan komma att ändra på denna prognos är en möjlig framväxt av fraktflyg med drönare på medeldistans⁸⁸.

8.9.6 UTM/U-Space

För många yrkesgrupper kommer drönaren att vara ett självklart och värdefullt redskap. Utvecklingen har också en stor ekonomiskt potential men förändringen kommer att ställa nya krav på flygtrafiktjänsten och luftrummet. Befintlig luftrumstruktur behöver anpassas och för att kunna möjliggöra framtidens drönartjänster krävs ny infrastruktur och nya system anpassade efter drönares behov.

Det handlar bland annat om ett utökat behov av flyginformationstjänst för trafik på mycket låg höjd där dagens infrastruktur och system inte är anpassat för en utvecklad drönarverksamhet. Det handlar också om möjligheterna att hantera ansökningar om tillstånd för flygning nära flygplatser, i annat kontrollerat luftrum och i restriktionsområden. Det finns också ett behov av att kunna genomföra drönarflygningar utom synhåll för piloten. Nedan följer en beskrivning av hur dessa tjänster förväntas utvecklas.

ATM är som nämnts ett sammanhållande begrepp för de system och tjänster som finns för hantering av det bemannade flyget. Begreppet UTM (Unmanned aerial systems Traffic Management) har vuxit fram som ett sammanhållande begrepp för motsvarande system för hantering av det obemannade flyget. Programmet för UTM i Europa har fått beteckningen ”U-space”⁸⁹ och syftet är att möjliggöra drönaroperationer för stora volymer. Den förväntade utvecklingen av sådana tjänster och system har beskrivits i fyra steg – U1, U2, U3 och U4. De årtal som nämns nedan är preliminära och utvecklingen kan komma att kräva en snabbare implementering av vissa tjänster. Sannolikt kommer de fyra stegen att implementeras i olika takt i olika länder. U-Space är i huvudsak inriktat mot verksamheter på låg höjd (under 150 meter) och i okontrollerad luft.

8.9.7 U1 – Grundläggande tjänster

U1 innehåller grundläggande tjänster såsom registrering och identifiering av drönare. Detta ger möjlighet att lokalisera drönare och att identifiera drönaroperatörer. I U1 ingår också så kallad ”geofencing” som innebär att luftrum kan stängas av för drönarverksamhet. Detta kan initialt ske genom att områden publiceras i en mobil-app som information till piloten.

U1 möjliggör i huvudsak drönarflygningar inom synhåll för piloten. Flygningar utom synhåll för piloten sker i särskilt avgränsat luftrum där andra luftfartyg inte har tillträde. Under U1 är ännu ATM och UTM tydligt separerade system. Behov av U1 finns redan i nuläget.

8.9.8 U2 – Inledande tjänster

U2-tjänster kommer att demonstreras på olika håll i Europa under 2019 för driftsättning cirka 2022. I detta skede introduceras färdplaneringsmöjligheter för drönare, enklare

⁸⁸ ”European Aviation in 2040 – Challenges of Growth”, Eurocontrol Rapport 2018.

⁸⁹ ”European ATM Master Plan: Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace”, Eurocontrol, Summary Report 2017.

tillståndsgivning i olika typer av luftrum, förbättrad övervakning av drönaraktivitet samt system för dynamiskt uppdaterad luftrumsinformation som möjliggör avstängning av luftrum med kortare framförhållning. I U2 ingår system som förhindrar piloten att flyga drönaren i otillåtet luftrum.

System tillkommer för förbättrad information till drönaroperatören om terräng och hinder samt tjänster som möjliggör utökad verksamhet med flygning utom synhåll för piloten. Under U2 påbörjas integrering av ATM och UTM, men i huvudsak genom förberedda procedurer som möjliggör viss tillgång till delar av kontrollerad luft, bland annat i närheten av flygplatser.

8.9.9 U3 – Avancerade tjänster

U3-tjänster utprovas under 2019 i olika forsknings- och innovationsprogram, med sikte på driftsättning cirka 2027. Detta steg innehåller system för att förhindra konflikter mellan drönare och möjligheten att reglera trafikmängden vid hög belastning.

Luftrumshanteringen blir fortsatt mer dynamisk och luftrum kan stängas av med direkt kommunikation med drönaren utan att behöva gå via operatör/pilot. Under U3 fortsätter integrationen mellan ATM och UTM.

8.9.10 U4 – Fullständiga tjänster

Forskning, definition och utprovning av U4-tjänster påbörjas 2019 med sikte på driftsättning efter 2030. U4 siktar på en fullständig integrering av ATM och UTM och möjliggör VFR-flygning med drönare även på höjder där bemannat VFR-flyg är vanligare.

Här sänder drönaren kontinuerligt information om sin aktivitet. Den har system för att själv upptäcka och undvika andra drönare och hinder. Information om luftrummet uppdateras dynamiskt med möjlighet att vid behov stänga av luftrum med kort varsel.

8.9.11 Sammanfattning drönare

De system som implementeras för att möjliggöra utvecklingen via U1, U2, U3 till U4 kommer att påverka utvecklingen av system för att hantera det bemannade flyget. Successivt kommer uppdelningen i olika system för obemannat och bemannat flyg att försvinna och ersättas av integrerade system för alla luftrumsbrukare i alla luftrumsklasser. Idag finansieras ATM-system av brukaravgifter medan det saknas finansiering av UTM-system. På sikt måste finansieringen också integreras.

Utvecklingen går snabbare i delar av Europa än den gör i Sverige. Det finns ett flertal leverantörer av UTM-system och många länder har påbörjat samarbete med sådana leverantörer och därmed kunnat påbörja implementering av UTM-system. Det gäller till exempel Danmark, Tyskland, Polen och Storbritannien. För närvarande finns inga system för UTM i Sverige, med möjligt undantag för LFFVs drönarkarta som är anpassad för mobiler och som beskriver det svenska luftrummet. Sverige ligger dock i framkant vad gäller forskning inom UTM.

För att nå den potential som en utveckling av drönare rymmer krävs anpassade regelsystem, utbyggd infrastruktur och system som kan producera de tjänster som behövs. Men för att ta fram och implementera UTM-system krävs investeringar. Just finansieringen av infrastruktur och system för U-Space är en avgörande faktor

för att möjliggöra drönarutvecklingen. Den europeiska ATM Master plan anger att investeringsbehovet för UTM-system är relativt lågt i jämförelse med den ekonomiska fördel som kan nås. Samtidigt anges att investeringar i U-space är kritiska och nödvändiga för mer än 85 % av den ekonomiska tillväxten för drönarsystem.

LFV menar sammanfattningsvis att drönarutvecklingen ställer krav på luftrummet som det idag saknas möjlighet att tillgodose. System för att kunna möta behoven och möjliggöra utvecklingen finns delvis redan tillgängliga men för en implementering krävs investeringar.

8.10 Eflyg

Ett av sätten att möta flygets miljöutmaningar kan bli introduktionen av flygplan med elektriska motorer (elflyg) för transport av passagerare. Eflyg kan erbjuda många miljömässiga fördelar men på grund av att deras prestanda kan skilja sig markant mot vanliga flygplanstyper kan det på längre sikt skapa utmaningar i luftrummet som måste tas om hand. De elflygplan som först kommer ut på marknaden kommer att vara små, där LFVs bedömning är upp till 20 passagerare. Dess räckvidd kommer att vara begränsad vilket gör dem lämpligast på kortare distanser, såsom inrikesflyg men även flygningar mellan närliggande europeiska flygplatser.

Uttrycket elflyg omfattar dels flygplan som enbart har batterier som energikälla men även hybrid-elflyg. Hybrid-elflyg har en generator som drivs av en förbränningsmotor för att alstra ström vilket ger en ökad flexibilitet som kan vara lämplig under introduktionsfasen av elflyg. På längre sikt kan hybrid-lösningar möjliggöra elflyg även för långdistansflygningar.

8.10.1 Eflyg och miljöpåverkan

Genom att elflyg inte använder förbränningsmotorer uppstår det inte några utsläpp av koldioxid, kväveoxider, partiklar och kolväten när de flyger. Som en följd av detta ger de inte upphov till kondensstrimmor. Hybrid-elflyg kan skapa emissioner men då flygplanen flyger på lägre höjder ger de inte upphov till kondensstrimmor. Den totala energikonsumtionen minskar med elflyg då en elmotor eller hybridsystem utnyttjar tillförd energi mer effektivt⁹⁰ men samtidigt har tillverkningen av batterier en negativ miljöpåverkan⁹¹.

De elflygplan som nu finns i drift eller som konceptritningar använder propellrar för framdrift vilket gör att bullret ifrån dem kommer att likna bullret från konventionella propellerflygplan. Ett propellerflygplan har generellt sett lägre ljudnivå än ett jetflygplan även om bullret från ett propellerflygplan i vissa fall kan upplevas som mer störande. Elektrifieringen ger dock möjligheten att använda fler motorer och att placera propellrar där ljudet dämpas bättre vilket sänker ljudnivån. I ”European Flightpath 2050⁹²” sätts som mål att upplevt flygbuller ska reduceras med 65 % till 2050 jämfört med 2005 och elektrifiering anges som ett sätt att nå målet.

⁹⁰ “Introduction of Electric Aviation In Norway”, Green Future AS, 2018

⁹¹ “The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries”, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2017.

⁹² “Flightpath 2050 Europe’s Vision for Aviation”, Europeiska Kommissionen, 2011

8.10.2 Utveckling av elflyg

Utvecklingen av elflyg är knuten till den utveckling av teknik för batterier och elektronik som sker inom bilindustrin. Då denna bransch är på stark frammarsch finns det anledning att tro att batterikapaciteten kommer att öka succesivt samtidigt som kostnaderna kommer att minska. Förbättringarna inom området kommer sedan gynna andra transportområden. Just batteriutvecklingen är förmodligen det största tekniska hindret för en snabb introduktion av elflyg då batterier innehåller mindre energi i förhållande till sin vikt än vad jetbränsle gör. Idag krävs det 40 ton batterier för att lagra samma energi som finns i ett ton flygbränsle⁹³.

De första kommersiella elflygplanen för passagerartransport beräknas kunna tas i bruk under tidigt 2020-tal och det finns flygbolag i Europa som redan har lagt beställningar på dessa. Program för större kommersiella flygplan för passagerartransport drivs av såväl traditionella flygplanstillverkare som nyare innovationsföretag. I Sverige finansierar exempelvis Vinnova elflygutvecklingsprojektet ELISE⁹⁴ som inkluderar Chalmers, KTH, LiU med flera. Programmet samordnar utvecklingen av elektriska flygplan i Sverige. Första steget är en färdplan utifrån tre perspektiv; internationell positionering, samhällsligt behov och teknikinventering.

För att uppmuntra utvecklingen av elflyg har flygplatsen London/Heathrow utlovat ett års avgiftsbefrielse, värt cirka en miljon brittiska pund, för det första elektriska passagerarflygplanet⁹⁵. Olika typer av ekonomiska incitament som detta kan få betydelse för i vilken takt introduktionen av elflyg kan ske. Elflyg kommer att kräva investeringar i ny infrastruktur, bland annat för laddning av batterier. Dessa investeringar är kostsamma men ur ett tekniskt perspektiv inte lika utmanande som utvecklingen av flygplanen i sig.

8.10.3 Elflyg i Norge

I december 2015 påbörjade Avinor⁹⁶ i Norge ett projekt för att undersöka möjligheterna till elektrifiering av norskt flyg och i den senaste utgåvan av ”Norwegian National Transport Plan”⁹⁷ uttalar den norska regeringens stöd för initiativet att elektrifiera norskt flyg. I januari 2018 gav den norska regeringen Avinor i uppdrag att utveckla ett program för elektrifiering av kommersiellt flyg i Norge och i mars 2018 levererades en studie⁹⁸ kring möjligheterna. Studien visar bland annat att linjenätet med korta sträckor som är typiska för norskt inrikesflyg kan trafikeras med batteridrivet elflyg. Regionala hybrid-elflyg med plats för 20-70 passagerare beräknas finnas i operativ drift inom tio år enligt studien och inom en tidsram om 10-15 år beräknas utvecklade batterier möjliggöra flygningar på sträckor som överstiger 500 km. Därmed kan elflyg bidra till att göra framtida flyg i Norge mer hållbart.

⁹³ “*Considerations for Reducing Aviation’s CO₂ with Aircraft Electric Propulsion*”, Epstein, A. och O’Flarity, S, j. of Propulsion and Power, 2019

⁹⁴ ELISE - Elektrisk Lufttransport i Sverige,

<https://www.vinnova.se/p/elise---elektrisk-lufttransport-i-sverige/>

⁹⁵ <https://your.heathrow.com/first-electric-aircraft-at-heathrow-airport-wont-pay-landing-fees-for-a-year/>

⁹⁶ Avinor är ett norskt helstatligt bolag som bedriver civil och militär flygtrafikledning men också driver 44 statliga flygplatser.

⁹⁷ “*National Transport Plan 2018-2029*”, Norwegian Ministry of Transport and Communications, 2016-2017.

⁹⁸ “*Introduction of Electric Aviation In Norway*”, Green Future AS, 2018

8.10.4 Framtida elflyg och effekter på luftrummet

En introduktion av elflyg innebär att delar av dagens flygplansflotta som till största del består av jet- eller turboprop-flygplan ersätts av mindre hybrid- eller elflyg. Genom att dessa kan använda kortare rullbanor och eventuellt skapa mindre buller skapas förutsättningar för nya flyglinjer från mindre orter. Minskad miljöpåverkan i form av buller och utsläpp kan också ge förutsättningar för flyg på platser som inte är lämpliga idag, såsom flygplatser närmare stadskärnorna. Om elflygplan ska ersätta flygplan för befintliga flyglinjer kan det bli fler flygplansrörelser då samma mängd passagerare måste fördelas på fler flygplan.

Det finns mycket som talar för att Sverige under åren fram till 2040 kommer att se en introduktion av elflyg för transport av passagerare. En introduktion av elflyg kan få många positiva effekter, främst genom minskade utsläpp, men även genom lägre driftskostnader och eventuellt minskat buller. Elflygets begränsningar i form av flygplansstorleken kan ge ett ökat antal flygplan i luftrummet men också möjlighet för flygningar från fler orter. För luftrummet kan en introduktion av elflyg ge fler kontrollerade flygplatser med ökat behov av kontrollerat luftrum.

8.11 Klimatanpassning

Samhället behöver anpassas till de konsekvenser som ett förändrat klimat kan medföra för mark, vatten och bebyggelse. FN:s klimatpanel IPCC⁹⁹ har tagit fram ett antal scenarier som på en global nivå beskriver de klimatteffekter som kan uppstå givet olika antaganden om förändringar i utsläpp. Den senaste rapporten som behandlar effekter av en global uppvärmning om 1,5 °C fastslår att: ”Mänsklig aktivitet uppskattas redan ha orsakat en global uppvärmning på cirka 1,0°C över förindustriell nivå, med ett sannolikt spann på 0,8°C till 1,2°C. Den globala uppvärmningen når sannolikt 1,5°C mellan 2030 och 2052 om ökningen fortsätter i samma takt som nu.”¹⁰⁰

Eurocontrol har använt IPCCs scenarier och genomfört en analys av de förväntade effekterna för flygbranschen¹⁰¹ som bland annat kommer att innebära mer extremt väder. Även om flygsektorn är väl anpassad för utmanande väder kan klimatförändringarna leda till att extremare väder blir vanligare och mer intensivt, att sådant väder kan uppstå på oväntade platser och vid oväntade tidpunkter. Flyget är en global verksamhet och problem som kan uppstå i andra delar av världen som en effekt av klimatförändringar kan få följdverkningar även i Sverige och vice versa. Eurocontrol framhåller i sin rapport att det är av största vikt att genomföra robusta riskanalyser för att minimera risker och kostnader för över- eller underanpassning till klimatförändringarna.

De effekter på flygbranschen som Eurocontrol pekar på grupperas i temperatur-, nederbörd-, storm-, vind- och havsnivåförändringar. Dessa effekter kan få olika stor påverkan på flygbolag, flygplatser, flygtrafiktjänsten och luftrum. Eurocontrol menar att flygbranschen har förstått de förändringar som kan komma att krävas men det har hittills inte tagits betydande steg för att hantera dem. Orsakerna till att arbetet inte har

⁹⁹ Intergovernmental Panel on Climate Change

¹⁰⁰ “Global warming of 1.5°C - Summary for Policymakers”, IPCC 2018.

Översättning SMHI: KLIMATOLOGI Nr 53, 2019

¹⁰¹ “European Aviation in 2040 – Challenges of Growth – Annex 2: Adapting Aviation to a Changing Climate”, Eurocontrol, 2018

kommit längre kan vara att det saknas information eller resurser eller att det är för tidigt, helt enkelt.

Sammanfattningsvis kan flygbranschen stå inför stora utmaningar och det är angeläget att klimatförändringarna bemöts proaktivt. I den framtida luftrumsutvecklingen i Sverige är det därför av vikt att ta hänsyn till eventuella klimatförändringar och analyser av den svenska situationen.

9 ANSVAR OCH FINANSIERING AV LUFTRUMSUTVECKLING I SVERIGE

Luftrum 98 infördes av dåvarande Luftfartsverket som då förvaltade många av landets flygplatser och var enda leverantör av ATM-tjänster och luftrumskonstruktion i Sverige. Luftfartsverket var även tillsyns- och tillståndsmyndighet på luftfartsområdet och ansvarade för luftrumsplanering i alla beredskapslägen. Sedan dessa har olika delar av ansvaret för luftrummet i flera steg överförts till Transportstyrelsen, Trafikverket, flygplatser och EU. Transportstyrelsen är Sveriges flygsäkerhetsmyndighet och granskar och godkänner bland annat ansökningar om luftrumsförändringar¹⁰². Myndigheten ansvarar också för tjänsten strategisk luftrumsplanering och koordinerar de civila och militära luftrumsbehoven på en strategisk nivå¹⁰³. En del av de regleringar som styr luftrumsutveckling och luftrumskonstruktion ligger dock hos EU och den europeiska flygsäkerhetsmyndigheten EASA. EU beslutar också om de prestandamål som styr på allt luftrum inom EU. Flera av de tjänster som styr luftrumets operativa användning har också centraliserats till Eurocontrol Network Management, och mycket av utvecklingen i det övre luftrummet sker genom internationella samarbeten, bland annat inom SESAR.

Trafikverket ansvarar för infrastrukturplanering för det svenska transportsystemet ur ett trafikslagsövergripande perspektiv¹⁰⁴, vilket bland annat innefattar miljöbedömningar och samhällsekonomiska analyser. Man ansvarar också för utveckling och samordning inom transportområdet vid kris och höjd beredskap¹⁰⁵.

Förvaltningen av de statliga flygplatserna överfördes 2010 till Swedavia AB, och numera är varje flygplatsägare ansvarig för in- och utflygningsprocedurerna för flygplatsen och det luftrum (kontrollzon och terminalområde) där de inryms. Flygplatsägarna ansvarar för finansiering och regelbunden översyn av dessa procedurer. Förändringar av dessa ska godkännas både av ansvarig miljömyndighet och av Transportstyrelsen som flygsäkerhetsmyndighet.

LFV ansvarar idag för flygtrafikledning och andra flygtrafiktjänster vid statliga och militära flygplatser, och i det övre svenska luftrummet (över 9 500 fot/2 900 m). LFV ansvarar också för stora delar av flyginformationstjänsten i det okontrollerade luftrummet. Lokal flygtrafikledningstjänst vid övriga flygplatser är idag en konkurrensutsatt marknad. Det gäller även konstruktion av luftrum och inflygningsprocedurer, där LFV idag är en av flera kommersiella aktörer.

Finansiering av luftrumsutveckling kan alltså komma från flygplatserna om det handlar om lokala luftrumsförändringar. Specifika projekt som rör ATM-utveckling kan också

¹⁰² Förordning (1995:1808) om behöriga myndigheter på den civila luftfartens område

¹⁰³ Airspace Management (ASM), nivå 1

¹⁰⁴ Förordning (2010:185) med instruktion för Trafikverket, 1§

¹⁰⁵ Förordning (2010:185) med instruktion för Trafikverket, 3a§

finansieras via ansökta medel inom ramen för mål och aktiviteter i EU/SESAR. Det finns svenska projekt som på olika sätt innefattat luftrumsförändringar och som har erhållit sådan finansiering. Mer övergripande luftrumsförändringar skulle kunna finansieras av luftrumsbrukarna via den svenska kostnadsbasen för undervägsavgifterna. Sådan finansiering måste dock motiveras och planeras i god tid, och skall godkännas av både Transportstyrelsen och EU. I nuläget finns ingen sådan finansiering beslutad, men för perioden 2020-2024 har LFV, Swedavia AB och Transportstyrelsen ansökt om undervägsavgifter för luftrumsutveckling. Dessa kostnader konkurrerar dock med andra kostnader inom ramen för EUs prestationsplaner och kraven på kostnadsreduceringar.

Man kan också tänka sig att större övergripande förändringar av luftrummet som bedöms viktiga för staten Sverige skulle kunna finansieras via statliga anslagsmedel.

LFV ingick i förstudien Luftrum 2040 som konstaterade att ansvarsförhållandena idag är otydliga när det gäller övergripande utveckling av det svenska luftrummet, och studien föreslog att regeringen skulle utse en samordnare för att leda ett arbete med en större luftrumsöversyn¹⁰⁶.

Ett exempel där ansvarsförhållandena är oklara ges i avsnitt 8.2. som beskriver utmaningarna med luftrumsstrukturen i det undre luftrummet. Det är svårt för en ensam aktör som exempelvis en flygplats att försöka lösa större strukturella problem i luftrummet som omfattar frågor om prioriteringar och tillgänglighet för olika typer av brukarkategorier inklusive Försvarsmaktens behov. Stora förändringar av luftrummet är också kostsamma och tar lång tid att genomföra eftersom det krävs omfattande analysarbete, säkerhetsgranskningar, simuleringar och involverar ett stort antal intressenter.

Det ligger inte inom ramen för detta regeringsuppdrag att föreslå en lösning på ansvarsfrågorna vad gäller långsiktig luftrumsutveckling i Sverige. LFV delar fortsatt förstudiens slutsatser att ansvarsförhållandena är otydliga, men menar att det snarare behövs ett permanent utpekade ansvar hos en myndighet än en tillfälligt utsedd samordnare. Den utpekade myndigheten skulle få i uppdrag att regelbundet följa upp luftrummet funktion och de luftrumsbehov som finns idag och i framtiden. Avgränsade konkreta förändringar av luftrummet skulle kunna genomföras via utpekade samordnare eller särskilda uppdrag, men det långsiktiga övergripande ansvaret för det svenska luftrummet utformning behöver förtydligas för att skapa en samordnad och enhetlig utveckling. Det arbete som genomfördes kring ansvarsfrågorna i Trafikverksutredningen 2009¹⁰⁷ och i förstudien Luftrum 2040 behöver fördjupas för att utreda hur ansvaret ska fördelas.

Vidare menar LFV att den myndighet som tilldelas det övergripande luftrumsansvaret bör ta fram en luftrumsplan som kan samordna och vägleda luftrumsutvecklingen. Planen bör följa de styrande förutsättningar och ramar som kartlagts i detta regeringsuppdrag, och innehålla långsiktiga mål och vägledning vid prioriteringar mellan olika prestandaområden och luftrumsbrukare utifrån ett nationellt helhetsperspektiv. Vidare bör myndigheten regelbundet följa upp och anpassa planen efter förändringar av behoven hos luftrumsbrukarna och kraven från EU.

¹⁰⁶ "En Förstudie om Kapacitetsbehovet I Svenskt Luftrum", Rapport Luftrum 2040 § 10.2.

¹⁰⁷ "En Ny struktur för Sjö, Luft, Väg och Järnväg", SOU 2009:31.

10 STRATEGI FÖR UTVECKLING AV SVENSKT LUFTRUM

Utifrån de problem och utmaningar som identifierats i nuvarande luftrum, och utifrån nuvarande och framtida luftrumsbehov, har sex förslag för att utveckla det svenska luftrummet tagits fram. Förslagen beskrivs under respektive rubrik nedan.

10.1 Myndighetsansvar för övergripande luftrumsutveckling

LFV föreslår att regeringen utser en myndighet som ska ansvara för övergripande långsiktig utveckling av svenskt luftrum.

Som förstudien Luftrum 2040 visade är ansvaret för svenskt luftrum fördelat på flera olika typer av aktörer. Det är dock otydligt vem som har det övergripande ansvaret för långsiktig planering och utveckling av luftrummet. Trafikverket (TrV) ansvarar för infrastrukturplanering av det svenska transportsystemet ur ett trafikslagsövergripande perspektiv¹⁰⁸. TrV ansvarar även för utveckling och samordning inom transportområdet vid kris och höjd beredskap¹⁰⁹, vilket även kan omfatta användning av luftrummet. Försvarsmakten, tillsammans med LFV och Transportstyrelsen (TS), är ansvariga för luftrumsplanering för nationell freds- och krissituation¹¹⁰.

Transportstyrelsen ansvarar för tjänsten strategisk luftrumsplanering¹¹¹, vilket innebär att på strategisk nivå samordna civila och militära luftrumsbehov. Den dygnstaktiska och operativa luftrumsplaneringen¹¹² utförs på delegering från TS av AMC¹¹³ och skiftledningen vid LFVs flygtrafikledningscentraler i Malmö och Stockholm. TS är också den tillsyns- och tillståndsmyndighet som granskar och godkänner luftrumsförändringar¹¹⁴. Denna granskande roll kan utgöra ett hinder för TS att också ansvara för långsiktig utveckling av luftrummet.

LFV ansvarar för flygtrafiktjänster vid statliga och militära flygplatser, samt i det övre svenska luftrummet och i okontrollerat luftrum. LFV har utformat luftrum och inflygningsprocedurer sedan lång tid tillbaka och är certifierade för detta av TS. Dessa tjänster utförs numera i konkurrens.

Flygplatsägarna, inklusive det statliga bolaget Swedavia AB, ansvarar för in- och utflygningsprocedurer till sina flygplatser och det luftrum som krävs för att skydda dessa procedurer (kontrollzoner och terminalområden). Flygplatsägarna ansvarar för finansiering av översyn och förändringar av detta luftrum. Finansiering av luftrumsutveckling kan också komma från luftrumsbrukarna via undervägsavgifter,

¹⁰⁸ Förordning (2010:185) med instruktion för Trafikverket, 1 §

¹⁰⁹ Förordning (2010:185) med instruktion för Trafikverket, 3a §

¹¹⁰ "En Förstudie om Kapacitetsbehovet i Svenskt Luftrum", Rapport Luftrum 2040 (TRV 2016/29791), §2.3.2

¹¹¹ Airspace Management (ASM) nivå 1

¹¹² Airspace Management (ASM) nivå 2 och 3

¹¹³ Airspace Management Cell. LFV och Försvarsmakten

¹¹⁴ Förordning (1994:1808) Om behöriga myndigheter på den civila luftfartens område

eller via ansökta medel från EU/SESAR. Sådan finansiering ska dock återbetalas till brukarna enligt lag¹¹⁵.

När det gäller navigeringsinfrastrukturen i luftrummet pekas flygplatsägarna tillsammans med flygtrafiktjänstleverantörerna i en EU-förordning ut som ansvariga för att ta fram en plan för övergång från konventionell markbaserad navigeringsteknik till satellitnavigering samt alternativ om satellitnavigeringen fallerar¹¹⁶.

Vad gäller långsiktig modernisering av luftrummet anser LFV att *en* myndighet ska ansvara för denna. Myndigheten ska följa upp luftrumets funktion, dagens och framtida luftrumsbehov samt säkerställa koordinering mellan aktiviteter som omfattar större luftrumsförändringar. De mer akuta utmaningarna i svenskt luftrum kan omhändertas genom LFVs förslag på strategi nedan och som omfattar det undre luftrummet, luftrummet kring Stockholmsområdet och etablering av drönare. Det finns dock fler utmaningar för luftrummet som också måste beaktas av en ansvarig myndighet; det behövs exempelvis tydliga långsiktiga mål för vilka förmågor som ska uppnås i svenskt luftrum och det finns behov av bättre vägledning i frågor om prioritering vid intressekonflikter.

10.2

Etablera en luftrumsplan för långsiktig utveckling av svenskt luftrum

LFV föreslår att den myndighet som tilldelas ansvar för långsiktig utveckling av svenskt luftrum ges uppdraget att ta fram en övergripande luftrumsplan som verktyg för att samordna och vägleda luftrumsutvecklingen.

Oberoende av vem som tilldelas ansvar för det svenska luftrumets långsiktiga och övergripande utveckling behövs ett verktyg för att vägleda luftrumsutvecklingen i Sverige. En luftrumsplan kan vara ett sådant verktyg. Planen ska utgå från de styrande förutsättningar som redovisas i avsnitt 4, och utifrån de behov som ett framtida luftrum ska uppfylla. Planen ska innehålla övergripande mål och nyckeltal för luftrummet samt övergripande prioriteringar mellan olika luftrumsbrukare i olika delar av luftrummet.

En plan för svenskt luftrum bör gälla 30-40 år framåt och uppdateras med fasta intervall, till exempel vart femte år. Den ansvariga myndigheten ska samverka dess innehåll med berörda intressenter.

Framtida luftrumsbehov på grund av exempelvis introduktion av elflyg eller åtgärder för att minska höghöjdseffekter är idag svåra att förutse. En luftrumsplan som uppdateras med fasta intervall kan dock följa utvecklingen inom relevanta områden och peka ut den nödvändiga riktningen för luftrumets utveckling.

¹¹⁵ (EU) 2019/317

¹¹⁶ (EU) 2018/1048, om krav för användning av luftrummet och operativa förfaranden avseende prestandabaserad navigation

10.3 Uppdrag att se över och anpassa det undre luftrummet

LFV föreslår att ett uppdrag ges som innebär att genomföra en översyn av luftrumsstrukturen i det undre luftrummet, och att skapa en implementeringsplan för lämpliga förändringar.

Huvudsyftet är att skapa förutsättningar för att ankommande trafik till kontrollerade flygplatser ska kunna genomföra inflygningen miljöeffektivt utan att piloten behöver begära att flyga i okontrollerat luftrum.

Luftrumsstrukturen i det lägre luftrummet är omodern och inte längre ändamålsenlig. Som beskrivs i avsnitt 8.1 är terminalområden för små vid många svenska flygplatser och inrymmer inte moderna flygplans allt flackare och bränsleeffektivare sjunkprofiler. Konsekvensen blir att ankommande flygningar tvingas till onödig bränslekrävande planflykt eller att piloter begär att få fortsätta inflygningen ner genom okontrollerat luftrum. Analyser av radarspår visar att cirka 33 % av civila kommersiella IFR-flygningar in till Sveriges regionala flygplatser¹¹⁷ berör okontrollerat luftrum, och att ytterligare cirka 4 % av flygningarna tvingas till en önskad planflykt utanför terminalområdet.

Det finns ingen given lösning på problemet då förändringar som skulle omhänderta problemet kan påverka andra luftrumsbrukare negativt. En utökning av terminalområden kan exempelvis utgöra en begränsning av luftrummet för Forsvarsmaktens övningsverksamhet. Förutsättningar för allmänflyget kan också försämrats om mer luft blir kontrollerad.

Stora strukturella förändringar av luftrummet tar lång tid att genomföra eftersom det krävs omfattande analysarbete, säkerhetsgranskningar, simuleringar, koordinering med berörda intressenter, och så småningom ett införande som inkluderar utbildning, publicering av luftrummet i AIP och uppdatering av tekniska system. LFV föreslår som ett första steg att regeringen ger ett uppdrag att utreda konsekvenser av en alternativ utformning av luftrumsstrukturen i det lägre luftrummet. Utredningen bör även omfatta samverkan, en implementeringsplan och kostnadsberäkning för lämpliga förändringar, samt en avvägning mellan olika berörda intressenter. Huvudsyftet är att skapa förutsättningar för att ankommande trafik till kontrollerade flygplatser ska kunna genomföra inflygningen miljöeffektivt utan att piloten behöver begära att flyga i okontrollerat luftrum.

Uppdraget bör också beakta att det undre kontrollerade luftrummet kan behöva anpassas för att möjliggöra en ökad drönarverksamhet, se nedan. Detta kräver samordning mellan aktiviteterna.

¹¹⁷ Alla svenska flygplatser exklusive Arlanda, Bromma och Landvetter

10.4 Etablera ett nationellt system för UTM

LFV föreslår att regeringen ger lämplig aktör ett uppdrag och finansiering för att organisera system och tjänster för UTM (Unmanned Aircraft System Traffic Management), enligt konceptet U-space och i enlighet med nationella och europeiska regelverk, för att säkerställa luftrumskapaciteten för en strukturerad och säker utveckling av drönartrafik i det undre luftrummet.

LFV är idag utnämnda av Transportstyrelsen att utöva flygtrafiktjänster i merparten av det okontrollerade luftrummet i svenskt FIR, men saknar i stor utsträckning infrastruktur för övervakning och kommunikation, samt system för att tillhandahålla tjänster för drönare i detta luftrum. Majoriteten av drönaroperationer förväntas inom överskådlig tid förekomma i okontrollerad luft på låg höjd. För att möjliggöra en säker, effektiv och harmoniserad utveckling av drönarverksamhet i svenskt luftrum behöver system och tjänster för UTM etableras.

UTM har vuxit fram som ett sammanhållande begrepp för system, för hantering av drönare. Programmet för UTM i Europa har fått beteckningen U-space och syftet är att möjliggöra drönaroperationer i stora volymer. Den förväntade utvecklingen av sådana tjänster och system beskrivs i fyra steg, U1 till U4, där det sista steget innebär full integrering av obemannad och bemannad luftfart i alla delar av luftrummet. Utvecklingen av drönarverksamhet bedöms kunna bidra till både stor samhällsnytta och ha en stor ekonomisk potential. System och tjänster enligt U-space eller motsvarande är nödvändiga för att möjliggöra detta på ett säkert och effektivt sätt.

Grundläggande tjänster enligt U1 behöver implementeras i närtid och inledande tjänster enligt U2 bör planeras för implementering cirka 2022. Tekniska leverantörer av system för U1 och U2 finns och implementering pågår i flera europeiska länder. I Sverige saknas finansiering för anskaffning, implementering och drift av sådana system. Från cirka 2027 planeras för mer avancerade tjänster enligt U3 och U4. På sikt bör systemen bli självfinansierade genom avgifter.

För det kontrollerade luftrummet kan mindre anpassningar behövas för att underlätta drönarverksamhet. Denna frågeställning bör tas om hand i den föreslagna översynen av det undre luftrummet (se ovan i 10.3).

10.5 Modernisering av luftrummet för trafikflöden till/från Stockholmsområdet

LFV föreslår att regeringen säkerställer förutsättningar för en modernisering av luftrumsstruktur och flygvägar för Stockholmsområdet genom en fortsättning av det arbete som påbörjats i projekt SAARP (Stockholm Arlanda Airspace Redesign Program).

Dagens flygvägar och trafikflöden i Stockholm TMA utformades till stora delar på 1970-talet baserat på konventionell markbaserad radionavigering. Strukturen förändrades något i och med Luftrum 98 men det har länge funnits behov av en översyn av luftrummet i Stockholmsområdet för att bland annat säkerställa luftrummet kapacitet, miljöoptimerade trafikflöden och en kostnadseffektiv flygtrafikledningstjänst. Oklarheter i ansvar och finansiering när det gäller luftrumsutveckling har dock utgjort hinder för att få full effekt av de initiativ som tagits.

Projektet SAARP startades av Swedavia 2017 i syfte att modernisera några av flygvägarna i Stockholm TMA utifrån EU-krav på satellitnavigering i högtrafikerade terminalområden¹¹⁸. Både Swedavia och LFV ser dock SAARP som en möjlig startpunkt för en nödvändig och mer övergripande modernisering av Stockholm TMA som också omfattar en optimering av in- och utpasseringspunkter, översyn av luftrumssektorisering och flygvägar. Detta kommer troligen också att kräva omsektorisering av det övre luftrummet, framförallt i anslutning till Stockholm TMA, men kanske också i andra delar av svenskt FIR. Trafikflödena till/från Stockholm är så centrala att större förändringar av dessa påverkar stora delar av den svenska luftrumsstrukturen och i viss mån även angränsande stater och deras luftrum.

Området söder om Stockholm TMA är det mest komplexa i svenskt luftrum. De omfattande militära och civila verksamheter som ofta pågår samtidigt i området ger stora påfrestningar på ATM-systemet, med en sårbarhet i kapacitet, sämre kostnadseffektivitet och försämrade miljöprestanda som följd. Dessutom är överflygande trafik koncentrerad till luftrummet i södra Sverige som ytterligare bidrar till komplexiteten.

LFV föreslår därför att regeringen säkerställer förutsättningar för en fortsättning av det arbete som påbörjats av Swedavia i SAARP.

10.6 Fortsatt utveckling av det övre luftrummet – en route harmoniserad med det övre luftrummet i Europa

LFV föreslår att det övre luftrummet – en route fortsätter att utvecklas i de samarbetsforum LFV deltar i, till exempel COOPANS och SESAR.

Den överflygande trafiken har haft en stadig tillväxt de senaste åren och förväntas stå för den största ökningen av trafiken i svenskt luftrum även framöver. Trafikflöden mellan Västeuropa och Asien och mellan Nordamerika och Mellanöstern passerar ofta genom svenskt FIR och belastar primärt luftrumssektorer i södra Sverige. Framförallt under sommaren är Europas en route-luftrum mycket ansträngt på grund av kapacitetsbrist. Även i det övre luftrummet i svenskt FIR har det under denna period uppstått vissa kapacitetsproblem. LFV har dock hittills klarat de kapacitetsmål som EU satt upp.

Det pågår sedan länge ett kontinuerligt arbete inom LFV att, både på kortare och längre sikt, säkra kapaciteten i det övre luftrummet en-route genom att justera luftrumsektorer och flygvägar, och genom att förbättra de operativa systemstöden. Mycket av utvecklingsarbetet sker tillsammans med andra ANS-leverantörer i olika samarbetsforum, till exempel i tekniksamarbetet COOPANS och genom olika utvecklingsprojekt inom SESAR och Borealis. Ett fortsatt utvecklingsarbete är dock nödvändigt för att långsiktigt säkra kapaciteten och samtidigt möta krav på kostnadseffektivitet i det övre luftrummet – en route.

Ett ökat fokus på flygets klimatpåverkan genom höghöjdseffekter kan också på längre sikt komma att påverka hur luftrummet används i det övre luftrummet en-route.

¹¹⁸ EU-förordning 716/2014, Pilot Common Project-förordningen

BILAGA 1 - SAMMANFATTNING AV EXTERN SAMVERKAN

LFV har genomfört ett tjugotal möten med externa intressenter. Syftet var att beskriva uppdraget men också att öka förståelsen för nuvarande och framtida luftrumsbehov. Mötena inleddes med en presentation av regeringsuppdraget och de analyser av luftrummet som LFV dittills genomfört. Därefter fördes en dialog kring hur intressenterna såg på eventuella problem i dagens luftrum, önskvärda förbättringar och innehåll i en strategi för att utveckla svenskt luftrum. Nedan redovisas en sammanfattning med det som LFV uppfattade som de viktigaste synpunkterna från respektive intressent. I sammanfattningen har LFV samlat möte med liknande intressenter under samma rubrik. Dokumentnummer för minnesanteckningar redovisas i fotnot.

Swedavia AB¹¹⁹

Swedavia menar att det är rimligt att en översyn av svenskt luftrum bör utgå från trafikflödena till/från Arlanda och Stockholm TMA. Mängden trafik och det nationella intresset av tillgänglighet till huvudstaden gör att dessa flöden bör vara normerande för luftrummet.

Swedavia bekräftade att det övergripande ansvaret för luftrumsutveckling i Sverige idag är otydligt, och att en utpekad myndighet skulle kunna ges ett tydligare ansvar här. Viktigt att denna myndighet samverkar luftrumsplaner och övergripande luftrumsfrågor med berörda intressenter. Som ansvarig för procedurer och luftrum runt sina flygplatser menade Swedavia också att prioriteringen mellan olika luftrumsbrukare och avvägningen mellan olika prestandamål för luftrummet behöver tydliggöras.

Swedavia menade också att CNS-infrastrukturen och övergångsplanen till PBN bör vara en del av en strategisk plan för utveckling av svenskt luftrum. Kravet på back-up till satellitnavigering bör också beaktas. Framtida PBN-inflygningsprocedurer kan också förändra behovet av kontrollerat luftrum. Swedavia framförde också ett tydligt behov av bättre koordinering av pågående luftrumsförändringar i Sverige.

En strategisk luftrumsplan kan vara mer styrande i det korta tidsperspektivet, men snarare vägledande på längre sikt. Swedavia påpekade också att många mindre flygplatser är viktiga för robusthet, t.ex. vid skogsbränder.

Skavsta Airport¹²⁰

Skavsta vill utgöra ett ändamålsenligt alternativ till Arlanda men man menar att Skavsta är nedprioriterat i relation till Arlanda. Man påpekar att det är komplicerat att få klarhet i vem som styr över luftrumsutformningen i området där fyra olika aktörer/organisationer tillsammans ska komma överens och där det kan finnas olika intressen som står mot varandra i delar av luftrummet.

Skavsta har omfattande allmänflyg men flygplatsen värnar en hög tillgänglighet för kommersiellt civilflyg. Det kan finnas skäl att problematisera frågan kring prioritering av olika luftrumsanvändare.

¹¹⁹ LFV D-2018-142661

¹²⁰ LFV D-2018-143966

Försvarsmakten, FMV och Saab¹²¹

Försvarsmakten, FMV och Saab samordnar sin planering och sina luftrumsbehov. För alla tre är luftrummet söder/sydost om Stockholm mycket viktigt för bland annat övnings- och testverksamhet. Ibland finns det behov av ett tydligare segregerat luftrum för att minimera störningarna vid viss typ av verksamhet. Behovet finns dock inte alla dagar, utan främst under militär flygövningstid. Ofta håller man sig också till höjder under de normala marschhöjderna för civil jettrafik. Testverksamheten kommer dock att öka de närmaste fem till sju åren, och så troligen även övningsverksamheten.

FM och FMV påpekar att det bör vara samma huvudman för långsiktig luftrumsutveckling i alla beredskapslägen eftersom övergång mellan beredskapslägen annars kan bli otydlig. Det får inte finnas oklarheter kring ansvaret.

FM planerar ett ersätta dagens skolflygplan. Detta kan påverka framtida luftrumsbehov. Det finns i dagsläget en viss osäkerhet kring hur Försvarsmaktens flygverksamhet vid Uppsala kommer att utvecklas.

Transportstyrelsen (TS)¹²²

TS menar att det är rimligt att en utpekad myndighet kan få ett ansvar för långsiktig övergripande utveckling av det svenska luftrummet, och att frågor om teknisk nav- infrastruktur kan ingå i en långsiktig luftrumsplan. Diskussion fördes kring olika myndigheters ansvar idag, och för- och nackdelar med olika varianter av ansvarsfördelning.

Vid ansökningar om luftrumsförändringar får TS ibland väga av intressekonflikter mellan olika typer av luftrumsbrukare. Detta kan vara svårt eftersom riktlinjerna för en sådan prioritering är otydliga. TS framförde också att det krävs mer information/utbildning för att alla berörda ska förstå reglerna kring utformning av luftrum och ansökningar av luftrumsförändringar. Den 1 feb 2019 förtydligade TS genom TSFS 2019:98 kraven på att genomföra samråd med berörda intressenter inför ansökningar om luftrumsförändringar.

TS påpekade också att Sverige som medlemsstat i ICAO har ansvar att erbjuda en säker ATS-tjänst och flygning i kontrollerad luft för IFR-flygningar till kontrollerade flygplatser.

Aviation Capacity Resources (ACR)¹²³

ACR menade att det är rimligt att Trafikverket får ansvar för övergripande luftrumsutveckling, men att resurser och kompetens då måste tillföras. LFV skulle också kunna få detta ansvar, om en ren myndighetsdel skapas. Statusen på en framtida masterplan för luftrumsutveckling diskuterades eftersom flygplatserna idag "äger" sina procedurer och sitt luftrum. En Masterplan kan samordna och prioritera.

ACR påpekade att målen i EUs referensperiod 2 kan ses som en övergripande prioritering av nyckeltalsområden. ACR skulle också välkomna mer detaljerade prioriteringsregler av

¹²¹ D-2018-146440, D-2018-152632, D-2019-152455

¹²² D-2018-143978

¹²³ D-2018-144221

trafik, och pekade på att tolkningen av begreppet ”välordnad flygtrafik” ibland kan användas som grund för beslut hur trafik prioriteras.

ACR pekar på Skavsta Airport som en viktig aktör i Stockholmsområdet, och att frågan om alternativflygplatser kan vara en del av den strategiska luftrumsfrågan. Även ACR har noterat problem med att ankommande trafik ibland vill sjunka ner i okontrollerad luft. Detta problem kan även finnas för sjunk under TMA-undersidorna inne i TMA. Flera av ACRs flygplatser arbetar för fler direktlinjer, vilket kan ge nya trafikmönster och behov av luftrum.

Även övergångsplanen till PBN/GNSS bör behandlas i en svensk luftrumsstrategi, och kostnadsfördelningen för ATS-, MET- och CNS-infrastruktur. Förändringar av TMA-luft måste inbegripa analys av konsekvenser för ekonomiska fördelningstal från enroutearvgiften.

Sveriges regionala flygplatser (SRF)¹²⁴

SRF menade att en övergripande luftrumsplan är viktig för att få politikerna att förstå luftfart bättre och förstå den roll som regionala flygplatser har att förse Arlanda med passagerare, men också som alternativflygplatser och beredskapsflygplatser. Arlandarådets tilläggsuppdrag om det övriga flygplatsutbudet ses också som viktigt i det här sammanhanget.

SRF lyfte farhågan att alltför stort fokus på Arlandas trafikflöden kan drabba andra mindre trafikflöden. Diskussion fördes också om vem som ska bestämma prioritering mellan olika typer av luftrumsbrukare. SRF framförde att LFV bör ta fram förslag till en inriktning kring detta i regeringsuppdraget.

SRF påpekade också att ansvarsförhållanden för luftrummet i samfällda terminalområden är otydliga och att det därför är positivt att regeringsuppdraget föreslår ett helhetsgrepp kring frågan om TMA- och YKL-utformningen. Viktigt dock att ekonomiska fördelningstal beaktas när man utreder konsekvenser för TMA-höjder.

SRF beskrev att Ljungbyheds rörelsestatistik inte finns med i Transportstyrelsens flygplatsstatistik. SRF tipsade också om att kartlägga flygskolornas luftrumsbehov.

Svenska flygbranschen (SFB)¹²⁵

SFB är besviken på SESAR-arbetet och menar att luftrumsutveckling måste leda till minskade kostnader för flygbolagen. Men ser det som viktigt att tänka nytt och utnyttja digitalisering.

När det gäller det lägre luftrummet menar man att trappstegsformade TMA är omoderna och borde ersättas av någon annan form av struktur. Man tycker också att det är osäkert med den okontrollerade luft som måste passeras mellan YKL och TIA (trafikinformationsområden). Det är också önskvärt med ny luftrumsdesign för att öka skyddet för helikoptertrafik som inte sällan flyger IFR på låg höjd i okontrollerad luft. Det är också viktigt att ta höjd för el-flyg som kan få en framträdande roll.

¹²⁴ LFV D-2018-144460

¹²⁵ LFV D-2019-156788

Vad gäller ansvaret för långsiktig modernisering av luftrummet menar SFB att detta ska ligga hos TrV.

Trafikverket (TrV)¹²⁶

TrV framhöll att ansvar för luftrumsutveckling bör ha samma huvudman oavsett beredskapsläge, och att kris- och beredskapsfrågor måste beaktas i strategin för utveckling av svenskt luftrum. Hur väl kraven i kris och beredskap omhändertas kan även utgöra ett separat prestandaområde, att t.ex. vägas mot kapacitet och kostnadseffektivitet.

TrV har idag ett trafikslagsövergripande planeringsansvar på transportområdet och ansvarar för den Nationella tolvårsplanen för transportsystemet. Sedan 2017 har TrV också ett samlat planeringsansvar för krisberedskap inom transportområdet.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)¹²⁷

MSB framhåller att det är viktigt att det svenska luftrummet kan upprätthålla kontinuitet i flygtrafiken även vid kriser, och kan motstå och har förmåga att återhämta sig från störningar. Detta handlar främst om tekniska frågor kring cybersäkerhet och nav-infrastrukturen, men angränsar även till luftrumsfrågor.

MSB menar att det är rimligt att TrV kan vara övergripande ansvarig för den långsiktiga utvecklingen av svenskt luftrum eftersom TrV är ansvarig myndighet för beredskapsfrågor inom transportsektorn. MSB deltar i Transportsektorns samverkan inför samhällsstörningar (TP SAMS), där TrV är ordförande.

Svenska flygledareföreningen (SATCA)¹²⁸

SATCA pekade på:

- Avvägningen mellan buller och utsläpp måste vara rimlig. Hänsyn till buller kan hämma möjligheten att reducera utsläpp.
- Det kan vara svårt att kombinera kostnadseffektivitet med krav på ökad kapacitet.
- Allmänflyg tar mycket kapacitet av flygtrafiktjänsten.
- Det finns farhågor om att RTC kan påverka tillgänglighet för allmänflyg.
- Vid ökade krav på kapacitet är bristen på flygledare i nuläget mycket oroande.

Drönarbranschen¹²⁹

Tre representanter för drönarbranschen pekade på att det saknas tydliga företrädare för branschen som ännu består av grupperingar och att det är svårt att nå ut med information. Man ser att i närtid handlar det mest om drönaraktivitet under 400 fot (cirka 120 meter) och att därmed är luftrummet endast begränsat av kontrollzoner runt flygplatser samt av restriktionsområden. Områden som kommer att växa är bland annat blåsljusverksamhet. Av naturliga skäl mest ”hobbyflygningar” nära tätbebyggda områden. Man ser behov av att underlätta flygningar bortom synhåll för operatören (BVLOS) för att bland annat

¹²⁶ LFV D-2018-149965

¹²⁷ LFV D-2018-149967

¹²⁸ LFV D-2019-157848

¹²⁹ LFV D-2018-149080

kunna göra inspektioner och kartering. Framöver kommer ökade möjligheter och behov av att kunna göra autonoma flygningar.

Utvecklingen påverkas av brist på tydliga kompetenskrav och därmed brist på adekvat utbildning men också svårigheten att nå ut till branschen med information. Drönarkartan behöver utvecklas med mer information, gärna med den brittiska varianten som förebild. Viktigt är att skapa former och möjligheter för BVLOS-flygningar.

AOPA, KSAK, Svenska flygsportförbundet och Svenska segelflygförbundet¹³⁰

Tillgänglighet till luftrummet är en mycket viktig fråga för allmänflygets organisationer. Generellt upplever dessa organisationer att det svenska luftrummet är mer restriktivt än i de nordiska grannländerna och många andra länder i Europa och man upplever sig nedprioriterade i vissa delar av luftrummet. Man tycker att luftrummet i Sverige skulle kunna delas in i fler luftrumsklasser för att öka tillgängligheten och harmonisera med luftrumsklassningen i andra länder.

Man menar också att det saknas en etablerad ”trappstegsmodell” för undersidor i TMA i Sverige, och att utrymmet mellan hinderfrihet och upp till TMA-undersidor är för litet på flera ställen, bl.a. pga. mängden master och vindkraftverk som tillkommit i terrängen. Allmänflygorganisationerna har sammanställt nio luftrumsprinciper som de anser bör gälla i det svenska luftrummet.

Flera av organisationerna pekar också ut luftrummet i Mälardalen runt Västerås/Eskilstuna som särskilt problematiskt och komplicerat. Segelflygförbundet pekar också ut området med okontrollerad luft från Småland upp via Skaraborg och Dalarna som viktigt för sin verksamhet. Man anser också att det är brådskande att klarlägga vilken myndighet som har ansvaret för att koordinera övergripande luftrumsfrågor.

Generellt upplever man också att allmänflygets verksamhet utanför de stora flygplatserna inte ”räknas” när mängden flygtrafik i det svenska luftrummet presenteras i olika sammanhang. Det finns också en oro inom allmänflyget att en framtida expansion av drönarbranschen kan påverka allmänflygets verksamhet.

Flygbolagen i Taktisk kundsamverkan (SAS, Norwegian, BRA och Novair)¹³¹

Vid tre möten under 2018/2019 i LFVs *Taktisk kundsamverkan* med flygbolag informerades om regeringsuppdraget och de utkast till strategier som tagits fram. Flygbolagen i Taktisk kundsamverkan ser generellt positivt på en översyn av TMA-strukturen i syfte att undvika flygning genom okontrollerad luft. Man har vid olika tillfällen också diskuterat arbetet i SAARP-projektet och framfört synpunkter på organiseringen av trafikflödena i Stockholm TMA. Flygbolagen håller med om behovet av en modernisering och översyn av dessa trafikflöden.

¹³⁰ LFV D-2018-149688, D-2018-149153, D-2018-149690

¹³¹ LFV D-2018-149960 och D-2019-158907

Svensk Pilotförening (SPF)

Svensk pilotförening genom flygsäkerhetskommittén förklarade att de synpunkter de lämnade i Förstudien 2040 fortfarande gäller. Där pekade föreningen på bristerna i utformningen av terminalområden i Sverige och att åtgärder behöver vidtas snarast. När det gäller Stockholmsregionen vore det lämpligt med en översyn av luftrummet där man bör ta intryck av hur andra flygplatser löser sin trafikavveckling.

Luftrumsförändringar är en angelägen fråga och nödvändiga förändringar får inte utebli på grund av bristande finansiering eller oklarheter gällande ansvar.

BILAGA 2 - ORDLISTA

ACI	Airports Council International. En internationell organisation med medlemmar som äger och driver flygplatser.
AFIS	Aerodrome Flight Information Service. Flyginformation för flygplats. Verksamhet med uppgift att bedriva flyginformationstjänst vid okontrollerad flygplats.
AIP	Aeronautical Information Publication. Publikation för luftfarten, den riktar sig till flygoperativ personal för färdplanering. AIP innehåller information om bland annat flygplatser, luftrum och nationella regler
ANS	Air Navigation Service. Flygtrafiktjänst. Består av fem olika delar. flygledningstjänst (ATM), informationstjänst för luftfarten (AIS), flygvädertjänst (MET), flygräddningstjänst (SAR) och kommunikations-, navigations- och övervakningstjänster (CNS).
ANSP	Air Navigation Service Provider. Leverantör av flygtrafiktjänster
ASM	Air Space Management. Luftrumsplanering. En planeringsfunktion som främst syftar till att maximera användningen av tillgängligt luftrum genom dynamisk tidsfördelning (time sharing) och, ibland, separering av luftrummet mellan olika kategorier.
ATC	Air Traffic Control Service. Flygkontrolltjänst. En tjänst som tillhandahålls i syfte att: a) förebygga kollisioner <ul style="list-style-type: none"> • mellan luftfartyg, och • mellan luftfartyg och ett hinder inom manöverområdet, samt b) påskynda och bibehålla ett välordnat flygtrafikflöde.
ATM	Air Traffic Management. Flygledningstjänst. En sammanfattande benämning på flygtrafikledning, flödesplanering och luftrumsplanering.
ATS	Air Traffic Service. Flygtrafikledningen. Ett sammanfattande begrepp som inrymmer flygkontrolltjänst (ATC), flygrådgivningstjänst, flyginformationstjänst och alarmeringstjänst.
ATS-flygväg	Angiven flygväg som upprättats för att kanalisera flygtrafik där så behövs för att tillhandahålla flygtrafikledningstjänst
ATZ	Aerodrome Traffic Zone. Trafikzon. Avgränsat luftrum upprättat omkring flygplats för skydd av flygplatstrafik.
B-RNAV	Basic area navigation. Benämns RNAV 5 idag. Navigeringsspecifikation baserad på områdesnavigering som inte innefattar krav på utrustning för övervakning och alarmering av navigeringsprestanda ombord, där siffran 5 anger navigationsnoggrannheten i nautiska mil som ska upprätthållas under minst 95 % av flygtiden
CTA	Control Area. Kontrollområde. En del av kontrollerat luftrum som sträcker sig uppåt från en angiven, ovanför jordytan, belägen gräns i höjded.

CTR	Control Zone. Kontrollzon. Kontrollerat luftrum som sträcker sig från jordytan upp till en angiven övre gräns.
D-område	Dangerous Area. Farligt område
EASA	European Union Aviation Safety Agency Den gemensamma europeiska flygsäkerhetsmyndigheten. EASA tar fortlöpande över tillstånds- och tillsynsuppgifter som tidigare utfördes av de europeiska ländernas egna flygsäkerhetsmyndigheter.
ECAC	European Civil Aviation Conference. Europiska luftfartskonferensen. ECAC är ett samrådsorgan för europeiska luftfartsmyndigheter och har som målsättning att gynna utvecklingen av ett säkert, effektivt och uthålligt europeiskt flygtransportsystem.
FAB	Functional Airspace Block. Funktionellt luftrumsblock
FIR	Flight Information Region. Flyginformationsregion.
FL	Flight Level. Flygnivå. Yta med konstant atmosfäriskt tryck vilket är relaterat till tryckvärdet 1 013,2 hPa, och som är separerad från andra sådana ytor genom särskilda tryckintervall.
FMV	Försvarets Materielverk – Myndighet under Försvarsdepartementet. Har till uppgift att leverera materiel och tjänster till det svenska försvaret.
FRA	Free Route Airspace
FUA	Flexible Use of Airspace. Flexibel användning av luftrummet
GANP	Global Air Navigation Plan
GND	Ground. Marken.
IATA	International Air Transport Association. En internationell organisation med flygbolag som medlemmar. IATA hanterar regler och liknande inom kommersiellt passagerarflyg.
ICAO	International Civil Aviation Organisation. ICAO är ett specialorgan inom FN vars uppgift är att underlätta flygning mellan världens länder och bidra till ökad flygsäkerhet genom att verka för gemensamma och ändamålsenliga regler. De flesta av världens länder är medlemmar i ICAO och följer det regelverk som finns.
IFR	Instrument Flight Rules. Instrumentflygregler
INEA	Innovation and Networks Executive Agency. Ett EU-program för finansiering av infrastrukturprojekt.
KPI	Key Performance Indicator. Nyckeltal
MSL	Mean Sea Level. Havsyttans medelnivå
PBN	Performance Based Navigation. Prestandabaserad navigering
PCP	Pilot Common Project. Pilotprojekt
R-område	Restriction Area. Restriktionsområde
RP	Referensperiod

SAARP	Stockholm Arlanda Airport Redesign Program
SERA	Standardized European Rules of the Air. Standardiserade europeiska trafikregler (EU) nr 923/2012 med ändringar i (EU) nr 2015/340 och (EU) nr 2016/1185
SES	Single European Sky
SESAR	Single European Sky ATM Research. SESAR är det EU-program som ska utveckla tekniska och operativa förutsättningar för det gemensamma europeiska luftrummet för att möta den förväntade trafikökningen.
SID	Standard Instrument Departure. Publicerad flygväg för avgående trafik, avsedd för luftfartygs egen navigering och normalt innefattande såväl utflygningsförfarande från gällande bana som flygväg.
STAR	Standard Instrument Arrival. Publicerad flygväg för ankommande trafik, avsedd för luftfartygs egen navigering och normalt innebärande direktinflygning till gällande bana.
TIA	Traffic Information Area. Trafikinformationsområde. Avgränsat okontrollerat luftrum som sträcker sig uppåt <i>från en angiven ovanför jordytan belägen gräns i höjded</i> inom vilket flyginformationstjänst för flygplats (AFIS) utövas.
TIZ	Traffic Information Zone. Trafikinformationszon. Avgränsat okontrollerat luftrum som sträcker sig <i>från jordytan</i> upp till en angiven övre gräns inom vilket flyginformationstjänst för flygplats (AFIS) utövas
TMA	Terminal Area. Terminalområde. Kontrollområde upprättat för en eller flera flygplatser.
TMC	Terminal Control Centre. Terminalkontroll
UTM	Unmanned Aerial Systems Traffic Management
VFR	Visual Flight Rules. Visuelflygregler
YKL	Yttäckande Kontrollerade Luftrummet

