



Marginalkostnad för luftfartens infrastruktur

Joakim Ahlberg
Johan Ericson
Oskar Johansson
Ivan Ridderstedt

VTI rapport 959

Marginalkostnad för luftfartens infrastruktur

Joakim Ahlberg

Johan Ericson

Oskar Johansson

Ivan Ridderstedt

Diarienummer: 2016/0107-7.4

Omslagsbilder: Hejdlösa Bilder AB och Mostphotos

Tryck: VTI, Linköping 2017

Referat

Huvudsyftet med denna studie är att skatta marginalkostnaderna för luftfartens infrastruktur, men då det inte finns någon enhetlig definition om vad som är kostnadsbasen för infrastrukturen, det vill säga vad som bör ingå i en marginalkostnadsberäkning, så ingår också en diskussion kring vilka kostnader som bör inkluderas i en marginalkostnadsberäkning i forskningsfrågan. Ett ytterligare syfte med studien är att relatera de framtagna marginalkostnaderna till dagens prissättning och undersöka huruvida luftfarten betalar sina samhällsekonomiska kostnader.

Med hjälp av kostnadsdata från Arlanda och från Luftfartsverket skattas marginalkostnaden för utnyttjandet av (relevant) flygplatsinfrastruktur och för infrastrukturen för operativ flygtrafikledning. Den empiriska ansats som använts för att analysera kostnadsposterna är en regressionsanalys, med justering för månadsspecifika variationer i resmönster, då flygplatsdelen undersöks, samt med hänsyn till regionala skillnader för flygplatser, då flygtrafikledning i tornen undersöks.

Det finns en del osäkerheter i studien, men med bakgrund av detta indikerar resultaten att den genomsnittliga marginalkostnaden för infrastrukturen ligger kring 13 kr per passagerare och 1 168 kr per startat flygplan. Motsvarande skattning för flygtrafikledningen är även den osäker, med resultat som indikerar en marginalkostnad på 373 kr per flygning. Vidare förefaller det som att finansieringen av den statliga luftfartsinfrastrukturen inte enbart skulle kunna ske med intäkterna från marginalkostnadsbaserade avgifter.

Titel:	Marginalkostnad för luftfartens infrastruktur
Författare:	Joakim Ahlberg (Ramböll) Johan Ericson (WSP) Oskar Johansson (VTI) Ivan Ridderstedt (VTI)
Utgivare:	VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut www.vti.se
Serie och nr:	VTI rapport 959
Utgivningsår:	2017
VTI:s diarienummer:	2016/0107-7.4
ISSN:	0347-6030
Projektnamn:	MargFlyg
Uppdragsgivare:	Trafikverket
Nyckelord:	Samhällsekonomiska kostnader, marginalkostnader, Infrastruktur. Luftfart
Språk:	Svenska
Antal sidor:	48

Abstract

The main purpose of this study is to estimate the marginal costs of aviation infrastructure. But since it not exist a uniform definition of what is the cost base of the aviation infrastructure, there is also a discussion of what costs should be included. An additional purpose of the study is to relate the estimated marginal costs to today's pricing and to investigate whether aviation pays its socio-economic costs.

Estimates of the marginal cost of utilizing (relevant) airport infrastructure and for operating airline infrastructure is being analyzed using cost data from Stockholm Arlanda Airport and the Civil Aviation Authority. The empirical approach used to analyze cost items is a regression analysis, with adjustments for month-specific variations in travel patterns, when the airport section is investigated, and taking into account regional differences for airports when investigating air traffic control in the towers.

There are some uncertainties in the study, but in the light of this, the results indicate that the average marginal cost of the infrastructure is around SEK 13 per passenger and SEK1,168 per aircraft started. Corresponding estimation for air traffic management is also uncertain, with results indicating a marginal cost of SEK 373 per flight. Furthermore, it appears that the revenue from marginal cost-based charges could not alone finance the state aviation infrastructure.

Title:	Marginal cost of aviation infrastructure
Author:	Joakim Ahlberg (Ramböll) Johan Ericson (WSP) Oskar Johansson (VTI) Ivan Ridderstedt (VTI)
Publisher:	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) www.vti.se
Publication No.:	VTI rapport 959
Published:	2017
Reg. No., VTI:	2016/0107-7.4
ISSN:	0347-6030
Project:	MargFlyg
Commissioned by:	The Swedish Transport Administration
Keywords:	Socioeconomic Costs, Marginal Costs, Infrastructure, Aviation
Language:	Swedish
No. of pages:	48

Förord

Denna rapport belyser en utforskad del i marginalkostnadsanalysen av luftfarten, dvs. infrastrukturdelen. Den ger även en möjlig definition på vad marginalkostnadsanalyser av luftfartens infrastruktur bör innehålla. Den kan ses som ett komplement till marginalkostnadsanalyser av luftfartens externa kostnader.

Projektet har finansierats av Trafikverket till vilka ett stort tack riktas. Tack även till Jan-Eric Nilsson för inspel inför denna studie liksom till Jan-Erik Swärdh för värdefulla kommentarer i egenskap av granskare av rapporten. Tack även till de som kom med kommentarer vid granskningen. Tack även till Mattias Haraldsson för eftergranskning samt Jörgen Larsson för språkgranskning.

Stockholm, december 2017

Joakim Ahlberg
Projektledare

Kvalitetsgranskning

Granskningsseminarium genomfört 23 november 2017 där Jan-Erik Swärdh var lektor. Joakim Ahlberg har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Mattias Haraldsson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 19 december 2017. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Quality review

Review seminar was carried out on 23 November 2017 where Jan-Erik Swärdh reviewed and commented on the report. Joakim Ahlberg has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Mattias Haraldsson examined and approved the report for publication on 19 December 2017. The conclusions and recommendations expressed are the author's/authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	9
Summary	11
1. Inledning	13
1.1. Syfte	15
1.2. Metod	15
1.3. Avgränsningar	16
2. Tidigare litteratur och marginalkostnadsutredningar	17
2.1. Bakgrund	17
2.2. Litteratur	17
3. Luftfartens infrastruktur	22
3.1. Flygplatsen	22
3.2. Flygtrafikledning	23
4. Samhällsekonomiska marginalkostnader	25
4.1. Marginalkostnader för luftfartens infrastruktur	25
5. Marginalkostnadsanalys	27
5.1. Del I, Terminal- och flygplatsinfrastruktur	27
5.1.1. Datamaterial Swedavia	27
5.1.2. Metod	30
5.1.3. Resultat	31
5.2. Del II, Flygtrafikledning	33
5.2.1. Inledning	33
5.2.2. Datamaterial Luftfartsverket	33
5.2.3. Metod	34
5.2.4. Resultat	34
6. Finansiering, avgifter och kostnadstäckning	36
6.1. Finansiering	36
6.2. Avgifter	37
6.3. Täcker dagens avgifter samhällets kostnader för luftfarten?	38
7. Slutsatser och diskussion	44
7.1. Resultat	44
7.2. Osäkerheter	44
7.3. Framtida forskning	44
Referenser	47
Bilaga 1. Indelning av luftrummet	49
Bilaga 2. Specifikation av personalkostnader	51
Bilaga 3. Robusthetstester – analysdel I	53
Bilaga 4. Beskrivningen av avgifterna	58

Sammanfattning

Marginalkostnad för luftfartens infrastruktur

av Joakim Ahlberg (Ramböll), Johan Ericson (WSP), Oskar Johansson (VTI) och Ivan Ridderstedt (VTI)

Denna studie redovisar en skattning av marginalkostnaden för luftfartens infrastruktur. Det är till författarnas vetskap den första som gjorts där datamaterialet inbegriper (personal)kostnadsdata för både flygplats och flygtrafikledning. Studien inleddes med att definiera vilka delar av luftfartens infrastruktur som bör ingå när marginalkostnaden för verksamheten ska beräknas. I denna analys definieras infrastrukturen som både länkar och noder.

Med länkarna avses sträckan som leds av flygtrafikledningen, vilka har till uppgift att ledsaga luftfartyget från stoppklossarna, blocken, vid avreseflygplatsen till blocken på destinationsflygplatsen. Under denna resa är alltid minst två olika flygtrafikledarfunktioner inblandade. Först och sist i resan leds alltid luftfartyget av tornet vid flygplatsen. Torn kan vara bemannade eller fjärrstyrda, i det sistnämnda fallet sitter personalen på annan plats och ledsagar. En viktig distinktion är att luftfartyget lämnar noden så fort blocken lossas och inleder uttaxningen för start, och vice versa för landning.

Flygtrafikledning bedöms alltså här vara en nödvändig infrastruktur och tjänst för att luftfartyget ska kunna framföras, där minimering av olyckor och trängsel ses som en positiv externalitet av flygtrafikledningen. Detta rimmar väl med marginalkostnadsutredningar från EU samt att inget flygplan i kommersiell regi kan starta eller landa utan att vara i kontakt med flygtrafikledningen; det är ett nationellt, så väl som ett internationellt krav att vara länkad till flygtrafikledningen i varje land ett flygplan passerar.

Med noder avses två delar, först den flygoperativa tjänsten på flygplatsen. Det vill säga essentiella operativa tjänster och ramptjänster. Den andra delen är resenärsprocessen, eller trafikeringstjänsterna. Med trafikeringstjänsten menas den tvingande delen för att en passagerare ska kunna göra sin resa, häri ligger inte den kommersiella delen av flygplatsen. Motsvarande distinktion här är att även om luftfartyget lämnat noden i och med att blocken lossats så rullar och startar (landar) fortfarande luftfartygets på nodens infrastruktur med allt vad som inbegrips med det.

Datamaterialet som använts kommer dels från Swedavia (noden), för Stockholm Arlanda Airport, och dels från Luftfartsverket (länkarna), för Swedavias alla tio flygplatser. Swedavias datamaterial omfattar personalkostnader för den flygoperativa tjänsten, resenärsprocessen och säkerhetskontrolltjänsten. Luftfartsverkets datamaterial omfattar personalkostnader för tjänsterna de utför på Swedavias alla flygplatser samt kontrollcentralerna.

Begränsningarna i tillgänglig data gör att de skattningar som gjorts i denna rapport är osäkra och ska tolkas med försiktighet. En rättvisande skattning av den verkliga marginalkostnaden skulle kräva ytterligare forskning och mer detaljerat datamaterial än vad som använts här. Med bakgrund av detta indikerar resultaten att den genomsnittliga marginalkostnaden för infrastrukturen ligger kring 13 kr per passagerare och 1 168 kr per startat flygplan. Motsvarande skattning för flygtrafikledningen är även den osäker, med resultat som indikerar en marginalkostnad på 373 kr per flygning.

Vidare förefaller det som att finansieringen av den statliga luftfartsinfrastrukturen inte enbart skulle kunna ske med intäkterna från marginalkostnadsbaserade avgifter. Hur stor andel som skulle behöva täckas med en finansierande avgift eller anslag är en fråga som skulle kunna utredas.

Summary

Marginal cost of aviation infrastructure

by Joakim Ahlberg (Ramböll), Johan Ericson (WSP), Oskar Johansson (VTI) and Ivan Ridderstedt (VTI)

This study presents an estimate of the marginal cost of aviation infrastructure. It is to the author's knowledge the first one made where the data includes (staff) cost data for both airport and air traffic management. The study starts with defining which parts of the aviation infrastructure should be included when calculating the marginal cost of the operation. In this analysis, the infrastructure is defined as both links and nodes.

The links is defined as the distance led by the air traffic controller, which is responsible for accompanying the aircraft from the stop blocks, the blocks, at the departure airport to the blocks at the destination airport. During this trip, at least two different air traffic management functions are always involved. The aircraft will always start and end their guidance by the tower at the airport. The tower can be manned or remote-controlled, in the latter case; the staff will be in another place and accompanying the airplane. An important distinction is that the aircraft leaves the node as soon as the blocks are unloaded and launches start-up, and vice versa for landing.

Air traffic management is thus considered to be a necessary infrastructure and service for the aircraft to be carried out, where minimization of accidents and congestion is seen as a positive externality of air traffic management. This ranks well with other marginal cost investigations from the EU and that no commercial aircraft can start or land without being in contact with air traffic management; It is a national as well as an international requirement to be linked to air traffic in each country an aircraft passes.

Nodes refer to two parts, first the air-operative service at the airport. That is, essential operational services and ramp services. The second part is the travel process, or the Traffic Services. With the traffic service, the meaning is the compelling part for a passenger to be able to travel by air; that is, the commercial part of the airport is not included.

The data used comes from Swedavia (the node), for Stockholm Arlanda Airport, and the Swedish Civil Aviation Administration (the links), for Swedavia's ten airports. Swedavia's data material includes personnel costs for the airline service, the traveler process and the security control service. The Civil Aviation Administration's data material includes personnel costs for the services they perform at Swedavia's airports and control centers.

A fair estimate of the actual margin cost would require further research and more detailed data than used herein. Against this background, the results indicate that the average margin cost of the infrastructure is around SEK 13 per passenger and SEK 1 168 per aircraft started. Corresponding estimation for air traffic management is also uncertain, with results indicating a marginal cost of SEK 373 per flight.

Furthermore, it appears that the financing of the state aviation infrastructure could not only be done with revenue from marginal cost-based charges. How much share that would have to be covered by a funding fee or grant is a question that could be investigated.

1. Inledning

Det har varit en framträdande princip i svensk transportpolitik sedan slutet av 1970-talet att de transportpolitiskt motiverade skatterna och avgifterna bör utformas så att de främjar en samhällsekonomiskt effektiv resursanvändning inom transportsektorn. Skatter och avgifter som tas ut för trafiken och som är transportpolitiskt motiverade bör därmed – för att vara samhällsekonomiskt effektiva – motsvara trafikens samhällsekonomiska kostnader. Dessa bidrar därmed till att de transportpolitiska målen nås till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnad.

Regeringens och riksdagens definition och tillämpning av det transportpolitiska kostnadsansvaret har varit relativt tydlig och stabil över tiden. Beskrivningen av prissättningens syfte, kostnadsansvarets omfattning och vilka skatter och avgifter som kan betraktas som transportpolitiskt motiverade har i allt väsentligt legat fast i mer än trettio år. (Prop. 2012/13:25).

Trafikens kostnadsansvar innebär att transportpolitiskt motiverade skatter och avgifter bör motsvara den samhällsekonomiska marginalkostnaden och därmed korrigera för snedvridningar av transportmönster (Prop. 2005/06:160). Kostnadsansvaret har tolkats som liggande hos fordonsägarna, dvs. luftfartygen i denna rapport. Under en period 1988–1998 fanns även en finansierande del. De principer som gällde då var att "de rörliga avgifterna ska motsvara de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna". I den mån de totala intäkterna från de rörliga avgifterna inte täckte de totala samhällsekonomiska kostnaderna skulle mellanskillnaden täckas med fasta avgifter. Efter denna period har principen istället varit att finansierande skatter och avgifter ska utformas så att de i så liten utsträckning som möjligt påverkar transportmönstren och sektorn i övrigt.

En central uppgift för marginalkostnadsprissättning är att infrastrukturen ska användas effektivt. Det betyder att kostnaden för ytterligare en resenär, ett fordon eller godstransport bör utgöra grunden för vad det ska kosta att använda infrastrukturen. Regeringen har framhållit att den samhällsekonomiska prissättningen bör vara inriktad på att påverka förutsättningarna för enskilda transporter och trafikrörelser. I den transportpolitiska propositionen från 1998 (Prop. 1997/98:56) framfördes att när det gäller luftfarten ansåg regeringen att de samhällsekonomiska marginalkostnader som orsakas av civil luftfart och som motsvaras av kostnader vid de statliga flygplatserna bör internaliseras genom luftfartsavgifter. Regeringen ansåg dock att modellen med finansierande avgifter kunde behållas med hänsyn till bedömningen att de praktiska konsekvenserna av ett avsteg från marginalkostnadsprincipen ansågs vara begränsade (Prop. 1997/98:56).

En annan tanke är att det ska gå att jämföra trafikslagen mellan varandra. Givet att användningen av infrastrukturen är korrekt prissatt, med alla externaliteter inkluderade, kan transportköparen fokusera på kärnfrågan; hur transporten utförs bäst utifrån dennes behov? De kostnader som samhället har för den aktuella transporten kommer att ersättas av fordonsägaren och transportsystemet kommer att användas effektivt.

Dock råder det nu skillnader mellan hur de olika trafikslagen behandlas rörande finansieringen av infrastrukturen och hur marginalkostnaden uppskattas för densamma. Detta gör att korrekt information avseende samhällets kostnader för transporten och prissättning inte finns att tillgå vid beslutet om vilket trafikslag en resenär eller transportköpare ska välja. Transportbeslutet kan då skapa för mycket fordon av ett visst trafikslag, vilket i sig kan ge en skev användning av samhällets infrastruktur och orsaka mer externaliteter.

Om avgifterna följer principerna om de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna tas ingen hänsyn till de finansiella konsekvenserna av nivån på avgifterna i form av överskott eller underskott för varje trafikslag. Detta innebär att det inte finns någon garanti för att de totala intäkterna från marginalkostnadsbaserade avgifter är tillräckliga för att täcka alla infrastrukturkostnader. Enligt

flera internationella studier skulle marginalkostnadsbaserade vägavgifter överstiga den genomsnittliga infrastrukturkostnaden, medan det för järnväg skulle bli tvärtom (UNITE¹, 2003; GRACE², 2007).

På uppdrag av Europeiska Rådet beställde Europeiska kommissionen en studie för att sammanfatta befintlig vetenskaplig och praktisk kunskap angående externa kostnader och hur stora de är. Syftet med studien var att ge en omfattande översikt av metoder för uppskattning av de externa kostnaderna (presenterade i en handbok) och en analys av olika internaliseringsmetoder, inklusive en bedömning av effekterna av dessa (Maibach et al., 2008; Korzhenevych et al., 2014).

I studien framförs att utmaningarna i att tillämpa marginalkostnadsprissättning ger att den relativa avgiftsskillnaden mellan trafikslagen är viktig, snarare än att hitta den exakta nivån på marginalkostnaderna. Även tillhandahållande av tillräcklig och begriplig information till användarna och en konsekvent tillämpning av marginalkostnadsprissättning för alla trafikslag är enligt studien centralt i genomförandet av marginalkostnadsprissättning för användning av infrastruktur. Denna studie kommer inte att undersöka de externa kostnaderna, något som bl.a. behandlades i delrapporten till SAMKOST 2 (Österström, J., 2016), utan studera marginalkostnaderna som uppstår hos infrastrukturhållaren för att ge en bättre prisinformation om användningen av infrastrukturen.

I sammanhanget är det viktigt att konstatera att en samhällsekonomiskt effektiv användning av transportsystemet och kostnadstäckning av infrastrukturen har två olika mål och att deras optimala prissättning skiljer sig åt. Avgifter som syftar till att finansiera infrastruktur påverkar hur effektivt infrastrukturen används. Regeringen ansåg dock 1998 att luftfartssektorns relativt blygsamma krav på infrastrukturinvesteringar och de därigenom relativt små fasta kostnaderna innebär att de praktiska konsekvenserna av kostnadsansvarets utformning blir begränsade.

Vid marginalkostnadsanalyser är frågan om vad som ska studeras och vilka avgränsningar som görs väsentligt. Grundsatsen är att kostnader som åsamkas samhället av att ytterligare ett fordon framförs ska ingå i kostnadsbasen. På vägområdet är avgränsningen idag relativt tydlig. För att framföra ett fordon behövs oftast endast en belagd yta och förare och passagerare kan stiga in i fordonet i princip var som helst. Detta ger att samhällets kostnader uppstår när fordonet framförs på den offentligt ägda vägen.

Det blir mer komplicerat när det krävs offentligt ägda anläggningar och tjänster för att fordonet ska kunna färdas i Sverige. Med tanke på att syftet med trafikens kostnadsansvar är att medborgare och företag ska betala för de kostnader som deras resa orsakar bör det vara rimligt att även inkludera de anläggningar som behövs för att kunna genomföra transporten.

Trafikanläggningar kan analyseras med perspektivet om vad som bör inkluderas i den kostnadsbas som kommer att upprättas för marginalkostnadsanalysen. Externa kostnader såsom emissioner och buller ingår, men även marginalkostnaderna för användningen av infrastrukturen i form av fysisk nedbrytning ingår i de marginalkostnadsstudier som gjorts i Sverige. I flera europeiska studier (bland annat de ovan nämnda UNITE, 2003; GRACE, 2007) har även personalkostnader och andra rörliga kostnader för tjänster och anläggningar som krävs för att luftfartygen ska kunna lyfta inkluderats. Även kostnader som resenärer orsakar innan de kliver ombord planet har inkluderats. Kostnader för diverse myndighetsuppgifter, terminalytor/stationsytor som används för kommersiella ändamål och myndighetsgemensamma kostnader såsom OH-kostnader bör däremot inte ingå i en samhälls-ekonomisk marginalkostnadsanalys i och med att de inte direkt påverkas av en enskild fordonsrörelse.

Med tanke på att Swedavias och Luftfartsverkets verksamhet är helt självfinansierad, inklusive investeringar i anläggningarna, måste avgifter och de kommersiella intäkterna utformas för att

¹ UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency.

² Generalization of Research on Accounts and Cost Estimation.

motsvara ägarens avkastningskrav. Det innebär att Swedavias eller Luftfartsverkets avgifter inte nödvändigtvis visar hur stora marginalkostnaderna för verksamheten är. Vissa avgifter är utformade för att mer följa utnyttjandet av anläggningen och basen för uttaget utgörs av faktorer som kan kopplas till luftfartyget, exempelvis vikt eller bullerkaraktäristika. Andra är mer generella och syftar till att bekosta infrastruktur och tjänster som utförs för att bland annat kunna fylla luftfartyget med passagerare. Även det senare allokeras i slutändan på resenärens genom det biljettpreis som betalas för resan. De miljöavgifter som tas ut ska täcka kostnaderna för att åtgärda problemet eller att förebygga det, men är även omgärdade av olika restriktioner, vilket innebär att de utvecklas efter andra förutsättningar än om nivåerna satts utifrån ett marginalkostnadsperspektiv. Avgifterna är utformade för att finansiera verksamheten och inte för att infrastrukturen ska utnyttjas samhällsekonomiskt effektivt. Sammantaget innebär detta att studier av marginalkostnader för luftfartens infrastruktur bör baseras på observationer av trafikvolymberoende kostnader som uppkommer i verksamheten och som kan knytas till möjligheten att utföra resan.

1.1. Syfte

Huvudsyftet med denna studie är att skatta marginalkostnaderna för luftfartens infrastruktur. Då tidigare redovisningar av marginalkostnaden har definierat denna infrastruktur olika så ingår också en diskussion kring vilka kostnader som bör ingå i en marginalkostnadsberäkning.

Denna studie kan ses som ett komplement till *Luftfartens marginalkostnader – en delrapport inom Samkost 2*, VTI:s regeringsuppdrag att ta fram de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för bland annat luftfarten. I nämnda rapport studerades inte infrastrukturen för luftfarten, utan bara de externa effekter som luftfarten ger upphov till.

Ett ytterligare syfte med studien är att relatera de framtagna marginalkostnaderna – denna rapporters marginalkostnader och ovan nämnda rapport – till dagens prissättning och undersöka huruvida luftfarten betalar sina samhällsekonomiska kostnader. Omkring detta förs också en diskussion om internaliseringsgraden kopplat till möjliga styrmedel för luftfarten, det sista är mer en översiktlig diskussion och ska tolkas med försiktighet.

1.2. Metod

Med hjälp av kostnadsdata från Arlanda och från Luftfartsverket skattas marginalkostnaden för utnyttjandet av (relevant) flygplatsinfrastruktur och för infrastrukturen för operativ flygtrafikledning. Med *relevant* flygplatsinfrastruktur menas här de delar av flygplatsen som en passagerare måste använda för att nå sin destination. I flygtermer använder man ofta beteckningarna *Airside* och *Landside*, där *Airside* är delen av resenärsprocessen som börjar med säkerhetskontrollen. Det är från den som analysen tar sitt avstamp. Analysen består av två separata delar.

Första delen tillägnas den relevanta flygplatsdelen för resan, vilken i sig också består av två delar; en passagerardel - häri ingår kostnader som är direkt knutna till den tvingande delen för passageraren att överhuvudtaget komma på flygplanet; och en flygplansdel – häri ingår kostnaderna som är kopplade till den flygoperativa tjänsten, dock inte flygtrafikledning.

Den andra delen berör den operativa flygtrafikledningen som sker under den tid då luftfartyget har bringats i rörelse av egen kraft i avsikt att starta till dess det efter flygning bringas att stanna; med flygtid förstås här "block-to-block time" som räknas från den tidpunkt då luftfartyget förflyttar sig från lastningsplatsen till dess det efter flygning stannar på urlastningsplatsen. Denna del separeras också mellan flygtrafikledningen i tornen (ofta skött på flygplatserna) och flygtrafikledning mellan flygplatserna, så kallad *en route*-flygning. Den senare delen kunde inte analyseras på grund av bristfälliga data.

Den empiriska ansats som använts för att analysera kostnadsposterna är en regressionsanalys. Analysen kontrollerar för månadsspecifika variationer i resmönster^[1], då flygplatsdelen undersöks, samt med hänsyn till regionala skillnader för flygplatser, då flygtrafikledning i tornen undersöks. En mer detaljerad redogörelse av datamaterialet och empirisk metod följer i avsnitt 5.

1.3. Avgränsningar

Denna studie tittar enbart på kommersiella passagerarflygningar som utförs enligt IFR (Instrument Flight Rules), dvs. en flygning som övervakas och styrs av flygtrafikledningen. Den exkluderar alltså så kallade visuellt flugna luftfartyg samt militärt flyg. Den behandlar inte heller godstrafiken. Vidare, när det gäller flygplatsrelaterad analys, behandlas bara datamaterial för Arlanda flygplats och vad gäller flygtrafikledningen så behandlar den Luftfartsverkets verksamhet samt även den verksamhet som Luftfartsverket enligt avtal bedriver på Swedavias tio flygplatser, mer om detta nedan. Som nämntes i avsnitt 1.2 analyseras bara tornverksamheten i flygtrafikledningen, inte det arbete som sköts av de två kontrollcentralerna som har hand om undervägsflygningen.

^[1] Exempelvis minskat antal inrikesresor under sommarmånaderna.

2. Tidigare litteratur och marginalkostnadsutredningar

2.1. Bakgrund

Det finns få marginalkostnadsberäkningar för luftfartens infrastruktur och de som finns har olika skattningsmetoder och databaser som gör det svårt att jämföra deras resultat. Flera av nedanstående är även dubletter då samma datamaterial har använts i dem. I många av dem används två olika beteckningar när man skall analysera kostnadsmassan, dessa är WLU och ATM.

WLU står för *Work Load Unit* och kommer från behovet av att få till ett standardmått på produktion som kombinerar både passagerare och gods. Detta gjorde att flygindustrin konverterade passagerare till viktekvivalenter, passagerarton och passagerartonkilometer. Olika relationer har använts men det vanligaste nu är att en passagerare (80 kg) och hennes bagage (20 kg) antas vara ekvivalent med 100 kg så att 10 passagerare är ekvivalent med 1 ton. Den logiska grunden var att ett flygplan bara kunde lyfta en viss nyttolast och en passagerare och hennes bagage direkt kunde ersättas med deras vikt i gods.

I nedanstående genomgång används WLU i kopplingen:

- Marginalkostnaden för en flygplats i samband med ytterligare en passagerare.

ATM står för *Air Traffic Movements*, den är kopplad i nedanstående genomgång till:

- Marginalkostnaden för en flygplats i samband med ytterligare en start.

WLU och ATM ska summeras för att få en heltäckande bild av en flygplats marginalkostnad, det vill säga de ska inte ses som olika sätt att skatta marginalkostnaden för flygplatsen. Endast en rapport (från US General Accounting Office, 1997) har vederligen behandlat flygtrafikledningens marginalkostnader, något som i denna rapport definieras som en del av infrastrukturen.

2.2. Litteratur

I följande avsnitt är alla priser omvandlade till 2016-års prisnivå samt till svenska kronor.

Ett tidigt exempel var Carlin och Park (1970) som beräknade marginella bankostnader för LaGuardia Airport med fokus på förseningskostnader och mängden flygplan. Deras skattningar sträcker sig mellan 165,8 kr och 60 217 kr för låg- respektive högtrafik.

Med hjälp av simulering beräknade British Airport Authority (BAA, 1982) passagerarutgifter vid Heathrow och Gatwick, både vid låg- och högtrafik. Med tanke på att BAA:s policy var att debitera flygbolagen för terminalkostnaderna vid rusningstrafik, kan resultaten grovt tolkas som en approximation till lång- och kortsiktig marginalkostnad. Vid högtrafik uppskattades passagerarkostnader vid Heathrow till 934,4–1 073,8 kr, vid lågtrafik låg de på 27,6–33,5 kr.

Morrison (1983) uppskattade olika kostnadsfunktioner för att skatta optimala priser på lång sikt. Analysen visade att det kostar flygplatsen 466,2 kr per ATM i marginalkostnad för drift, underhåll och administration på amerikanska flygplatser. Senare så rapporterade Morrison & Winston (1989) en marginalkostnad på 416,8 kr per ATM. Analysen gällde även här underhåll, drift och administration för amerikanska flygplatser.

I US General Accounting Office, 1997 rapport skattades marginalkostnaderna med en ekonometrisk modell där datamaterialet omfattade kostnader och tjänster som tillhandahållits av Federal Aviation Authority (FAA). Datamaterialet specificerades på användargrupper, anläggningar och intressevariabeln var de tjänster som tillhandahölls. För Air Route Traffic Control Center (ARTCC) var intressevariabeln avgångar och överflygningar; för Terminal Radar Approach Control (TRACON)

avsåg den primära operationer, sekundära operationer och överflygningar. Resultatet av regressionsanalysen för undervägsflygningar gav en marginalkostnad på 708,8 kr per flygrörelse.

I en fallstudie inom UNITE utförde Himanen et al. (2002) en marginalkostnadsberäkning för Helsingfors-Vantaa flygplats med fokus på de ökade personalkostnader (för år 2000) som ytterligare en landning medförde. Den huvudsakliga hypotesen som testades genom denna metod var om ett ökande antal flygplans- eller passagerarrörelser gav upphov till ett ökat behov av personal. Den deskriptiva analysen visade först, när även tjänster som lagts ut på entreprenad inkluderats, att personalkostnaderna stod för ca 80 procent av den totala flygplatskostnaden. Författarna menade att det var uppenbart att antalet personal följde antalet flygrörelser, om än på ett begränsat sätt. Efter en diskussion om vilken typ av modell, linjär, kubisk, med eller utan dummys etcetera visas slutligen att en ytterligare flygplansrörelse behöver, i genomsnitt, en person eller mer från flygplatspersonalen. I monetära mått estimeras detta till 480,3 kr. Några av författarna i Himanen et al. (2002) utvecklade denna analys och kom fram till att det nu krävdes 0,6 persontimmar för ytterligare en flygplansrörelse. Vilket istället gav den marginella arbetskraftskostnaden för ATM 285,7 kr, se Link et al. (2009).

Carlsson (2003) analyserar marginalkostnadsprissättning på 19 svenska flygplatser, fokus ligger på passagerarkostnaderna. Detta kan antas vara likvärdigt med WLU. Landningsservicen (ATM) är exkluderad från analysen. Kostnadsdatamaterialet är mellan 1993–2001. I studien används en fixed-effectmodell där de totala kostnaderna används som beroende variabel och kostnadsfunktionen är en log-log funktion, där kostnaden beror på antalet passagerare. Författaren menar att en linjär modell har för stora begränsningar³. WLU-komponenten skattas till 37,91 kr för Stockholm Arlanda och 30,80 kr för Göteborg Landvetter.

Luftfartsverket (2004) använde sig av Himanen et al. (2002) i sin marginalkostnadsskattning, men utökade den med bland annat en personalkostnadsjustering. De använder sig sedan av de två produktionsmått ATM och WLU. Analysen ger då 391,9 kr per ATM och 8,8 kr per WLU. Det är oklart vilket år pengavärdet är uträknat för, men oavsett det är resultatet lägre än vad Himanen et al. (2002) kom fram till. Rapporten diskuterar även slitage på, och borttagande av gummirester på rullbanorna. Det första resoneras fram till att det saknas empiriskt stöd för att flygplatser med hög beläggning skulle oftare få omtoppning av beläggningen än flygplatser med lägre trafikvolym. Vad gäller borttagning av gummirester är det bara Arlanda, Landvetter och eventuellt Sturup som har trafikberoende slitage, genomsnittskostnaden uppskattas ligga mellan 8,01 kr och 29,61 kr per landning. Därför dras slutsatsen att marginalkostnaden för slitage ligger mellan 0 kr och 29,61 kr per landning.

I underlaget till GRACE finns två marginalkostnadsuppskattningar, båda gjorda av Martín et al. (2006). En som bygger på data från 37 spanska flygplatser mellan åren 1991 och 1997 och en som bygger på data från 56 flygplatser i EU, Nordamerika, Australien och Asien och avser perioden 1991–2005.

Den första uppskattningen använder WLU som produktionsmått och fokuserar på att skatta kostnadsfunktionen med indatavariablerna: (utgifter i samband med) arbetskraft, kapital och material. Till detta nyttjas avancerade metoder såsom translog-kostnadsfunktion och stokastisk frontanalys. Den genomsnittliga marginalkostnaden för det spanska flygplatssystemet 1991–1997 är 95,8 kr. Spridningen är dock ganska stor. Det finns viktiga avvikelser för mycket små flygplatser som Cordoba, där marginalkostnaden är 3 122,5 kr. Minimivärdena uppnås i Lanzarote och Fuerteventura, Kanarieöarna, med siffror på omkring 12,2 kr. Det är oklart om det rör sig om kort- eller långsiktiga marginalkostnader, men då kapital är med i indata-materialet så rör det sig troligtvis om långsiktiga.

I den internationella studien av samma författare skattas både kort- och långsiktiga marginalkostnader för både ATM och WLU. Här används två specifikationer på produktionsmättet, först enbart WLU sen

³ Denna studie anser inte det, mer om det i resultatavsnittet.

både WLU och ATM. De visade att med enbart WLU som mått var marginalkostnadsresultaten snedvridna (biased). Den genomsnittliga långsiktiga marginalkostnaden skattades till 67,6 kr och 4 595,1 kr för WLU respektive ATM. För den kortsiktiga marginalkostnaden ligger den genomsnittliga flygplatsen på cirka 61,8 kr och 1 504,4 kr för WLU respektive ATM (Martín et al., 2006).

I en senare artikel av samma författare utvecklades modellen beskriven ovan. Där skattades den långsiktiga marginalkostnaden för den genomsnittliga flygplatsen till 14,3 kr och 2 449,97 kr per WLU respektive ATM. Dock med nämnda extremvärden. Den kortsiktiga marginalkostnaden för genomsnittsflygplatsen var då på 195,1 kr och 9 995,3 per WLU respektive ATM Martín et al. (2011).

Genom att använda samma databas som ovan, disaggregerade Martín et al. (2011) produktionsmåttan genom att dela upp WLU i frakt, inrikespassagerare och utrikes/transferpassagerare. Dessutom justerades ATM hedoniskt med hjälp av flygplatsens genomsnittliga maximala startvikt (MTOW). Resultaten visade bevis som stödde WLU-uppdelning: internationella passagerare medförde högre marginalkostnad än inhemska och båda var betydligt billigare för flygplatserna än godsoperationer, vilket mestadels är en flygbolagsverksamhet. Med hjälp av den hedoniska ATM-ekvationen så steg marginalkostnadsskattningarna per ton MTOW.

I ett tredje EU-finansierat projekt, CATRIN, genomförde Martín et al. (2008) marginalkostnads-uppskattningar. 161 flygplatser är med i urvalet, varav 94 från Europa (inkl. de 37 spanska rapporterade i GRACE-projektet), 45 från Nordamerika, 11 från Asien, 6 från Australien och Nya Zeeland, 1 från Afrika/Johannesburg och 1 från Centralamerika. Individuella skattningar av marginalkostnaden för alla angivna produktionsmått beräknades för alla flygplatser som ingår i urvalet. De trafikvägda genomsnittliga värdena är 3 661,3 kr, 54,3 kr och 480,7 kr för respektive ATM, antalet passagerare samt gods och brev. Separeringen av passagerare och gods och brev i stället för arbetsbelastningsenheter (WLU) menar författarna motiverades av resultaten.

I samma rapport genomfördes även tre fallstudier av kortsiktiga marginalkostnader för tre flygplatser i Europa: Bryssel, Köpenhamn och Stuttgart. Kostnader för flera olika flygplanstyper togs fram där exemplet för B 737-300 är särskilt intressant för denna rapport. Den kortsiktiga marginalkostnaden för en landning med denna flygplanstyp i Bryssel var 698,8 kr, i Köpenhamn var kostnaden 2 060,3 kr och i Stuttgart var kostnaden 1 836,5 kr. I dessa värden ingår inte marginalkostnaden per passagerare som bedömdes vara 83,47 kr i Bryssel, i Köpenhamn var kostnaden 59,4 kr och i Stuttgart var kostnaden 75,03 kr.

Ovan beskrivna passagerarrelaterade marginalkostnadsstudier sammanfattas i Tabell 1, där alla kostnader har avrundats av till hela kronor.

Tabell 1. Litteratursammanställning.

Studie	Objekt	Tidsperiod	Skattad MC
Carlin och Park (1970)	La Guardia	?	Förseningskostnader: 166 kr (lågtrafik) 60 218 kr (högtrafik)
British Airport Authority (1982)	Heathrow och Gatwick	1982	Passagerarkostnader: 28 – 33 kr (lågtrafik, troligtvis WLU) 934 - 1 074 kr (högtrafik, troligtvis WLU)
Morrison (1983)	Amerikanska flygplatser	1983	466 kr (ATM)
Morrison och Winston (1989)	Amerikanska flygplatser	1989	417 kr (ATM)
US General Accounting Office (1997)	Amerikanska flygplatser	1997	709 kr (flygtrafikledning)
Himanen et al. (2002) (UNITE)	Helsingfors - Vantaa	2000	480 kr (ATM)
Carlsson (2003)	19 svenska flygplatser	1993–2001	38 kr (WLU, Arlanda) 31 kr (WLU, Landvetter)
Luffartsverket	Helsingfors - Vantaa och svenska flygplatser	2000	9 kr (WLU) 392 kr (ATM) Genomsnittskostnad: 8 – 30 kr, Uppskattad marginalkostnad för slitage: 0 – 30 kr (per landning)
Martin et al. (2006)	37 spanska flygplatser	1991–1997	96 kr (WLU, genomsnittlig marginalkostnad) Avvikelse: 12 - 3 123 kr
Martin et al. (2006)	56 flygplatser i EU	1991–2005	4 595 kr (ATM, långsiktig) 68 kr (WLU, långsiktig) 1 504 kr (ATM, kortsiktig) 62 kr (WLU, kortsiktig)
Martin et al. (2008)	161 flygplatser från hela världen	1991–2008	3 661 kr (ATM) 54 kr (genomsnittlig kostnad för passagerare) 481 kr (genomsnittlig kostnad brev och gods) Bryssel:

Studie	Objekt	Tidsperiod	Skattad MC
			699 kr (kortsiktig marginalkostnad för landning)
			83 kr (marginalkostnad/passagerare)
			Köpenhamn: 2 060 kr (kortsiktig marginalkostnad för landning)
			59 kr (marginalkostnad/passagerare)
			Stuttgart: 1 864 kr (kortsiktig marginalkostnad för landning)
			75 kr (marginalkostnad/passagerare)
Link et al. (2009)	Helsingfors - Vantaa	2000	286 kr (ATM)
Martin et al. (2011)	161 olika flygplatser från hela världen	1991–2008	14 kr (WLU, långsiktig)
			3 450 kr (ATM, långsiktig)
			195 kr (WLU, kortsiktig)
			9 995 kr (ATM, kortsiktig)

3. Luftfartens infrastruktur

Infrastruktur är en förutsättning för transporter. Det finns dock ingen klar definition av vilken infrastruktur som ingår i en samhällsekonomisk marginalkostnadsberäkning. I Regeringens proposition 1997/98:56 - Transportpolitik för en hållbar utveckling – beskrevs att terminalfunktioner och liknande är en viktig del av den regionala och lokala transportinfrastrukturen.

I Samkost 2:s redovisning av ett regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader (Nilsson och Haraldsson, 2016) definieras infrastruktur i huvudsak som de länkar som finns mellan olika noder i ett system. Noder ingår bara i sina mest basala funktioner, dvs. sådant som är helt avgörande för att en resa eller transport ska kunna genomföras. Med den tolkning av terminalernas funktion som Samkost 2 gjorde inkluderades inte terminaler i begreppet infrastruktur.

Även denna rapport utgår från definitionen ovan, men med bedömningen att terminaler är en basal funktion. Dock inkluderas inte hela terminalen utan endast den nödvändiga delen av terminalen för att kunna genomföra en resa; både såväl för passagerare (inklusive deras bagage) som för gods (plus brev). Den tolkningen överensstämmer också med den tolkning som gjorts i ett flertal marginalkostnadsstudier i EU, speciellt UNITE och GRACE; två projekt ledda av Europiska Kommissionen som går ut på att harmonisera marginalkostnaden för transport och infrastruktur.

I Luftfartsverkets slutredovisning av 2002 års regeringsuppdrag avseende luftfartens samhällsekonomiska marginalkostnader presenterades följande definition.

”Infrastrukturen utgörs av samtliga strukturer som är nödvändiga för att bedriva luftfart, förutsatt att den fria marknaden inte ger ett samhällsekonomiskt optimalt utbud av dessa strukturer.”⁴

I denna studie beskrivs infrastrukturen i termer av länkar (block-to-block time för luftfartyget) och noder (flygplatser).

3.1. Flygplatsen

För att ett (kommersiellt) flygplan ska kunna starta och landa krävs en flygplats. Flygplatsen agerar som forum där olika element och aktiviteter är hopförda för att möjliggöra växlingen mellan luft- och yttransport för både passagerare och frakt. En flygplats inbegriper dels en flygplansrelaterad struktur samt dels en passagerar- och godsrelaterad (inklusive brev) struktur. Bansystemet, plattan och förknippade faciliteter är till för flygplanen, medan storleken och beskaffenheten på terminalanläggningen är kopplade till passagerarna och frakten transporterade av flygplanen. Jämför järnvägsstationen där terminalen används för passagerarna och godset, medan spåren mellan perrongerna används för tågen. På samma sätt fungerar hamnen för sjöfarten.

Oftast så erbjuder flygplatser ett brett spektrum av tjänster och faciliteter. Doganis (1992) delar in flygplatsen i tre distinkta grupper: essentiella operativa tjänster; trafikhanteringstjänster och kommersiella aktiviteter.

1. Den första gruppen avser huvudsakligen tjänster för att verksamheten ska kunna bedrivas säkert. Här ligger flygtrafikledning, meteorologiska tjänster, telekommunikation, polis och säkerhet, brand- och ambulanstjänster (inklusive de för sök och räddning) och slutligen bansystem- och byggnadsunderhåll.
2. Den andra gruppen delas ofta upp i ramptjänster och trafikeringstjänster.

⁴ Luftfartsverkets slutredovisning av 2002 års regeringsuppdrag avseende luftfartens samhällsekonomiska marginalkostnader.

- a. Ramptjänsterna består av tjänster direkt kopplade till flygplanet och innefattar städning, tillhandahållande av energi och lastning eller lossning av bagage/frakt från/till lastrummet.
 - b. Trafikerings-tjänsterna täcker de olika stegen i behandling av passagerare, bagage och gods genom respektive terminaler och på flygplanet.
3. De kommersiella aktiviteterna innefattar cateringverksamhet till flygplanet; lounges, restauranger och butiker i terminalstrukturen; bilparkeringen eller hyrbilsfirmorna för resenärerna; etcetera.

Då infrastruktur definieras som de grundläggande funktionerna för att kunna använda tillgänglig kapacitet så ingår inte alla delar av flygplatsen i infrastrukturen. Av de ovan tre grupperna så ingår de essentiella operativa tjänsterna fullt ut i infrastrukturen då de är ett måste för att kunna starta eller landa ett flygplan. Den andra gruppen ingår i stort men viss flygplanshantering ska exkluderas då det kan sammanfalla med transportföretagstjänster producerade av flygbolagen. Den kommersiella delen ingår inte i infrastrukturen.

Infrastrukturen slits i olika omfattning då den nyttjas, vilket påverkar åtminstone delar av kostnaderna för löpande underhåll på flygplatserna. Ju mer en anläggning används, desto mer underhåll krävs. Tidpunkten för att lägga ny beläggning på start- och landningsbanor, underhålla plattan eller renovera slitna terminaler kan därför påverkas av hur mycket anläggningarna används. Marginalkostnaden för ytterligare ett flygplan drivs av den flygplansrelaterade strukturen, medan marginalkostnaden för ytterligare en passagerare drivs av terminalstrukturen.

Vad gäller kapaciteten i anläggningarna så ökar sannolikheten att slå i kapacitetstaket i takt med att resorna ökar. Konsekvenserna av detta blir köer och förseningar samt svårigheter att tillgodose flygbolagens önskemål att få bedriva trafik. Detta gäller för hela flygplatsen, både för flygplansdelen och för terminaldelen.

3.2. Flygtrafikledning

Vid en första anblick verkar det vara fritt fram att flyga i luftrummet och att det inte är lika begränsat som på väg eller järnväg där det krävs en fysisk infrastruktur för att kunna framföra fordonet. Så är dock inte fallet eftersom den trafik som bedrivs i luftrummet rymmer flera perspektiv, såsom ekonomi, kapacitets-, säkerhets- och miljöperspektiv. Mycket av arbetet med att skapa luftrum för flygningar handlar om samarbete över gränser. För att flyga till och från en flygplats krävs det flygprocedurer. Dessa kan baseras på konventionella navigationshjälpmedel eller på mer avancerad navigationsteknik.

Flygproceduren kan delas upp i två delar. Den första delen berör själva start- eller landningsfasen medan den andra delen hanterar flygningen i terminalområdet för att ta sig till och från de högre liggande "flygkorridorerna". Utformning av luftrum och hantering av luftrumsrörelser är ett kontinuerligt arbete där det i uppgifterna ingår att hantera ajourhållning av befintliga procedurer, omberäkning/omkonstruktion på grund av tillkomna flyghinder, banförlängning, nykonstruktion i samband med införande av nya navigationshjälpmedel m.m.

Användningen av luftrummet är styrd av ett utvecklat regelverk som till stora delar är internationellt. Fysiskt kan luftrummet delas upp i kontrollerat respektive okontrollerat luftrum. I princip kan man säga att all luft över 2 900 m (9 500 fot eller FL 95) och luften kring flygplatser och där luftrumsrörelser för ankommande och avgående trafik finns är kontrollerad. Samtliga flygplan som befinner sig i kontrollerad luft är kända av flygtrafikledningen och har fått tillstånd att befinna sig där. Se Bilaga 1 för en utförligare beskrivning av hur luftrummet delas upp.

Flygtrafikledningen har som uppgift att leda luftfartyget från blocken⁵ vid terminalen till blocken på destinationsflygplatsen. Detta ska göras på ett sätt som både minimerar olyckor och motverkar trängsel. Det första kan jämföras med anläggningar, installationer och regler som finns för att minimera risken för olyckor inom andra trafikslag. Järnvägen har tågtrafikledning och tekniska system som ATC/ERTMS som möjliggör att fordon framförs på järnväg längs en kontrollerad (tåg-)väg utan risk för trafikeringsolyckor (kollision och urspårning). Sjösäkerhet och framkomlighet på sjön hanteras genom utmärkning av farleder, lotsar och isbrytarassistans. Vägtrafiken har t. ex. trafiksignaler och belysning. För vägtrafiken finns även tullar och interaktiva skyltar för att förhindra trängsel.

I denna rapport definieras flygtrafikledningen som nödvändig infrastruktur och tjänst för att luftfartyget ska kunna framföras och där minimering av olyckor och trängsel ses som en (positiv) externalitet av flygtrafikledningen⁶. Se till exempel UNITE 2001, i denna rapport kategoriseras ”infrastrukturkostnaderna för förebyggande av olyckor” under rubriken ”infrastruktur” och inte under rubriken ”olyckor”. Motiveringen för detta är att inget flygplan i kommersiell regi kan starta eller landa utan att vara i kontakt med flygtrafikledningen; det är ett nationellt, så väl som ett internationellt krav att vara länkad till flygtrafikledningen i varje land ett flygplan passerar. Förutom den fysiska infrastrukturen som behövs för verksamheten är flygledarna och deras kompetens central för verksamheten. Utan deras arbete kan inga kommersiella flygningar genomföras i luftrummet. I denna studie är även kostnaderna för flygtrafikledarna centralt och hur de utvecklas när trafiken förändras.

Mogford m.fl. (1995) och Majumdar (2007) visar att arbetsbelastningen för en flygledare är ett resultat av komplexiteten inom ett luftrum. Flygledarens uppgift är att se till att flygplanen håller rätt avstånd till varandra genom att hålla rätt position och hastighet inom varje sektor. En sektor kan liknas vid en box i luftrummet där flygtrafikledningen måste känna till och kontrollera alla luftrumsrörelser. När planet är på väg att lämna en sektor sker en överlämning till nästa sektor. Två flygledare kan inte ha ansvar över samma luftfartyg samtidigt utan ansvarar bara för luftfartygen inom sin egen sektor. Netjasov (2004) beskriver att komplexitet kan definieras som ett mått på kvantitet och kvalitet (egenskaper) av interaktioner mellan flygplan som flyger genom kontrollområdet. I studien visas att ett ökat antal luftrumrörelser ökar komplexiteten.

En slutsats av de studier som gjorts är att antalet flygrörelser och komplexiteten i luftrummet har en stor påverkan på flygtrafiktjänstens utformning. Få rörelser kan hanteras i större sektorer och fler rörelser i mindre sektorer, dvs. avstånden är inte den bestämmande faktorn när sektorer utformas. Det här innebär att den intressevariabel som vi kommer att studera avseende kortsiktiga samhälls-ekonomiska marginalkostnader är antalet rörelser i luftrummet, och inte längden på rörelsen. I denna studie skattas hur som helst enbart flygtrafikledning i tornen och alla terminalområden är i stort lika stora.

⁵ Blocken är stoppklossar som sätts vid hjulen när planet har kommit fram till destinationen.

⁶ I viss litteratur, se t ex Trafikanalys (2016), diskuteras att de tre funktionerna som flygtrafikledningen har är svåra att skilja åt. I rapporten väljer man att se den delen av flygtrafikledningen som har kunnat relateras till trafikvolymen handla om olyckskostnaderna. Marginalkostnaden för den delen av flygtrafikledningen är således en åtgärds-kostnad för den externa olyckskostnaden.

4. Samhällsekonomiska marginalkostnader

Marginalkostnaden kan beräknas antingen på kort sikt eller på lång sikt. Den grundläggande skillnaden mellan den kortsiktiga och långsiktiga är förmågan att anpassa den totala produktionsförmågan en given tidsperiod. Den kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaden avser nuvarande eller framtida kostnader, inte tidigare kostnader. Dessa marginalkostnader inkluderar enbart kostnader som kan varieras på kort sikt för att möta (smärre) förändringar i efterfrågan och säsongsmässiga variationer. Kortsiktiga, ofta benämnda som rörliga, kostnader förändras alltså med mängden av trafik men inte med storleken på nätverket. Detta kan även beskrivas som att om en organisation erbjuder en tjänst till 95 personer i stället för 94 personer, är marginalkostnaden den extra kostnad som tjänsten ger upphov till. Dvs. om den totala kostnaden för 95 personer är 10 000 kr och den totala kostnaden för 94 personer är 9 950 kr är marginalkostnaden 50 kr. Detta kan beskrivas på följande sätt $MC = \Delta TC / \Delta Q = (10\,000 - 9\,950) / (95 - 94)$. Detta är en skillnad jämfört genomsnittskostnaden som är $AC = TC / Q = 10\,000 / 95 = 105$ kr. De kostnader som är oberoende av om 95 eller 94 personer utnyttjar dem anses vara fasta.

Detta gäller även kostnader som redovisningsmässigt anses vara rörliga såsom personalkostnader. Det som avgör om kostnaderna anses som fasta eller rörliga är om de är volymberoende eller ej. Är de inte volymberoende påverkar de inte kostnaden på marginalen och anses då vara fasta. Vad som blir volymberoende eller ej påverkas av vilken tidshorisont som används i bedömningen. Är tidshorisonten tillräckligt lång kan även tekniska installationer bli rörliga kostnader. Om en anläggning justerar volymen personal för att lösa efterfrågeförändringar är personalkostnader en rörlig del i marginalkostnadshänseende. Är personalvolymen konstant en given tidsperiod med kontinuerliga efterfrågeförändringar bör även personalkostnader betraktas som fasta. Om även trafikberoende kostnader inkluderas i den kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaden finns risken att redan byggd infrastruktur inte utnyttjas optimalt.

I de långsiktiga marginalkostnaderna är alla kostnader rörliga och varierar över tiden för att möta efterfrågan. Dvs. även investeringsutgifter ingår i dessa kostnader. Att sätta priser på den långsiktiga marginalkostnaden är viktigt för investeringsprogrammet för infrastrukturen. Om priserna som betalas av nuvarande användare även speglar kostnaderna för att lägga till den extra kapacitet som behövs för att uppfylla förväntad efterfrågan lär resurser för nödvändiga investeringar finnas för nyinvesteringar.

I ekonomisk välfärdsteori är det mest effektivt att marginalkostnaden för infrastruktur baseras på den marginella nedbrytningen och behovet av reinvesteringar och som orsakas av dess användare. Kostnadsdrivande för väg-, järnvägs- och flyginfrastruktur är enligt IMPACT-studien, (van Essen et al., 2008) kostnaden för körda kilometer, antalet rörelser och fordonets, tågets eller flygplanets vikt. För järnvägar verkar axellasten vara en viktig parameter för spårnedbrytning (Banverket, 2007), och då sannolikt en viktig kostnadsdrivare för investerings- och underhållskostnader. För vägen är axeltrycket viktigt och påverkas av fordonets vikt och antal axlar (Nilsson och Haraldsson, 2016). En marginalkostnads-optimering av infrastrukturavgifter bör därför enligt IMPACT-studien baseras på antalet körda kilometer och differentieras enligt fordonets vikt för flygplatser, vikt och antal axlar på vägar och axellasten på räls. Eftersom marginalkostnaden för en väg- eller järnvägssträcka också beror på egenskaper och belägenhet i nätverket bör även detta beaktas. Marginalkostnaden för en dyr bergväg kommer således att vara mycket högre än för en vanlig väg (van Essen et al., 2008).

4.1. Marginalkostnader för luftfartens infrastruktur

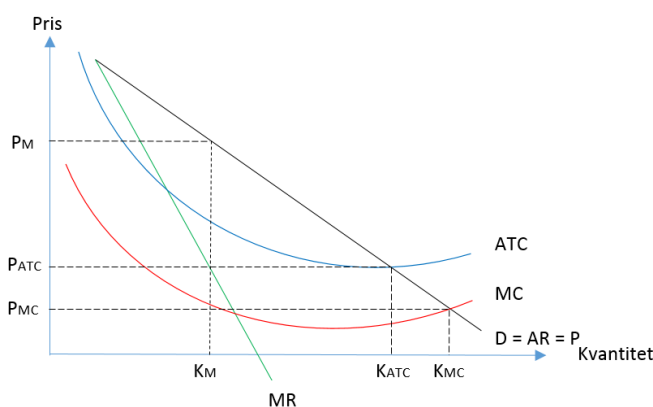
Den kortsiktiga, rörliga, marginalkostnaden inom luftfart bör beräknas som den ökade kostnaden av drift, underhåll och reparation av infrastruktur och nödvändiga tekniska faciliteter som ett resultat av att ytterligare ett flygplan kommer in i (eller tas bort från) det rådande flödet. Det rådande flödet, eller den nuvarande kapaciteten måste därför tas för givet i alla beräkningar för den rörliga kostnaden.

Viktigt att beakta är eventuella avvikelser mellan den redovisningsmässiga rörliga kostnaden och den samhällsekonomiska kortsiktiga marginalkostnaden.

Den ursprungliga (historiska) investeringsutgiften för en terminal, bansystemet eller kommunikationsutrustning är en icke återvinningsbar kostnad som förblir opåverkad av ytterligare en användare. Det här innebär att alla räntor och amorteringar som kan härledas till investeringarna är kostnader som inte ska räknas med i de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna. Detta överensstämmer också med hur kostnader för investeringar i väg och järnväg behandlas vid marginalkostnadsbedömningar.

Flygplatser och flygtrafiktjänsten verkar i en miljö som liknar naturliga monopol och med det finns en risk för att monopolprissättning uppstår som exempelvis punkten P_M/K_M i figuren nedan. Det finns dock möjlighet till konkurrens mellan såväl flygplatser som flygtrafiktjänster i olika kundsegment, men hur stark den konkurrensen är beror på viljan att konkurrera från de olika parterna. För att bl.a. undvika överuttag av avgifter finns rekommendationer från International Civil Aviation Organization (ICAO) som anger hur flygplats- och flygtrafiktjänstavgifter bör utformas. Huvudprincipen är att avgifterna bör sättas så att det ersätter verksamhetsutövarnas kostnader plus en skälig avkastning. Dvs. i princip P_{ATC}/K_{ATC} i figuren nedan, men ett högre pris för att generera avkastning. Denna prissättningsmodell kan ge välfärd förluster om avgiften är högre än den kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaden. Välfärd förlusten uppstår i det fall anläggningen underutnyttjas på grund av den höga avgiften. Att sätta priset till P_{MC}/K_{MC} i figuren nedan skulle dock innebära att verksamheten visade förlust och i förlängningen skulle den behöva avvecklas. Intäkter baserade på kortsiktiga samhällsekonomiska kostnader ska tillfalla samhället, men det hindrar inte samhället från att återföra värdet på ett eller annat sätt till sektorn.

Det förekommer regelbundet beskrivningar där skärningen P_{ATC}/K_{ATC} inklusive avkastning, för Swedavia respektive Luftfartsverket används som en approximation på om skärningen P_{MC}/K_{MC} ligger rätt. I det senare fallet analyseras också om de miljöstyrande avgifterna som finns i Swedavias avgiftssystem överensstämmer med samhällsekonomiska marginalkostnaderna för motsvarande externa effekter. De miljöavgifter som Swedavia använder har till syfte att påverka de som använder flygplatsen och konstruktionen av dem ger inte per automatik en överensstämmelse med de externa kostnaderna. Det här bör innebära att studier av samhällsekonomiska marginalkostnader bör ta sin utgångspunkt i observationer i verksamheten och inte avgiftsstrukturen. Om de samhällsekonomiska marginalkostnaderna sedan täcks av de avgifter som tas ut är en annan fråga.



Figur 1. Naturligt monopol.

5. Marginalkostnadsanalys

I likhet med bantrafiken, som är beroende av tidtabeller för att kunna fungera, är all trafik i luften planerad. Detta för såväl säkerhetsmässiga skäl som för resenärsperspektivet. Det går inte att ha tåg/flygplan som kör omkring på spåren/i luften utan att trafikledningen vet om det, liksom det är svårt att få passagerare till farkosterna om de inte vet när de ska gå, och vart. Detta innebär att i motsats till bilar och båtar/färjor kan inte ett flygplan utan planering komma in i det rådande flödet, det finns inget utrymme för det med gällande upplägg och säkerhetsbestämmelser.

Ovanstående gäller för såväl flygplatser som för flygtrafikledning. Ett flygplan som leds av flygtrafikledningen har alltid en destination, på samma sätt som ett flygplan som ska starta/landa alltid har en flygrutt. Det finns inga oväntade händelser i flygtrafiken. Skulle en sådan inträffa, dvs. ett nödläge eller liknande skulle hända, så planeras det om. Då blir det en trängselproblematik istället, och detta hanteras av flygtrafikledningen.

Ovan beskrivna förlopp innebär att kortsiktig marginalkostnad för luftfartens infrastruktur som är kopplat till förslitningen på infrastrukturen är nära noll. Rullbanorna slits mer av vädrets makter än av landade flygplan. Detta har Luftfartsverket kommit fram till och det har även styrkts av intervjuer av personal hos Swedavia. Datamaterialet i denna studie har inte heller visat på några marginalkostnader för t. ex. snöröjning. Kontroll har gjorts för väder och vind utan resultat. Detta gör att denna studie också bedömer denna typ av marginalkostnad som väldigt låg, kanske till och med noll.

Detta betyder dock inte att det inte finns en marginalkostnad som skulle kunna användas som approximation för en högre kortsiktig marginalkostnad givet att det varit möjligt att ha en mer oplanerad verksamhet. Vidare finns en marginalkostnad för varje hanterat flygplan som uppstår givet planeringen. Det är denna som nedanstående analys fokuserar på.

Med hjälp av kostnadsdata för ett antal svenska flygplatser beräknas den marginalkostnad för utnyttjandet av terminalinfrastrukturen samt för infrastrukturen för den flygoperativa processen. Analysen består av två separata delar; del I tillägnas de kostnader som uppstår hos flygplatsen när luftfartyg befinner sig på marken. Underlaget kommer från Swedavia. Del II behandlar de kostnader som uppkommer hos flygtrafikledningen när planet lämnat blocken vid terminalen fram tills det landat igen på ankomstflygplatsen och blocken sätts dit igen. Underlaget för denna del kommer från Luftfartsverket.

Datamaterialet för analysen består av redovisade personalkostnader samt mängden trafik. Mängden anställd personal anpassas efter prognostiserad trafikmängd inom ramen för den planering som diskuterats ovan. Trögrörligheten på arbetsmarknaden medför att en ökad trafikmängd inte nödvändigtvis följs av ökade personalkostnader *på kort sikt* (och vice versa). Rådatamaterialet baseras på månads- och årsvisa observationer och den marginalkostnad som skattas här inkluderar därmed alla kostnader som är rörliga inom ett tidsperspektiv på en månad/ett år för del I respektive del II. I den mån anställningsavtal och liknande sträcker sig över längre tid än så, är det också möjligt att den skattade marginalkostnaden innehåller kostnader som sträcker sig över längre tidshorisoner. Eventuella tolkningar av nedanstående resultat ska göras i ljuset av denna begränsning.

5.1. Del I, Terminal- och flygplatsinfrastruktur

5.1.1. Datamaterial Swedavia

Det underliggande datamaterialet i den empiriska analysen består av rådatautdrag från Swedavias ekonomi-/bokföringssystem och utgörs av månadsvisa kostnadsdata separerade i kategorier efter bokföringssystemets kontoplan. Tidsperioden i materialet sträcker sig från januari 2014 till september 2017 och omfattar således 45 observationer.

Den ekonomiska redovisningen sker separat för Swedavias olika processer och delas upp i *resenärsprocess* (RP), *flygoperativ process* (FO) samt *säkerhetskontroll och bevakning* (SB). Resenärsprocessen innefattar kostnader som uppstår *före* det att en passagerare befinner sig på planet, medan den flygoperativa processen istället inbegriper de kostnader som uppstår utanför terminalbyggnaden, vid start och landning. Den exakta uppdelningen gällande vilken del av verksamheten som ingår i vilken process styrs av Swedavia. Vilka konton som exakt ingår i begreppet *personalkostnader* presenteras i Bilaga 2.

Tabell 2 redovisar beskrivande statistik för datamaterialet. Tabellen visar att den största delen av kostnaderna uppstår i säkerhetskontrollen, som är drygt dubbel så stor som övriga processer. Såväl antal passagerare som antal startande flygplan visar att merparten av trafiken består av inomeuropeiska flygningar. Det utomeuropeiska resandet är relativt lågt jämfört med EU/Inrikesresandet. Värt att nämna är dock att utomeuropeiska resor som går via en annan europeisk flygplats, exempelvis en resa Stockholm-Los Angeles via Frankfurt, i statistiken räknas som en inomeuropeisk flight. Detta förklarar den låga andelen utomeuropeiska resor.

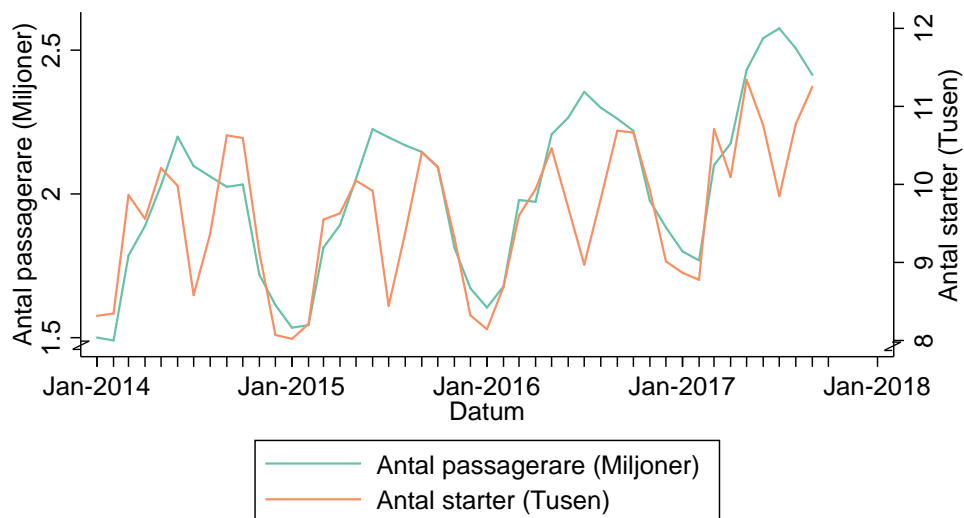
Tabell 2. Beskrivande statistik (per månad).

	Medel	Std. Av.	Min	Max
<i>Personalkostnader, Tusental SEK*</i>				
Resenärsprocessen	9 527	970	7 642	11 506
Flygoperativa processen	9 720	1 112	7 810	12 175
Säkerhetskontroll	17 113	2 101	13 626	22 658
Totalt	36 360	4 183	29 079	46 339
<i>Antal passagerare</i>				
Utrikes utanför EU	98 814	14 381	76 965	134 741
Utrikes inom EU	1 481 842	271 803	1 020 956	2 082 811
Inrikes	433 003	54 022	310 647	523 038
Totalt	2 013 657	290 070	1 490 217	2 575 949
<i>Antal startande plan</i>				
Utrikes utanför EU	426	44	341	534
Utrikes inom EU	6 329	749	4 997	7 681
Inrikes	2 849	398	1 881	3 464
Totalt	9 604	912	8 021	11 340

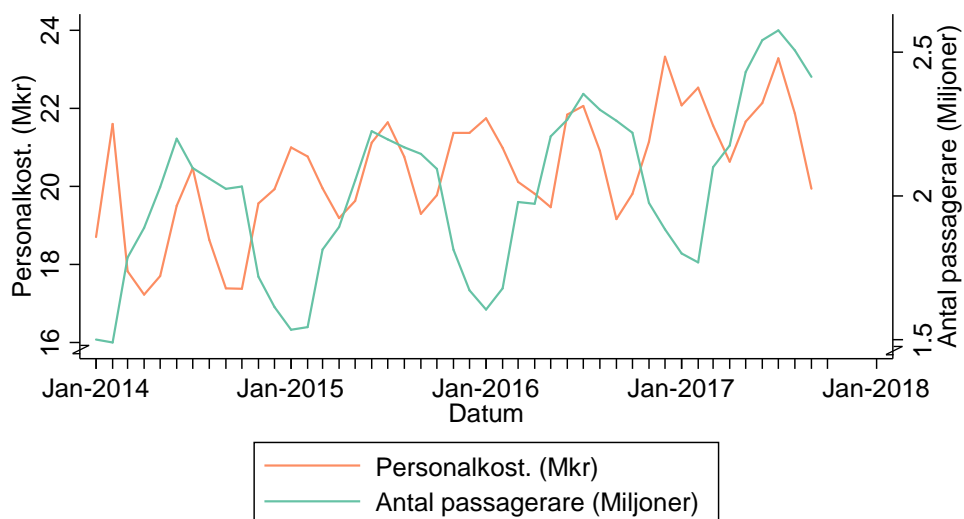
Antal observationer: 45

* Samtliga kostnader är KPI-/inflationjusterade till 2010 års prisnivå

Figur 2 visar hur antalet startande flygplan och passagerare varierar över perioden, medan Figur 3 visar antalet passagerare och de totala personalkostnaderna för samma period. Samtliga mått visar på en tydlig trafikförändring mellan månader. Mer om detta i nästa avsnitt.



Figur 2. Antal startade flygplan och passagerare, Arlanda januari 2014–september 2017.



Figur 3. Antal passagerare och personalkostnader, Arlanda januari 2014–september 2017.

5.1.2. Metod

I det enklaste fallet kan marginalkostnaden skattas genom ett enkelt linjärt samband. Den matematiska formen för ett sådant samband ges av räta linjens ekvation:

$$\text{Personalkostnader}_{YM} = \alpha + \beta \cdot \text{Trafikmängd}_{YM} + \varepsilon_{YM} \quad (1)$$

där personalkostnaderna under år Y månad M förklaras av mängden trafik under samma period. Marginalkostnaden fångas av β . ε_{YM} är en restterm som betecknar skillnaden mellan den skattade räta linjen och de faktiska värdena i datamaterialet. Fyra separata modeller skattas; en modell för varje processtyp samt en aggregerad modell där kostnaderna för samtliga processer summeras till en totalsumma. *Trafikmängd* betecknar antingen antal startade flygplan eller antal passagerare, beroende på vilken process som modelleras. För RP- och SB-processerna används antal passagerare som mängdmått medan antal startade plan används som mängdmått för FO-processen. I den aggregerade modellen ingår både antalet starter och antalet passagerare som separata parametrar.

Det linjära sambandet i ekvation (1) tar inte hänsyn till att resenärsmönster förändras över årscykeln. Sommarmånaderna kännetecknas exempelvis av ett ökat antal resenärer, men ett minskat antal startande flygplan. Detta till följd av ett minskat inrikesresande, med mindre plan, men ökat utlandsresande, med större plan.⁷ En sådan förändring i resebeteende gör att det inte nödvändigtvis går att jämföra personalkostnaden i juni med personalkostnaden i maj samma år. Ett sätt att lösa detta problem är att, istället för att titta på hur kostnaderna förändras över tid, göra jämförelsen månad för månad. Det vill säga att januari 2016 jämförs med januari 2015 och -2014 medan februari 2016 jämförs med februari 2015 och -2014, osv. för alla tolv månaderna. På detta sätt kan man kontrollera för variationer som upprepas år efter år och istället fokusera på den årliga kostnadsökningen år till år, efter justering för inflation.

Ekonometriskt utförs detta med en 'fixed effect'-modell, där 11 ytterligare parametrar, en för varje månad (med januari som basnivå), skattas för att fånga den säsongsberoende variationen över året. Matematiskt beskrivs detta enligt:

$$\text{Personalkostnader}_{YM} = \alpha + \beta \cdot \text{Trafikmängd}_{YM} + \gamma_M + \varepsilon_{YM} \quad (2)$$

Tolkningen av modellen är densamma som för ekvation (1) förutom att γ_M inkluderas som en månadsfix effekt av de genomsnittliga personalkostnaderna under månaden M , jämfört med samma kostnad för januari.

⁷ Se figur 5-6 i Bilaga 3.

5.1.3. Resultat

Samtliga resultat i detta kapitel bygger på den fixed-effect-modell som beskrivs i ekvation 2. Punktskattningarna för de enskilda månaderna har dock utelämnats ur resultattabellerna för att spara plats.

5.1.3.1. OLS-regression

Tabell 3. Linjära regressioner.

	(1) RP. Personalkost. (SEK)	(2) FO. Personalkost. (SEK)	(3) Säkerhetskontroll (SEK)
Antal passagerare	1,740*** (0,526)		11,57*** (1,512)
Antal starter		1 168*** (137,5)	
Konstant	6,222e+06*** (1,041e+06)	1,178e+06 (1,185e+06)	-3,028e+06 (2,474e+06)
Observationer	45	45	45
R ²	0,769	0,864	0,669
Just. R ²	0,682	0,814	0,545
Månad FE	X	X	X

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabell 3 visar resultat av den linjära regressionen efter kontroll för månadseffekter. Kolumn (1) visar hur personalkostnaderna för resenärprocessen, dvs. de kostnader som uppstår i terminalområdet fram till ombordstigningen på flygplanet, påverkas av ytterligare en passagerare. Tolkningen av resultatet blir således att marginalkostnaden per passagerare, innan denna har stigit ombord på flygplanet, uppgår till 1,74 (0,67–2,81) kr.⁸

Kolumn (2) visar motsvarande skattning som i kolumn (1), men anger istället den marginalkostnad som ytterligare ett startat flygplan utgör på personalkostnaderna inom den flygoperativa processen, det vill säga de kostnader som uppstår från det att en passagerare har stigit ombord på flygplanet, till att samma plan lämnat flygplatsens område (dock ej flygtrafikledningen, se nedan). Denna marginalkostnad uppgår till knappt 1 168 (887–1 448) kr per flygplan. Detta resultat är också statistiskt signifikant.

Kolumn (3) mäter marginalkostnaden för kostnader kopplade till säkerhetskontrollen, mätt som marginalkostnad per passagerare. Resultatet av dessa skattningar indikerar att kostnaderna för säkerhetskontrollen utgör merparten av de kostnader som varierar med antalet passagerare; marginalkostnaden skattas till 11,57 (8,49–14,64) kr, vilket får anses mycket sett i relation till de 1,74 kr som (enligt skattningen) uppstår i resenärprocessen. Resultatet är signifikant.

Utgår man från skattningarna i kolumnerna (1) - (3) och aggregerar de skattade marginalkostnaderna, så blir slutsatsen att den totala marginalkostnaden per passagerare uppgår till cirka 13 kr för de kostnader som uppstår i säkerhetskontroll och terminal innan passageraren har stigit ombord på flygplanet. För den flygoperativa verksamheten skattas marginalkostnaden till 1 168 kr per flygplan. Utgår man ifrån antagandet att ett typiskt flygplan tar 72 passagerare blir slutsatsen att den totala

⁸ 95-procentigt konfidensintervall inom parentes, gäller tillsvidare.

marginalkostnaden per plan uppgår till 2 104 kr. Dessa skattningar ligger inom de lägsta och högsta skattade värdena i den senare litteraturen och kan därför inte anses orimliga.

5.1.3.2. Icke-linjära skattningar

De skattningar som presenteras i Tabell 3 utgår från att sambandet mellan kostnader och mängden trafik är linjärt, vilket inte nödvändigtvis är fallet. Tvärtom är det troligt att tänka sig att marginalkostnaden avtar i takt med att antalet resenärer/startande flygplan ökar. För att kontrollera för detta så skattas ytterligare en modell, där ett eventuellt icke-linjärt samband mellan trafikmängd och personalkostnader fångas genom införandet av en kvadratterm:

$$\text{Personalkostnader}_{YM} = \alpha + \beta \cdot \text{Trafikmängd}_{YM} + \delta \cdot \text{Trafikmängd}_{YM}^2 + \gamma_M + \varepsilon_{YM} \quad (3)$$

Resultaten av dessa skattningar presenteras i Tabell 4. Tabellen bekräftar i stort det resultat som ges av de linjära skattningarna. En utvärdering vid *genomsnittligt antal passagerare/starter* resulterar i att marginalkostnaden skattas till 1,89 (0,65–3,12) kr per passagerare, 1 191 (910–1 472) kr per start och 12,8 (10,4–15,1) kr per passagerare, för resenärsprocessen, den flygoperativa processen respektive säkerhetskontrollen. Ytterligare en intressant aspekt är att kvadrattermen är signifikant negativ för kostnader i säkerhetskontrollen, men insignifikant för de andra två processerna. Resultatet indikerar en avtagande marginalkostnad⁹, för säkerhetskontrollen, i takt med att antalet passagerare ökar. För de övriga processerna är någon sådan effekt inte lika tydlig.

Tabell 4. Icke-linjära regressioner.

	(1) RP. Personalkost. (SEK)	(2) FO. Personalkost. (SEK)	(3) Säkerhetskontroll (SEK)
Antal passagerare	4,731 (5,002)		35,78*** (9,762)
Antal passagerare ²	-7,06e-07 (1,15e-06)		-5,72e-06** (2,38e-06)
Antal starter		2 243 (1 752)	
Antal starter ²		-0,0548 (0,0890)	
Konstant	3,246e+06 (5,271e+06)	-3,976e+06 (8,465e+06)	-2,712e+07*** (9,409e+06)
Marginalkostnad vid genomsnittligt antal passagerare/starter	1,887*** (0,6298)	1 191*** (143,3)	12,760*** (1,187)
Observationer	45	45	45
R ²	0,771	0,865	0,704
Just. R ²	0,675	0,809	0,580
Månad FE	X	X	X

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

⁹Dvs. marginalkostnaden av en ökning från 1 000 000 till 1 000 001 passagerare är högre än marginalkostnaden av en ökning från 2 000 000 till 2 000 001 passagerare.

5.1.3.3. Robusthetstester

Tillförlitligheten i ovanstående skattningar har kontrollerats med ett antal alternativa specifikationer, utöver de som presenterats ovan. Samtliga modeller har skattats med semi-log (beroende), semi-log (förklarande) respektive log-log-transformerade variabler. Resultatet går i linje med de resultat som presenterats ovan. Därutöver har modellen också alternerats med avseende på de fixed-effect-termer som används för att kontrollera för variationer i resmönster över säsong. Regressioner har gjort dels utan fixed-effect-termer, dels med termer som varierar över varannanmånadsintervall respektive årstidsintervall. Frånsett modellen utan fixed-effect-termer, vars resultat ter sig något orimliga, bekräftar dessa den bild som ges i Tabell 3 och 4.¹⁰

5.2. Del II, Flygtrafikledning

5.2.1. Inledning

Utöver tillhandahållandet av en infrastruktur kring av- och påstigning på flygplan så tillhandahålls flygtrafikledning när planet är i rörelse. I denna rapport görs tolkningen att flygtrafikledning är en förutsättning för att luftfartyg ska kunna flyga på ett säkert och strukturerat sätt. Enligt denna tolkning bör marginalkostnaden för flygtrafikledningen räknas in i en marginalkostnadskalkyl för luftfartstrafik. Här följer en skattning av en sådan marginalkostnad, redovisad som marginalkostnad per startat flygplan.

5.2.2. Datamaterial Luftfartsverket

Beräkningarna i denna analys grundas på årliga data från Luftfartsverket för den flygtrafiktjänst de bedriver på Swedavias tio flygplatser för åren 2010–2016. Rådatamaterialet som används här är inte lika detaljerat som datamaterialet som används i del I och det råder därför viss osäkerhet om exakt vilka kostnader som ingår i de olika kostnadsposterna. I den analys som presenteras här används enbart *lönekostnaderna*¹¹. De andra tillgängliga kostnadsposterna inkluderar pensionsavsättningar och andra bokslutsdispositioner som inte nödvändigtvis återspeglar kostnader som uppstått under det aktuella året. Dock bör tilläggas att även lönekostnaderna här är rapporterade på årsbasis. Därför är det, i linje med resonemanget i första stycket av avsnitt 5, också här troligt att den skattade marginalkostnaden innehåller kostnader som är rörliga egentligen på något längre sikt.

Tabell 5 redovisar genomsnittliga lönekostnader samt antal startade flygplan, per flygplats. Två av flygplatserna; Luleå och Ronneby, har en betydande andel militär flygtrafik, vilket också redovisas i samma tabell.

¹⁰ Modellen testades också med utomeuropeisk-, inomeuropeisk respektive inrikes trafik som separata förklaringsvariabler. Dessa skattningar presenteras i Bilaga 3.

¹¹ Begreppet *lönekostnad* är specificerat i rådatamaterialet från Luftfartsverket. Här ingår obeskattade lönekostnader exkluderade från sociala avgifter, semesterersättning och liknande.

Tabell 5. Fördelning av lönekostnader och antal starter (per år).

Flygplats	Lönekostnader*				Antal starter				Andel mil.
	Medel	Std. Av.	Min	Max	Medel	Std. Av.	Min	Max	
Landvetter	13,7	0,7	13,2	15,3	32 361	2 309	30 303	35 340	0%
Arlanda	44,1	2,4	40,5	47,9	108 697	7 215	95 441	117 030	0%
Bromma	10,2	0,6	9,2	11,2	30 682	2 522	27 419	33 603	0%
Kiruna	3,7	0,5	3,0	4,7	3 179	640	2 350	4 103	0%
Luleå	6,6	0,4	6,2	7,2	8 958	240	8 663	9 289	47%
Ronneby	2,9	0,3	2,5	3,3	4 958	988	3 646	6 692	72%
Sturup	13,1	1,0	11,1	14,6	20 241	1 507	18 461	21 900	0%
Umeå	8,7	0,5	7,9	9,5	11 416	559	10 479	12 281	0%
Visby	6,6	0,7	6,0	7,5	9 379	633	8 483	10 337	0%
Östersund	5,6	0,8	4,8	7,2	4 635	619	3 967	5 500	0%
Total	11,53	11,51	2,5	47,87	23 451	30 430	2 350	117 030	

*Miljoner SEK, efter korrigerig för andelen militära flyg. 2010-års priser

5.2.3. Metod

På samma sätt som i del I så beräknas marginalkostnaden genom att en rät linje skattas. Den matematiska representationen av denna linje ges av

$$\text{Lönekostnader}_{FY} = \alpha + \beta \cdot \text{Antal starter}_{FY} + \varepsilon_{FY} \quad (3)$$

Där de totala lönekostnaderna delas upp i fasta- respektive rörliga kostnader. α betecknar även här de fasta kostnaderna, medan marginalkostnaden för ytterligare ett flygplan ges av β . ε är en restterm mellan den skattade linjen och det verkliga, observerade, värdet.

I likhet med analysen i avsnitt 5.1, som kontrollerar för årstidsspecifika variationer, så kan den linjära modellen i ekvation (3) utvecklas med ytterligare parametrar. Ett problem i det grundläggande linjära sambandet är att det inte kontrollerar för det faktum att de 10 flygplatserna i datamaterialet kan ha olika förutsättningar. För att kontrollera för flygplatsspecifika, underliggande effekter så skattas modellen därför också med en fixed-effect-term för varje flygplats:

$$\text{Lönekostnader}_{FY} = \alpha + \beta \cdot \text{Antal starter}_{FY} + \theta_F + \varepsilon_{FY} \quad (4)$$

Där lönekostnaderna för flygplats F under år Y förklaras som en funktion av antalet starter vid samma flygplats och tidpunkt, samt den genomsnittliga lönekostnaden för flygplats F (θ_F).

5.2.4. Resultat

Tabell 6 visar skattningar av β -parametern för lönekostnader. I kolumn (2) inkluderas en fixed-effect-term för varje flygplats. På så sätt kontrollerar dessa specifikationer för icke-observerbara, flygplatsspecifika, skillnader. Ett problem med fixed-effect-skattningarna, i kombination med det begränsade antalet observationer, är att modellen riskerar att bli överspecificerad. Skattningarna får därmed endast relevans för det specifika urvalet från det datamaterial som används här och brister därmed i termer av extern validitet. De höga R^2 -värdena för dessa modeller kan vara en indikation på just överspecificering. Marginalkostnaden skattas, i kolumn (1) till 373 (363–382) kr per start.

Motsvarande skattning i kolumn (2), som tar hänsyn till flygplatsspecifika skillnader, är motsvarande skattning 243 (148–338) kr per start. Tillförlitligheten i dessa resultat ska dock inte överskattas.¹²

Tabell 6. Linjära regressioner – Flygledningskostnader.

	(1) Lönekostnader (SEK)	(2) Lönekostnader (SEK)
Antal starter	372,6*** (4,826)	242,7*** (47,46)
Konstant	2,790e+06*** (252 857)	5,877e+06*** (1,523e+06)
Observationer	70	70
R ²	0,970	0,996
Just. R ²	0,970	0,996
Flygplats FE		X

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

¹² För att testa känsligheten i analysen har modellen testats på flera olika urval av det tillgängliga datamaterialet. Marginalkostnadsskattningen varierar från 0 till mer än 600 kr, beroende på vilka flygplatser och vilken tidsperiod som inkluderas.

6. Finansiering, avgifter och kostnadstäckning

I inledningen av denna rapport beskrevs att den underliggande tanken bakom marginalkostnadsprissättning är att infrastrukturen ska användas effektivt och att trafikslagen bör kunna jämföras mot varandra. Då kan resenären välja trafikslag efter sina behov, och de kostnader som resan orsakar samhället blir internaliserade. Det viktiga med detta är att det inte spelar någon roll vilka val som resenären gör; alla val främjar en samhällsekonomiskt effektiv resursanvändning inom transportsektorn.

Som beskrivs i IMPACT-studien är en effektiv användning av infrastruktur och fullständig finansiering av infrastrukturen inte nödvändigtvis förenliga mål. Utmaningen idag inom luftfarten är att transportköparen möter ett pris som finansierar hela verksamheten och inte de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna som transportbeslutet medför. Även om det finns både miljöavgifter och bulleravgifter, till och med motorberoende sådana, har de ingen reell förankring i de externa effekter som uppstår. Det här innebär att den styrande effekten i det som resenären betalar antingen kan vara för svag eller för stark.

En iakttagelse som kommer att visas i följande avsnitt är att de val som görs avseende vilka avgifter som anses internaliserande respektive inte internaliserande påverkar hur man ser på om luftfarten betalar sina kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnader eller inte. En slutsats som kan göras av det arbete som genomförts i studien är att utformningen av dagens avgiftsstruktur och hur mycket som allokteras på luftfartyget respektive passageraren inte kan utgöra en grund för att bedöma de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för luftfartens infrastruktur. Den metod denna studie landat i är att använda datamaterialet som används i granskningen av Luftfartsverkets verksamhet och datamaterialet som används för Swedavias ekonomistyrning. Samtliga uppgifter är hämtade från respektive verksamhets redovisningssystem. Följande avsnitt kommer att förtydliga varför den valda metoden använts och även visa på utmaningarna om samhället valde att införa ett avgiftssystem för luftfarten som bygger på kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnader.

6.1. Finansiering

Hur den statliga infrastrukturen finansieras är centralt när frågan behandlas om hur den ska användas så samhällsekonomiskt effektivt som möjligt. Som det konstateras ovan kan en optimal marginalkostnadsbaserad prissättning leda till finansieringsproblem för infrastrukturen. Detta kan enligt IMPACT lösas med en tvådelad avgift där en del avser marginalkostnaderna och en del som syftar till att finansiera infrastrukturen. Denna modell skiljer sig också från en avgiftsmodell som baseras på en genomsnittskostnadsmodell av den typ som finns just nu inom luftfarten.

En principiell fråga är varför luftfarten skiljer sig så mot väg- och spårtrafiken. För luftfarten läggs alla infrastrukturkostnader på resenären genom operatören. För väg- och spårtrafik däremot bekostas all statlig infrastruktur genom anslag till Trafikverket, varför de som använder vägen och spåren inte möter denna kostnad. Detta rimmar illa mot de transportpolitiska målen eftersom transportslagen inte går att jämföra mot varandra och det uppstår en risk att infrastrukturen inte används effektivt, som målen förespråkar.

Med anslagsfinansiering av väg och järnväg följer också att det regelmässigt sker samhällsekonomiska överväganden innan en investering sker. Investeringsbesluten inom statlig luftfartsinfrastruktur sker däremot enligt företagsekonomiska principer även om det även här bör finnas samhällsekonomiska överväganden. Investeringar finansieras med egengenererat kapital och med lån från Riksgäldskontoret till en marknadsmässig ränta. Vidare finns såväl avkastnings- som utdelningskrav på verksamheten. Med detta följer att avgiftssättningen för de tjänster som tillhandahålls baseras på beräkningar av genomsnittskostnader. Kostnadsbasen för de olika avgifterna på en flygplats motsvarar de totala kostnaderna, inklusive kostnader för administration och avkastning på verksamheten, för den

aktuella tjänsten. Avgifterna måste även tas ut på ett konkurrensneutralt sätt, dvs. flygbolag, passagerare med flera ska likabehandlas.

6.2. Avgifter

Det finns flera metoder för att påverka användningen av infrastruktur, som exempel kan nämnas att staten kan införa regleringar eller Pigouskatt¹³ som riktas mot resenärer. Detta kan också riktas mot fordonsägaren med effekten att val av fordon blir viktigt. Det senare innebär en större träffsäkerhet avseende en effektiv användning av infrastrukturen, men det innebär inte att detta är den enda möjligheten att internalisera samhällets kostnader för infrastrukturanvändningen. I ett svenskt transportpolitiskt perspektiv är den mest effektiva metoden att införa ett avgiftssystem som baseras på de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna.

Avgifterna på luftfartens område följer en struktur som utvecklats under lång tid och som bland annat finns beskriven i ICAOs dokument Doc 9082: ICAO's Policies on Charges for Airports and Air Navigation Services. Avsikten med dokumentet är att ge vägledning till infrastrukturägare och baseras främst på de rekommendationer som ges vid konferenserna om ekonomin för flygplatser och flygtrafiktjänster. Dessa konferenser hålls regelbundet av ICAO och samlar alla medlemsstater för att bland annat diskutera den ekonomiska regleringen av luftfartens infrastruktur. Rekommendationerna beskriver olika avgiftsslag och hur de bör utformas och vad de avser att täcka.

De avgifter som tas ut ska täcka samtliga kostnader för luftfartsinfrastrukturen och generera en avkastning till infrastrukturhållaren. De kommersiella intäkterna på exempelvis en flygplats kan dock användas för att sänka infrastrukturavgifterna enligt principerna om ”single till”. Med denna modell följer i förlängningen att luftfartens infrastrukturavgifter inte ska finansiera de kommersiella delarna i en flygplats som exempelvis lokaler i terminalen. I det fall en miljöavgift tas ut ska det enligt ICAO:s rekommendationer bara täcka kostnaderna för att åtgärda problemet eller att förbygga det. För emissioner gäller särskilt att avgifterna måste utformas på ett rättvist och skäligt sätt, de bör även vara icke-diskriminerande mellan användare, och inte fastställas på sådana nivåer att de är oöverkomligt höga för drift av vissa flygplan. Det är med utgångspunkt från syftet med dagens avgifter inte möjligt att komma fram till vilka marginalkostnader luftfarten orsakar.

I följande tabell visas de avgifter som tas ut för att utnyttja infrastrukturen. I sammanställningen ingår även avgifter som är rättsligt reglerade och som tas ut för uppgifter som flygplatsen eller Sverige som nation måste tillhandahålla i samband med en resa. Vissa av dessa kopplas till passagerarna och andra kopplas till luftfartyget. Hur denna fördelning ser ut har varierat över tiden och vilken avgiftspolitik infrastrukturhållaren haft. Det har sedan en tid tillbaka funnits en uttalad prisstrategi från den statliga flygplatsägaren, att sänka avgifterna för att stimulera trafiktillväxt. Om trafikala och finansiella mål uppfylls eller överskridits återinvesterar bolaget i verksamheten, främst genom att minska avgifter och andra åtgärder för att stimulera luftfartsmarknaden. Under perioden 2004–2009 sänktes avgifterna med 300 miljoner kronor. I Tabell 7 nedan ingår inte parkeringsavgifter i underlaget även om de tas ut för de luftfartyg som parkerar längre än 2 timmar och som då utnyttjar infrastrukturen. Beskrivningen av avgifterna finns i Bilaga 4. I kolumn 1 beskrivs vilka uppgifter/avgifter som följer i respektive rad. I de följande kolumnerna summeras de avgiftstyper som inkluderats för att ge en bild av vilka effekterna blir om vissa avgifter inkluderas och andra exkluderas. I SAMKOST 2 valde man att inte inkludera avgiftskategorier som kunde anses vara ersättningar för terminaltjänster.¹⁴

¹³ Pigouvianska skatter är skatter som justerar negativa externaliteter hos en marknadsaktivitet. De är effektiviserande skatter. Skatterna är motiverade när de sociala kostnaderna, alltså hela samhällets kostnader för aktiviteten, är högre än de ingående aktörernas privata kostnader.

¹⁴ Kolumn 4 motsvarar de val av avgifter som ansågs internaliserande i Samkost 2:s högre värdering och som redovisas i kolumn 5. Varför detta värde skiljer sig från det höga värdet kolumn 5 SAMKOST 2 är inte möjligt att helt förklara då

Tabell 7. Avgifter för en flygning Stockholm/Arlanda – Landvetter.

Avgifter för en flygning Stockholm/Arlanda – Landvetter med B 737-600 (motor CFM56-7B20/3), belägningsgrad 60%, 72 pax, 2015	Baserat på luftfartyg och passagerare. Alla avgiftskategorier har inkluderats.	Baserat på enbart luftfartyget. Avgiften för den infrastruktur som behövs för att hantera det på plattan har inkluderats.	Baserat enbart på luftfartyget och en begränsad mängd avgiftskategorier för infrastrukturen.	SAMKOST 2** Utredningens bedömning av avgifternas storlek och om de är internaliserande. 2016 års taxa.
Startavgift	1 050	1 050	1 050	Ingår
Emissionsavgift	275	275	275	Ingår
Bulleravgift	267	267	267	Ingår
Terminal navigation charge (TNC)	1 353	1 353	1 353	Ej klarlagt
Passageraravgift	3 960			Nej
Assistance Service Charge (PRM Charge)	252			Nej
Passenger Handling Infrastructure Charge	893			Nej
Ramp Handling Infrastructure Charge	507	507		Nej
Securityavgift	2 880			Nej
Slot Coordination Charge*	0			Ej klarlagt
Undervägsavgift	2 620	2 620	2 620	Ingår
Myndighetsavgift	432			Nej
Summa avgifter (SEK)	14 489	6 072	5 565	3 912–5 175
Per passagerare (SEK)	201	84	77	54-72

*Infördes 2016, men fanns inte 2015. Verksamheten 2015 finansierades genom intäkter från andra avgifter.

** Informationen i kolumnen kommer från Nilsson och Haraldsson (2016). SAMKOST 2 har inte särredovisat avgiftsnivån i de enskilda avgiftskategorierna.

6.3. Täcker dagens avgifter samhällets kostnader för luftfarten?

Effekter av fordons framdrift (bränsleförbrukning, fordonsslitage, restid, olyckor, luftföroreningar, komfort, tillgänglighet etc.) kan vara antingen externa eller interna. En effekt kallas intern om aktörerna på marknaden (bilisterna, trafikoperatörerna, speditörerna, resenärerna), i sina beslut att genomföra en resa/transport eller inte, beaktar att de orsakar denna effekt. Om effekterna inte beaktas i besluten är effekterna externa. Om de externa effekterna inte beaktas vid beslut om resor/transporter

SAMKOST 2 inte särredovisar de enskilda avgiftskategorierna. SAMKOST 2 har dock beräknat avgifterna enligt 2016 taxa vilka var lägre jämfört med 2015, vilket kan vara en förklaring till skillnaderna.

leder detta till en överkonsumtion av resor/transporter. En extern effekt kan internaliseras i beslut om resor/transporter genom rörliga skatter eller avgifter. Det innebär att aktörerna förmås att handla som om de beaktade de externa effekterna. Skatter och avgifter som inte varierar direkt eller indirekt med trafikvolym (till exempel fasta årliga avgifter) fungerar inte internaliserande eftersom de inte påverkar beslutet om att genomföra en enskild resa eller transport. Betalar resenären mer än marginalkostnaden är avgifterna överinternaliserande (Trafikanalys, 2016).

Avgiftssystemet för de statsägda flygplatserna, som drivs genom Swedavia, är idag uppbyggt på att ta ut avgifter för både passagerare och flygplan för att finansiera den statliga luftfartsinfrastrukturen. Vid millennieskiftet förändrades riskfördelningen mellan flygoperatörer och den statliga flygplatshållaren i förhållande till svängningar i konjunkturen, dvs. svängningar i antalet passagerare. Avgiftssystemet lades om så att det numera tas en större del på passagerarna och en mindre del på flygplanen. En sådan justering påverkar effektiviteten i den styrande funktionen hos avgiften avseende val av luftfartyg och dess nyttjande. Däremot finns det fortfarande en styrande effekt kvar avseende om resan ska genomföras eller inte genom passageraravgiften. Den kan liknas vid en Pigoukatt och skulle kunna anses ha en internaliserande effekt av externa miljökostnader, givet att det finns en restpost över efter att marginalkostnaderna för infrastrukturen dragits bort.

Detta synsätt borde även vara förenligt med det synsätt som framkommer i flygskatteutredningen. Syftet med den skatt som avses införas på flyget är att trafikslaget i högre utsträckning ska bära sina klimatkostnader. Skatten ska dessutom motivera resenärer att välja andra, mer miljövänliga, alternativ (SOU 2016:83). Den skatt som kommer att tas ut på varje resenär och som kommer att införas givet att riksdagen godkänner regeringens förslag i budgetpropositionen för 2018 anses vara internaliserande av flygskatteutredningen.

Den bedömning som vi gör i denna utredning skiljer sig dock från de bedömningar som görs i Samkost 2-utredningen. I denna utredning bedöms passageraravgiften inte som internaliserande vilket även visas i Tabell 7 ovan, och det motiveras av att avgiften inte ansågs finansiera den fordonsrelaterade infrastrukturen. Detta skiljer sig från utgångspunkten i denna rapport. Som beskrivits ovan används alla avgifter för att finansiera den statliga luftfartsinfrastrukturen och vi anser att om medborgare och företag ska betala för de kostnader som deras resa orsakar bör det vara rimligt att även inkludera de anläggningar som behövs för att kunna genomföra transporten.

Myndighetsavgiften har också inkluderats då det styr resenärernas beteende och de utgår för att finansiera i huvudsak verksamhet som enligt regeringen bör finansieras med skattemedel. Regeringen anförde i proposition 2010/11:30 "Avgifter i Transportstyrelsens verksamhet" att en viktig utgångspunkt för politiken inom transportområdet är att transporter av personer och varor ska ges likartade ekonomiska villkor, oberoende av trafikslag. Regeringen bedömde därför att det dåvarande systemet för finansiering av Transportstyrelsens olika verksamhetsdelar borde revideras så att fördelningen mellan avgiftsfinansiering och finansiering via skattekollektivet i möjligaste mån skedde enligt samma principer inom de fyra trafikslagen. Konkurrensförutsättningarna skulle därmed bli mer jämförbara mellan trafikslagen.

En justering gjordes som innebar att myndighetsavgiften sänktes och 2015 var den 6 kr per passagerare jämfört med 9,50 kr 2011. För 2017 är myndighetsavgiften 5 kr. Enligt flygskatteutredningen (SOU 2016:83) finansierade myndighetsavgiften år 2015 fortfarande regelgivningen med 94,2 miljoner kronor. Att den fortfarande är kvar motiveras enligt regeringen med att den täcker underskott i verksamhet som uppstår direkta avgifter (Prop. 2013/14:1). År 2015 finansierade avgiften 11,6 miljoner av denna verksamhet, vilket innebär att det förefaller som om det verkliga skälet till varför myndighetsavgiften är kvar är att den bekostar verksamhet som egentligen skulle bekostas med skattemedel. Flygskatteutredningen ansåg att myndighetsavgiften borde avskaffas och verksamheten finansieras på annat sätt (SOU 2016:83). I budgetpropositionen för 2018 föreslås att bemyndigandet att ta ut myndighetsavgiften avskaffas och att ingen ny finansiering tillförs (Prop. 2017/18:1, Utgiftsområde 22).

Passagerar- och securityavgiften finansierar infrastruktur och säkerhetsarbetet på flygplatsen, något som är anslagsfinansierat för väg och järnväg. Säkerheten sköts av polisen som också den är anslagsfinansierad. Skatten har en tydlig inriktning på att flyget ska bära sina klimatkostnader. En modell att illustrera hur utfallet skulle kunna bli om luftfartsinfrastrukturen var anslagsfinansierat och det togs ut marginalkostnadsbaserade avgifter är att se vilka avgifter som tas ut idag av luftfarten och jämföra dem med marginalkostnadsbaserade avgifter. Med tanke på att intäkterna från avgifterna från Swedavia och Luftfartsverket används för att bekosta investeringar och driften av infrastrukturen bör alla delar vara med. Resultatet kan läsas i Tabell 7.

En central fråga i en internaliseringsanalys är urvalet av den infrastruktur som ska bedömas. I regeringsuppdraget Samkost valde VTI att definiera luftfartens infrastruktur som länkar och plattan på flygplatsen, medan all terminalstruktur (passagerarrelaterade kostnader) exkluderades. Motivet var att luftfartyget var den enhet som effekterna skulle bedömas på. Den här studien räknar in alla delar som behövs för att en passagerare ska kunna flyga från en ort till en annan. Skälet till detta är att syftet med att internalisera samhällets kostnader bör vara att resenären innan resan företas står inför olika alternativ och att marginalkostnaden för varje alternativ bör vara fullständig. För luftfarten gäller det att kunna komma på och av flygplanet. För att kunna göra detta måste alla passagerare och bagage passera en säkerhetskontroll. Vidare behövs åtminstone en trappa upp till flygplanet något som i regel tillhandahålls av flygplatsen. Kostnader för infrastruktur för att ta sig ombord eller stiga av luftfartyg allokeras idag till passagerarrelaterade kostnader.

För att bedöma internaliseringsgraden om dagens avgifter täcker samhällets kostnader för luftfarten har vi valt att använda oss av exempelflygningar. De tre exempelflygningar vi valt figurerar i både Trafikanalys och VTI:s marginalkostnadsberäkningar, i dessa jämförs avgifterna med de externa kostnader som samma exempelflygningar ger upphov till. I Tabell 8 jämförs hur mycket som betalas i avgifter totalt för en flygning och utslaget på ombordvarande passagerare. Vidare visas vad flygningen skulle ha kostat om avgifterna hade varit baserade på de samhällsekonomiska marginalkostnaderna. Som tidigare beskrivits i rapporten bedöms den kortsiktiga marginalkostnaden för luftfartens infrastruktur som nära noll, främst p.g.a. av den planering av verksamheten som sker och det låga slitaget på landningsbanorna. Det finns dock skäl att ändå betrakta vissa marginalkostnader som kortsiktiga trots att de i en första anblick är mer långsiktiga i karaktären. Skälet är planeringen av den operationella driften av verksamheten tar höjd för trafik tillväxt och eventuella variationer i den och därmed internaliseras de kortsiktiga kostnaderna. Med detta sätt att se på verksamheten kan det vara motiverat att inkludera det resultat som denna studie erhållit i Tabell 2 och Tabell 5 dvs. marginalkostnaderna för flygplatsverksamheten är 1 168 kr per flygplan (flygoperativt) adderat med 1,74 kr per passagerare (terminal) och 11,57 kr per passagerare (säkerhetskontroll). För flygtrafiktjänsten har marginalkostnaden antagits till 382. Det högre värdet har valts p.g.a. de osäkerheter som finns i materialet.

Tabell 8 visar hur mycket som betalas i avgifter för en flygning utslaget på ombordvarande passagerare. Vidare presenteras vad flygningen skulle ha kostat om avgifterna hade varit baserade på de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna. I tabellen redovisas de kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnaderna med tre olika värden. I de lägsta värdena ingår inte höghöjdseffekterna och EU ETS anses internalisera klimatgasutsläppen. I mellanvärdet och det högsta värdet ingår höghöjdseffekter. Den faktor som använts för höghöjdseffekter är 1,7 och är samma värde som använts i Samkost 2 (Österström, 2016). I mellanvärdet anses EU ETS internalisera klimatgasutsläppen och i det högsta värdet ingår även kostnaderna för utsläpp av koldioxid.

Tabell 8. Avgifter för olika flygningar från Stockholm/Arlanda jämfört med marginalkostnaderna.

	Avgifter för en flygtur Stockholm/Arlanda – Landvetter med B 737-600 (motor CFM56-7B20/3), beläggningsgrad 60%, 72 pax, 2015	Avgifter för en flygtur Stockholm/Arlanda – Madrid med A 320 (motor CFM56-7B27), beläggningsgrad 70%, 118 pax, 2015	Avgifter för en flygtur Stockholm/Arlanda – Bangkok med B 777-300 (motor GE90-115B), beläggningsgrad 80%, 239 pax, 2015
Summa avgifter (SEK)*	14 489	42 607	102 956
Summa avgifter/passagerare (SEK)	201	361	431
Marginalkostnader**	3 643 (4 992–9 478)	22 689 (45 274–80 580)	179 849 (302 363)
Marginalkostnad/passagerare (SEK)	51 (69–132)	192 (384–683)	753 (1 265)

* Summa avgifter består av samma avgiftskategorier som i kolumn "Baserat på luftfartyg och passagerare" i tabell 7. Vad avser avståndet har storcirkelavståndet använts och ett genomsnitt av s.k. unitrates på sträckan inom EU april 2015. Vad avser kostnaden för undervägsflygningen har informationen hämtats från CANSO (2014). De avstånd som använts för att beräkna undervägsavgiften är storcirkelavståndet mellan flygplatserna. Viktigt att notera är att flygsträckan är längre beroende hur luftrummet och trafiken är organiserat. En studie av Mårtensson et al visar på 4–12% längre flygsträckor, Det viktade medelvärdet på flygvägsförlängningarna i inrikestrafiken 2016 är 7,8 %. (Mårtensson et al, 2017)

** Denna summa är ett aggregat av infrastrukturkostnader, som denna rapport behandlar, samt klimat, hälsa och buller. Kostnaderna för de tre sista kategorierna kommer från Österström (2016). I denna rapport förekommer flera olika uppgifter om kostnaden för koldioxidutsläpp och höghöjdsflygning. De värden som använts har hämtats från tabell 9 i nämnda rapport och som bl.a. innehåller ASEK-värderingarna. Kostnaderna i parentesen inkluderar höghöjdseffekter och det första värdet visar kostnaderna där EU ETS anses vara internaliserande. Det andra värdet visar en situation där EU ETS inte anses internaliserande och där kostnaden för utsläpp av koldioxid har lagts till. Den marginalkostnad för infrastruktur som använts avser skattade svenska infrastrukturkostnader. Det har inte varit möjligt att skatta kostnaderna i Madrid eller Bangkok.

Slutsatsen från ovanstående tabell är att det antagligen inte är möjligt att finansiera verksamheten på Arlanda med enbart intäkter baserade på de marginalkostnaderna som anges ovan och där utgångspunkten är att EU ETS anses vara internaliserande och utan höghöjdseffekter. Det är bara om man utöver EU ETS inkluderar kostnader för CO₂ och höghöjdseffekter som intäkterna överstiger kostnaderna att driva luftfartsinfrastrukturen. För resor inom landet täcker inte ens detta kostnaderna. Denna slutsats haltar dock i och med det förekommer korssubventionering i flygplats- och flygtrafikledningssystemet. Korssubventioneringens storlek är okänd.

Den som flyger inrikes mellan Stockholm och Göteborg idag betalar enligt Tabell 8 väsentligt mer till den statliga luftfartsinfrastrukturen än vad som skulle varit fallet om avgifter endast var baserade på de marginalkostnader som visas ovan. Detta gäller även om kostnader för CO₂ och höghöjdseffekter inkluderas.

För flygresor i södra Sverige, som t ex till Göteborg, befinner sig luftfartygen sällan på höghöjdsnivå. Enligt Mårtensson et al. (2017) sker flygningar i planflykt på hög höjd i 7 mil av totalt 42 mil. Dvs. den del av flygningen där det kan uppstå höghöjdseffekter och där årstid och flygplanstyp påverkar om dessa inträffar. Vissa flygplanstyper flyger inte på hög höjd och vilken nivå stratosfären befinner sig på, där höghöjdseffekter uppstår, skiljer sig beroende på årstid. Det senare innebär att även om flygplanen flyger på hög höjd innebär det inte per automatik att de befinner sig i stratosfären.

Trafiken från Bromma med turbofläktflygplan sker med flygplanstyper som flyger på lägre höjder ("by design") och är sällan över 9 000 meter vilket betyder att dessa flygningar avsevärt mer sällan går

i stratosfären, uppskattningsvis 5–10 procent av tiden som ett årsmedelvärde. De flygningar som sker med turbopropflygplanen i analysen är av mindre typ och är inte designade för flygning på de höjder där tropopausen normalt ligger. Tropopausen är den nivå i atmosfären som separerar troposfären från stratosfären. Ett fåtal flygningar i analysen sker med större turbopropflygplan på något längre sträckor. Exempelvis finns 11 flygningar Bromma – Landvetter med flyghöjd på 8 280 meter (medelvärde). Detta innebär att flygningar med denna flygplanstyp skulle gå i stratosfären ca 3,5 procent av tiden i maj när tropopausen är som lägst. För sträckan Arlanda – Luleå gjordes analysen att flygningar i stratosfären skedde under maj i ca 80 procent av fallen, juli 38 procent, oktober 61 procent och 67 procent i februari. Den sträcka flygplanen befinner sig på hög höjd är ca 30 mil av 72 mil.

Denna studie behandlar dock inte övriga externa effekter varför frågan om CO₂ och höghöjds effekter får utredas i ett annat sammanhang, men det är viktigt att redovisa att den metod som vi använt ovan, att multiplicera faktorn 1,7 med storcirkelavståndet, är en mycket tvivelaktig metod givet det vi vet om hur flygningarna bedrivs i Sverige avseende flyghöjd, flygplanstyp och årstidsförändringar. I vår studie använder vi den externa kostnad per fordonskilometer och genomsnittlig flygning för klimatpåverkande utsläpp värderat enligt ASEK, som redovisades i Samkost 2 (Österström, 2016).

Vi har även studerat övriga alternativa värderingar som framkom i Samkost 2. En notering som kan göras är att de värden som redovisas i Tabell 13 i Samkost 2 (Österström, 2016), verkar ha använts i flygskatteutredningens redovisning av kostnader för utsläpp av koldioxid för en resa mellan Stockholm och Göteborg. Rapporten beskrev att det höga värdet sannolikt berodde på att LTO-fasens utsläpp fördelas på en kortare sträcka inom inrikesflyget än mer långväga jetflyg, vilket gör att den genomsnittliga kostnaden per fordonskilometer ökar (Österström, 2016). Under LTO-fasen är förbränningen som störst, vilket gör det svårt att använda detta värde om de verkliga utsläppen är lägre. Källan för beräkningarna är EMEP/EEA-data. I tabellen nedan har modellen i The joint EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, använts. I det ojusterade resultatet har standardvärden använts i modellen avseende LTO-fasen. I det justerade resultatet har utsläppsdata avseende LTO-fasen hämtats från den MKB som gjorts för Arlanda och som beräknats av FOI. Skillnaden mellan de två beräkningarna är att bränsleförbrukningen och koldioxidutsläppen sjunker.

Tabell 9 visar några exempel på marginalkostnadsberäkningar för koldioxidutsläpp för sträckorna i tabell 8 ovan där utsläppsberäkningarna gjorts med olika modeller.

Tabell 9. Marginalkostnadsberäkningar för koldioxidutsläpp på olika sträckor och med olika modeller.

Koldioxid utsläpp i kg	Stockholm/Arlanda	Stockholm/Arlanda	Stockholm/Arlanda
Marginalkostnad i SEK	– Landvetter med B 737-600 (motor CFM56-7B20/3), beläggningsgrad 60%, 72 pax, 2015	– Madrid med A 320 (motor CFM56-7B27), beläggningsgrad 70%, 118 pax, 2015	– Bangkok med B 777-300 (motor GE90-115B), beläggningsgrad 80%, 239 pax, 2015
Klimatpåverkande utsläpp värderat enligt ASEK (Samkost 2)			
Koldioxidutsläpp	3 935	30 970	140 726
Marginalkostnad	4 486	35 306	123 444
EMEP/EEA (ojusterat)			
Koldioxidutsläpp	5 999	25 470	219 910
Marginalkostnad	6 839	29 036	250 698
EMEP/EEA (Justerat med FOI värden avseende LTO)			

Koldioxid utsläpp i kg	Stockholm/Arlanda – Landvetter med B 737-600 (motor CFM56-7B20/3), beläggningsgrad 60%, 72 pax, 2015	Stockholm/Arlanda – Madridmed A 320 (motor CFM56- 7B27), beläggningsgrad 70%, 118 pax, 2015	Stockholm/Arlanda – Bangkok med B 777-300 (motor GE90-115B), beläggningsgrad 80%, 239 pax, 2015
Koldioxidutsläpp	4 650	23 697	214 337
Marginalkostnad	5 301	27 015	244 345
BADA-modellen			
Koldioxidutsläpp	2209		
Marginalkostnad	1940		
FOI13-modellen			
Koldioxidutsläpp	1811		
Marginalkostnad	1589		

I studien ”Inrikesflygets klimatpåverkan– en analys av radarspår” validerades BADA-modellen med verklig bränsleförbrukning genom jämförelse med verkliga data från några tiotal flygningar med SAS, Norwegian och Malmö Aviation. BADA-modellen gav generellt något högre bränsleförbrukning än vad verkliga data visat men med en avvikelse under 10 procent (Mårtensson et al studie, 2017).

Transportstyrelsen (inklusive dess föregångare) har sedan 1995 anlitat Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI) för att genomföra de emissionsberäkningar som har krävts för att myndigheten ska kunna fullgöra sina åtaganden enligt bland annat klimatrapporteringsförordningen. FOI använder sig av den så kallade FOI3-modellen för att utföra beräkningar av utsläppen från samtliga svenska trafikflygplatser, avseende både inrikes- och utrikesflyg. Med FOI3-modellen beräknas total-emissioner och bränsleförbrukning för varje segment av flygningen vilket möjliggör att beräkna utsläppen för LTO-cykeln (Landning and Take Off - utsläpp under 3 000 fot) eller för hela flygningen. FOI3-metoden används för att beräkna mängden förbränt bränsle samt avgasutsläpp från flygtrafik. Modellen är framtagen för att effektivt kunna räkna på stora volymer trafik.

Slutsatsen av ovanstående är att uppskattningen av den totala marginalkostnaden för luftfarten enligt tabell 8 ovan antagligen är överskattad. Det är märkligt att beräkningarna kan skilja sig så mycket mellan de olika modellerna. Att validera en lämplig modell såsom nyligen gjorts av BADA-modellen är enligt oss en viktig uppgift.

De internationella resorna ger en annan bild än de nationella resorna. Om EU ETS inte anses internaliserande och kostnader för CO₂ läggs till som situationen uppstår att resenären inte kan anses betala sina kostnader. Om endast höghöjdseffekter läggs till är avgiftsuttaget och den bedömda marginalkostnaden i princip detsamma. I analysen har alla kostnader allokerats till resenären oavsett var de uppstår. Hur eventuella intäkter från en avgift ska allokteras på sträckan har inte behandlats. Ett synsätt är att ersättning för hälsopåverkande emissioner och bullerkostnader i ankomstflygplatsen inte bör tillfalla den svenska staten utan den stat som påverkas av aktiviteten. Vad gäller resor utanför EU betalar idag inte resenären sina samhällsekonomiska kostnader oavsett hur du räknar.

Sammantaget ger ovanstående modell en bild av att avgiftsuttaget för flygresor inom Sverige kan vara för hög för att det ska vara samhällsekonomiskt effektivt. Vi har valt att inte värdera om höghöjds-effekter ska ingå eller ej utan har redovisat olika resultat beroende på vad som inkluderas eller ej. Däremot har vi utgått från att staten har ett ansvar för den infrastruktur den äger och antingen finansierar de verksamheten med anslag eller som i luftfartens fall med avgifter och att det är det totala avgiftsuttaget för att finansiera infrastrukturen som är relevant. Hur styrande avgifterna är, är mer en fråga som berör effektiviteten i avgiftssystemet än om resenären betalar sina kostnader till samhället. Denna ansats bedöms även vara i överensstämmelse med motiveringen att införa en flygskatt.

7. Slutsatser och diskussion

7.1. Resultat

Tidigare marginalkostnadsberäkningar har använt årsredovisningar, flyg- och passageraravgifter eller arbetade timmar för att skatta marginalkostnader för infrastrukturen, här används faktiska personalkostnader i de olika processerna. Resultaten från den ekonometriska analysen indikerar att den genomsnittliga marginalkostnaden för infrastrukturen ligger kring 13 kr per passagerare och 1 168 kr per startat flygplan. Då planeringen av verksamheten på en flygplats bland annat tar höjd för trafiktillväxt skulle denna marginalkostnad anses vara långsiktig i karaktären, men skulle även kunna betraktas som en approximation på en kortsiktig samhällsekonomisk marginalkostnad. Motsvarande skattning för flygtrafikledning är 373 kr per start. Noggrannheten i dessa skattningar ska dock läsas mot bakgrund av de osäkerheter som diskuteras i kommande avsnitt 7.2.

Det förefaller som att finansieringen av den statliga luftfartsinfrastrukturen inte enbart skulle kunna ske med intäkterna från marginalkostnadsbaserade avgifter. Hur stor andel som skulle behöva täckas med en finansierande avgift eller anslag är en fråga som kan utredas vidare.

7.2. Osäkerheter

Resultaten från denna studie måste tolkas med försiktighet eftersom detta är en första ansats att beräkna marginalkostnaderna utifrån kostnadsdata från flygplatser och flygtrafikledning.

Det finns flera osäkerheter i studien. Först har enbart en flygplats undersökts. Arlanda är Sveriges i särklass största flygplats och det finns ingenting som säger att de andra är likartade, även om Swedavias alla flygplatser borde ha vissa likheter såsom affärssystem, bemanningsplanering etcetera. Därför är det svårt att dra slutsatser för resterande flygplatser.

Som nämnts tidigare är datamaterialet som ligger till grund för den empiriska analysen begränsat. Bokföringsmaterialet som använts är rapporterat på månads- respektive årsbasis, vilket får till följd att den skattade marginalkostnaden kan tänkas innehålla kostnader som normalt inte räknas in i ett traditionellt marginalkostnadsbegrepp. Eftersläpningseffekter och bokföringstekniska dispositioner kan också ha snedvridit skattningarna. Sammantaget betyder detta att resultatet i analysen i avsnitt 5 ska läsas mot bakgrund av de begränsningar som finns i tillgängligt datamaterial. Veterligen finns dock i dagsläget inget bättre material och resultaten överensstämmer relativt väl med andra genomförda studier.

7.3. Framtida forskning

Det finns stor förbättringspotential i rapportens empiriska ansats. Mer detaljerat datamaterial, både i form av fler observationer av befintligt datamaterial såväl som annan typ av data, exempelvis tidsstudier, skulle kunna leda till en skattning av marginalkostnaden som har högre tillförlitlighet och är mer rättvisande på kort sikt, än den som gjorts här.

Swedavia har 10 flygplatser i sin koncern, men i dagsläget (2015) finns 38 stycken flygplatser med passagerartrafik i Sverige. Det vore av godo om fler flygplatser kunde inbegripas i marginalkostnadsanalysen. Detta av fler anledningar. Först vore det önskvärt att se om det är skillnader mellan mindre och större flygplatser. Bottasso and Conti (2012) pekar på stordriftsfördelar för flygplatser med mindre än 5 miljoner passagerare per år och sen konstant skalavkastning upp till 13 miljoner passagerare. Arlanda hade runt 24 miljoner 2016. Den näst största flygplatsen, Landvetter, hade 6,4 miljoner passagerare 2016.

En annan viktig kostnadsdistinktion vad gäller flygtrafikledningen är hur kostnaderna skiljer sig mellan flygledartornen på flygplatserna och de två kontrollcentralerna i Malmö och Stockholm. Denna

studie undersöker marginalkostnaderna i tornen, men enligt Luftfartsverket är det troligen skalfördelar i kontrollcentralerna då de har många fler luftrörelser att ta hand om under längre tider av dygnet. För att kunna göra denna analys behövs fler observationer, vilket innebär att datamaterial måste insamlas under en längre tidsperiod och vara jämförbar. Bemanningen i tornen är styrd så att personalen klarar rusningstrafiken morgon och kväll, liksom att det alltid måste finnas en flygledare i tornet.

Nästa steg kan vara att undersöka hur kostnaderna skiljer sig mellan bemannade och fjärrstyrda torn. Det finns två fjärrstyrda torn i dag och ett tillstånd till har ansökts om. De två flygtorn som just nu fjärrstyrts är Örnsköldsvik Airport¹⁵ och Sundsvall/Timrå Airport, nästa på tur är Linköping City Airport. Hypotesen är att de fjärrstyrda tornen får en marginalkostnadsbesparing då de på sikt kan flyttas in i kontrollcentralerna och då är det bara en del av infrastrukturen kvar på flygplatsen och ingen personal.

¹⁵ När driften startades den 21 april 2015 blev Örnsköldsvik Airport världens första fjärrstyrda flygplats.

Referenser

- BAA, 1982. Cost and Charging Study, BAA 76/82, October 1982. British Airport Authority.
- Banverket (2007). *Differentierade spåravgifter som beror på fordonsegenskaper*
- Bottasso, A., Conti, M., 2012. The cost structure of the UK airport industry. *Journal of Transport Economics and Policy* 46 (3), 313–332.
- Carlin, A., Park, R., 1970. Marginal cost pricing of airport runway capacity. *American Economic Review* 60, 310–319.
- Carlsson, F. (2003): Airport Marginal Cost Pricing: Discussion and Application to Swedish Airports, *International Journal of Transport Economics* 30.
- Doc 9082 ” ICAO’s Policies on Charges for Airports and Air Navigation Services, Ninth Edition, 2012
- Doganis, R. (1992). *The Airport Business*. Routledge, London.
- van Essen, H-P. et al. (2008), Internalisation measures and policy for the external cost of transport – IMPACT D3, CE Delft, June 2008
- European Parliament, Policy Department Economic and Scientific Policy (2007): Report, Inclusion of aviation emissions in the EU Emissions Trading Scheme (ETS), (IP/A/ENVI/FWC/2006-172/Lot 1/C1/SC6)
- Himanen, V., Idstrom, T., Gobel, A. and H.Link (2002): Infrastructure Cost Case Studies – Helsinki-Vantaa Airport Case Study, Annex 5e to UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 10. Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds, Leeds, February 2002.
- Korzhenevych, A. et al. (2014): Update of the Handbook on External Costs of Transport. RICARDO - AEA /R/ ED57769, Issue Number 1, 8 th January 2014.
- Link, H., Götze, W., Himanen, V., 2009. Estimating the Marginal Costs of Airport Operation by Using Multivariate Time Series with Correlated Error Terms. *Journal of Air Transport Management*, 41 – 46.
- Luftfartsveket (2004): Delrapportering av 2004 års regeringsuppdrag avseende Luftfartens samhällsekonomiska marginalkostnader, diarienummer LFV 2003-5426-051.
- Maiback, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowsak, B. and Bak, M. (2008): Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Version 1.1. Publication number 07.4288.52.
- Majumdar, A., W. Y. Ochieng, G., 2007, Air Traffic Control Complexity and Safety: Framework for Sector Design Based on Controller Interviews of Complexity Factors, Volume 2007, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.
- Martín, J.C., Román, C., Voltes-Dorta A., 2006. Social Marginal Costs in Airports. Project GRACE. Deliverable 2.2. European Commission.

Martín, J.C., Román, C, Voltes-Dorta A, Link, H Enei, R (2008) D9 Allocation of Infrastructure Cost in the Air Transport Sector, Project CATRIN Cost Allocation of TRansport INfrastructure cost, Sixth Framework Programme, European Commission

Martín, J.C., Voltes-Dorta, A., 2011. The econometric estimation of airports' cost function. *Transportation Research Part B* 45 (1), 112–127.

Morrison, S., 1983. Estimation of long-run prices and investment levels for airport runways. In: Keeler, T. (Ed.), *Research in Transportation Economics I*. JAI Press, Greenwich, pp. 103–130.

Morrison, S., Winston, C., 1989. Enhancing the performance of the deregulated air transportation system. *Brook. Pap. Econ Act Microecon.* pp. 61–123.

Mogford, R., J. Guttman, S. Morrow, P. Kopardekar, 1995, The complexity construct in Air Traffic Control: A review and Synthesis of the Literature, DOT/FAA/CT-TN-95/22, FAA Technical Center: Atlantic City.

Netjasov, F. (2004). Terminal Airspace Traffic Complexity”, Proceedings of “1st International Conference on Research in Air Transportation ICRAAT 2004”, organized by EUROCONTROL, Zilina, Slovakia, November 22- 23, pp. 261-267

Nilsson, J-E., Haraldsson, M. (2016): SAMKOST 2 - Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader. VTI rapport 914.

Prop. 1997/98:56, Transportpolitik för en hållbar utveckling

Prop. 2005/06:160, Moderna transporter

Prop. 2012/13:25, Investeringar för ett starkt och hållbart transportsystem

SOU 2016:83, En svensk flygskatt.

Trafikanalys (2016): Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader.

Transportstyrelsen (2014): Indikator för källbuller från trafik.

United States General Accounting Office (1997): Report to Congressional Committees, Executive Agencies, and the National Civil Aviation Review Commission, National Airspace System, Issues in allocating cost for air traffic services to DOD and other users, 1997-04-25.

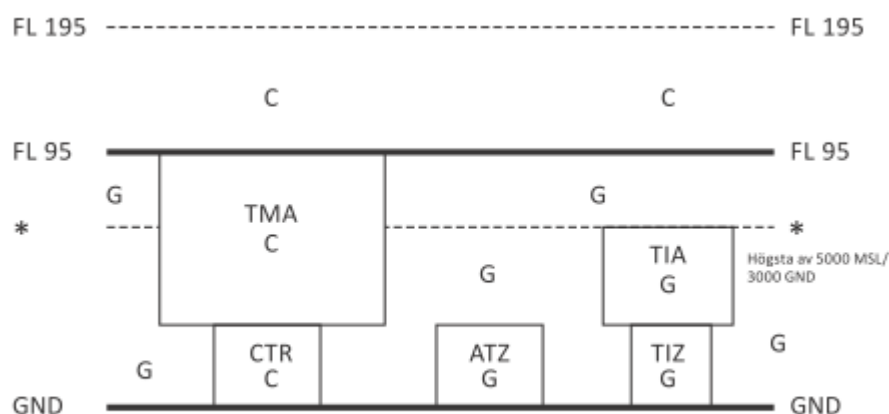
Winther, M, Rypdal, K, (2016) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016, EEA

Österström, J. (2016): Luftfartens marginalkostnader - En delrapport inom Samkost 2. VTI rapport 90

Bilaga 1. Indelning av luftrummet

Den trafik som bedrivs i luftrummet rymmer flera perspektiv såsom ekonomi, kapacitets-, säkerhets- och miljöperspektiv. Mycket av arbetet med att skapa luftrum och hantera luftrumsrörelser handlar om samarbete över gränser. För att flyga till och från en flygplats krävs det flygprocedurer. Dessa kan baseras på konventionella navigationshjälpmedel såsom exempelvis VOR (Riktad radiofyr) och DME (Utrustning för avståndsmätning), eller på mer avancerad navigationsteknik som bygger på GNSS (satellitnavigering). Den senare tekniken benämns P-RNAV (Precision Area Navigation) eller RNP (Required Navigation Performance). Flygprocedurer kan delas upp i två delar. Den första delen berör själva start- eller landningsfasen och den andra delen hanterar färdvägen i terminalområdet (TMA) för att ta sig till och från de högre liggande ”flygkorridorerna”. Dessa flygvägar kallas SID (Standard Instrument Departure)/STAR (Standard Terminal Arrival Route). SID definierar en flygväg från flygplatsen och dess luftrum och in i luftrummet för undervägsflygningen och STAR flygvägen från undervägsflygningen ned till landningsfasen. Utformning av luftrum och rutiner för in- och utflygning är ett kontinuerligt arbete där det i uppgifterna ingår att hantera ajourhållning av befintliga procedurer, omberäkning/omkonstruktion på grund av tillkomna flyghinder, banförlängning med mera, nykonstruktion i samband med införande av nya navigationshjälpmedel.

Användningen av luftrummet är med detta organiserat och ställer stora krav på de som ska använda det. Luftrummet är indelat i kontrollerat respektive okontrollerat luftrum. I princip kan man säga att all luft över 2 900 m (9 500 fot eller FL 95) och luften kring flygplatser är kontrollerade. Samtliga flygplan som befinner sig i kontrollerad luft är kända av flygtrafikledningen och har fått tillstånd att befinna sig där.



Figur 4. Indelningen av luftrummet.

I följande avsnitt beskrivs hur luftrummet är indelat. TIA/TIZ m.m. i bilden ovan beskrivs dock inte då de avser luftrumsområden vid flygplatser som inte har någon flygtrafiktjänst. Det kontrollerade luftrummet närmast en flygplats kallas kontrollzon (CTR) i vilken flygtrafiken på och i närheten av flygplatsen hanteras av flygledarna i tornet (TWR). Tjänsten som utövas kallas *flygplatskontrolltjänst*. Området syftar till att skydda flygtrafik under start- och landningsfas. Inom denna finns flera tidigare nämnda hinderbegränsande ytor. Kontrollzonen är relativt liten och sträcker sig från marken upp till ca 450 meters höjd. Kontrollzonen är närmast att betrakta som ett ”skyddsområde” för flygplatsen som i möjligaste mån skall vara fritt från hinder.

Luftrummet som ligger ovanför CTR kallas för terminalområde (TMA). TMA sträcker sig från CTR översida upp till FL 95 (2 900 m). Inom de flesta TMA i Sverige finns rutiner för ankommande och avgående trafik upprättade. I TMA hanteras den trafik som stiger och sjunker i samband med start och

landning, men även korsande trafik. Ett TMA kan betjäna en eller flera flygplatser. Trafiken klareras med kurser och höjder så att separation mellan flygplanen bibehålls och en effektiv avveckling av trafiken möjliggörs. Tjänsten som utövas kallas *inflygningskontrolltjänst*. TMA har en undersida på ca 450 meter över marken eller mer. Vindkraft och master under TMA får ej byggas högre än att tillräcklig hinderfrihet för radarledning kan bibehållas. I luftrummet ovanför TMA finns ett yttäckande kontrollområde, Suecia CTA/UTA14¹⁶. I det luftrummet hanteras till största del flygningar som befinner sig på marschhöjd¹⁷. Tjänsten kallas *områdeskontrolltjänst*.

De två flygplatstjänsterna sköts normalt via kontrolltorn på flygplatserna. Kontrolltornen är antingen bemannade eller fjärrstyrda, är de fjärrstyrda finns det personal sittande någon annanstans som övervakar luftfarten. Från tornen leds flygplanen i flygplatsernas närhet samt vid start- och landning och vid in- och uttaxning från flygplatserna gater. När flygplanen har lämnat flygplatsernas närområde (TMA) leds de från en av de två kontrollcentralerna i Sverige, en finns i Stockholm och en i Malmö. Från dessa två leds flygplanen genom sektor efter sektor i kontrollerat luftrum tills de når slutmålet i Sverige eller då svensk flygtrafiktjänst lämnar över flygplanet till andra länders flygledare. Flygtrafikledningen kan liknas med spåren och trafikledningen i järnvägssystemet eller framtagandet av sjökort och utmärkning av farleder för sjöfarten. Utan flygtrafikledning kan inte ett flygplan starta och genomföra sin resa. Luftfartsverket (LFV) är Sveriges största aktör inom flygtrafikledningstjänster på flygplatser och kontrollerar även all civil flygtrafik i det svenska och svensk/danska¹⁸ luftrummet.

Det övergripande ansvaret för flödesplanering (ATFM) inom svenskt ansvarsområde för luftrummet (FIR) har delegerats till EUROCONTROL/nätverksförvaltare, den centrala ATFM-enheten. Kraven för flödesplanering anges i Kommissionens förordning (EU) nr 255/2010 av den 25 mars 2010 om fastställande av gemensamma regler för flödesplanering (AFTM) samt i Transportstyrelsens föreskrifter om flödesplanering (ATFM) (TSFS 2013:62).

Den centrala ATFM-enheten ansvarar för:

- a) att trafikflödet motsvarar den av ATS anmälda kapaciteten i respektive sektorer som genomflygs;
- b) att, när så bedöms nödvändigt, flödesplaneringsåtgärder införs i tillräcklig omfattning och på sådant sätt att flygoperatören får minsta möjliga försening.

Arbetspositioner för flödesplanering (FMP) har inrättats i Malmö och Stockholm ACC för att underlätta samarbetet mellan flygtrafikledning, flygoperatörer och den centrala ATFM-enheten hos Eurocontrol. ATS-enheten vid avgångsflygplats bevakar att tilldelad ATFM-avgångstid respekteras.¹⁹ I enlighet med Kommissionens förordning (EU) nr 255/2010 lämnas inte starttillstånd till luftfartyg, som inte respekterar den beräknade off-block tiden. ATS-enheten ska dock underlätta på alla möjliga sätt så att avgående luftfartyg kan följa tilldelad ATFM-avgångstid eller samordna en reviderad ATFM-avgångstid. Genom detta system kommer ett luftfartyg som missat sin avgångstid att vara på marken tills att det finns en ny avgångstid som gör att luftfartyget kan starta och landa utan att behöva cirkla runt en flygplats.

¹⁶ CTA/UTA – Control Area/ Upper Control Area, Kontrollområde.

¹⁷ ATS-flygväg - angiven flygväg som upprättats för att kanalisera flygtrafik där så behövs för att utöva flygtrafikledningstjänst.

¹⁸ Sverige och Danmark har delvis ett gemensamt luftrum sedan 2009. Den 1 juli 2012 startade danska flygtrafiktjänsten Naviair och LFV genom bolaget NUAC gemensam flygtrafiktjänst i detta luftrum. Sammanslagningen av luftrummen och flygtrafikledningen är en del i EU:s ambition att effektivisera flygtrafiktjänsten i Europa.

¹⁹ Kommissionens förordning (EU) nr 255/2010 av den 25 mars 2010 om fastställande av gemensamma regler för flödesplanering (AFTM) samt Transportstyrelsens föreskrifter om flödesplanering (ATFM) (TSFS 2013:62)

Bilaga 2. Specifikation av personalkostnader

I avsnitt 5.1 används begreppet *personalkostnader* som en sammanfattande benämning av kostnader som associeras till anställd personal. Exakt vilka konton som ingår i begreppet, för de tre processerna RP, FO och *säkerhetskontroll och bevakning* framgår av Tabell 10 nedan. Anledningen till att innehållet i personalkostnaderna för *säkerhetskontroll och bevakning* skiljer sig ifrån innehållet i de övriga två processerna är att driften av säkerhetskontrollen är upphandlad och utförs av tredje part. Faktureringen av denna kostnad sker, enligt författarnas vetskap, mot kontot 65810.

Tabell 10: Specifikation av personalkostnader.

Process	BAS-kontonummer	Kontonamn
Resenärsprocessen	71000	Tillfälligt anställda timavlönade
	72100	Grundlön
	72200	Övertid, mertid
	72300	Obekvämsstillägg
	72400	Jour- och beredskapstillägg
	75100	Abetsgivaravgift, lagstadgad
	75300	Löneskatt
Flygoperativa processen	71000	Tillfälligt anställda timavlönade
	72100	Grundlön
	72200	Övertid, mertid
	72300	Obekvämsstillägg
	72400	Jour- och beredskapstillägg
	75100	Abetsgivaravgift, lagstadgad
	75300	Löneskatt
Säkerhetskontroll och bevakning	65810	Securitykostnader och säkerhetskontroll

Bilaga 3. Robusthetstester – analysdel I

Alternativa fixed-effect-specifikationer

I detta avsnitt presenteras två tabeller som bygger på samma modell som presenteras i Tabell 3, men med skillnaden att FE-grupperna som kontrollerar för säsongsvariation definieras annorlunda. Vilken gruppering som används i vilken tabell framkommer av fotnoterna nedan. Resultaten går i stort sett i linje med de resultat som presenteras i Tabell 3. I Tabell 11 skattas den totala marginalkostnaden per passagerare, precis som i Tabell 3, till ca 13 kr. Motsvarande siffra för skattningarna i Tabell 12 är 10 kr. Marginalkostnaden per start (kolumn 2) är lägre i dessa skattningar.

Tabell 11. Linjära regressioner med alternativ säsongsuppldelning²⁰.

	(1) RP. Personalkost. (SEK)	(2) FO. Personalkost. (SEK)	(3) Säkerhets- kontroll (SEK)
Antal passagerare	2,098*** (0,615)		10,96*** (1,451)
Antal starter		667,3*** (154,0)	
Konstant	5,740e+06*** (1,067e+06)	5,416e+06*** (1,293e+06)	-1,312e+06 (2,373e+06)
Observationer	45	45	45
R ²	0,663	0,723	0,620
Just. R ²	0,610	0,679	0,560
Tvåmånaders FE	X	X	X

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabell 12. Linjära regressioner med alternativ säsongsuppldelning.²¹

	(1) RP. Personalkost. (SEK)	(2) FO. Personalkost. (SEK)	(3) Säkerhets- kontroll (SEK)
Antal passagerare	1,791*** (0,536)		7,879*** (0,984)
Antal starter		111,2 (210,3)	
Konstant	6,228e+06*** (938 970)	1,009e+07*** (1,759e+06)	3,406e+06** (1,666e+06)
Observationer	45	45	45
R ²	0,703	0,475	0,464
Just. R ²	0,674	0,423	0,411
Årstid FE	X	X	X

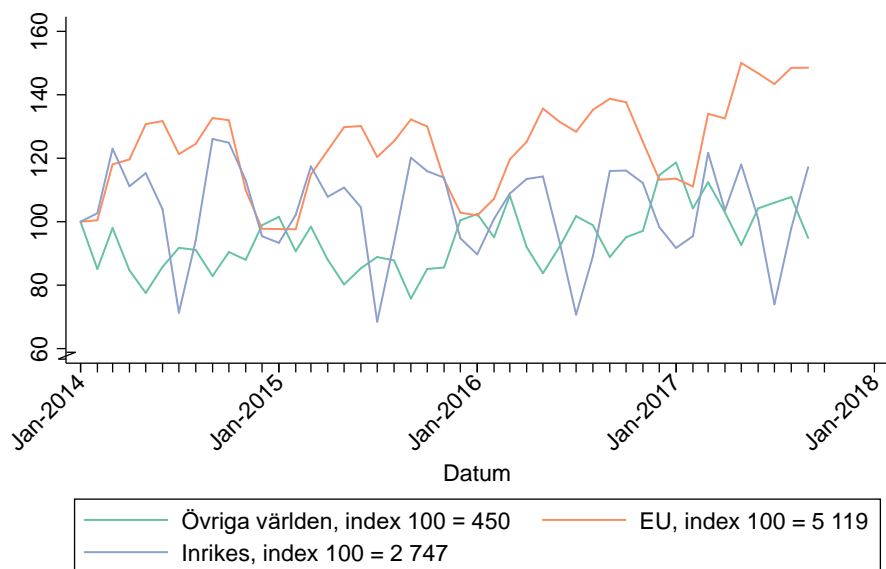
Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

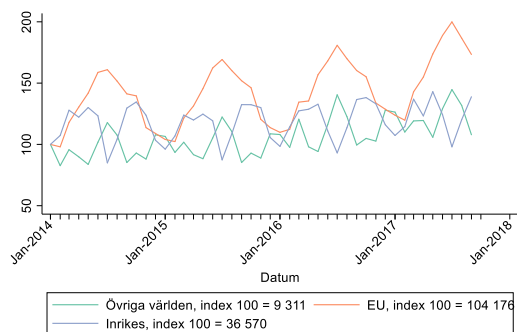
²⁰ Tvåmånaders FE: FE-grupper indelade i Jan-Feb, Mar-Apr, Maj-Jun, Jul-Aug, Sep-Okt, Nov-Dec.

²¹ Årstid FE: FE-grupper indelade i Dec-Feb, Mar-Maj, Jun-Aug, Sep-Nov.

Inrikes- respektive utrikestrafik



Figur 5. Antal starter per destinationsområde.



Figur 6. Antal passagerare per destinationsområde.

Marginalkostnaden för in- och utrikestrafik är inte nödvändigtvis densamma. Inrikestrafiken sker i mindre plan över kortare sträckor. Skillnaden mellan trafikslagen blir tydlig i Figur 5, som visar antalet resenärer uppdelat på inrikes- samt inom- och utomeuropeiska resenärer. Figur 6 visar motsvarande information per startande plan snarare än per passagerare.

Liknande regressioner som i Tabell 3, uppdelat per destinationsområde, presenteras i Tabell 13. Resultaten är vaga. Endast skattningarna för de inomeuropeiska resorna är signifikanta med förväntat tecken. Den flygoperativa marginalkostnaden är skattad till -1 852 kr per start, vilket ter sig icke-realistiskt. Risken för multikollinearitet är uppenbar och resultatet är osäkert.

Tabell 13. Linjära regressioner per destination, med FE-term.

	(1)	(2)	(3)
	RP. Personalkost. (SEK/Passagerare)	FO. Personalkost (SEK/Start)	Säkerhetskontroll (SEK/Passagerare)
Utrikes, utanför EU	-36,21 (27,00)	1 633 (4 376)	163,3* (91,75)
Utrikes, inom EU	6,617** (2,735)	1 351*** (317,9)	2,325 (8,400)
Inrikes	-13,51 (8,224)	-1 852*** (593,5)	-7,304 (16,83)
Konstant	1,016e+07*** (2,132e+06)	7,761e+06*** (1,961e+06)	-1,135e+06 (4,900e+06)
Observationer	45	45	45
R ²	0,798	0,939	0,735
Just. R ²	0,704	0,911	0,611
Månadseffekt	X	X	X

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Då ovanstående modell innehåller både trafikmängd per destinationsområde och månadsspecifika fixed-effect-termer finns det en risk att modellen är överspecificerad, eftersom att främst destinationsområdet varierar över årscykeln. Därför skattas, i Tabell 14, ytterligare ett antal modeller utan fixed-effect-termer. Resultatet är något bättre i Tabell 14 jämfört med Tabell 13. Däremot är fortfarande ett antal marginalkostnadsskattningar signifikant negativa, vilket återigen kan tyda på multikollinearitet.

Tabell 14. Linjära regressioner per destination, utan FE-term

	(1)	(2)	(3)
	RP. Personalkost. (SEK/Passagerare)	FO. Personalkost (SEK/Start)	Säkerhetskontroll (SEK/Passagerare)
Utrikes, utanför EU	-2.056 (7.672)	18,083*** (1,827)	104.8*** (20.67)
Utrikes, inom EU	2.703*** (0.382)	-621.6*** (135.2)	0.825 (1.053)
Inrikes	-8.394*** (1.828)	285.1 (234.9)	17.04*** (4.754)
Konstant	9.360e+06*** (1.258e+06)	5.146e+06*** (1.505e+06)	-1.840e+06 (2.848e+06)
Observationer	45	45	45
R ²	0.669	0.699	0.545
Just. R ²	0.645	0.677	0.512
Månadseffekt			

Robusta standardfel inom parentes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Bilaga 4. Beskrivningen av avgifterna

Startavgiften tas ut för varje flygplan som lyfter från en flygplats. Startavgiften är baserad på luftfartygets godkända MTOW enligt luftvärdighetsbeviset eller miljövärldighetsbeviset avrundat till närmaste 1000 kg.

Emissionsavgiften baseras på en standard LTO-cykel (inflygning, taxi, start- och stigning) på certifierade utsläppsgränsvärden för NO_x i LTO cykeln enligt ICAO bilaga 16, volym II. Den absoluta mängden NO_x i en LTO-cykel beräknas på de genomsnittliga uppmätta värdena för samtliga LTO för den enskilda motorn enligt ICAOs databank för emissioner från flygmotorer. En justering till faktiska förhållanden avseende längden på taxisträckan sker.

Bulleravgiften baseras på flygplanets certifierade ljudnivå i enlighet med ICAO bilaga 16 volym I, kapitel 3 eller kapitel 4. Bulleravgiften för ett icke-certifierat flygplan beräknas på ICAO bilaga 16 volym I, kapitel 3 eller kapitel 4 och FAR del 36 etapp 3. Om användaren av ett luftfartyg inte kan visa en certifierad ljudnivå enligt dessa förordningar, beräknas bulleravgiften på den högsta ljudnivån för den specifika typen av flygplan. Om kategorin av ett visst flygplan är obestämmd, enligt ICAO bilaga 16 och FAR del 36 etapp 3, är ägaren/operatören skyldig att förse Swedavia AB med erforderlig information om flygplanet. Bulleravgift tillämpas på flygplan med en MTOW överstigande 9 ton.

TNC-avgiften betalas för så kallad lokal flygtrafiktjänst, som omfattar de tjänster som flygledare utför när flygplanen leds vid start och landning. I flygtrafiktjänsten ingår även flyginformation, alarmering och information om flygväder. TNC-avgiften för Stockholm-Arlanda tas ut av Eurocontrol, enligt det gemensamma avgiftssystemet för flygtrafiktjänster inom EU (EU 391/2013) 2), TNC-avgift tillämpas på alla flygplan med en MTOW överstigande 2 ton.

Passageraravgiften ska täcka kostnader för samtliga publika ytor i terminalerna, inklusive bevakning, lokalvård, bagagevagnar, incheckningsdiskar m.m. Avgiften ska även täcka kostnader för att tillhandahålla bryggor och dockningssystem för flygplanen och kostnader för drift och underhåll av dessa system. Passageraravgiften ska även täcka verkets kostnader för busstransporter till flygplan som är uppställda längre bort från terminalen. Vidare ingår bagagehantering, informationsskytning, internbussar mellan terminaler, markskötsel, väghållning och renhållning av tillfartsområden. Nivån på avgiften skiljer sig om det avser en nationell eller internationell flygning. Numera räknas resor inom EU som en nationell flygning.

Assistance Service Charge (PRM Charge) Förordning (EG) nr 1107/2006 om rättigheter för passagerare med funktionshinder och passagerare med nedsatt rörlighet vid flygresor trädde i kraft 26 juli 2008. Genom denna förordning har flygplatsen det övergripande ansvaret för assistans för funktionshindrade på flygplatser. Förordningen kräver en enhetlig servicenivå på alla europeiska flygplatser och flygplatser får ta ut en avgift för att finansiera denna tjänst.

Handling Infrastructure Charge Termen ”ground handling” där dessa avgifter ingår har ingen officiell definition, men anses i huvudsak omfatta de tjänster som krävs för ett luftfartygs ankomst/avgång från en flygplats. ICAO manualen (Doc 9562) separerar funktionen för marktjänster från terminalverksamhet (checka in passagerare, bagage- och godshantering) och rampverksamhet (stödfunktioner för att göra klart luftfartyget, infrastruktur för att ta hand om avisningsvätska m.m.). Kostnadskomponenterna för Swedavias centraliserade infrastruktur för marktjänster omfattar direkta kostnader, avskrivningar, kapitalkostnader samt en proportionerlig andel av kostnaderna för flygplatsoverhead och Swedavias koncerngemensamma verksamhet. Den kostnadsbas som utgör grund för marktjänstavgifterna ingår inte i den kostnadsbas som utgör grund för Swedavias flygplatsavgifter (passagerar-, start- och miljöavgifter) eller övriga avgifter (undervägs-/terminaltjänst-, PRM (assistensservice)- och GAS (säkerhetskontroll)- avgift). Inga förbrukningsavgifter (vid sidan av den reglerade glykolhanteringstjänsten) ingår. Sådana rörliga kostnader faktureras separat baserat på faktisk förbrukning.

Securityavgiften administreras och tas ut av Transportstyrelsen enligt (EG) nr 300/2008 och lagen om luftfartsskydd (2004:1100). Avgiften tas ut per avresande passagerare för flygplan som överstiger 10 ton (transferpassagerare undantagna).

Slot Coordination Charge En slotkoordineringsavgift på 15,8 kr tas sedan 2016 ut för varje avgång för ett luftfartyg. Bakgrunden är att Stockholm Arlanda Airport och Bromma Stockholm Airport). Är flygplatser där fördelningen av ankomst- och avgångstider (slots) sker enligt förordning (EEG) nr 95/93 av den 18 januari 1993 om gemensamma regler för fördelning av ankomst- och avgångstider vid gemenskapens flygplatser. Avgifterna täcker de fulla kostnaderna för tilldelning av slots och verksamheten bedrivs av en extern icke-vinstdrivande organisation. Denna verksamhet ska inte förväxlas med den fördelningen av ankomst- och avgångstider också kallad slots som sker för användandet av luftrummet. Denna hantering finansieras genom undervägsavgiften och hanteras av Eurocontrol. Genom att administrera ankomst- och avgångstider på såväl flygplatser som i luftrummet hanteras trängselproblematiken. Målsättningen är att inga plan ska behöva cirkulera runt flygplatsen utan ska kunna landa direkt vid ankomst.

Den svenska **undervägsavgiften** (*en route*) tas ut för flygplan över 2000 kg som flyger i luftrum där Sverige bedriver flygtrafiktjänst. Undervägsavgiften och dröjsmålsräntan beslutas årligen av medlemsstaterna i den permanenta kommitté inom Eurocontrol och Transportstyrelsen kungör avgiften i en föreskrift. Undervägsavgiften inom svenskt luftrum framgår av TSFS 2013:116 Transportstyrelsens tillkännagivande av Eurocontrols beslut om undervägsavgifter inom svenskt luftrum och beslut om dröjsmålsränta.

Tjänsten består av flygtrafikledning och flygkontroll, flyginformation, alarmering, navigationstjänst, flygräddningstjänst och flygvädertjänst samt ytterligare några s.k. briefingtjänster (produktion av olika slags information). Förordning (EU) nr 391/2013 fastställer åtgärder för utveckling av ett gemensamt avgiftssystem för flygtrafiktjänster. Förordningen tillämpas på flygtrafiktjänster som tillhandahålls av utnämnda leverantörer av flygtrafikledningstjänster och flygvädertjänster.

Det gemensamma avgiftssystemet ska ge möjlighet till insyn och samråd med företrädare för luftrumets användare om kostnadsbaser och fördelning av kostnader mellan olika tjänster. Principerna är förenligt med ICAO:s policy och Eurocontrols avgiftssystem för undervägsavgifter.

Undervägsavgiften består av tre element

- flygplanets viktfaktor
- flugens distans
- enhetsavgift

Enhetsavgiften fastställs för ett år i taget, genom att fördela den totala svenska kostnadsbasen över en prognostiserad trafikvolym mätt i service units (SU). Den svenska kostnadsbasen består av kostnader för flygtrafikledning inom Luftfartsverket, ACR och berörda flygplatser. Dessutom inkluderas kostnader för vädertjänster (MET) som levereras av SMHI, och flygräddning (SAR) som bedrivs av Sjöfartsverket. Slutligen inkluderas Transportstyrelsens kostnader avseende tillsynsarbete mot området flygtrafiktjänst, samt myndighetens kostnader för att administrera avgiftssystemet. I Transportstyrelsens kostnader inkluderas även den svenska medlemsavgiften till Eurocontrol.

Eurocontrol fakturerar flygbolagen och betalar sedan ut ersättning till flygtrafiktjänstleverantören.

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
Box 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
Box 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
Box 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Medicon Village AB
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

