





Svenska flygplatser och marginalkostnadsprissättning

Fredrik Hansen
Lena Nerhagen

<p>Utgivare:</p>  <p>581 95 Linköping</p>	<p>Publikation: VTI rapport 633</p>		
<p>Författare: Fredrik Hansen och Lena Nerhagen</p>	<p>Utgivningsår: 2008</p>	<p>Projektnummer: 92258</p>	<p>Dnr: 2008/0242-21</p>
<p>Projektnamn: Kartläggning av flygplatsavgifter och flygets externa kostnader</p>			
<p>Titel: Svenska flygplatser och marginalkostnadsprissättning</p>			
<p>Referat (bakgrund, syfte, metod, resultat) max 200 ord:</p> <p>Denna studie är genomförd på uppdrag av Luftfartsstyrelsen. Syftet är att uppdatera kunskapsläget om flygets avgiftsrelevanta kostnader. Vi har valt att göra en uppdelning mellan marginalkostnader orsakade av aktiviteter på flygplatsen och de orsakade av de externa effekterna luftföroreningar och buller.</p> <p>Genomgången visar att det saknas viktiga data om flygets verksamhet och påverkan för att kunna genomföra marginalkostnadsberäkningar på ett gediget sätt. I rapporten har vi tagit fram ungefärliga värden för två flygplanstyper.</p> <p>För marginalkostnader relaterade till flygplatstjänster så delas dessa upp i passagerar- och trängselrelaterade marginalkostnader. Vi kommer fram till att dagens svenska avgifter är höga (minst det dubbla) jämfört med aktuella marginalkostnader. Vi saknar dock någon skattning för de trängselrelaterade marginalkostnaderna.</p> <p>Gällande de externa effekterna så är avgifterna tillräckliga gällande start- och landningscykeln men tas delvis ut på felaktig grund eftersom det i nuläget bara är NOx-emissionerna som är avgiftsbelagda. Dessutom bör det studeras om avgifter inte bör införas för emissioner under flygning.</p> <p>Slutsatsen av denna studie är att mer forskning på detta område behövs. Detta gäller studier kring svenska flygplatser men även något så enkelt som att kostnadsdata från svenska flygplatser måste bli tillgängliga.</p>			
<p>Nyckelord: flygplatser, marginalkostnadsprissättning, externa effekter</p>			
<p>ISSN: 0347-6030</p>	<p>Språk: Svenska</p>	<p>Antal sidor: 40</p>	

Publisher:  SE-581 95 Linköping Sweden	Publication: VTI rapport 633		
	Published: 2008	Project code: 92258	Dnr: 2008/0242-21
	Project: Kartläggning av flygplatsavgifter och flygets externa kostnader		
Author: Fredrik Hansen and Lena Nerhagen		Sponsor: Swedish Civil Aviation Authority	
Title: Swedish airports and marginal cost pricing			
Abstract (background, aim, method, result) max 200 words: <p>This report is commissioned by the Swedish Civil Aviation Authority. The aim is to update the knowledge regarding the price relevant costs of aviation. We distinguish between marginal costs caused by airport activities and those caused by the external effects of pollution and noise.</p> <p>The review shows that vital data is missing regarding the activities and effects of aviation in order to perform solid marginal cost calculations. In the report we have calculated approximative values for two types of airplanes.</p> <p>Marginal costs related to airport services are divided into those related to passenger services and those related to congestion services. We conclude that the Swedish charges are at least twice as high as marginal costs. We do, however, lack any estimation of the congestion-related marginal costs.</p> <p>Regarding the external effects, today's charges concerning the landing and take-off cycle are sufficient although partly mischarged since they only reflect NOx-emissions. Moreover it should be examined if emissions during flying should be charged or not. The conclusion of this report is that more research is needed in this area. This concerns studies dealing with Swedish airports as well as making cost data publicly available.</p>			
Keywords: airports, marginal cost pricing, external effects			
ISSN: 0347-6030	Language: Swedish	No. of pages: 40	

Förord

Denna rapport har utarbetats på uppdrag av Luftfartsstyrelsen. Lena Nerhagen har varit VTI:s projektledare. Kontaktperson hos Luftfartsstyrelsen har varit Helen Jakobsson. Ett rapportutkast har presenterats vid ett seminarium vid Luftfartsstyrelsen i november med en givande efterföljande diskussion. Viktiga kommentarer har erhållits från Jan-Eric Nilsson, VTI, samt Gunnel Bångman, SIKA.

Borlänge december 2008

Mats Andersson

Kvalitetsgranskning

Rapporten presenterades och granskades på ett seminarium på Luftfartsstyrelsen den 17 november 2008 då Gunnel Bångman, utredare på SIKa, deltog och hon har därefter lämnat skriftliga kommentarer. Utifrån dessa samt några kommentarer från Helen Jakobsson på Luftfartsstyrelsen har rapporten justerats och slutligt rapportmanus tagits fram. Mats Andersson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering.

Quality review

Review seminar was carried on 17 November 2008 at Swedish Civil Aviation Authority where Gunnel Bångman, SIKa, reviewed and commented on the report. Based on these comments alterations have been made to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Mats Andersson examined and approved the report for publication.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Introduktion	9
1.1 Bakgrund och syfte	9
1.2 Varför marginalkostnadsprissättning och hur?	10
1.3 Luffartsverket (2004)	13
2 Marginalkostnader för flygplatstjänster	16
2.1 Utförda marginalkostnadsuppskattningar	16
3 Marginalkostnader för påverkan på omgivningen	21
3.1 Marginalkostnader i teorin	21
3.2 Genomförda marginalkostnadsberäkningar	23
4 Avgifter och marginalkostnader – jämförelse	31
4.1 Två flygplanstyper vid Stockholm-Arlanda	31
5 Slutsatser och diskussion	36
Referenser	38

Svenska flygplatser och marginalkostnadsprissättning

av Fredrik Hansen och Lena Nerhagen
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Denna studie är genomförd på uppdrag av Luftfartsstyrelsen (LS) som har ett samlat myndighetsansvar för den civila flygtrafiken i landet. Detta omfattar bland annat ansvar för att övervaka det arbete som Luftfartsverket (LFV) bedriver och däribland prissättningen på svenska flygplatser. Studien syftar till att uppdatera kunskapsläget om flygets avgiftsrelevanta kostnader, som presenterades i en rapport från Luftfartsverket 2004, svarande på ett uppdrag i Luftfartsverkets regleringsbrev. Denna rapport var en del i det transportpolitiska arbete som bedrivits under flera år både nationellt och internationellt gällande marginalkostnadsprissättning. Den är ett av många projekt som genomförts i Sverige under 2000-talet där trafikverken, i samarbete med Statens Institut för Kommunikationsanalys (SIKA) och med stöd av olika forskningsprojekt, arbetat med att ta fram underlag för denna typ av prissättning.

Orsaken till detta intresse är att marginalkostnadsprissättning behövs för att skapa effektivitet på marknaden och ge transportörerna och köparna incitament till att färdas på ett för samhället resurssnålt sätt. Ett liknande arbete har pågått parallellt inom EU och mycket av de resultat som finns att tillgå har framkommit i EU-finansierade forskningsprojekt. Nya EU-direktiv förbereds också bland annat gällande hur internalisering av externa kostnader för alla transportslag ska kunna implementeras (Commission of the European Communities, 2008).

I denna studie har vi redovisat aktuell forskning gällande flygets avgiftsrelevanta kostnader, det vill säga marginalkostnader. En jämförelse mellan resultaten i denna och den tidigare studien av Luftfartsverket (se Tabell 1 och 11) visar att de skiljer sig åt ordentligt. En förklaring är att olika kostnadsposter ingått i de två studierna och en annan att skattningarna av kostnader i flera avseenden skiljer sig åt. En viktig skillnad är att vi i denna studie inte beräknat någon marginalkostnad för klimatpåverkande utsläpp. Skälet är att detta problem kommer att hanteras genom att flyget 2012 kommer att ingå i EU:s system med handel med utsläppsrätter, ETS.

I studien har vi valt att göra en uppdelning mellan marginalkostnader orsakade av aktiviteter på flygplatsen och marginalkostnader orsakade av de externa effekterna luftföroreningar och buller. Detta eftersom det handlar om olika effektivitetsproblem men också för att de data som krävs för att beräkna marginalkostnader skiljer sig åt. Genomgången visar emellertid att delarna har en gemensam nämnare och det är att det fortfarande saknas viktiga data om flygets verksamhet och påverkan för att kunna genomföra marginalkostnadsberäkningar på ett gediget sätt. I rapporten har vi tagit fram ungefärliga värden för två flygplanstyper och jämfört dessa med rådande avgifter men vi vill betona att de värden vi angett endast ger en ungefärlig och ganska grov bild av vilka flygets marginalkostnader är.

För marginalkostnader relaterade till flygplatstjänster så delas dessa upp i passagerar- och trängselrelaterade marginalkostnader. Det finns dock bara ett fåtal studier kring dessa marginalkostnader. Vad gäller passagerarrelaterade marginalkostnader redovisas resultaten från fem studier och vi finner att det i de tre senaste börjar utvecklas en praxis för utförandet av dessa slags studier. Dock skattas det i viss mån i de fem studierna

olika slags marginalkostnader vilket försvårar eventuella jämförelser. Dessutom ingår svenska flygplatser nästan aldrig i materialet. För trängselrelaterade marginalkostnadsstudier är läget ännu sämre och där fann vi egentligen ingen studie som kunde vara av nytta i denna rapport.

I analysen av dagens flygplatstjänstrelaterade avgifter i förhållande till svenska marginalkostnader har vi utgått från skattningar från Köpenhamn-Kastrup och Oslo-Gardemoen av passagerarrelaterade marginalkostnader. Vi kommer då fram till att dagens svenska avgifter är höga (minst det dubbla) jämfört med aktuella marginalkostnader. Vi saknar dock någon skattning för de trängselrelaterade marginalkostnaderna.

Gällande de externa effekterna så visar våra beräkningar att de avgifter som tas ut i alla fall inte är för höga gällande LTO-cykeln men att de delvis tas ut på felaktig grund eftersom det i nuläget bara är NO_x -emissionerna som är belagda med en avgift. Dessutom bör det studeras om avgifter inte också bör införas för emissioner under väg (det vill säga under flygningen).

Sammanfattningsvis, den enkla slutsatsen av denna studie är att mer forskning på detta område behövs. Detta gäller studier kring svenska flygplatser men även något så enkelt som att data från svenska flygplatser måste bli tillgängliga.

Swedish airports and marginal cost pricing

by Fredrik Hansen and Lena Nerhagen
SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

This report is commissioned by the Swedish Civil Aviation Authority. The aim is to update the knowledge regarding the price relevant costs of aviation. We distinguish between marginal costs caused by airport activities and those caused by the external effects of pollution and noise.

The review shows that vital data is missing regarding the activities and effects of aviation in order to perform solid marginal cost calculations. In the report we have calculated approximative values for two types of airplanes.

Marginal costs related to airport services are divided into those related to passenger services and those related to congestion services. We conclude that the Swedish charges are at least twice as high as marginal costs. We do, however, lack any estimation of the congestion-related marginal costs.

Regarding the external effects, today's charges concerning the landing and take-off cycle are sufficient although partly mischarged since they only reflect NOx-emissions. Moreover it should be examined if emissions during flying should be charged or not.

The conclusion of this report is that more research is needed in this area. This concerns studies dealing with Swedish airports as well as making cost data publicly available.

1 Introduktion

1.1 Bakgrund och syfte

Denna studie är genomförd på uppdrag av Luftfartsstyrelsen (LS) som har ett samlat myndighetsansvar för den civila flygtrafiken i landet. Detta omfattar bl.a. ansvar för att övervaka det arbete som Luftfartsverket (LFV) bedriver och däribland prissättningen på svenska flygplatser. Studien syftar till att uppdatera kunskapsläget om flygets avgiftsrelevanta kostnader som presenterades i en rapport från Luftfartsverket 2004 svarande på ett uppdrag i Luftfartsverkets regleringsbrev. Denna rapport var en del i det transportpolitiska arbete som bedrivits under flera år både nationellt och internationellt gällande marginalkostnadsprissättning. Den är ett av många projekt som genomförts i Sverige under 2000-talet där trafikverken, i samarbete med Statens Institut för Kommunikationsanalys (SIKA) och med stöd av olika forskningsprojekt, arbetat med att ta fram underlag för denna typ av prissättning. Orsaken till detta intresse är att marginalkostnadsprissättning behövs för att skapa effektivitet på marknaden och ge transportörerna och köparna incitament till att färdas på ett för samhället resurssnålt sätt. Ett liknande arbete har pågått parallellt inom EU och mycket av de resultat som finns att tillgå har framkommit i EU-finansierade forskningsprojekt. Nya EU-direktiv förbereds också gällande hur internalisering av externa kostnader för alla transportslag ska implementeras (Commission of the European Communities, 2008).

Den forskning som bedrivits har framförallt fokuserat på vägtrafik. Luft- och sjöfart har haft en lägre prioritet eftersom huvuddelen av den är internationell och styrs av internationella regler. Ytterligare en förklaring kan vara att infrastrukturen skiljer sig åt från väg och järnväg. Inom luft- och sjöfart är det omlastningspunkter som tillhandahålls, inte (en motsvarighet till) vägar eller järnvägar. Dessa omlastningspunkter (flygplatser och hamnar) tangerar privat verksamhet och är också vinstdrivande.

När det gäller de s.k. externa effekterna är flygets bidrag till de totala emissionerna relativt litet. I Sverige ligger de under 5 % för de flesta föroreningar och detsamma gäller på EU-nivå.

Transportekonomiska studier som behandlat flygbranschen har främst behandlat frågor med koppling till flygmarknadens avreglering. En annan stor fråga avser behovet av att reglera prissättningen av de tjänster som levereras av privata, vinstdrivande lokala monopol. Denna frågeställning har ännu inte varit aktuell i Sverige, en situation som sannolikt kommer att förändras med bolagiseringen av LFV. Prissättnings- och regleringsfrågor i flygbranschen ligger emellertid utanför syftet med denna studie.

En ytterligare bidragande orsak till det begränsade intresset för flygets samhällsekonomiska marginalkostnader kan vara att de indata som krävs för att beräkna marginalkostnader av olika slag i mångt och mycket saknas. Detta gäller såväl kostnads- och aktivitetsdata som emissionsfaktorer och exponeringsdata.

Sverige och Luftfartsverket är dock en av föregångarna inom EU när det gäller att tillämpa möjligheten till differentiering av avgifterna. Redan 1998 infördes avgasrelaterade avgifter på vissa flygplatser i Sverige. Detta skedde inom ramen för de regler som är internationell praxis vilka anger att avgifterna inte ska vara diskriminerande, inte ge högre intäkter än vad som motsvarar full kostnadstäckning och en rimlig avkastning till ägarna. I de nu gällande avgifterna ingår följande komponenter: Startavgifter, Avgasavgifter, Bulleravgifter, Passageraravgifter, Terminal Navigation Charge (TNC-avgift) och undervägsavgift. Den senare ska täcka kostnaderna för flygtrafikledningstjänst, flygteletjänst, flygräddningstjänst, flygvädertjänst och flygbriefingstjänst. Enligt

den senaste genomgången som genomförts av Luftfartsverket stämmer dock nivån på nuvarande avgifter dåligt överens med underliggande marginalkostnader (Luftfartsverket, 2004).

Syftet med denna studie är som nämnts att uppdatera det kunskapsläge som redovisas i den tidigare rapporten från Luftfartsverket (2004). I uppdraget ingår att redogöra för det kunskapsläge som existerar gällande flygplatsers kostnader för bl.a. slitage och drift samt externa kostnader från flyget (i termer av en eller ett fåtal exempelresor). Dessa kostnader ska sättas i relation till verkliga flygplatsavgifter på Sveriges flygplatser och avgifter för flygledningstjänst. I uppdraget ingår även att analysera storleken på den avgiftsdifferentiering som görs avseende NO_x och utvärdera om storleken på differentieringen är rimlig relaterat till kostnaderna för NO_x -utsläpp inom LTO-cykeln.

Analysen är upplagd på följande sätt: i nästa avsnitt belyses frågan om varför marginalkostnadsprissättning är av vikt för infrastruktur och vad detta egentligen innebär. Även en sammanfattning av Luftfartsverket (2004) presenteras. I kapitel 2 behandlas vilka marginalkostnader som är relaterade till driften av en flygplats samt en kartläggning av de marginalkostnadsstudier som nyligen utförts för flygplatser. I detta avsnitt inkluderas trängsel eftersom detta är något som flygplatserna i alla fall till viss del har inflytande över genom sin planering och sin organisation. I kapitel 3 görs en motsvarande analys för de externaliteter som flygtrafikens emissioner orsakar. Vi har dock valt att inte inkludera beräkningar för CO_2 och andra växthusgaser i vår genomgång eftersom det är oerhört svårt att beräkna marginalkostnader för dessa utsläpp och att man inom EU därför valt att hantera dessa utsläpp i ett handelssystem med utsläppsrätter (EU ETS) där även flyget kommer att ingå fr.o.m. 2012. I kapitel 4 jämförs och analyseras marginalkostnadskattningar från utförda studier samt de avgifter som idag tas ut vid landning av ett flygplan (på Stockholm-Arlanda). Slutligen reflekterar vi utifrån resultaten över det aktuella kunskapsläget och vilken slags ytterligare forskning som är nödvändig. Vi har i rapporten inte behandlat olyckor som är en stor extern kostnad för landbaserade transportslag. För flyget är detta ett mindre problem och det finns därmed ingen direkt forskning på området.

1.2 Varför marginalkostnadsprissättning och hur?

Ett rimligt ekonomiskt antagande är att en producent strävar efter att maximera sin förväntade vinst. Om producenten agerar på en marknad med fullständig konkurrens har man visat att detta agerande sammanfaller med en resursallokering som maximera den sociala välfärden, dvs. välfärden för samhället i sin helhet.

Om vi nu går från denna ideala situation till fallet med flygplatser uppkommer i huvudsak två problem. Till att börja med så kan en flygplats visserligen drivas som en vinstdrivande verksamhet men därav följer inte att välfärden maximeras. Orsaken till detta är att pga. skalfördelar är det troligt att dessa blir s.k. naturliga monopol. Problemet med denna och andra typer av monopol är att monopolistens maximering av förväntad vinst inte sammanfaller med en maximering av den sociala välfärden. Kort uttryckt har monopolisten incitament, eftersom konkurrens saknas, att ta ut ett högre pris jämfört med det som skulle tas ut vid fullständig konkurrens. Man pratar då om att ett pris tas ut som överstiger marginalkostnaden (kostnaden för att producera den sista enheten, brukar förkortas MC). Detta får i sin tur till följd att produktionen kommer att ske vid en nivå där marginalkostnaden för samhället understiger marginalnyttan, dvs. samhället skulle tjäna på att produktionen ökar till den punkt då dessa två begrepp är lika stora.

Det andra problemet med en helt marknadsbaserad organisation av flygplatser baseras på att transporter medför en negativ påverkan på omgivningen genom utsläpp och buller, s.k. *externaliteter*, vilket skadar naturen och människor. Förekomsten av sådana externaliteter innebär också att vi inte når en nivå där social välfärd maximeras. För att åstadkomma det krävs att varje transportaktivitet betalar ersättning för den skada de orsakar. Till skillnad från riskerna ovan med monopol som kan resultera i att ett för högt pris tas ut, så gäller istället för externaliteter att ett för lågt pris tas ut eftersom viss skada inte inbegrips i priset.

Vi har således två motverkande tendenser på priset gällande flygtrafik. Till att börja med har vi förekomsten av naturligt monopol vilket tenderar att höja priset. Samtidigt har vi även förekomsten av externaliteter, vilket innebär att man kan misstänka att det aktuella priset är för lågt. Det kan då tyckas att om de ungefärligen tar ut varandra så är det ingen fara. Problemet är dock att man i så fall inte får tillgång till information om aktuella utgiftsposter vilket i sin tur kan skapa ineffektiviteter. Det är t.ex. svårt att fatta beslut om nyinvesteringar om man inte har kunskap om den existerande kostnadsstrukturen. Således är det inte bara önskvärt att vi uppnår korrekt pris i slutänden utan också att detta pris speglar den faktiska kostnadsstrukturen.

Därav är det önskvärt att transportaktiviteter betalar avgifter som motsvarar de marginalkostnader som uppkommer p.g.a. användning av infrastruktur och påverkan på omgivningen. Detta är i sin tur förklaringen till att det i Sverige och inom EU förs diskussioner om marginalkostnadsprissättning. Trots detta speglar inte dagens priser/avgifter marginalkostnaderna gällande flygplatser i någon större utsträckning vilket belysts i t.ex. Mayeres et al. (2001).

En generell förklaring till denna observation är den begränsade kunskapsnivån som idag existerar kring marginalkostnadernas karaktär vilket i sin tur beror på att det inte är känt hur den totala kostnaden för en viss produktion varierar med produktionsnivån. När det gäller produktionen av tjänster på en flygplats är problemet mer specifikt att data gällande kostnader och produktion inte är tillgänglig på sådant sätt att marginalkostnader kan skattas på ett tillfredsställande sätt. Vi har således en avsaknad av kostnadsdata vilket uppenbarligen gör det svårt att utföra marginalkostnadsskattningar.

Problemet med kostnadsdata är ett allmänt problem vad gäller marginalkostnadsdata för infrastruktur vilket belysts i Link och Nilsson (2005). Bickel et al. (2006c) hävdar i sin tur att detta problem är en möjlig anledning till att marginalkostnadsprissättning ej ännu tillämpats i stor skala vad gäller infrastruktur. Detta område inom transportforskningen är således i sin begynnelse och det pågående CATRIN-projektet (Cost Allocation of TRansport INfrastrutture cost) är ämnat att förfina datafångsten och samla in behövlig data (vilket även gäller för de föregående UNITE- och GRACE-projekten).

Ytterligare ett problem med marginalkostnadsprissättning är att man med detta förfarande riskerar att inte få täckning för de investeringskostnader som läggs ner på nya anläggningar. Strikt tillämpad marginalkostnadsprissättning kan därför få som konsekvens att intäkterna från sådana avgifter inte räcker för att täcka verksamhetens samtliga kostnader. Även om detta kan vara korrekt från ett effektivitetsperspektiv kan det vara oönskat från ett fördelningsperspektiv, dvs. om man menar att alla trafikslag ska täcka sina finansiella kostnader, inte bara betala marginalkostnaderna.¹

¹ Utformning av prissättning när marginalkostnader inte ger full kostnadstäckning kommer inte att belystas i denna rapport men det har givit upphov till en stor litteratur.

Det är emellertid inte uppenbart att marginalkostnadsprissättning måste leda till finansiella underskott. Ett skäl är att man sällan i praktiken tar betalt för trängsel. I flygbranschen skulle detta motsvaras av någon form av efterfrågebaserad prissättning av start- och landningstider, av tillgång till en gate etc. Om man tog ut sådana avgifter skulle intäkterna självfallet påverkas. Den andra förklaringen är – som vi redan berört – att intäkter från prissättningen av externaliteter också påverkar branschens finansiella saldo.

Ett alternativt sätt att analysera frågor med koppling till dessa frågor är att skilja mellan kortsiktiga och långsiktiga marginalkostnader. De två begreppen innehåller olika information – en längre tidsram innebär att ytterligare fasta kostnader kan inbegripas medan å andra sidan kortsiktig marginalkostnad är viktig för att avgöra huruvida den momentana produktionen är optimal. Begreppet långsiktig marginalkostnad går visserligen mot genomsnittlig kostnad i förlängningen och då omfattar även exempelvis investeringskostnader. Dock innehåller de två marginalkostnadsbegreppen olika information och vi ser ingen anledning att välja något i denna rapport utan kommer att redovisa både kort- och långsiktig marginalkostnad i de fall sådan information finns tillgänglig.

Ovanstående informationsproblem är en förklaring till varför praxis inom många länder istället är att prissätta utifrån den genomsnittliga kostnaden (brukar förkortas AC för Average Costs). Detta är i linje med de riktlinjer som presenterats av ICAO (FN:s International Civil Aviation Organization) samt IATA (International Air Transport Association). Men detta påverkar den samhällsekonomiska effektiviteten eftersom den sociala nyttan maximeras enbart i det fall då genomsnittliga kostnad och marginalkostnad sammanfaller. I de fall då dessa skiljer sig åt är ett pris baserat på genomsnittliga kostnader antingen för högt eller lågt i förhållande till marginalkostnaderna och vi uppnår inte en jämviktslösning. Ett ytterligare problem med en prissättning som inte är i linje med marginalkostnaden är som nämnts att producenten inte får information om vad olika produktionsområden egentligen kostar vilket i sin tur kan försvåra nödvändiga och effektiva investeringsbeslut för den framtida produktionen.

För externaliteter är problemet att för beräkning av marginalkostnader av detta slag krävs kunskap om vilken påverkan olika föreningar har på omgivningen. Samband av detta slag är svåra att fastställa empiriskt dels eftersom påverkan varierar över tid och geografiskt, dels beroende på att det finns flera påverkansfaktorer som samvarierar.

En strikt tillämpning av marginalkostnadsresonemanget skulle också innebära en långtgående differentiering av avgifterna beroende på plats, verksamhet, tidpunkt osv. Inte sällan måste dock begreppet användas på ett mer pragmatiskt sätt där man med marginalkostnad avser vilka genomsnittliga kostnader per som år som ytterligare ett fordon av en viss typ kan förväntas ge upphov till. Ett sådant förhållningssätt krävs för att åstadkomma ett avgiftssystem som är transparent men också för att en korrekt differentiering skulle bli alltför kostsam att genomföra i praktiken samt att underliggande data inte tillåter en mer detaljerad differentiering (hälsoeffekter av olika föreningar är exempelvis ofta framtagna utifrån kunskap om årsmedelvärden). I det nyligen avslutade forskningsprojekt GRACE (se Bonsall et al., 2007)) ägnades ett delområde till en diskussion kring ”Optimal complexity” när det gäller marginalkostnadsprissättning.

1.3 Luftfartsverket (2004)

Som nämnts inledningsvis är syftet med denna studie att uppdatera det kunskapsläge som presenterades i Luftfartsverkets rapport från 2004. I det följande ges därför en kort sammanfattning av innehållet i denna studie.

I sin teoriansats gällande flygplatstjänster så benämner Luftfartsverket (2004) två marknadsmisslyckanden: offentlig vara samt koncentrerade marknader (naturligt monopol). I rapporten beskrivs även den administrativa processen bakom slot-allokering, dvs. tilldelning av avgångs- och ankomsttider, ingående. I Sverige sköts detta av Airport Coordination Sweden (ACS), en ekonomisk förening skapad av flygföretagen där även Luftfartsverket ingår.² Det nämns även att det pågår en diskussion om att utföra slot-allokering med hjälp av marknader genom exempelvis auktioner men huruvida detta anses vara ett bra alternativ framgår ej.

Luftfartsverket (2004) skiljer på marginalkostnader för flygtrafiktjänst och för flygplatstjänster. Alla värden anses vara indikativa. Den marginalkostnadsskattning som används gällande flygplatstjänster baseras på studie av Himanen et al. (2002) kring Helsingfors-Vantaa. Dock kompletterar Luftfartsverket (2004) denna analys bl.a. genom att göra personalkostnadsjustering och delar därefter upp marginalkostnaden för ytterligare en landning (brukar benämnas Air Traffic Movement och förkortas ATM) och ytterligare en passagerare (brukar benämnas Work Load Unit och förkortas WLU). De kommer då fram till att förstnämnda ger en kostnad på €31 (283 SEK) och sistnämnda en kostnad på €0,7 (6 SEK). Dock är det oklart om dessa skattningar gäller svenska flygplatser i genomsnitt eller någon särskild flygplats såsom Stockholm-Arlanda.

Luftfartsverket (2004) beräknar även kostnader för slitage på rullbanor. Initialt betraktas omtoppning eftersom det är den dyraste åtgärden. Man resonerar sig fram till att det saknas empiriskt stöd för att rullbanor får ny beläggning oftare på flygplatser med hög trafikvolym. Inga skattningar presenteras gällande denna fråga. Nästa steg är att betrakta borttagande av gummiavsättningar. Här hävdas att enbart Arlanda, Landvetter och möjligen Sturup har vad som benämns trafikberoende slitage på sina rullbanor. För övriga svenska flygplatser består slitaget av enbart klimatpåverkan och snöröjning. Den skattning gällande slitage för rullbanor som till slut presenteras i Luftfartsverket (2004) bygger på just borttagning av gummisättning. Man når då en genomsnittskostnad på mellan 6,60 SEK och 24,20 SEK per landning. Man drar med stöd av detta resonemang slutsatsen att marginalkostnaden för slitage på svenska flygplatser ligger mellan 0 SEK (mindre flygplatser) och 24,20 SEK.

Gällande emissioner så är kostnaderna i rapporten uppdelade mellan avgasemissioner som sker under LTO-cykeln, under flygning (undervägs), bulleremissioner samt de som bidrar till klimatpåverkan. I det exempel som återges är dock inga marginalkostnader beräknade för buller eftersom dessa antas vara så låga att de inte i någon större utsträckning påverkar den totala marginalkostnaden. För partiklar och NO_x är marginalkostnaden per kg utsläpp hämtade från en fallstudie genomförd på Västerås flygplats medan kostnaden för klimatpåverkan baserat på beräkningar av IPCC (International Panel on Climate Change). När det gäller de beräkningar som utförts för exempelflygningen så är det endast klimatpåverkan som beaktats för emissioner underväg. Det diskuteras i rapporten att NO_x-utsläppen under flygning också bidrar till hälso- och miljöpåverkan och att arbetet med att ta fram kostnader för dessa effekter pågick i ett forskningsprojekt

² Enligt Luftfartsverket (2004) utgjorde år 2000 totalkostnaden för ACS till 1,7 miljoner kronor.

vid SMHI. Dessutom diskuteras vilket bidrag kondensstrimmor lämnar till klimatpåverkan.

De slutgiltiga resultat som Luftfartsverket (2004) kommer fram till, både vad gäller marginalkostnadsskattningar och den faktiska avgiftsstrukturen sammanfattas i Tabell 1 som är hämtad från rapporten (sid. 6) och gäller för flygplanstyp Boeing 737-600.³ Marginalkostnadsskattningarna summeras till att ligga mellan 1 086 och 6 555 SEK medan avgifterna summeras till 12 185 SEK. Detta är en stor skillnad. En av slutsatserna i rapporten är att detta innebär att avgiftsstrukturen och därmed incitamenten skiljer sig mycket mellan de dåvarande avgifterna och prissättning baserat på marginalkostnader. Det konstateras dock också att resultaten är osäkra. En viktig förklaring till detta, som ej nämns i rapporten, är bristen på utförda studier inom detta område.

³ I den tabell som redovisas i Luftfartsverket (2004, s. 6) så anges passagerarrelaterade marginalkostnader till 286 kr till skillnad från de 283 kr som nämnts senare i rapporten (s. 12).

Tabell 1 Avgifter och marginalkostnader i Luftfartsverket (2004). SEK.

Exempelflygning mellan Stockholm och Göteborg

Marginalkostnader			Nuvarande avgifter
<i>Flygplanstyp</i>	Boeing 737-600		
antal säten	123		
belägningsgrad	0,6		
<i>Värderingar</i>	<i>låg</i>	<i>hög</i>	
koldioxid (kr/kg CO ₂)	0,022	0,60	
Miljöpåverkan utom buller			<i>Avgasavgift</i>
<i>Under LTO-cykeln</i>			142
koldioxid	24	653	
kväveoxider	76	76	
partiklar	47	47	
<i>Hel flygning utom LTO</i>			
koldioxid	101	2 751	
kondensstrimmor	27	736	
kväveoxider	39	1 060	
vattenånga	11	306	
<i>Hälsoeffekter etc. från undervägsflygning saknas</i>			
Buller (beräkningar saknas)			<i>Bulleravgift</i>
			102
Flygplatstjänster			<i>Landningsavgift</i>
flygplansrelaterat	286	286	2 839
passagerarrelaterat	476	476	<i>Passageraravgift</i>
gummiborttagning	0	24	3 838
			<i>Security-avgift</i>
			2 214
Flygtrafiktjänst inkl. extern trängsel och säkerhet/olyckor¹	0	140	<i>TNC</i>
			1 019
			<i>Undervägsavgift</i>
			2 032
Inträffade olyckor (beräkningar saknas)			
SUMMA:	1 086	6 555	12 185

¹ Det höga värdet (140 kr) bygger på antagandet att marginalkostnaden uppgår till 70 kr för både Malmö och Stockholm kontrollcentraler. Flygningen ger upphov till en rörelse i Malmö (Göteborg ligger inom Malmö FIR) och en i Stockholm.

2 Marginalkostnader för flygplatstjänster

I denna rapport skiljer vi mellan marginalkostnader för flygplatstjänster och marginalkostnader för de externaliteter flyget ger upphov till. Vad gäller det förstnämnda kan man skilja på passagerarrelaterade och trängselrelaterade marginalkostnader. Trängsel brukar normalt räknas som en externalitet. I denna rapport väljer vi dock att redovisa trängselrelaterade marginalkostnader under flygplatstjänster eftersom detta är en kostnad som en flygplats kan påverka genom sin planering och organisation. Det är därför frågan om dessa problem borde kunna lösas i en förhandling mellan flygplatsen och flygföretagen.

Vi kommer nu att redovisa utförda marginalkostnadsskattningar för flygplatstjänster från 2002 och framåt. Tyvärr finns det endast ett fåtal studier genomförda kring dessa marginalkostnader.

2.1 Utförda marginalkostnadsuppskattningar

Vad är det då för olika slags kostnader som en flygplats innehar gällande dess flygplatstjänster? När man betraktar marginalkostnader för flygplatstjänster brukar man skilja på passagerar- och trängselrelaterade marginalkostnader. I den förstnämnde ingår drifts- och underhållskostnader kopplade till den verksamhet som utförs – antal resenärer, antal starter och landningar etc. Investeringskostnader ingår inte eftersom det inte finns något kausalt samband mellan en ytterligare resenär eller en ytterligare flygplansrörelse och det faktum att en investering genomförs.

Genomgången visar på skillnader i metod för att skatta marginalkostnader för flygplatstjänster vilket ger problem när man ska tolka resultaten. Vidare har vi också noterat tre saker. För det första görs en åtskillnad på lång- och kortsiktig marginalkostnad vilket vi diskuterat i avsnitt 1 och vi kommer att redovisa dem båda i de fall de anges. För det andra används två olika beteckningar när man skall analysera kostnadsmassan:

1. Marginalkostnaden för en flygplats i samband med ytterligare en landning. Detta är kopplat till en utgiftspost som brukar benämnas *Air Traffic Movement (ATM)*, dvs. flygledaretjänst.
2. Marginalkostnaden för en flygplats i samband med ytterligare en passagerare. Detta kopplas till *Work Load Unit (WLU)*.

Jämfört med vad vi nämnt innan angående den totala kostnadsmassan för en flygplats kan ATM och WLU erbjuda en fullständig täckning av en flygplats marginalkostnad gällande flygplatsrelaterade utgifter. ATM och WLU skall adderas och inte ses som alternativa. Dock är det viktigt vad för slags data man använder för att göra sina skattningar. Som vi kommer att se finns det studier som bara ser till personaldata medan andra även annan slags data såsom kring kapital och material. Naturligtvis spelar det också in om man betraktar kort- eller långsiktig marginalkostnad.

För det tredje anges resultaten för de olika studierna i olika valutor. Vi räknar om dessa resultat till SEK givet (ungefär) den växelkurs som gällde vid studiens utförande.

2.1.1 Passagerarrelaterade marginalkostnader

I Luftfartsverket (2004) användes en marginalkostnadsuppskattning som bygger delvis på en studie inom UNITE-projektet (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency). Fallstudien avsåg marginalkostnader för Helsingfors-Vantaa

flygplatsen, se Himanen et al. (2002). Man valde att fokusera enbart på ökade personalkostnader och särskilt för en extra flygplanslandning. Slitage- och underhållskostnader beaktas ej.

Till skillnad från övriga studier bygger denna inte på tvärsnittsdata utan på arbetstimmar samlade i en tidsserie. Skattningar mellan arbetstimmar och olika variabler i en linjär modell undersöks och högst värde fås med variabeln trafikvolym (ATM). Flygplatsens kortsiktiga kostnader divideras sedan med medelkostnaden för en personaltimme. På så sätt anser författarna att en kortsiktig marginalkostnadsskattning för ATM beräknas.⁴ Kostnadsdata avsåg 2000 och marginalkostnadsskattningen är €38 (360 SEK). Enligt författarna är Helsingfors-Vantaa flygplatsen jämförbar med andra medelstora flygplatser i Europa och för Sverige ligger Stockholm-Arlanda närmast till hands. Sett till innan nämnda kostnadsdata för en flygplats så finns det delar som inte fångats in i denna marginalkostnadsskattning eftersom man bara ser till personalkostnader.

Carlsson (2003) analyserar marginalprissättning av svenska flygplatser. Fokus i detta fall är kostnader i samband med passagerarservice och tar exempelvis inte med kostnaden för landningsservice i analysen. Kostnadsdata kommer från 19 svenska flygplatser mellan 1993–2001. Skattningarna utförs med en fixed-effect modell med de totala kostnaderna som beroende variabel. Den involverade kostnadsfunktion är en log-log kostnadsfunktion där kostnaden beror på antalet passagerare. Enligt Carlsson (2003) har en linjär funktion för stora begränsningar.

Fokus anses vara på passagerarkostnader och rimligtvis är detta nära WLU-komponenten. För Stockholm-Arlanda erhålls en skattning på nära 32 SEK och för Landvetter 26 SEK. Carlssons skattningar syftar till den kortsiktiga marginalkostnaden även om han nämner att det är tveksamt om han just uppnår detta eftersom det egentligen kräver mer detaljerad data. Givet Luftfartsverkets (2004) WLU-skattning på 6 SEK är detta resultat anmärkningsvärt. Carlsson (2003) redovisar visserligen skattningar för 19 enskilda flygplatser, till skillnad från Luftfartsverket (2004), och dessa varierar mellan 5 och 32 SEK. Dock är Carlssons analys aningen knapp för att exakt reda ut varför dessa skillnader uppkommer.

Det senaste avslutade projektet vad gäller marginalprissättning är GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation). Del av detta projekt innefattar marginalkostnadsstudier för både flyg och båt, se Bickel et al. (2006c). Synen på vilka kostnadskomponenter som skall ingå i marginalkostnaden är i linje med den vi tillämpar i denna rapport (se sidan 14 i Bickel et al.). Här återges främst två marginalprissättningsstudier: en baserad på spanska flygplatser samt en baserad på data från ett antal internationella flygplatser. I ett appendix, Martín et al. (2006a), återges dessa marginalkostnadsstudier i sin helhet.

Den spanska studien baseras på data från 37 spanska flygplatser mellan 1991–1997. Output mättes genom flygplatstrafik (ATM), antalet passagerare (WLU) och last (ton) och inputvariabler var utgifter i samband med arbetskraft, kapital och material. Man har initialt fokus på att skatta själva kostnadsfunktionen och till detta nyttjas avancerade metoder såsom translog kostnadsfunktion och Stochastic Frontier Analysis.

⁴ Det man fått fram är visserligen rent tekniskt marginalkostnaden per arbetstimme för personalen. Dock har Himanen et al. tidigare i sin rapport nått resultatet att en extra flygning behöver i genomsnitt en extra arbetstimme av flygplatspersonalen och därav ser de detta som en marginalkostnadsuppskattning.

Marginalkostnaden i genomsnitt för de spanska flygplatserna under nämnd tidsperiod beräknas till €8,14 (sett till 1991 års prisnivå). Dock var det ett stort spann mellan olika flygplatser. Tyvärr framgår det inte klart i Martín et al. (2006a) vilken slags marginalkostnad man skattat men troligtvis är det en skattning av WLU. Varför inte skattning av ATM redovisas är oklart. Dessutom ställer det till problem i kommande jämförelser att man använt 1991 års prisnivå och tyvärr kan vi inte erbjuda en översättning av dessa resultat till dagens prisnivå.⁵

Den internationella studie som också ingår i GRACE bygger på (offentligt tillgänglig) data från 56 flygplatser i EU, Nordamerika, Australien och Asien och avser perioden 1991–2005. Ett antal olika marginalkostnader skattas för ett antal olika flygplatser, se sid. 35 Martín et al. (2006a). De statistiska metoderna är liknande som för den spanska studien. Dock skattas kortsiktiga och långsiktiga marginalkostnader för såväl ATM som WLU. För Wiens flygplats rapporteras en långsiktig marginalkostnad på €671 (6 370 SEK) för kostnadskomponent ATM och €10 (95 SEK) för WLU. Kortsiktig marginalkostnad för samma flygplats skattades till €146 (1 390 SEK) för ATM och €9 (85 SEK) för WLU. Skattningarna av kortsiktig marginalkostnad var emellertid icke-signifikanta, dvs. detta resultat förtjänar lägre tilltro. I vilken omfattning Wiens flygplats liknar Stockholm-Arlanda tål att diskuteras. Kastrup-Köpenhamn, som nog får ses som att ha en bättre matchning, ingår visserligen i studiens datamaterial men inga skattningar för denna flygplats redovisas.

Martín och Voltes-Dorta (2008) är den senaste studien som presenterar marginalskattningar för flygplatser. Studien ligger nära den internationella studien i GRACE-projektet. Data är hämtad från 41 flygplatser i EU, Nordamerika, Australien och Asien mellan 1991–2005. Det som gör denna studie mycket intressant är att både Köpenhamn-Kastrup och Oslo-Gardemoen är med bland de analyserade flygplatserna. Den statistiska metoden är liknande de två studierna i GRACE-projektet och som verkar bli praxis inom området. Dock utförs här även marginalkostnadsskattningar för både det fall då flygplatsen nyttjas optimalt alternativt ineffektivt. Vi väljer här att se det som att dessa två värden kan ge ett spann för marginalkostnaden.

Det handlar om långsiktig marginalkostnad och ATM och WLU skattas mot inputpriser som kapital, personal och material. Vad gäller skattningarna för ATM så utförs de för sex olika flygplanstyper. För Köpenhamn-Kastrup ligger då WLU mellan 3,41 och 4,51 USD (22 SEK respektive 29 SEK) och motsvarande spann för Oslo-Gardemoen är 4,90 och 4,97 USD (31 SEK respektive 32 SEK). Vad gäller ATM väljer vi att rapportera för flygplanstyp Boeing 737-100 och spannet är då 209,46 och 276,89 USD (1 361 SEK respektive 1 800 SEK) för Köpenhamn-Kastrup samt 506 och 513 USD (3 289 SEK respektive 3 334 SEK) för Oslo-Gardemoen. Om det är en fullgod matchning mellan Stockholm-Arlanda och dessa två flygplatser så borde Stockholm-Arlanda ha ett WLU-värde runt 4,50 USD vilket motsvarar idag runt 30 SEK. Vad gäller ATM-skattningarna så är det för stort spann mellan skattningarna för Köpenhamn-Kastrup och Oslo-Gardemoen för att resonera något om ett ATM-värde för Stockholm-Arlanda kan tänkas befinna sig även om spannet är mellan 1 361 och 3 334 SEK.

En befogad fråga att ställa i detta läge är varför ingen av nämnda internationella studier införlivat Stockholm-Arlanda i sitt datamaterial. Martín och Voltes-Dorta (2008) nämner att de 41 flygplatser som ingår i deras studie har antingen data offentligt

⁵ Vi har också varit i kontakt med ansvarig för denne studie, Juan Carlos Martín, om att översätta deras resultat till senare penningvärde dock utan framgång.

tillgänglig eller så fick de tillgång till det vid förfrågan. När vi gjorde en förfrågan till Stockholm-Arlandas hemsida om en årsredovisning i augusti har vi ännu ej fått svar.⁶

Ovan beskrivna passagerarerelaterade marginalkostnadsstudier sammanfattas i Tabell 2:

Tabell 2 Marginalkostnadsstudier för passagerarerelaterade flygplatstjänster.

Studie	Himanen et al. (2002) (UNITE)	Carlsson (2003)	Bickel et al. (2006c) (GRACE)		Martín och Voltes-Dorta (2008)
Objekt	Helsingfors-Vantaa	19 svenska flygplatser	37 spanska flygplatser	56 internationella flygplatser	41 internationella flygplatser
Tidsperiod	2000	1993–2001	1991–1997	1991–2005	1991–2005
Skattad MC	€ 38 (ATM) (360 SEK)	31,71 SEK för Stockholm-Arlanda (WLU)	€ 8,14 (sett till 1991 års prisnivå) (troligtvis WLU)	€ 671 (Wien, långsiktig, ATM) (6370 SEK) € 10 (Wien, långsiktig, WLU) (95 SEK) € 146 (Wien, kortsiktig, ATM) (1390 SEK) € 9 (Wien, kortsiktig, WLU) (85 SEK)	WLU (långsiktig): - Mellan 3,41 och 4,51 USD (Kastrup) (22 och 29 SEK) - Mellan 4,90 och 4,97 USD (Gardemoen) (31 och 32 SEK) ATM (långsiktig): - Mellan 209,46 och 276,89 USD (Kastrup) (1361 och 1800 SEK) - Mellan 506 och 513 USD (Gardemoen) (3289 och 3334 SEK)
Huvuddrag i analys	- Fokus på kortsiktig-MC och ATM - Tittar enbart på ökade personal-kostnader	- Fokus på kortsiktig-MC och WLU - Tittar enbart på passagerare-kostnader - Utvecklar en tidigare gjort studie av LFV	- Brett datamaterial - Skattar en genomsnittlig-MC - Ser till data kring arbetskraft, material och kapital	- Offentligt tillgänglig data - Skattar individuella MC för de olika flygplatserna - Skattar lång- och kortsiktig MC	Liknande den internationella studien i Bickel et al. (2006c) men skattar enbart långsiktig MC.
Begränsningar	- Många kostnads-komponenter utelämnas	- Många kostnads-komponenter utelämnas	- MC för respektive flygplats rapporteras inte - Stort spann mellan de olika flygplatserna - Oklart vilken slags MC som skattats - Skattat resultat är sett till 1991s prisnivå	- Rapporterar ej alla skattningar.	
Generaliserbarhet	God särskilt sett till Stockholm-Arlanda	God då Stockholm-Arlanda ingår	Tveksamt då svenska och spanska flygplatser i sin helhet skiljer sig en del	Osäkert. Hur lika är Wien och Stockholm-Arlanda?	God då både Kastrup-Köpenhamn och Oslo-Gardemoen är med.

⁶ E-post sändes till LFV-Arlanda den 11 augusti. Kvittens erhöles från Registraturen Division Stockholm, LFV samma dag med meddelande att det vidarefodras till handläggare som ansvarar för ärendet.

2.1.2 Trängselrelaterade marginalkostnader

Jämfört med antalet studier kring passagerarerelaterade marginalkostnader är det ännu färre utförda kring trängselrelaterade marginalkostnader. Inom UNITE utfördes en analys av trängselkostnader för Madrids flygplats, se Nombela et al. (2002). Data utgjordes av de förseningar som skett på denna flygplats mellan 1997 och 2000 i juli månad. Man beräknar hur mycket tid en försenat flyg förorsakar såväl passagerare och flygbolag.

Trängselkostnaden skattas till €55,4 miljoner (526 miljoner SEK) månadsvis och marginalkostnaden för ett försenat flyg fås till att ligga runt €7 000 (66 500 SEK). Tidsvärden för passagerare var €15,9 (151 SEK) och €5 000 (47 500 SEK) för flygbolag per timme försening.⁷ Alltså, i denna skattning av marginalkostnad ser man till kostnader för de drabbade (passagerare och flygbolag). På vilket sätt detta kan överföras till Stockholm-Arlanda är svårt att avgöra i dagsläget då information kring likheter och olikheter mellan dessa flygplatser inte finns att tillgå. Det går ej heller utifrån dessa data att dra slutsatser om vad trängselkostnaden är för en extra flygning.

GRACE innehåller även en studie av problem som kan uppkomma till följd av trängsel och förseningar där Chicago-O'Hare är i fokus, se Martín et al. (2006b). Dock betraktas inte monetära kostnader i samband med dessa problem och ej heller skattningar av några marginalkostnader.

⁷ Hur Nombela et al. erhöill dessa tidsvärde redovisas på s. 15–16 i deras rapport. För passagerare kombinerades ett tidsvärde för affärsresenär på 21 € (till 15 %) med ett tidsvärde för fritidsresenär på 15 € (till 85 %). För flygbolag räknas ett genomsnitt av utförda studier där man också tar hänsyn till vilka flygplanstyper som är vanliga på Madrids flygplats.

3 Marginalkostnader för påverkan på omgivningen

3.1 Marginalkostnader i teorin

Följande uppräknig av marginalkostnadskomponenter för flygets påverkan på omgivningen (externa effekter) är hämtad från Luftfartsverket (2004):

- Miljöpåverkan utom buller
 - Start och landning
 - Under väg
- Hälsoeffekter från undervägsflygning
- Buller.

Detta beskriver dock inte källan till problemet som är det som marginalkostnaderna egentligen ska beräknas för. Vi har därför i stället valt följande indelning:

- Avgasemissioner start och landning (LTO-cykeln)
- Avgasemissioner under väg
- Avgasemissioner övriga verksamheter
- Buller.

Avgasemissioner i denna studie inkluderar alla ämnen i flygplanens avgaser som har en betydande påverkan på naturen eller människors hälsa, förutom de som påverkar växthuseffekten, och då framförallt CO₂. Vi väljer att inte inkludera CO₂ eftersom man inom EU har för avsikt att lösa denna problematik genom att flyget blir en av de verksamheter som ingår i handelssystemet med utsläppsrätter kallat ETS (European Trading System). Detta är dock en av de komponenter som i beräkningar för kostnader för externaliteter varit den största posten (Luftfartsverket, 2004; Bickel et al., 2006b)⁸. Ekonomisk värdering av klimatpåverkande utsläpp är problematiskt av flera skäl vilket diskuteras utförligt i den handbok för beräkning av externa kostnader (Handbook on estimation of external costs in the transport sector) som tagits fram på uppdrag av EU-kommissionen (Maiback et al., 2008). I denna handbok finns också förslag på marginalkostnader för klimatgaser. Gällande klimatpåverkan diskuteras i ett underlag för ett kommande EU direktiv att även NO_x-emissioner kan behöva avgiftsbeläggas men inte heller detta har vi inkluderat i denna studie (Commission of the European Communities, 2008).

För övriga komponenter baseras de flesta aktuella beräkningar på den s.k. Impact Pathway ansatsen (IPA) som utvecklats i de EU finansierade ExternE-projekten (Nerhagen et al., 2003; Langner et al., 2005; Bickel och Friedrich, 2005; Bickel et al., 2006a). Ansatsen baseras på att man kan spåra de effekter som ett visst utsläpp har på

⁸ Denna kostnad är direkt relaterad till flygplanens energiförbrukning vilken i sin tur beror på flygplanens storlek. I Luftfartsverket (2004) räknade man på ett utsläpp under LTO-cykeln på strax över 1 000 ton vilket stämmer överens med de uppgifter som Luftfartsverkets emissionsberäkningsprogram räknar fram för motsvarande flygresa idag. I Luftfartsverket (2004) antogs kostnaden för utsläpp av koldioxid ligga mellan 0,022 och 0,60 kr/kg. Detta är betydligt mindre än de 1,50 kr/kg som är det värde som rekommenderas av ASEK (Arbetsgruppen för SamhällsEkonomiska Kalkyler).

naturen och människors hälsa. Kostnaden för ett visst utsläpp är produkten av *exponering, effekten av en viss exponering och värderingen av effekten.*

Förbränningspartiklar från bilar bidrar exempelvis till högre partikelhalter i tätortsluften vilket medför att människor inandas dessa vilket för känsliga personer kan leda till andningsbesvär. Detta medför kostnader för medicin eller sjukvård men kanske också förlorad arbetsinkomst och försämrad livskvalitet.

För att beräkna kostnaden för denna hälsopåverkan krävs samverkan mellan ett flertal olika discipliner; emissionsforskare, spridningsmodellerare, naturvetare och medicinare samt ekonomer. På grund av komplexiteten, och eftersom forskningen endast bedrivits på detta sätt under senare år, finns det ett litet antal studier genomförda och få av dessa har ingående studerat kostnader för flygets påverkan. Forskningen har kommit längst när det gäller att beräkna kostnaderna för utsläppens påverkan på människors hälsa och mer är gjort gällande avgasemissionernas påverkan än buller.

Påverkan på naturen sker över lång tid och det är därför svårt att fastställa sambandet mellan orsak och verkan. I många fall beräknas därför kostnaden med den s.k. åtgärds-kostnadsmetoden. Innebörden av detta är att marginalkostnaden beräknas utifrån kostnaden för att genomföra åtgärder som innebär att samhället når fastställda mål för utsläppsminskningar. Det finns dock många osäkerheter kring dessa beräkningar och behovet av fortsatt forskning på detta område har bl.a. slagits fast i en utredning som genomförts på uppdrag av EU:s miljödirektorat (De Smet et al., 2007).⁹

I princip kan man förvänta sig att marginalkostnaden varierar med fordon, geografiskt område, meteorologi osv. men i praktiken baseras beräkningar på spridningsmodellering och effektsamband som gäller årliga genomsnitt och över större områden. Att beräkningarna genomförs på detta sätt beror på att situationsspecifika data inte finns tillgå. För hälsoeffekter har WHO (World Health Organization) en viktig roll att spela eftersom de väger samman resultaten från pågående forskning och utfärdar ”kritiska belastningsgränser” för olika föroreningar. När det gäller påverkan på ekosystemet såsom försurning och övergödning så har den internationella överenskommelsen CLRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) varit en pådrivande faktor när det gäller att få fram naturvetenskapliga underlag.

Var påverkan sker varierar för olika emissioner. I tabellen nedan görs en översiktlig beskrivning över vad och var de viktigaste ämnena har en huvudsaklig påverkan. I tabellen har vi utelämnat kolmonoxid (CO) och de cancerframkallande ämnen (benzo-a-pyrene (BaP), bensen och 1–3 butadien) som brukar ingå i beräkningar som genomförts i olika Externe-projekt. Skälet är att deras bidrag till den totala kostnaden är litet. Vi har även av samma skäl utelämnat påverkan på material. Med lokal påverkan menas den påverkan som sker någon kilometer från källan medan regionalt är den påverkan som sker utanför området närmast källan. Den regionala påverkan sker både inom och utom Sveriges gränser.

⁹ Det pågår även forskning på detta område i ett projekt vid Statens Lantbruksuniversitet i Umeå som finansieras av Naturvårdsverket (se www.plusminus.se). Enligt mailsvar av Bengt Kriström som är projektledare finns det dock ännu inga resultat att rapportera.

Tabell 3 Påverkan av emissioner från flygplan.

	Geografiskt		Effekt	
	Lokalt	Regionalt	Hälsa	Naturen
Lokala utsläpp och LTO				
Förbränningspartiklar	X		X	
Nitrat (från NO _x)		X	X	X
Sulfat (från SO ₂)		X	X	X
Ozon (från NO _x och NMVOC)	(?)	X	X	X
Under väg				
Förbränningspartiklar		(?)		(?)
Nitrat (från NO _x)		X	X	X
Sulfat (från SO ₂)		X	X	X
Ozon (från NO _x och NMVOC)		X	X	X
Buller	X		X	

Förbränningspartiklar och buller är alltså framförallt ett lokalt hälsoproblem. När det gäller dessa är befolkningstätheten nära källan av avgörande betydelse för marginalkostnadens storlek. Övriga utsläpp däremot har en påverkan på både hälsa och naturen. Denna påverkan sker i områden som ligger flera kilometer från källan både i Sverige men även i övriga Europa. Detta gäller framförallt för emissioner som sker under väg enligt en studie som genomförts av SMHI (Langner et al., 2005).

3.2 Genomförda marginalkostnadsberäkningar

3.2.1 Kostnader för avgasemissioner – metodiken

Inom EU har det sedan början av 1990-talet genomförts forskningsprojekt som syftar till att beräkna de externa kostnaderna för avgasemissioner. Inom dessa s.k. ExternE-projekt har IPA-metoden utvecklats. Inledningsvis var fokus på energisektorn men under slutet av 1990-talet utvidgades forskningen till att även omfatta transportsektorn.

En av de första EU-finansierade projekt som omfattade alla transportslag var UNITE-projektet som pågick från år 2000 till 2002. Den information som togs fram inom detta projekt har sedan varit grunden för senare studier som genomförts gällande flyg såsom den s.k. Västeråsstudien som genomfördes 2003 (Otterström et al., 2003), den Svenska ExternE-studien 2002 (Bickel et al., 2003), SMHI-studien 2004 (Langner et al., 2005) och nu senast det EU-finansierade GRACE projektet.

Att många efterföljande studier baserats på de antagande som användes i UNITE-projektet beror på fördelen med att kunna jämföra de resultat som framkommer i olika studier. Dock har detta inneburit att man baserar beräkningarna på inaktuella antaganden gällande effektsamband och värderingar. Medan UNITE-projektet använde antaganden som presenterades i Friedrich och Bickel (2001) finns mer aktuella antaganden presenterade i ExternE Methodology Update 2005 (Bickel och Friedrich, 2005).

Det ökade intresset för transporterens miljö- och hälsopåverkan har inneburit att forskningen kring de indata som krävs i dessa beräkningar också ökat varför de antaganden

som beräkningarna bygger på revideras i takt med att nya resultat framkommer. Det kan därför förväntas att mer aktuella marginalkostnadsberäkningar kommer fram till andra resultat än äldre studier.

Ett problem med de studier som genomförts är att tillgången på data faktiskt styr studiernas innehåll. Trots att marginalkostnader enligt teorin ska beräknas utifrån hur variationer i aktivitetsmönstret påverkar totalkostnaden så är många beräkningar genomförda genom att påverkan från de totala emissionerna från en viss källa beräknas och "marginalkostnaden" erhålls genom att totalkostnaden divideras med mängden utsläpp. Detta gäller exempelvis SMHI-studien men även studien gällande flyg i GRACE-projektet.

Ett motiv till att genomföra studier på detta sätt är att den mängd emissioner som beräkningarna baseras på fortfarande är marginella i förhållande till de totala utsläppen inom ett visst område. Tillvägagångssättet kan också försvaras av att dessa beräkningar i de flesta fall bygger på linjära effektsamband och konstanta värderingar vilket innebär att marginalkostnaden sammanfaller med genomsnittskostnaden. Ett alternativ som använts i Västeråsstudien exempelvis är dock att beräkna kostnaden utifrån de emissioner som ett visst flygplan gav upphov till under ett år. Problemet med det senare är dock att det är svårt att generalisera resultaten till andra flygplan och platser, bl.a. för att befolkningstätheten runt flygplatserna skiljer sig åt.

Ytterligare ett problem är att rådande institutionella förhållanden också påverkat studiernas innehåll. Eftersom flyget styrs av internationella avtal och regler har enskilda nationer liten möjlighet att införa avgifter. Detta har inneburit att de flesta studier har fokuserat på de emissioner som har en mer lokal inverkan, dvs. de utsläpp som sker under den s.k. LTO-cykeln. I Sverige utgör dessa emissioner en mindre andel av de totala emissionerna enligt SMHI-studien (Langner et al., 2005). Om utsläppen som sker under själva flygningen inte inkluderas i beräkningarna underskattas därmed kostnaden.

Dessutom har det funnits ett fokus på NO_x -utsläppen. Någon förklaring till detta har vi inte funnit men det har troligtvis att göra med det fokus på NO_x som funnits i internationella samarbeten gällande miljö att minska försurning och övergödning. Under senare år har dock partiklarnas hälsopåverkan visat sig vara en viktig komponent i transporternas externa kostnader. Det är dock svårt att genomföra studier om vilka kostnader som flygets partikelemissioner orsakar eftersom det traditionellt inte tagits fram emissionsdata för flygplan gällande denna förorening (ACRP, 2006; Otterström et al., 2003).

Ett annat problem med denna typ av beräkningar är att användningen av olika modeller och olika underliggande data gör det svårt att klara ut vad skillnader i resultaten beror på. I SMHI-studien genomfördes en jämförelse där slutsatsen var att en viktig orsak till skillnader i resultaten mellan denna och en tidigare studie var just användningen av olika spridningsmodeller. SMHI-studien baseras på beräkningar med den s.k. MATCH-modellen medan resultaten i UNITE-projektet och andra studier bygger på EcoSense-modellen. Exakt vad som orsakar dessa skillnader går inte att avgöra utan ingående jämförelser men det kan bero på valet av spridningsmodell eller antaganden gällande meteorologi och andra indata.

När det gäller de avgasemissioner som bidrar till bildning av sekundära ämnen som nitrat, ozon och sulfat så är det sammansättningen av utsläppen som avgör vilka ämnen som slutligen bildas eftersom det är icke-linjära orsakssamband. I realiteten innebär det att samma mängd NO_x -utsläpp från två olika flygplan kan resultera i olika slutföreningar. Detta är en aspekt som dock inte utforskats i detalj i någon studie som vi

känner till men att det är en betydelsefull faktor har påpekats i de studier som genomförts av bl.a. SMHI (Langner et al., 2005).

3.2.2 Kostnader för avgasemissioner – genomförda studier

I projektet GRACE har resultat för flyget hämtats från en studie som genomförts vid Frankfurts flygplats (Bickel et al., 2006b). Med information om vad ett ton utsläpp av olika emissioner orsakar för kostnader vid denna flygplats samt information om mängden utsläpp under en LTO-cykel för olika flygplan så kan man räkna fram vad marginalkostnaden är för respektive flygplan.

I Tabell 4 nedan återges de kostnader som räknats fram per ton utsläpp och i Tabell 5 emissioner för en LTO-cykel för två flygplanstyper. Kostnaden för respektive utsläpp är beräknade utifrån lokal och regional påverkan.

Tabell 4 Kostnader för emissioner vid Frankfurts flygplats (euro/ton).

	CO	NO _x	PM _{2,5}	SO ₂	NMVOC	BaP	Benzene	1,3 Butadien
Euro/ton	1,4	1440	86000	4300	1130	4000000	340	13400

Tabell 5 LTO-emissioner för två flygplanstyper vid Frankfurts flygplats (ton).

	CO	NO _x	PM _{2,5}	SO ₂	NMVOC	BaP	Benzene	1,3 Butadien
A340-211								
Take-off	1,55E-02	3,89E-02	3,90E-05	1,60E-03	2,41E-03	6,00E-09	4,60E-05	4,30E-05
Landing	7,80E-03	4,30E-03	1,00E-06	5,53E-04	1,23E-03	2,00E-09	2,30E-05	2,20E-05
LTO	2,33E-02	4,32E-02	4,00E-05	2,16E-03	3,64E-03	8,00E-09	6,90E-05	6,50E-05
B737800								
Take-off	3,90E-03	8,40E-03	1,50E-05	4,67E-04	4,10E-04	2,00E-09	8,00E-06	7,00E-06
Landing	2,20E-03	2,20E-03	4,00E-06	2,64E-04	2,10E-04	1,00E-09	4,00E-06	4,00E-06
LTO	6,10E-03	1,06E-02	1,90E-05	7,31E-04	6,20E-04	3,00E-09	1,20E-05	1,10E-05

I Tabell 6 anges de framräknade marginalkostnaderna, dvs. produkten av resultaten i Tabell 4 och 5 (de i raden för LTO). Av tabellen framgår att det ämne som ger upphov till de största kostnaderna är NO_x-emissionerna. Förklaringen till detta är framförallt att utsläppsmängden per LTO är stor jämfört med övriga emissioner. Kostnaden/LTO är t.ex. högre än den för PM_{2,5} och BaP trots att kostnaden per ton utsläpp är betydligt högre för dessa två ämnen. Utsläppsmängden per LTO för dessa två föroreningar är dock betydligt mindre vilket medför att kostnaden per LTO också blir lägre.

Tabell 6 Kostnad/LTO för två flygplanstyper vid Frankfurts flygplats (euro/LTO).

	CO	NO _x	PM _{2,5}	SO ₂	NMVOC	BaP	Benzene	1,3 B	Totalt
A340-211	0,03	62,21	3,44	9,27	4,11	0,03	0,02	0,87	79,99
B737800	0,01	15,26	1,63	3,14	0,70	0,01	0,00	0,15	20,91

I den handbok som nyligen publicerats (Maiback et al., 2008) rapporteras att marginalkostnaden för kortdistansflygningar ligger mellan 20–60 euro/LTO och mellan 150–430 euro/LTO för långdistansflygningar. Skillnaden orsakas av mängden

emissioner vilket också illustreras i tabellen ovan. Våra beräknade värden i Tabell 6 ligger dock nära eller under de lägre värden som anges i handboken. Orsaken till det är att i handbokens värden ingår också kostnaden som är relaterade till produktionen av flygfotogen. Det är dock oklart om dessa bör ingå i marginalkostnaden för en LTO. Om emissionerna från produktionen i sig belastas med sina marginalkostnader innebär det dubbelräkning om de även belastar den källa där produkten används (se diskussion i avsnitt 3.2.3).

Ovan beräknade värden gäller dock för ett område som är mer tätbefolkat än områden kring svenska flygplatser. Eftersom befolkningstäthet är en avgörande faktor när det gäller storleken på den beräknade marginalkostnaden kan dessa värden inte direkt tillämpas på svenska förhållanden. Det går i dagsläget inte att klart säga hur mycket lägre kostnaden är i Sverige men två studier som genomförts i Sverige ger en del information.

Den ena studien genomfördes av ett finskt konsultbolag för en flygplanstyp på Västerås flygplats (Otterström et al., 2003) medan den andra genomfördes av IER i Stuttgart som utvecklat IPA (Bickel et al., 2003). Bägge studier utgick ifrån de antaganden som användes i UNITE-projektet. Resultat från Västeråsstudien presenteras i Tabell 7 medan resultat från IER-studien presenteras i Tabell 8. Resultaten från Västeråsstudien baseras på emissioner från flygplanet Boeing 737-800 och inkluderar både lokal och regional påverkan. För denna studie har vi även räknat fram vilken kostnad per ton som beräkningen baseras på.

Tabell 7 Utsläpp/LTO och kostnad/LTO i Västeråsstudien.

	CO	NO _x	PM _{2.5}	SO ₂	NMVOC	BaP	Benzene	1,3 Butadiene
ton	2,50E-03	7,50E-03	5,20E-04	5,30E-04	2,20E-04	nq	nq	nq
Euro/LTO	0,11	19,6	7,3	1,01	0,15	nq	nq	nq
Euro/ton	44	2613	14038	1905	682	-	-	-

En jämförelse med resultaten i Tabell 6 visar att för CO, NO_x och PM_{2.5} är kostnaden per LTO högre än för motsvarande flygplan på Frankfurts flygplats. För PM_{2.5} är förklaringen att högre emissioner antagits för en LTO vid Västerås flygplats medan det för NO_x och CO beror på högre värdering per kg utsläpp. Orsaken till det senare kan både vara skillnad i använda hälsoeffektsamband och högre värderingar av hälsoeffekterna.

Värt att notera är också att skillnaden i beräknade emissioner är stora för ett och samma flygplan. Detta belyser det vi noterade inledningsvis, nämligen att kunskapen om emissionsfaktorer för olika ämnen och olika flygplanstyper under olika förhållanden är bristfällig. Vi kan dock inte bedöma vilken av dessa studier som bäst speglar utsläppen vid en svensk flygplats. I Västeråsstudien anges att data om emissionerna är väldigt osäkra, speciellt gällande PM, medan motsvarande diskussion inte återfinns i GRACE-rapporten gällande Frankfurt-studien. Den amerikanska studien som genomförts tyder dock på att det finns stora osäkerheter, i alla fall när det gäller emissionerna av PM (ACRP, 2008).

Resultaten från IER-studien är inte framräknade som kostnad per LTO utan de redovisas som kostnad per ton. Kostnader finns inte heller framräknade för alla ämnen, bl.a. saknas information om kostnader för PM eftersom det inte fanns tillgång till sådana emissionsdata.

Tabell 8 Kostnad/ton för flyg i Sverige i IER-studien (euro/ton).

Emissioner	CO	NO _x	PM _{2,5}	SO ₂	NMVOG	BaP	Benzene	1,3 B
Euro/ton	0,02	1305	nq	1041	nq	nq	15	547

Dessa resultat kan jämföras med resultaten i Tabell 4 som visar kostnad per ton utsläpp för Frankfurt flygplats. För dessa resultat får vi det förväntade resultatet, dvs. att beräknade kostnader för flygplatser i Sverige är lägre än de för Frankfurt. Ytterligare en orsak till att Västeråsstudien får högre beräknade kostnader kan vara att man använt en annan spridningsmodell för lokal påverkan än de andra två studierna som båda genomförts med modellen Eco-Sense som används i ExternE-projekt.

Resultaten visar att PM kan vara en betydelsefull del i de totala kostnaderna för en LTO-cykel varför mer forskning behövs på detta område. Resultaten visar också att den viktigaste kostnadskomponenten är NO_x, men även SO₂. Detta är två föroreningar som omvandlas till sekundära partiklar och som har en påverkan på både människors hälsa och ekosystemet. Det är därför viktigt att förstå vilka komponenter som bidrar till den totala kostnaden för dessa två ämnen.

Denna fråga gällande NO_x har utforskats i ett projekt som genomförts av SMHI-projektet (Langner et al., 2005). I slutrapporten för detta projekt jämförs resultaten från olika forskningsprojekt. En sammanfattning återfinns i Tabell 9. Två resultat rapporteras från SMHI-projektet eftersom de genomförde beräkningar utifrån de antaganden som användes i UNITE-projektet (dvs. desamma som den svenska ExternE-studien och Västeråsstudien) men också baserat på mer aktuella resultat gällande effekter och ekonomiska värderingar av dessa. De senare kallas i tabellen ”SMHI Best Practice”.

Tabell 9 Kostnad/kg NO_x i olika studier för svenska flygplatser LTO (SEK/kg).

	Svenska ExternE	Västerås-studien	SMHI UNITE	SMHI Best Practice
Hälsoeffekter	16,5	13,58	6,4	2,2-5,5
Naturskador	53,5	1,2	65,6	11,8-11,5
Total kostnad	70	14,79	72	14-17

I slutdiskussionen i SMHI-rapporten konstateras gällande hälsa att förklaringen till de stora skillnaderna mellan SMHI:s beräkningar och övriga studier att olika spridningsmodeller använts i studierna. I detta fall handlar det om spridningsmodeller på regional skala. I SMHI-studien användes MATCH medan Svenska ExternE och Västeråsstudien baseras på EcoSense-modellen. När det gäller naturskador så förklaras skillnaderna av att olika effektsamband (även kallat dos-responsfunktioner) använts för grödor samt att den värdering som användes i IER-studien och UNITE gällande förurning och övergödning är väldigt hög jämfört med resultat från senare studier. Detta pekar på de stora osäkerheter som finns när det gäller värdering av effekter på ekosystemet.

Som framgår av ovanstående genomgång är marginalkostnader för emissioner beroende av en rad antaganden. Dessa förändras i takt med att ny kunskap om effekter och orsakssamband framkommer och därför skiljer sig resultaten mellan nyare och äldre studier. Den mest aktuella svenska forskningen på detta område av intresse för denna studie är två projekt som genomförts inom ramen för Emissionsforskningsprogrammet (EMFO).

I det ena projektet (Nerhagen et al, 2008) har den externa kostnaden för olika emissionskällor i Stockholm beräknats för förbränningspartiklar och NO_x och SO₂ som ger upphov till sekundära partiklar. Den källa som är mest lämplig att använda som jämförelse till flygets utsläpp är energianläggningar eftersom dessa utsläpp sker på högre höjd och längre från befolkningscentra.

För förbränningspartiklar är den beräknade kostnaden för den påverkan som sker lokalt i Stockholm 2,4 till 6,8 miljoner euro vilket orsakas av 249 ton utsläpp. Kostnaden per ton är alltså mellan 9 600 och 27 300 euro. Det högre värdet orsakas av ett högre effektsamband gällande förbränningspartiklarnas påverkan på dödlighet. Kostnaden för den påverkan som NO_x ger upphov till i övriga Europa är 2,7 miljoner euro vilket orsakas av 2002 ton vilket ger en kostnad per ton på 1 343 euro/ton. Dessa resultat ger kostnader som för dessa ämnen strax under de som användes i Västeråsstudien. Den andra studien har försökt beräkna kostnaden för påverkan på ekosystemet i Sverige av svenska utsläpp (Ahlroth, 2007). Resultaten är att kostnaden för ett ton NO_x är ca 3 000 euro medan den är 1 500 euro för SO₂.

Den studie som SMHI genomfört (Langner et al., 2005) är också intressant eftersom de även beräknade kostnader för de NO_x-emissioner som sker under flygning. Såvitt vi vet är det den enda studie som genomfört sådana beräkningar. Vad den visar är att de s.k. undervägsemissionerna har en mycket större påverkan på områden utanför Sverige jämfört med de som sker under LTO-cykeln. Enligt dessa beräkningar är kostnaden för hälsoeffekter i ungefär samma storleksordning för LTO och undervägsemissioner medan kostnaden för ekosystemeffekter är lägre för undervägsemissioner. Det senare kan dock vara en konsekvens av antaganden gällande känsligheten i ekosystem i olika länder men också av valet av geografiskt område. Ett något begränsat geografiskt område användes i beräkningarna för att minska tidsåtgången för datorkörningarna. De kostnader som beräknats i projektet är därför troligtvis en underskattning. Detta pekar alltså på att större fokus bör riktas mot undervägsemissioner, hur de kan beräknas och hur de kan avgiftsbeläggas, speciellt som de också verkar vara av betydelse för flygets klimatpåverkan¹⁰.

Av ovanstående genomgång kan man konstatera att det fortfarande finns stora osäkerheter när det gäller marginalkostnader för emissioner som påverkar människors hälsa och ekosystemet. Genomgången har dock påvisat vilka marginalkostnader som verkar vara relevanta gällande flygets externa effekter men också var det finns behov av fortsatt forskning. Några av de viktigaste lärdomarna som vi ser det är att:

- LTO-avgifterna bör differentieras efter flygplanstyp men också lokalisering av flygplats. Den viktigaste faktorn som styr kostnaden är befolkningstätheten varför data av detta slag bör tas fram för olika flygplatser. Det är också viktigt att klarlägga om emissionerna skiljer sig åt per LTO för samma flygplanstyp beroende på flygplats och vilka orsakerna i så fall är, t.ex. om inflygningen till olika flygplatser påverkar emissionerna.
- PM borde ingå i kostnaden för en LTO-cykel och kanske även under väg. Det är dock oklart hur stort problemet är i Sverige eftersom många flygplatser ligger i områden med relativt sett låg befolkningstäthet. En osäkerhet här är emissionsdata som behöver förbättras, både för LTO och undervägsemissioner.

¹⁰ Detta gäller även för utsläppen av koldioxid eftersom en stor andel av de totala utsläppen för en flygresa sker under själva flygningen.

- NO_x är det ämne som ber upphov till den största kostnaden per LTO eftersom mängden utsläpp är stora. Eftersom kostnaden uppstår pga. sekundärt bildade partiklar och ozon är det dock inte troligt att kostnaden/ton utsläpp bör differentieras per flygplats utan här är det nog snarare relevant med en variation efter olika geografiska områden i Sverige beroende på närhet till befolkningstäta områden (kanske en skillnad mellan norr och söder). Det bör också utforskas om en avgift ska tas ut för de emissioner som sker under väg. En komplikation här är att avgöra hur mycket av avgiften som ska tas ut i svenskt luftrum.
- Det finns ett antal cancerframkallande ämnen som ingår i marginalkostnadsstudier som genomförts i olika EU-projekt, t.ex. bensen, som inte ligger till grund för nuvarande flygavgifter i Sverige. Dessa emissioner påverkar framförallt människors hälsa och det kan diskuteras om det är viktigt att inkludera dessa i svenska kostnadsberäkningar givet att befolkningstätheten kring många svenska flygplatser är låg. För att avgöra detta behövs mer kunskap kring bl.a. emissioner och spridningsmönster.
- Det finns ett generellt problem med värderingen av olika utsläpps påverkan på ekosystemet. Det är därför viktigt att vara observant på om dessa effekter ingår eller utelämnats i olika studier. Ofta är de utelämnade och då är den beräknade marginalkostnaden för många ämnen (t.ex. NO_x) en underskattning.

3.2.3 Kostnader för avgasemissioner – övriga verksamheter

I GRACE projektet ingick i beräkningen av den slutliga marginalkostnaden även de kostnader som uppstår vid produktionen av det flygbränsle som behövs för varje flygning. Om marginalkostnadsprissättning tillämpas fullt ut i all produktion skulle detta innebära dubbelräkning. Det behöver därför avgöras utifrån situationen i enskilda länder om denna komponent ska ingå eller ej. Detsamma gäller för de emissioner som övrig verksamhet vid flygplatsen genererar. I den amerikanska rapporten ACRP (2008) diskuteras utförligt kunskapsläget gällande ”ground support equipment” (GSE) och att kostnaden för dessa emissioner bör utgöra en komponent i passageraravgiften. Även i detta fall gäller denna slutsats endast om inte denna verksamhet på annat sätt får betala sina marginalkostnader. Vi har inte vidare utforskat dessa komponenter i detta projekt och vi har inte heller lagt till kostnader för dessa i de beräkningar vi gjort.

3.2.4 Buller

Detta är ett område där forskning inletts men mycket kvarstår att göra. Vi känner inte till studier för svenska flygplatser men däremot har några studier genomförts gällande väg och järnväg vid VTI (Andersson och Ögren, 2007). Även i bullerkostnadsberäkningar tillämpas oftast IPA, dvs. kostnaden beräknas som produkten av exponering, effekter och värderingen av effekter. Gällande effekter är det två komponenter som ingår i kostnadsberäkningen: hälsopåverkan och störning. För hälsopåverkan finns det studier i Sverige som börjat utforska detta, dock för vägtrafik. Frågan gällande flygplatsbuller är dock hur stort problemet är för svenska flygplatser eftersom många är belägna relativt långt från befolkningstäta områden.

Problemet med beräkning av marginalkostnader för buller är att effekterna är icke-linjära och att marginaleffekten bl.a. beror av ljudnivån i bakgrunden, t.ex. existerande trafik. Beräknade kostnader är därför väldigt beroende av kontexten, dvs. var bullret

äger rum och tid på dagen. För flygplan är kostnaden också beroende av motortyp och det buller som olika flygplanstyper ger upphov till under LTO-cykeln.

I handboken om beräkning av externa kostnader (Maiback et al., 2008) konstateras att eftersom bullerkostnaden är så beroende av kontexten går det inte att ange marginalkostnader som kan generaliseras till olika områden. Dessa kostnader kommer att variera mellan flygplatser beroende på befolkningstäthet, flygstråk och flygplanstyp. Man återger dock resultat från en studie som genomförts för Frankfurt och en som genomförts för London. I tabellen nedan återger vi resultaten för de två flygplan som vi presenterade marginalkostnader för luftföroreningar för ovan. För Frankfurt har separata beräkningar genomförts för dag, kväll och natt beroende på att störningen är större kvällstid och nattetid eftersom omgivande buller då är lägre. Liksom för luftföroreningar ser vi att det är en klar skillnad i marginalkostnad beroende på storlek av flygplan.

Tabell 10 Bullerkostnad/LTO för två flygplanstyper vid Frankfurts flygplats (euro/LTO).

Flygplan	Frankfurt Day	Frankfurt evening	Frankfurt night	Heathrow
Airbus 340	51,6	122,4	385,8	111
Boeing 737-800/-400	32,4	77	240,8	49,1

En förklaring till de skillnader som finns mellan resultaten i dessa studier kan vara de värderingar av hälsoeffekter och störning som använts. Det finns stora skillnader här mellan olika studier vilket också diskuteras i EU-handboken appendix E. Dessa resultat pekar på att bullerkostnaden för flygplatser överstiger kostnaden för luftföroreningar (enligt EU-handboken är luftföroreningskostnaden för Heathrow i UNITE för Boeing 737 37,9 euro/LTO). Dessa flygplatser är dock belägna i befolkningstäta områden så det är inte troligt att samma förhållande gäller för svenska flygplatser. Däremot pekar detta på att buller kan vara en viktig kostnadskomponent för flygplatser som ligger i närheten av befolkade områden. Vi anser därför att den slutsats som drogs i Luftfartsverket (2004), att de marginella bullerkostnaderna är så små att de inte i någon avgörande utsträckning skulle påverka de totala marginalkostnaderna, kanske behöver omprövas. Någon eller några fallstudier gällande buller skulle kunna klargöra detta.

I handboken (Maiback et al., 2008) diskuteras dessutom att buller kan ge upphov till ytterligare externaliteter i och med att närheten till en flygplats kan orsaka restriktioner när det gäller byggande, men det kan också påverka marknadspriserna för fastigheter i närområdet. Några beräkningar av dessa kostnader har vi dock inte funnit. Däremot finns det en studie som delvis diskuterar detta (Van Praag och Baarsma, 2005).

4 Avgifter och marginalkostnader – jämförelse

4.1 Två flygplanstyper vid Stockholm-Arlanda

Förutom att klarlägga underlaget för beräkningar av olika marginalkostnader för flyg var syftet med denna studie att jämföra beräknade marginalkostnader med gällande avgifter. Detta är inte en enkel uppgift eftersom mycket av underlaget gällande marginalkostnadsberäkningar fortfarande är osäkert samt att det finns få svenska studier att hämta information ifrån. Resultat från utländska studier är inte alltid representativa för svenska förhållanden.

I tabellen nedan gör vi ändå ett försök till jämförelse. Vi har hämtat information om avgifter och gjort beräkningar för två typiska flygplanstyper gällande SAS (Boeing 737-600 för inrikes/utrikes (Europa) och Airbus 340-300 för utrikes (Nordamerika och Asien). För avgifterna är uppgifterna hämtade från LFV:s hemsida och de gäller för Stockholm-Arlanda som avgångsflygplats. De avgifter som tas ut baseras på vilken flygplanstyp som används. Hemsidan betonar att det är indikativa värden. Beloppen är angivna i SEK och observera att det antagits olika beläggningsgrad för de två flygplanstyperna. Notera också att de avgifter som tas ut ska täcka kostnaderna i hela LTO-cykeln.

Vad gäller de flygplatsrelaterade marginalkostnaderna väljer vi att använda skattningar gällande ATM och WLU från Martín och Voltes-Dorta (2008). Orsaken till att vi väljer Martín och Voltes-Dorta (2008) av de fem studier vi tagit upp är följande:

- Det är den mest gediget utförda studien och innehåller även senast insamlad data.
- Den använder ett angreppssätt som börjar bli nära praxis inom området. Exempelvis om vi tar Himanen et al. (2002) så har deras metod inte använts i efterföljande studier.
- Den gör skattningar för både Köpenhamn-Kastrup och Oslo-Gardemoen vilket borde ligga nära vad som gäller för Stockholm-Arlanda.

Vad gäller skattning för gummiborttagning antar vi att denna post ingår i ATM-skattningarna rapporterade i Martín och Voltes-Dorta (2008). För de två marginalkostnadsposterna ATM och WLU har vi då bildat ett spann för var vi ser det troligt att marginalkostnaden ligger. Dessa spann har således skapats ur skattningarna för Köpenhamn-Kastrup och Oslo Gardemoen. Dock när vi betraktar Airbus 340-300 så bygger skattningarna enbart på resultaten gällande Köpenhamn-Kastrup eftersom Oslo-Gardemoen inte trafikeras av plan av denna storlek. Dessutom har Martín och Voltes-Dorta (2008) beaktat Boeing 747-100 sina beräkningar. Vi kommer visserligen istället att betrakta Airbus 340-300 men antar att gällande flygplatstjänster är deras marginalkostnader rimligt lika.

För miljökostnader och buller har det genomförts ett antal nya studier under senare år vilka vi använt för att ange vilka emissioner som bör avgiftsbeläggas och ungefär hur stora marginalkostnaderna per LTO kan tänkas vara. Vi har utgått från de beräkningar som genomförts för Västerås flygplats eftersom dessa ligger i linje med de resultat som framkommit i det nyligen avslutade EMFO-projektet gällande energiproduktion (Nerhagen et al., 2008). För PM_{2,5}, NO_x och SO₂ har vi dock angett alternativa värden. För PM_{2,5} har vi som ett lägre värde genomfört en beräkning baserad på emissionerna för Frankfurts flygplats men med värderingen per ton som användes för Västerås. För NO_x och SO₂ har vi angett ett högre värde där värderingen från Ahlroth (2007) gällande

påverkan på ekosystemet lagts till. Viktigt att komma ihåg är att detta är en kostnad som gäller för påverkan på ekosystemet enbart i Sverige och det kan därför vara en underskattning av den totala kostnaden. I beräkningarna har vi utgått från att värdet på en euro är 9,5 SEK.

När det gäller NO_x-utsläpp under flygning har vi fått en uppgift av Jenny Ryman på Luftfartsstyrelsen (mail 081027) för en flygning med B737-600 mellan Stockholm och Göteborg på 11 kg. Den värdering vi använt för dessa utsläpp är samma som för kostnaden för LTO, dvs. kostnaden/kg från Västerås flygplats med tillägg för påverkan på ekosystemet som ett högre värde. Detta eftersom man i SMHI-studien (Langner et al., 2005) fann att dessa kostnader var i nivå med den lokala påverkan, i alla fall när det gäller hälsoeffekter.

För buller har vi utgått ifrån de värden som beräknats för Frankfurts flygplats men då använt de värden som är framräknade för kostnader kvällstid. En motivering till detta är att bakgrundsbullret i Sverige är lägre varför flygplansbullret troligtvis uppfattas som mer störande. Som lägre värde har vi antagit en halvering av denna kostnad vilket motiveras av en lägre befolkningstäthet i Sverige. Det går inte att säga om detta är en överskattning eller underskattning så bullerkostnaden behöver undersökas vidare utifrån svenska data.

Beräkningarna för ett mindre flygplan återges i Tabell 11 medan de för ett större anges i Tabell 12. För att få fram de senare har vi skalat upp kostnaden utifrån skillnaden i emissioner för dessa flygplan enligt studien på Frankfurts flygplats (2–6 gånger högre beroende på ämne). Vi har dock ingen uppgift om kostnader under väg eftersom detta flygplan inte trafikerar denna sträcka och det finns därför inte emissionsdata.

Tabell 11 Avgifter och marginalkostnader för Boeing 737-600 (SEK).¹¹

Flygplanstyp		Boeing 737-600		
Antal passagerare		72 (60 %)		
		Avgifter	MK LTO	MK undervägs
LFVs avgifter	Startavgift	2 825	1361-3334 (ATM)	
	Terminal Navigation Charge	1 220		
	Avfallshantering (vid gate)	36		
	Marktjänstavgift (pass)	1 440		
	Marktjänstavgift (ramp)	120		
	Passagerareavgift*	3 816	1 584–2 304 (WLU)	
	Totalt flygplatstjänster	9 457	2 945–5 638	
	Avgasavgift	356	199,9–499,5	287,4–689,4
	- partiklar		2,7–69,3	
	- NO _x		186,2–411,2	287,4–689,4
- NMVOC		1,4		
- SO ₂		9,6–17,5		
Bulleravgift	139	366-731		
Totalt externaliteter	495	565,9–1 230,5	287,4–689,4	
LFSs avgifter	Myndighetsavgift (7,50 kr/avr pax)	540		
	Avgift för säkerhetskontroll (37 kr/avr pax)	2 664		
	Totalt LFS	3 204		
Totalt		13 156	3 510,9–6 868,5	287,4–689,4

* Avgiften är högre för utrikes resor, 6 624 SEK.

¹¹ Dagens avgiftsstruktur och marginalkostnadsstrukturen överensstämmer naturligtvis inte helt. Vi har här ställt Passagerareavgift mot WLU samt resten av flygplatstjänster mot ATM.

Tabell 12 Avgifter och marginalkostnader för Airbus 340-300 (SEK).

Flygplanstyp		Airbus 340-300		
Antal passagerare		230 (90 %)		
		Avgifter	Marginalkostnader LTO	Marginalkostnader Undervägs
LFVs avgifter	Startavgift	10 675	9 256-12 233 (ATM)	
	Terminal Navigation Charge	2 020		
	Avfallshantering (vid gate)	115		
	Marktjänstavgift (pass)	4 600		
	Marktjänstavgift (ramp)	550		
	Passerareavgift	21 160	5 060-7 360	
	Totalt flygplatstjänster	39 120	14 316-19 593	
	Avgasavgift	1 674	800,0-1 879,3	
	- partiklar		5,6-145,6	
	- NO _x		757,8-1 673,6	?
- NMVOC		8,3		
- SO ₂		28,3-51,7		
Bulleravgift	409	581-1 162		
Totalt externaliteter	2 083	1 381-3 041,3		
LFSS avgifter	Myndighetsavgift (7,50 kr/avr pax)	1 725		
	Avgift för säkerhetskontroll (37 kr/avr pax)	8 510		
	Totalt LFV	10 235		
Totalt		51 438	15 697-22 634,3	

Som förväntat drabbas Airbus 340-300 av högst kostnader. Den enda skillnad som gäller för Boeing 737-600 om det flyger utomlands är att passageraravgiften blir högre. Avgiften för säkerhetskontroll är 37 kr per passagerare oberoende om man flyger inom Sverige eller till USA.

Vad gäller avgiftsstrukturen för flygplatstjänster ligger den mycket över, minst det dubbla, för båda flygplanstyper i jämförelser med angivna marginalkostnader. Dock bör man vara medveten om att det kan existera marginalkostnader som vi inte lyckats fånga

in i våra två utgiftsposter ATM och WLU. Ett exempel är trängsel och förseningar. Som indikerats i vår genomgång av marginalkostnadsstudier relaterade till flygplatstjänster finns det inget gjort inom detta område som dessutom kan infogas i en förenklad tabell av detta slag. Att däremot en utgiftspost som trängsel och förseningar skall helt radera ut skillnaden till dagens avgiftsstruktur ter sig orimligt.

De avgifter som tas ut per LTO för luftföroreningar ligger i nivå med de kostnader som vi räknat fram men skillnaden är att avgifterna baseras på utsläpp av NO_x medan våra beräkningar visar att det är flera föroreningar som bidrar till den totala kostnaden. För buller ligger avgifterna under de uppskattningar av kostnaden som vi gjort men de senare är dock väldigt osäkra. Slutsatsen är att det behövs fler studier för att klarlägga vad som är en rimlig nivå. En viktig aspekt både när det gäller luftföroreningar och buller är att klargöra hur kostnaderna skiljer sig åt mellan olika flygplan och olika platser och för de senare är framförallt befolkningstätheten nära flygplatsen avgörande. Den avgörande skillnaden för externaliteter gäller utsläpp under väg där ingen avgift tas ut idag men där vi, när vi enbart räknar på NO_x-utsläpp, får relativt sett höga kostnader.

Gällande förhållandet mellan marginalkostnaden för flygplatstjänster och externaliteter ligger dessa beräkningar i linje med tidigare resultat från UNITE-projektet. Enligt Bickel et al., (2006a) utgör kostnader för avgasemissioner och buller endast en liten andel av den totala kostnaden för flyget i Sverige . Inte heller dessa beräkningar har dock inkluderat kostnader för emissioner under väg utöver CO₂.

5 Slutsatser och diskussion

I denna studie har vi redovisat aktuell forskning gällande flygets avgiftsrelevanta kostnader, dvs. marginalkostnader. I studien har vi utgått och uppdaterat resultaten av en tidigare studie som genomfördes av Luftfartsverket 2004. En jämförelse mellan resultaten i de båda studierna (se Tabell 1 och 11) visar att de skiljer sig åt ordentligt. Detta förklaras både av att olika kostnadsposter ingått i de två studierna men också att de kostnader som beräknats för olika komponenter skiljer sig åt. Luftfartsverket (2004) redovisar då aktuell forskning och mycket har skett sedan dess vilket förklarar att det är skillnader med resultaten. En annan skillnad är att vi i denna studie inte beräknat någon marginalkostnad för klimatpåverkande utsläpp. Detta eftersom detta problem kommer att hanteras genom att flyget fr.o.m. 2012 kommer att ingå i EU:s system med handel med utsläppsrätter, ETS.

I denna studie har vi valt att göra en uppdelning mellan marginalkostnader orsakade av aktiviteter på flygplatsen och de orsakade av de externa effekterna luftföroreningar och buller. Detta eftersom det handlar om olika effektivitetsproblem men också för att de data som krävs för att beräkna marginalkostnader skiljer sig åt. Vår genomgång visar dock att de har en gemensam nämnare och det är att det fortfarande saknas viktiga data om flygets verksamhet och påverkan för att kunna genomföra marginalkostnadsberäkningar på ett gediget sätt. I rapporten har vi tagit fram ungefärliga värden för två flygplanstyper och jämfört dessa med rådande avgifter men vi vill betona att de värden vi angett endast ger en ungefärlig och ganska grov bild av vilka flygets marginalkostnader är.

Vad gäller marginalkostnader för flygplatstjänster så delade vi upp dem i passagerar- och trängselrelaterade. Vi betraktade fem utförda studier kring passagerarrelaterade marginalkostnader. Särskilt de tre senaste utförda studierna, Bickel et al. (2006c) och Martin och Voltes-Dorta (2008), bedöms som intressanta då de nyttjar såväl en liknande gedigen statistisk metodik samt nyligen insamlad data.

Trängselrelaterade marginalkostnadsstudier lyste nästan helt med sin frånvaro i vår genomgång. Trängsel kan ses som en externalitet varför det är rimligt att försöka prissätta den. En ansats är då att betrakta slot-allokeringen vid svenska flygplatser. Populära avgångstider sammanfaller rimligtvis med såväl trängsel som högre betalningsvilja hos flygbolagen. Att nyttja marknader vid slot-allokering togs redan upp i Luftfartsverket (2004) och nyligen berördes det även i en artikel i *The Economist* (2008). Idag sker tilldelningen på ren administrativ basis genom s.k. "grand fathering" och inga betalningsviljor är inblandade.

Som visat i Nilsson (2003) kan tillämpningen av en auktionsmekanism resultera i en tilldelning i linje med marginalprissättning och ekonomisk effektivitet. Även uppkomsten av avregleringar såsom "open skies" är i linje med att i större grad främja marknadsmekanismer att styra prissättning. Samtidigt skall motstånd mot en övergång till en mer marginalkostnadsbaserad prissättning inte underskattas. Det finns onekligen aktörer som finner dagens system tillfredsställande. Adler och Berechman (2002) visar dock utförligt hur en förändring av detta slag kan ske.

När vi jämför med dagens flygplatstjänstrelaterade avgiftsstruktur tog vi skattningar kring Köpenhamn-Kastrup och Oslo-Gardemoen kring passagerarrelaterade kostnader från Martin och Voltes-Dorta (2008). Vi kommer då fram till att dagens avgifter är höga (minst det dubbla) jämfört med aktuella marginalkostnader. Vi saknar dock någon skattning för de trängselrelaterade marginalkostnaderna.

Vi har i rapporten inte gjort några uppskattningar för andra svenska flygplatser än Arlanda beroende på bristen på data. I den senaste studien av Martín och Voltes-Dorta (2008) utför de dock även en analys där de finner att det verkar finnas stordriftsfördelar vid flygplatser. Detta talar alltså för att marginalkostnaderna för flygplatstjänster kan vara högre vid mindre flygplatser. Detta är också ett intressant spår för framtida studier.

Gällande de externa effekterna så visar våra beräkningar att de avgifter som tas ut i alla fall inte är för höga gällande LTO-cykeln men att de delvis tas ut på felaktig grund eftersom det i nuläget bara är NO_x-emissionerna som är belagda med en avgift. Dessutom bör det studeras om avgifter inte också bör införas för emissioner under väg (dvs. under flygningen).

För mer exakta beräkningar av marginalkostnaderna behövs dock ytterligare forskning. Här finns det för emissioner av luftföroreningar under den s.k. LTO-cykeln mycket lärdomar att dra från den kunskap som tagits fram för andra transportslag. Indata som saknas är emissionsfaktorer för olika flygplan samt befolkningstäthet kring olika flygplatser. Det stora utforskade området gäller vilka kostnaderna är för utsläpp under väg och då speciellt kanske NO_x som även antas ha en påverkan på klimatet (se även diskussion i avsnitt 3.2.2). Kunskapsläget om flygets marginalkostnad gällande buller i Sverige är däremot dåligt och detta är ett område där mer grundläggande forskning behövs. Även för detta problem är kunskap om befolkningstäthet i närhet till flygplatser avgörande men det behövs även kunskap om värdering av flygplanens buller under olika förhållanden.

Den generella slutsatsen av denna studie är att det för att komma fram till bättre uppskattningar av flygets olika marginalkostnader krävs insatser inom en rad områden. Som vi ser det innebär dock inte frånvaron av bra marginalkostnadsskattningar att diskussionen om marginalkostnader inte har någon relevans för de avgifter som tas ut för de olika tjänster som tillhandahålls på en flygplats. Som vi diskuterat inledningsvis medför avgifter som är marginalkostnadsbaserade en bättre incitamentsstruktur. Även om man inte kan bestämma marginalkostnaderna exakt kan det ändå vara viktigt att försöka klargöra vad som är kostnadsdrivande i en verksamhet. Gällande flygplatser så är vissa kostnader snarast relaterade till flygplanens aktiviteter och då kan en enhetlig avgift tas ut oavsett storleken på flygplanet medan andra kostnader är relaterade till mängden passagerare i ett flygplan och då bör avgiften variera med storlek på flygplan. Huruvida detta sätt att resonera ligger till grund för dagens differentiering av avgifter har inte ingått i vårt uppdrag att undersöka men vi tror att det också kan vara en aspekt att studera vidare.

Avslutningsvis bör en sak betonas. Det kan te sig oseriöst att eventuella värden skall ses som indikativa och att hittills utförda studier går åt olika håll vad gäller metod och resultat. Dock skall detta främst ses som att ytterligare forskning krävs framöver kring flygplatser och dess marginalkostnader och då särskilt svenska fallstudier. Det är dessutom en naturlig följd av att det är i dagsläget svårt att erhålla lämpliga indata. Därav är det av yttersta vikt att data gällande svenska flygplatser offentliggörs för exempelvis kommande större marginalkostnadsstudier liknande de som nämnts i denna rapport såväl som att resurser i Sverige läggs på för att utföra nationella studier av detta slag.

Referenser

- ACRP (2008): **Research Needs Associated with Particulate Emissions at Airports.** ACRP Report 6. Transportation Research Board. www.TRB.org.
- Adler, N. and Berechman, Y. (2002): **Marginal Cost Pricing Approach to setting Airport Charges**, MC-ICAM, Deliverable WP 5.3 Part I.
- Ahlroth, S. (2007): **Calculating damage values for ecosystem effects in Sweden.** Slutrapport från EMFO-projekt. <http://www.pff.nu/templ/page.aspx?id=118> (081028)
- Andersson, H. and Ögren, M. (2007): **Noise Charges in Railway Infrastructure: A Pricing Schedule Based on the Marginal Cost Principle.** Transport Policy 14:3. pp. 204–213
- Bickel P., Schmid, S. and Friedrich, R. (2003): **Estimation of Environmental Costs of the Traffic Sector in Sweden.** Draft 1.3. IER, University of Stuttgart.
- Bickel P. and Friedrich, R. (2005): **Externalities of Energy – Methodology 2005 Update.** European Commission EUR 21951. <http://www.externe.info>
- Bickel, P., Friedrich, R., Link, H., Sterwart, L. and Nash, C. (2006a): **Introducing Environmental Externalities into Transport Pricing: Measurement and Implications**, Transport Reviews, 26(4): pp. 389–415.
- Bickel P. Sieber, N. and Kummer, U. (2006b): **Marginal environmental cost case studies for air and water transport. Version 1.** GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation), Funded by Sixth Framework Programme. FP6-2003-TREN-2
- Bickel, P., Jordans, M., Martín, J.C., Meersman, H., Monteiro, F., Pauwels, T., Román, C., Ruijgrok, C., Sieber, N., Socorro-Quevedo, P., Van de Voorde, E., Vanelslander, T. and Voltes-Dorta, A. (2006c): **Marginal cost case studies for air and water transport**, Deliverable 4 of GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation), Funded by Sixth Framework Programme, ITS, University of Leeds, Leeds, October 2006.
- Bonsall, P., Link, H., Toepel, K., Ricci, A., Enei, R., Martin, J.C., Román, C., Voltes, A., Meersman, H., Pauwels, T., Van de Voorde, E. and Vanelslander, T. (2006): **Information requirements for analysis of optimal complexity**, Deliverable 2 of GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation), Funded by Sixth Framework Programme. ITS, University of Leeds, Leeds. March 2006.
- Carlsson, F. (2003): **Airport Marginal Cost Pricing: Discussion and Application to Swedish Airports**, International Journal of Transport Economics 30.
- Commission of the European Communities (2008): **Strategy for the internalisation of external costs.** COM(2008)435final
- De Smet, L., Devoldere, K. and Vermoote, S. (2007): **Valuation of air pollution ecosystem damage, acid rain, ozone, nitrogen and biodiversity – final report.** ARCADIS ECOLAS. Project ENV.C.5/SER/2006/0114r commissioned by European Commission, DG Env.
- Economist (2008): **Hemmed in at Heathrow**, The Economist, pp. 73–76.
- Friedrich, R. and Bickel, P. (2001): **Environmental External Costs of Transport.** Springer Verlag.

- 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.
- Lagner, J., Bergström, R., Nerhagen, L. and Forsberg, B. (2005): **Economic valuation of environmental effects of NO_x -emissions from air traffic at different altitudes. Final report.** SMHI Dnr 2004/2017/1934. Swedish Meteorological and Hydrological Institute.
- Link, H. and Nilsson, J-E. (2005): **Infrastructure**, I Measuring Social Cost of Transport Research in Transportation Economics, vol 14, pp. 49–83. Elsevier.
- Luftfartsverket (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. CE <http://ec.europa.eu/transport/costs/indexen.htm>.
- Martín, J.C., Román, C. and A.Voltes-Dorta (2006a): **Social Marginal Costs in Airports**, GRACE – WP 2.2.
- Martín, J.C., Román, C., Socorro-Quevedo, P. and A.Voltes-Dorta (2006b): **Congestion and Scarcity Costs in Airports**, GRACE – WP 2.3.
- Martín, J.C. and Voltes-Dorta, A. (2008): **Optimal Airport Pricing Policies: A Comparison Between Actual Charges and Marginal Costs Estimations.** Opublicerad uppsats.
- Mayeres, I., Proost, S., Quinet, E., Schwartz, D. and C.Sessa (2001): **Alternative Framework for the Integration of Marginal Costs and Transport Accounts**, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 4. Funded by 5th Framework RTD Programme, ITS, University of Leeds, Leeds, May 2001.
- Nerhagen, L., Johansson, H. och Andelius C. (2003): **Marginalkostnadsberäkning av luftburna föroreningar från fordon – problem med differentiering, interdependens och variabilitet.** VTI notat 35-2003. www.vti.se
- Nerhagen, L., Bergström, R., Eneroth, K., Forsberg, B. and Johansson, C. and Andelius C. (2008): **The external health cost of emissions in the Stockholm area – an investigation into harmfulness, sources and the geographical dimension of their impact.** Kommande VTI-rapport från EMFO-projektet TESS.
- Nilsson, J-E. (2003): **Marginal cost pricing of airport use: The case for using market mechanisms for slot pricing**, VTI notat 2A-2003.
- Nombela, G., de Rus, G. and O.Betancor (2002): **Evaluation of Congestion Costs for Madrid Airport (1997-2000)**, UNITE-WP7: User Costs and Benefits Case Study 7i.
- Otterström, T., Hämekoski, K. and Anton, P. (2003): **Estimation of Environmental Costs of Aircraft LTO Emissions – Pilot Study.** Final Report. 60K04237-Q090-002d. Electrowatt-Ekono. Jakko Pöyry Group.

Van Praag, B.M.S and Baarsma, B.E. (2005): **Using Happiness Surveys to Value Intangibles: The Case of Airport Noise.** The Economic Journal 115. pp. 224–246.

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportssystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulator teknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.



HUVUDKONTOR/HEAD OFFICE

LINKÖPING

POST/MAIL SE-581 95 LINKÖPING

TEL +46 (0)13 20 40 00

www.vti.se

BORLÄNGE

POST/MAIL BOX 760

SE-781 27 BORLÄNGE

TEL +46 (0)243 446 860

STOCKHOLM

POST/MAIL BOX 55685

SE-102 15 STOCKHOLM

TEL +46 (0)8 555 770 20

GÖTEBORG

POST/MAIL BOX 8077

SE-402 78 GÖTEBORG

TEL +46 (0)31 750 26 00