

# VU Research Portal

## **Airport pricing policies: airline conduct, price discrimination, dynamic congestion and network effects**

Silva Montalva, H.E.

2015

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Silva Montalva, H. E. (2015). *Airport pricing policies: airline conduct, price discrimination, dynamic congestion and network effects*. Tinbergen Institute.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Samenvatting (summary in Dutch)

Luchtvaart speelt al decennia een zeer belangrijke rol in de economie en in het dagelijks leven. Luchtvaart is een essentieel onderdeel van verschillende economische activiteiten; bedrijven, huishoudens, toerisme en handel zijn in belangrijke en groeiende mate afhankelijk van luchtvaart. Sinds 1980 is het aantal passagiers in de luchtvaart meer dan verviervoudigd. Alle luchtvaartmaatschappijen gezamenlijk hebben in 2012 meer dan 3 miljard passagiers vervoerd ATAG (2014). Een keerzijde van deze groei is dat vertragingen nu een acuut probleem vormen voor luchthavens wereldwijd. Zo schatten Ball et al. (2010) dat de kosten van vertragingen in de luchtvaart in de VS alleen al in 2007 \$16.7 miljard voor passagiers en \$8.3 miljard voor luchtvaartmaatschappijen bedroegen. Het is dus niet meer dan logisch dat beleid gericht op het verminderen van luchthavencongestie kan rekenen op een toenemende belangstelling van overheden, beleidsmakers en onderzoekers.

Inmenging van de overheid in deze markt wordt deels gemotiveerd doordat congestie en vertragingen een uiting zijn van negatieve externaliteiten. Deze externaliteiten worden veroorzaakt doordat er kosten zijn van vliegen die niet worden betaald door de passagier, en kosten van congestie die niet worden betaald door de desbetreffende luchtvaartmaatschappij. Een extra vlucht of passagier verhoogt de reistijd, en de daar bijhorende kosten, voor andere vluchten en passagiers door interacties op de start- en landingsbaan, in het luchtruim, in de security zones, of op de gates. Deze externaliteiten worden congestie externaliteiten genoemd. Er zijn ook andere negatieve externaliteiten in deze markt: geluidsoverlast, luchtverontreiniging, en de uitstoot van broeikasgassen zijn de belangrijkste voorbeelden. Sinds Pigou (1920) en Knight (1924) deze zogenoemde congestie-externaliteiten hebben benoemd voor het wegverkeer, weten we dat deze vorm van marktfalen leidt tot niet optimale marktevenwichten waar, in het niet gereguleerde evenwicht, consumptie (het aantal trips) hoger is dan optimaal.

In de literatuur worden mogelijke oplossingen voor de toenemende congestie op luchthavens intensief bediscussieerd. De belangrijkste alternatieven zijn: het uitbreiden van de capaciteit, het sturen op het totaal aantal vluchtbewegingen via slotcoördinatie, en het invoeren van congestieheffingen. Dit proefschrift behandelt voornamelijk dit laatste alternatief. Het proefschrift heeft tot doel om, vanuit welvaartsperspectief, optimale luchthavenheffingen te bestuderen rekening houdend met congestie-externaliteiten en uitoefening van marktmacht door luchtvaartmaatschappijen. Met andere woorden, wat is de rol van prijsbeleid om congestie aan te pakken als luchtvaartmaatschappijen geen prijsnemers zijn en grote partijen de mogelijkheid hebben om prijzen en congestie te beïnvloeden? Om efficiënt prijsbeleid te onderzoeken, modelleert dit proefschrift zowel het keuzegedrag van reizigers als het strategisch gedrag van luchtvaartmaatschappijen.

Aan de hand van verschillende theoretische modellen worden uiteenlopende onderzoeksvragen beantwoord. Het onderzoek geeft richtlijnen voor overheden en beleidsmakers over hoe congestie-heffingen in de luchtvaart kunnen bijdragen aan het maximaliseren

van welvaart. Naast heffingen worden ook andere beleidsopties besproken, zoals het direct reguleren van de netwerkkeuze van luchtvaartmaatschappijen en het al dan niet toestaan van prijsdiscriminatie op luchthavens. De numerieke analyses in het proefschrift helpen het begrip van de theoretische resultaten te verscherpen, waarbij de kalibratie van deze numerieke modellen zo goed mogelijk de werkelijke markten beschrijft.

Dit proefschrift onderstreept de rol die luchtvaartmaatschappijen hebben bij het tot stand komen van optimale heffingen: via het opstellen van vluchtschema's, waarin elke keuze een afweging is tussen vertraging en congestie of een afwijking van de optimale geplande aankomst- en vertrektijd, beïnvloeden luchtvaartmaatschappijen dit proces. Dit proefschrift beschrijft ook de beleidsimplicaties van het gebruik van verschillende veronderstellingen over de structuur van de luchtvaartmarkt, zoals Cournot (1838), Bertrand (1883) of von Stackelberg (1934) concurrentie, en de rol van verschillende prijsinstrumenten om het welvaartsoptimum te bereiken, zoals tijdsafhankelijke, tijdsafhankelijke, heffingen per vlucht en per passagier.

Hoofdstuk 2 analyseert congestieheffingen op een door één luchtvaartmaatschappij gedomineerde luchthaven aan de hand van Vickrey's (1969) knelpuntmodel van congestie: het zogenaamde *bottleneckmodel*. In tegenstelling tot de bestaande literatuur combineert dit hoofdstuk een dynamisch congestiemodel en een verticaal, multi-level concurrentiemodel waarin het gedrag van luchtvaartmaatschappijen en passagiers expliciet wordt meegenomen. In een model met een Stackelberg leider en kleine prijsnemers (de *competitive fringe*), laat dit hoofdstuk zien dat er een relatie is tussen hoeveel congestie wordt geïnternaliseerd in de niet gereguleerde markt, en de mate van vraagsubstitutie tussen de leider en de *fringe*. Deze analyse breidt de bestaande resultaten op basis van statische congestiemodellen (zie Brueckner and Van Dender, 2008) uit naar een dynamische setting. Een belangrijke conclusie is dat er meerdere prijschema's mogelijk zijn die resulteren in een optimaal congestieniveau, waaronder schema's met en zonder tijdsafhankelijke heffingen. Deze schema's worden niet fundamenteel beïnvloed door de mate waarin congestie wordt geïnternaliseerd in het niet gereguleerde evenwicht. Het dynamische karakter van het model verklaart deze resultaten: het gedrag van de leider die wordt geconfronteerd met een optimaal beprijde *fringe* is volledig efficiënt in het bepalen van het vluchtschema (aankomst- en vertrektijden), maar niet in het totaal aantal vluchten. Hierdoor kan een niet-tijdsafhankelijke heffing de leider al bewegen tot efficiënt gedrag, namelijk het aanpassen van het aantal vluchten. Tijdsafhankelijke heffingen leiden niet tot een verstoring in het opstellen van vluchtschema's, waardoor deze heffingen ook resulteren in het welvaartsoptimum.

Dit hoofdstuk biedt meerdere nieuwe beleidsinzichten. De analyse laat zien dat beleidsmakers een diverse set van optimale heffingen kunnen hanteren om het welvaartsoptimum te bereiken op luchthavens met één dominante luchtvaartmaatschappij en meerdere kleinere concurrenten. Deze verschillende schema's van heffingen verschillen zowel in de mate van differentiatie tussen de leider en de *fringe*-maatschappijen, als in de resulterende heffingsopbrengst voor de overheid. De regulator kan dus het schema van heffingen kiezen dat past bij haar doelstellingen en daarmee, mogelijkerwijs, de implementatie vereenvoudigen. Hoofdstuk 2 laat verder zien dat de beleidsimplicaties die worden verkregen uit statische modellen significant anders kunnen zijn dan die welke volgen uit dynamische modellen. Terughoudendheid is van belang op het moment dat resultaten en

beleidsinzichten gebaseerd op statische modellen worden toegepast op luchthavens waar congestie een duidelijk dynamisch karakter heeft, bijvoorbeeld doordat aankomende (of vertrekkende) vluchten op een *first-in first-out* (FIFO) basis worden afgehandeld. Dit FIFO principe geldt bijvoorbeeld op luchthavens zonder slotcoördinatie.

Hoofdstuk 3 is een uitbreiding op hoofdstuk 2, en kijkt naar de simultane beslissingen van luchtvaartmaatschappijen betreffende hun vluchtschema's. Dit hoofdstuk analyseert de eigenschappen van het evenwicht in het Vickrey *bottleneckmodel* in het geval dat elk bedrijf een substantieel deel van de totale vraag bedient. Bedrijven kiezen simultaan hun vertrekschema's voor hun eigen vloot en elk bedrijf internaliseert hierbij de congestie die elk van zijn vliegtuigen veroorzaakt op alle andere vliegtuigen. De analyse laat zien dat als bedrijven homogeen zijn, een Nash evenwicht in pure strategieën niet hoeft te bestaan. Als het evenwicht wél bestaat, is het een evenwicht waarin geen vertragingen bestaan. In het standaard *bottleneckmodel* met atomistische gebruikers, is het bestaan van een Nash evenwicht in pure strategieën aan te tonen onder relatief algemene veronderstellingen (zie Lindsey, 2004). Met andere woorden, in markten met congestie en grote bedrijven is het dynamisch gedrag fundamenteel anders dan in markten met atomistische gebruikers. Dit laat nogmaals zien dat beleidsaanbevelingen rekening moeten houden met zowel de dynamische context als met de marktstructuur. Dit hoofdstuk toont aan dat wanneer een Nash evenwicht in pure strategieën bestaat, homogene bedrijven substantieel andere kosten kunnen hebben, zelfs in het welvaartsoptimum. Er is dus sprake van een verdelingsvraagstuk rond de toegang tot en het gebruik van de *bottleneck* als bedrijven marktmacht hebben en grote delen van de vraag bedienen. Zelfs als de vluchtschema's efficiënt zijn vanuit een welvaartsperspectief, kan dit verdelingsvraagstuk een reden zijn om de markt te reguleren.

Er kunnen meerdere Nash evenwichten zonder vertraging bestaan als bedrijven verschillende gewenste aankomsttijden hebben. De vluchten kunnen hierdoor eerder of later vertrekken dan sociaal optimaal is. Dus zelfs zonder vertraging in het evenwicht zijn er negatieve externaliteiten via de vluchtschema's en kan regulatie dus wenselijk zijn. Een groot gedeelte van de potentiële baten van het reguleren wordt echter al gerealiseerd door het internaliseren van de congestie-effecten op de eigen vloot. Het beprijzen van de congestie zal dus niet leiden tot hoge additionele baten; sterker nog, gelet op de kosten om een dergelijk beleid te implementeren, kan het volgens dit model zelfs zo zijn dat een *laissez-faire* beleid optimaal is.

Hoofdstuk 4 analyseert hoe luchtvaartmaatschappijen congestie internaliseren onder verschillende marktstructuren met gedifferentieerde producten: Cournot oligopolie, Bertrand oligopolie, en een Stackelberg duopolie model. In een Cournot oligopolie internaliseert een vliegmaatschappij de congestie die zij op haar eigen vliegtuigen oplegt volledig. Echter, in een Bertrand oligopolie internaliseren vliegmaatschappijen een kleiner deel van de congestie. De mate waarin eigen congestie wordt geïnternaliseerd hangt af van de substitueerbaarheid tussen de producten van de verschillende bedrijven, en daalt richting nul als de producten nauwere substituten worden. Dit houdt in dat als de markt gekenmerkt wordt door Bertrand in plaats van Cournot concurrentie de heffingen minder neerwaarts hoeven te worden aangepast vanwege zelf-internalisatie. De welvaartsverbeteringen van het beprijzen van congestie zijn dan groter; de bijbehorende optimale heffingen zijn minder gedifferentieerd; en de mate van zelf-financiering van luchthaven

infrastructuur is ook groter. Niet alleen is de efficiency van reguleren dus groter, het is ook mogelijk dat het implementeren ervan beter haalbaar is.

Hoofdstuk 4 beschrijft daarnaast de rol van heffingen per passagier en per vlucht. Een belangrijke conclusie is dat beide heffingen noodzakelijk zijn voor welvaartsmaximalisatie: de congestie-externaliteiten worden via de heffingen per vlucht beïnvloed, en marktmacht via (negatieve) heffingen per passagier (subsidies dus). Omdat de twee tegengestelde effecten (congestie en marktmacht) niet in één prijsinstrument zijn verenigd, kunnen in het *second-best* beleid—als subsidies niet mogelijk zijn, maar wel optimaal vanuit een welvaartspectief—dus alsnog heffingen worden ingevoerd voor de luchtvaartmaatschappijen. Uit de analyse blijkt dat er mogelijkheden zijn voor het implementeren van (*second-best*) congestie heffingen als subsidies niet mogelijk zijn. De efficiency van dit *second-best* beleid is groter naarmate de luchtvaartmaatschappijen betere substituten zijn en dus minder congestie zelf internaliseren, en er meer bedrijven in de markt actief zijn. De numerieke analyses suggereren dat het invoeren van congestieheffingen, onder de aanname dat luchtvaartmaatschappijen geen enkele congestie kosten internaliseren, hoge baten genereert als er daadwerkelijke verstoringen zijn als gevolg van marktmacht.

Hoofdstuk 5 biedt een analyse van het prijsbeleid voor luchthavens vanuit een andere, maar complementaire, dimensie. Dit hoofdstuk bestudeert onder welke voorwaarden het efficiënt is om luchthavens te verbieden prijsdiscriminatie toe te passen, rekening houdend met de verschillende eigendomsstructuren van luchthavens. Input prijsdiscriminatie door een private luchthaven, oftewel verschillende prijzen hanteren voor verschillende luchtvaartmaatschappijen, kan zowel de totale productie als de welvaart laten toenemen. In een vergelijkbare situatie zonder congestie, zou de geaggregeerde output niet veranderen, en de welvaart dalen als gevolg van input prijsdiscriminatie. Het bestaan van negatieve consumptie-externaliteiten maakt input prijsdiscriminatie dus meer wenselijk. Dit hoofdstuk laat ook de baten zien van prijsdiscriminatie op een luchthaven in publiek eigendom, en beschrijft onder welke voorwaarden het verbieden van prijsdiscriminatie efficiënt is voor publieke en private luchthavens. Een belangrijke conclusie is dat in veel gevallen het verbieden van prijsdiscriminatie niet wenselijk is vanuit het welvaartspectief. Dat geldt zowel voor publieke als private luchthavens. Hieruit volgt de beleidsaanbeveling dat een breed verbod op input prijsdiscriminatie, zoals door Europese regelgeving uitgevaardigd voor luchthaventarieven in heel Europa, wellicht moet worden herzien. De eigendomsstructuur van luchthavens, vooral in Europa, is geleidelijk veranderd van publiek naar privaat eigendom. In 2010, bijvoorbeeld, werd 48% van al het Europese luchtverkeer afgehandeld door volledig of gedeeltelijk geprivatiseerde luchthavens ACI-Europe (2010). In het bijzonder daar waar de privatisering van publieke voorzieningen verder toeneemt, moet het beleid rondom het verbod op prijsdiscriminatie worden herzien.

Hoofdstuk 6 bestudeert optimale luchthavencongestie heffingen vanuit het lange termijn perspectief. In dit hoofdstuk wordt de keuze die luchtvaartmaatschappijen maken ten aanzien van hun routestructuur vergeleken met de routestructuur die welvaart zou maximaliseren. De focus ligt op de vraag of in het evenwicht een efficiënte routestructuur kan ontstaan door heffingen per passagier en vlucht in te voeren. Een belangrijke uitkomst is dat luchthavenheffingen bedoeld om output inefficiënties te corrigeren niet noodzakelijk leiden tot een efficiënt evenwicht in de route structuur. Dit betekent dat een regulator dus een derde beleidsinstrument nodig heeft om de route structuur direct te reguleren.

Een andere belangrijke beleidsimplicatie is dat de informatie over de marginale baten en marginale kosten niet altijd genoeg is om het welvaartsoptimum te kunnen bereiken. De reden hiervoor is dat de discrete veranderingen in routestructuur leiden tot discrete veranderingen in welvaart. Het is mogelijk dat, om de maximale totale maatschappelijke baten van congestieheffingen op de lange termijn te realiseren, de heffingen bepaald moeten worden voor een andere dan de waargenomen routestructuur. De numerieke analyses laten zien dat, alhoewel het “verkeerde” netwerk kan ontstaan als de regulator de netwerkkeuze niet controleert, het welvaartsverlies van dit niet-optimale netwerk heel beperkt is. Dit hangt samen met het feit dat het verschil tussen het welvaart-optimale netwerk en winst-maximaliserende netwerk beperkt is. Dus, ook al is aparte routeregulering mogelijk nodig om het optimum te bereiken, het welvaartsverlies van dit niet doen is waarschijnlijk beperkt.

De belangrijkste beleidsimplicaties op basis van dit proefschrift kunnen, op basis van het bovenstaande en met het risico te veel te generaliseren, als volgt worden samengevat. Ten eerste, luchthavenheffingen per vlucht en per passagier zijn complementaire prijsinstrumenten. Er is slechts een beperkte substitutie mogelijk tussen deze instrumenten. Beleid gericht op het corrigeren van negatieve externaliteiten in markten waar bedrijven marktmacht uitoefenen, moet rekening houden met de rol die elk van de twee instrumenten speelt bij het bereiken van verschillende doelstellingen. Ten tweede, voor luchthavens waar aankomende (of vertrekkende) vluchten op een *first-in first-out* (FIFO) basis worden afgehandeld en er een duidelijke leader-fringe markstructuur is, hebben beleidsmakers keuze tussen verschillende vormen van prijsbeleid die elk leiden tot hetzelfde welvaartsoptimum. Ten derde, bij concurrentie tussen luchtvaartmaatschappijen kan het zijn dat er geen evenwicht is in aankomsttijden, of kan het zijn dat er alleen een evenwicht zonder congestie is. Dit evenwicht is dan toch nog niet optimaal omdat er nog steeds externaliteiten met betrekking tot de *schedule delay* zijn; dit geldt ook in dynamische congestiemodellen. Dit betekent dat het reguleren van de vluchtschema's in markten zonder congestie welvaart kan vergroten. Zelfs als zonder overheidsingrijpen het evenwicht efficiënt is, kan de ongelijke verdeling van kosten tussen bedrijven een reden zijn voor interventie. Een volgende beleidsconclusie is dat de mate waarin luchtvaartmaatschappijen zelf congestie internaliseren, en daarmee de mate waarin congestieheffingen ingevoerd door de luchthaven welvaartsverhogend zijn, afhangt van de markstructuur en meer in het bijzonder van de vraag of er Cournot of Bertrand concurrentie is, en in dat tweede geval hoe substitueerbaar de producten van de verschillende aanbieders zijn. Tenslotte zijn de algemene regelgeving en beperkingen rondom prijsdiscriminatie, welke gelden voor vele transport voorzieningen met verschillende niveaus van congestie en eigendomsstructuren, mogelijk niet efficiënt.