

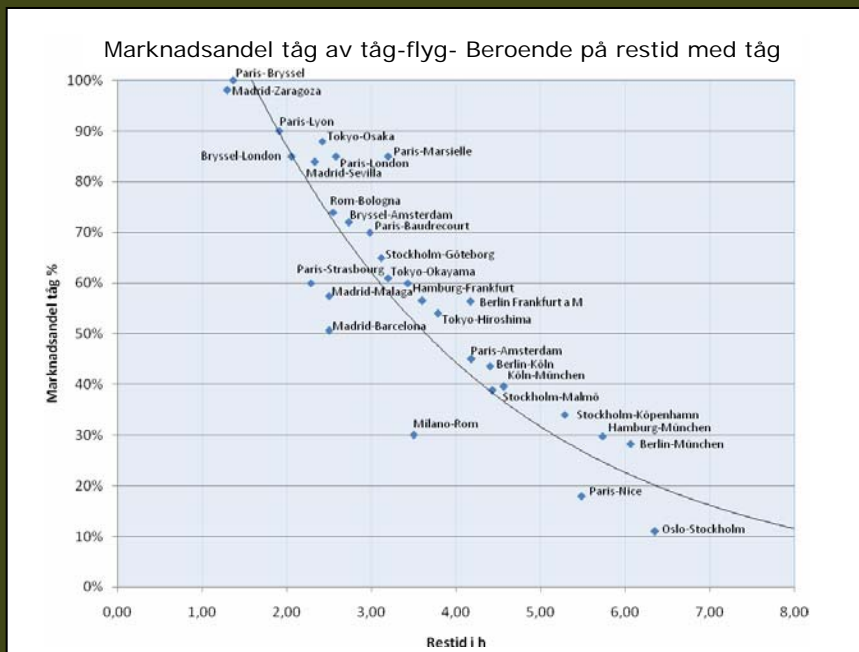


KTH Arkitektur  
och samhällsbyggnad

# Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg

Del 1: Internationell jämförelse

ANNA-IDA LUNDBERG



Rapport  
Stockholm 2011



Royal Institute of Technology (KTH)  
School of Architecture and the Built Environment  
Division of Transport and Logistics

TRITA-TEC-RR 11-001  
ISSN 1653-4484  
ISBN 978-91-85539-65-9

# Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg

## Del: 1 Internationell jämförelse

# Competition and interaction between rail and air

## Part 1: International comparison

Anna-Ida Lundberg

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)  
Avdelningen för Trafik & Logistik  
KTH Järnvägsgruppen  
2011-01-20

## Förord

Det finns ett starkt samband mellan restiden med tåg och tågets marknadsandel av tåg-flygmarknaden som kan beskrivas i form av en kurva. En sådan kurva har redovisats i många internationella studier och vist sig ha en mycket likartad form. Att ett sådant enkelt samband går att få fram beror på att restiden visat sig ha en avgörande betydelse när det gäller valet mellan tåg och flyg, till skillnad från valet mellan bil och tåg som är mer komplext.

KTH Järnvägsgrupp redovisade en kurva som byggde på internationella data år 2000. Det har emellertid visat sig svårt att få fram tillräckligt med data av hög kvalitet och därmed också göra statistiska analyser. Syftet med detta projekt har varit dels att försöka få fram aktuella tvärsnittsdata för fler relationer med snabba tågförbindelser i ett internationellt perspektiv dels att göra en tidsseriesanalys av utvecklingen av detta samband i Sverige före och efter introduktionen av snabbtåg.

Resultatet redovisas i två rapporter:

- Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg – Del 1: Internationell jämförelse
- Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg – Del 2: Tidsserieanalys i Sverige

Projektet ”konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg” har finansierats av Banverket där Eva-Lotta Löfgren har varit kontaktman. Data för tågtrafiken i Sverige från SJ har tagits fram av Ingemar Lagebäck. Projektet har genomförts av Anna-Ida Lundberg med Bo-Lennart Nelldal som projektledare. För slutsatser i denna rapport svarar KTH Järnvägsgrupp.

Stockholm 2011-01-20

*Bo-Lennart Nelldal*

Adjungerad professor

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1. Inledning.....	8
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Tidsbudgetens betydelse.....	9
1.3 Övriga faktorer .....	10
1.4 Syfte.....	11
1.5 Metod .....	11
1.6 Avgränsning.....	12
2. Litteraturstudie.....	13
2.1 Resekategorier.....	13
2.2 Elasticitet .....	15
2.3 Tidsvärden .....	15
2.4 Viktiga faktorer i valet av färdmedel.....	17
2.5 Resans längd påverkan av tågets marknadsandel.....	19
2.6 Tidigare studier av samband mellan tågets marknadsandel och restid.....	20
3. Resultat.....	22
4. Analys .....	25
4.1 Residualanalys .....	25
4.2 Jämförelse med kurvan från Transek .....	26
4.3 Jämförelse med kurvan från rapporten <i>Substitution opportunities of high speed train</i> .....	27
4.4 Restid.....	28
4.5 Analys av den relativa restiden .....	31
4.6 Turtäthet .....	33
4.7 Reskostnad .....	34
5. Samverkan mellan tåg och flyg.....	36
6. Slutsatser .....	37
7. Referenser .....	38
8. Bilagor.....	39
8.1 Modell 1.....	39
8.2 Modell 2.....	40

## Sammanfattning

Det finns ett starkt samband mellan restiden med tåg och tågets marknadsandel av tåg-flygmarknaden. Vid fyra timmars tågrestid har tåg och flyg lika stor marknadsandel som flyget, vid tre timmar restid brukar tåget dominera och vid två timmars restid kan tåget ofta ersätta flyget. Det beror på att en flygresor från city till city tar ungefär tre timmar inklusive anslutningsresor och tid på terminalen. Om tåget tar tre timmar från city till city väljer fler tåget eftersom det innebär en obruten resa där man slipper byta och ofta också är billigare. Vid två timmars restid kan de också ersätta transferresor med flyg om det finns en järnvägsstation på flygplatsen. Detta faktum ligger bakom många satsningar på snabbtåg och höghastighetståg.

Sambandet mellan restid med tåg och tågets marknadsandel av tåg-flyg-marknaden kan beskrivas i form av en kurva. En sådan kurva har redovisats i många internationella studier och visar en mycket likartad form. KTH Järnvägsgrupp redovisade en kurva som byggde på internationella data år 2000. Transek (WSP) redovisade ett statistiskt samband i form av en exponentialkurva för Sverige år 2000 som byggde på data som insamlats på ett konsekvent sätt och håller därför hög kvalitet. I övrigt har det visat sig svårt att få fram tillräckligt med data av hög kvalitet och därmed också göra statistiska analyser.

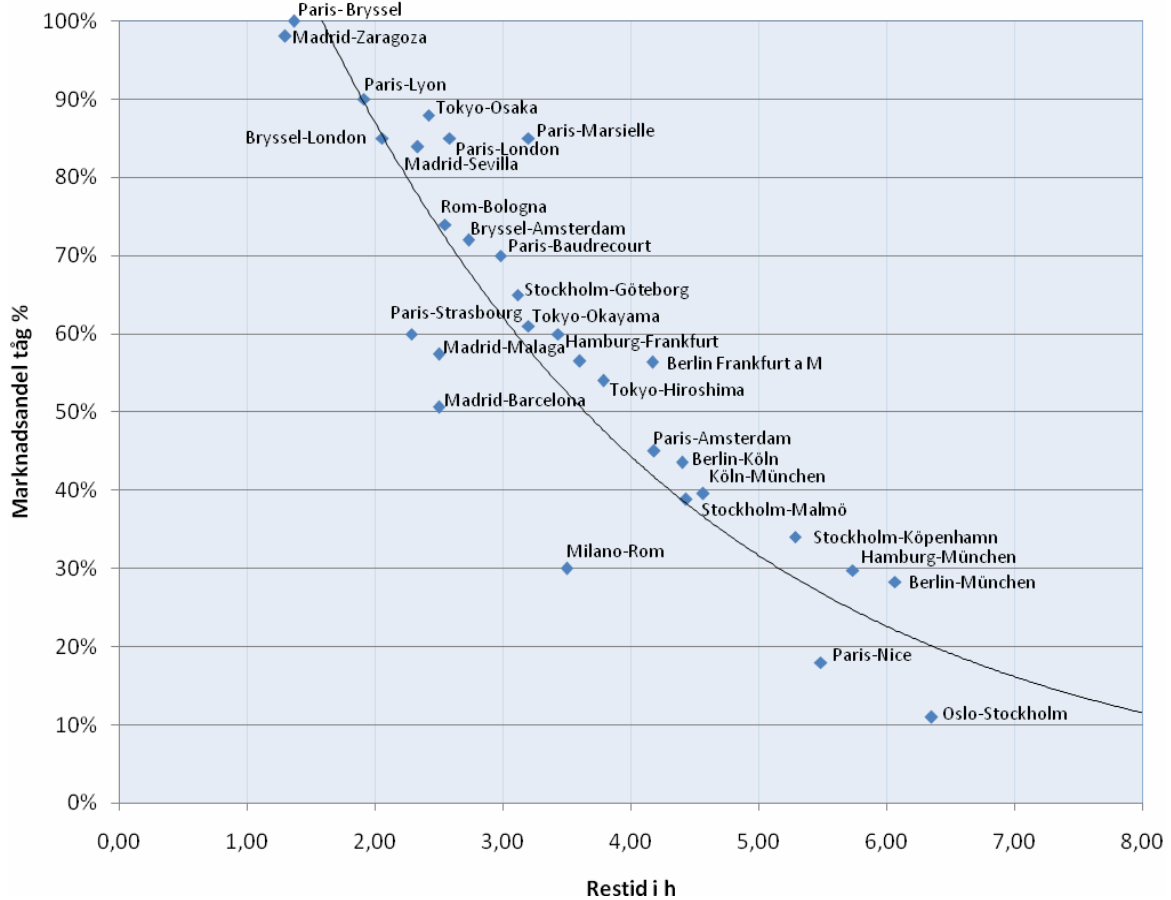
Syftet med detta projekt har varit dels att försöka få fram aktuella tvärsnittsdata för fler relationer med snabba tågförbindelser i ett internationellt perspektiv dels att ta fram ett statistiskt samband och jämföra med tidigare analyser. En litteraturstudie har också gjorts av både konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg. I en annan rapport redovisas en tidsserieanalys för Sverige 1982-2009. Mycket arbete har lagts ned på att ta fram data från olika källor. Generellt är det svårt att få tag i jämförbara data beroende på att uppgifter om antalet resenärer ofta inte är offentliga.

Ett urval av 105 tåg-flyg-relationer har identifierats i Europa och Japan som har en max hastighet på minst 200 km/h. Utav dessa har 30 relationer kunnat identifieras med marknadsandelar ur vilka en statistiskt säkerställd regressionskurva tagits fram. En exponentialkurva var den mest lämpade kurvan. Jämfört med kurvan som Transek tog fram 2002 för Sverige, är kurvan i denna rapport mer flack och har en högre marknadsandel för tåg då restiden med tåg är lång.

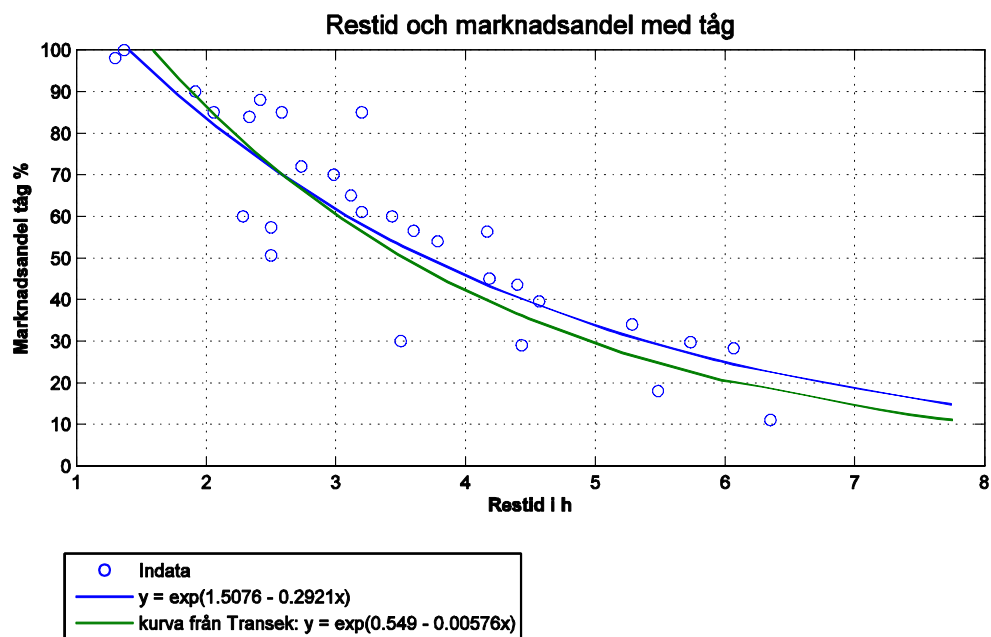
Denna analys bekräftar att det finns ett mycket starkt samband mellan tågets absoluta restid och dess marknadsandel. Även den relativa restiden mellan tåg och flyg, restidskvoten från city till city, analyserades och visade ett tydligt samband. En tredimensionell analys visade också att det fanns ett samband mellan den relativa restiden, avståndet och tågets marknadsandel. Även sambandet med tågets turtäthet och pris har undersökts men detta är svagt. Det stöds också av andra rapporter t ex. Transeks rapport och av Urbanets *Analyse Markedet for høyhastighetstog i Norge*. Slutsatsen blir att restiden från city till city är den absolut viktigaste faktorn i valet mellan tåg och flyg.

Samverkan mellan tåg och flyg kan ske i de fall det finns en station på flygplatsen. Om tåget kan ersätta flyget på kortare avstånd kan också fler destinationer erbjudas för resenären, kapacitet frigöras och utsläppen minskas. Ett problem är att genomgående biljetter och incheckning av bagage för en tåg-flyg-resa inte är löst annat än i undantagsfall. Ett exempel där en sådan samverkan sker idag är vid Frankfurts flygplats för resor till och från Stuttgart och Köln.

## Marknadsandel tåg av tåg-flyg- Beroende på restid med tåg



Figur. Marknadsandel/ tåg-flyg beroende på tågrestid i 30 relationer över hela världen.



Figur. Samband mellan tågrestid och marknadsandel för tåg av tåg-flyg-marknaden uttryckt som en exponentialkurva. Som jämförelse visas kurva framtagen för den svenska marknaden för år 2000 av Transek (WSP).

## Summary

There is a strong correlation between the train's journey time and the train's share of the rail-air market. When journey time by train is four hours, rail and air have the same market share, when the journey time is three hours the train dominates, and for a journey time of two hours the train can often replace air travel. This is because an air journey between two city centres takes about three hours including transfers and time in the terminal. If the train takes three hours from city centre to city centre, more people choose the train because it means an unbroken journey where it is not necessary to change and it is also often cheaper. In the case of two hours' journey time, they can also replace connecting flights if the airport has a railway station. This fact is the reason for the introduction of many express train and high-speed train services.

The correlation between journey time by train and the train's market share of the rail-air market can be described by a curve. Such curves have been presented in many international studies and have very similar shapes. KTH Railway Group presented a curve based on international data in 2000. Transek (WSP) presented a statistical correlation in the form of an exponential curve for Sweden for 2000 based on data collected in a consistent manner and which therefore is of high quality. In other respects it has proved difficult to obtain sufficient data of high quality and thus also conduct statistical analyses.

The aim of this project was partly to try to obtain current cross-sectional data for more routes with fast train services in an international perspective, and partly to find statistical correlations and compare these with previous analyses. A literature review was also made concerning both competition and interaction between rail and air. Another report described a time series analysis for Sweden for the years 1982 to 2009. A great deal of effort was put into obtaining data from different sources. Generally speaking, it is difficult to find comparable data because passenger numbers are often not made public.

A selection of 105 rail-air routes were identified in Europe and Japan that have a maximum speed of at least 200 km/h. Of these, 30 could be identified with market shares from which a statistically significant regression curve was produced. An exponential curve was the most appropriate type of curve. Compared to the curve that Transek presented in 2002 for Sweden, the curve in the present report is flatter and has a higher market share for trains since the journey time by train is long.

This analysis confirms that there is a very strong correlation between the train's absolute journey time and its market share. The relative journey time between rail and air, the journey time ratio from city centre to city centre, was also analysed and showed a clear correlation. A three-dimensional analysis also showed that there was also a correlation between relative journey time, distance and the train's market share. The correlation between the train's frequency of service and price was also studied but proved to be weak. This is also supported by other reports, e.g. Transek's report and Urbanet Analyse's *Markedet for høyhastighetstog i Norge (The market for high-speed trains in Norway)*, The conclusion is that journey time from city centre to city centre is by far the most important factor when choosing between train and plane.

Rail and air can interact if there is a station at the airport. If the train can replace the plane over short distances, travellers can be offered more destinations, capacity can be freed up and emissions reduced. One problem is that through-tickets and luggage check-in for a rail-air journey have not



been solved other than in exceptional cases. One example of where such interaction exists today is at Frankfurt Airport for journeys to and from Stuttgart and Cologne.

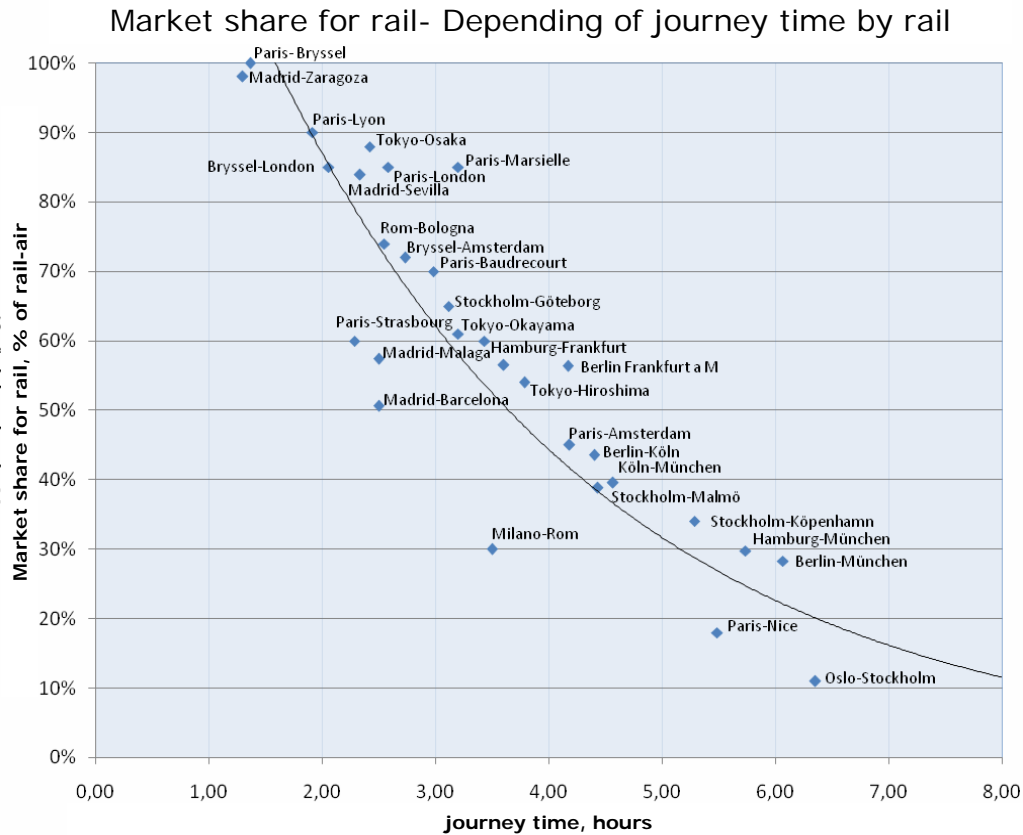


Figure: Market share/rail-air, dependent on train journey time on 30 routes around the world.

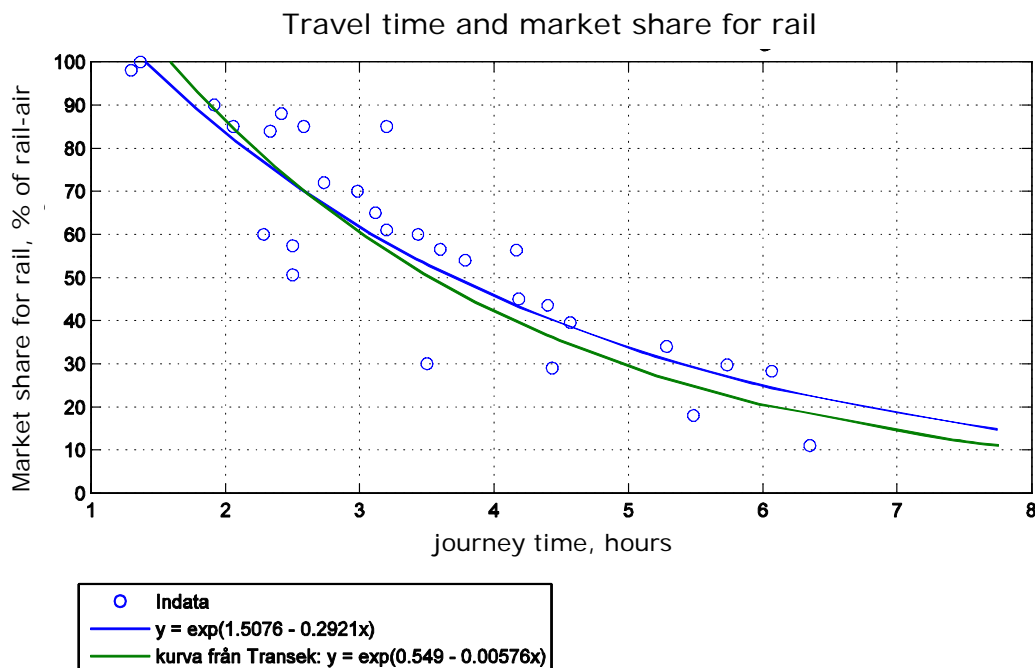


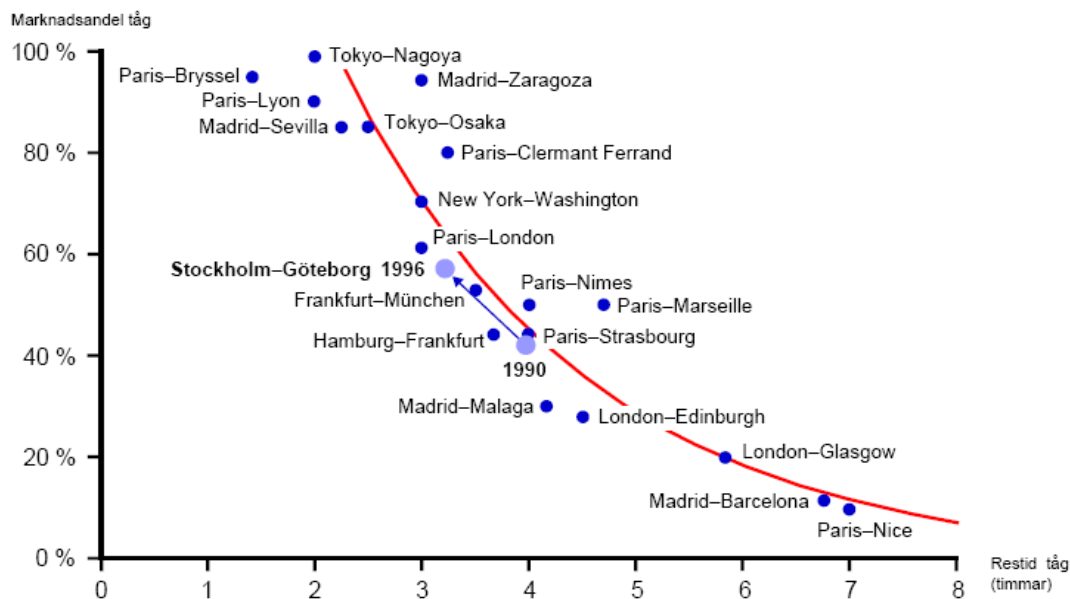
Figure: Correlation between train journey time and the train's share of the rail-air market expressed as an exponential curve. By way of comparison, the curve produced by Transek (WSP) for the Swedish market in 2000 is also shown.

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Under det senaste decenniet har det skett en kraftig utbyggnad av höghastighetsbanor i Europa. I många relationer har restiden med tåg minskat kraftigt vilket har lett till att tåget har tagit marknadsandelar från flyget. Ett tydligt exempel är relationen Paris-Lyon där marknadsandelen för flyg halverades efter öppnandet av höghastighetsbanan. Även andra faktorer såsom minskat behov av anslutningsresor och tid för incheckning av bagage har påverkat överflyttningen av resor mellan dessa transportslag.

Det har tidigare visats att det finns ett tydligt samband mellan restiden och marknadsandelarna för tåg och flyg. Nedanstående figur tog KTH Järnvägsgruppen fram omkring år 2000 och den har använts i många utredningar av höghastighetståg. I diagrammet finns en brytpunkt vid restid omkring fyra timmar där marknadsandelen för tåg och flyg är densamma, d v s 50 % vardera. Under fyra timmar i restid sker en kraftig ökning av marknadsandelen för tåg, på bekostnad av flyget. På samma sätt sker en minskning av marknadsandelen för tåg vid restider över fyra timmar.

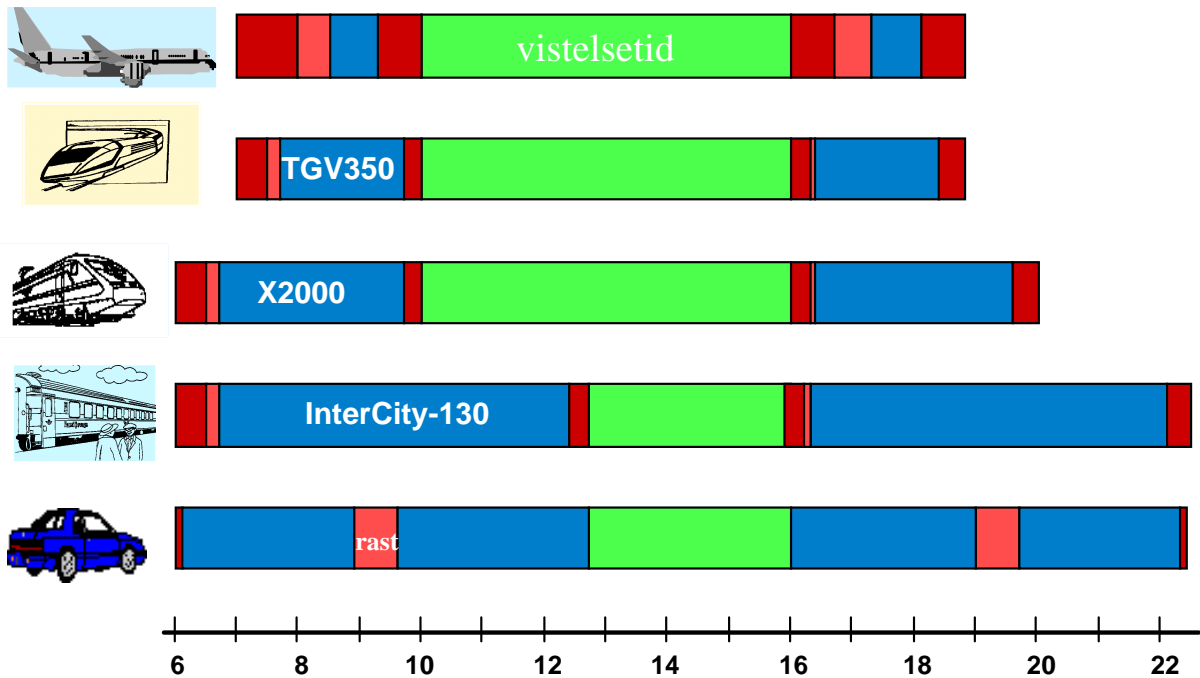


Figur 1. Samband mellan tågrestdid och marknadsandel tåg/flyg. (Data: Lopez Pita, Mathieu, SNCF, Amtrak, Troche)

Detta diagram togs fram omkring år 2000 och många nya banor har öppnats sedan dess. Dessutom har många förändringar skett i omvärlden som i viss mening har påverkat transportmarknaden. Händelsen den 11 september 2001 har gjort att säkerhetskontrollerna på bl.a. flygplatser har ökat, men har även till viss del påverkat resandet. I Spanien sker idag säkerhetskontroller i samband med resor med höghastighetståg, vilket kan bero på denna händelse. En annan trend som har påverkat marknaden är den avreglering av inrikesflyget som nu sker i många länder. Nyetablering av höghastighetslinjer har också påverkat flygutbudet samtidigt som andelen anslutningståg till flygplatser har ökat och troligtvis kommer att öka i framtiden.

## 1.2 Tidsbudgetens betydelse

En bakomliggande faktor till att en restid på ca 3 timmar betraktas som en brytpunkt är individens tidsbudgetrestriktioner. Om man ska göra en tjänsteresa över dagen och ha en rimlig tid på målorten kan inte restiden vara hur lång som helst. Om avresan från hemmet ska ske tidigast 6.00 och ankomst senast 24.00 kan tidsanvändningen studeras för olika färdmedelsalternativ. Beskrivningen avser en resa på ca 50 mil och är något förenklad, t ex förutsätts att tidsmässigt passande avgångar finns eller att det passar lika bra med olika transportmedel.



Figur 2. Tidsbudgetens betydelse för en resa över dagen på omkring 50 mil med olika färdmedel.

Med flyg kan man om man startar i hemmet 7.10 på morgonen och kommer hem 18.50 få 6 timmars arbetstid i målorten och drygt 6 timmars fritid i hemmet. Den arbetstid man kan räkna med på flyget är marginell.

Med gårdagens tåg med en genomsnittshastighet på 85 km/h kan man om man startar 6.00 komma fram till målpunkten 12.40. Det innebär att vistelsetiden i målorten begränsas till 3h 40 min. Om man startar tillbakaresan 16.00 är man hemma 22.40. Den sammanlagda fritiden blir drygt 1h. Härtill kommer att man kan sitta och arbeta på tåget. Med bil tar resan ungefär lika lång tid och det är svårt att arbeta under resan och det är också ansträngande att köra en så lång sträcka.

Med dessa förutsättningar syns tydligt att konventionella tåg och bil inte är ett reellt alternativ för långa tjänsteresor över dagen annat än i undantagsfall. Det är i stället flyget som har möjliggjort denna typ av resor utan övernattning och sannolikt härmed genererat ett stort antal nya resor, vilket är en viktig förklaring till flygets expansion.

Med en utbyggd tågtrafik i form av snabbtåg förändras emellertid förutsättningarna radikalt. Restiden reduceras så att man med start 6.00 kan få 6h sammanträdestid mellan 10-16 och vara hemma kl 20.00 Man kan arbeta under resan och man får 4h fritid i hemmet. Av detta framgår att

tåget blir konkurrenskraftigt särskilt med hänsyn till att komforten under själva resan är högre än för flyg och bil.

Med höghastighetståg kommer man ner i samma restider som flyget. Vi får därmed samma avgångs- och ankomsttider, samma fritid och dessutom arbetstid på tåget. Med dessa förutsättningar och med hänsyn till komforten blir tåget ett väsentligt bättre alternativ än flyget.

### 1.3 Övriga faktorer

För att skapa ett sammanhängande järnvägsnät och en fungerande persontrafik på järnväg i Europa krävs bl.a. ett integrerat prissystem. Det är en förutsättning (utöver kortare restider) för att tåget ska konkurrera med flyget på korta och medellånga distanser. Internetbaserade prissystem kommer alltmer och detta har redan förändrats sedan år 2000. Dessutom har många länder infört ett lågprissystem där priset varierar beroende på efterfrågan. Detta kan ha påverkat resandet med tåg och i sin tur dess marknadsandel jämfört med flyget.

En faktor som till stor del kan ha förändrat resebeteendet under de senaste åren är klimat- och miljömedvetenheten i samhället. Företag tenderar att i allt större utsträckning välja tåget som transportmedel tack vare dess relativt låga miljöpåverkan. Valet av transportmedel är en del av företagets miljöpolicy som de i sin tur har som konkurrensmedel. Figuren nedan visar en sammanställning av de förändringar som har skett under de senaste åren och som har påverkat restiden och resandet med tåg och flyg positivt och negativt.



Figur 3. Sammanställning av förändringar för flyg- och tågtrafiken i Europa de senaste åren.<sup>1</sup>

I denna rapport kommer huvudsakligen relationen mellan restid och marknadsandel för tåg och flyg att studeras. Något som dock är viktigt att komma ihåg är att det är skillnaden i restid som är avgörande för valet av transportmedel, inte de faktiska restiderna. Detta grundar sig i de teorier som

<sup>1</sup> Flygets utveckling 2008, Transportstyrelsen

finns om diskreta val där varje resenär försöker att maximera sin upplevda nytta. Om resenären enbart tar hänsyn till restiden, väljer denne det transportmedlet som har den kortaste restiden.

Något som blir allt viktigare i många länder är integration av tåg och flyg. Vid många flygplatser kan det vara fördelaktigt att erbjuda en snabb förbindelse med tåg. Ett exempel är förbindelsen mellan Frankfurts flygplats och Köln där flygbolaget Lufthansa erbjuder direkta tågresor mellan städerna. Kunden köper då biljetten för hela resan och bagage kan lastas mellan flyget och tåget direkt, vilket ger en smidig resa för kunden.<sup>2</sup>

## 1.4 Syfte

Denna rapport syftar till att ta fram data över tåg- och flygmarknaden i Europa och att analysera sambandet mellan restid och marknadsandelar för tåg och flyg. Utifrån insamlade data beskrivs konkurrensen mellan tåg och flyg för långväga resor och hur dessa transportmedel i vissa situationer kan komplettera varandra. Öppnandet av nya järnvägslinjers påverkan på restider analyseras men även dess påverkan på flygtrafiken. Eventuella samband mellan reskostnad och marknadsandel samt turtäthet och marknadsandel analyseras i projektet. Avsikten är att resultatet ska kunna användas för att göra bättre bedömningar av när tåg och flyg kan konkurrera och samverka i framtiden.

De frågeställningar som rapporten besvarar är följande:

- Vilka relationer finns där snabba tåg och flyg konkurrerar i Europa i dag?
- Vad är marknadsandelen mellan tåg-flyg av den totala tåg-flyg-marknaden i dessa relationer?
- Går det att få fram ett statistiskt samband mellan restid med tåg och tågets marknadsandel?
- Hur har marknadsandelarna för tåg och flyg förändrats från omkring år 2000?
- Vilka är de viktigaste faktorerna i valet mellan tåg och flyg?
- Kan samverkan mellan tåg och flyg öka? Vad krävs då?

## 1.5 Metod

En sammanställning av data har utvecklats i detta projekt innehållande restider, turtäthet, reskostnad, avstånd, marknadsandel och medelhastighet för både tåg och flyg. Data för restider för olika järnvägslinjer har huvudsakligen hämtats från respektive operatörs tidtabell och utifrån dessa har ett medelvärde beräknats. Uppgifter om marknadsandelar och antalet resor för de studerade relationerna har hämtats från olika artiklar, organisationer och företag. Data har i stor utsträckning hämtats från internationella kontakter bl.a. INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC. I arbetet har huvudsakligen data för år 2008 insamlats, men i vissa fall har endast data för 2005 eller 2009 varit tillgängliga. Information om antalet resande med tåg uppdelat på relationer har varit svårt att finna eftersom mycket av detta inte är offentlig statistik. Därför har mycket av dessa data hämtats ifrån olika vetenskapliga artiklar och från organisationer som arbetar med transportfrågor.

En liknande sammanställning har tagits fram för relationer i Sverige där det också finns en tidsserieanalys för perioden 1982-2009. Denna analys redovisas i en särskild rapport "Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg Del 2: Tidsserieanalys i Sverige".

Med insamlad data har restid-/marknadsandels- grafen uppdaterats men även andra grafer har tagits fram för att studera olika samband gällande reskostnad, turtäthet och marknadsandel för tåg och flyg.

---

<sup>2</sup> Givoni M, Banister D, Airline and railway integration

## 1.6 Avgränsning

Arbetet har avgränsats genom att endast ta med sträckor där järnvägen har sth  $\geq 200$  km/h. På en del sträckor varierar denna hastighet men då har den lägre hastigheten varit avgörande. Ett exempel är sträckan Nürnberg-München där vissa sträckor trafikeras med sth 300 km/h och andra med sth 200 km/h.

En annan avgränsning som har gjorts är att endast sträckor där uppdaterad data har kunnat finnas, har redovisats i rapporten. I Tyskland har det varit svårt att få fram data för 2008, eftersom dessa redovisas vart femte år enligt organisationen Statistisches Bundesamt<sup>3</sup>. Nästa redovisning sker år 2011 och därför har endast data för år 2005 kunnat insamlas.

---

<sup>3</sup> E-post med Kristina Walter, Statistisches Bundesamt, 2009-11-30

## 2. Litteraturstudie

Idag är frågan om höghastighetståg i Europa väldigt het, speciellt i Sverige där diskussionen om Götalandsbanan och Europabanan är i full gång. Det senaste decenniet har antalet resor med höghastighetståg inom Europa ökat med 16 %, jämfört med flyg (inom Europa) där ökningen endast har varit 5 % under samma period. En orsak till att resandet med höghastighetståg har ökat så kraftigt, förutom att utbyggnaden och därmed tillgången har ökat, är EU:s stöd till byggande av höghastighetsbanor. Detta eftersom höghastighetsbanor bl.a. bidrar till miljövänliga transporter och integration.<sup>4</sup>

I relationer där höghastighetsbanor har byggts, har det visat sig att konkurrensen mellan tåg och flyg har ökat och att tåget har tagit marknadsandelar från flyget. De länder som har stort resande på distanser mellan 200-800 km, i synnerhet mellan 300-600 km, är andelen resor med höghastighetståg stor. En annan förutsättning för höghastighetstågens konkurrensmöjlighet är att stora städer ansluts och avståndet är "rätt" mellan dessa. Detta är viktigt för att få ett tillräckligt marknadsunderlag och för att möjliggöra dagspendling.<sup>5</sup>

För att förstå konkurrensmöjligheterna mellan tåg och flyg är det viktigt att förstå vilka resenärer som väljer respektive färdmedel. Det är också viktigt att inse vilka faktorer som är avgörande i valet av färdmedel. Dessa kunskaper är nödvändiga för att analysera marknaden och utvärdera trafik med höghastighetståg. En annan faktor som är avgörande för tågets marknadsandel är längden på resan, d v s om det är en kortväga eller långväga resa. Följande avsnitt beskriver översiktligt vilka resenärer som kan komma att attraheras av höghastighetståg och vilka faktorer som är viktiga ur konkurrenssynpunkt.

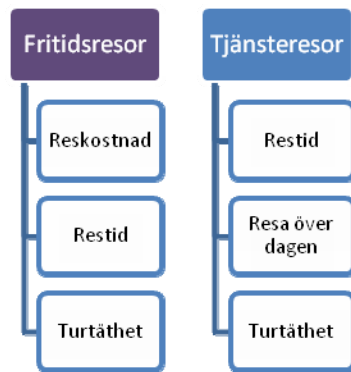
### 2.1 Resekategorier

Resenärer delas traditionellt upp i två segment; tjänsteresenärer och fritidsresenärer. Detta beror på att de i de flesta fall har olika värderingar av restid, pris, turtäthet, komfort och service.

Tjänsteresenärer tenderar att värdera korta restider högt medan fritidsresenärer är mer priskänsliga och värderar låga priser högt. En annan viktig faktor är att i de relationer som höghastighetståg kan komma att konkurrera med flyget är där resan kan ske över dagen, d v s resenären åker hemifrån på morgonen och kan vara tillbaka på kvällen. Detta är särskilt viktigt för att tjänsteresenärer ska vilja välja tåget istället för flyget som färdmedel eftersom de då slipper övernattning. En ytterligare faktor som speciellt är viktig för tjänsteresenärer är turtätheten och i synnerhet när på dygnet turerna går. För en tjänsteresenär kan viktiga avgångar vara tidigt på morgonen och omkring 17 på eftermiddagen, eftersom resenären vill hem när mötet är slut och inte tvingas vänta alltför länge till tågets avgång. Följande figur visar hur faktorer tenderar att värderas olika beroende på typ av resa.

<sup>4</sup> High-speed rail and air transport competition. Adler N, Nash C och Pels E, 2008

<sup>5</sup> Steer Davies Gleave, High speed rail: International comparisons, 2004



Figur 4. Resenärers värdering av faktorer i valet mellan transportmedel beroende på typ av resa.

Figuren ovan är endast en schematisk bild som visar hur fritidsresenärer och tjänsteresenärer tenderar att värdera och rangordna faktorer. Verkligheten är mer komplicerad eftersom faktorerna ofta beror av varandra och att resenärers värderingar skiljer sig kraftigt åt. Dessutom är det den relativa skillnaden i faktorerna som är intressant då resenären väljer transportmedel och inte det absoluta värdet. För att öka ett alternativs attraktivitet kan då inte endast den viktigaste faktorn förbättras, eftersom valet alltid beror av flera faktorer samtidigt och att det är skillnaden mellan dessa faktorer som är viktig i valsituationen.

Elasticitet är ett centralt begrepp inom transportmodeller och beskriver hur resenären värderar olika faktorer monetärt. Avsnitt 3.2 beskriver elasticitet och hur den påverkar valet av transportmedel.

För fritidsresenärer tenderar restiden inte vara en lika viktig faktor som den är för tjänsteresenärer. Fritidsresenärer är mer priskänsliga och värderar låga priser högre. Dessutom är de inte lika bundna till när på dygnet som resan görs.

Det finns några resekatgorier som ofta tenderar att välja tåg som färdmedel:<sup>6</sup>

- Äldre och yngre resenärer
- Personer utan körkort
- Låginkomsttagare

Dessa slutsatser dras i en studie av flygpassagerare i Norge, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*. Givetvis kan detta skilja i olika länder och relationer. Det kan också vara så att dessa resekatgorier i allmänhet väljer kollektiva färdmedel, eftersom de till viss del är tvungna till det.

<sup>6</sup> Urbanet Analyse Markedet for høyhastighetstog i Norge



## 2.2 Elasticitet

Elasticitet används inom transportmodeller för att beskriva hur resenären värderar olika faktorer. Ett typiskt exempel är tidsvärdet  $d$  v s hur mycket resenären är villig att betala för att få en viss förkortad restid. Elasticiteten av den procentuella förändringen av en variabel då en annan variabel ändras med 1 %. Elasticitetstalet  $\epsilon$  definieras enligt nedanstående.

$$\epsilon = \frac{dq}{dp} \cdot \frac{p}{q}$$

$\epsilon$  : elasticitet

$q$  : studerad variabel

$p$  : studerad variabel

Elasticitetstalet kan anta värden mellan -1 och 1 och beroende på värdet är den studerade varan elastisk, oelastisk eller enhetselastisk. För elastiska varor är elasticitetstalet större än 1 och den ena variabeln är då känslig för förändringar i den andra studerade variabeln. För oelastiska varor är elasticitetstalet mindre än 1 och varan är då inte känslig för förändringar i den andra studerade variabeln. För elasticitetstal lika med noll ändras varan lika mycket som den studerade variabeln. Inom transportmodeller används elasticitet främst för att bestämma resenärers värdering av restid, väntetid och priskänslighet.<sup>7</sup> Följande avsnitt beskriver tidsvärden.

## 2.3 Tidsvärden

I dagens prognosmodeller används estimerade tidsvärden för att beräkna framtidens trafik. Därefter används av SIKA fastställda tidsvärden som ligger till grund för bl.a. samhällsekonomiska kalkyler. Tidsvärdena är olika för olika resekatgorier, typ av resa och hur lång resan är. I rapporten *Kalkylvärden och kalkylmetoder* beskriver SIKA de rekommenderade tidsvärdena som ska användas i samhällsekonomiska kalkyler. Av de slutsatser som Urbanet Analyse drog i rapporten *Markedet for høyhastighetstog i Norge* var en av dessa att de tidsvärden som används i det norska modellverktyget NTM5, troligtvis borde vara högre. De tidsvärden som framkom av de underökningar som gjordes ombord på flygplan, stämde inte överens med de kalkylvärden som användes i modellverktyget. Tidsvärdena i undersökningen var ca 100 NKR högre än kalkylvärdena.<sup>8</sup>

I Sverige har SIKA fastställt värden som används för beräkningar av samhällsekonomiska kalkyler. Tabell 1 och 2 visar de senaste värden från ASEK 4 som redovisades senast 2009 och som visas i 2006 års penningvärde. Privata resor är uppdelade i regional och långväga resor till skillnad mot tjänsteresor som istället är uppdelade på färdmedel.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Button Kenneth J, Hensher David A, *Handbook of transport modelling*

<sup>8</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

<sup>9</sup> SIKA, *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4*

Tabell 1. Värdering av tid för privatresenärer i kr/h<sup>10</sup>.

	Regionala resor ( < 5 mil )	Långväga resor ( > 5 mil )
Åktid	51	102
Turintervall		
<10 min	87	42
11-30 min	28	42
31-60 min	24	42
61-120 min	15	22
>120 min	8	10
Bytestid		
alla utom flyg	102	203
Flyg	102	174

Tabell 2. Värdering av tid för tjänsteresenärer i kr/h<sup>11</sup>.

	Bil	Flyg	Tåg (långväga, > 5 mil)	Tåg (regionala, < 5 mil)	Buss
Åktid	275	275	275	275	275
Turintervall					
<60 min		211	192	244	147
61-120 min		176	134	171	147
>120 min		140	115	171	122
Bytestid <sup>12</sup>	275	275	275	275	275

I tabellerna ska åktiden multipliceras med åktidskostnaden och sedan adderas med det turintervall och bytestid som gäller för resan. För t ex en tjänsteresa med flyg med turtätheten < 60 min och restiden 1 h utan byten, blir tidsvärdet 486 kr/h. Tidsvärdet för åktiden skiljer sig kraftigt åt mellan privata och tjänsteresor trots att tidsvärdena är uppdelade på olika sätt. Åktiden värderas till 102 kr/h för långväga privatresor och för tjänsteresor värderas åktiden för långväga tågresor till 275 kr/h. Detta är en stor skillnad som beror av hur resans faktorer värderas olika för olika resor och resenärer. För tåg och flyg skiljer inte tidsvärdet för tjänsteresenärer något åt för åktiden. Däremot skiljer detta beroende på turintervall. För flyg har turintervall ett högre tidsvärde jämfört med långväga tågresor. För vidare läsning rekommenderas *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4 (SIKA)*.<sup>13</sup>

Nästa avsnitt beskriver de viktigaste faktorer som resenärer tar hänsyn till i valet av transportmedel.

<sup>10</sup> SIKA, *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4*

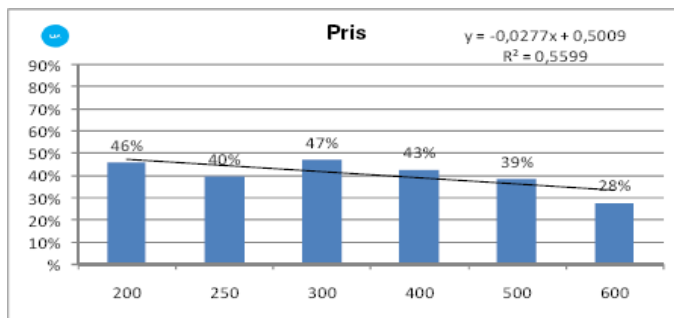
<sup>11</sup> SIKA, *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4*

<sup>12</sup> Bytestiden är beroende på vilket färdmedel som individen byter till. Läsaren hänvisas till SIKA: s rapport 1999:6

<sup>13</sup> SIKA, *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4*

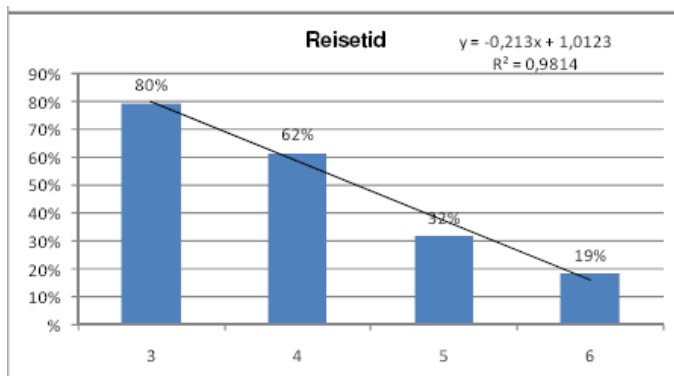
## 2.4 Viktiga faktorer i valet av färdmedel

I flera studier, bl.a. Urbanet Analyses studie *Markedet for høyhastighetstog i Norge*, beskrivs restiden som den klart avgörande faktorn i valet av tåg. Därefter kom pris och turtäthet. Studien baserades på Stated Preference-undersökningar ombord på flygplan som trafikerade olika relationer i Norge, bl.a. Oslo-Bergen och Oslo-Trondheim. Figur 5, 6 och 7 nedan visar flygpassagerares värdering av pris, restid och turtäthet i några norska relationer. Det bör påpekas att detta var en undersökning ombord på flygplan och därför kan det finnas en överrepresentation av tjänsteresenärer i Urbanet Analyses studie.



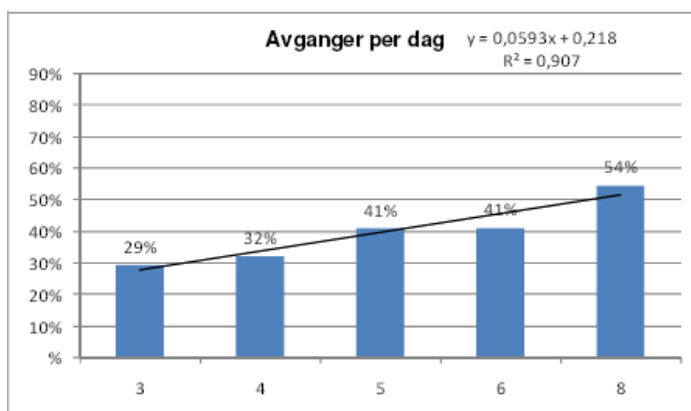
Figur 5. Flygresenärers värdering av reskostnad<sup>14</sup>.

Här visar x-axeln olika prisnivåer på en resa och y-axeln visar tågets marknadsandel



Figur 6. Flygresenärers värdering av restid<sup>15</sup>.

Här visar x-axeln olika restider för en resa och y-axeln visar tågets marknadsandel



Figur 7. Flygresenärers värdering av antalet avgångar per dag<sup>16</sup>.

Här visar x-axeln antalet avgångar per dag för resa och y-axeln visar tågets marknadsandel

<sup>14</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

<sup>15</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

### 2.4.1 Restid

Utifrån figurerna 5, 6 och 7 ses tydligt att restiden är den klart viktigaste faktorn för dessa resenärer. Det betyder att om tåget ska kunna konkurrera med flyget på medellånga och långa distanser krävs kortare restider. Denna slutsats har även dragits i Transek AB:s rapport *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg* som har analyserat resandet mellan olika relationer i Sverige med prognostiserad data ifrån Sampers.

En resa består av flera delar beroende på vilket färdmedel som väljs. För tåg består i normalfallet restiden av: väntetid innan avgång, restid ombord, bytestid och en viss bufferttid vid ankomst. För flyget består restiden förutom ovanstående av terminaltid, vilken kan vara omkring en timma. Under den tiden tillbringar resenären tiden på flygplatsen för incheckning av bagage och säkerhetskontroller. Tabellen nedan visar resultat från undersökningen *Markedet for høyhastighetstog i Norge* där några relationer i Norge studerades. Det visades att faktiska restiden ombord på flygplan motsvarade endast omkring 20 % av den totala restiden<sup>17</sup>. För tåget är denna siffra betydligt större. Det bör påpekas att Norge är ett glesbefolkat land vilket kan påverka hur långa anslutningsresorna är. I Sverige och i övriga Europa är troligtvis inte anslutningsresorna lika långa och därför är restiden ombord procentuellt sett större. Tabellen visar ändå att en flygresor är uppdelad i olika delar och restiden ombord är en del av den totala resan. Detta diskuteras mer ingående i avsnitt 4.4.

Tabell 3. Genomsnittliga restider mellan relationer i Norge uppdelat på restid, anslutningstid och terminaltid.

Tabell 2.1: Gjennomsnittlige reisetider på de ulike reiseelementene en flyreise består av, timer:minutter. Markedsundersøkelse Gardermoen 2008.

Reisetid: Timer:minutter	Trondheim	Bergen	Kristiansand	Stavanger	Totalt
Flytiden	0:57	0:52	0:50	0:50	0:53
Til flyplassen	1:00	0:54	0:57	0:55	0:57
Fra flyplassen	1:01	0:52	0:57	0:37	0:53
På flyplassen	1:15	1:20	1:11	1:11	1:15
Total reisetid	4:41	4:31	4:38	4:17	4:33
Flytid – andel av total reisetid	20 %	19 %	18 %	19 %	19 %

### 2.4.2 Turtäthet

Turtäthet kan tänkas vara en väldigt viktig faktor i valet av färdmedel. Figur 5, 6 och 7 visar dock att så inte är fallet - turtäthet kommer först som andra plats av de tre studerade faktorerna. Något som är viktigare än själva turtätheten är tidtabellanpassningen, d v s att avgången passar resenären. Detta är särskilt viktigt för tjänsteresenärer som har ett högt tidsvärde.<sup>18</sup> Utbudet av både tåg och flyg är dock nästan alltid anpassat till de viktigaste avgångstidpunkterna på dygnet.

<sup>16</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

<sup>17</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

<sup>18</sup> Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellom tåg og flyg*

### 2.4.3 Pris

Som tredje viktiga faktor i figur 5, 6 och 7 är priset. Det är intressant eftersom då är inte priset mest avgörande för tågets marknadsandel jämfört med flyget, och en del av biljettpriset kan då tänkas bekosta byggandet av järnvägen. Det bör dock påpekas att denna undersökning gjordes ombord på flygplan i Norge och att de medverkande skulle kunna ha en högre betalningsvilja.

I rapporten *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg* framkom att kostnaden har en relativt liten betydelse i valet mellan tåg och flyg. Däremot var kostnaden en allt viktigare faktor när valet istället stod mellan tåg och buss.<sup>19</sup>

### 2.4.4 Andra viktiga faktorer

Andra faktorer som också är viktiga i valet mellan tåg och flyg är: punktlighet, komfort, möjlighet att arbeta ombord, internetuppkoppling, tillgång till mobilnät, möjlighet till att läsa eller att sova/slappa av ombord. I samma studie, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*, tillfrågades flygpassagerarna om hur de kunde utnyttja tiden ombord på olika färdmedel. Resultatet av detta visas i tabellen nedan.

Kan benytte reisetiden til:	Fly	Tog	Buss	Bil
Lese	93	93	50	5
Benytte PC	27	86	17	2
Sove/slappe av	74	89	72	16
Høre på radio/musikk	45	75	67	74
Bruke mobiltelefon	3	80	66	58
Arbeide	34	84	18	3

Tabell 4. Hur de tillfrågade flygpassagerarna ansåg sig kunna utnyttja restiden ombord på olika färdmedel (i procent av totala restiden)<sup>20</sup>.

Figuren visar att stor del av resan ombord på tåget kan utnyttjas för olika aktiviteter. Eftersom höghastighetståg troligtvis kommer att attrahera tjänsteresenärer från flyget, kommer det vara en stor fördel jämfört med flyget att kunna erbjuda möjlighet att arbeta ombord på tåget. Tiden ombord på flyget upplevdes inte kunna utnyttjas lika mycket för olika aktiviteter i samma utsträckning som på tåget. Restiden i bilen kunde enligt undersökningen utnyttjas sämst för alla aktiviteter förutom att kunna lyssna på musik och radio.

## 2.5 Resans längds påverkan av tågets marknadsandel

Konkurrensen mellan tåg och flyg har tidigare visat sig vara som störst på medellånga distanser mellan 25-40 mil. På kortare distanser är den totala restiden med tåg kortare och tåget har därför högre marknadsandel på dessa resor. På längre distanser har flyget betydligt större marknadsandel och är helt dominerande.<sup>21</sup> Restiden beror väldigt mycket på avståndet, speciellt för bil och buss och flyg. För tåg kan restiden, förutom själva avståndet, bero på tidtabellen, vilken sträckning tåget går och tågtyp. Detta bör beaktas då konkurrensen mellan tåg och flyg studeras och att den faktiska restiden troligtvis har ett starkare samband än avståndet. I avsnitt 6.5 studeras sambandet mellan restid, avstånd och marknadsandel mer ingående.

<sup>19</sup> Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg*

<sup>20</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

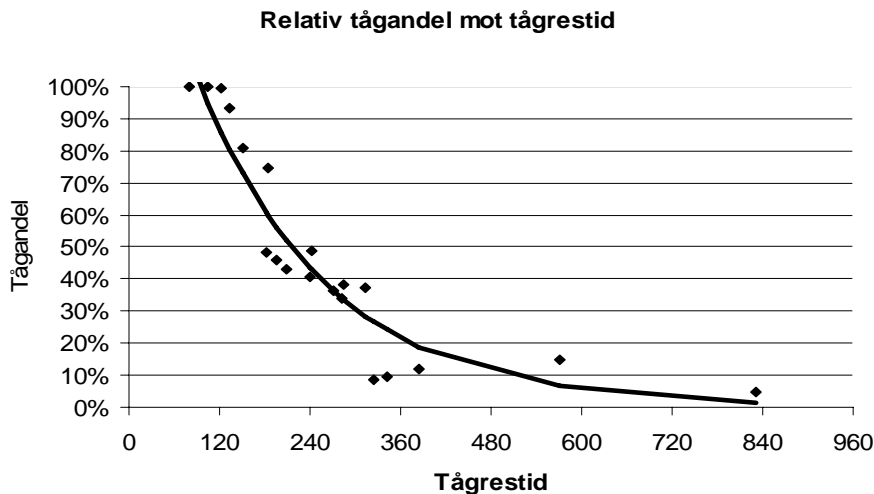
<sup>21</sup> Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellom tåg og flyg*

## 2.6 Tidigare studier av samband mellan tågets marknadsandel och restid

Det finns flera rapporter där restid och marknadsandelen för tåg och flyg har studerats. En rapport som behandlar konkurrensen mellan tåg och flyg i Sverige är *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg* som Transek tog fram 2002. En annan rapport är *Substitution opportunities of high speed train* av Peter Jorritsma som behandlar sambandet mellan restid och marknadsandel för tåg. Följande avsnitt beskriver kort dessa rapporter.

### 2.6.1 Transek AB: Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg (2002)

I uppdrag av Stockholmsberedningen tog Transek AB fram rapporten *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg (2002)* som en del i ett uppdrag bestående av fyra delar. I rapporten analyserades potentialen av överflyttning av resor mellan tåg och flyg och vilka faktorer som var viktiga i denna överflyttning. Rapporten baserades på prognostiserad data ifrån Sampers som sedan kalibrerades med data från SJ.<sup>22</sup> De resor som studerades i rapporten var resor inom Sverige med tåg och flyg. En liknande graf togs fram i rapporten (se figur 8) där ett tydligt samband mellan tågets restid och dess marknadsandel kan ses. Denna stämmer väl överens med den graf som KTH Järnvägsgruppen tog fram år 2001, se figur 1.



Figur 8. Tågandel som funktion av tågrestid i min utarbetad med data ifrån Sverige<sup>23</sup>.

I Transeks rapport delades den totala resan upp i huvudresa och anslutningsresa. Huvudresan är mellan de stora stationerna t ex. Arlanda och Landvetter och anslutningsresorna är resor till och från de stora stationerna t ex. mellan Stockholm Central och Arlanda. Utifrån detta togs två modeller fram: en för huvudresor och en för anslutningsresor. Ovanstående kurva är baserad på huvudresor och inga anslutningsresor är således med i denna graf. Det är mer jämförbart med denna rapport data eftersom inga anslutningsresor har studerats här.

Den kurva som estimerades var en exponentialkurva med följande funktionsuttryck:

$$y = e^{(0.549 - 0.00576x)}$$

Där x är tågets restid i minuter och y är tågets marknadsandel.

<sup>22</sup> Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg*

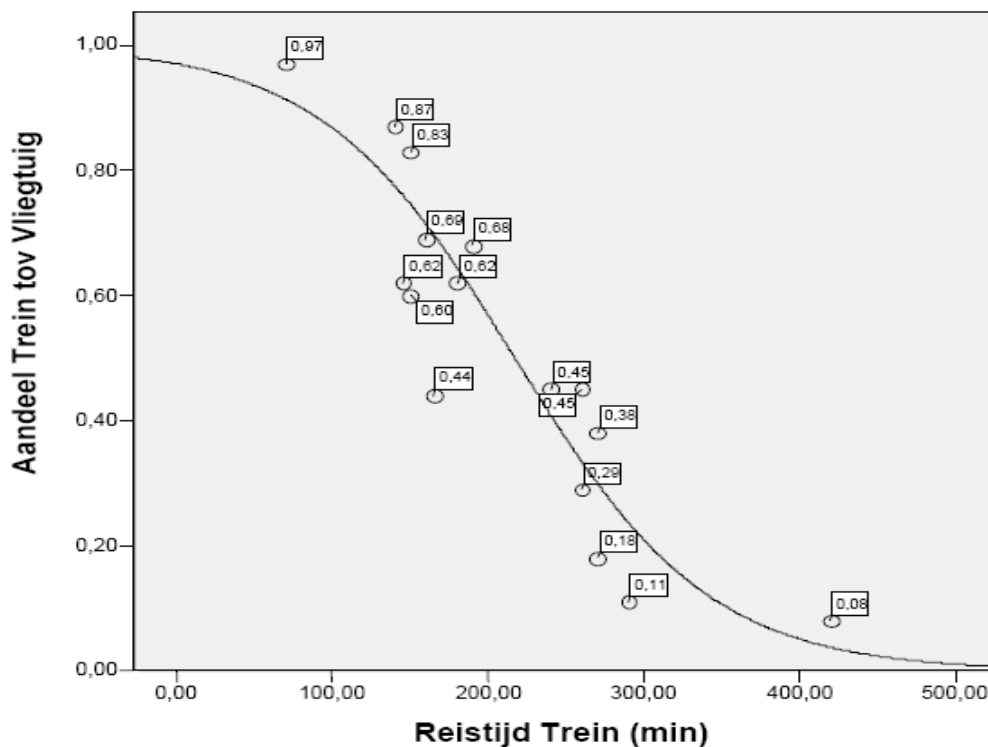
<sup>23</sup> Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg*

### 2.6.2 Peter Jorritsma (2009): Substitution opportunities of high speed train

Artikeln *Substitution opportunities of high speed train* analyserar substitutionsmöjligheterna mellan tåg och flyg i Nederländerna. Den är uppdelad i tre delar och den första delen beskriver de viktigaste konkurrensfaktorerna. Andra delen presenterar dagens marknadsandelar av några relationer i Nederländerna och hur detta utvecklas fram till 2020. Sista delen redovisar en regressionsmodell och hur marknadsandelen för tåg beror av restiden.

Enligt artikeln *Substitution opportunities of high speed train* är den viktigaste faktorn i konkurrensen mellan tåg och flyg restiden. Andra viktiga faktorer är den relativa reskostnaden jämfört med flyg, turtäthet, service, tillgänglighet till flygplatser och järnvägsstationer, tillförlitlighet av service och punktlighet. Biljettpriset för höghastighetståg visades generellt vara lägre än för flyget, vilket kan vara en orsak till att marknadsandelen för tåg är högre i vissa relationer.

I artikeln presenterades en modell som beskriver sambandet mellan tågets marknadsandel och dess restid, se figur 9 nedan. Här har en inverterad funktion använts vilket ger ett annat utseende.



Figur 9. Samband mellan restid och marknadsandel för tåg i Nederländerna<sup>24</sup>.

Kurvans funktionsuttryck:

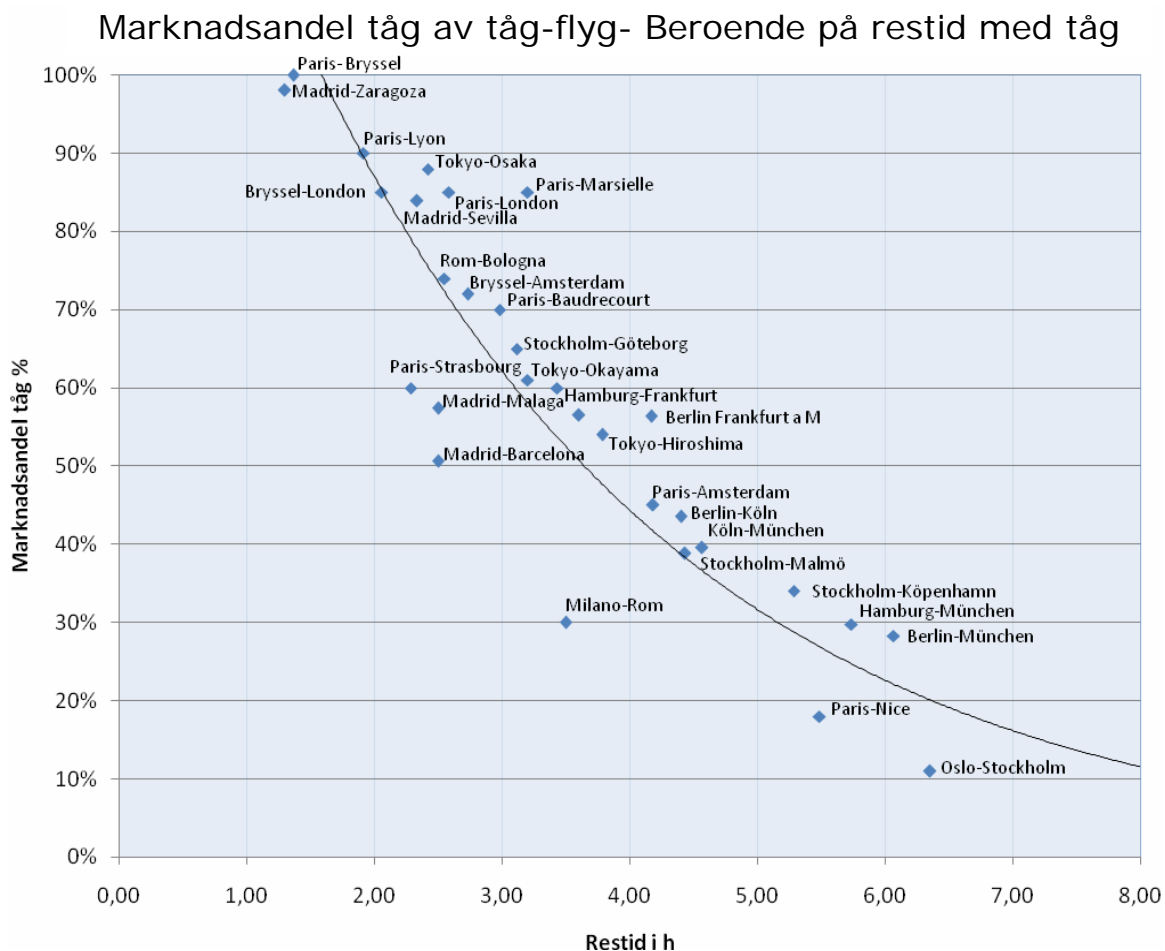
$$y = \frac{1}{(0.031 * 1.016^x) + 1}$$

I funktionsuttrycket betecknar x tågets restid i minuter och y tågets marknadsandel.

<sup>24</sup> Peter Jorritsma (2009), *Substitution opportunities of high speed train*

### 3. Resultat

I sammanställningen ingår totalt 105 relationer och alla dessa har sth < 200 km/h. Utav dessa har 30 mätpunkter kunnat identifieras med marknadsandelar. Med en konfidensgrad av 95 %, standardavvikelse av 25 % och en noggrannhet av  $\pm 10\%$  är det minsta möjliga urvalet 24 mätpunkter, utifrån den totala mängden relationer som kunnat identifieras i detta arbete. Det betyder att urvalet av dessa 105 relationer måste vara fler än 24 för att det ska vara statistiskt säkerställt och att resultatet ska kunna gälla för alla dessa 105 relationer. Figuren nedan visar sambandet mellan tågets marknadsandel och restiden med tåg.



Figur 10. Uppdaterad Marknadsandel/restids – graf. (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

Denna graf är inte helt identisk med den föregående, som KTH Järnvägsgruppen tog fram, eftersom det inte har varit möjligt att hitta data för en del av dessa relationer. Andra punkter har dock kunnat identifieras och underlaget är därför bättre än i det föregående arbetet. Det har dock skett kraftiga förändringar för några av relationerna, jämfört med föreliggande graf, se figur 1. I figuren är en trendlinje utritad och beräknad i Excel. I arbetet har denna linje även beräknats i Matlab och där får den ett annat utseende, se figur 11. Skillnaden mellan dessa beror på regressionsmetoden.

För relationen Madrid-Barcelona har det skett en tydlig förändring jämfört med grafen som togs fram omkring år 2000, se figur 1. Restiden har under dessa år sjunkit med omkring 4 timmar, vilket har

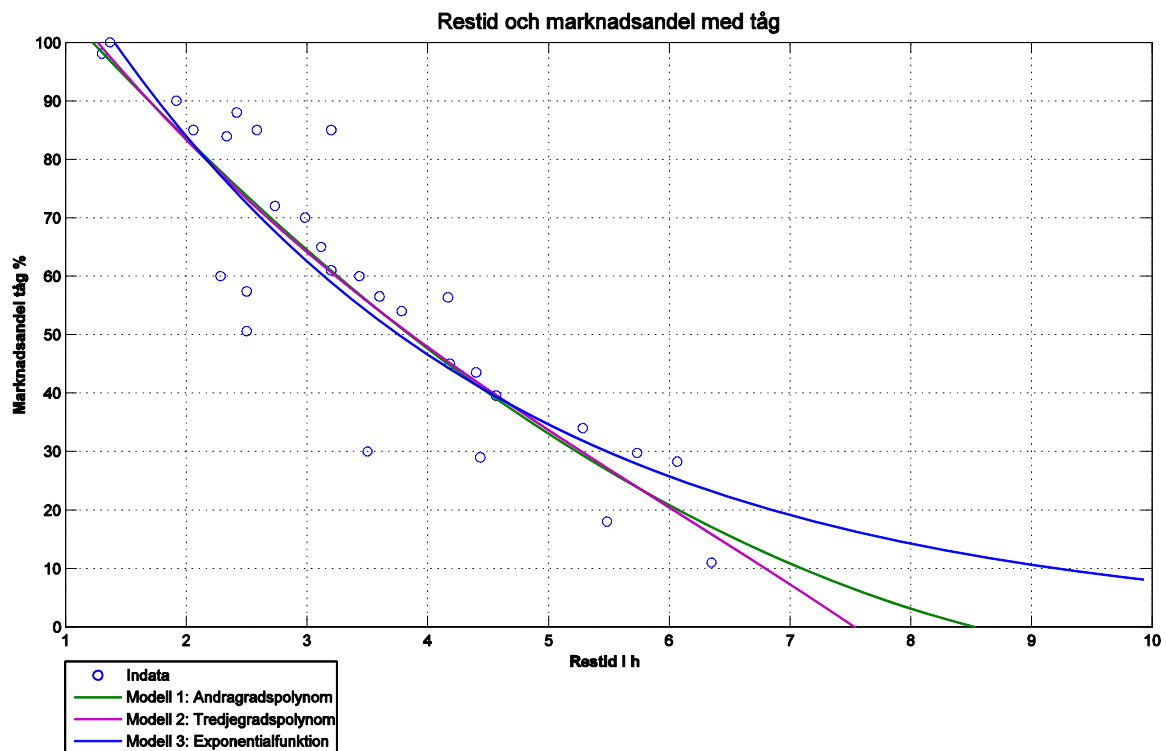


ökat marknadsandelen för tåg från 10 % till 51 %. En anledning till att marknadsandelen inte är högre är att det är en ny höghastighetsbana och att det kan tid för resenärer att anpassa sig och att ändra resbeteende. Tågpriserna på denna linje var också höga samtidigt som det fanns billiga anslutningar till flygplatserna. Det kan ta 3-5 år innan anpassning sker till stora förändringar i utbudet och innan flygutbudet reduceras för att komma i balans med efterfrågan.

Motsatsen gäller för relationen Paris-London där reskostnaden för tåg är relativt hög jämfört med flyget. Trots detta är marknadsandelen för tåg väldigt hög. Detta kan bero på att restiden med tåg är lika med den totala restiden med flyg och att tåget inte kräver några byten och anslutningsresor.<sup>25</sup>

För relationen Madrid-Málaga har det skett en stor förändring jämfört med föreliggande graf. Där har marknadsandelen ökat från 30 % till 57 % samtidigt som restiden nästan har halverats, från 4,2 h till 2,5 h. En tredje förändring som bör nämnas är Paris-London där marknadsandelen för tåg har ökat från 60 % till 85 %. Restiden för denna relation har under åren minskat från omkring 3 timmar till 2,5 timmar. I denna relation har restiden endast minskats med ca 30 min men ändå har marknadsandelen ökat väldigt kraftigt. Denna kraftiga ökning kan bero på andra faktorer förutom restid, t ex. turtäthet, komfort eller andra faktorer som kan vara svåra att mäta.

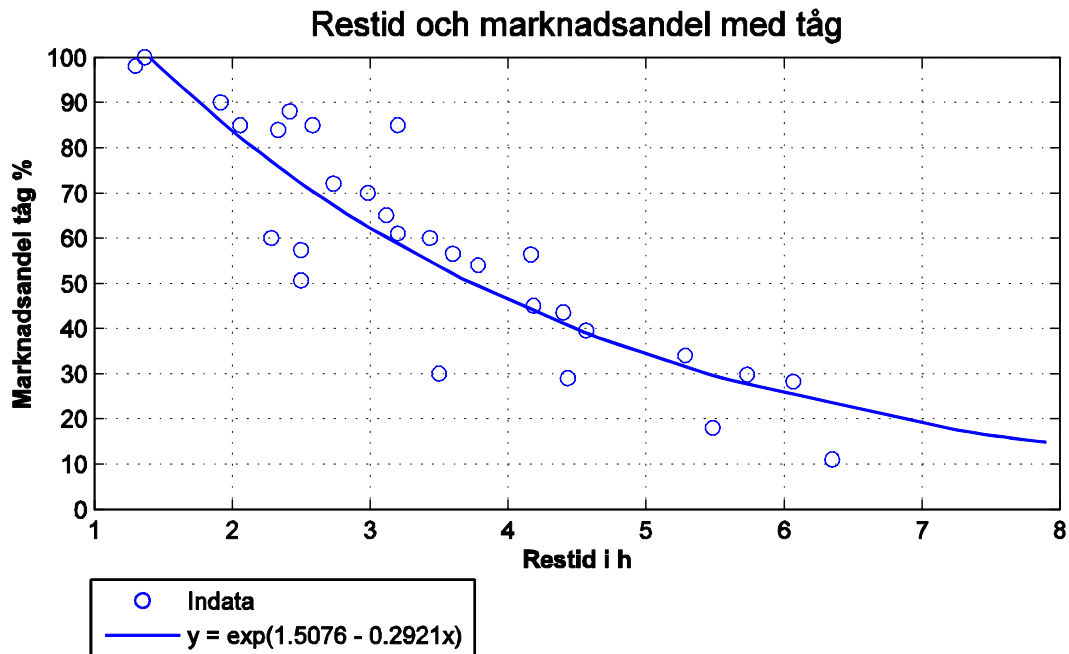
I arbetet har tre modeller estimerats: ett andragradspolynom, ett tredjegradspolynom och en exponentialfunktion. Figuren nedan visar de tre modellerna i en sammanställd graf.



Figur 11. Sammanställning av modell 1, 2 och 3.

<sup>25</sup> Peter Jorritsma (2009): *Substitution opportunities of high speed train*

Den största skillnaden mellan graferna är då att restiden med tåg är lång, mellan 5 till 8 timmar. Där är även underlaget litet och därför är osäkerheten stor i detta intervall. Utifrån statistiska tester har den exponentiella modellen valts för vidare analys. Nedan visas kurvan tillsammans med en plot av marknadsandel och restid med tåg.



Figur 12. Uppdaterad Marknadsandel/restids – graf med inlagd exponentialkurva. (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

**Kurvans funktionsuttryck:**

$$y = e^{1.5076 - 0.2921x}$$

I funktionsuttrycket betecknar  $x$  tågets restid i minuter och  $y$  tågets marknadsandel.

I likhet med den föreliggande grafen i figur 1, ligger brytpunkten (50 % marknadsandel) kvar vid ca 4 h i restid.

Tabell 5. Utvärdering av modell 1, 2 och 3.

	$R^2$	$R^2_{adj}$	$R^2_{predict}$	maxResidual_value
<b>Modell 1:</b> Andragradspolynom	0.8029	0.8160	0.7916	0.2608
<b>Modell 2:</b> Tredjegrads polynom	0.8032	0.8229	0.7919	0.2603
<b>Modell 3:</b> Exponentialkurva	0.7935	0.7935	0.7807	0.2580

I utvärderingen av de tre modellerna visades att  $R^2$ - och justerade  $R^2$  – värdena inte skiljde sig markant åt, se tabell 5 ovan. I detta fall gav modell 2 med tredjegrads polynom de högsta  $R^2$  – värdena. Trots detta valdes modell 3 (markerad i tabell 5) eftersom tredjegrads polynomet korsar x-axeln vid restiden 7,5 h vilket inte är rimligt. Ett grundläggande antagande är att marknadsandelen sjunker då restiden ökar och går mot  $+\infty$  utan att korsa x-axeln, vilket den exponentiella modellen visar. Dessutom har exponentialfunktionen använts i liknande studier och eftersom värdena i tabell 5

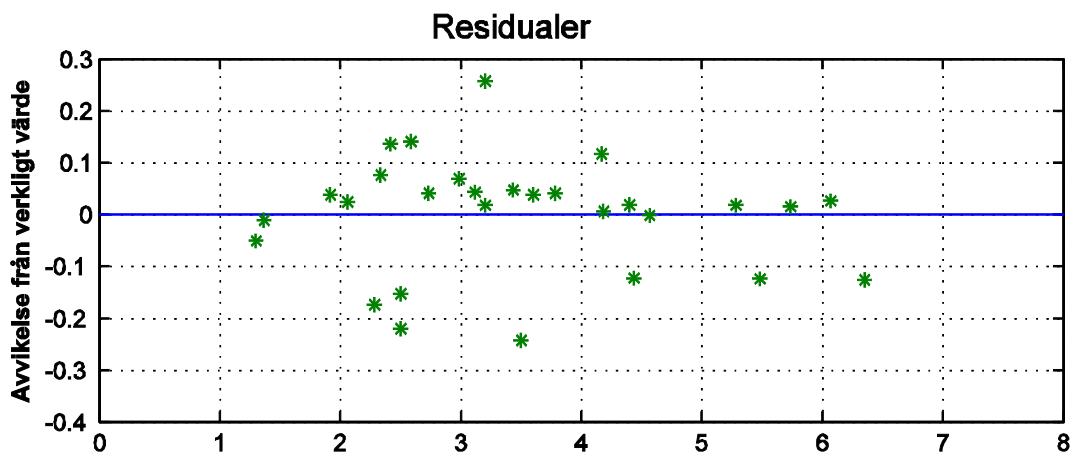
inte skiljer sig markant åt, valdes exponentialfunktionen trots att  $R^2$ -värdena är en aning bättre i modell 1 och 2.

## 4. Analys

Jämfört med den föreliggande marknadsandel/restids- grafen har flera av mätpunkterna förflyttats uppåt och till vänster. Detta beror troligen på att restiden för tåg minskat i flera relationer och att marknadsandelen på så sätt har ökat. Det finns ett starkt samband mellan tågets restid och dess marknadsandel, vilket modellen i både denna och i andra rapporter har visat.

### 4.1 Residualanalys

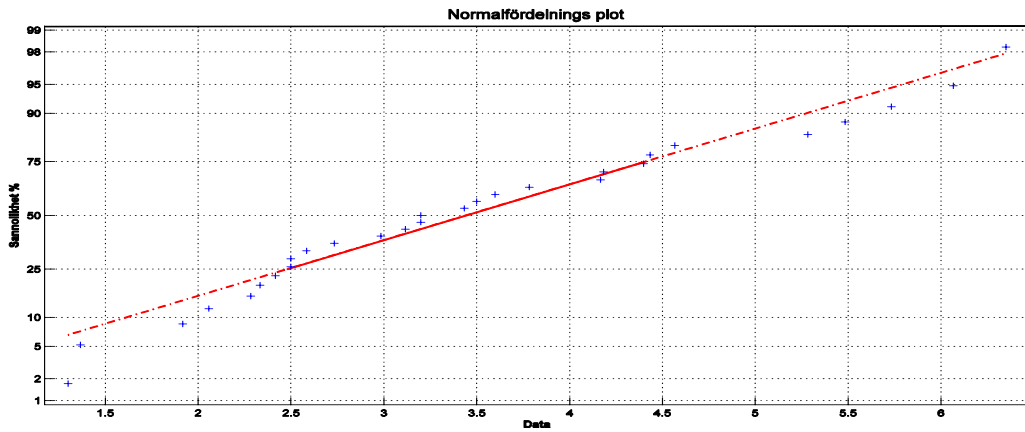
I arbetet gjordes även en residualanalys för att studera hur väl kurvan var anpassad till datapunkterna. Figuren nedan visar residualerna och en linje där en bra modell har residualvärden nära denna linje. Det största residualvärdet beräknades i samtliga modeller och dessa visas i tabell 5.



Figur 13. Residualanalys för modell 3.

Några residualer har ett något högt värde men flertalet av residualerna ligger inom intervallet -0,1-0,1. Jämfört med modell 1 och 2 har modell 3 det lägsta maxvärdet på residualerna. Det tyder på att modell 3 är bättre på att återspegla verklig data.

Residualerna antas vara normalfördelade, vilket innebär att skillnaden mellan verkligt värde och estimerat värde är fördelat enligt en normalfördelning. Ett sätt att testa om residualerna är normalfördelade är att göra en normalfördelnings-plot, se figur 14.

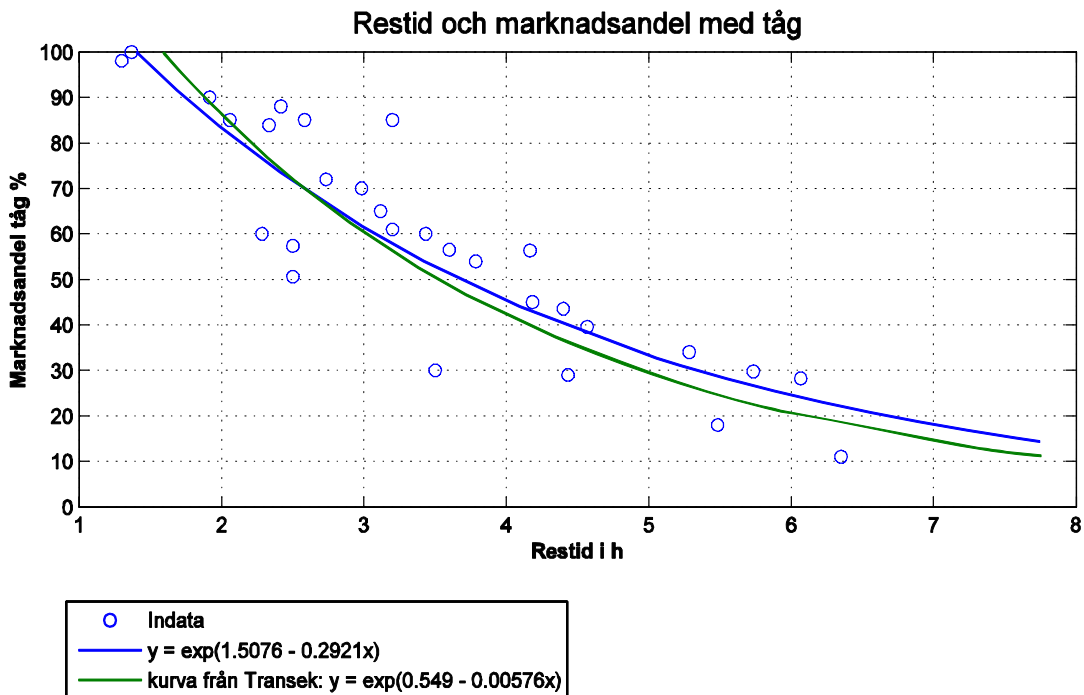


Figur 14. Normalfördelnings-plot för residualer i modell 3.

Residualerna bildar en tydligt rät linje vilket visar att residualerna är normalfördelade enligt det antagande som tidigare gjordes.

## 4.2 Jämförelse med kurvan från Transek

Nedan visas en graf med kurvan för modell 3 och motsvarande kurva från Transeks studie.



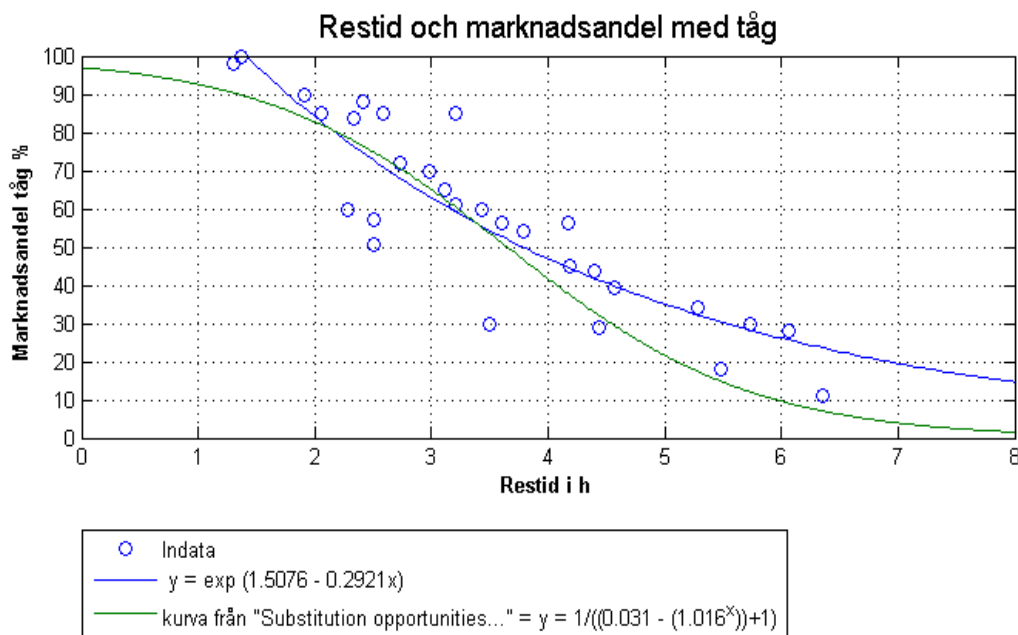
Figur 15. Uppdaterad Marknadsandel/restids – graf med inlagd exponentialkurva samt kurva från Transeks rapport "Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg". (2002) (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

Jämfört med kurvan från Transeks rapport som togs fram 2002 är denna något mer flack, vilket visar på att marknadsandelen inte ändras fullt lika mycket då restiden med tåg minskar. Det bör påpekas att Transeks kurva enbart grundar sig i data ifrån Sverige men trots detta finns det en stor likhet. Att mätpunkterna i figur 15 är något mer spridda kan bero på att data är från olika länder med olika

prissättningar och komfort. I figur 16 sker det en kraftig ökning av tågets marknadsandel vid 4 h restid där tågets marknadsandel är omkring 50 %. Vid restiden 1,5 h är marknadsandelen för tåg omkring 100 %. Jämfört med figur 15 från Transek AB är restiden för motsvarande marknadsandel, 100 %, omkring 2 h.

### 4.3 Jämförelse med kurvan från rapporten *Substitution opportunities of high speed train*

Den estimerade kurvan har jämförts med kurvan från rapporten *Substitution opportunities of high speed train*. Figuren nedan visar den estimerade kurvan med blå linje och kurvan från rapporten med grön linje.



Figur 16. Uppdaterad Marknadsandel/restids – graf med inlagd exponentialkurva samt kurva från rapporten "Substitution opportunities of high speed train" (2009). (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

Dessa kurvor skiljer sig kraftigt åt, speciellt då restiden är mellan 3,5 och 8 timmar. För restider mellan 2 till 3 timmar visar den estimerade kurvan något lägre marknadsandelar än kurvan från rapporten. För restider i intervallet 0 till 2 timmar ger den estimerade kurvan högre marknadsandelar. Den största skillnaden mellan kurvorna ligger i modellansatserna eftersom kurvan från rapporten är inverterad till skillnad mot den estimerade som är exponentiell.

Tabellen på nästa sida visar en sammanställning av dessa tre kurvor.

Tabell 6. Sammanställning av jämförbara kurvor.

	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> _adj	maxResidual value
<b>Modell 3:</b> Exponentialkurva	0.7935	0.7935	0.2580
Kurva från <b>Transek</b>	0.7732	0.7732	0.2770
Kurva från rapporten " <i>Substitution ...</i> "	0.7267	0.7267	0.2451

Tabellen visar att den estimerade modellen ger bäst resultat utifrån de insamlade mätpunkterna, vilket var ett förväntat resultat. Kurvan från rapporten *Substitution opportunities of high speed train* gav det lägsta residualvärdet (maxvärdet) vilket var ett intressant resultat. Det betyder att skillnaden mellan kurvan och den mätpunkt som ligger längst ifrån kurvan, är minst i jämförelse med de andra kurvornas residualvärden.

#### 4.4 Restid

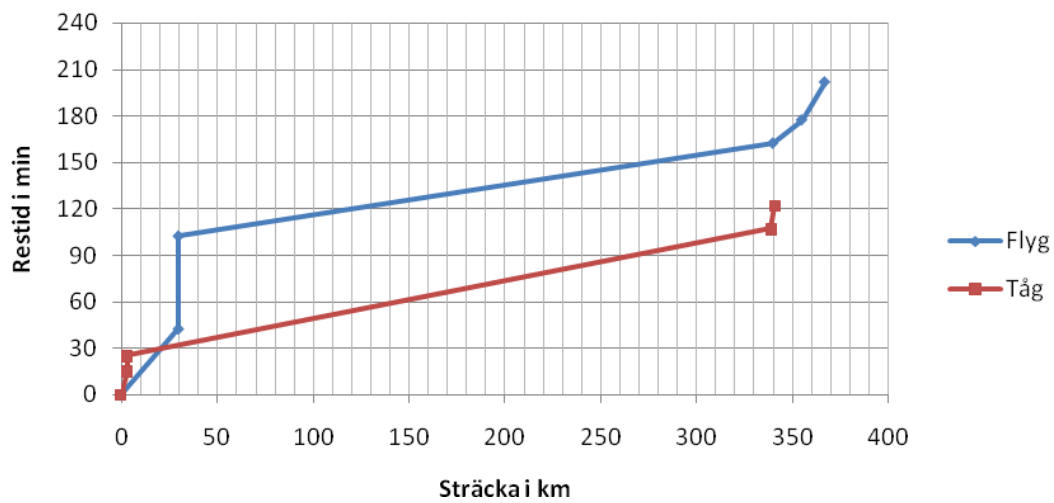
I avsnitt 3.4 framkom att restiden var den absolut viktigaste faktorn i valet mellan att resa med tåg eller flyg. Ett enkelt sätt att analysera en resa med olika transportmedel är att göra ett Väg/Tid-diagram. Utifrån den kan resan studeras utifrån hur resan delas upp i anslutningsresor och restiden ombord på transportmedlet. Detta kan sedan jämföras med marknadsandelarna för respektive transportmedel i relationen.

I detta avsnitt redovisas tre Väg/Tid-diagram för tre olika relationer "city till city" och därför har anslutningsresor tagits med i beräkningarna. Dessa visar en uppskattning av hur resan delas upp i restid och terminaltid. Detta har uppskattats med hjälp av information om anslutningsresor och terminaltid vid flygplatser som hämtats från flygplatsers hemsidor samt olika flygbolag och tågoperatörer. Terminaltiden innan resa med flyg har uppskattats till 60 min utifrån rekommendation från Arlanda<sup>26</sup>. Terminaltiden har antagits vara densamma för alla flygplatser förutom vid väldigt stora flygplatser såsom Heathrow, Brussels airport och Paris Charles de Gaulle där terminaltiden istället har antagits vara 120 min. Terminaltid vid ankomst till flygplatsen vid slutdestination har uppskattats till 15 min och för resa med tåg har terminaltiden antagits vara 10 min innan avresa.

Första exemplet nedan visar relationen Paris-Bryssel där tåget har hög marknadsandel jämfört med flyget. Av figuren framgår att den totala restiden med tåg är kortare än med flyg. Det är en av förklaringarna till att marknadsandelen för tåg i den här relationen är nästintill 100 % jämfört med flyg. Figuren visar också att terminaltiden har en stor påverkan på den totala restiden vilket gäller speciellt för flyg.

<sup>26</sup> E-post med Arlanda Business Telecom Stockholm-Arlanda Airport, 2010-01-06

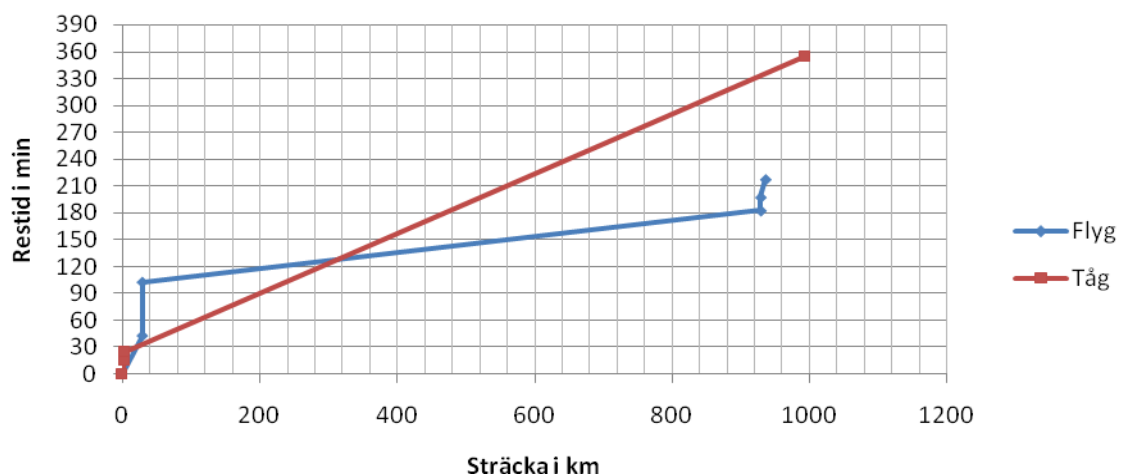
### Väg/Tid -diagram för resa mellan Paris och Bryssel



Figur 17. Väg/Tid-diagram för resa mellan Paris och Bryssel med tåg och flyg.

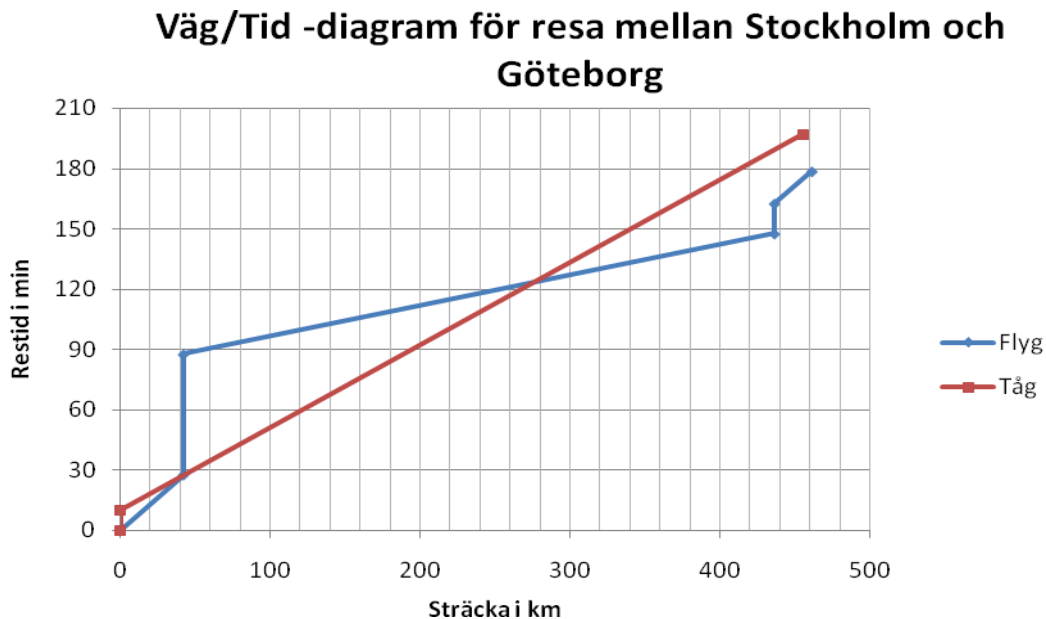
Andra exemplet visar relationen Paris-Nice där marknadsandelen för tåg är låg jämfört med flyget. Figuren ovan visar att den totala restiden med tåg är mycket lång jämfört med flyget. Det är en del i förklaringen till den låga marknadsandelen som tåget har i denna relation (18 % jämfört med 82 %).

### Väg/Tid -diagram för resa mellan Paris och Nice



Figur 18. Väg/Tid-diagram för resa mellan Paris och Nice med tåg och flyg.

Figuren nedan visar en resa med tåg och flyg mellan Stockholm och Göteborg där det har antagits att resan startar på Stockholms Centralstation och slutar på Göteborgs Centralstation.



Figur 19. Väg/Tid-diagram för resa mellan Stockholm-Göteborg med tåg och flyg. (Källa: SAS AB, SJ AB, Eniros vägbeskrivningstjänst)

I diagrammet ingår en särskild tid på flygplatsen innan flygets avgång, vilket Arlanda rekommenderar en timma för inrikesresor<sup>27</sup>. Vid ankomst till flygplatsen är terminaltiden kortare och i diagrammet ovan har den uppskattats till 15 min beroende på att det är inrikesresa och ingen utcheckning av bagage behövs. Utöver det ingår också anslutningsresor från Stockholms Centralstation till Arlanda och från Landvetter till Göteborgs Centralstation. Diagrammet visar också att den totala restiden nästan är densamma för tåg och flyg. Skillnaden ligger i att resan med tåg inte blir uppdelad, vilket gör att resenären har större möjlighet att använda resan till avkoppling eller arbete. Det visar även rapporten *Markedet for høyhastighetstog i Norge* som beskrevs tidigare i avsnitt 3.4.

Dessa exempel är inte helt exakta eftersom många faktorer spelar in och att t ex. terminaltiden vid flygplats och järnvägsstation är uppskattade och i verkligheten skiljer den mycket beroende på resans tidpunkt och andra faktorer. Ändå visar de att det inte är enbart tiden ombord på transportmedlet som är viktig utan även väntetid, terminaltid och tid för anslutningsresor.

För resor med flyg tillkommer den tid som resenären tillbringar på flygplatsen för incheckning av bagage och för säkerhetskontroller. Efter den 11 september 2001 infördes skärpta säkerhetskontroller på flygplatserna av resenärernas bagage bland annat av den mängd vätska som fick medföras i bagaget. Dessa säkerhetskontroller tog initialt ganska lång tid men har därefter snabbats upp men tids- och komfortmässigt innebär det en fördel för tåget där motsvarande kontroller inte finns. Säkerhetskontrollerna som infördes berör inte bara resenärerna utan handlar också om kontroller av de anställda och av flygplatsen i övrigt.<sup>28</sup>

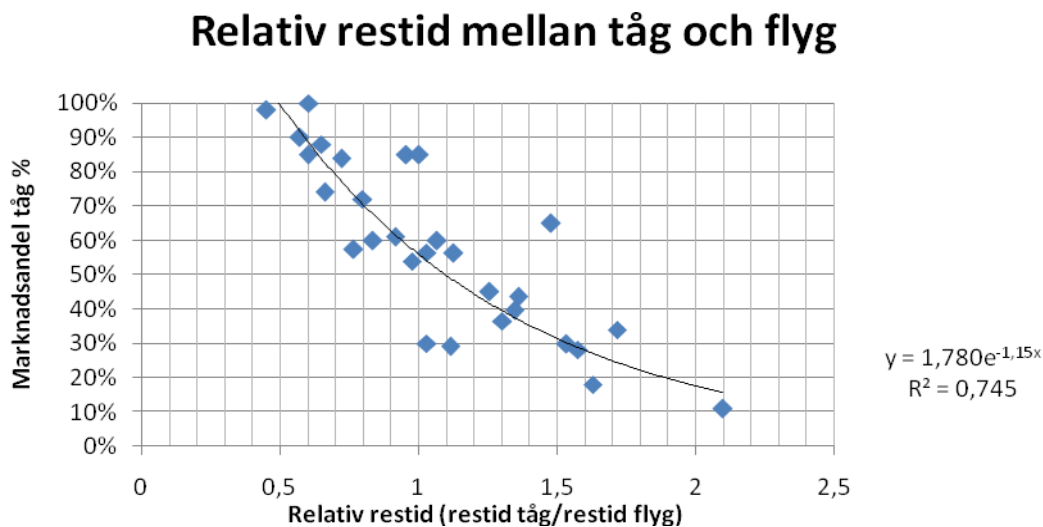
<sup>27</sup> E-post med Arlanda Business Telecom Stockholm-Arlanda Airport, 2010-01-06

<sup>28</sup> E-post med Arlanda Business Telecom Stockholm-Arlanda Airport, 2010-01-06



#### 4.5 Analys av den relativa restiden

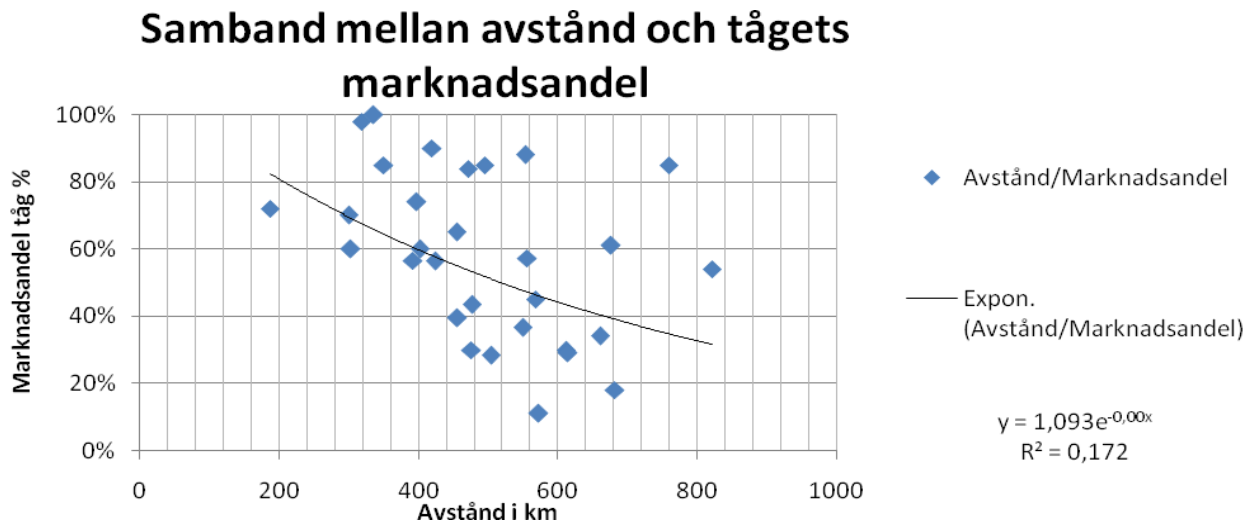
I valet mellan olika transportslag är det den relativa restiden som är avgörande och inte den absoluta restiden. Det betyder att resenären väger de olika transportmedlens nytta och (i de flesta fall) väljer det transportmedlet som har den relativt kortaste restiden. I figuren nedan ses sambandet mellan den relativa restiden mellan tåg och flyg och tågets marknadsandel. Då restiden är densamma och kvoten är 1, är marknadsandelen för tåg 55 % och flyg 45 %. Då restiden med tåg är kortare än flygets och kvoten är mindre än 1, har tåget en högre marknadsandel. Då restiden med tåg är längre än flygets är kvoten större än 1 och tågets marknadsandel är låg.



Figur 20. Samband mellan den relativa restiden (tåg/flyg) och tågets marknadsandel.

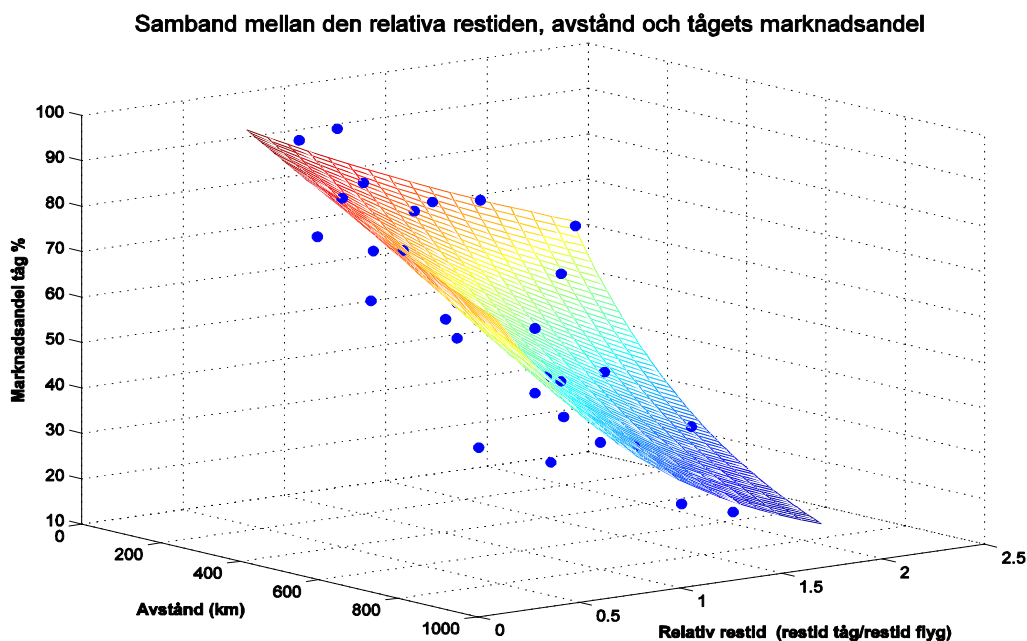
I diagrammet har det antagits att alla resenärer reser "city till city" och därför har även matarresor till och från flygplatser respektive järnvägsstationer tagits med i modellen. Eftersom det finns en mängd sätt att kombinera sin resa finns det en osäkerhet i modellen. I detta fall har det antagits att resenären åker det snabbaste transportmedlet till och från flygplatsen respektive järnvägsstationen. Detta kanske inte alltid stämmer med verkligheten. Dessutom finns en osäkerhet gällande terminaltid och väntetid.

I arbetet studerades också om det fanns ett samband mellan restid, avstånd och marknadsandel. I figuren på föregående sida visades att de relationer då flyget hade en relativt kort restid även hade ett långt avstånd. På samma sätt visades att då flyget hade en relativt lång restid och tågets marknadsandel var hög, var avståndet kort. För att analysera detta mer ingående togs nedanstående figur fram. Den visar att avståndet och tågets marknadsandel i det här fallet inte har något starkt samband.



Figur 21. Samband mellan avståndet (i km) och tågets marknadsandel.

För att analysera sambandet mellan faktorerna relativ restid, avstånd och tågets marknadsandel ännu mer ingående, togs en tredimensionell modell fram, se figur 22.



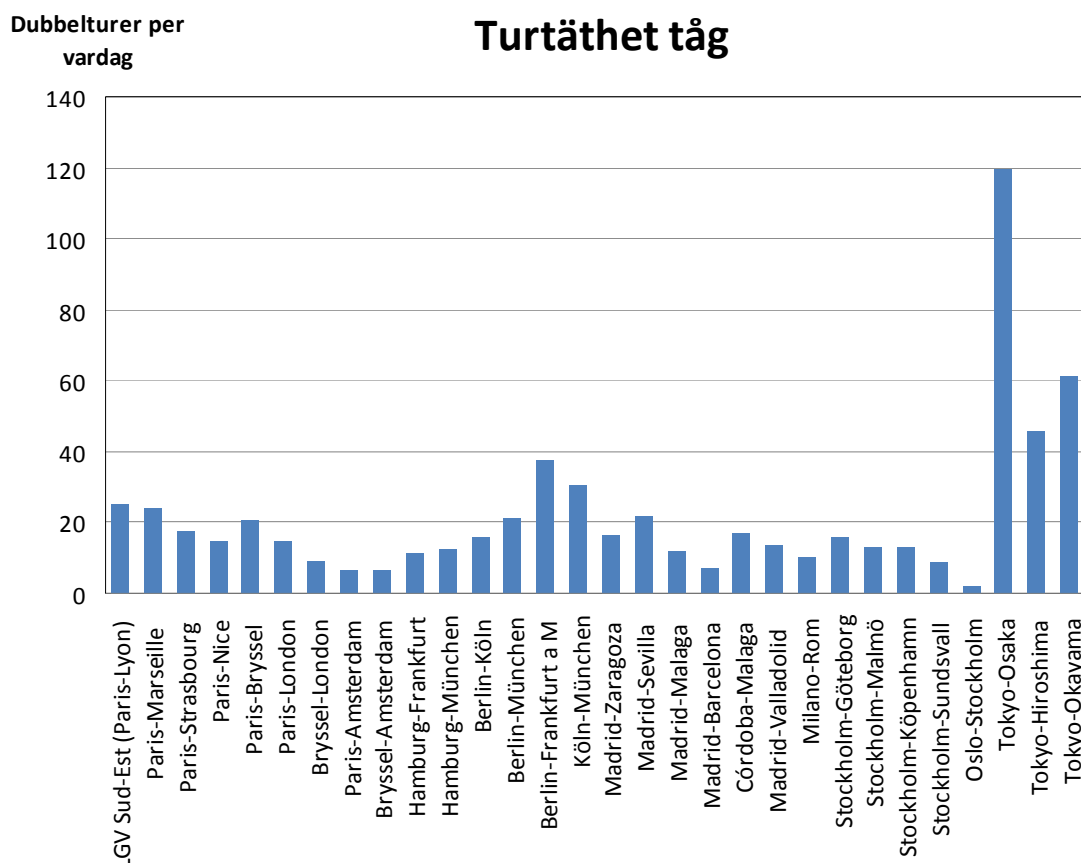
Figur 22. Samband mellan relativ restid, avstånd och marknadsandel.

Det blå området i figuren är fallet då restiden med flyg är kortare än tåget och där marknadsandelen med tåg är låg. Avståndet är långt, omkring 800 km, vilket tyder på att den relativa restiden, avståndet och marknadsandelen har ett samband. Motsvarande gäller för det röda området i figuren. Där är restiden med tåg kortare än flyget och kvoten är mindre än 1. Avståndet är kort och tågets marknadsandel är hög.

Eftersom modellen innehåller tre variabler krävs det en större mängd data för att den ska kunna återge statistiskt "bra" resultat.  $R^2$ -värdet är sämre för denna modell vilket kan bero på att antalet mätpunkter egentligen är något få för att kunna göra en modell i tre dimensioner. Modellen visar ändå att dessa tre faktorer är beroende av varandra och detta framgår tydligt i figur 22.

#### 4.6 Turtäthet

Ett annat samband som kan tänkas påverka marknadsandelen för tåg är dess turtäthet. Det vore troligt att ju högre turtäthet desto mer attraktivt blir det att resa med tåg. För de studerade relationerna varierar turtätheten vilket visas i figur 23.

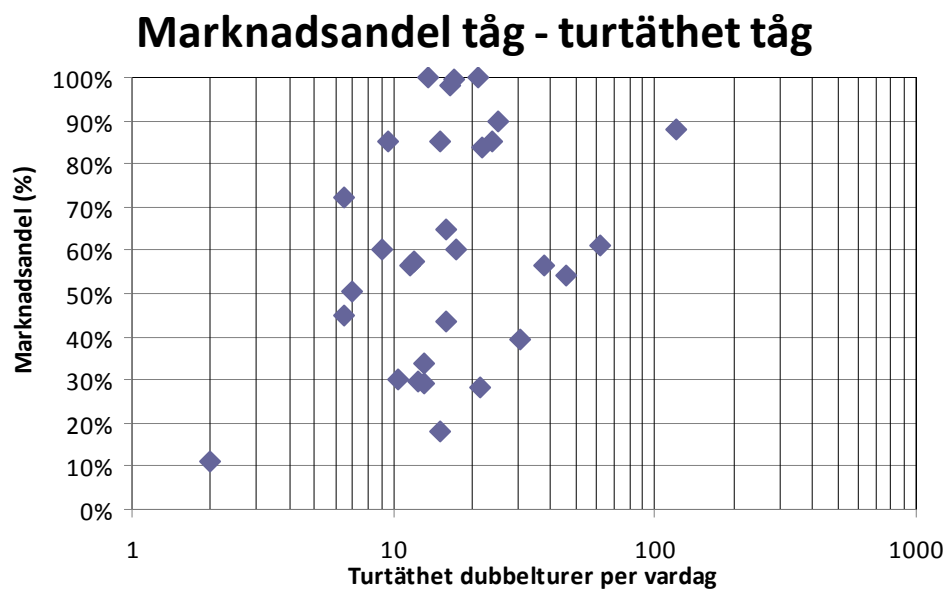


Figur 23. Turtäthet för relationer i Europa. (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

De relationerna med den högsta turtätheten är i det här fallet Tokyo-Osaka och Tokyo-Okayama. Marknadsandelarna för dessa relationer är 88 % respektive 61 %. Detta beror mycket på att Japan är ett tätbefolkat land där tågerna passerar många stora städer. Dessutom konkurrerar inte dessa tåg

med långsammare tåg eller med godståg. Det gör att tåget kan ha en hög turtäthet och marknadsandel.

Oslo-Stockholm, Paris-Amsterdam och Bryssel-Amsterdam är de relationer med lägst turtäthet. Marknadsandelen för två av relationerna är väldigt låga men för relationen Bryssel-Amsterdam är marknadsandelen förvånansvärd hög, 72 % jämfört med 45 % respektive 11 %. Det tyder på att turtäthet inte är den viktigaste faktorn i valet mellan tåg och flyg för majoriteten av relationerna. I figur 24 förstärks detta resonemang att det inte finns något starkt samband mellan turtäthet och tågets marknadsandel.



Figur 24. Samband mellan tågets turtäthet och dess marknadsandel i olika relationer. (Data: INECO, ISIS, Statistisches Bundesamt och UIC m fl)

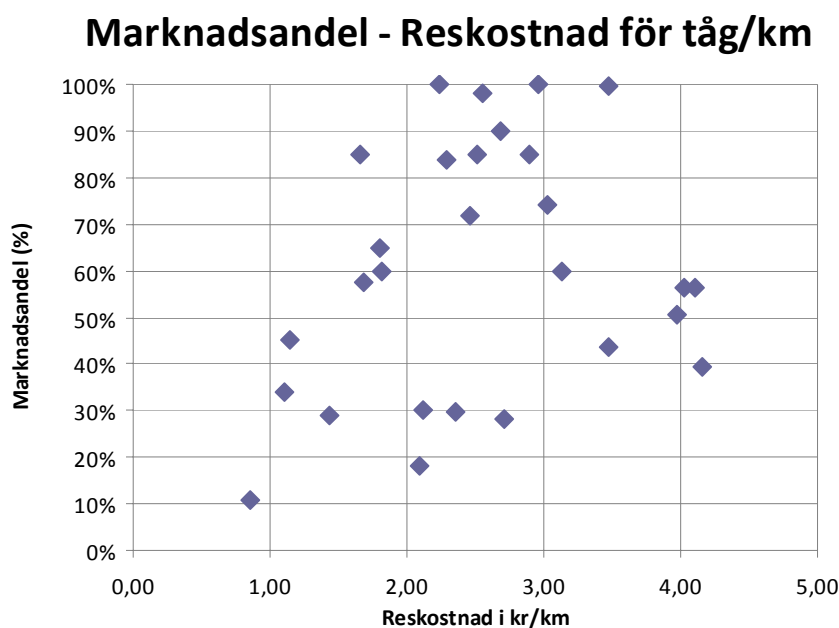
Utifrån de data som insamlats kan inget tydligt samband mellan turtäthet och marknadsandel för tåg urskiljas. Det bör påpekas att turtäthet beror mycket på hur stort marknadsunderlaget är. I länder som t ex. Japan är det motiverat att ha 120 tågpar per dag eftersom efterfrågan är så stor. I Sverige och Norge finns inte lika stort underlag och därför är turtätheten lägre. Figuren ovan visar att relationen Stockholm-Oslo har både låg turtäthet och låg marknadsandel vilket troligtvis beror på marknadsunderlaget och att flyget har en hög turtäthet.

#### 4.7 Reskostnad

I arbetet har det också studerats om det finns ett lika starkt samband mellan reskostnad och marknadsandel som det finns för restid och marknadsandel. Figur 25 på nästa sida visar dock att det inte finns något tydligt samband mellan reskostnad (i kr per km) för tåg och marknadsandel för tåg, även om det är tydligare än sambandet mellan turtäthet och marknadsandel i figur 24 på denna sida. Det skall tilläggas att reskostnaden i det här fallet är ett medelvärde av biljettpriser över dagen.

Dessutom skiljer biljettpriserna beroende på dag för resa, tidpunkt och typ av biljett. I det här arbetet har ett medelvärde mellan det högsta och det lägsta biljettpriset beräknats för en resa på en onsdag fyra veckor fram i tiden.

En annan viktigt faktor till att inget starkt samband kan urskiljas i det här fallet är att prissättningen vad gäller skatter och annat inte är densamma i alla länder. Biljettpriser är även till viss del beroende av landets marknad och inte enbart av reseavståndet. En intressant upptäckt är att reskostnaden per km för de svenska relationerna Stockholm-Göteborg, Stockholm-Malmö, Stockholm-Köpenhamn och Stockholm-Oslo ligger i botten jämfört med övriga relationer i Europa. Det är endast Paris-Amsterdam och Paris-Nice som har en lika låg reskostnad per km: 1,10 respektive 1,38 kr/km. Högst reskostnad har de tyska relationerna Köln-München, Berlin-Frankfurt a M, Hamburg-Frankfurt m fl Där är reskostnaden mellan 4,03 och 4,15 kr/km.



Figur 25. Marknadsandel/Restid för tåg.

En slutsats som kan dras utifrån figur 24 och 25 är att reskostnaden kan vara viktigare än turtätheten för tågets marknadsandel. Det finns andra studier som stärker detta resonemang, bl.a. en norsk utredning vilken beskrevs tidigare i avsnitt 3.4. Denna studie är inriktad på flygpassagerare men de är ändå jämförbara med resenärer ombord på höghastighetståg. I studien redovisas en rangordning av vilka faktorer som resenärerna värdesätter högst och det visades vara restiden följt av turtätheten<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> Urbanet Analyse, *Markedet for høyhastighetstog i Norge*

## 5. Samverkan mellan tåg och flyg

Ofta ses tåg och flyg som konkurrerande transportmedel och inget direkt samarbete finns. På de flesta större flygplatser finns dock förbindelser med tåg mellan flygplatsen och den närliggande stadens kärna t ex. Arlanda Express mellan Stockholm och Arlanda. Ett annat exempel är lokaltrafik som har anslutning till Arlanda samt regionaltåg som t ex. Upptåget som ansluter till Arlanda. Det är den enda typen av samarbete som finns i Sverige idag. Resor mellan flygplatsen och den närliggande stadens kärna kallas för lokala resor medan resor till andra orter inom landet kallas för interregionala resor.

I Europa har tåget börjat konkurrera med flyget på längre distanser omkring 600 km, då höghastighetståg har introducerats på marknaden. Även kraven på utsläpp och buller har ökat på flygplatser i Europa samtidigt som kapaciteten på många flygplatser inte är tillräckligt hög i förhållande till efterfrågan. Ett sätt för flygplatserna att öka kapaciteten och samtidigt nå flygplatsens miljömål är att öka samverkan mellan tåg och flyg. En järnvägsstation på flygplatsen kan öka flygplatsens kapacitet lika mycket som en ny landningsbana. För att detta ska fungera optimalt måste järnvägsstationen ha ett stort utbud och hög turtäthet till ett stort antal destinationer. Det kräver i sin tur att flygplatsen inte är en slutdestination utan ett ställe där man byter transportslag. I de relationer där tåget kan ersätta flyget, kan flygbolagen erbjuda resan med tåg istället för med flyg. Då minskar mängden miljöutsläpp och behovet av antalet landningsbanor. Höghastighetståg kan dock inte ta hela marknaden eftersom det sker många resor mellan flygplatser för att byta plan. Ett exempel är relationen London-Paris där flyget kan ha stor turtäthet trots den nyöppnade höghastighetslinjen. Detta beror på att många som reser från London till Paris ska byta flygplan i Paris.<sup>30</sup>

Många större flygplatser som t ex. Heathrow fungerar mycket som ett "Hube and Spoke"-system där det sker många flygbyten. Ett stort antal flygbolag erbjuder sådana resor med byten på flygplatser på en enda biljett. Idag gäller det endast för flyg men det finns potential för att även tåg ska kunna erbjudas på liknande sätt. Det kräver att bytet från flyg till tåg är snabbt och smidigt och att järnvägsstationen ligger i anslutning till gaten. Förflyttning av bagage skulle kunna ske direkt mellan transportmedlen vilket skulle underlätta för resenären. Resan från flygplatsen till slutdestinationen kräver också att resan är jämförbar med flyget vad gäller restid.<sup>31</sup>

Ett exempel på integration av flyg och tåg är resor mellan Frankfurts flygplats till Stuttgart och Köln. Där går en direktförbindelse med tåg till Stuttgart och Köln istället för med flyg. För att detta ska vara möjligt måste restiderna vara ungefär desamma som de skulle varit för en resa med flyg. Ett sätt att åstadkomma detta är att ha en sådan direktförbindelse till stadskärnan.<sup>32</sup>

<sup>30</sup> Givoni Moshe, Banister David, *Airline and railway integration, Transport Policy 13 (2006) 386-397*

<sup>31</sup> Givoni Moshe, Banister David, *Airline and railway integration, Transport Policy 13 (2006) 386-397*

<sup>32</sup> Givoni Moshe, Banister David, *Airline and railway integration, Transport Policy 13 (2006) 386-397*

## 6. Slutsatser

Denna rapport visar att det finns ett tydligt samband mellan tågets marknadsandel och dess restid. De förändringar som har skett efter 2001 är att några av punkterna i det föreliggande diagrammet har förflyttat sig uppåt och till vänster, d v s restiden har minskat vilket gjort att tågets marknadsandel har ökat på bekostnad av flygets marknadsandel. Denna förflyttning kan också bero på att de nyöppnade banorna har varit i drift i några år och att resenärer har upptäckt tåget som ett alternativ till flyget. Fler mätpunkter har kunnat identifieras i detta arbete vilket gör att resultatet blir mer tillförlitligt.

En regressionsanalys gjordes i arbetet och det visades att en exponentialkurva gav den bästa kurvanpassningen utifrån olika statistiska mått. En exponentialkurva ger också rimliga resultat då restiden är lång, till skillnad från det tredjegradspolynom som också studerades i arbetet. I Transeks rapport har även en exponentialkurva valts för att visa sambandet mellan marknadsandel och restid för tåg i Sverige, vilket styrker resultatet från detta arbete. Den estimerade kurvan skiljer något både mot kurvan från Transek och från kurvan från rapporten *Substitution opportunities of high speed train*. Till stor del beror dessa skillnader på modellansatser och på att data skiljer sig åt.

Den viktigaste faktorn i valet mellan tåg och flyg är restiden. Det visar både den framtagna marknadsandel/restids-grafen och de Väg/Tid-diagram som analyserades i avsnitt 10. Det finns givetvis skillnader i hur faktorerna värderas för olika personer. För t ex fritidsresenärer är restiden inte lika viktig som reskostnaden. Det finns också andra faktorer som kan påverka valet mellan tåg och flyg men som inte har studerats i detta arbete. Det kan t ex vara skillnader mellan länder som kan påverka såsom befolkningsstorlek, hur stor andel som har tillgång till bil, hur järnvägen ligger i förhållande till upptagningsområden, kapacitet, miljö, prissättning, skatter och banavgifter. Det kan också finnas andra faktorer som är svåra att mäta som t ex resenärers preferenser, värdering av restid, komfort och service.

I arbetet studerades även om det fanns ett samband mellan den relativa restiden mellan tåg och flyg och tågets marknadsandel. En modell utvecklades som visade att det fanns ett starkt samband mellan dessa faktorer. En ytterligare tredimensionell modell utvecklades för att undersöka om det fanns ett samband även mellan den relativa restiden, avståndet och tågets marknadsandel. I analysen visades att det fanns ett samband mellan dessa tre faktorer. Den tredimensionella modellen är inte tillräckligt bra för att kunna användas, beroende antalet mätpunkter som kunnat identifieras, men visar ändå på ett enkelt sätt att det finns ett visst samband mellan faktorerna.

Den inledande litteraturstudien som har gjorts i detta arbete, visar att det kan vara gynnsamt för både flygbolag, tågoperatörer och resenärer med att öka samverkan mellan tåg och flyg. Detta gäller speciellt på flygplatser där många byten sker. Hittills finns inte denna samverkan på särskilt många flygplatser idag men för att flygplatser ska kunna klara miljömål och landningsbanornas kapacitet, kanske detta kan vara ett sätt att minska dessa problem. Det som krävs för denna samverkan är att bytet mellan flyg och tåg går snabbt och enkelt och att resenären kan köpa en biljett för hela resan. Flygbolag och tågoperatörer måste ha ett integrerat biljettsystem som gör det enkelt för resenären. Att ersätta vissa flygresor med tåg kan minska mängden utsläpp samtidigt som fler destinationer kan erbjudas åt resenären.

## 7. Referenser

- Adler N, Nash C och Pels E, *High-speed rail and air transport competition* (2008)
- Banister David, Givoni Moshe, *Airline and railway integration*, *Transport Policy* 13 (2006) 386-397
- Banverket, *Årsredovisning 2007* (2007)
- Button Kenneth J, Hensher David A, *Handbook of transport modelling*, Pergamon (2000)
- Jorritsma P, *Substitution opportunities of high speed train* (2009)
- KTH, *Höghastighetsbanor i Sverige -Trafikprognoser och samhällsekonomiska kalkyler med Samvips-metoden för utbyggda stambanor och separata höghastighetsbanor, rapport till Banverket* (2010)
- Kjørstad K, Norheim B, *Urbanet Analyse, Markedet for høyhastighetstog i Norge – Analyse av flypassasjerenes preferanser*, (rapport 12/2009)
- Luftfartsverket, *Flygets utveckling 2008* (2008)
- Luftfartsverket, *Flygets utveckling 2007* (2007)
- Nelldal, B.-L, Jansson K, *High Speed Rail in Sweden – a good idea? WCTR paper 02762* (2010)
- Nelldal, B.-L, Troche, G, *Europakorridoren – Ett bredband för fysiska transporter. Rapport från KTH* (2001)
- Nelldal, B.-L., Troche, G., Jansson, K. *Europakorridoren – Utbud, prognoser och samhällsekonomi. Rapport från KTH, Stockholm* (2003)
- SIKA, *Värden och metoder för transportsektorns samhällsekonomiska analyser – ASEK 4, rapport 2009:3*
- Steer Davies Gleave, *High speed rail: International comparisons* (2004)
- Transek AB, *Samverkan och konkurrens mellan tåg och flyg* (2002)
- Transportstyrelsen, *Flygets utveckling 2008* (2008)

### Internetkällor

Banverket, <http://www.banverket.se/sv/Amnen/Jarnvagen/Miljo/Jarnvagens-miljopaverkan/Energi/Nulaget.aspx>, 2010-02-22

### Övriga referenser

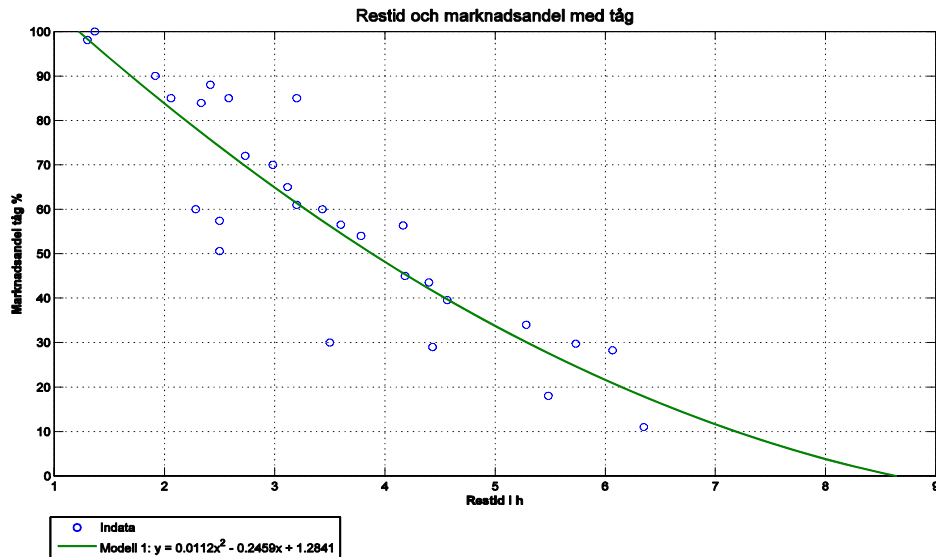
E-post med Kristina Walter, Statistisches Bundesamt, 2009-11-30

E-post med Arlanda Business Telecom Stockholm-Arlanda Airport, 2010-01-06



## 8. Bilagor

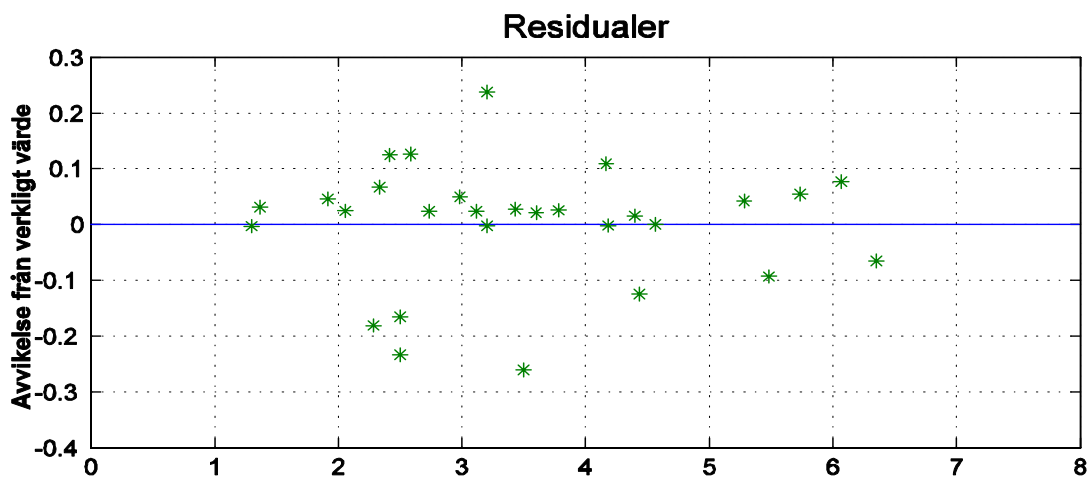
### 8.1 Modell 1



Figur 26. Restid och marknadsandel med tåg, modell 1.

Kurvans ekvation:

$$y = 0.0112x^2 - 0.2459x + 1.2841$$

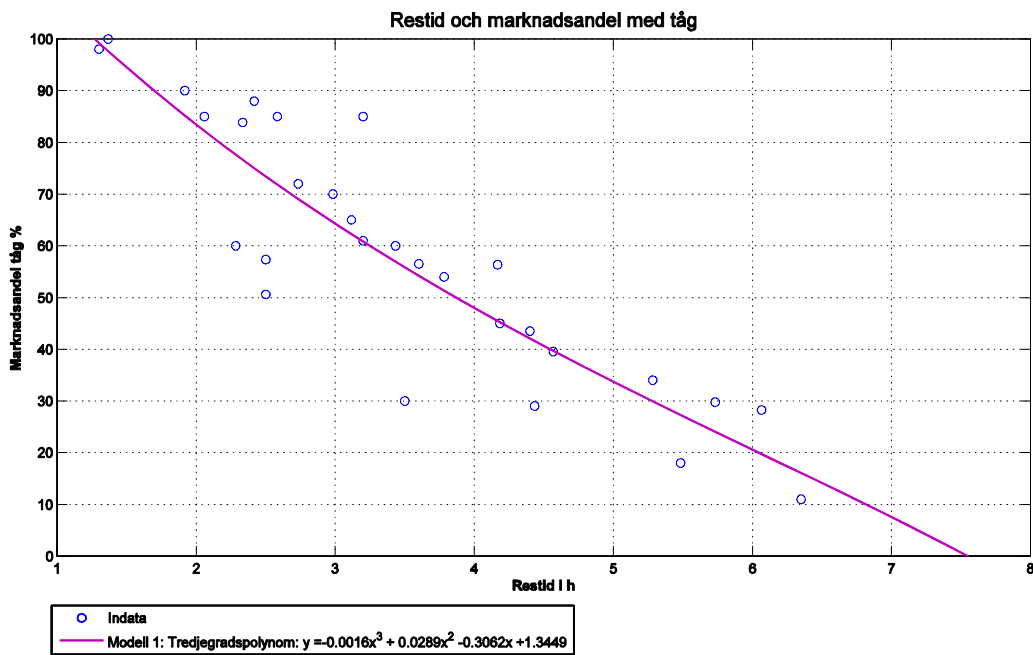


Figur 27. Residualer för modell 1.

Tabell 7. Resultat av modell 1.

Modell 1	
$R^2$	0.8029
$R^2$ -adj	0.8160
$R^2$ _pred	0.7916
Max_residual	0.2608

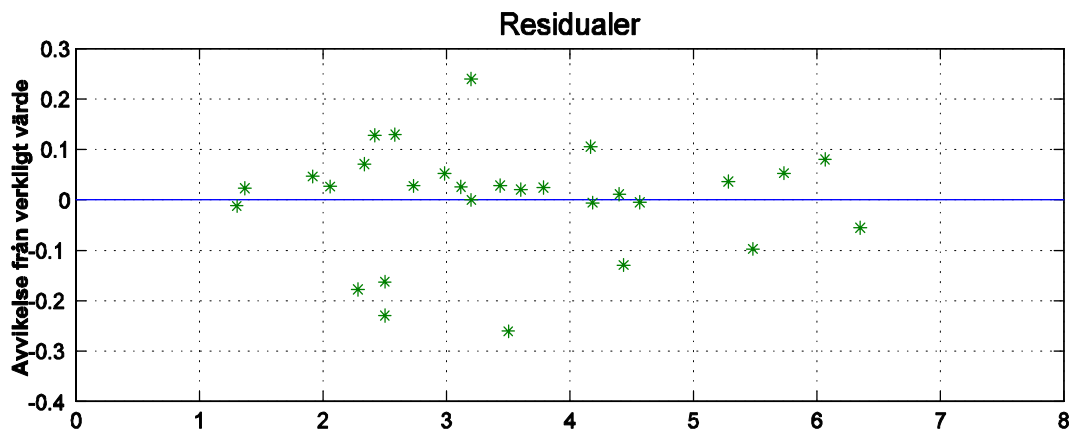
## 8.2 Modell 2



Figur 28. Restid och marknadsandel med tåg, modell 2.

Kurvans ekvation:

$$y = -0.0016x^3 + 0.0289x^2 - 0.3062x + 1.3449$$



Figur 29. Residualer för modell 2.

Tabell 8. Resultat av modell 2.

Modell 2	
R2	0.8032
R2-adj	0.8229
R2_pred	0.7919
Max_residual	0.2603

Tabell 9. Sammanställning av data över restider och marknadsandel för tåg-flyg.

Relation	Sträcka (km)	TÅG			FLYG			Marknadsandelar			
		Restid tåg (min)	Anslutning tåg (min)	Total terminaltid (min)	Restid flyg (min)	Anslutning tåg (min)	Total terminaltid (min)	enbart Tåg	Tåg/Flyg		
LGV Sud-Est (Paris-Lyon)	419	115	15	10	140	70	100	75	245	90%	10%
Paris-Marseille	759	192	15	10	217	75	78	75	228	85%	15%
Paris-Strasbourg	303	137	15	10	162	60	59	75	194	60%	40%
Paris-Nice	682	329	15	10	354	80	63	75	218	18%	82%
LGV Est (Paris-Baudreecourt)	300	179	x	x	x	x	x	x	x	70%	30%
Paris-Bryssel	336	82	30	10	122	60	67	75	202	100%	0%
Paris-London	495	155	35	10	200	65	65	135	200	85%	15%
Bryssel-London	350	124	15	10	149	65	47	135	247	85%	15%
Paris-Amsterdam	568	251	15	10	276	80	65	75	220	45%	55%
Bryssel-Amsterdam	187	164	15	10	189	55	47	135	237	72%	28%
Hamburg-Frankfurt	392	216	0	10	226	75	70	75	220	57%	43%
Hamburg-München	612	344	0	10	354	75	81	75	231	30%	70%
Berlin-Köln	477	264	0	10	274	65	62	75	202	44%	56%
Berlin-München ( Öppnas 2017?)	504	364	0	10	374	70	93	75	238	28%	72%
Berlin-Frankfurt a M	424	250	0	10	260	75	81	75	231	56%	44%
Köln-München	456	274	0	10	284	65	71	75	211	40%	60%
Madrid-Zaragoza	318	78	10	10	98	55	87	75	217	98%	2%
Madrid-Sevilla	471	140	10	10	160	60	87	75	222	84%	16%
Madrid-Malaga	556	150	10	10	170	70	77	75	222	57%	43%
Madrid-Barcelona	550	150	25	10	185	75	67	75	142	37%	56%
Milano-Rom	476	210	10	10	230	75	74	75	224	30%	70%
Rom-Bologna	398	153	0	10	163	70	102	75	247	74%	26%
Stockholm-Göteborg	455	165	0	10	175	60	44	75	119	65%	35%
Stockholm-Malmö	614	266	0	10	276	70	103	75	248	29%	71%
Stockholm-Köpenhamn	661	317	0	10	327	70	46	75	191	34%	66%
Stockholm-Sundsvall	402	206	0	10	216	55	73	75	203	60%	40%
Oslo-Stockholm	572	381	0	10	391	60	52	75	187	11%	89%
Tokyo-Osaka	553	145	0	10	155	80	84	75	239	88%	12%
Tokyo-Hiroshima	821	227	0	10	237	90	78	75	243	54%	46%
Tokyo-Okayama	676	192	0	10	202	85	60.5	75	221	61%	39%





### **KTH Järnvägsgrupp**

Järnvägsgruppen vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm bedriver tvärvetenskaplig forskning och utbildning inom järnvägsteknik och tågtrafikplanering. Syftet med forskningen är att utveckla metoder och bidra med kunskap som kan utveckla järnvägen som transportmedel och göra tåget mer attraktivt för kunderna och mer lönsamt för järnvägsföretagen. Järnvägsgruppen finansieras bland annat av Trafikverket, Branschföreningen Tågoperatörerna och Bombardier Transportation.

Denna rapport behandlar konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg huvudsakligen utifrån restiden med tåg. Resultatet redovisas i två rapporter:

- Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg – Del 1: Internationell jämförelse
- Konkurrens och samverkan mellan tåg och flyg – Del 2: Tidsserieanalys i Sverige

Alla rapporter från Järnvägsgruppen vid Trafik och Logistik hittar Du på vår hemsida [www.infra.kth.se/tol/jvg](http://www.infra.kth.se/tol/jvg)